



**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

**LESER TESTEN  
UND GEWINNEN!**



5x Steinel Sensor-LED-Leuchte und 8x ELV Endoskopkamera

## LED-Multieffekt- Lichtorgel WS2812



Die Multieffekt-Lichtorgel setzt extern eingespeiste oder über ein Mikrofon aufgenommene Audiosignale in visuelle Lichteffekte wie Lichtorgel oder VU-Meter um. Sie steuert bis zu 1000 serielle LEDs des Typs WS2812/SK6812 an.



### Mini-Signalverfolger MSV2

Gleich zwei Funktionen in einem Gerät: klassischer Audio-Signalverfolger mit einstellbarem Verstärkungsbereich und Lautsprecherabgabe und integrierter 1-kHz-Sinusgenerator für das Einspeisen eines Prüfsignals.



### Homematic IP Fernbedienung

Die Fernbedienung im Auto für z. B. das Öffnen des Garagentores. Mit einem Montagegurt wird sie an der Sonnenblende befestigt, ist intuitiv bedienbar und gibt auch eine akustische Rückmeldung ab.

# 40

# Jahre ELV Journal

40 Jahre Begeisterung für Elektronik

**elektronik**

Januar/Februar 1979 Nr. 1

DM 2,80

**hobby**

**journal**

**FACHMAGAZIN DER AMATEURE UND PROFIS FÜR ANGEWANDTE ELEKTRONIK**

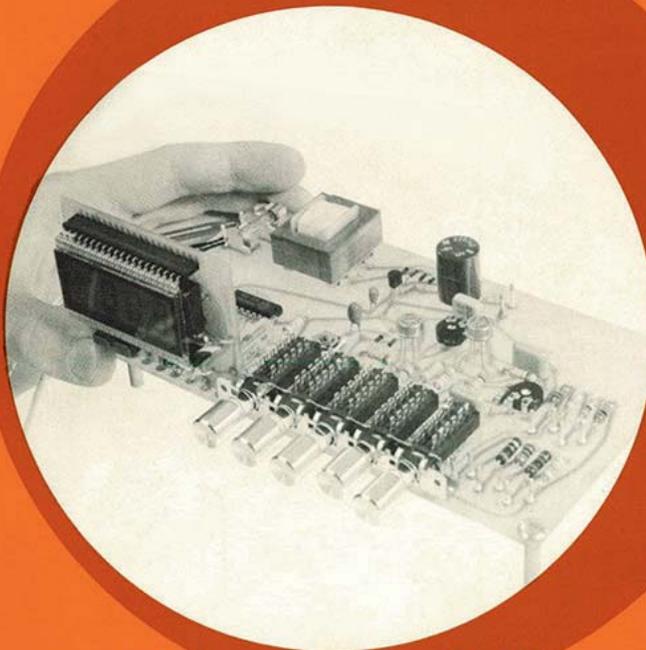
## Die Sensation für Elektroniker!

### Mit Platinenfolien

Printentwürfe auf Klarsichtfolie zur problemlosen Herstellung der Platinen

### Kostenloser Reparaturservice

für jeweils eine veröffentlichte Schaltung



In der **Erstausgabe** erscheinen die Beiträge:

Digitales Multimeter  
Stabilisiertes Netzteil  
Batteriespannungswächter  
Spannungsverdoppler  
LED-Ratio-Mittelanzeige  
Wischerintervallschalter

**Erstausgabe**

Erfahren Sie mehr über die ELV Firmengeschichte ab Seite 24

## Lieber Elektronik-Freund,

mit dieser Ausgabe des ELV Journals halten Sie die Ausgabe 241 in den Händen – vor 40 Jahren erschien die erste. 40 Jahre sind eine lange Zeit, in der Sie uns und wir Sie begleitet haben. Uns bleibt, Ihnen zu danken für Ihre Treue zu ELV insgesamt und zum ELV Journal insbesondere. Bei besonders langjährigen Lesern dürfte unser Rückblick auf die Firmen- und Verlagsgeschichte viele Erinnerungen aufkommen lassen: an legendäre Selbstbauprojekte und die rasante Entwicklung der Elektronik in den letzten 40 Jahren.

Solch ein Jubiläum ist für uns kein Grund, sich zurückzulehnen, sondern Ansporn, immer wieder neue Ideen zu realisieren, Sie aktuell zu unterhalten, Wissen zu vermitteln, noch mehr dem Charakter eines Journals entsprechend die Breite der Themen zu erweitern – hier dürfen Sie gespannt sein.

Das Lichtorgel-Steuergerät für WS2812-LEDs passt genau in die Historie unserer Bausätze: ein Klassiker in hochmodernem Gewand mit zahlreichen Funktionen und für die Ansteuerung von bis zu 1000 LEDs geeignet.

Auch der Mini-Signalverfolger MSV2 ist ein solcher Klassiker, mit der Ergänzung um einen internen Prüfsignalgenerator ein äußerst praktisches Gerät zur Überprüfung von Audioschaltungen. Ebenso praktisch ist auch die kleine Homematic IP Fernbedienung für das Auto mit ihrer leicht in jeder Situation ertastbaren Bedientaste und akustisch-optischer Rückmeldung – hier lenkt nichts vom Führen des Fahrzeugs ab.

In unserer Serie um Robotik und künstliche Intelligenz wird es dieses Mal autonom mit einem sich per intelligenter Sensortechnik orientierenden Fahrmodell.

Haben Sie schon einmal über eine Modernisierung Ihrer Haustechnik an der Haustür nachgedacht? Wir haben biometrische Zugangssysteme betrachtet, diskutieren deren Eigenschaften und stellen Ihnen dazu eine äußerst innovative Video-Türsprechanlage vor.



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker

## Unser Leserwettbewerb – teilen Sie Ihr Lieblingsprojekt!

**Machen Sie mit!**

*Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.*



Das umfangreiche Angebot von ELV Haustechniksystemen, Produkten und Bausätzen bietet für viele Leser den Ausgangspunkt für eigene kreative Ideen. Haben auch Sie ein Projekt entwickelt, das andere Leser interessieren könnte?

Alles, was nicht gegen Gesetze oder z. B. VDE-Vorschriften verstößt, ist für uns interessant. Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihr Projekt, berichten Sie von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Teilen Sie Ihre fantasievolle Idee mit den Lesern des ELV Journals!

Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELV Journal mit Nennung des Namens vorgestellt.



**Per E-Mail**  
leserwettbewerb@elv.de



**Per Post**  
ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb,  
26787 Leer

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.



[www.leserwettbewerb.elv.de](http://www.leserwettbewerb.elv.de) ...at ...ch



### 35 LED-Lichtorgel WS2812

Setzt Audiosignale in visuelle Effekte wie Lichtorgel oder VU-Meter/Spektrumanalyzer um und realisiert weitere Lichteffekte mit bis zu 1000 WS2812-LEDs



### 6 Mini-Signalverfolger

Praktisches, mobiles Multifunktions-Testgerät für die Arbeit an Audioschaltungen – Signalverfolger für die Ausgabe von Prüfsignalen von 170 Hz bis 15 kHz, kombiniert mit 1-kHz-Signalgenerator



## Audiotechnik

6

### Mini-Signalverfolger MSV2

Zwei Geräte in einem – batteriebetriebener Audio-Signalverfolger mit integriertem Sinus-Signalgenerator



## Beleuchtung

35

### LED-Multieffekt-Lichtorgel WS2812

Universelles Steuergerät für WS2812-LED-Anordnungen und vielfältige Lichteffekte, z. B. Lichtorgel oder VU-Meter



## Hausautomation – Smart Home

72

### Homematic IP 6fach-Kontakt-Interface HmIP-FCI6

Integriert Schalter und Tasten ganz einfach in Homematic IP

89

### Homematic IP Fernbedienung HmIP-RCB1

Praktische Homematic IP Fernbedienung für das Öffnen des Garagentors



## Kurz vorgestellt

13

### Wi-Fi-Türsprechanlage Comelit

Zweidraht-Anlage mit WLAN-Netzwerk-anbindung



### 14 Snapmaker

3 Geräte in einem:  
3D-Druck, Lasercut,  
CNC-Fräsen/Gravieren



### 24 40 Jahre ELV Journal

Die Geschichte des Unternehmens  
von 1979 bis heute



### 48 Robotertechnik und künstliche Intelligenz

KI umgesetzt in einen autonomen Fahrroboter



**72 Homematic IP 6-fach Kontakt-Interface**  
 Macht die Integration beliebiger Installations-  
 schalter, -taster und Kontakte in eine  
 Homematic IP Installation einfach – durch  
 Batteriebetrieb überall installierbar



**89 Homematic IP Fernbedienung**  
 Die richtige Homematic IP Fernbedienung,  
 wenn es darum geht, z. B. das Garagentor aus  
 dem Auto heraus fernzubedienen – mit großer  
 Bedientaste und akustischer Rückmeldung

**👍 So funktioniert's**

- 14 Snapmaker**  
Kompakte Multimaschine
- 48 Robotertechnik und künstliche Intelligenz**  
Selbstfahrender Roboter
- 54 Radon – die (un)heimliche Bedrohung**  
Vermeidung und Verringerung in der Atemluft
- 62 Elektronische Zugangssysteme**  
Von Fingerabdruck bis Iris-Scan
- 67 Homematic Know-how**  
Zentralen, Gateways, Repeater

- 78 Homematic Script-programmierung**  
Szenenprogrammierung
- 86 Homematic Usertreffen Österreich 2018**  
Bericht aus der Steiermark mit Ausblick auf Kassel 2019

**★ Spezial**

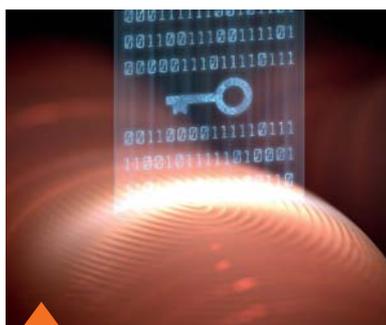
- 24 40 Jahre ELV Die Firmengeschichte**  
Rückblick, Bilanz und Ausblick

**★ Spezial**

- 21 Leser testen und gewinnen**
- 46 Technik-News**
- 60 Experten antworten**

**☰ Rubriken**

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



**62 Elektronische Zugangssysteme**  
 Biometrisch bequem und sicher ins Haus



**60 Experten antworten**  
 Unsere Kundenberatung im Dialog



**67 Homematic Know-how**  
 Alles zu Zentralen, Gateways und Systemaufbau



# Mobiler Audio-Detektiv

## Mini-Signalverfolger

Arbeitet man mit Audioschaltungen und Audiogeräten, ist ein Signalverfolger für das Lokalisieren von Fehlern ein Muss in der Mess- und Prüfgeräteausrüstung. Gibt das handliche, batteriebetriebene Prüfgerät gleichzeitig auch noch das Prüfsignal aus, hat man gleich zwei Funktionen in einem Gerät und ist bei Prüfarbeiten nicht an stationäres Equipment gebunden. Der neue Mini-Signalverfolger MSV2 macht zudem die Arbeit durch einen integrierten Lautsprecher noch einfacher.

### Der Bausatz

im ELV Shop

#10226

### Montagevideo



#10230

QR-Code scannen oder  
Webcode im ELV Shop  
eingeben



### Infos zum Bausatz MSV2



**Schwierigkeitsgrad:**  
mittel



**Ungefähre Bauzeit:**  
1 h



**Verwendung SMD-Bauteile:**  
SMD-Teile sind bereits  
komplett bestückt



**Besondere Werkzeuge:**  
LötKolben



**Lötverfahren:**  
Ja (Einfache Kenntnisse)



**Programmierkenntnisse:**  
Nein



**Elektrische Fachkraft:**  
Nein

### Zwei in einem

Die Kombination von Signalverfolger und Signalgenerator macht den MSV2 zu einem praktischen Helfer bei der Suche nach Fehlern in Audio-Signalwegen und beim Testen von Audiokomponenten. Der kleine, batteriebetriebene Signalverfolger ist für die Einhandbedienung ausgelegt und bietet einen integrierten Signalgenerator.

Die Kombination von Signalverfolger und Signalgenerator in einem Gerät ist das wesentliche Merkmal dieser kleinen Schaltung. Der Signalverfolger ist quasi eine abgeänderte Version des bewährten MSV1. Gegenüber dem MSV1 hat der neue MSV2 einen eingebauten Lautsprecher und einen zusätzlichen 1-kHz-Sinusgenerator.

Der Verstärkungsbereich des Signalverfolgers kann mit einem Schiebescalter in drei Bereichen gewählt werden. Der separate 1-kHz-Ausgang gibt ein Sinussignal mit einer Amplitude von 2 V<sub>ss</sub> aus, dessen Pegel mit einem Potentiometer eingestellt werden kann.

Eine Auto-Power-off-Funktion sorgt für eine automatische Abschaltung nach 3 Minuten, sodass das Gerät insgesamt batteriesparend arbeitet.



## Bedienung

Das Einschalten erfolgt durch kurzes Betätigen des Ein/Aus-Tasters. Im Normalfall leuchtet jetzt die blaue LED (ein). Bei zu niedriger Batteriespannung leuchtet die rote LED (Low-Bat-Symbol). Mit dem Schiebeschalter auf der Gehäuseoberseite kann der Verstärkungsfaktor in drei Stufen eingestellt werden. Stellung „0 dB“ ist dabei die höchste Verstärkung und „-40 dB“ die niedrigste Verstärkung. Mit dem seitlich angeordneten Potentiometer „Lautstärke“ kann die Wiedergabelautstärke eingestellt werden. Das aufgenommene Signal wird über den integrierten Lautsprecher wiedergegeben.

Der integrierte Signalgenerator gibt an der Klinkenbuchse ein Sinus-signal mit einer maximalen Amplitude von 2 V<sub>SS</sub> aus. Der Ausgangspegel kann ebenfalls über ein seitlich angebrachtes Potentiometer (Pegel) eingestellt werden.

Möchte man das Gerät wieder ausschalten, ist der Ein/Aus-Taster für mindestens eine Sekunde zu betätigen. Eine Auto-Power-off-Automatik sorgt zudem für eine automatische Abschaltung, wenn innerhalb von 3 Minuten keine Messung stattfindet. Nach jeder erkannten Messung wird der Auto-Power-off-Timer wieder zurückgesetzt und somit die Ausschaltverzögerung verlängert.

## Schaltung

Das Schaltbild des Signalverfolgers ist in [Bild 1](#) dargestellt. Das NF-Eingangssignal, das über die an ST1 angeschlossene Messspitze aufgenommen wird, gelangt zunächst auf den Verstärker IC1A. Der Verstärkungsfaktor ist über den Schiebeschalter S1 in drei Stufen wählbar. Je nach Verstärkungsfaktor wird einer der drei Rückkoppelwiderstände R2, R6 oder R9 zugeschaltet.

Der Ausgang des Verstärkers Pin 14/IC1 führt auf das nachfolgende Hochpassfilter, das aus IC1B und Peripherie besteht. Durch dieses Filter werden Frequenzen unterhalb von ca. 120 Hz unterdrückt. Da der integrierte Lautsprecher diese Frequenzen nicht wiedergeben kann, ist dies notwendig, um Energie einzusparen. Tiefe Frequenzen (< 120 Hz) würden im Lautsprecher nur in Wärme umgewandelt und hätten einen erhöhten Stromverbrauch zur Folge.

Schauen wir uns nun den Pegeldetektor IC1C an. Dieser Detektor ist ein Komparator und erkennt, ob ein Messsignal anliegt oder nicht. Bei jeder Erkennung wird der Auto-Power-off-Timer zurückgesetzt und die Zeit bis zum automatischen Abschalten wird neu gestartet. Hierdurch wird verhindert, dass sich das Gerät während intensiver Nutzung selbsttätig abschaltet.

Der Signalgenerator besteht im Wesentlichen aus dem Timerbaustein IC2 vom Typ ICM7555. Der ICM7555 (CMOS-Version) bzw. NE555 (Standardversion) ist ein vielfach bewährter und günstiger Timerbaustein, der in dieser Konfiguration als Oszillator beschaltet ist. Die Frequenz dieses Oszillators wird durch R4 und C9 bestimmt. Um aus dem generierten Rechtecksignal ein Sinussignal zu formen, verwenden wir das dreieckförmige Signal, das am Kondensator C9 ansteht. Es stellt die Lade- und Entladekurve des Kondensators dar.

Im Prinzip könnte man auch aus dem Rechtecksignal (Ausgangssignal des Oszillators) ein Sinussignal gewinnen, hierbei wäre der Klirrfaktor aber höher und man bräuchte eine weitere Filterstufe.

Kommen wir nun zur Spannungsversorgung, die im unteren Teil des Schaltbildes dargestellt ist. Die Schaltung wird mit zwei 1,5-V-Batterien betrieben und erfordert eine batterieschonende Technik. Schauen wir uns aber zunächst an, wie die Spannungsversorgung und das Ein- und Ausschalten funktionieren. Die Batteriespannung (3 V) gelangt zunächst auf den Sicherungswiderstand R23. Dieser Widerstand ist ein PTC, der bei Überstrom seinen Widerstandswert erhöht und somit im Fehlerfall für eine Strombegrenzung sorgt. Über den Steckverbinder BU1/ST3 gelangt die Batteriespannung auf den Transistor T1. Die beiden MOSFET-Transistoren T1 und T2 dienen zum einen als Schalter für die Versorgungsspannung und zum anderen als Verpolungsschutz.

Durch einmaliges Betätigen des Tasters gelangt ein Spannungsimpuls über C29 und R35 auf die Basis von T6. Dieser steuert über R28 die beiden Transistoren T1 und T2 an, die somit leitend werden und die Betriebsspannung „durchschalten“.

Für die Auto-Aus-Funktion (Auto-Power-off) und für die Ein-Aus-Toggle-Funktion kommt ein Flip-Flop zum Einsatz. IC5A ist als T-Flip-Flop geschaltet, dessen Ausgänge (Q und /Q) durch einen positiven Spannungsimpuls am Clockeingang (Pin 3) jeweils die Logikzustände wechseln. Dieses Flip-Flop kann durch zwei Umstände gesetzt werden. Einmal durch ein High-Signal am Set-Eingang oder durch ein Clocksignal an Pin 3, falls das Flip-Flop vorher zurückgesetzt war. Nachdem T1 und T2 die Versorgungsspannung durchgeschaltet haben, gelangt über C21 ein High-Impuls auf den Set-Eingang Pin 6, wodurch das Flip-Flop zunächst gesetzt wird. Der Ausgang Q (Pin 1) führt nun High-Pegel und steuert über R32 den Transistor T6 an. Die Einschaltung bleibt nun eingeschaltet, da die Selbsthaltung greift.

Nachdem der Ausgang Q auf „high“ wechselt, kann sich über R33 der Kondensator C33 aufladen. Ist die Spannung auf ca. 2/3 der Betriebsspannung angestiegen, wird über den Reset-Eingang Pin 4 das Flip-Flop zurückgesetzt. Ausgang Q wechselt auf Low-Pegel und die Selbsthaltung löst sich – das Gerät schaltet aus (Auto-Aus). Da R33 und C33 relativ groß sind, dauert dieser Vorgang ca. 3 Minuten. Durch ein Low-Signal, das vom Pegeldetektor IC1C kommt, wird über D1, R29 der Kondensator entladen, wodurch das Auto-Power-off retriggered wird. Da der /Q-Ausgang über den Widerstand R38 mit dem D-Eingang (Pin 5) verbunden ist, wechseln die Logikzustände am Ausgang des Flip-Flops bei jedem Clocksignal an Pin 3. Auf diese Weise kann durch Betätigen des Tasters TA1 das Gerät im eingeschalteten Zustand wieder ausgeschaltet werden. Durch R38 und C34 wird ein Prellen dieses Ein- und Ausschaltvorgangs verhindert.

Mit dem zweiten Flip-Flop IC5B und IC6 ist eine Low-Bat-Erkennung realisiert. Diese funktioniert wie folgt: IC6 ist eigentlich ein Reset-Baustein, wird in unserer Schaltung aber zur Unterspannungserkennung genutzt. Ist die Batteriespannung größer als 2,3 V, ist der Ausgang von IC6 auf „high“ und der Transistor T7, der hier als Pegelwandler dient, schaltet durch. Der Reset-Eingang des Flip-Flops IC5B liegt auf Low-Pegel. Hier sei erwähnt, dass im Einschaltmoment beide Flip-Flops über den Set-Eingang gesetzt werden. Im Normalfall, d. h., die Batterien sind noch „voll“ (> 3 V), weisen die Ausgänge von IC5B folgende Pegel auf: Q ist auf „high“ (LED D4 (Power) leuchtet), /Q ist auf „low“, sodass LED D5 (Low-Bat) nicht leuchtet. Sinkt die Batteriespannung auf einen Wert unterhalb von 2,3 V ab, kehren sich alle Logikpegel um und das Flip-Flop wird zurückgesetzt. Jetzt leuchtet die Low-Bat-LED D5 auf und signalisiert, dass die Batterie gewechselt werden muss.

Die Audioendstufe wird von einem Class-D-Verstärker (IC3) gebildet.

Ein zusätzliches Feature des Audioverstärkers TPA2013 (IC3) ist der integrierte Step-up-Wandler, der die Eingangsspannung in eine höhere Spannung

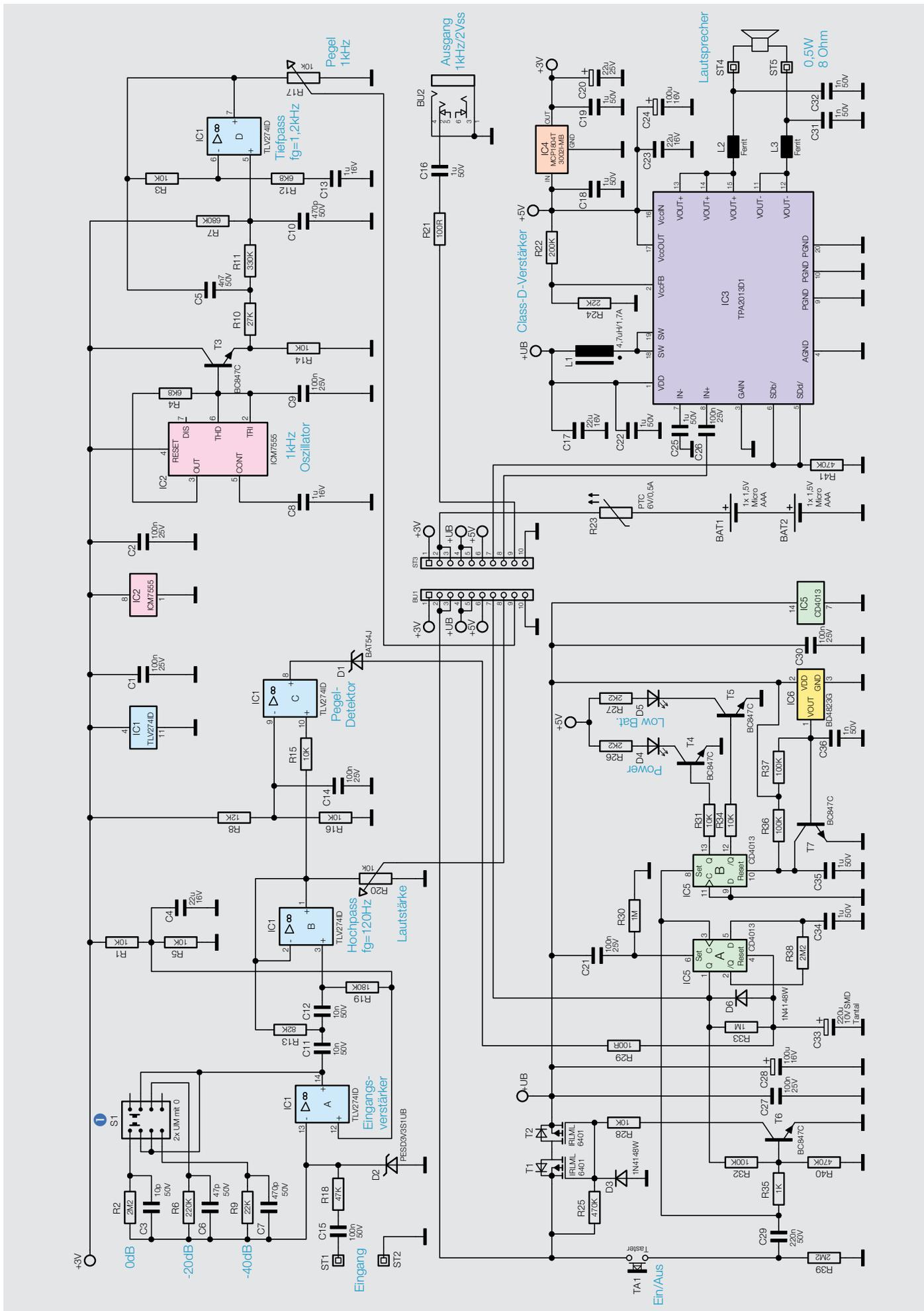


Bild 1: Das Schaltbild des MSV2

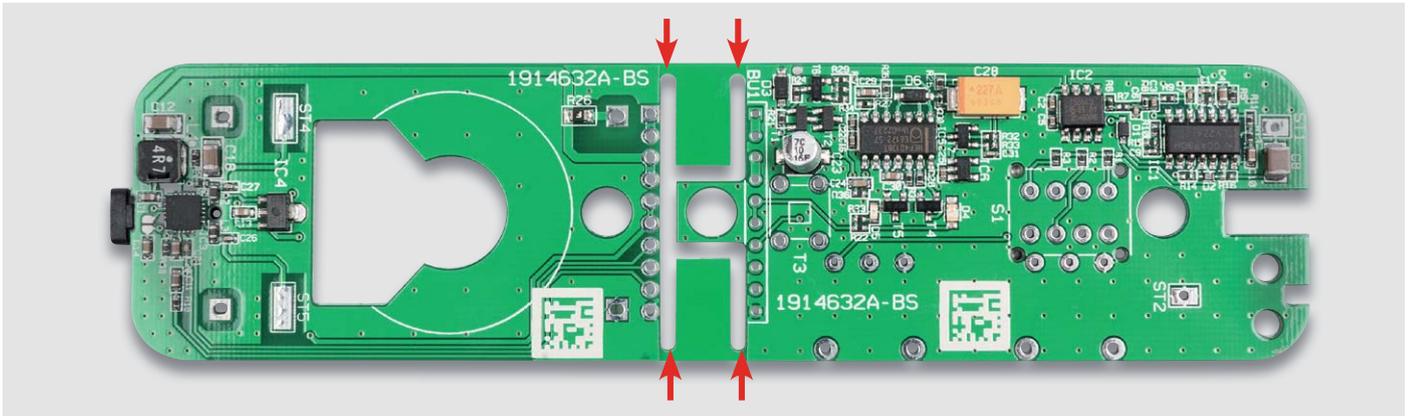


Bild 2: Der Platinennutzen im Auslieferungszustand. Er ist an den Perforationslinien (siehe Markierung) auseinanderzubrechen.

transformiert und diese für die Endstufe verwendet. Aus diesem Grund kann auch mit einer relativ niedrigen Eingangsspannung noch eine beachtliche Ausgangsleistung erzeugt werden. Externes Bauteil dieses Wandlers ist die Speicherspule L1. Alle anderen Komponenten sind im TPA2013 integriert. Die Ausgangsspannung  $V_{ccOUT}$  an Pin 17 von IC3 wird durch den Spannungsteiler R22/R24 bestimmt und liegt bei 5 V. Diese Spannung wird für die Ansteuerung der beiden LEDs verwendet, da die blaue LED eine Flussspannung von bis 3,5 V aufweist und die Batteriespannung von 3 V unter Umständen nicht ausreicht. Der Vorteil dieses Step-up-Wandlers besteht aber darin, dass die komplette Elektronik mit dieser generierten Spannung versorgt wird und so unabhängig von der Batteriespannung immer eine konstante Spannung zur Verfügung steht. Allerdings wird für den empfindlichen Vorverstärker und den Mischer eine stabilisierte saubere Spannung benötigt. Aus diesem Grund wird die 5-V-Spannung mit dem Spannungsregler IC4 auf 3 V stabilisiert.

### Nachbau

Die Platine für den Signalverfolger besteht aus zwei Platinen, die herstellungsbedingt zu einem sogenannten Nutzen zusammengefasst sind (Bild 2). Die Platinen können einfach mit der Hand auseinandergebrochen werden. An den Abbruchkanten der Platine ist eventuell ein Grat vorhanden, der mit einer Feile entfernt wird (Bild 3). Auf den Platinen sind die SMD-Bauteile vorbestückt, sodass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Es ist lediglich eine Bestückungskontrolle anhand des Platinenfotos, des Bestückungsplans (Bild 4) und der Stückliste sowie eine Kontrolle auf Lötfehler vorzunehmen, bevor man mit den weiteren Bestückungsarbeiten beginnt.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Das in Bild 4 dargestellte Platinenfoto mit Bestückungsplan gibt zusätzlich hilfreiche Informationen. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der jeweils gegenüberliegenden Platinenseite werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Auf der Batterieplatine sind zunächst die beiden Batteriehalter zu bestücken. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Polung („+“ und „-“) mit dem Platinenaufdruck übereinstimmt und dass diese auf der richtigen Platinenseite eingesetzt werden.

**Hinweis:** Die Anschlussdrähte der Batteriehalter bestehen aus Stahldraht. Verwenden Sie zum Anschneiden der Drähte einen entsprechend großen und stabilen Seitenschneider (siehe Bild 5).

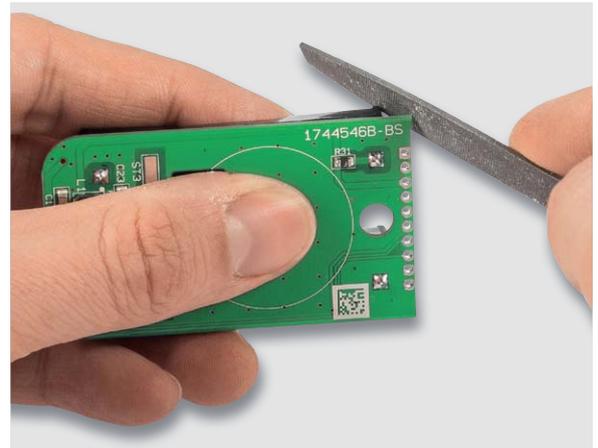


Bild 3: Der beim Abbrechen entstandene Grat ist mit einer Feile zu entfernen.

Anschließend werden die Bauteile auf der Signalplatine bestückt. Auch hier ist besonders darauf zu achten, dass die Bauteile auf der richtigen Platinenseite bestückt werden (siehe Platinenfotos Bild 4). Die beiden Rändelpotis R20 und R17 müssen vor dem Verlöten exakt plan auf der Platine aufliegen. Nachdem der Taster TA1 montiert ist, kann die beiliegende Tastenkappe auf den Taststößel gedrückt werden. Nun erfolgt das Einsetzen und Verlöten des Schiebenschalters S1.

Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass beim Verlöten der Anschlüsse die Rändelpotischeibe aus Kunststoff nicht mit dem LötKolben beschädigt wird (Bild 6). Die beiden Platinen werden über eine 10-polige Stiftleiste miteinander verbunden. Wichtig hierbei ist, dass die Stiftleiste auf beiden Seiten plan auf der Platine aufliegt. In Bild 7 sind die beiden verbundenen Platinen in der Seitenansicht zu sehen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Lautsprecher angeschlossen und montiert. Hierzu sind zwei Verbindungsleitungen mit einer Länge von 3 cm an die Anschlüsse des Lautsprechers anzulöten (Bild 8). Hierbei ist darauf zu achten, dass die Lötstellen am Lautsprecher sehr flach gehalten werden. Der Lautsprecher wird nun entsprechend Bild 9 auf die Batterieplatine aufgelegt, und zwar so, dass die Anschlussplatte des Lautsprechers in die Aussparung der Platine fällt. Die Anschlusskabel können nun an die Anschlüsse ST4 und ST5 auf der Platine angelötet werden. Eine zusätzliche Befestigung des Laut-

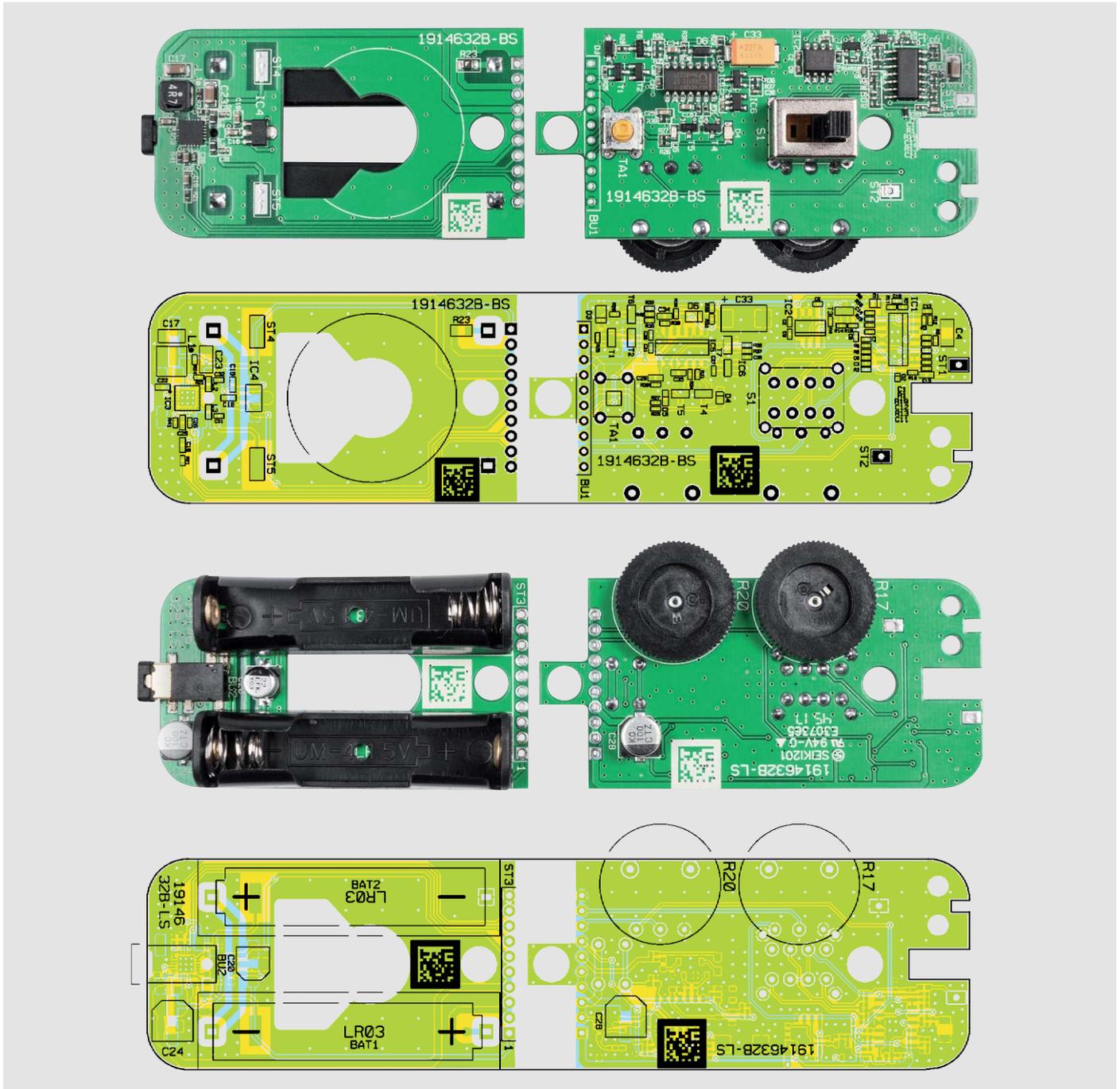


Bild 4: Die Platinenfotos des MSV2 mit den dazugehörigen Bestückungsdrucken, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite gesehen



Bild 5: Die Anschlussdrähte (Stahldraht) der Batteriehalter werden mit einem kräftigen Seitenschneider abgeschnitten.



Beim Anlöten/Verlöten dieser Stellen darf die Kunststoffscheibe des Potis nicht beschädigt (erhitzt) werden.

Bild 6: Die Kunststoffscheibe darf beim Verlöten des Schiebeschalters nicht beschädigt werden.

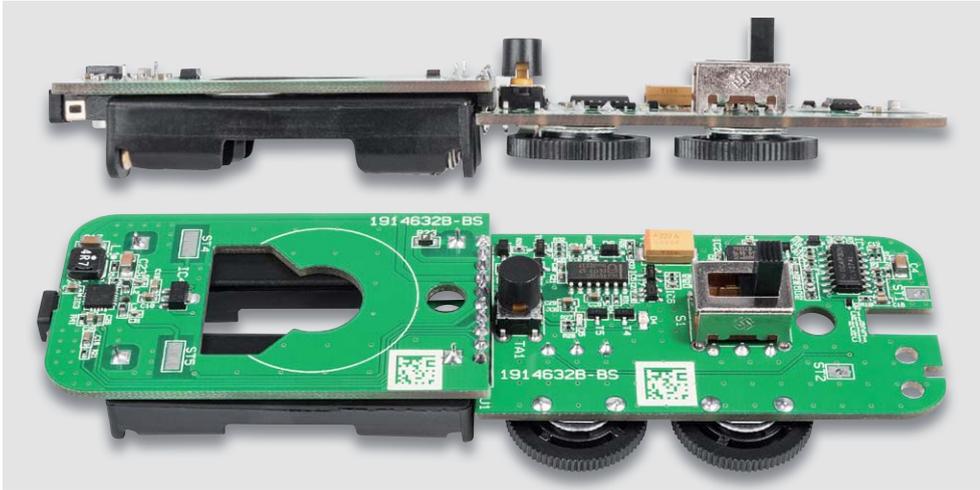


Bild 7: Die über die Stiftleiste verbundenen Platinen. Es ist darauf zu achten, dass die Stiftleiste auf beiden Platinen plan aufliegt, bevor das Verlöten erfolgt.



Bild 8: An den Lautsprecher werden die Verbindungsleitungen (3 cm) angelötet.



Bild 9: So wird der Lautsprecher angeschlossen und in die Batterieplatine eingesetzt.

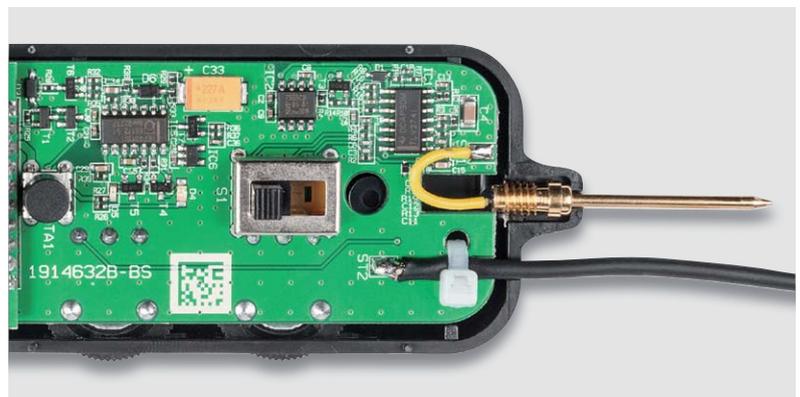


Bild 11: Hier sind die auf der Platine verlötete und fixierte Masseleitung sowie die Verlegung und der Anschluss der Leitung zur Messspitze zu sehen.



Bild 10: Innenleiter und Abschirmung der Masseleitung werden gemeinsam verlötet und parallel geführt.

sprechers ist nicht notwendig, da dieser später im Gehäuse automatisch fixiert wird.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Masseleitung vorbereitet. Hierzu dient eine sehr flexible, einadrige, abgeschirmte Leitung mit einer Länge von 50 cm. An den Enden der Leitung sind 10 mm der äußeren Isolierung zu entfernen, ebenfalls ist die innere Isolierung von der Innenader zu entfernen. Innenader und Abschirmung bilden eine Leitung, sind dabei immer zusammen anzulöten und liegen damit parallel (Bild 10). Das eine Ende der Leitung ist mit der beiliegenden Krokodilklemme zu verlöten. Anschließend wird das andere Ende der Leitung, wie in Bild 11 dargestellt, an ST2 angelötet. Zur Zugentlastung ist die Leitung noch mit einem Kabelbinder auf der Platine zu fixieren.

Im Anschluss wird das Gehäuse vorbereitet. Die Lichtleiter für die LEDs sind bereits im Gehäuseober-

teil eingeklebt. Damit das Licht der LEDs nicht auf die benachbarten Lichtleiter trifft, wird jeder einzelne Lichtleiter mit einem Stück PVC-Schlauch überzogen.

Hier sind zwei Stück à 5 mm anzufertigen. Diese werden auf die Lichtleiter geschoben (siehe Bild 12). Der Schlauch sollte bündig mit dem Ende des Lichtleiters abschließen. Nun kann die Geräteeinheit, bestehend aus den beiden Platinen, in das Gehäuseoberteil eingesetzt werden. Wichtig hierbei ist, dass der Lautsprecher in der Gehäusevertiefung sitzt, denn nur so passt das Gehäuse exakt zusammen.

Im Gehäuseunterteil ist, wie in Bild 13 dargestellt, zuvor noch ein kleiner Kunststoffnippel zu entfernen. Dieser kann einfach mit einem Seitenschneider abgeschnitten werden. Die Anschlussleitung der Masse-

### Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	MSV2
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	250 mA max.
Batterielebensdauer:	Ca. 30 h
Eingangsspannung:	1 mV–6 Vss (max. 30 Vss)
Eingangsimpedanz:	50 kΩ
Audiofrequenzgang:	170 Hz–15 kHz (-3 dB)
Ausgang:	1 kHz Sinussignal/1,5 % THD/ max. 2 Vss/3,5 mm Klinke
Sonstiges:	Auto-Power-off
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessungen (B x H x T):	160 x 42 x 22 mm
Gewicht:	85 g/65 g (inklusive/exklusive Batterien)



Bild 12: Die zwei zugeschnittenen Stücke PVC-Schlauch werden auf die Lichtleiter geschoben.

leitung wird anschließend am Platinenanschlusspunkt ST1 angelötet. Nach dem Einlegen von zwei Micro-Batterien ist zum Abschluss des Aufbaus das Gehäuseunterteil aufzusetzen und zu verschrauben.

Für den Ausgang des 1-KHz-Generators empfiehlt sich ein Klinkensteckerkabel mit 3,5-mm-Monostecker (Bild 14). Das offene Ende erlaubt den Anschluss eines beliebigen Steckers. **ELV**



Bild 13: Im Gehäuseunterteil ist vor dem Zusammensetzen der Gehäuseteile ein hervorstehender Gehäusenippel mit dem Seitenschneider zu entfernen.



Bild 14: 3,5-mm-Klinkensteckerkabel mit offenem Kabelende zum Anschluss von beliebigen Steckern und Messspitzen (13 31 83)

**Widerstände:**

100 Ω/SMD/0402	R21, R29
1 kΩ/SMD/0402	R35
2,2 kΩ/SMD/0402	R26, R27
6,8 kΩ/SMD/0402	R4, R12
10 kΩ/SMD/0402	R1, R3, R5, R14–R16, R28, R31, R34
12 kΩ/SMD/0402	R8
22 kΩ/SMD/0402	R9, R24
27 kΩ/SMD/0402	R10
47 kΩ/SMD/0402	R18
82 kΩ/SMD/0402	R13
100 kΩ/SMD/0402	R32, R36, R37
180 kΩ/SMD/0402	R19
200 kΩ/SMD/0402	R22
220 kΩ/SMD/0402	R6
330 kΩ/SMD/0402	R11
470 kΩ/SMD/0402	R25, R40, R41
680 kΩ/SMD/0402	R7
1 MΩ/SMD/0402	R30, R33
2,2 MΩ/SMD/0402	R2, R38, R39
Trimmer/10 kΩ/THT	R17, R20
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R23

**Kondensatoren:**

10 pF/50 V/SMD/0402	C3
47 pF/50 V/SMD/0402	C6
470 pF/50 V/SMD/0402	C7, C10
1 nF/50 V/SMD/0402	C31, C32, C36
4,7 nF/50 V/SMD/0402	C5
10 nF/50 V/SMD/0402	C11, C12
100 nF/25 V/SMD/0402	C1, C2, C9, C14, C21, C26, C27, C30
100 nF/50 V/SMD/0603	C15
220 nF/50 V/SMD/0603	C29
1 μF/16 V/SMD/0402	C8, C13
1 μF/50 V/SMD/0603	C16, C18, C19, C22, C25, C34, C35

22 μF/16 V/SMD/1206	C4, C17, C23
22 μF/25 V	C20
100 μF/16 V	C24, C28
220 μF/10 V	C33

**Halbleiter:**

TLV274ID/SOIC14	IC1
ICM7555/SMD	IC2
TPA2013D1/SMD	IC3
MCP1804T-3002I/MB/SOT89-3	IC4
HEF4013/SMD	IC5
BD4823G/SMD	IC6
IRLML6401/SMD	T1, T2
BC847C/SMD	T3–T7
BAT54J/SMD	D1
1N4148W/SMD	D3, D6
PESD3V3S1UB/SMD	D2
LED/blau/SMD	D4
LED/rot/SMD/0603	D5

**Sonstiges:**

Speicherdrossel, SMD, 4,7 μH/1,7 A	L1
Chip-Ferrite, 300 Ω bei 100 MHz, 0603	L2, L3
Batteriehalter für eine Microzelle	BAT1, BAT2
Klinkenbuchse, 3,5 mm, 4-polig, SMD	BU2
Stiftleiste, 1x 10-polig, gerade, print	ST3
Print-Schiebeschalter	S1
Mini-Drucktaster, 1x ein, 7,3 mm Höhe, IP67	TA1
Tastkappe, rund, 6 mm, schwarz	TA1
Lautsprecher, 8 Ω/0,5 W, ø 28 mm	
Abgreifklemme, isoliert, schwarz	
Kabelbinder, 71 x 1,8 mm	
PVC-Isolierschlauch, ø 3,5 mm, schwarz	
500 mm abgeschirmte Leitung, 1x 0,22 mm <sup>2</sup>	
40 mm Litze 0,14 mm <sup>2</sup> , rot	
40 mm Litze 0,14 mm <sup>2</sup> , schwarz	
Gehäuse, komplett, bearbeitet/bedruckt, schwarz	
Prüfspitze für Prüfstift-Gehäuse, vergoldet	

# Mit zwei Drähten ins WLAN

## Wi-Fi-Türsprechanlage Comelit



Im traditionellen Bestandsbau, vor allem im Einfamilienhaus, sind die Verhältnisse meist klar: Es gibt einen (allenfalls beleuchteten) Klingeltaster an der Haus- oder Hoftür, der über zwei Drähte mit Klingeltrafo und Klingel im Haus verbunden ist. Heute haben wir andere Anforderungen an diese wichtige Kontaktstelle an der Tür: Wir wollen mit dem Besucher sprechen und ihn möglichst sehen, bevor wir die Tür öffnen. In der mobilen Gesellschaft wäre außerdem ein Fernruf bzw. Fernzugriff gut für die Sicherheit und z. B. für Absprachen mit Paketdiensten. Zwei Drähte von draußen und ab der Innensprechstelle Einbindung ins Netz – das und noch mehr bietet die hochmoderne Comelit-Anlage.

### Sicher an zwei Drähten

Im Bestand sind zwei Drähte die Norm, baulich ist meist nicht mehr zu machen. Funk, in welcher Form auch immer, ist für viele keine Option. Eine Herausforderung für Techniker, die diese heute mit diversen Türsprechanlagen bewältigen, bei zusätzlicher Videoübertragung wird das Angebot schon dünner. Die Comelit-Anlage bewältigt diesen Spagat. Die Anlage hat nicht nur diverse Industriedesignpreise erhalten, sie ist vor allem äußerst funktionell und flexibel.

Die robuste Außenstation wird hier tatsächlich nur über eine übliche 2-Draht-Verbindung angeschlossen, wobei man allerdings bei sehr dünner und nicht verdrehter Leitung die Reichweite beachten sollte. Sie beträgt z. B. für übliche verdrehte Klingelleitungen mit 0,6 mm  $\varnothing$  (0,28 mm<sup>2</sup>) bis 100 m und bei 0,8-mm-Leitung (Parallel geführt, 0,5 mm<sup>2</sup>) bis 140 m – für den EFH-Bereich durchaus im erfolversprechenden Bereich. Die Außenstation ist mit den mitgelieferten Klingeltasterplatten für bis zu vier Parteien konfigurierbar und kann ebenso mit vier getrennt codierbaren Innenstationen kommunizieren. Sie enthält eine CMOS-Farbkamera mit 100-Grad-Blickwinkel und eine zuschaltbare IR-Beleuchtung für die Nachtsicht.

Was sofort auffällt: Der Besucher wird durch mehrere LED-Anzeigen (und auch Signaltöne) über die aktuelle Funktion der Anlage informiert. Er erfährt etwa, ob die Anlage durch einen anderen Besucher an einer weiteren Türstation besetzt ist, ob der Klingelruf ausgesandt wurde,

der Türöffner oder die Sprechverbindung aktiv sind. In der Türstation sind auch bereits zahlreiche Konfigurationen vornehmbar, so die Zuordnung der beiden integrierten Relais. Eines davon ist primär für einen Türöffner vorgesehen, das zweite kann angesteuert werden, um z. B. das Licht zu schalten oder einen Tor- oder Garagentoröffner zu aktivieren. Bis zu vier Teilnehmer sind einzeln adressierbar. Das frei verwendbare Relais, das über NC/NO-Kontakte verfügt, kann auch für die Ansteuerung eines Funk-Senders herangezogen werden, der in einem Smart Home System weitere Aktivitäten auslösen kann. Oder man steuert damit einen Treppenlicht-Zeitschalter an, der, wenn im Dunkeln jemand klingelt, für eine bestimmte Zeit die Innenbeleuchtung einschaltet – um Besuchern den Weg zu beleuchten oder um Anwesenheit zu simulieren, wenn man nicht zu Hause ist.

Auch die Innenstation, von denen es bis zu vier geben kann, ist derart komfortabel ausgestattet. Sie wird elegant über Touch-Tasten bedient, einige davon sind individuell für Sonderfunktionen, z. B. die o. a. Aktorfunktion, oder direkte Rufaussendungen an bestimmte Personen wie Arzt, Notruf oder einen Wachdienst nutzbar. Auch ein lautloses Zuschalten der Kamera an der Türstation ist möglich.

Das System ist durch weitere Systembausteine umfangreich erweiterbar, etwa durch Aktorbausteine oder Schnittstellenbausteine für die Einbindung von bis zu drei Überwachungskameras oder weitere Innen- und Außenstationen.

### WLAN ab Innenstation

Der Clou der Comelit-Türsprechanlage ist ganz sicher die mögliche Einbindung in das häusliche WLAN, und zwar von der Innenstation aus. So vermeidet man Stör- und Reichweitenprobleme, die auftreten können, wenn sich eine WLAN-Außenstation in ungünstiger Lage und Entfernung befindet. Eine passende App für iOS und Android macht dann mobile Geräte zur Innenstation, und zwar via Router und einem (kostenfreien) Cloudservice auch weltweit. Letzterer dient der einfachen Erreichbarkeit über Mobilfunk/Internet. Somit kann man von unterwegs genau kontrollieren, was zu Hause am Eingang passiert, mit Besuchern sprechen, als ob man im Haus wäre, Lichtszenen über die mögliche Smart Home Anbindung der Aktorausgänge der Anlage schalten oder Berechtigten die Tür öffnen. Die WLAN-Verbindung wird automatisch bei einem Klingelruf aufgebaut und so die App aktiviert (Push-Benachrichtigung). Dabei sind auch mehrere Mobilgeräte in das System einbindbar und man kann über die App auch andere Videosprechstellen im Haus kontaktieren (Intercom-Funktion) und so auch mit den Hausbewohnern direkt sprechen.

Insgesamt ist die Comelit-Videotürsprechanlage also eine sehr intelligente und vielseitige Kombination für die sichere und komfortable Kommunikation an der Haustür.



# Kompakte Multifunktionsmaschine

## „Snapmaker“ – 3-in-1: CNC-Fräse, 3D-Drucker, Laser-Cutter

Sie haben wenig Platz, wollen aber trotzdem gern gelegentlich zu Hause moderne und auch für den Heimwerker heute zeitgemäße Maschinen nutzen, um eigene Teile zu produzieren? Die Multifunktionskombination „Snapmaker“ ist ein Angebot, das den Spagat zwischen kostengünstiger Hobbymaschine und eben für diesen Bereich ausreichender Leistung versucht. Sie punktet mit wechselbaren Werkzeugmodulen, besonders einfacher Bedienung und guter, intuitiver Software. Wir haben das vielseitige Gerät getestet.

### Eine für alles

3D-Drucker sind, wie kleine CNC-Fräsen, kaum noch aus dem Repertoire auch von Hobbyisten wegzudenken. Derzeit gibt es einen neuen Hype rund um die Laser-Cutter, die quasi das Nonplusultra der Präzisions-Schneidewerkzeuge in Privathand sind.

Günstige und wirklich funktionsfähige 3D-Drucker-Bausätze gibt es im Internet schon ab ca. 150 Euro, stabile Konstruktionen lassen sich leicht umrüsten zu kleinen CNC-Fräsmaschinen, freilich mit geringen Ansprüchen und viel Arbeit erfordernd. Und kann man mit leistungsstarken Lasermodulen umgehen, eignet sich das Gerät auch zumindest für die Lasergravur



Bild 1: Die drei Werkzeugmodule sind leicht auswechselbar in identischen Gehäusen untergebracht.



und das Schneiden dünner Materialien. Man rechne die erforderlichen Teile zusammen, und der Aufwand landet insgesamt bei vielen Hundert Euro. Dazu kommt viel Selbstbau und Konstruktion – etwas für sparsame Enthusiasten, die allerdings oft dann auch gleich robuster bauen, denn für die Metallbearbeitung sind z. B. die meisten 3D-Druckerkonstruktionen ohnehin nicht geeignet.

Warum nicht alle drei Verfahren dennoch in einer Konstruktion unterbringen, einfach bedienbar und einsteigergerecht – das sagte sich 2016 ein chinesisch-amerikanisches Team und stellte auf Kickstarter [1] das Projekt „Snapmaker“ vor. Das Konzept schlug dermaßen bei den Interessenten ein, dass es in 45 Tagen von 5050 Unterstützern mehr als 2,2 Millionen US-Dollar statt der angestrebten 50.000 US-Dollar erhielt.

Ziel war es, eine relativ preiswerte, aber robuste Multifunktionsplattform zu entwickeln, die 3D-Druck, CNC-Fräsen, Gravieren und Laser-Cut gleichmaßen beherrscht. Aufbau und Bedienkonzept sollten besonders einfach sein, hauptsächlich tragen dazu die drei schnell wechselbaren Werkzeugmodule (Bild 1) bei. Die Maschine sollte kompakt werden und so quasi überall Platz finden, dies dürfte mit Abmessungen von 289 x 335 x 272 mm voll gelungen sein. Mit einem Bauraum/Arbeitsbereich von 125 x 125 x 125 mm (CNC-Fräsen: 90 x 90 x 50 mm) spricht die Maschine Maker, Modellbauer und andere Hobbyisten an, die nicht viel Platz für einen umfangreichen Maschinenpark haben und regelmäßig auch nur Teile bis zu dieser mittleren Größe herstellen wollen.

Auch die Handhabung sollte besonders einfach sein. So ist nicht nur die Elektronikverkabelung erfreulich simpel, dem Nutzer steht ein kleiner, vom Gerät abnehmbarer Touchscreen zur Verfügung, über den alle grundlegenden Bedien- und Einstellvorgänge über ganz wenige Menüpunkte erledigt werden. Auch die mitunter mühsame Kalibrierung sollte hier besonders einfach und intuitiv gehalten sein. Dazu trägt auch die ausgeklügelte Software, die über die Homepage [2] zur Verfügung steht, bei – entweder allein die 3D-Druck-Software oder die kombinierte Software für alle drei Funktionen. Für den 3D-Druck können aber auch andere Softwareangebote wie z. B. Cura oder Slic3r eingesetzt werden.

Das Ergebnis stand Mitte 2017 auf dem Tisch des Herstellers, der Snapmaker ging pünktlich in Produktion und ist nun auch in Deutschland lieferbar, so auch bei ELV [3]. Der Hersteller verspricht zum Preis von 799 Euro (Stand Dezember 2018 – aktueller Preis im ELV Shop unter der Bestell-Nr. 25 03 31) eine multifunktionale, präzise und einfach bedienbare Maschine.

### Aufbau – schnell und einfach

Der Bausatz kommt in einem recht kompakten Karton ins Haus, in dem alle Teile sehr übersichtlich in Moosgummieinsätzen untergebracht sind (Bild 2). Alle Kleinteile – und dies sind erstaunlich wenige – sind übersichtlich in Kunststofftüten verpackt, zum Bausatz gehören auch alle benötigten Werkzeuge, ebenso sind eine Ersatz-Druckdüse, die ersten Fräswerkzeuge, eine Rolle 1,75-mm-Filament und zwei Schutzbrillen für den Laser- und Fräsbetrieb im Set enthalten.

Nimmt man die drei identischen, komplett montierten Achsen in die Hand, sieht man eine erfreulich robuste Linearachsen-Bauweise in stabilen Aluminiumprofilen, mit robusten Stahl-Gewindespindeln, ebenso robusten Miramid-Führungen und innen montierten Schrittmotoren sowie Endschaltern (Bild 3). Ein bereits fest angeklebtes Anschlusskabel mit RJ45-Stecker vervollständigt die Achsen, die alle identisch sind, also besteht schon einmal keine Verwechslungsgefahr.

Die Elektroneinheit (Bild 4) ist sehr kompakt, sie wird, wie die gesamte Maschine, über ein externes Netzteil versorgt. Sie verfügt über zwei USB-Ports, einen als Host für den Direktanschluss an einen PC, einen für einen USB-Speicher für den Stand-alone-3D-Druck. Ein per Kabel angeschlossenes, entweder an die Maschine steckbares oder mobil benutzbares Display in der Größe eines kleinen Smartphones ergänzt die Ausstattung. Das Display hat einen Touchscreen, über den das Gerät rudimentär bedienbar, etwa für den Stand-alone-3D-Druck, und kalibrierbar ist.



Bild 2: Übersichtlich und kompakt verpackt – so kommt der Bausatz ins Haus.



Bild 3: Sehr clevere Konstruktion: Schrittmotor, Spindel und Endschalter sind in den robusten Aluminiumträgern untergebracht.



Bild 4: Die kompakte Elektroneinheit macht die Verkabelung sehr einfach.



Bild 5: Alle Komponenten, hier die Druckbettheizung, werden mit RJ25/RJ45-Steckern angeschlossen.

Die Druck- und die Maschinenplattform sind dem Arbeitsbereich der Maschine angemessen, die Druckplattform trägt eine für den PLA-Druck gut haftende Abdeckung, sie kann bis auf 80 °C aufgeheizt werden und wird über ein flaches, gewendelttes und damit dehnungsfähiges RJ25-Kabel (Bild 5 zeigt den Steckverbinder dazu auf der Heizplattform) angeschlossen. Das erste Misstrauen, dass das Kabel zu schwach ist für die Heizplattform, gab sich im Betrieb schnell, es war selbst nach stundenlangem Druck gerade einmal handwarm.

Alternativ wird die Arbeitsplattform für das Fixieren von Teilen für Fräsen/Gravieren/Laser-Cut mon-

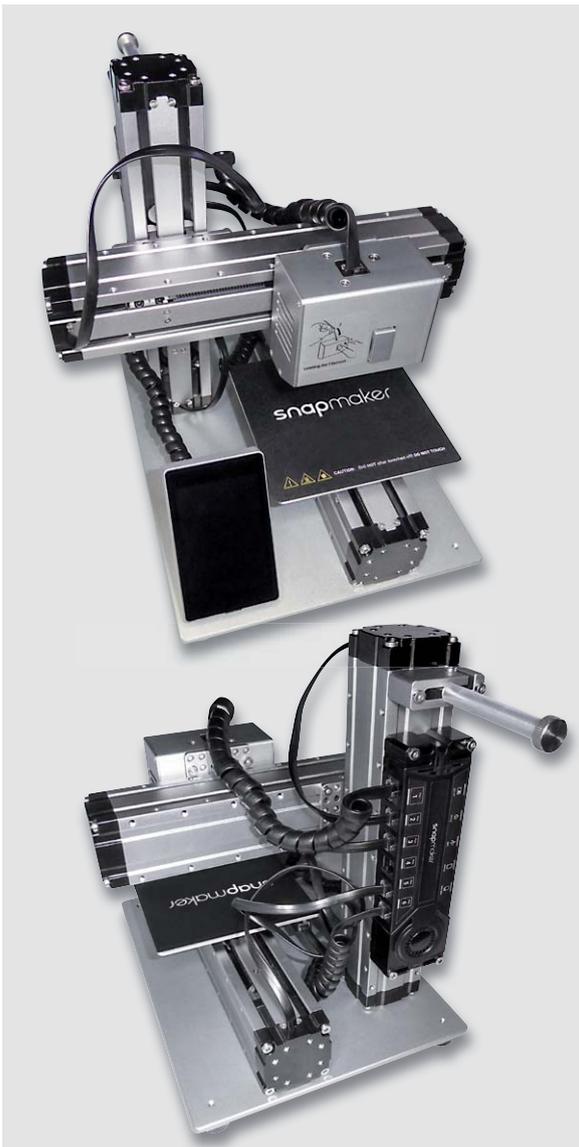


Bild 7: Bis die Maschine fertig aufgestellt ist, vergeht keine Stunde.

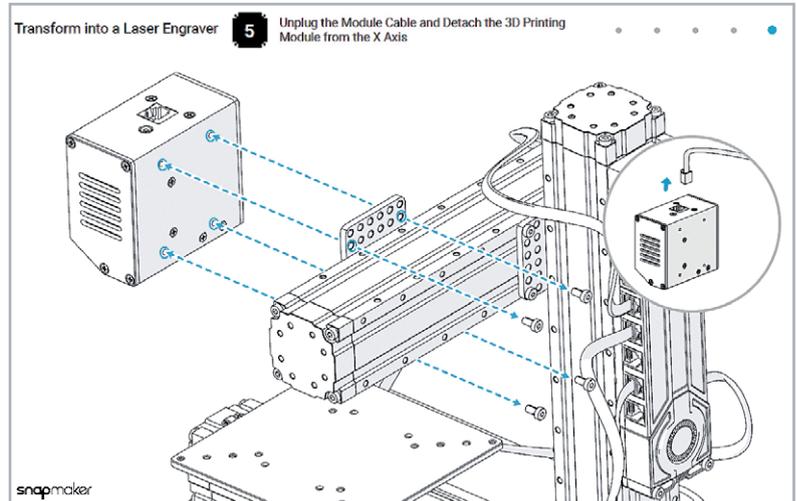


Bild 6: Sehr gut gelöst – die stark bebilderte Anleitung bedarf nur weniger verbaler Erklärungen.

tiert, die Montage beider Plattformen erfolgt unkompliziert über vier große Rändelschrauben – man muss die Plattformen nicht mechanisch nivellieren, das erledigt die Software. Lediglich die parallele Lage zwischen X-Achse/Werkzeugkopf und Plattform ist zu beachten – dies kann man über die Verschraubungen der X-Achse einfach justieren.

Der gesamte Aufbau wird von einer reich bebilderten Anleitung (Bild 6) begleitet – selbst ein Einsteiger in dieses Metier sollte nach spätestens einer Stunde damit fertig sein, wir benötigten keine dreiviertel Stunde, bis das Gerät fertig aufgebaut (Bild 7) war.

Nach dem Einschalten begrüßt uns der Bildschirm mit einem sehr übersichtlichen Menü. Bild 8 zeigt das Hauptmenü und einige Untermenüs. Jetzt noch das Filament einlegen (Bild 9), und es kann schon fast losgehen mit dem 3D-Druck.

## Der 3D-Druck

Das 3D-Druckmodul verfügt über eine 0,4-mm-Düse für 1,75-mm-Standard-Filament. Die Heiztemperatur kann bis 250 °C eingestellt werden, also sind auch andere Filamente wie ABS verarbeitbar. Die Auflösung beträgt 50-300 µm je Lage, und der Drucker kann mit bis zu 100 mm/s arbeiten.

Vor dem Drucken muss das Gerät zunächst kalibriert werden – bei 3D-Druckern der ersten Generationen eine mühsame und fehleranfällige Prozedur, die unzählige Fehldrucke produziert und viel Zeit und Material gefressen hat. Heute erledigt dies Software, und im Falle des Snapmaker besonders komfortabel. Das Kalibrieren (Bild 10) und das mitgelieferte Support-Blatt (man kann auch ganz einfaches Schreibpapier nehmen) erledigen die Kalibrierung blitzschnell: Einfach die vier vor-



Bild 8: Das Touchscreen-Display stellt alle Prozesse übersichtlich dar und bietet eine einfache Bedienung.

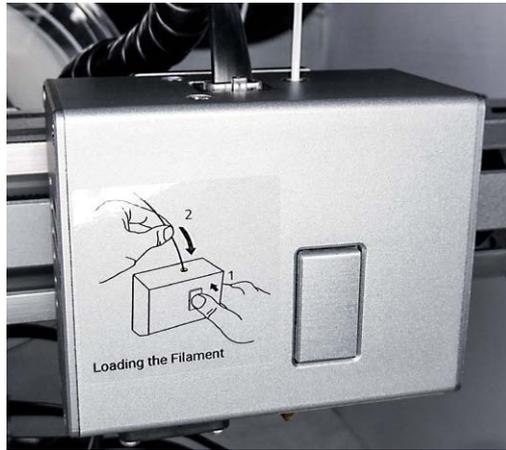


Bild 9: Das Einlegen des Filaments geschieht ganz einfach: vorherheizen, Taste drücken und Filament einschieben.



Bild 10: Der Clou bei der Kalibrierung für den 3D-Drucker ist die extrem einfache elektronische Einstellung der Druckdüse auf dem Druckbett.

gegebenen Punkte auf der Druckplattform abfahren lassen und jeweils den Druckkopf so weit absenken, dass das Blatt Papier sich gerade noch herausziehen lässt – fertig!

Nach dem ersten Testmuster (Bild 11) haben wir den Drucker der bei uns üblichen Tortur unterzogen und ein relativ großes Teil aus dem umfangreichen Thingiverse-Angebot des Herstellers, eine Staubabsaugung für den Fräsbetrieb, drucken lassen – gemäß dem Replikator-Grundsatz.

Die vom Hersteller angebotene 3D-Druck-Software „Snapmaker3D“ (Bild 12) ist für Einsteiger besonders

zu empfehlen, sie ist absolut intuitiv bedienbar, hat alle wichtigen Funktionen ohne Schnickschnack an Bord und kann die erzeugten G-Codes entweder direkt per USB-Verbindung an den Drucker schicken oder den Code auf einen USB-Speicher exportieren, der an die Elektronikeinheit angesteckt wird und so einen Stand-alone-Betrieb ermöglicht (Bild 13). Alternativ bietet Snapmaker die All-in-one-Software „snapmakerjs“ an, die alle drei Funktionsbereiche abdeckt (Bild 14). Für Einsteiger sind beide Programme reichlich mit Hilfefunktionen und Anleitungen begleitet, dazu kommt ein umfangreiches FAQ-Reservoir auf der Website.



Bild 11: Schneller Test-Druck – die Musterdatei wird in ein bereits ansehliches Druckstück „umgewandelt“.

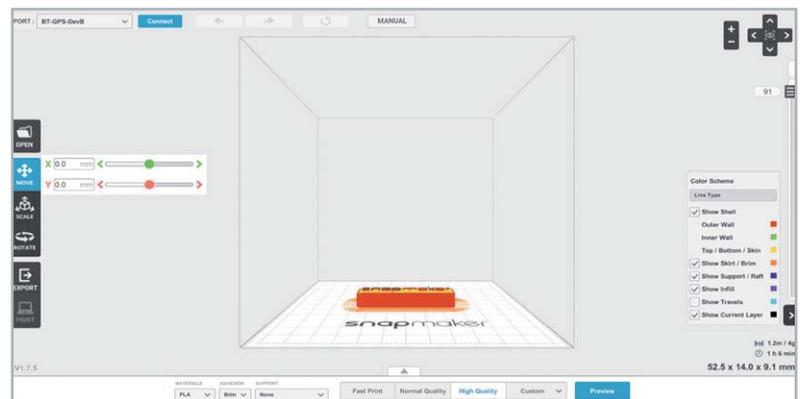


Bild 12: Intuitiv bedienbar, flexibel und mit allem Wichtigen ausgestattet – die 3D-Drucksoftware/Slicer von Snapmaker steht für Windows und MacOS zur Verfügung.



Bild 13: Der 3D-Druck kann stand alone erfolgen, hier reicht ein USB-Stick als Datenlieferant für den G-Code.

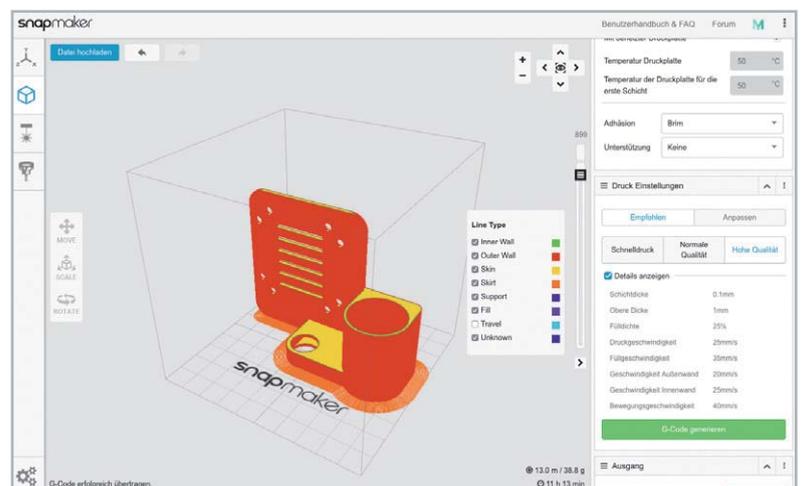


Bild 14: Die in Deutsch verfügbare Software „snapmakerjs“ beherrscht alle drei Maschinenfunktionen.



Bild 15: Härteprüfung für den 3D-Druck – die Staubabsaugung hat 11 Stunden Druckzeit benötigt, die erreichte Druckqualität ist sehr gut.

Bild 16: Der 3D-Drucker kann auch ABS verarbeiten, hier ein kleines Test-Zahnrad mit ca. 20 mm Durchmesser.

Das in Bild 15 abgebildete Teil nutzt den Bauraum des Druckers weitgehend aus, es brauchte in hoher Druckqualität ca. 11 Stunden, bis es fertig war. Der Drucker lief in dieser Zeit völlig unbeaufsichtigt und präsentierte am nächsten Morgen das fertige Teil in einer beeindruckenden Qualität – die Oberfläche ist extrem sauber, glatt, sogar glänzend. Hut ab – diesen Teil der Prüfung hat der kleine Drucker bestanden. Ein weiteres Standardteil unserer Prüfung, das kleine Zahnrad (Bild 16) entstand mit ABS, beim Druck vorsichtshalber mit dem üblichen Haft-Klebeband fixiert – es ist völlig in Ordnung, gerade und detailliert genug gedruckt. Zur besseren Temperaturstabilisierung, Geräuschdämpfung und zum Schutz ist übrigens als Zusatzbausatz ein Acryl-Aluminiumgehäuse für die Maschine verfügbar.

So viel zum 3D-Druck, mit wenigen Handgriffen ist die Maschine für den nächsten Test umgerüstet: die Plattform und den Werkzeugkopf tauschen, fertig!

### Der Laser-Cutter

Ein Blick auf die Daten des Lasers lässt zunächst ahnen, dass das Laserschneiden wohl eher nur begrenzt realisiert werden kann, der Hersteller spricht selbst überwiegend vom „Laser-Engraving“, also Laser-Gravieren. Zwar ist der verbaute 405-nm-Laser mit 200 mW zweihundertfach leistungsstärker als ein üblicher Messlaserstrahl, der z. B. in Laser-Entfernungsmessern verbaut ist, aber übliche Laser-Cutter arbeiten mit weit höheren Leistungen. **Vorsicht beim Umgang ist dennoch geboten: Man sollte beim Betrieb des Lasers unbedingt die mitgelieferte Laserbrille tragen!**

Was kann der kleine Laser? Den ersten Test haben wir mit einem Schriftzug, direkt im Programm „snapmakerjs“ erzeugt (Bild 17), gefahren. Nach Empfehlung der Anleitung wurde

der Laserstrahl zunächst nach Augenschein mithilfe der Kalibrierkarte fokussiert, und dann, nach Festlegen des Arbeitsbereichs und des Arbeitsursprungs die erste Gravur ausgeführt. Am Ergebnis sieht man, dass die rein optische Fokussierung noch zu grob ausgefallen war. Aber in der Anleitung zum im Übrigen ebenfalls intuitiv bedienbaren Programm fand sich der Hinweis auf die Fokussierhilfe des Programms (Bild 18). Wir haben diese an verschiedenen Materialien getestet, wie in der Bilderstrecke in Bild 19 zu sehen, und dem Laser jeweils die hier ermittelte Z-Position zugewiesen. Die Gravur-Ergebnisse können sich nach einigen Versuchen sehen lassen. Dünne Materialien wie Papier, Pappe, dünnes Balsa, Folien schneidet der Laser problemlos, allerdings entwickelt der integrierte Lüfter einen hohen Geräuschpegel – wieder ein Fall für ein optionales Maschinengehäuse.

Wir haben für den Test ein besonderes Material schneiden lassen – einen Schaumgummi mit ca. 5 mm Stärke, in den man z. B. Ausschnitte für Teile und Werkzeuge für den sicheren Transport schneiden kann. Üblicherweise nimmt man dazu Moosgummi oder feinen Schaumstoff und fräst diesen – bei uns sollte der Laser schneiden. Die Bilder sprechen für sich (Bild 20). Der Laser schneidet das ungleichmäßige, poröse Material präzise, was man besonders bei den kleinen Test-Schnitten im Durchlicht gut sehen kann. Die faserige lange Kante zeigt die Grenze des Arbeitsbereichs auf, hier war der Schaumstoff leicht dicker, und es fehlte ein Millimeter zum glatten Schnitt.

Wem der kleine Laser zu schwach ist: Zum Erscheinen dieses ELV Journals sollte eine leistungsstärkere Lasereinheit als Option mit einem 1600-mW-Laser verfügbar sein. Die Vorschau des Herstellers darauf (Bild 21) sieht sehr vielversprechend aus.

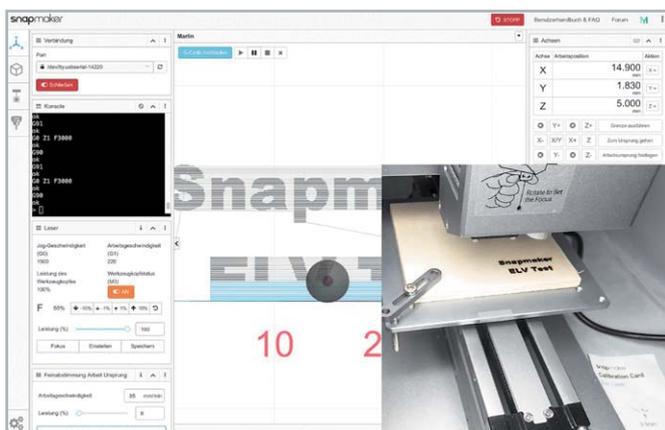


Bild 17: Der erste Gravurversuch mit dem Laser – noch etwas grob

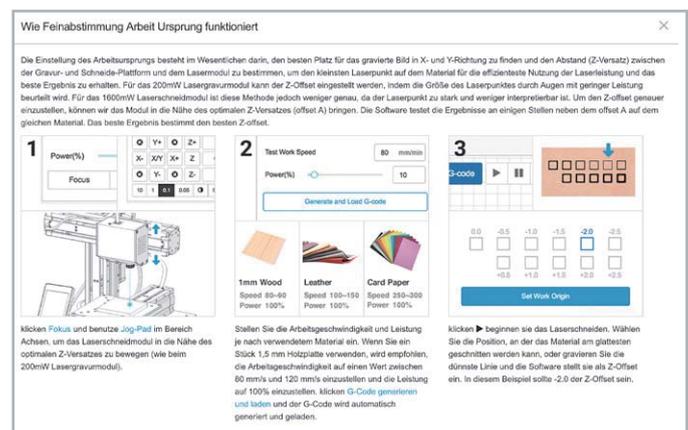


Bild 18: Die Anleitung zur Kalibrierung des 1600-mW-Lasers half auch beim kleinen Laser, die exakte Einstellung zu finden.



Bild 19: Mit Kalibrierung läuft es – links die sehr saubere und tiefe Gravur in Holz, in der Mitte die Gravur auf beschichtetem Pertinax, unten mit Kalibrierung nach Augenmaß, oben nach elektronischer Kalibrierung. Rechts oben die zutage tretenden Unterschiede bei der Kalibrierung, darunter ausgeschnittenes Balsa.



Bild 20: Der Schnittversuch im Moosgummi – wo die Einstelltiefe stimmt, ergeben sich glatte und präzise Schnitte.



Bild 21: Die Vorschau des Herstellers auf das 1,6-W-Lasermodul macht Appetit auf diese Option.



Bild 22: Recht einfach – Fräswerkzeughalterung mit Inbusschraube



Bild 23: Das Werkzeug wies am Schaft nur 3/100 mm Schlag auf – erfreulich wenig.

### Dritter im Bunde – der CNC-Fräser

Wieder ein kurzes Umrüsten, vier Schrauben lösen, das Fräsmodul befestigen und ein Kabel umstecken – schon kann es mit dem Fräsen losgehen. Der Fräsmotor trägt eine Klemmvorrichtung für Fräser mit 3,175-mm-Schaft, das Festziehen erfolgt mit einer Inbusschraube (Bild 22). Das rief etwas Misstrauen zum Rundlauf hervor, allerdings gab eine Messung am Werkzeugschaft nur einen Schlag von 3/100 mm (Bild 23), das ist für eine solch einfache Werkzeughalterung akzeptabel. Begabten Bastlern ist es unbenommen, hier eine sonst für solche Werkzeuge übliche Spannzange anzubauen.

Die Bedienoberfläche des Fräsprogramms (Bild 24) ist der des

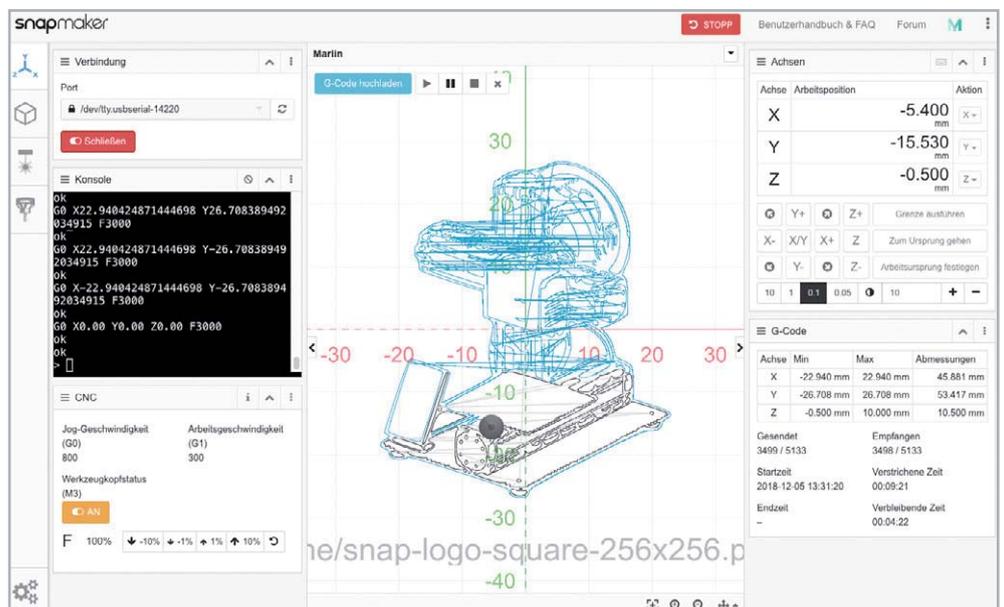


Bild 24: Auch das Fräsprogramm, ebenfalls in deutscher Sprache, ist einfach zu bedienen.

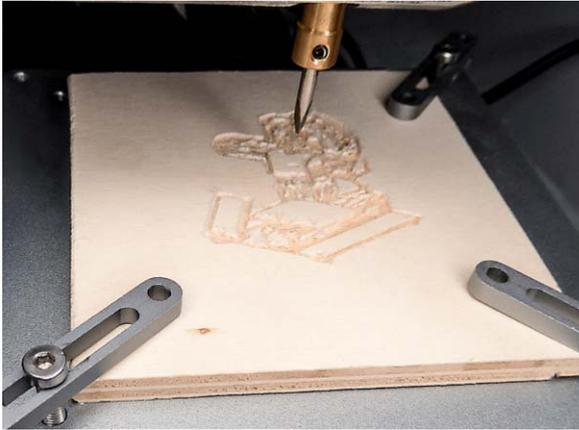


Bild 25: Bei weichem Holz reißen die Kanten auf, hier wäre mehr Drehzahl wünschenswert.

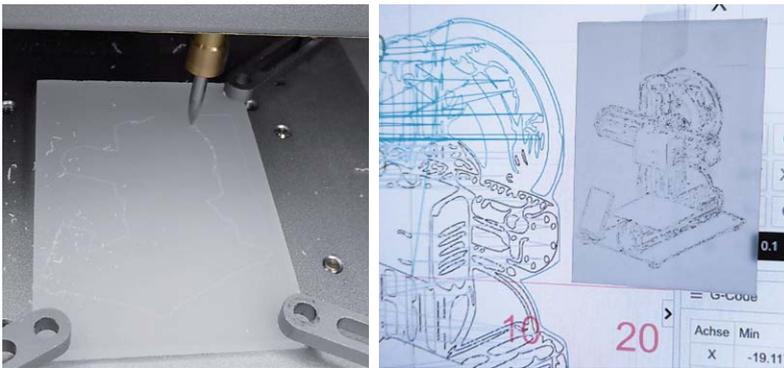


Bild 26: Bei etwas härteren Materialien, hier Acryl, lassen sich sehr feine Konturen fräsen.



Bild 27: Platinenfräsen – hier haben wir in einem Arbeitsgang mit verschiedenen Tiefen gefräst, bei richtiger Einstellung ist das Herstellen nicht zu filigraner Platinenlayouts möglich.

Laser-Cutters weitgehend ähnlich, auch hier sind Arbeitsbereich und Arbeitsursprung leicht einstell- und testbar, ebenso die Einstellung des Werkzeugs auf die Materialoberfläche. So vermeidet man Überraschungen, etwa durch einen an die Spannpratzen anstoßenden Fräser, was unweigerlich zu dessen Bruch führt. Für die Fräsarbeiten liegt eine Schutzbrille gegen umherfliegende Späne bei.

Der erste Versuch fand mit sehr weichem Holz und für die feine Zeichnung etwas zu tief eingestelltem Fräser statt (Bild 25). Hier offenbarte sich eine kleine Schwäche des Fräsmotors – er hat für solche Materialien zumindest bei Gravuren und feinen Schnitten eine zu geringe Drehzahl, sodass Kanten aufgerissen werden. Bei etwas härteren Materialien wie bei unserem Gravurversuch in Acryl (Bild 26) ergab sich ein deutlich besseres Bild, und die Details wurden bereits sehr genau graviert.

Der Elektroniker wird sofort die Frage nach dem Platinenfräsen stellen. Justiert man die Schnitttiefe so, wie in Bild 27 zu sehen, dass die Schichtdicke der Kupferauflage gerade so durchgearbeitet wird, kann man schon recht filigrane Muster mit relativ sauberen Kanten fräsen – nicht zu feine Leiterplattenmuster sind hier durchaus realisierbar.

Dass man mit diesem kleinen Fräsmotor keine Metalle und zu harte Materialien schneidet, versteht sich von selbst. Materialien wie Holz und Kunststoff sind aber entsprechend dem eingesetzten Fräser voll durchfräsbar, wobei hier noch eine Opferplatte untergelegt werden muss.

Noch ein Wort zu den Spannmitteln: Die mitgelieferten Spannpratzen sind recht vielseitig einsetzbar und haben alle Werkstücke sicher gehalten, für diesen Einsatz also völlig ausreichend dimensioniert.

## Fazit

Was bleibt als Fazit? Mit dem Snapmaker erhält man eine erschwingliche, robuste, einfach handhabbare und kompakte Multifunktionsmaschine, die ihre Stärken vor allem im höchst präzisen 3D-Druck hat. Aber auch die Lasergravur kann sich mit der Grundausrüstung sehr gut sehen lassen, mit der Option des stärkeren Lasers wird das Gerät dann zum echten Laser-Cutter auch für stärkere Materialien. Die Präzision lässt dank der sinnreichen Einstellung durch die Software kaum Wünsche offen.

Der Fräskopf ist nichts fürs Grobe, schon gar nichts für Metall, aber in zahlreichen anderen Materialien und mit speziell für die jeweilige Aufgabe geeigneten Fräserwerkzeugen sowie etwas Erfahrung lässt er sich ebenfalls sehr vielseitig einsetzen, etwa im Modellbau oder für das Herstellen von Elektronikplatinen. **ELV**

<b>Basisdaten</b>	Touchscreen	8,89 cm, Color
	Abm. (B x H x T)	272 x 289 x 335 mm
	Datenübertragung	USB-Stick, USB-Kabel
	Netzspannung	100–240 VAC
	Unterstützte Betriebssysteme	macOS, Windows
<b>3D-Drucker</b>	Heizbett	Bis 80 °C
	Bauraum	125 x 125 x 125 mm
	Druckgeschwindigkeit	Bis 100 mm/s
	Druckdüse	ø 0,4 mm
	Düsentemperatur	Bis 250 °C
	Druckauflösung	50–300 µm/Layer
	Einsetzbare Filamente	Universell, 1,75 mm PLA, ABS etc.
	Unterstützte Dateitypen	STL, OBJ
<b>Laser-Cut</b>	Software	Snapmaker/Snapmakerjs bzw. 3rd Party Software: Cura, Simplify3D, Slic3r
	Arbeitsbereich	125 x125 mm
	Laser-Leistung	200 mW
	Wellenlänge	405 nm
	Laserklasse	Class 3B
<b>CNC-Fräse</b>	Unterstützte Dateitypen	SVG, JPEG, PNG
	Arbeitsbereich	90 x 90 x 50 mm
	Werkzeugschaft-Durchmesser	3,175 mm
	Spindel-Drehzahl	19.000 1/min
	Unterstützte Dateitypen*	SVG, STEP, IGES, IGS, DWG, DXF
*Die genannten Dateitypen sind mithilfe einer 3rd-Party-Software wie Autodesk Fusion 360 verarbeitbar.		



## Weitere Infos:

- [1] Die Kickstarter-Kampagne [https://www.kickstarter.com/projects/snapmaker/snapmaker-the-all-metal-3d-printer?utm\\_source=website-product&utm\\_campaign=snapmaker&utm\\_medium=link](https://www.kickstarter.com/projects/snapmaker/snapmaker-the-all-metal-3d-printer?utm_source=website-product&utm_campaign=snapmaker&utm_medium=link)
- [2] Snapmaker Homepage <https://snapmaker.com/>
- [3] Snapmaker Produktseite im ELV Shop: <https://www.elv.de/Webcode #10245>



# 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 Steinel 10-W-Sensor-LED-Deckenleuchte mit Nachtlichtfunktion



Die moderne Deckenleuchte, die mehr kann! Bei einbrechender Dämmerung schaltet sich die Leuchte mit 10 % Lichtleistung automatisch für eine einstellbare Zeit ein. Darüber hinaus sorgt der integrierte Bewegungsmelder mit 4 individuell einstellbaren Sensoren für Sicherheit.

Bestell-Nr. 25 02 21

Wert € 99,-

## 8x ELV Endoskopkamera EK100



Mit dem Endoskop inspizieren Sie komfortabel versteckte und schwer zugängliche Gegenstände und Orte wie Rohre, abgehängte Decken, eingebaute Fahrzeugteile und vieles mehr.

Bestell-Nr. 25 01 55

Wert € 59,95

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

ELV Journal verlost unter allen Bewerbern je ein Exemplar von 5x 10-W-Sensor-LED-Deckenleuchte und 8x ELV Endoskopkamera EK100. **Bewerben Sie sich jetzt!**

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

**Einsendeschluss: 17.02.2019**

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 zur Verlosung im ELV Journal 6/2018:

#### 4x ELV 4-in1-Kombi-Scanner BD400



Eckehard Volpert  
Lutz Winterle  
Sabine Hätzoldt  
Andreas Schwaller



#### 10x ISDT-C4-Ladegerät



Winfried Galm  
Casimir Follmer  
Thomas Heuer  
Timo Knecht  
Jan Kopka  
Peter Vietz  
Moritz Schweiger  
Erwin Gall  
Peter Hesling  
Gregor Weiß



\* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse sowie die Gewinner unter der Nennung ihres Namens im ELV Journal und auf [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.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 LED-Lupenleuchte

Ausstattung/Bedienung



Lupe



Lichtqualität



Mechanik



Unsere Leser bewerteten

# 1,4

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

12 41 68

€ 59,95

Die lichtstarke Lupenleuchte ist einsetzbar sowohl für die helle und gleichmäßige Ausleuchtung des Arbeitsfeldes als auch mit der 2,25fachen Vergrößerung für die besser kontrollierbare Verarbeitung und die Identifikation kleiner Bauteile, zur Bestückung von SMD-Bauteilen und anderen Arbeiten, die eine detaillierte Kontrolle erfordern. Die Leuchte gibt ein sehr helles, weißes Arbeitslicht ab, nimmt dabei nur 8 W auf, und die eingesetzten LEDs weisen eine sehr hohe Betriebslebensdauer (bis 28.000 h) auf. Ein stabiler, weit ausladender und robuster Gelenkarm sorgt für mechanische Stabilität und weiträumigen Einsatz am Arbeitsplatz. Die klare Echtglaslupe verfügt über einen großen Durchmesser (152 mm) und bildet über die gesamte Linsenfläche verzerrungsfrei ab. Wir haben sieben Leser-Testern das praktische Werkstatt-Accessoire zur ausführlichen Begutachtung übergeben, hier das Testergebnis.

Der erste Eindruck, die Aufstellung und die Inbetriebnahme sind bei einer solchen recht großen und raumgreifenden Werkstattlupe wichtige Kriterien – man muss den richtigen Platz und eine bequeme Arbeitsposition finden. Dies fiel allen Testern leicht, so wundert hier die fast glatte Eins in der Bewertung nicht.

Wichtige Kaufargumente für dieses Gerät sind ganz sicher die Lichtqualität und -quantität sowie die Größe, das Beobachtungsfeld und die Abbildungsqualität der Linse. Die Lichtqualität erhielt eine 1,1 als Bewertung, die Kriterien „Beobachtungsfeld“ und „Vergrößerung“ eine 1,5 und eine 1,4.

Gute Bewertungen verbuchte die Lupenleuchte auch für die mechanischen Eigenschaften, die Be-

**Torsten Winter:**

„Sehr helles und gleichmäßiges Licht.“

weglichkeit und die Stabilität. Gerade Letzteres ist bei vielen Lupenleuchten ein Kritikpunkt, weil eben mit der Zeit Federn und Gelenke nachgeben und sukzessive absinken, was ständiges Nachstellen erforderlich macht. Dieses Manko weist die hier bewertete Lupenleuchte offensichtlich nicht mehr auf: Neben der Bewertung des Prüfpunktes mit einer 1,4 wurde die Stabilität auch bei den verbalen Bewertungen hervorgehoben. So sei „die Leuchte sehr leicht zu positionieren und bleibt in jeder Position stehen“, beurteilte ein Tester diesen Prüfpunkt.

Am beeindruckendsten fanden die Tester die enorme Helligkeit und die gleichmäßige und vor allem blendfreie Ausleuchtung – immerhin gibt die Leuchte 760 Lumen ab, verteilt auf 60 LEDs und diffus abstrahlend.

Auch das integrierte Netzteil wurde gelobt: Selbst auf engen Steckdosenleisten findet die Leuchte schnell ihren Anschluss.

Es gab aber auch einen Kritikpunkt, der vielleicht eine Detailverbesserung nach sich ziehen sollte: Die Arretierung des Lupenkopfes mit der Sternschraube sollte mit weniger Kraftaufwand und quasi rastend bzw. mit einem Einhandhebel möglich sein. Ebenso wäre ein zusätzlicher Griff zum Bewegen der Lupe von Vorteil. Die Verfügbarkeit alternativer Halterungen hat man begrüßt, aber hier wünschen sich die Tester das Variantenangebot direkt als wählbares Paket mit der Leuchte.

**Fazit:** Hohe Reichweite, großes Arbeitsfeld, helle, blendfreie und weitreichende Beleuchtung sowie hohe mechanische Stabilität – ein äußerst nützliches Werkstatt-Accessoire in hoher Qualität, das nur wenige Wünsche offen lässt.

**ELV**



Unsere Leser testeten

## Hama Radio-Hi-Fi-Tuner DIT2100MSBT

Inbetriebnahme/Bedienungsanleitung



Funktionsumfang



Empfangsqualität



Konnektivität/App



Unsere Leser bewerteten

# 1,7

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

**Gerd-Georg Bleck-Damanszynski:**

„Einfache Integration in die Hi-Fi-Anlage und Bedienung via Fernbedienung oder App.“

**hama**



25 04 58

€ 199,95



**Ein Radio für alles – diesen Anspruch erfüllt der Tuner DIT2100MSBT. Denn er empfängt nicht nur den UKW-Rundfunk und das moderne Digitalradio DAB+, er ist genauso als LAN/WLAN-Internetradio einsetzbar, unterstützt Musikstreaming-Funktionen, empfängt Audiodaten per Bluetooth vom Smartphone oder per USB und ist Multiroom-fähig. Mit seiner Ausführung und den Abmessungen passt er sich gut in Hi-Fi-Racks ein. Wir baten fünf Leser-Tester um ihr Urteil.**

Nur eine 1,7 als Gesamtergebnis? Die nackte Zahl wirkt etwas verzerrend durch das kleine Testfeld und das „Durchfallen“ eines Details an diesem Gerät. Unsere Leser-Tester haben sich intensiv und kritisch mit dem universell einsetzbaren Gerät beschäftigt und alle von uns gesetzten Schwerpunkte behandelt.

Am Beginn unserer Liste stehen immer „erster Eindruck“ und „Verarbeitung“. Hier sammelt das schlicht-elegante Gerät durch eine hochwertige Optik und ebenso hochwertige Verarbeitung reichlich Punkte. Zwei der fünf Tester fanden die Bedienungsanleitung weniger hilfreich, das führte zu einer 2,0 in der Gesamtwertung aller Tester. Unter dem Strich kamen dennoch alle Tester mit dem Gerät klar. Ein klarer Mangel ist lediglich die Beschreibung zur Streaming-Einrichtung unter dem aktuellen Windows-10-Betriebssystem.

Worauf es wesentlich bei einem Radio ankommt, ist die Empfangsqualität von UKW/DAB+. Da erhält der Tuner ebenso sehr positive Bewertung wie auch seine Konnektivität im Netzwerk, per Bluetooth und über weitere Signalquellen. Entsprechend wurde auch der gesamte Funktionsumfang mit guten Bewertungen bedacht. Die weitgehend selbsterklä-

rende Einrichtung und die unproblematische WLAN-Kopplung wurden ebenso hervorgehoben wie die einfache Integration in vorhandene Anlagen, zahlreiche Anschlussmöglichkeiten, schnelle Senderwahl, gute Audioqualität und viele verarbeitbare Audioformate. Mehrfach hoben die Tester die hervorragend gestaltete und übersichtliche UNDOK-App hervor, über die auch die Konfiguration eines Multiroom-Systems möglich ist. Das kompensiert die Kritik an der Ablesbarkeit des geräte-internen Displays etwas: Hier bekam der Tuner mit 2,6 keine gute Bewertung. Im Gegensatz dazu erhielt die Optik der App Bewertungen wie „ein Hochgenuss“.

So viel Ausstattung der Tuner hat, Wünsche bleiben dennoch. So standen die komplette Bedienung und Konfiguration per Webbrowser bzw. die Konfiguration über die App ganz oben auf der Liste. Auch ein größeres und besser ablesbares Display wurde vermisst, ebenso ein Antennenanschluss für UKW/DAB. Für kompakte Racks wünscht man sich ein weniger tiefes Gerät, und eine Kopplung mit Bluetooth-Lautsprechern stand ebenfalls auf der Wunschliste.

Das war es aber dann auch an Wünschen. Insbesondere der Funktionsumfang und die hervorragende App wurden immer wieder positiv hervorgehoben – hier vermisste man nichts.

**Fazit:** Der Multifunktions-Tuner DIT2100MSBT erfüllt die Erwartungen, die optisch und technisch an ihn gestellt werden, mit Bravour. Er lässt kaum Wünsche in puncto Funktionsumfang und Konnektivität offen, vor allem die unkomplizierte Inbetriebnahme/Anlagenintegration und die einfache Netzwerkeinbindung sind hervorzuheben, ebenso die hervorragend gestaltete Mobilgeräte-App. Als wesentliche Wünsche bleiben ein besser ablesbares internes Display, ein Antennenanschluss und bequemere Einstellmöglichkeiten per Webbrowser.

**ELV**

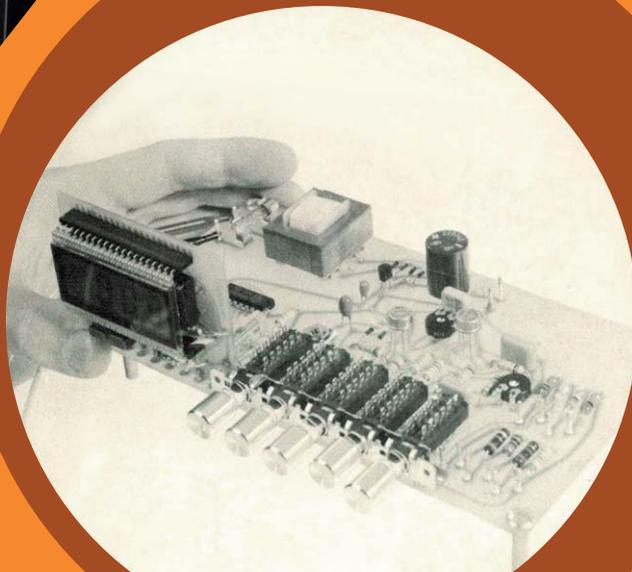
**Sie wollen es genau wissen?**

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



## Von Technikern für Techniker

40 Jahre innovative Elektronik-Ideen von ELV



Bei Erscheinen dieser Ausgabe des ELV Journals ist es 40 Jahre her, dass der Elektronik Literatur Verlag, kurz ELV, mit großem Optimismus gegründet wurde – es erschien das erste „elektronik hobby journal“, voll mit innovativen Ideen und von Anfang an begleitet von der Zusammenstellung und dem Versand der besprochenen Projekte als Bausätze. Heute ist aus dem kleinen Verlag ein weltweit agierender Elektronik-Firmenverbund geworden, der nach wie vor von einem Credo des Gründers angetrieben wird: Innovation. 40 Jahre ELV – Firmengeschichte und Ausblick.

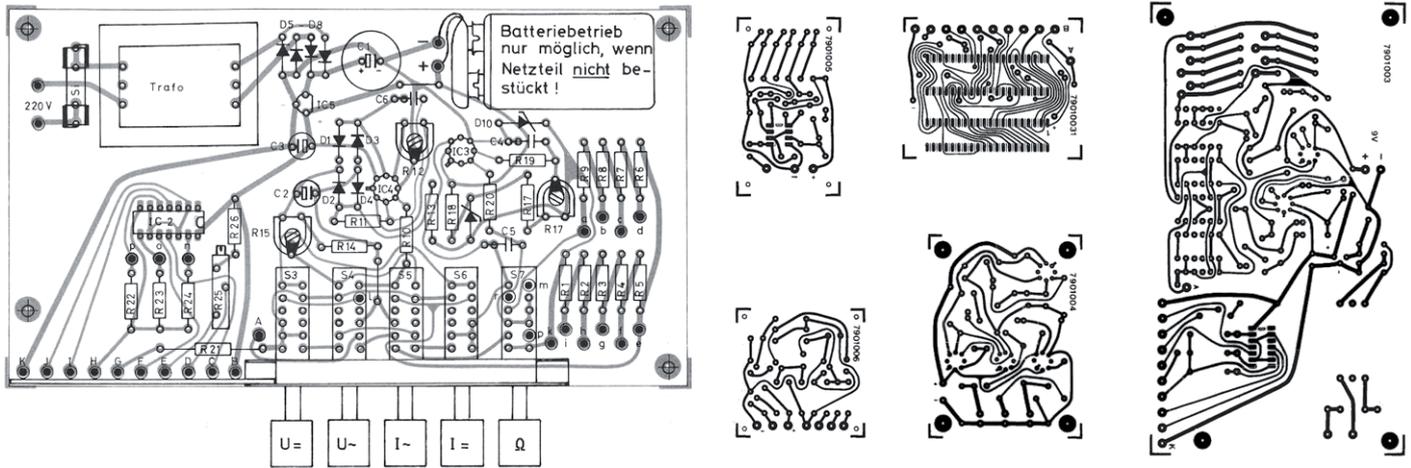


Bild 1: Jeder Ausgabe lagen über viele Jahre Platinenfolien für die Selbsterstellung von Platinen bei.

## Garagen-Start-up aus Ostfriesland

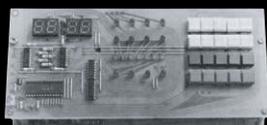
Ja, heute würde man Start-up zu dem sagen, was der damalige Student, Firmengründer und heutige Vorstandsvorsitzende der ELV Elektronik AG mit wenigen Mitstreitern da im elterlichen Haus gegründet hat. Das Crowdfunding war noch nicht erfunden, man musste mit viel Mut und einer gehörigen Portion Zuversicht 1978 das Projekt alleine auf die Beine stellen. Eine „Garagenfirma“ wie viele andere damals auch, als die Elektronik immer breitere Kreise der Gesellschaft berührte und interessierte. Sehr viele dieser kleinen Elektronikfirmen aus dieser Zeit gibt es nicht mehr. Aber eben dieser berühmte Satz aus dem ersten Editorial des „elektronik hobby journals“, dass für Herausgeber H.-G. Redeker das Wort „unmöglich“ nicht existiere, gibt genau das wieder, was die ELV Crew bis heute verwirklicht: immer wieder neu denken, innovativ sein, Dinge machen, an die andere sich nicht heranwagen. Sitzt man dem heutigen Professor Redeker gegenüber, verspürt man immer noch genau dieses unendlich nach vorn gerichtete Denken voller Optimismus, immer auf der Suche nach Neuem.

Bereits die Erstausgabe des „elektronik hobby journals“ war voll von damals hochaktuellen Elektronikprojekten, Grundlagen und Berichten aus der Welt der Elektronik. Begleitet wurde das Projekt von der ersten Ausgabe an mit eingelegten Platinen-Druckfolien (Bild 1), mit deren Hilfe sich der Leser selbst seine Platinen belichten und anfertigen konnte. Gleichzeitig gab es Angebote, auch fertige Platinen und ganze Bausätze der besprochenen Projekte zu kaufen. Daraus ging nur wenig später das nach dem Verlag benannte Elektronik-Versandhaus ELV (Bild 2 zeigt das erste Firmengebäude) hervor.

Kennzeichnend für die Selbstbau-Elektronikprojekte seit dieser Zeit sind immer wieder Projekte, die man sich zuvor für den Selbstbau als Elektronik-Amateur kaum vorstellen konnte. Wenn Sie die Zeitleiste unter diesem Artikel betrachten und schon viele



Bild 2: Das erste Firmengebäude von ELV mit angeschlossenem Versandlager, hier ein Bild aus dem ELVjournal 6/1988 anlässlich des 10-jährigen Firmenjubiläums



1979 – ELV Computer Timer CT 2000 – Hausautomation der ersten Generation



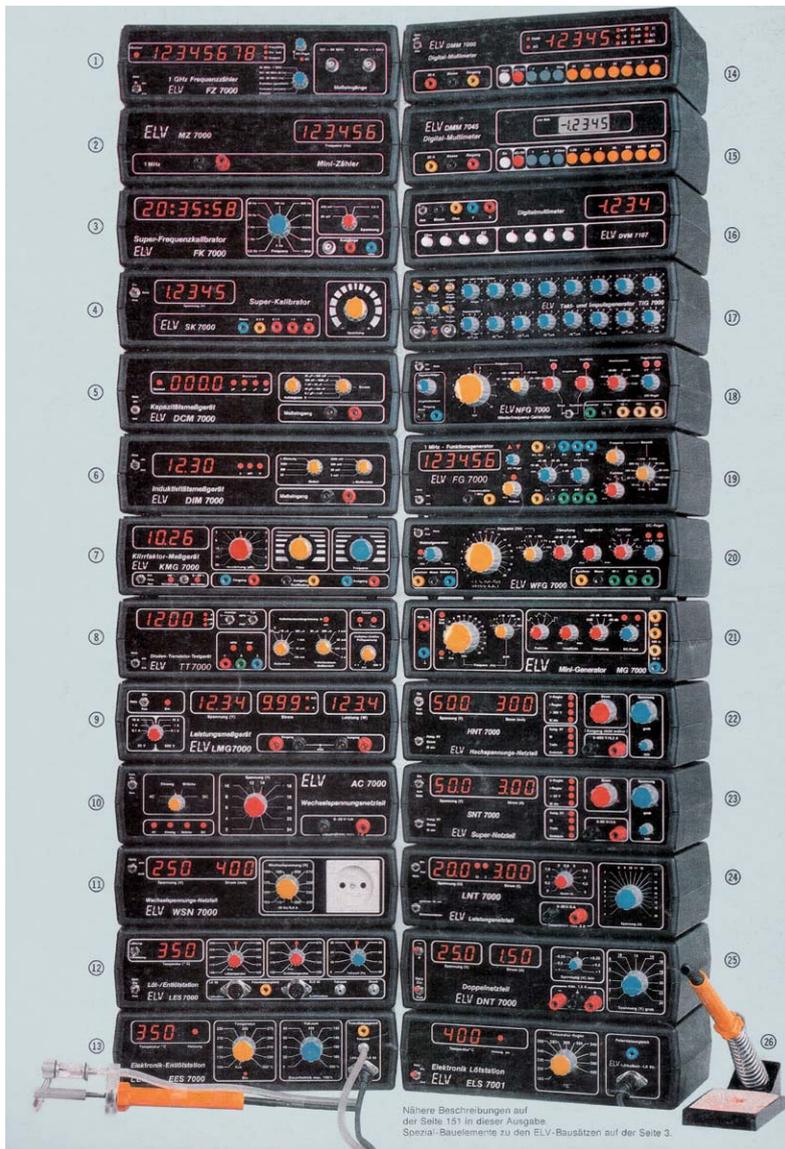
1980 – Elektronische Wetterstation mit digitaler Anzeige



1981 – DCF-Funkuhr



1982 – 10-MHz-Oszilloskop ELV Uniscope



Nähere Beschreibungen auf der Seite 151 in dieser Ausgabe Spezial-Bauselemente zu den ELV-Bausätzen auf der Seite 3.

Bild 3: Eine Legende in den 80er-Jahren: Der „bunte“ ELV Turm zeigt die Vielfalt der Mess- und Laborgeräte, die im Hause entwickelt wurden.

Jahre Leser und Kunde bei ELV sind, werden Sie – wie wir auch – sicher zahlreiche Erinnerungen daran haben. Ob Labor- und Messtechnik, Wetter- und Umweltbeobachtungstechnik, Haustechnik, Elektronik für Spiel und Spaß (man denke nur einmal an das kleine RC-U-Boot fürs Aquarium) – kaum ein Gebiet der Elektronik wurde seither ausgelassen. Einen gewaltigen Schub erfuhr auch die Selbstbau-Technik mit dem Aufkommen der Mikroprozessortechnik. Bereits sehr früh wurde diese in ELV Projekte eingebunden und dominiert sie heute gar.

Elektronik-Bausätze sind bis heute Stärke und Markenzeichen von ELV, mehr als 800 selbst entwickelte Bausätze sprechen hier eine deutliche Sprache.

### 40 Jahre Qualität und Vielfalt

Von Anbeginn bot ELV keine „Schubladeprojekte“ an (baut man auf und lässt sie mangels echten Nutzens in der Schublade verschwinden), sondern hatte stets auch den konkreten Nutzen im Auge. So konnte man sich preiswert eigenes Labor-Equipment herstellen und auf den Kauf teurer Messtechnik verzichten. Legendär ist etwa der „bunte“ ELV Labortechnik-Turm (Bild 3) aus den 80er-Jahren. Die meisten dieser hochwertigen Geräte existieren noch, und bietet man heute ein solches, etwa aus einem Nachlass, auf dem Flohmarkt an, wechselt es garantiert in wenigen Minuten den Besitzer.

Die Techniker und Entwickler machten auch nie vor größeren Projekten halt, ob es VdS-zertifizierte Alarmanlagen waren oder hochzuverlässige Telefonanlagen. Von Anfang an war man äußerst professionell ausgerichtet und ließ nur hohe Qualitätsstandards zu, die in einer hauseigenen Qualitätssicherung penibel durchgesetzt werden. Später entstand sogar ein eigenes EMV-Labor (Bild 4), um mit den Produkten den immer umfangreicheren gesetzlichen Vorschriften zu entsprechen.

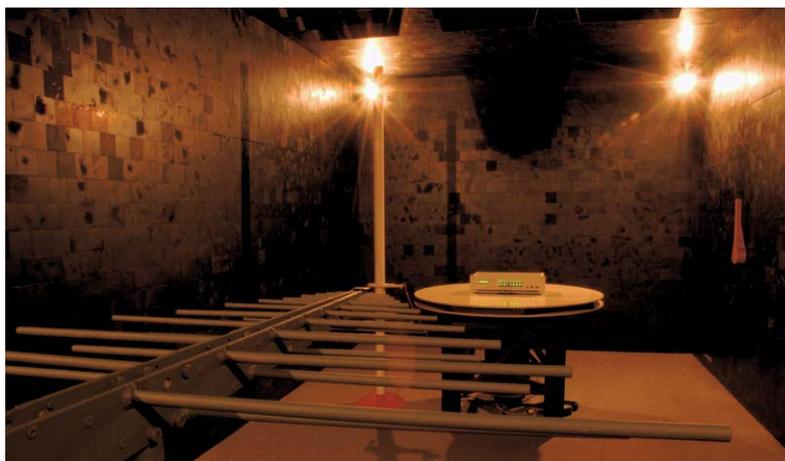


Bild 4: ELV betreibt ein eigenes EMV-Labor, hier die CDC (Compact Diagnostic Chamber), die komplett elektromagnetisch entkoppelte Abschirmkammer des Labors.



1983 – Elektronik-Lötstation ELS 7000 mit digitaler Temperaturanzeige



1984 – 1-GHz-Universalzähler FZ 1000 M



1985 – Präzisions-Digital-LCD-Multimeter



1986 – Geiger-Müller-Zähler GMZ 1



Bild 5: Die hochmoderne und leistungsstarke Fabrik in Zhuhai

Über den langen und sorgfältig begangenen Weg von der Idee bis zum fertigen Produkt haben wir bereits umfangreich in sechs Ausgaben zum dreißigsten Firmenjubiläum berichtet [1]. Diese Geschichte, die den kompletten Prozess einer Produktentwicklung ausführlich beleuchtet, ist online im Downloadbereich des ELV Journals frei verfügbar.

Kennzeichnend für die ständige Innovationsfreude ist auch der geringe Altersdurchschnitt der Mitarbeiter. ELV bietet schon interessierten Schülern umfangreiche Möglichkeiten, Einblick in die Firma zu nehmen, gar mitzuarbeiten. Gleiches gilt für den zum großen Teil im eigenen Haus ausgebildeten Nachwuchs in allen Tätigkeitsbereichen, vom Ingenieur bis zum Buchhalter. Insbesondere Facharbeiter und Ingenieure werden früh gefördert, Letztere in ihrem Studium begleitet und sukzessive in die Firma eingebunden. Hierüber und über Präsenz in den umliegenden Hochschulen, an denen Professor Redeker u. a. auch lehrt, sowie über Einbeziehung externer Fachkompetenz fließen ständig neue Ideen, neue Vorgehensweisen und Innovationen in die Firma ein.

### Bis nach China und zurück

Die ELV Elektronik AG ist heute ein Firmenverbund, der weltweit agiert. Neben den Märkten in Europa ist China für ELV ein wichtiger Standort. Nicht nur wegen des hier ortsnahe verfügbaren asiatisch-pazifischen Elektronik-Weltmarkts, auf dem die Produktmanager des Versandhauses ständig nach Neuem für die ELV Kunden Ausschau halten.

Im südchinesischen Zhuhai (Bild 5) entstand 2008 ein hochmodernes, eigenes Produktionswerk [2] mit hohen Fertigungskapazitäten. Die Gewährleistung optimaler Qualität ist die Richtschnur für die Pro-

zesse bei ELV/eQ-3, an der sich alle Unternehmensbereiche orientieren. Alle ELV Produkte sind „developed in Germany“ und folgen strikt sämtlichen einschlägigen Sicherheitsnormen. Das Werk ist gemäß Qualitätsnorm ISO 9001:2000 und nach der Umweltmanagementnorm ISO 14001 zertifiziert. Die Fertigung wird zudem regelmäßigen Werksinspektionsaudits für Zertifizierungen von VDE, VdS, TÜV Rheinland LGA sowie UL unterzogen. Angesichts dessen, was sich ab 2008 an nötigen Produktionskapazitäten anbahnte, genau der richtige Schritt – darauf kommen wir noch zu sprechen.

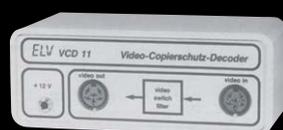
Elektronikentwicklung, Tests, Logistik und die stetige Weiterentwicklung des ELV Versandhauses zu einem der größten europäischen Elektronikversender benötigen Platz, so entstanden am Stamm-Standort in Leer eine neue Firmenzentrale (Bild 6) und ein neues, hochmodernes Logistik- und Versandzentrum. Dieses arbeitet logistisch auf der Basis eines weiteren (Industrie-)Geschäftsfelds der ELV Elektronik AG,



Bild 6: Hauptsitz in Leer – die Firmenzentrale von ELV/eQ-3. Über 1000 Mitarbeiter gehören zur ELV/eQ-3-Gruppe.



1987 – Video-Color-Prozessor VCP 7000



1988 – Video-Copierschutz-Decoder VCD 11



1989 – Prozessor-Digital-Multimeter DMM 7002



1990 – Prozessor-Telefon-Zentrale PTZ 7000





Bild 7: Innovative Systemlösung für Versandfirmen und Lager: das beleglose Kommissioniersystem SPEEDYPICK

heute als sogenannte Business-Unit [3] zur eQ-3 AG gehörend: SPEEDYPICK (Bild 7). Dieses beleglose Kommissioniersystem, vorwiegend für Versandfirmen ausgelegt, war von Anbeginn eine sehr innovative Systemlösung für die Optimierung und Beschleunigung von Lager- und Versandprozessen. Es begleitet sowohl die Einlagerung in computergesteuerten Lagern mit zehntausenden Warenposten-Fächern als auch das beleglose Kommissionieren. Dabei wird der Kommissionierer für die Zusammenstellung eines

Auftrags direkt per optischen Signalen wegeoptimiert zu den einzelnen Fächern geführt. Hier wird ihm angezeigt, wie viele Artikel er für den Auftrag entnehmen soll. Dies quittiert er und wird weiter zum nächsten Fach geführt, bis der Auftrag fertig zusammengestellt ist und in den Versand gehen kann.

Dieses System, als Referenz seit über 20 Jahren im eigenen Haus und in zahlreichen weiteren Unternehmen im Einsatz, wird als bus- oder funkorientiertes System für Betriebe aller Größenordnungen angeboten.

SPEEDYPICK ist also ebenso Bestandteil der ELV Industrietechniksparte wie das seit über 30 Jahren bewährte und stets weiterent-

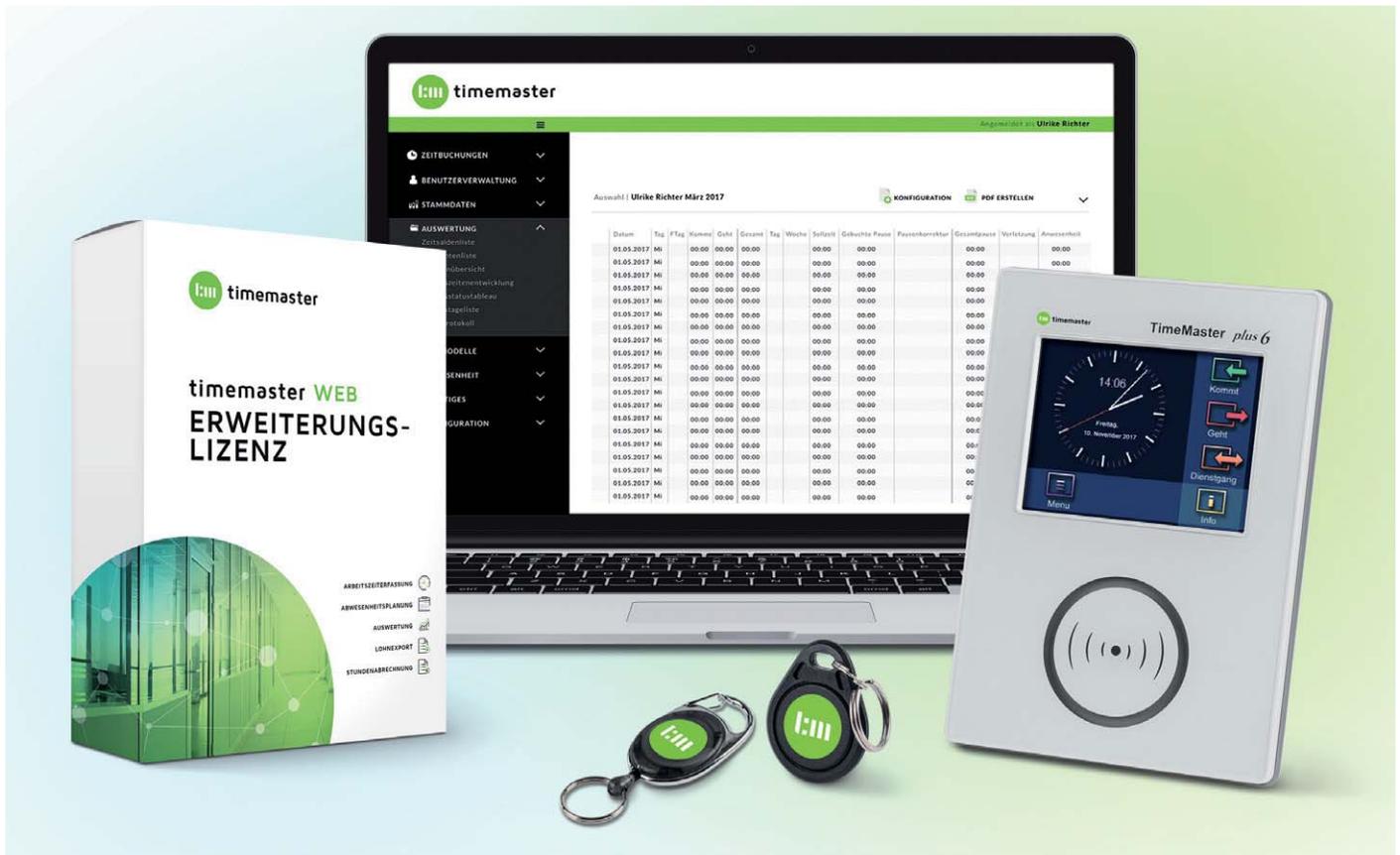


Bild 8: Das vielfach bewährte Zeiterfassungssystem TimeMaster erlaubt die einfache Arbeitszeiterfassung, Mitarbeiterverwaltung sowie Arbeitszeitberechnung.



1991 - Akku-Lade-Messgerät ALM 7000



1992 - 2-Kanal-Oszilloskop ELV HAMAEG-203



1993 - VdS-zertifizierte Alarmzentrale AZ8



1994 - Energie-Monitor EM 94

wickelte TIMEMASTER-System [4]. Dies ermöglicht die einfache Arbeitszeiterfassung von Personal in Betrieben unterschiedlicher Größen, angefangen beim Kleinbetrieb mit 8 bis 10 Mitarbeitern (Bild 8) bis hin zu größeren mittelständischen Firmen. Das vielfach bewährte Zeiterfassungssystem erlaubt die einfache Mitarbeiterverwaltung sowie die Arbeitszeitberechnung und lässt sich mit zahlreichen Software-Modulen umfangreich in seinen Funktionen erweitern. Seit über 25 Jahren entwickeln es auf dieses Thema hoch spezialisierte Techniker ständig weiter, es wird, wie auch SPEEDYPICK, im eigenen Hause produziert und ist inzwischen in über 15.000 Anwendungen im Einsatz. Als das System damals entstand, war ELV damit ganz vorn dabei – es ist eines der ersten elektronischen Systeme und löste die alte Stempeluhr ab.

### Mit innovativen Ideen zum Marktführer

Das Elektronik-Versandhaus wuchs stetig im Verlauf der 80er-Jahre, zu den eigenen Produkten kam zunehmend, auch bedingt durch Globalisierungseffekte, die sogenannte Handelsware. Produktmanager spüren unermüdlich in aller Welt neue Trends und interessante Produkte auf, und so gelangt stets neue, aktuelle Technik in das Angebot, immer auch mit dem Anspruch, erschwinglich zu sein. Der Umfang nahm zu und so erschien 1991 der erste „Schwarze“ (Bild 9) – ein umfangreicher Katalog im seither typischen Schwarz. Langjährige Kunden haben dessen kontinuierliche Zunahme bis auf gut 1000 Seiten Umfang gut mitverfolgen können. Für die 2019er-Ausgabe wurde der Katalog thematisch tiefgreifend neu strukturiert und fokussiert sich nun auf eine neue, eher an den individuellen Anwendungen orientierte Zuordnung der Themen. Ergänzend nimmt die Bedeutung des Internet-Angebots im ELV Shop – dort stets gepaart mit aktuellen Produkten und ergänzenden Online-Publikationen wie Bauprojekten und Ratgebern – immer weiter zu.

Aber auch die Entwicklungsingenieure und Techniker legten nie die Hände in den Schoß. Ab etwa Mitte der 90er-Jahre griff man sehr zeitig einen Trend auf, der noch große Bedeutung für das Haus bekommen sollte – die Haustechnik.

Mit der Liberalisierung der ISM-Funkfrequenzen betrat ELV sofort das sich bietende Neuland und entwickelte als einer der Ersten ein funkbasiertes Haustechnik-System, das FS10-System (Bild 10). Damit standen

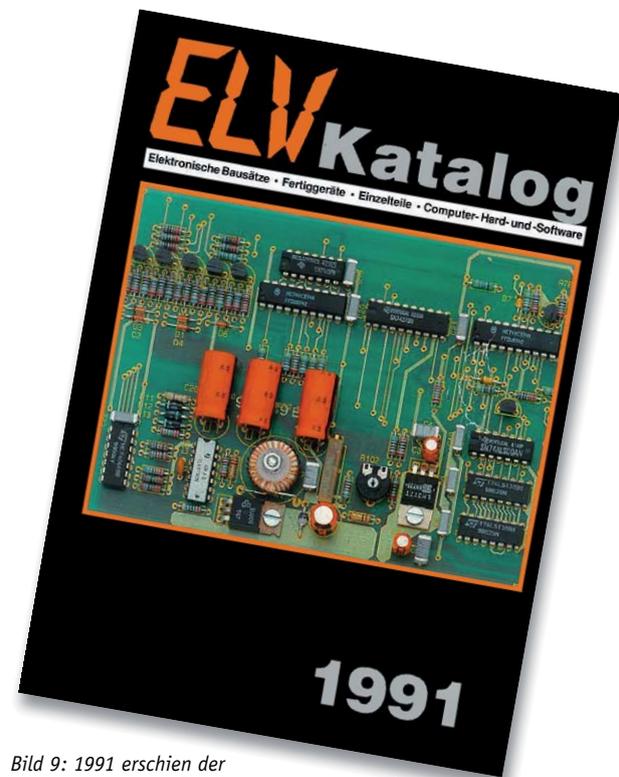


Bild 9: 1991 erschien der bekannte schwarze ELV Katalog das erste Mal.

dem Anwender von Anfang an mehr als nur eine per Fernbedienung steuerbare Funk-Schaltsteckdose zur Verfügung. Es kamen zentrale Zeitsteuerungen und schrittweise weitere praktische Komponenten wie eine Markisensteuerung, ein Telefon-Funkschaltgerät oder diverse Melder hinzu. Das auf 433 MHz arbeitende System fand eine hohe Akzeptanz unter den Anwendern und wurde bis 2002 weiterentwickelt.

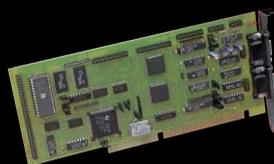
Die Entwickler waren indes weiter fleißig, dazu kamen viele Anregungen und Ideen von der Anwen-



Bild 10: Ende 1997 stellte ELV das erste funkbasierte Komplettsystem für die Haussteuerung vor: das FS10-System.



1995 – Multi-Funktionsgenerator  
MFG 9000



1996 – Digitale Signalprozessoren DSP



1997 – 1000-MHz-Hochfrequenz-  
Generator HFG 9000



1998 – Erste Multisensor-  
Funk-Wetterstation WS2000



derseite, und so konnte 2002 der deutlich komfortablere und komplexere Nachfolger, das auf 868 MHz arbeitende FS20-System (Bild 11) präsentiert werden. Es war von Anfang an äußerst umfangreich, und quasi monatlich entstanden neue Komponenten. So konnte man sich, auch mit den damals parallel angebotenen Systemen HMS-100 und FHT, erstmals

ein komplettes, funkgesteuertes Haustechniksystem aufbauen. Es war so komplex, dass es alle denkbaren Bereiche bis hin zur komfortablen Heizungssteuerung abdecken konnte. Erstmals gehörte auch ein PC-Interface zum System, und die Firma Contronics entwickelte eine für jedermann einfach konfigurierbare Software samt grafischer Bedienoberfläche (GUI), mit der etwas völlig Neues möglich war – die enorm umfangreiche Verknüpfung von Einzelkomponenten zu einem zentral gesteuerten System (Bild 12). Nun konnte man den Fensterkontakt dazu nutzen, die Heizung beim Lüften energiesparend herabzulegen, Wettersensoren konnten Abläufe steuern, quasi alles im Haus war so automatisierbar.

Solch ein komplexes System gab es damals nur in der vorwiegend im kommerziellen Bereich eingesetzten Gebäudeleittechnik, die auf EIB (später KNX) oder SPS basierte und einen enormen Kostenfaktor sowohl in der Anschaffung als auch im Unterhalt darstellte, der das System privat kaum erschwinglich und schon gar nicht im Bestandsbau einsetzbar machte. Das in zwei Versionen, funk- und

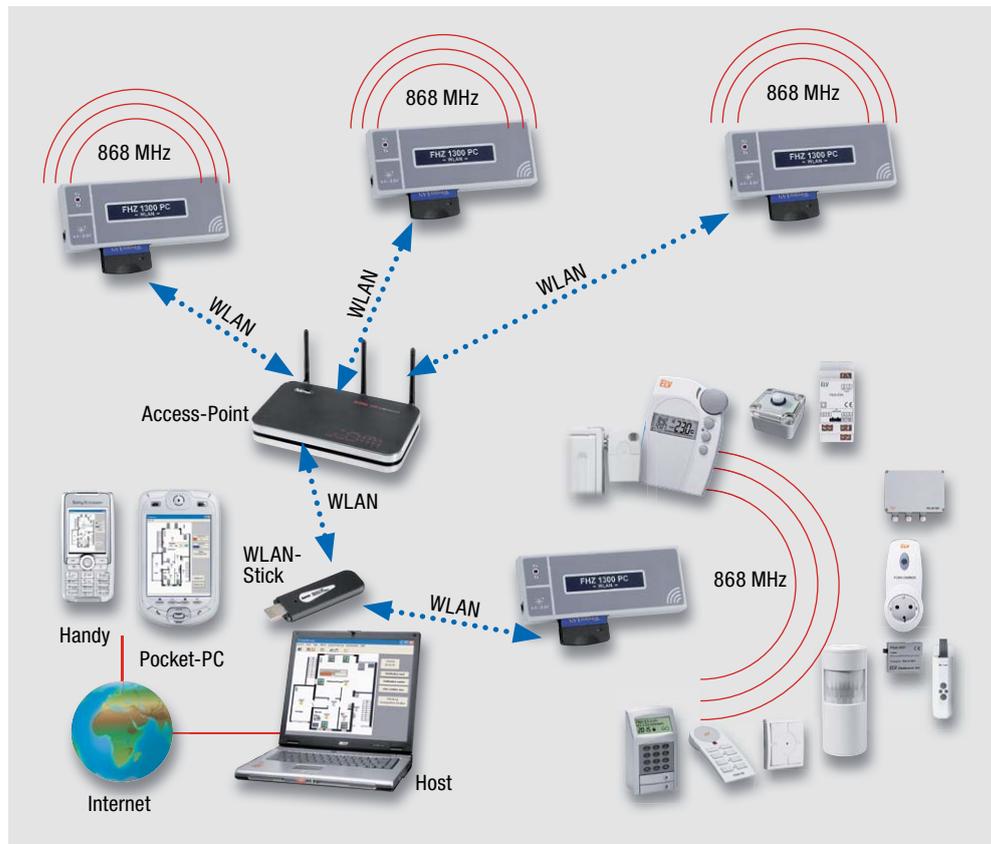


Bild 11: Mit dem FS20-System kam erstmals ein komplettes, zentralgesteuertes Haussteuerungssystem auf Funkbasis auf den Markt.

Bild 12: Mit der homecomputer-Software von Contronics und einer Funk-PC-Hauszentrale konnte ein PC-gesteuertes und visualisierbares Haussteuersystem aufgebaut werden. Dies wurde von den Anwendern fleißig genutzt, rechts sieht man dazu ein Beispiel von Markus Kalinke aus dem ELV Journal Leserwettbewerb.



1999 – Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50



2000 – Ferngesteuertes Mini-U-Boot E-XP für das Aquarium



2001 – Telefon-Funkfernsteuerung FS10 ST



2002 – 1000-VA-Prozessornetzteil SPS 9540



Bild 13: 2007 stellte eQ-3 das erste komplette Smart Home System vor: Homematic. Hier mit den beiden Visualisierungslösungen pocket-control und Orbylon

busbasiert, angebotene FS20-System war – inklusive der begleitenden Systeme HMS-100 und FHT – das erste Komplettsystem am Markt, das der Anwender selbst einbauen, konfigurieren und völlig flexibel ohne Folgekosten unterhalten konnte. Es wurde stets weiterentwickelt und umfasste zum Schluss über 100 Komponenten. Erst 2018/2019 erfolgt nun der sukzessive Auslauf des Systems – quasi unter modernen Zeitabläufen ein Methusalem, der immer noch in unzählbaren Anwendungen läuft, auch dank kreativer Third-Party-Entwickler in den Nachfolgesystemen.

**2008: Intelligenz zieht in die Haustechnik ein**

Als gegen Ende 2007 etwas ganz Neues als „Technik für ein intelligentes Zuhause“ – so die Worte von Professor Redeker – präsentiert wurde, begann eine völlig neue Ära in der Haustechnik: Der damit etablierte Begriff Smart Home begann Gestalt anzunehmen. Zwar war auch im FS20-System bereits komplexe Mikroprozessortechnik am Werk, aber einmal gab es keinen Rückkanal, und die damals zu günstigen Preisen

zur Verfügung stehende Prozessortechnik war noch recht einfach ausgeführt, sodass etwa funktionelle Neukonfigurationen, neue Profile etc. nicht bzw. nur deutlich aufwendiger realisierbar waren.

Mit der später verfügbaren komplexeren und in großen Mengen orderbaren Prozessortechnik konnten die kreativen Techniker ganz andere Vorstellungen verwirklichen. So wurde 2007 das System Homematic (Bild 13) vorgestellt. Es ist bidirektional, komplex ausbaubar, zentral gesteuert, umfangreich vom Anwender konfigurierbar und vielfältig verknüpfbar. Es stellt über eine Zentralensoftware Schnittstellen für das Andocken anderer Systeme bereit (hier sind z. B. FS20/FHT/HMS und andere Systeme per CUxD einbindbar und können so weiter genutzt werden). Dem kreativen Anwender bietet es vielfältige Möglichkei-



Bild 14: Innovative Bausätze sind nach wie vor angesagt und werden laufend entwickelt, hier das MP3-Soundmodul MSM4 und der ELV Prototypenadapter für Steckboards PAD1.



2003 – FS20-Funk-Hauszentrale FHZ1000

2004 – Rolling-Code-Schaltsystem RCS100 SA2

2005 – Funk-Heizungssteuerung FHT

2006 – KeyMatic CAC Code Access Control



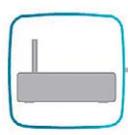
Cloud-Server





homematic IP

DIE NEUE SMART HOME GENERATION









Schlafzimmer



Badezimmer



Wohnzimmer



Flur

Bild 15: Per App gesteuert, sicher, vielfältig, einfach konfigurierbar: das Homematic IP System

ten, eine preiswerte, auch in den Bestandsbau integrierbare Hausautomation zu realisieren, die alle Bereiche der Haus-technik umfasst und ohne Folgekosten jederzeit umkonfigurier- und ergänzbar ist.

Die Entwickler, inzwischen in der ausgegründeten, aber weiter zur Firmengruppe ELV gehörenden Firma eQ-3 tätig, dachten stets weit voraus und implementierten zahlreiche Möglichkeiten, um die Komponenten auf Anwenderseite extrem umfangreich konfigurieren zu können. Erstmals waren nun auch Firmware-Updates durch den Anwender sogar per Funk (OTA) möglich, sodass die Komponenten immer auf dem neuesten Stand gehalten und auch Bugs in der natürlich komplexer werdenden Firmware und der Zentralensoftware leicht korrigiert werden können. Über eine eigene Scriptsprache sind zusätzlich unendliche Anwendungsmöglichkeiten für kreative Anwender geboten.

Das System wurde von privaten und kommerziellen Anwendern begeistert aufgenommen, und diesen sollte in der Folge auch eine besondere Rolle zukommen, denn zahlreiche Anwender schlossen sich zu einer riesigen Community im Homematic-Forum [5] zusammen, die das System individuell weiter vorantreibt. Sie entwickelt und kommuniziert mit enormer Kreativität neue Zentralen-Hardware und alternative Softwarelösungen sowie immer neue Anwendungen, Nutzungsmöglichkeiten und Softwarebausteine (z. B. Scripts und GUIs).

Zu diesen Aktivitäten zählen dann auch die alljährlich stattfindenden Usertreffen in Deutschland und Österreich. Gleichzeitig wird Einsteigern geholfen, die Möglichkeiten des etwas Technikbegeisterung erfordernden Systems zu erkunden und ihr eigenes System aufzubauen.

Zahlreiche Third-Party-Firmen entwickelten Zusatzdienste, die an die von eQ-3 offengelegten Schnittstellen andocken können. Es werden Apps für mobile Geräte und den Fernzugriff sowie tolle Bedienoberflächen entwickelt.

Zahlreiche Third-Party-Firmen entwickelten Zusatzdienste, die an die von eQ-3 offengelegten Schnittstellen andocken können. Es werden Apps für mobile Geräte und den Fernzugriff sowie tolle Bedienoberflächen entwickelt.



Unterdessen ersinnt ein Team von mehr als 80 Technikern und Ingenieuren in Leer immer weitere Komponenten. Dass die Bewertung „Europas größter Smart Home Anbieter im Whole-Home-Bereich“ (Whole Home = Komplettsystem) vom renommierten Marktforscher Berg Insight (Report 2016) stimmt, zeigt allein schon die inzwischen verkaufte Anzahl von mehr als 25 Millionen Komponenten (inklusive des später erschienenen HmIP Systems). Denn das preiswerte und dank Funk (es gibt parallel auch ein busorientiertes System, beide können verbunden werden) schnell und einfach installierbare System fand auch sehr viele Abnehmer im kommerziellen Bau, im öffentlichen Bereich, in Firmen, Praxen, Bürogebäuden und Hotelbauten. Planungssicherheit gibt auch die von eQ-3 zugesicherte Langzeitverfügbarkeit der aktuellen Haustechniksysteme für mehr als zehn Jahre – Stand 2018.

Parallel dazu gibt es von ELV immer wieder neue Bausätze in der traditionellen Art für den Elektronikamateur – allerdings erschweren enge gesetzliche Vorgaben dies erheblich (jeder in der EU entwickelte Bausatz muss heute einen enormen bürokratischen Marathon absolvieren). Dennoch fällt den Entwicklern immer wieder eine Menge ein, sodass der Bastler auf neue und originelle Projekte wie zuletzt das MP3-Sound-Modul MSM4 oder den neuen Prototypenadapter gespannt sein darf (Bild 14).

### Homematic IP – Smart Home per App

Das Thema Smart Home fasziniert, allerdings möchten sich viele im Zeitalter der bequem bedienbaren App (für fast alles), der Sprachsteuersysteme und vielfältigen Fernsteuermöglichkeiten weniger mit einem eher technisch orientierten System wie Homematic befassen. Logische Folge war die Entwicklung des Homematic IP Systems durch eQ-3. Hier (Bild 15) wird es für rein nutzungsorientierte Anwender ganz modern und einfach – Aufbau, Konfiguration und Steuerung erfolgen über eine von jedermann einfach beherrschbare Mobilgeräte-App. Damit ist das kurz HmIP genannte System besonders einfach einsetzbar – man hat eine moderne, absolut nutzerorientierte Bedienoberfläche, die alle wesentlichen Möglichkeiten der Nutzung und Konfiguration eröffnet. HmIP bildet zunächst einmal ein eigenständiges System, das über ein Gateway als zentrales Element und eine Cloud, die u. a. dem Fernzugriff dient, organisiert ist. Ständig werden hier neue und auch sehr komplexe Komponenten, z. B. für die fachgerechte Steuerung von Fußbodenheizungen, entwickelt, laufend wird auch die Funktechnik verbessert, sodass sich Reichweiten und Zuverlässigkeit erhöhen.

Ein großes Plus dieses Systems ist die Kompatibilität zum Homematic System. Das heißt, HmIP Komponenten sind nahtlos dort über eine der Zentralen, von denen es – typisch ELV – sogar eine als Selbstbausatz (Bild 16) gibt, einbindbar und bieten dann durch ihre technisch flexible Struktur dem eher technisch geneigten Anwender zahlreiche weitere Verknüpfungs- und Konfigurationsmöglichkeiten, etwa über die Expertenparameter, Scripte usw. An der Zuverlässigkeit des Systems wird ständig gearbeitet, so können u. a. seit einiger Zeit Zeitprofile direkt auf Aktoren übertragen werden. Damit können diese autark arbeiten, auch wenn es einmal einen Zentralen- oder Funkausfall gibt.

Die jüngste Baureihe des HmIP Systems, HmIP Wired (Bild 17), wurde erstmals auf der Haustechnik-Messe „Light & Building“ 2018 in Frankfurt/Main präsentiert und stellt wieder eine Zäsur in der Hausautomation dar. Hier kommunizieren die fest in die Hausinstallation integrierten Komponenten über eine Kabelverbindung miteinander – die robusteste, schnellste, preiswerteste und störstärkste Version der Haustechnik. Der Anwender hat dabei alle Freiheiten – er kann das System in Verbindung mit dem HmIP Wired Access Point zentral und rein lokal über die Smart Home Zentrale CCU3 betreiben, genauso ist das System aber wie das HmIP Funksystem per HmIP Cloud und App gewohnt einfach konfigurier- und steuerbar. Dabei wie auch im HmIP Funksystem per Cloud geht eQ-3 einen konsequenten Weg des größtmöglichen Datenschutzes. Es werden keine persönlichen Daten angefordert oder erfasst, das System arbeitet also anonym, und die Sicherheit der Daten vor Angriffen ist auf dem höchsten Level – vom VdE zertifiziert. Über die Smart Home Zentrale ist das System wiederum kompatibel zu den Systemen Homematic und Homematic IP, somit kann man es auch sehr flexibel mit Funkkomponenten ergänzen.

### Blick immer nach vorn

Sich auf Erfolgen ausruhen ist nicht die Sache des Firmengründers (noch immer ist der Firmenverbund inhabergeführt) und der internationalen Crew. Die Haustechnik-Sparte bleibt dominierend, hier arbeitet man gemeinsam mit Partnern wie Mediola an immer besseren Bedien- und Visualisierungslösungen, der tieferen Integration in Sprachsteuerungen und noch höherer Systemzuverlässigkeit. Im Monatstakt kommen neue Komponenten auf den Markt, gespeist aus Anwenderwünschen und den nie versiegenden Ideen der Ingenieure und Techniker.



Bild 16: Smart Home Zentrale im Eigenbau: der ELV Bausatz Charly



2011 – Funk-Elektronik-Thermostat  
ETH Comfort 200



2012 – Fingerprint-  
Steuerung FAS 100



2013 – Homematic Zentrale CCU3



2014 – Komponententester und  
ESR-Messgerät KT200





Bild 17: Homematic IP erobert den Verteilerschrank – mit Homematic IP Wired kam 2018 eine hochmoderne, busbasierte HmIP Version für die Installation in der Hausverkabelung auf den Markt.

Aber nach wie vor gilt das Augenmerk auch dem Elektroniker. Bausätze, die Vermittlung von Wissen, das Dranbleiben an aktuellen Entwicklungen wie etwa der sich rasant entwickelnden Mikroprozessortechnik sind das Credo der Entwickler und der Redaktion des ELV Journals. Und auch das Versandhaus ELV kennt keinen Stillstand. Die Produktmanager sind weltweit aktiv, um die neuesten Trends aufzuspüren und in das Sortiment aufzunehmen, daneben arbeitet die Crew intensiv an einer größeren Breite des Online-Angebots in puncto Wissen, interessante Projekte, aktuelle Nachrichten.

Innovation ist dabei nach wie vor die zentrale Leitlinie. Ein Beispiel dafür ist das große Augenmerk, das unsere Produktmanager und Techniker auf die Entwicklung der LED-Beleuchtungstechnik legen. Von Anbeginn des Einsatzes von LEDs als Leuchtmittel sind sie konsequent den Weg gegangen, dem Kunden nur qualitativ hochwertige Leuchtmittel anzubieten. Dazu wurde ein eigenes Testlabor eingerichtet, fortan ver-

lassen die meisten Leuchtmittel das Haus mit einem Messprotokoll, das alle relevanten Parameter transparent darstellt. Und um die Lichtqualität am Einsatzort besser beurteilen zu können, haben die Bausatzentwickler ein am Markt in diesem Preissegment und in puncto Eigenschaften einmaliges Mess- und Testgerät, das ELV Farb-Spektrometer RGBW200 (Bild 18), entwickelt, das eine genaue Analyse von LED-Beleuchtungen durch eine hochaufgelöste Erfassung der Spektralanteile, der Farbtemperatur usw. mit einem hochwertigen Sensor erlaubt – innovativ eben!

Genau solche Ideen und Innovationen ziehen sich durch die bisherigen 40 Jahre Firmengeschichte und werden auch das Markenzeichen bleiben – seien Sie gespannt! **ELV**



Bild 18: Innovative Bausatztechnik – das Farb-Spektrometer RGBW200 arbeitet mit einem hochwertigen Vishay-Filtron-Sensor, der die Lichtempfindlichkeit des Auges abbildet.



## Weitere Infos:

- [1] Inside ELV – oder wie Qualität entsteht:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10247
- [2] Hier wird Qualität gemacht – ein neues Werk am neuen Platz:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10248
- [3] Speedypick: [www.speedypick.de](http://www.speedypick.de)
- [4] Timemaster:  
[www.timemaster.de/zeiterfassung.html](http://www.timemaster.de/zeiterfassung.html)
- [5] Homematic-Forum:  
<https://homematic-forum.de/forum>



2015 – Homematic IP  
Access Point HmIP-HAP



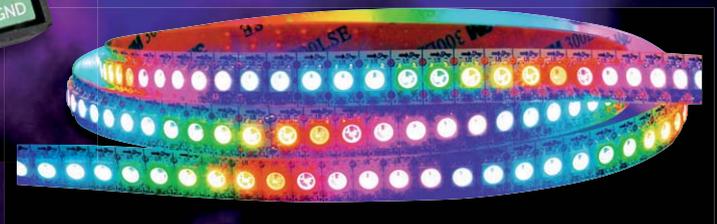
2016 – 2400-MHz-Frequenzzähler FC8000



2017 – Kreis-LED-Wecker KLW1



2018 – Charly (Raspberry-Pi-3-Zentrale)



# Lichteffekt-Klassiker und mehr LED-Multieffekt-Lichtorgel WS2812

Die neue Lichteffekt-Schaltung erzeugt Steuersignale für serielle LEDs vom Typ WS2812/SK6812, wobei Audiosignale in visuelle Effekte, z. B. Lichtorgel oder VU-Meter, umgesetzt werden. Die Audiosignale kann man extern zuführen oder über das interne Mikrofon einspeisen. Zusätzlich stehen zahlreiche weitere Effekte wie Lauflicht oder Farbwechsel zur Auswahl, sodass das Steuergerät sehr universell für alle Arten von LED-Lichteffekten einsetzbar ist. Insgesamt lassen sich bis zu 1000 serielle LEDs (WS2812) ansteuern.

Infos zum Bausatz  
im ELV Shop  
**#10227**

Montagevideo  
  
**#10231**  
QR-Code scannen oder  
Webcode im ELV Shop  
eingeben

- i** **Infos zum Bausatz  
LED-WS2812**
- Schwierigkeitsgrad:**  
mittel
- Ungefähre Bauzeit:**  
1,5 h
- Verwendung SMD-Bauteile:**  
SMD-Teile sind bereits  
komplett bestückt
- Besondere Werkzeuge:**  
Nein
- Lötferahrung:**  
Ja
- Programmierkenntnisse:**  
Nein
- Elektrische Fachkraft:**  
Nein

## Disco!

Fast jeder, der sich mit Elektronik beschäftigt, hat schon einmal ein Lichteffektgerät gebaut. Der Klassiker ist die gute alte Lichtorgel, und viele, die spätestens ab den Siebzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts das Löten gelernt haben, haben so etwas selbst gebaut. Die Jüngeren konnten es dann schon fertig kaufen (Bild 1), und ELV als Bausatzhersteller hat entsprechende Bausätze in regelmäßigen Abständen auf den Markt gebracht (Bild 2). Im Wesentlichen bestand die traditionelle Technik dabei in drei bis sechs meist einstellbaren NF-Filterstufen, denen entsprechend leistungsfähige Schaltstufen vom



Bild 1: Einfache 3-Kanal-Lichtorgel, wie sie bis zum Erscheinen leistungsstarker LEDs auf keiner Party fehlen durfte.



Bild 2: Ein beliebtes Projekt für Elektronikbastler – hier Lichtorgel-Bausätze von ELV aus drei Jahrzehnten

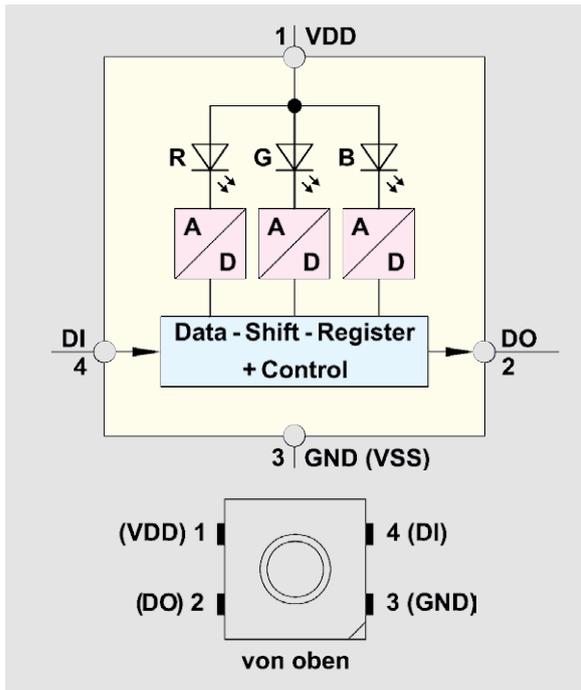


Bild 3: Blockschaltbild und Anschlussbelegung einer WS2812B

Niederspannungs-Schalttransistor bis zum Triac folgten, die die Leuchtmittel direkt schalten.

Heute nutzt man LED-Technik statt der guten alten farbigen PAR-Lampen, moderne serielle LEDs und Mikroprozessoren geben uns ganz andere Möglichkeiten zur flexiblen Programmierung von Lichteffekten in die Hand und erlauben früher kaum denkbare oder nur mit enormem Aufwand realisierbare Lichteffekte. Genau mit dieser Technik setzt unser neuer LED-WS2812-Lichtorgel-Bausatz an. Er steuert bis zu 1000 serielle LEDs des Typs WS2812/SK6812 an, kann dabei sowohl automatisch erzeugte bzw. abgespeicherte Lichteffekte abrufen als auch ganz klassisch Lichtorgel-Effekte erzeugen bzw. mit einer VU-Meter-Darstellung arbeiten. Dabei kann die Darstellung wie beim Klassiker entweder extern per Audiosignal oder intern über ein eingebautes Mikrofon gesteuert werden.

### WS2812 – Grundlagen

Die zur Verwendung kommenden LEDs sind vom Typ WS2812 bzw. SK6812. In Bild 3 ist das Blockschaltbild und die Anschlussbelegung einer WS2812B dargestellt. Die LEDs sind einzeln oder als Stripe auf einer Rolle (Bild 4) erhältlich und können beliebig auf die

gewünschte Länge gekürzt werden. Das Besondere an diesen speziellen LEDs ist, dass die Ansteuerung seriell-digital erfolgt. Der LED-Treiber (Controller) für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau ist direkt in der LED integriert. In konventioneller Technik wird für jede einzelne LED eine Treiberstufe benötigt, um so jede RGB-LED separat in Helligkeit und Farbe verändern zu können. Der schaltungstechnische Aufwand hier ist verhältnismäßig hoch. Bei einer seriellen LED wie der WS2812 sind die Treiberstufen auf dem Chip integriert. Dies verringert nicht nur den Schaltungsaufwand, sondern minimiert auch den Verdrahtungsaufwand. Alle WS2812 können in Reihe geschaltet werden, d. h., das empfangene Datenpaket, welches über den Anschluss DI (Dateneingang) empfangen wird, wird über den Datenausgang DO zur nächsten LED weitergereicht. Dabei wird das serielle Datensignal gepuffert, also wieder verstärkt. Zusätzliche Treiberstufen für das Datensignal entfallen somit.

Jeder Controller verarbeitet den für ihn bestimmten Teil der ankommenden Daten (Farb- und Helligkeitswert) und gibt die dann folgenden Daten weiter an den nächsten Controller, also die nächste LED. Welcher Controller welchen Teil des Protokolls zu verarbeiten hat, ist mit einem entsprechenden Timing vom ansteuernden Mikroprozessor einzuteilen. Zur Ansteuerung solch seriell verschalteter LEDs sind entsprechend leistungsstarke Mikrocontroller notwendig.

Mit der Anzahl der LEDs steigt auch der Rechenaufwand auf der Controllerseite. Das Datenprotokoll muss mit einer bestimmten Geschwindigkeit übertragen werden, dessen Timing vom Hersteller der LEDs vorgegeben wird. Jeder einzelnen LED ist ein bestimmter Abschnitt im Datenprotokoll zugeordnet. Je mehr LEDs angesteuert werden sollen, desto länger wird dieses Protokoll, und somit steigt auch der Rechenaufwand. Hier limitieren dann Timing und Rechenleistung oft auch die Anzahl der maximal ansteuerbaren LEDs.

### Wichtig – die richtige Stromversorgung

Auch wenn die Ansteuerung der RGB-LEDs mit digitaler Technik vereinfacht wird, darf man das Thema „Spannungsversorgung“ keinesfalls außer Acht lassen. Alle LEDs müssen mit einer 5-V-Spannung versorgt werden und benötigen natürlich entsprechend Strom. Eine WS2812 benötigt bei voller Helligkeit aller drei LEDs einen Strom von 60 mA. Wenn beispielsweise ein LED-Stripe mit insgesamt 240 LEDs mit voller Helligkeit betrieben wird, ergibt sich ein Gesamtstrom von 14,4 A. Man beachte, dass dieser relativ hohe Strom nominell am Anfang eines LED-Stripes eingespeist wird und auf dem eher schmalen LED-Stripe von einer LED zur nächsten führt. Dies kann natürlich nicht ohne zusätzliche Maßnahmen funktionieren, denn der Spannungsabfall vom Anfang des Stripes bis zur letzten LED wäre viel zu hoch (bei 4 m ca. 1,5 V), und die letzte der 240 LEDs müsste mit einer Spannung von nur 3,5 V funktionieren. Für diesen Fall, dass alle LEDs gleichzeitig mit voller Helligkeit betrieben werden sollen, ist eine externe Verstärkung der Spannungsversorgung notwendig. Hierzu werden Kabel mit entsprechendem Leitungsquerschnitt parallel zum Stripe geführt, und nach einer bestimmten Anzahl von LEDs wird eine Verbindung zum Stripe hergestellt. Wie so etwas zu bewerkstelligen ist, erklären wir genauer im Abschnitt „Installation“.



Bild 4: LED-Stripes mit WS2812B, hier als Einzelstreifen und auf der 4-m-Rolle



Zusätzliche Information und Grundlagen zum Thema serielle LEDs finden sich im ELV Journal Artikel „LEDs mit Intelligenz – RGB-LED-Matrix mit WS2812B, Teil 1“ unter [1].

### Funktion und Bedienung

Zur Bedienung des Geräts dienen die fünf Tasten auf der rechten Seite (Bild 5). Mit den Tasten ▲ und ▼ kann man das entsprechende Lichtprogramm auswählen. Optisch wird dies zum einen durch die LEDs auf der linken Seite und zum anderen auf dem Display durch die linke große Ziffer angezeigt. In jedem Lichtprogramm sind unterschiedliche Modi auswählbar. Dies geschieht mit den Tasten ◀ und ▶. Dieses Untermenü wird im Display durch die rechten großen Ziffern angezeigt.

Für die Audiosignalführung steht die Klemme KL2 zur Verfügung. Hier kann man zwischen „Low“- und „High“-Eingang wählen. Soll z. B. ein Lautsprecheranschluss als Signalquelle genutzt werden, ist der Eingang „High“ zu verwenden. Bei Quellen mit niedrigen Spannungen ist hingegen der Eingang „Low“ zu verwenden.

Zum Ein- und Ausschalten dient die Taste „Ein/Aus“. Das Gerät wird dabei nicht komplett von der Spannungsversorgung getrennt, sondern in den Stand-by-Modus versetzt, und alle LEDs werden abgeschaltet.

### Geschwindigkeit

Die Ablaufgeschwindigkeit kann für jedes Lichtsteuerprogramm separat eingestellt werden. Es stehen 9 Geschwindigkeitsstufen zur Verfügung, die durch die kleine Ziffer rechts im Display angezeigt wird. Nach einem Reset werden alle Defaultwerte wiederhergestellt. Das Einstellen der Geschwindigkeitsstufe geschieht durch eine Tastenkombination. Hierzu sind die Tasten ▶ und ▲ bzw. ▼ gleichzeitig zu drücken. Die Taste ▶ wird dabei gedrückt gehalten und mit Taste ▲ oder ▼ der Wert verstellt.

Im Folgenden sind die verschiedenen Lichtsteuerprogramme erklärt:

#### 1: Lichtorgel

Hier können unterschiedliche Varianten einer Lichtorgel ausgewählt werden. Je nach Frequenz des Audiosignals werden unterschiedliche LED-Farben aktiviert, wie man es von einer klassischen Lichtorgel kennt. Das Frequenzband ist dabei in 3 oder 6 Bereiche aufgeteilt. Jedem Frequenzband wird eine Farbe zugeteilt, die dann in Abhängigkeit der Lautstärke unterschiedlich hell aufleuchtet. Die einzelnen Effekte sind, numerisch gekennzeichnet, mit den Tasten ◀ und ▶ auszuwählen:

- 1:1 - Klassische Lichtorgel mit 3 unterschiedlichen Frequenzbändern. Jedem Frequenzband ist eine LED-Farbe zugeordnet.
- 1:2 - Wie 1:1, jedoch mit 15 LEDs Abstand
- 1:3 - Wie 1:1, jedoch mit 30 LEDs Abstand
- 1:4 - Wie 1:1, jedoch mit Anzahl der Spalten als Abstand
- 1:5 - Klassische Lichtorgel mit 6 unterschiedlichen Frequenzbändern. Jedem Frequenzband ist eine LED-Farbe zugeordnet.
- 1:6 - Wie 1:5, jedoch mit 15 LEDs Abstand
- 1:7 - Wie 1:5, jedoch mit 30 LEDs Abstand

- 1:8 - Wie 1:5, jedoch mit Anzahl der Spalten als Abstand
- 1:9 - Farbmischung: Alle Farben der zugehörigen Frequenzbänder werden in einer RGB-LED zusammengemischt.
- 1:10 - (Stream) Hier wird am Anfang eines Stripes, je nach Lautstärke ein verschiedenfarbiger Punkt (LED) generiert, der ähnlich einem Schieberegister durchgeschoben wird.
- 1:11 - Eine Besonderheit stellt der Menüpunkt „Auto“ dar (Anzeige: Aut), der den Automatikmodus für das Programm „Lichtorgel“ realisiert. Hierbei werden im Abstand von ca. 20 Sekunden alle Effekte der Reihe nach weitergeschaltet.

#### 2: Lauflicht

In diesem Programm finden sich zahlreiche unterschiedliche Lauflichtmuster. Auf eine Aufzählung der einzelnen Muster und Effekte verzichten wir an dieser Stelle, da die zahlreichen Effekte schwer bildlich darzustellen sind.

Eine Besonderheit stellt auch hier der Menüpunkt „Auto“ dar. Hierbei werden im Abstand von ca. 20 Sekunden alle Effekte automatisch der Reihe nach weitergeschaltet.

#### 3: Farbwechsel

Mit den drei Grundfarben Rot, Blau und Grün der LED wird durch additive Farbmischung und in zeitlicher Abfolge (fast) das gesamte Farbspektrum erzeugt. Es können neun unterschiedliche Geschwindigkeitsstufen gewählt werden von 3:1 (langsam) bis 3:9 (schnell).



Bild 5: Die Bedien- und Anschlusselemente des LED-WS2812

### 4: VU-Meter/Spektrumanalyzer

Dieser Programmpunkt bietet vielfältige Möglichkeiten der Audiovisualisierung. Dabei erfolgt die Audiosignaleinspeisung entweder über das interne Mikrofon oder, im Pegel anpassbar, von einer externen Audioquelle, etwa einem Mischpult- oder Kopfhörerausgang.

Es wird zwischen VU-Meter, bei dem nur die Lautstärke ausschlaggebend ist, und dem Spektrumanalyzer, bei dem das Frequenzband in mehrere Bereiche aufgeteilt ist, unterschieden.

Eine Darstellung des Spektrumanalyzers ist nur im Matrixmodus sinnvoll. Die Anzahl der Frequenzbänder ist dabei von der Spaltenanzahl abhängig.

Eine Auflistung aller Modi erfolgt aus Platzgründen tabellarisch.

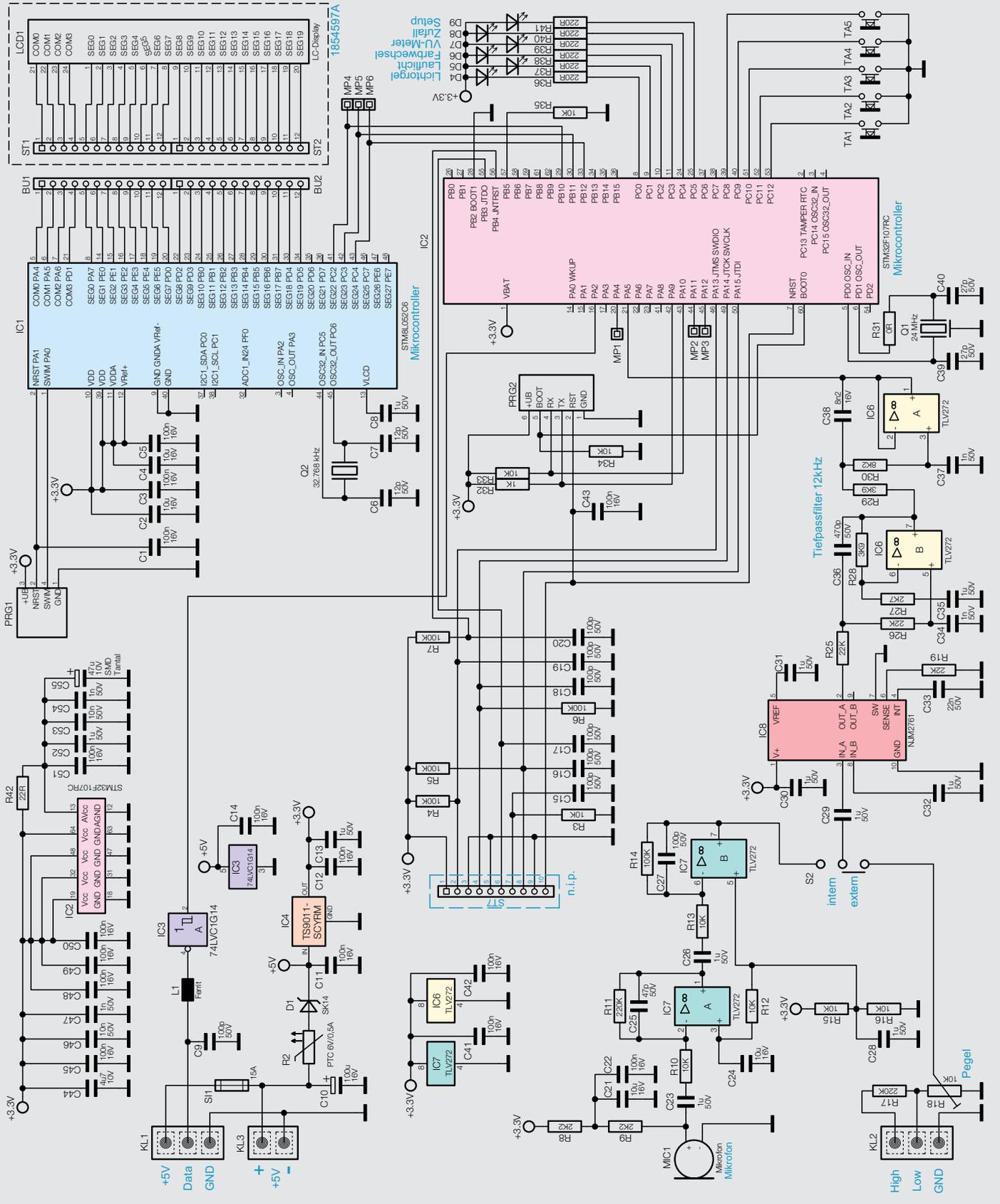


Bild 6: Das Schaltbild der LED-Lichtorgel WS2812



Im Prinzip wiederholt sich folgendes Muster:

- 4:1 Feste Farbe ohne Peakhold
  - 4:2 Feste Farbe mit Peakhold
  - 4:3 Feste Farbe mit weißem Peakhold
  - 4:4 Variable Farbe ohne Peakhold
  - 4:5 Variable Farbe mit Peakhold
  - 4:6 Variable Farbe mit weißem Peakhold
- usw.

Die unterschiedlichen Modi sind dabei folgendermaßen gruppiert:

- 1–15: VU-Meter mit unterschiedlichen Farben
- 16–31: Spektrumanalyzer mit unterschiedlichen Farben
- 32–45: VU-Meter, wie 1–15, jedoch von der Mitte ausgehend
- 46–60: Spektrumanalyzer, wie 16–31, jedoch von der Mitte ausgehend
- 61–75: VU-Meter, wie 1–15, jedoch von beiden Seiten zur Mitte zeigend
- 76–90: Spektrumanalyzer, wie 16–31, jedoch von beiden Seiten zur Mitte zeigend

### 5: Zufall

Wenn dieser Programmpunkt aktiviert ist, werden alle möglichen Effekte der bisher genannten Programme in zufälliger Abfolge aktiviert.

Es können hier 3 unterschiedliche Modi eingestellt werden. Dies geschieht mit den Tasten ◀ und ▶. Im Display werden diese Modi wie folgt angezeigt.

5:x Es werden alle verfügbaren Lichteffektprogramme zufällig ausgeführt  
 6:x Es werden nur die Programme ausgewählt, die kein Audiosignal benötigen (Laufflicht und Farbwechsel)

7:x Es werden nur die audiofähigen Programme ausgeführt (Lichtorgel und VU-Meter)

x = zufällig gewählter Effektmode

### Schaltung

Das Schaltbild der Lichtorgel LED-WS2812 ist in Bild 6 zu sehen. Wie man erkennt, sind zwei Mikrocontroller vorhanden. Die Hauptsteuereinheit bildet der Mikrocontroller IC2 vom Typ STM32F107RC. Dieser 32-Bit-Controller ist recht leistungsstark und besitzt einen relativ großen Flash-Speicher. Hauptaufgabe des Controllers ist es, das Audiosignal zu analysieren. Dazu kommt die Ansteuerung der externen seriellen LEDs.

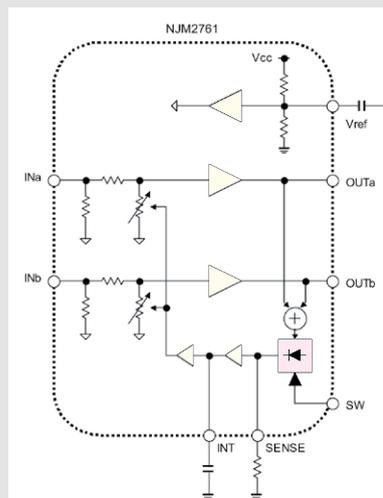
Der zweite Mikrocontroller IC1 ist nur für die Ansteuerung des LCD-Displays (LCD1) zuständig, damit der Hauptcontroller entlastet wird. Über ein serielles Protokoll werden die Daten zwischen den beiden Controllern ausgetauscht.

Elektronikwissen

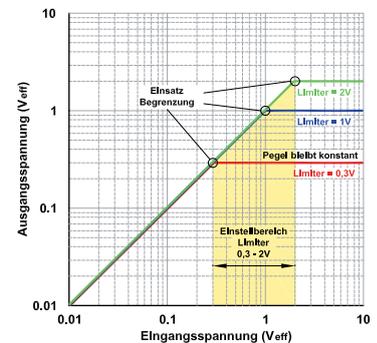
### Audio-Limiter NJM2761

Mit einem Limiter kann, wie der Name schon sagt, etwas begrenzt werden (engl. to limit = begrenzen). In unserem Fall wollen wir damit ein Audiosignal in seiner Amplitude, also der Lautstärke, begrenzen. Der Limiter soll ab einem einstellbaren Pegel einen weiteren Anstieg verhindern. Unterhalb dieser Schwellenschwelle (Threshold) findet keine Beeinflussung des Signals statt. Anwendungsbeispiele für solch einen Lautstärkebegrenzer finden sich im Alltag zahlreich, etwa am Beispiel Lautsprecher- oder Lärmschutz: Der Limiter wird zwischen Vorverstärker und Endstufe geschaltet. Jetzt kann ein bestimmter Pegel (Lautstärke) nicht überschritten werden, der Limiter schützt somit die Lautsprecher vor Überlastung und die Zuhörer vor zu hohem Schallpegel.

Das Blockschaltbild des Limiters NJM2761 ist im Bild links dargestellt. Das Grundprinzip ist die automatische Verstärkungsregelung. Hierzu wird aus der Ausgangsspannung an OUTa und OUTb (Stereo) mittels eines Gleichrichters eine Gleichspannung gewonnen. Mit dem Widerstand am Anschluss „Sense“ wird der Schwellwert, also der Einsatzpunkt der Regelung, festgelegt. Der Kondensator am Anschluss „INT“ bestimmt die Regelgeschwindigkeit. Je größer dieser Kondensator ist, desto langsamer reagiert die Schaltung. Hierbei bleibt die Ansprechzeit (Attack) immer relativ klein, denn die Schaltung soll ja möglichst schnell auf Pegeländerungen reagieren. Was sich mit der Kondensatorkapazität ändert, ist die Abfallzeit (Release). Mit



Blockschaltbild vom NJM2761



Kennlinienverlauf des Limiters

der so gewonnenen Gleichspannung werden die elektronischen Potis am Eingang der Verstärkerstufe gesteuert. Hiermit kann der Pegel abgeschwächt werden, und es entsteht ein geschlossener Regelkreis.

Im Diagramm (Bild rechts) ist gut zu erkennen, wie diese Regelung funktioniert. Auf der X-Achse (waagrecht) ist in logarithmischer Aufteilung die Eingangsspannung dargestellt. Die Y-Achse (senkrecht) zeigt die Ausgangsspannung. Wenn wir nun virtuell auf der X-Achse von links (Pegel klein) nach rechts fahren, sehen wir auf der Y-Achse (Ausgang), dass bis zu einem gewissen Punkt die Ausgangsspannung linear steigt. Es findet also keine Beeinflussung statt. Ab einer einstellbaren Schwellenschwelle steigt das Ausgangssignal nicht mehr an und bleibt konstant. Der Einsatzpunkt des Limiters ist am Knick in der Kennlinie erkennbar. In diesem Diagramm sind drei Beispiele für unterschiedliche Schwellenschwellen dargestellt.

Datenblatt zum NJM2761: <https://www.njr.com/semicon/products/NJM2761.html>



Schauen wir uns zuerst den Audioeingangsbereich etwas genauer an. Das Audiosignal für die Ansteuerung der Schaltung stammt entweder von einem extern zugeführten Audiosignal oder vom internen Mikrofon.

An Klemme KL2 wird das externe Audiosignal eingespeist. Hier steht, je nach Signalpegel, ein „Low“- und „High“-Pegel-Anschluss zur Verfügung. Beim Eingang „High“ wird der Signalpegel über den Spannungsteiler R17 und R18 herabgesetzt. Mit dem Trimmer R18 kann man den Pegelbereich in einem weiten Bereich anpassen.

Nun folgt ein sogenannter Audio-Limiter, der aus dem Baustein IC8 (NJM2761) besteht. Dieser hat die Aufgabe, das Audiosignal in einem bestimmten Bereich zu begrenzen, damit der A/D-Wandler des nachfolgenden Mikrocontrollers nicht übersteuert wird. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Abschnitt „Elektronikwissen“.

Dem Limiter ist ein Tiefpassfilter 4. Ordnung, gebildet durch die Operationsverstärker IC6A und IC6B, nachgeschaltet. Die Grenzfrequenz liegt bei ca. 12 kHz, sodass höhere Frequenzen abgeschwächt werden. Frequenzen oberhalb von 12 kHz kann der A/D-Wandler nicht korrekt verarbeiten, und es würden zudem Störungen bei der A/D-Wandlung auftreten.

Die schon erwähnte zweite Audiosignalquelle ist das eingebaute Mikrofon MIC1. Dieses besitzt einen internen Verstärker (Impedanzwandler),

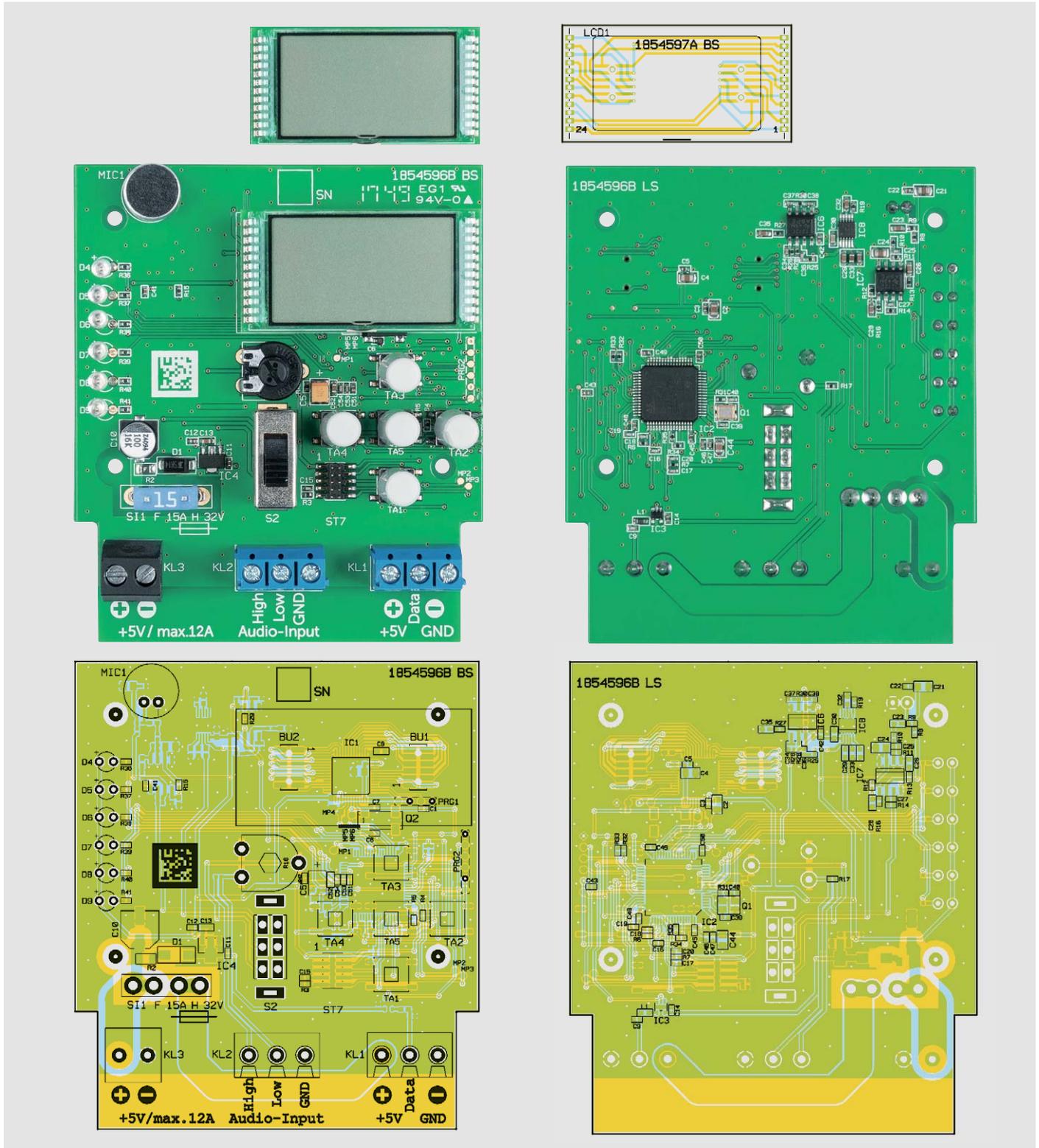


Bild 7: Die Platinenfotos der Display- und der Hauptplatine mit den zugehörigen Bestückungsplänen

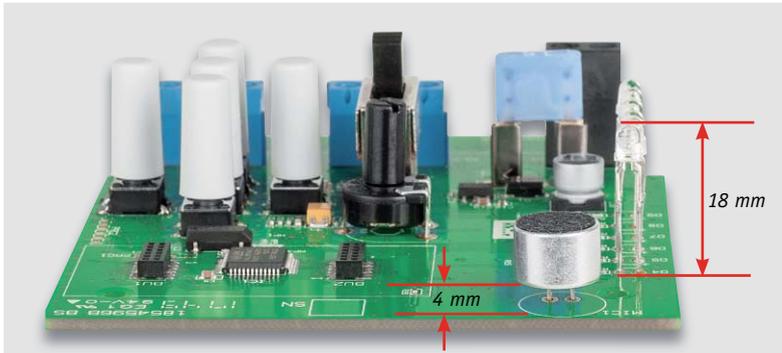


Bild 8: Seitliche Ansicht der bestückten Platine – die Oberkante der LEDs muss genau 18 mm über der Platine liegen

der mit Spannung versorgt werden muss. Aus diesem Grund wird dem Mikrofon Ausgang über die Widerstände R8 und R9 eine Versorgungsspannung zugeführt.

DC-entkoppelt wird über C23 das vom Mikrofon aufgenommene Signal auf einen nachfolgenden Verstärker weitergeleitet. Dieser 2-stufige Verstärker, gebildet von IC7A und IC7B, hat eine Gesamtverstärkung von 220. Mit dem Schalter S2 kann zwischen externem und internem Audiosignal gewählt werden. Vom Ausgang IC6A gelangt das so aufbereitete Signal auf den internen A/D-Wandler des Controllers IC2. Wie schon erwähnt, findet im Controller IC2 eine Signalauswertung, bei der Funktion „Spektrumanalyzer“ sogar eine FFT-Analyse [3] statt.

Die Ausgabe der vom Mikrocontroller generierten Daten für die Lichteffekte erfolgt seriell. Da der Controller mit einer Spannung von 3,3 V arbeitet und ein 5-V-Signal für WS2812-LEDs erzeugt werden muss, ist noch ein Pegelwandler IC3 vom Typ 74VC1G14 zwischengeschaltet, der zusätzlich noch als Ausgangstreiber dient. Die Bauteile L1 und C9 im Signalweg dienen der Störunterdrückung, da das Datenprotokoll sehr steilflankige Impulse und somit hochfrequente Anteile enthält.

Betrachten wir nun die Spannungsversorgung der Schaltung. Die Betriebsspannung UB (KL3) muss genau 5 V betragen, da diese auch gleichzeitig die Versorgungsspannung für die WS2812-LEDs ist. Eine höhere Spannung würde die angeschlossenen LEDs zerstören!

Über die Schmelzsicherung SI1 wird die 5-V-Spannung auf die Klemme KL3 geführt, an der die externen seriellen LEDs angeschlossen werden. Der PTC-Widerstand R2 dient als Sicherung und ist reversibel, d. h., im Fehlerfall wird dieser spezielle Widerstand hochohmig und begrenzt den Strom. Ist der Fehler nicht mehr vorhanden, kühlt der PTC wieder ab und wird niederohmig.

Als Verpolungsschutz dient die Diode D1. Hierbei ist zu beachten, dass der Verpolungsschutz nur für die Steuerelektronik gedacht ist. Die angeschlossenen LEDs sind nicht durch einen Verpolungsschutz abgesichert. Für den Controller und die restliche Elektronik wird die 5-V-Eingangsspannung mit dem Spannungsregler IC4 nochmals auf 3,3 V stabilisiert.

## Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen Basisplatine und einer relativ kleinen Displayplatine. Die Grundlage für den Aufbau bilden die Platinenfotos (Bild 7), Bestückungspläne, Stücklisten und die im Folgenden erläuterten Detailaufnahmen. Da alle SMD-Bauteile schon vorbestückt sind, muss man nach einer Bestückungskontrolle nur noch wenige bedrahtete Bauteile bestücken.

Im ersten Arbeitsschritt wird der Trimmer R18 bestückt. Die Steckachse für den Trimmer kann schon vor dem Bestücken eingesteckt werden. Im Anschluss werden die fünf Taster eingesetzt und verlötet. In gleicher Weise werden die Anschlussklemmen KL1 bis KL3 und des Schalters S2 bestückt.

Bei den LEDs D4 bis D9 ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Den auf der Platine markierten Pluspol (Anode) der LED erkennt man am etwas längeren Anschlussdraht. Der Abstand zwischen

LED-Oberkante und Platine sollte 18 mm betragen (siehe Bild 8). Beim Einsetzen der Mikrofonkapsel MIC1 (Bild 9) ist ebenfalls auf die richtige Einbaulage zu achten. Da die Anschlüsse des Mikrofons etwas seitlich versetzt angeordnet sind, wird hierdurch die Einbaulage vorgegeben. Das Mikrofon sollte nicht auf der Platine aufliegen, sondern wie in Bild 8 zu sehen, etwas erhöht montiert werden.

Nun folgt die Bestückung des Sicherungshalters, der aus zwei Kontaktschuhen besteht. Zweckmäßigerweise werden diese auf die Sicherung aufgeschoben und anschließend bestückt. Die Anschlüsse müssen mit reichlich Lötzinn verlötet werden, damit ein möglichst niederohmiger Übergang für den relativ hohen Betriebsstrom erreicht wird.

Schließlich wird die Platine in das Gehäuseunterteil eingesetzt und mit 4 Schrauben 2,2 x 5 mm befestigt.

Nun widmen wir uns der kleinen Displayplatine. Hier braucht nur das eigentliche Display aufgelötet zu werden. Das Display ist von der Oberseite so auf die Platine zu setzen, dass der Anguss im Displayglas mit der entsprechenden Markierung auf der Platine übereinstimmt (siehe Bild 10). Die Pinabstände (Rastermaß der Anschlüsse) sind sehr klein. Aus diesem Grund sollte das Verlöten sehr sorgfältig erfolgen. Nach Abschluss der Lötarbeiten kann die Displayplatine auf die Buchsenleisten der Basispla-



Bild 9: An der Elektret-Mikrofonkapsel sind die seitlich versetzten Anschlüsse gut zu erkennen. Die Mikrofonkapsel ist genau übereinstimmend mit der Markierung auf der Platine zu bestücken.

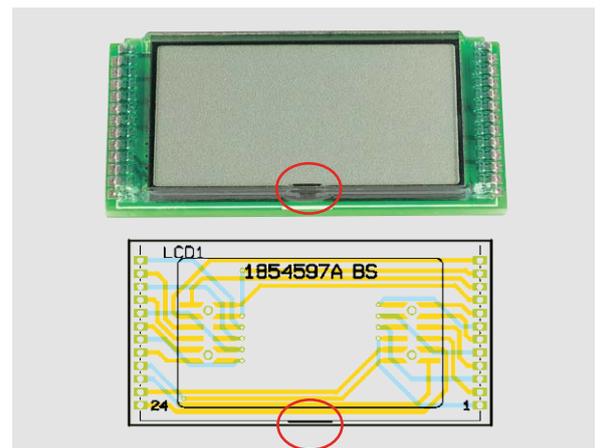


Bild 10: Das LC-Display ist so in die Platine einzusetzen, dass die Angussnase mit der Markierung auf der Platine korrespondiert.



Bild 11: So erfolgt das Abziehen der Display-Schutzfolie.

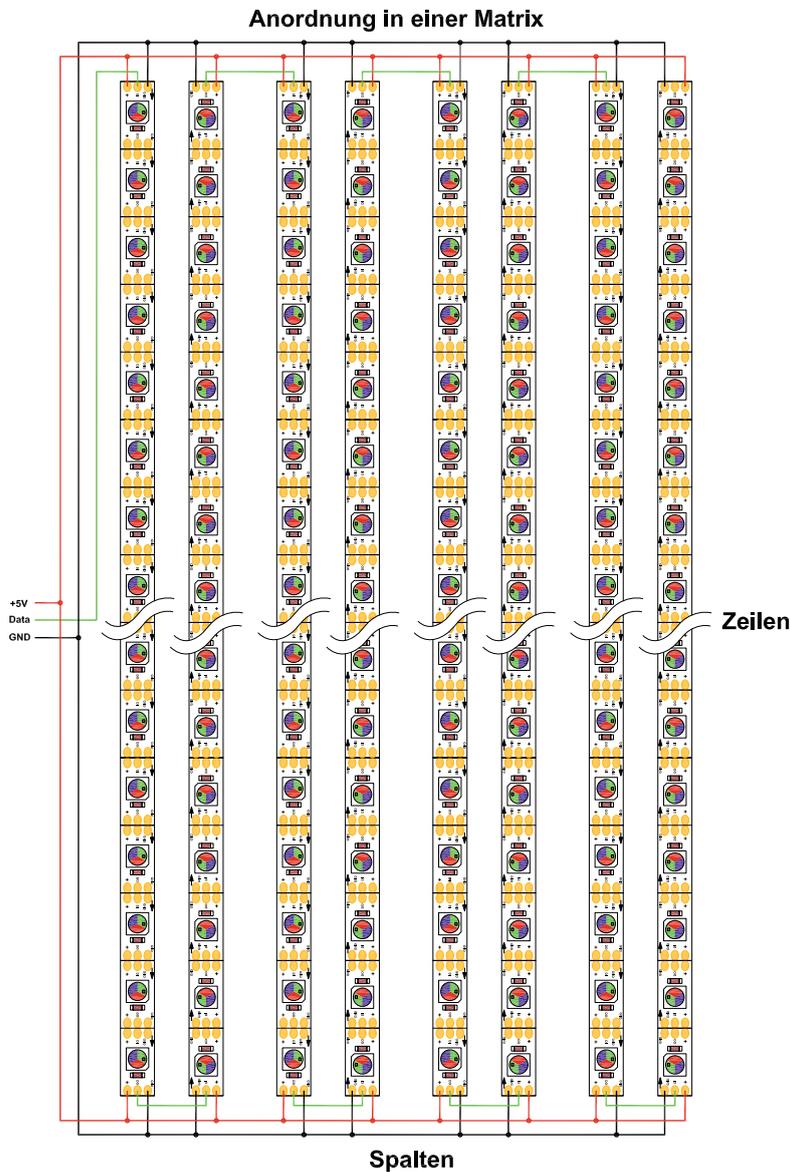


Bild 12: So erfolgt die Anordnung der LED-Stripes in einer Matrix.



Bild 13: Hier sind LEDs in einer 15x15-Matrix angeordnet.

tine aufgesteckt werden. Auch hier dient die schon erwähnte Display-Markierung, die sich auch auf der Basisplatte wiederfindet, der richtigen Einbaulage. Die Display-Schutzfolie ist wie in Bild 11 gezeigt abzuziehen. Das Gehäuseoberenteil ist abschließend mit zwei Schrauben 2,9 x 5 mm zu verschrauben.

### Anordnung in einer Matrix

Um z. B. einen Spektrumanalyzer darstellen zu können, ist eine Anordnung der LEDs in einer Matrix erforderlich, wie in Bild 12 zu sehen ist. Hierdurch ergibt sich ein zweidimensionales Anzeigenfeld. Mit unserer Schaltung kann eine Matrix mit maximal 32 x 32 LED realisiert werden. Die Einstellung hierfür erfolgt im Menü „Setup“, denn die Steuerelektronik muss wissen, aus wie vielen LEDs die Matrix besteht.

Das Bild 13 zeigt solch eine fertig aufgebaute Matrix mit 15 x 15 LEDs. Anzumerken ist hier, dass die LEDs immer noch in Reihe geschaltet sind, nur die Anordnung ändert sich. Bei der seriellen Verdrahtung unterscheiden wir zwischen mäanderförmiger und „normaler“ Verdrahtung (siehe Bild 14). Hierbei geht es nur um die Datenrichtung. Bei der Mäanderform wird der Datenausgang (DO) auf der gleichen Seite mit dem Dateneingang (DI) des nächsten Stripes verbunden. Im Vergleich hier die im unteren Teil von Bild 14 dargestellte Verdrahtung, wo der Datenstrom bei jedem Stripe wieder zurückgeführt wird. Letztendlich sind alle LEDs, egal wie diese mechanisch angeordnet sind, immer in Reihe geschaltet. In Bild 15 ist zu sehen, dass man auch Stripes parallel schalten kann. Die Gesamtanzahl der Anzahl der LEDs erhöht sich hierdurch zwar, aber für den Controller sind parallel geschaltete LEDs nicht erkennbar und spielen für die Berechnung des Datenprotokolls keine Rolle. Wie aus den technischen Daten ersichtlich, kann das Datenprotokoll max. 1000 LEDs ansteuern. Durch Parallelschalten gibt es aber auch die Möglichkeit, zwei oder mehrere Stränge à 1000 LEDs anzusteuern.

### Installation

In Bild 16 ist ein typisches Anwendungsbeispiel dargestellt. Zuerst sollte man sich die Frage nach dem mechanischen Aufbau stellen, also, wie die LEDs angeordnet werden sollen: Will man die LEDs als Matrix anordnen oder sollen sie als Stripe in voller Länge erhalten bleiben? Informationen zum Aufbau einer Matrix sind im vorherigen Abschnitt „Anordnung als Matrix“ ausführlich erklärt.

Einer der wichtigsten Punkte ist die Spannungsversorgung. Nicht zu unterschätzen ist die maximale Stromaufnahme der LEDs, denn die theoretische Stromaufnahme einer einzelnen WS2812 liegt bei 60 mA. In diesem Fall wären alle Grundfarben auf voller Helligkeit und die LEDs würden als Ergebnis der additiven Farbmischung annähernd weiß leuchten. Hat man ein gängiges Stripe mit ca. 4 m Länge und einer Anzahl von 240 LEDs im Einsatz, läge die Gesamtstromaufnahme bei 14,4 A. Wenn man sich einen LED-Stripe einmal genauer anschaut, erkennt man schnell, dass die Kupferbahnen, die seitlich neben den LEDs geführt werden, nicht für einen Strom von 14,4 A ausreichend dimensioniert sind. Aus die-



Bild 14: Anordnung der LEDs in Mäanderform (oben) und in „normaler“ Anordnung (unten)

**"normale" serielle Anordnung (max. 1000 LEDs)**



**"parallele" Anordnung (max. 1000 LEDs pro Strang)**

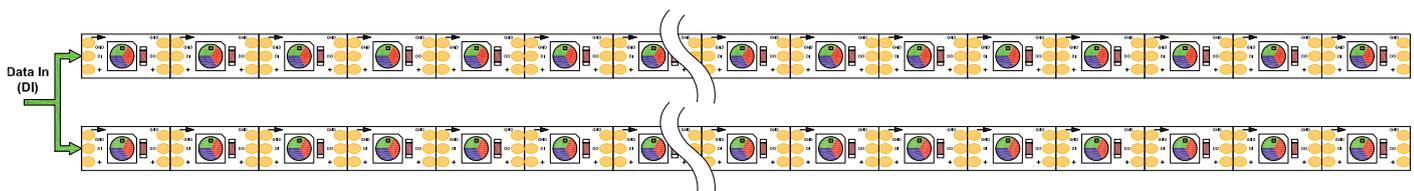


Bild 15: Bei einer Parallelschaltung von Stripes ist die Anzahl der LEDs quasi beliebig wählbar.

sem Grund empfehlen wir, diese Verbindungen zu verstärken, wie es in Bild 17 dargestellt ist. Eine parallel geführte Litze von > 0,75 mm<sup>2</sup> und ca. alle 60 LEDs einer Verbindung zu dem Stripe hat im Testlabor sehr gute Ergebnisse erzielt. Auf jeden Fall sollte man vor solch einer Maßnahme erst einmal testen, wie hoch der Spannungsabfall bei einem LED-Stripe tatsächlich ist. Die Erfahrung zeigt: man kann die gemachten Vorschläge nicht verallgemeinern, denn jeder Hersteller von LED-Stripes verwendet andere Materialien und Materialstärken. Der Spannungsabfall kann einfach mit einem Multimeter ermittelt werden. Unsere Lichtorgel LED-WS2812 kann kurzzeitig einen Strom von 12 A ausgeben. Aus diesem Grund ist die max. Strombelastung des Spannungsausgangs mit 12 A angegeben und mit einer 15-A-Sicherung abgesichert. Dieser Strom reicht für die Versorgung von ca. 240 LEDs.

Für die Spannungsversorgung empfehlen wir ein Schaltnetzteil mit 12-A-Ausgangsstrom, wie es in Bild 18 dargestellt ist. Sollen mehr als

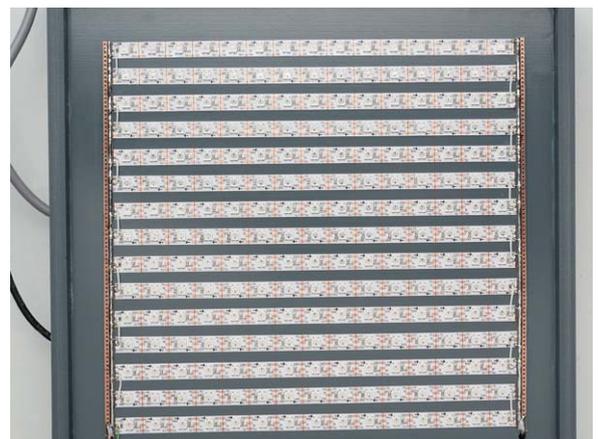


Bild 16: Die fertig verdrahtete Matrix



240 LEDs betrieben werden, ist dies auch kein Problem. Hierzu bildet man ein neues, wie wir es nennen, Cluster. Für die weiteren 240 LEDs ist dann auch wieder ein separates Netzteil erforderlich (siehe Bild 19). Natürlich könnte man in diesem Fall auch ein Netzteil mit 24 A nehmen. Diese Netzteile, wenn man sie überhaupt irgendwo findet, liegen dann allerdings preislich weit über dem, was zwei einzelne 12-A-Netzteile kosten. Die Signalansteuerung des neuen Clusters erfolgt von der letzten LED des ersten Clusters. Hierbei ist zu beachten, dass nur die Datenleitung und Masse (GND) weiterführt werden. Auf keinen Fall darf die Versorgungsspannung vom Hauptgerät auch für das zweite Cluster verwendet werden – also die Plusleitungen nicht miteinander verbinden!

## Set-up-Menü

Um in das Set-up-Menü zu gelangen, ist die Taste „Ein/Aus“ für mindestens 3 Sekunden gedrückt zu halten. Das Set-up-Menü ist durch eine blinkende Ziffer (kleine Anzeige) und die LED „Setup“ zu erkennen. Mit den Pfeiltasten ◀ und ▶ kann der Set-up-Menüpunkt ausgewählt werden. Anschließend wird mit „Ein/Aus“ bestätigt, woraufhin der einzustellende Wert blinkt. Durch längeres Drücken der „Ein/Aus“-Taste verlässt man das Set-up-Menü wieder. Alternativ

wird das Set-up-Menü automatisch nach ca. 20 Sekunden beendet. Folgende Einstellungen können bzw. müssen vorgenommen werden.

### 1 Anzahl der angeschlossenen LEDs

Mit den Tasten ▲ und ▼ kann die Anzahl der LEDs eingestellt werden. Es zählen nur die LEDs, die seriell in Reihe geschaltet werden. Parallel geschaltete LEDs müssen nicht berücksichtigt werden (siehe Bild 15). Um die Einstellung zu vereinfachen, und damit die LEDs nicht unbedingt gezählt werden müssen, werden die LEDs entsprechend der Reihe nach eingeschaltet. Leuchtet die letzte LED auf, ist die eingestellte Anzahl der LEDs korrekt. Mit der Taste „Ein/Aus“ wird der neue Wert gespeichert.

### 2 Matrix-Darstellung

Art der seriellen Verkettung: Mäander oder Normal

2:0 - Normal (default)

2:3 - 90° gedreht

2:1 - Mäander

2:4 - 90° gedreht + Mäander

### 3 Anzahl der Spalten

Dies ist nur bei einer Matrixdarstellung notwendig (siehe Bild 12). Sind die LEDs nicht in einer Matrix zusammengeschaltet, wird für die Anzahl der Spalten „1“ eingestellt. Die Anzahl der Reihen wird vom Programm automatisch berechnet und ergibt sich aus der Anzahl der LEDs/Spalten.

### 4 Reset

In diesem Menüpunkt wird ein Werksreset durchgeführt

0 = nein

1 = ja -> dann „Ein/Aus“-Taste drücken

ELV

## Basis-Einheit

### Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R31
22 Ω/SMD/0402	R42
220 Ω/SMD/0402	R36–R41
1 kΩ/SMD/0402	R32
2,2 kΩ/SMD/0402	R8, R9
2,7 kΩ/SMD/0402	R27
3,9 kΩ/SMD/0402	R28, R29
8,2 kΩ/SMD/0402	R30
10 kΩ/SMD/0402	R3, R10, R12, R13, R15, R16, R33–R35
22 kΩ/SMD/0402	R19, R25, R26
100 kΩ/SMD/0402	R4–R7, R14
220 kΩ/SMD/0402	R11, R17
PT10 für Sechskantachse/liegend/10 kΩ	R18
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R2

### Kondensatoren:

12 pF/50 V/SMD/0402	C6, C7
27 pF/50 V/SMD/0402	C39, C40
47 pF/50 V/SMD/0402	C25
100 pF/50 V/SMD/0402	C9, C15–C20, C27
470 pF/50 V/SMD/0402	C36
1 nF/50 V/SMD/0402	C34, C37, C47, C54
8,2 nF/16 V/SMD/0402	C38
10 nF/50 V/SMD/0402	C46, C53
22 nF/50 V/SMD/0603	C33
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3, C5, C11, C12, C14, C22, C41–C43, C45, C48–C51
1 μF/50 V/SMD/0603	C8, C13, C23, C26, C28, C29, C30, C31, C32, C35, C52
4,7 μF/SMD/0805	C44
10 μF/16 V/SMD/0805	C2, C4, C21, C24
47 μF/10 V	C55
100 μF/16 V	C10

### Halbleiter:

ELV171579/SMD	IC1
ELV171580/SMD	IC2
74LVC1G14/SMD	IC3
TS9011SCY RM/SMD	IC4
TLV272/SMD	IC6, IC7
NJM2761RB2/SMD	IC8
Diode/SK14/SMD	D1
LED/3 mm/rot/low current/klares Gehäuse	D4–D9

### Sonstiges:

Chip-Ferrit, 1000 Ohm bei 100 MHz, 0603	L1
Quarz, 24,000 MHz, SMD	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q2
Elektret-Einbaukapsel, 2-polig	MIC1
Kfz-Sicherungshalter für Mini-Flachstecksicherung, print, stehend	SI1
Mini-Flachstecksicherung für Kfz, 15 A	SI1
Buchsenleisten, 2x 6-polig, SMD	BU1, BU2
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1–TA5
Tastkappen	TA1–TA5
Schraubklemmleisten, 3-polig, print	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL3
Schiebeschalter, 2x um, hoch, print	S2
Potistockachse	
Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

## Display-Einheit

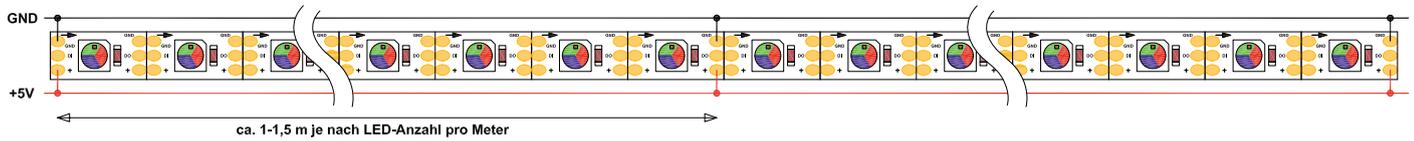
LC-Display	LCD1
Stiftleisten, 2x 6-polig, 8,8 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD	ST1, ST2



Bild 17: So sieht die abschnittsweise Zuführung der Spannung aus, um die spannungsführenden Leiterbahnen von zu hohen Strömen zu entlasten.



Verstärkung der Spannungsversorgungsleitung durch zusätzliches parallel geführtes Kabel Querschnitt >0,75 mm<sup>2</sup>



Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	LED-WS2812
Versorgungsspannung:	5 V
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,2 W
Stromaufnahme:	12 A max.
Ansteuerung:	serielles Protokoll WS2812
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	68 x 58 x 24 mm
Gewicht:	55 g



Bild 18: Sicher und leistungsfähig – Schaltnetzteil der Meanwell-Reihe LPV-100-5

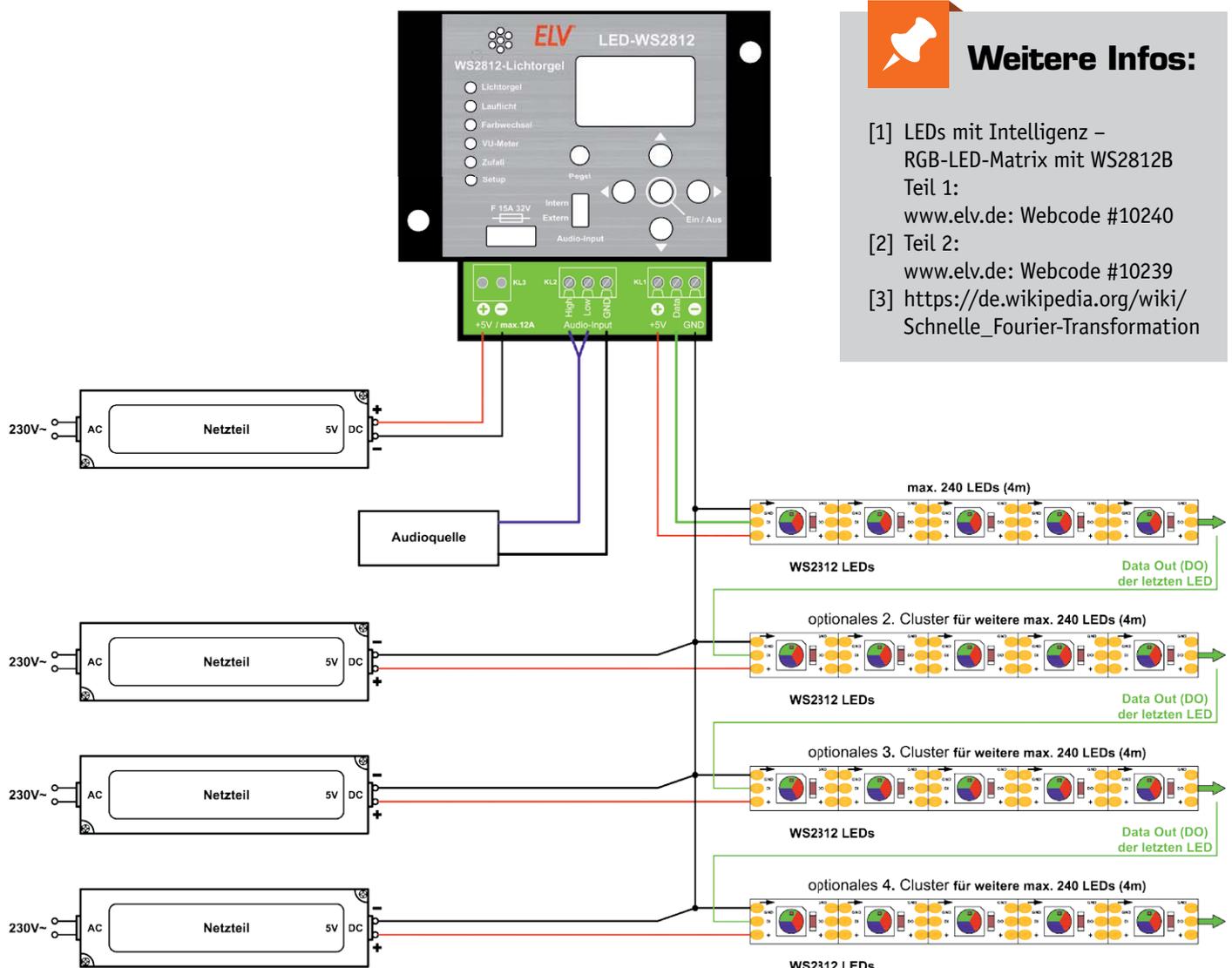


Bild 19: So erfolgt die Spannungsversorgung bei LED-Anordnungen von mehr als 240 LEDs.



Weitere Infos:

- [1] LEDs mit Intelligenz – RGB-LED-Matrix mit WS2812B  
Teil 1:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10240
- [2] Teil 2:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10239
- [3] [https://de.wikipedia.org/wiki/Schnelle\\_Fourier-Transformation](https://de.wikipedia.org/wiki/Schnelle_Fourier-Transformation)



# Technik-News

Die aktuellsten Trends aus der Welt der Technik

## Neuer Olimex-Lerncomputer im Spielkonsolen-Design – besonders einfach per Snap4Arduino programmierbar

Olimex, bekannt durch seine zahlreichen Open-Source-Hardware-Boards der OLinuXino-Reihe, hat ein neues Lerncomputer-Board vorgestellt, das EduArdu. Das auf dem Arduino-Leonardo-Design basierende Board verfügt über einen ATmega32U4-Prozessor und hat alles an Bord, was man für den IoT-Einstieg benötigt: Ultraschallsensoren, eine 8x8-LED-Matrix, eine RGB-LED, einen Helligkeitssensor, einen PIR-Sensor, einen IR-Transceiver, Mikrofon, Signalgeber, Tasten, einen Temperatursensor, zwei Anschlüsse für Servoantriebe.

Der Betrieb kann auch mobil mit einem LiPo-Akku erfolgen, dafür befindet sich eine Ladeschaltung an Bord. Ansonsten erfolgt die Spannungsversorgung per USB. Hierüber wird auch programmiert, und zwar entweder per Arduino-IDE, für die auf Github speziell angepasste Libraries für alle Sensoren bereitgestellt werden, oder über die grafische Programmieroberfläche „Snap4Arduino“, die von der visuellen Programmiersprache „Snap!“ der Berkeley University of California abgeleitet ist und das einfache grafische Programmieren über Blöcke erlaubt – der perfekte Einstieg vor allem für Kinder.

Der EduArdu kostet gerade einmal 15 Euro plus 3 Euro Versand von Bulgarien nach Deutschland – angesichts der Ausstattung ein sehr günstiger Preis für ein komplett „spielfertiges“ Board. Für 30 Euro erhält man ein erweitertes Einstiegskit mit einem 1400-mAh-LiPo-Akku, zwei Servoantrieben und weiterem Zubehör für die Inbetriebnahme ohne weiteres Zubehör.

Neben einem Einführungskurs und einem Installationskurs stehen für „Snap4Arduino“ zahlreiche Demoprogramme und die gesamte Open-Source-Dokumentation zur Verfügung.

<https://www.olimex.com/>



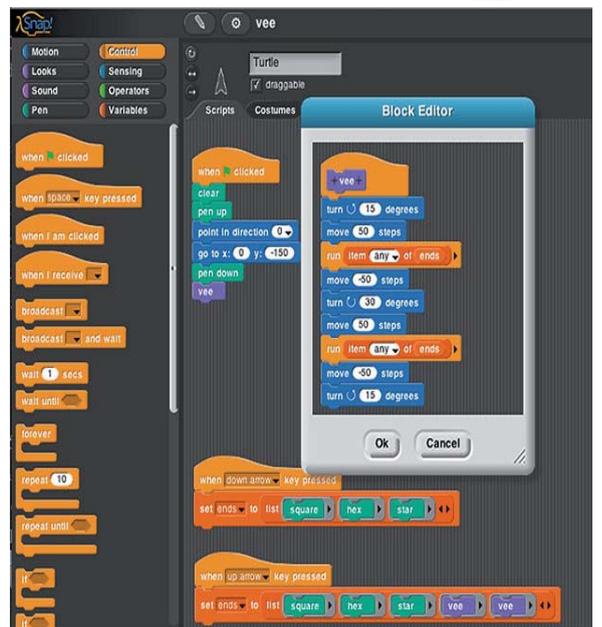
[www.facebook.com/elvelektronik](http://www.facebook.com/elvelektronik)



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



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



Bilder: Olimex/snap.berkeley.edu

## Längere Akku-Laufzeit: Lithium-Ionen-Batterien auf nächste Leistungsstufe gehoben

Herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, wie sie in Smartphones und Notebooks zum Einsatz kommen, stoßen zunehmend an Leistungsgrenzen. Der Materialwissenschaftler und Institutsvorstand Prof. Dr. Freddy Kleitz vom Institut für anorganische Chemie der Universität Wien hat mit internationalen Wissenschaftlern nun ein neues nanostrukturiertes Material für die Anode von Lithium-Ionen-Akkus entwickelt, das den Batterien mehr Leistung und Lebensdauer bringt. Das Material auf Basis eines halbporösen Mischmetalloxids in Kombination mit Graphen könnte einen Ansatz bieten, um die Batterien in Großgeräten wie Elektro- oder Hybridfahrzeugen besser nutzen zu können.

„Nanostrukturiertes Material für Lithium-Ionen-Akkus kann hier einen erfolgreichen Weg vorgeben“, sagt Freddy Kleitz, der gemeinsam mit Claudio Gerbaldi, Leiter der Gruppe für Angewandte Material- und Elektrochemie am Politecnico di Torino (Italien), Erstautor der Studie ist.

Die von den zwei Forschern und ihren Teams entwickelte neue nanostrukturierte 2D-/3D-Verbindung aus Mischmetalloxiden und Graphen steigerte deutlich die elektrochemische Leistung der Akkus: „Die Batteriekapazität war mit bis zu über 3000 reversiblen Ladezyklen sogar

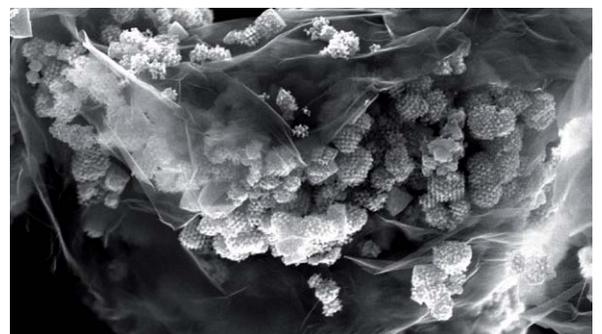


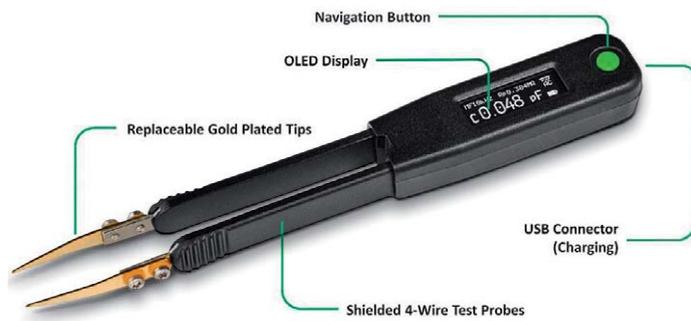
Bild: Aktives Anodenmaterial (©Freddy Kleitz/Universität Wien und Claudio Gerbaldi/Politecnico di Torino)

bei sehr hohen Strombelastungen von bis zu 1280 Milliampere beispiellos“, so Prof. Dr. Kleitz. Heutige Lithium-Ionen-Akkus verlieren nach etwa 1000 Ladezyklen an Leistungsfähigkeit.

<https://www.univie.ac.at>



## Vielseitiges Pinzetten-Multimeter mit Überspannungsschutz



Das neue Pinzetten-Multimeter LCR Elite2 fällt zuerst durch eine sehr detaillierte und kontraststarke OLED-Anzeige auf, die das Ablesen auch kleinerer Meldungen einfach macht. Es misst Induktivitäten bis 1 H, Kapazitäten bis 5 mF, Widerstände bis 10 MΩ, D, Q, ESR, hat einen Überspannungsschutz bis ±48 VDC/±34 VAC und wird durch einen per USB aufladbaren Lithium-Akku betrieben. Besonderer Wert wurde hier auf eine punktgenaue Kontaktierung von SMD-Komponenten bis herab auf 0201 gelegt, eine geschirmte 4-Draht-Messspitze sorgt für hohe Messgenauigkeit und reduziert parasitäre Parameter. Die Testfrequenz kann automatisch oder manuell gewählt werden.



[www.meilhaus.de/lcr-elite2.htm](http://www.meilhaus.de/lcr-elite2.htm)

## Fahrer-Identifikation per Iris-Scan macht Fahrzeugschlüssel überflüssig



Die neuen Infrarot-LEDs SFH 4772S/4775S sind ein wesentliches Element moderner Iris-Scanner. Sie beleuchten mit der für die Iris- oder Gesichtserfassung genau richtigen Wellenlänge von 810 nm und mit hoher Leistung, sodass die Erfassung auch über größere Entfernung, z. B. in der normalen Sitzposition oder am Wagen stehend, erfolgen kann. Die IR-LEDs erreichen dabei Leistungen von 1070 bzw. 1650 mW. [www.osram.com/os](http://www.osram.com/os)



Bilder: OSRAM Opto Semiconductors

## 1,5"-RGB-SPI-OLED-Modul

Das kompakte OLED-Modul verfügt über 128 x 128 Pixel mit einer RGB-Auflösung von 65K Farben und ist sehr einfach per SPI ansteuerbar. Es kann an 3,3 V oder 5 V betrieben werden. Es basiert auf dem RGB-Dot-Matrix-Controller SSD1351. Waveshare hält Demo-Codes für den einfachen Betrieb an verschiedenen Mikrocontrollersystemen wie ARM/STM32, Arduino und Raspberry Pi bereit.

### Hauptmerkmale:

- Display: 128 x 128 Pixel, RGB, 65K Farben, 1,5"/3,81 cm
- Controller SSD1351
- Interface 4-Wire-SPI, 3-Wire-SPI
- Einsetzbar in 3,3-V- und 5-V-Systemen

Daten	Versorgungsspannung:	2,3 bis 5,5 V
	Bus-Taktfrequenz:	Bis 400 kHz
	Gehäuse:	S024, SSOP24, TSSOP24, HVQFN24, HWQFN24

### Hersteller:

Waveshare Electronics  
[www.waveshare.com](http://www.waveshare.com)



Bild: Waveshare

## 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



# Autonome Roboterfahrzeuge

## Robotertechnik und künstliche Intelligenz

Die autonome Mobilität ist eine der wichtigsten Anwendungen der modernen Robotik und der künstlichen Intelligenz. In keinem anderen Anwendungsbereich wird auch nur ein annähernd so hoher Forschungsaufwand betrieben. So gut wie alle Fahrzeughersteller sind in den letzten Jahren z. T. mit Milliardenaufwänden in dieses Gebiet eingestiegen. Dazu kommt eine fast unübersehbare Vielzahl von Firmen und Kooperationen, die sich von der informationstechnischen Seite her mit autonom fahrenden Autos beschäftigen. Vom kleinen Start-up-Unternehmen bis hin zum Multimilliardenkonzern will sich niemand diesen Megatrend entgehen lassen.



Bild: Waymo



## Autonome Mobilität

In naher Zukunft wird in selbstfahrenden Autos der Computer die Kontrolle übernehmen. Dem Fahrer bleibt nur noch die Rolle des Passagiers. Einsteigen, Fahrziel eingeben, zurücklehnen, entspannen. Lenken, Gasgeben, Bremsen und Navigieren wird vom Fahrzeug selbst übernommen. Das vollständig autonome Auto hat die Verkehrssituation im Blick, erfasst aktuelle Wetter- und Umweltdaten und achtet auf andere Fahrzeuge und Fußgänger. Das Fahren wird aller Voraussicht nach schneller, sicherer und vor allem bequemer werden.

IT-Unternehmen wie Google und Apple werden zu neuen Konkurrenten oder aber auch zu Kooperationspartnern der Autohersteller. Google arbeitet bereits seit mehreren Jahren an autonomen Fahrzeugen. Ursprünglich wurden konventionelle Pkws mit zusätzlichen Sensoren, optischen Kameras, Laserscannern und Computersystemen ausgerüstet. Schließlich folgte ein spezielles Fahrzeug, das vollständig ohne Steuerelemente wie Brems- oder Gaspedale und Lenkrad auskam (Bild 1). In Kalifornien und Texas sind diese Google-Mobile seit geraumer Zeit auch auf öffentlichen Straßen unterwegs. Dort legten sie bereits Tausende von Meilen autonom im öffentlichen Straßenverkehr zurück. Google, bzw. die Mutterfirma Alphabet, will die Zusammenarbeit mit der Autobranche deutlich verstärken. Das Ziel ist ein Auto, das in jeder Situation vollständig ohne jeden manuellen Eingriff auskommt.

Inzwischen werden die Entwicklungen bei Waymo, einem eigenen Unternehmen zur Entwicklung von Technologien für autonome Fahrzeuge, fortgesetzt. Die Firma wurde im Dezember 2016 als Tochtergesellschaft von Alphabet gegründet.

Apple hat ebenfalls entsprechende Pläne. Als Vision steht ein elektrisch betriebenes, autonom fahrendes Auto im Raum, mit dem die Firma mit eigener Technik in den Autobereich vordringen will. Kooperationen mit Daimler und anderen Autobauern werden intensiv verfolgt bzw. auf den Weg gebracht. Auch hier sollen diverse Sensoren auf den Fahrzeugdächern und rotierende Laserscanner zum Einsatz kommen. Sensoren an den Hinterrädern und Kameras rund um das Auto sollen für verbesserte Sicherheit sorgen.

Serienreife Produkte werden aktuell für die Jahre zwischen 2020 und 2025 erwartet. Der inzwischen auch in Europa bekannte Fahrdienst Uber ist vor allem im Bereich selbstfahrende Taxen aktiv. Über Kooperationen erarbeitet das Unternehmen detaillierte Kartendaten und forscht an speziellen optischen Sensoren. Die Zusammenarbeit konzentriert sich auf verschiedene Robotiklabors, die im Bereich der selbstfahrenden Fahrzeuge führend sind.

Natürlich haben auch die klassischen Automobilhersteller das autonome Fahrzeug im Visier. Allerdings besteht hier auf der IT-Seite erheblicher Nachholbedarf. Verschiedene europäische Hersteller haben aber inzwischen bekannte Navigations- und Kartendienste übernommen, da hochpräzise Geodaten als Grundlage für zuverlässige autonome Wegfindung unverzichtbar sind.

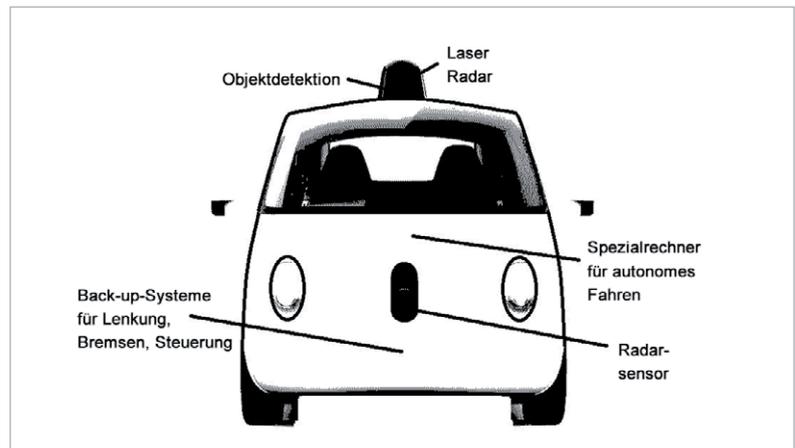


Bild 1: Prototyp des autonom fahrenden Google-Autos

Immer weiter optimierte Fahrassistenzsysteme nutzen die Daten von Ultraschallsensoren, Front- und Heckradars, Laserscannern und optischen Kameras. Die Lücke zum vollständig autonomen Fahren wird so stetig geringer. In den US-Bundesstaaten Florida, Nevada und Kalifornien testen Autohersteller laufend autonome Fahrzeuge im Straßenverkehr. Viele der so gewonnenen Ergebnisse finden sich bereits in Serienfahrzeugen wieder. Stauassistenten oder -piloten übernehmen so bereits bis zu Geschwindigkeiten von 60 km/h alle Fahrfunktionen. Einparkassistenten sind seit Längerem bei mehreren Fahrzeugen als Sonderausstattung verfügbar.

Neben Kameras ist eine Vielzahl weiterer Sensoren in autonomen Autos eingebaut. Sie basieren auf Licht- oder Laser-Lidar (Light Detection and Ranging). In beiden Fällen handelt es sich um optische Abstands- und Geschwindigkeitsmessungen, die vom Prinzip her mit dem bekannten Radar (Radio Detection And Ranging) verwandt sind. Statt Radiowellen senden die Sensoren optische Signale aus und nutzen deren Reflexion zur Erfassung der näheren und weiteren Fahrzeugumgebung. So erkennen autonome Autos alle Objekte, die sich in der Nähe des Fahrzeugs befinden. Idealerweise lässt sich mit einer kompletten Rundumerfassung ein vollständiges 3D-Bild der gesamten Umgebung des Autos erstellen (Bild 2).

## IT-Sicherheit als zentrales Problem

Allerdings schützt selbst die beste Sensorik nicht vor allen Sicherheitsproblemen, wie verschiedene Forscher bereits mehrfach nachgewiesen haben. Bereits mit geringem Hardwareaufwand lassen sich die Systeme täuschen. So kann man beispielsweise zuvor detailliert aufgezeichnete Daten von Fahrzeugen, Fußgängern oder anderen Objekten wie etwa Gebäuden mit einer Art Laserpointer an das Lidar-System des autonomen

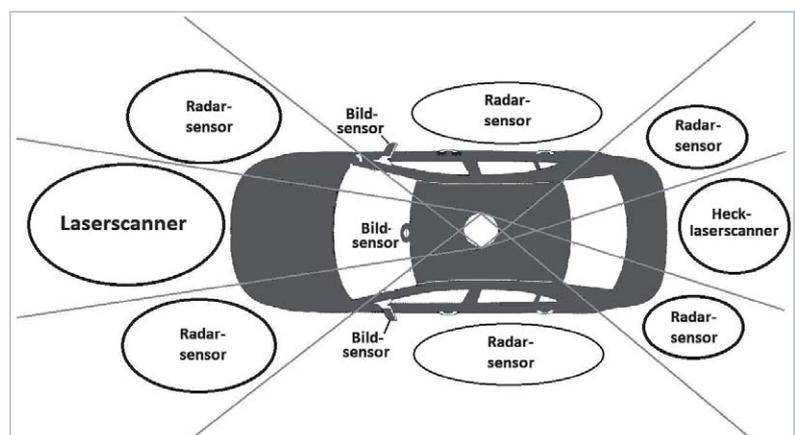


Bild 2: Sensoren an autonomen Fahrzeugen



Fahrzeugs senden. Dieses erkennt dann Hindernisse, die in der Realität überhaupt nicht vorhanden sind. Die Reichweite dieser Systeme kann bis zu über 300 Meter betragen. Diese Einflussnahme ist möglich, da die Daten der Lidar-Sensoren nicht verschlüsselt sind. Auch eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungserfassung findet bislang nicht statt.

Zudem sind intelligente Autos ständig mit dem Internet verbunden. Sie gleichen Standortdaten ab und tauschen Informationen mit anderen Fahrzeugen aus. Dies führt zu einem weiteren Schwachpunkt im System. Die traditionellen Autobauer haben zwar Erfahrungen in der klassischen Fahrzeugtechnik, Datensicherheit und Verschlüsselung lagen jedoch bislang nicht im Hauptfokus ihrer Entwicklungstätigkeit. Hacker demonstrierten bereits in mehreren Fällen, wie gefährlich diese Know-how-Lücken sein können. So wurde beispielsweise mittels Fernzugriff auf das Infotainment-System die Kontrolle über ein Fahrzeug übernommen. Hierzu musste lediglich eine manipulierte Firmware mit einer speziellen Codeergänzung eingeschleust werden. Daraufhin konnte das Auto selbst bei voller Fahrt gelenkt oder sogar die Bremsen abgeschaltet werden.

Auch weniger spektakuläre Fälle wurden bereits bekannt. Aufgrund einer Sicherheitslücke ließen sich Fahrzeuge mittels SMS-Meldung über ein Smartphone öffnen und schließen. Die Lücke wurde zwar geschlossen, jedoch hat der Hersteller später wieder übersehen, die verbesserte Software auch bei nachfolgenden Fahrzeugmodellen zu implementieren. Erst ein weiteres Update stellte die Sicherheit wieder her. Derartige Vorfälle tragen wenig zur Vertrauensbildung in die bisherigen Sicherheitsstandards bei.

Bevor autonome Fahrzeuge also tatsächlich in größerem Umfang zugelassen werden können, müssen die Autohersteller dafür sorgen, dass derartige Hackerangriffe von außen so gut wie vollkommen ausgeschlossen sind. Oftmals arbeiten inzwischen genau diejenigen Hacker, die öffentlichkeitswirksam in die Systeme eingedrungen waren, an den neuen Sicherheitsbarrieren. Der Traum vom autonomen Auto kann aber nur Realität werden, wenn die IT-Sicherheit wirklich gewährleistet ist. Auch der Datenschutz muss natürlich in Betracht gezogen werden. Sicher will niemand permanent in allen Details überwachbar sein, wenn er mit einem Auto voller Sensoren, GPS-Empfängern und Supercomputern unterwegs ist.

In den USA existiert inzwischen eine ganze Stadt, die nur der Entwicklung autonomer Fahrzeuge dient. Mit Mitteln verschiedener Autobauer und IT-Unternehmen aufgebaut, umfasst das Gebiet mehrere Hektar und ist einer typischen Stadt nachempfunden. Neben Kreisverkehren, Ampelkreuzungen, Gehwegen und Straßenlaternen sind auch Verkehrsschilder aller Variationen vorhanden. Hier werden vernetzte und vollkommen autonome Autos unter realistischen Verkehrssituationen getestet. Anstelle echter Menschen sind Roboterfußgänger auf der Straße unterwegs. Nicht nur die Verkehrssicherheit wird geprüft, sondern auch die Einflüsse verschiedener Störungen durch Hackerangriffe oder manipulierte Softwaresysteme.

Auch in Europa und Deutschland kommt die Forschung in Fahrt. Das „digitale Testfeld Autobahn“ des Verkehrsministeriums nimmt immer konkretere Formen an. Ein Teilstück der Autobahn A9 von München nach Nürnberg wurde für Testfahrten von Roboterautos freigegeben. Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen können die 160 Kilometer lange Strecke für automatisierte Testfahrten nutzen. Dazu wurde die Strecke speziell digital aufgerüstet. Mit über 25 Millionen Euro vom Bund und den beteiligten Unternehmen wurden zum Beispiel Systeme in Leitplanken und Pfosten integriert, die Radarwellen besser reflektieren und auch bei schlechter Sicht die Information übermitteln, dass hier die Fahrbahn zu Ende ist.

Auch erste Lkws werden für Testfahrten auf die Autobahn A8 bei Stuttgart geschickt. Während der Testfahrt wird der Autopilot aktiviert und übernimmt die Kontrolle über das Fahrzeug. Bis aber alle noch offenen Haftungsfragen bei Unfällen geklärt sind, werden die Lastwagen hauptsächlich im US-Bundesstaat Nevada auf öffentlichen Straßen getestet.

Im roboterfreundlichen Japan sollen bereits während der Olympischen Spiele im Jahr 2020 autonome Robotertaxis Personen zu den Spielstätten transportieren. Die japanische Regierung hat deshalb verschiedenen Unternehmen Testfahrten in Fujisawa in der Nähe der Hauptstadt Tokio genehmigt. Die Autos fahren jedoch nicht vollständig autonom, da immer noch eine Person am Steuer sitzt, die notfalls in das Geschehen eingreifen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das autonome Fahren bereits in greifbarer Nähe ist. Die folgende Tabelle listet die fünf klassischen Stufen der autonomen Fahrzeugtechnik auf.

<b>Level 1</b>	Assistiertes Fahren	Assistenten helfen dem menschlichen Fahrer.
<b>Level 2</b>	Teilautomatisiertes Fahren	Einzelne Fahraufgaben werden vom Fahrzeug übernommen. Stau- und Einparkassistenten übernehmen Aufgaben in speziellen Situationen.
<b>Level 3</b>	Hochautomatisiertes Fahren	Autobahnstrecken können alleine vom Fahrzeug zurückgelegt werden. Der Fahrer muss aber das Steuer nach einer Aufforderung durch das Auto wieder übernehmen.
<b>Level 4</b>	Vollautomatisiertes Fahren	Verschiedene Anwendungsfälle können vollständig vom Fahrzeug selbst übernommen werden. Ein menschlicher Fahrer muss lediglich noch im Bedarfsfall eingreifen.
<b>Level 5</b>	Autonomes Fahren	Alle Insassen sind Passagiere. Weder Lenkrad oder Pedale sind vorhanden. Das Fahrzeug kann alle Fahraufgaben selbstständig ausführen.

Aktuell verfügen die meisten Fahrzeughersteller über Systeme, die bis zur Stufe 4 zuverlässig arbeiten. In Expertenkreisen gilt es als sicher, dass die fünfte Stufe ebenfalls in den nächsten vier bis fünf Jahren gemeistert werden kann.

## Autonomes Fahren in den eigenen vier Wänden

Einen eigenen Roboter zu bauen ist bereits im Kindesalter ein Traum vieler Menschen. Ein Helfer, der das Zimmer aufräumt, den man sogar in die Schule oder zur Arbeit schicken kann, wenn man selbst gerade keine Lust dazu hat. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit elektronischer und mechanischer Komponenten werden die Baupläne für derartige Projekte immer realistischer. Ein Blick in die verschiedenen Robotikforen im Internet zeigt, dass der Roboterbau nicht nur bei Jugendlichen im Trend liegt, sondern alle Altersklassen von zehn bis 80 Jahren erfasst hat.

Die Idealvorstellung einer menschenähnlichen Maschine, die Hausaufgaben erledigt oder lästige Tätigkeiten im Haushalt übernimmt, muss bei Eigenbauten jedoch vorerst zurückgestellt werden. Zumindest für Einsteiger ist der Bau humanoider Roboter zu aufwendig und meist auch

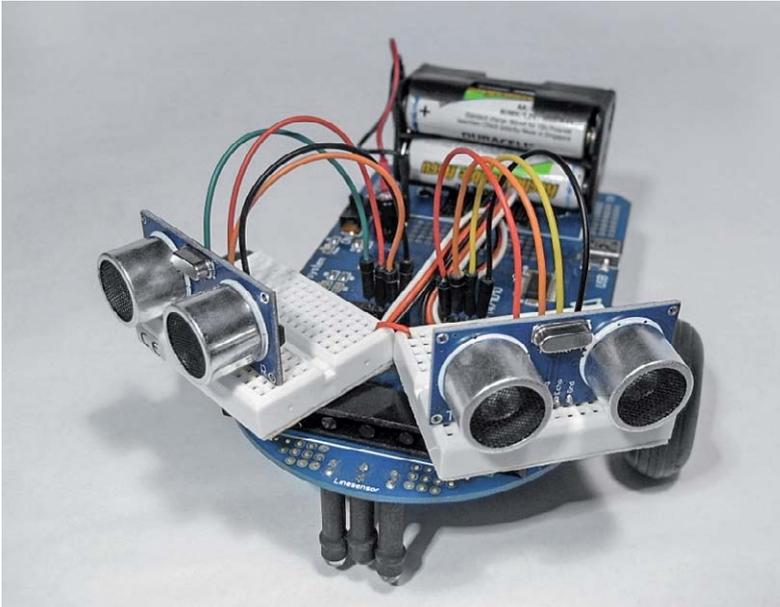


Bild 3: Autonomes Fahrzeug mit Ultraschallsensoren

zu kostspielig. Es ist sinnvoller, zunächst kleinere Projekte in Angriff zu nehmen. Aufgrund der großen Aktualität und des vergleichsweise einfachen Einstiegs bieten sich kleine mobile Roboterfahrzeuge an, die sich autonom in den eigenen vier Wänden bewegen. Nicht zuletzt aufgrund der Ähnlichkeit mit den „großen“ autonomen Fahrzeugen stellt dieser Bereich ein hochinteressantes Aufgabengebiet dar.

Kleinere Robotermodelle, die sich in einer „natürlichen“ Umgebung autonom bewegen, können in der Tat bereits eine echte Herausforderung bieten (Bild 3). Wohnungen sind üblicherweise mit Möbeln und anderen Gegenständen ausgestattet und stellen Roboterfahrzeuge vor ähnlich herausfordernde Probleme wie Fußgänger, Bordsteinkanten oder Laternenpfähle selbstfahrende Autos. Aber gerade hier liegt auch der besondere Reiz, da man sich für die Konstruktion und Programmierung derartiger Robots mit den gleichen Problemen befassen muss wie die Ingenieure der großen Automobilfirmen. Zudem bietet die Technik der Heimroboter die Möglichkeit, die Erfordernisse, aber auch die Gefahren und Probleme des autonomen Fahrens aus erster Hand kennenzulernen.

Gelingt es mithilfe von Sensoren und eigener Intelligenz die selbst konstruierten Roboter so weit zu optimieren, dass sie sich über längere Zeit hinweg kollisionsfrei in der Wohnung bewegen, kann man dies bereits als beachtlichen Erfolg verbuchen. Ist diese erste Hürde genommen, können weitere Aufgaben in Angriff genommen werden:

- Verfolgung von Linien oder Markierungen
- Suchen einer Lichtquelle in der Umgebung
- Bewegung entlang einer Wand
- Vermessung von Zimmern
- Verfolgen eines anderen Roboters oder einer Person
- Transport von Gegenständen
- Staubsaugen
- Rasenmähen
- etc.

Mit fortschreitender Erfahrung kann man dann sogar dazu übergehen, echte Helfer in Haus und Garten zu konstruieren. In Abhängigkeit von der Aufgabe, die der Roboter erfüllen soll, müssen dann unterschiedliche Konzepte verfolgt werden. Die folgenden grundlegenden Konstruktionsmerkmale spielen dabei eine zentrale Rolle:

- Gehäuse bzw. Chassis
- Antriebssystem
- Controller oder Prozessor
- Sensoren

Vor allem die Gehäuseform und die Art der Sensoren sind wichtig. Wenn der Fahrroboter einer Linie folgen soll, dann muss er natürlich auch über Sensoren verfügen, die Helligkeits- oder Farbunterschiede am Boden erkennen. Hier kommen häufig Infrarotsensoren zum Einsatz. Soll an einer Zimmerwand entlanggefahren werden, sind Sensoren an den Fahrzeugseiten erforderlich. Für das Verfolgen einer Person wären Bewegungssensoren oder sogar elektronische Kameras sinnvoll.

Die Kollisionsvermeidung ist eine der wichtigsten Grundlagen für autonomes Fahren. Die dafür im professionellen Bereich eingesetzten Sensoren wie Laserscanner oder Radarabtaster sind für den heimischen Gebrauch jedoch zu aufwendig und zu teuer. Hier greift man meist auf Infrarot- oder Ultraschallsensoren zurück. Für genaue Entfernungsbestimmungen im Bereich von wenigen Zentimetern bis hin zu einigen Metern ist die Ultraschalltechnik ein gut geeignetes Messverfahren. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Ultraschall in Luft beträgt bei Raumtemperatur (20 °C) ca. 343 m/s. Für eine Distanz von 1 m ergibt sich also eine Laufzeit von ca. 3 Millisekunden. Diese Zeitspanne kann mit einem Mikrocontroller sehr genau gemessen werden. Über Laufzeitmessungen sind so Entfernungen sehr präzise erfassbar.

Ultraschallkapseln mit einer Frequenz von 40 kHz sind sowohl in professionellen Anwendungen als auch im Hobbybereich anzutreffen. Sie werden in vielen Bereichen wie etwa Parkassistenzsystemen für Kraftfahrzeuge oder auch in Ultraschall-Fernbedienungen eingesetzt. Prinzipiell ist es möglich, Sender und Empfänger mit Einzelkomponenten aufzubauen. Allerdings ist der Einsatz fertiger Module wesentlich einfacher und meist sogar kostengünstiger. Ein sehr weit verbreitetes Modul ist das SR-04 (siehe „Empfohlene Produkte“ am Ende des Artikels). Außer den Sender und einen Empfänger enthält das Modul auch die erforderliche Auswerteelektronik.

Die technischen Daten des Moduls sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Betriebsspannung:	5 V
Stromaufnahme:	Ca. 15 mA
Reichweite:	2 cm bis ca. 4 m
Messgenauigkeit:	0,3 cm + 1 %
Ultraschall-Abstrahlwinkel:	15°
Ultraschallfrequenz:	40 kHz

Neben Ground (GND) und der Versorgungsspannung ( $V_{cc} = 5\text{ V}$ ) besitzt das Modul die beiden Anschlüsse „Trig“ für den Triggereingang und „Echo“. Mit Trig wird ein Ultraschall-Impulszug gestartet, der Echo-Pin liefert die Informationen zum empfangenen Schallsignal. Für die Anbindung des Moduls an einen Mikrocontroller oder einen Arduino sind lediglich vier Verbindungen erforderlich:

SR-04	Arduino oder Mikrocontroller
GND	Ground
Vcc	5 V
Trig	Pin 12
Echo	Pin 13



Ein Beispielcode für einen Arduino mit Ultraschallsensor SR04 könnte so aussehen:

```
/* Sketch zum Auslesen des Ultraschall-Sensor HC-SR04 */

/* Verbindung Sensor - Arduino:
Sensor   |   Arduino
-----
Trigger  |   pin 12
Echo     |   pin 13
Vcc      |   5V
GND      |   GND
*/

// Initialisieren der Variablen für den Sensor
byte trigger = 12;
byte echo = 13;

// Setzen der Laufzeit-Variablen
long duration = 0;
long distance = 0;

void setup()
{
  // Initialisieren des seriellen Ports 57600 Baud
  Serial.begin(57600);

  // Setze Sensor trigger als OUTPUT, echo als INPUT
  pinMode(trigger, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
}

void loop()
{
  // Triggern des Sensors
  digitalWrite(trigger, LOW);
  delay(5);
  digitalWrite(trigger, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(trigger, LOW);

  // Auswertung des Sensorsignals
  duration = pulseIn(echo, HIGH);

  // Die Entfernung in cm ist die Dauer geteilt durch 2 (nur Weg ZUM Objekt)
  // multipliziert mit der Schallgeschwindigkeit (C ~ 331.5m/s)
  // angepasst an die Lufttemperatur (20°C)
  // C luft ~ 331.5 + 12 = 343m/s = 0.0343cm/µs
  distance = (duration / 2) * 0.0343;

  Serial.print(distance);
  Serial.println(", cm");

  // Eine Messung pro Sekunde
  delay(1000);
}
```

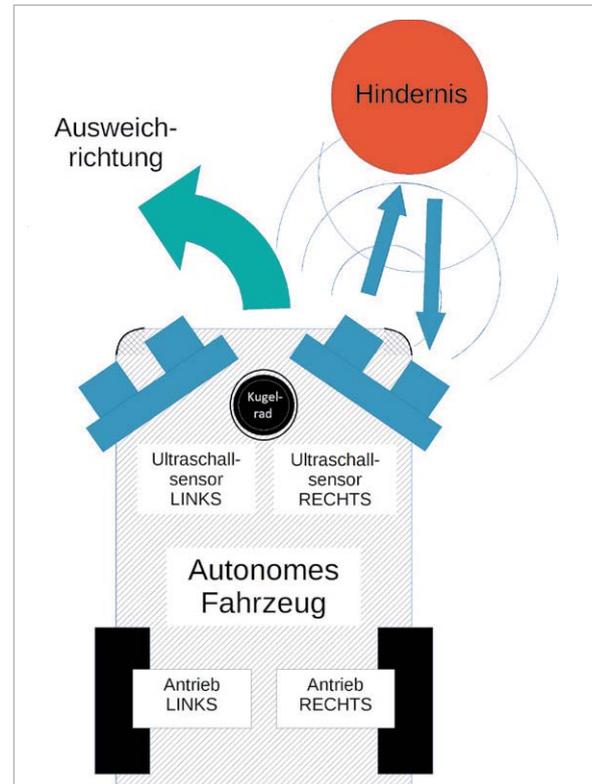


Bild 4: Ausweichsteuerung über zwei Sensoren

Viele Pkws verfügen inzwischen über Einrichtungen, die beim Einparken Blechschäden verhindern sollen. Häufig kommen hierfür Ultraschallsysteme zum Einsatz. Mehrere Sende-/Empfangskombinationen werden dazu in Front- und Heckpartien des Fahrzeugs eingebaut und ausgewertet. Mit einem AVR-Controller und passenden Ultraschallmodulen kann ein solches System auch im Eigenbau erstellt werden.

Für eine effektive Anti-Kollisionssteuerung werden idealerweise zwei Sensormodule verwendet (Bild 4). Mit nur einem Modul ist zwar auch bereits eine Hinderniserkennung möglich, allerdings ist die genaue Lage eines im Fahrweg liegenden Objektes nicht bestimmbar. Mit zwei Sensoren dagegen kann ein effizienter Ausweichalgorithmus entwickelt werden.

Der Ausweichalgorithmus wird nun sehr einfach. Man muss lediglich die beiden Sensoren in regelmäßigen und möglichst kurzen Zeitabständen abfragen. Wird beispielsweise vom rechten Sensor ein Hindernis erfasst, muss das linke Antriebssystem abgebremst werden. Das Fahrzeug weicht entsprechend nach links aus. Anstelle der Ultraschallsensoren können auch Infrarotsysteme zum Einsatz kommen. Am Prinzip des Antikollisionsmechanismus ändert sich dadurch nichts. Im Downloadpaket zu diesem Artikel findet sich jeweils ein Beispielprogramm für die Ultraschall- und die IR-Version. Der Beispielsketch zur IR-Kollisionsvermeidung kann so auf die Ultraschallversion für zwei Sensorsysteme umgesetzt werden.

Mit diesen Methoden lässt sich bereits ein Fahrzeug aufbauen, das in der Lage ist, weitestgehend autonom durch eine Wohnlandschaft zu navigieren. Schränken, Stuhl- oder Tischbeinen kann ein solcher Roboter bereits recht erfolgreich ausweichen. Damit der Roboter auch sinnvolle Aufgaben über-



nehmen kann, muss er nur noch um eine Saug- oder Wischvorrichtung ergänzt werden. Derartige Roboter sind durchaus in der Lage, mit ihren kommerziellen Gegenspielern zu konkurrieren. Im einfachsten Fall kann man das autonome Fahrzeug auch mit einem starken Magneten versehen und es auf die Suche nach verloren gegangenen metallischen Gegenständen wie Muttern oder Schrauben schicken.

## Bionik

Die Linienerfolgung wurde bereits in früheren Beiträgen (Teil 2 „Sensoren und Aktoren in der Roboterentwicklung“ und Teil 3 „Softwaretechnologien in der Robotik“) angesprochen. Einen Schritt weiter geht die Verfolgung einer Lichtquelle. Die Aufgabe ist sogar bereits ein klassisches Beispiel für die Bionik. Dieser Wissenschaftszweig beschäftigt sich mit der Übertragung von biologischen Systemen auf die Technik. Mit dem Aufbau eines lichtsuchenden Roboters kann man ein sogenanntes Augentierchen, lat. *Euglena*, simulieren (Bild 5). Diese Mikroorganismen bilden eine Gattung von Einzellern, deren charakteristisches Merkmal der sogenannte Augenfleck (lat. Stigma) ist. Dieser ist jedoch kein primitives Auge im eigentlichen Sinne, sondern ein Pigmentfleck, der einen Photorezeptor beschattet und so dem Augentierchen ermöglicht, sich in Abhängigkeit von der Lichteinfallrichtung zu bewegen. Die meisten *Euglena*-Arten verfügen über Chloroplasten, die ähnlich wie bei den Pflanzen zur Photosynthese verwendet werden. Deshalb ist es für *Euglena* lebenswichtig, Bereiche mit möglichst viel Licht zu erreichen. Der Photorezeptor erhöht zusammen mit dem Augenfleck also die Überlebenschancen des Tierchens ganz erheblich.

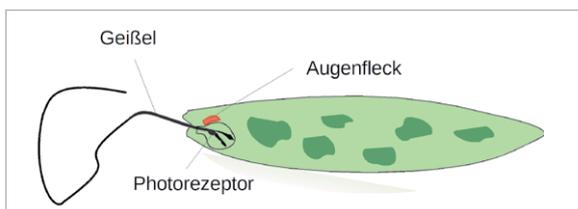


Bild 5: *Euglena* mit Augenfleck

Um das Verhalten von *Euglena* nachzuahmen, kann ein Lichtsuchroboter verwendet werden, der sich auf helle Lichtbereiche zubewegt. Diese Aufgabe ist bereits mit nur einem einzelnen Lichtsensor lösbar. Allerdings muss der Roboterorganismus dafür nach links und rechts pendeln, um die Richtung des hellsten Lichts zu erkennen. Ein Arduino-Sketch dazu findet sich im Downloadpaket.

Der Hardwareaufbau ist sehr einfach. Ein geeigneter Lichtsensor wie etwa der Phototransistor BPW40 wird an den Analogeingang A0 des Arduinos angeschlossen und am „*Euglena*“-Bot nach vorne ausgerichtet. Bild 6 zeigt einen Aufbauvorschlag dazu.

Dann wird nur noch eine Lichtquelle, wie etwa eine LED-Taschenlampe, benötigt. In einem abgedunkelten Raum wird die Taschenlampe auf den Lichtsensor ausgerichtet. *Euglena*-Bot beginnt nun mit pendelnden Bewegungen nach rechts und links. Anschließend bewegt sich der Roboter ein Stück in

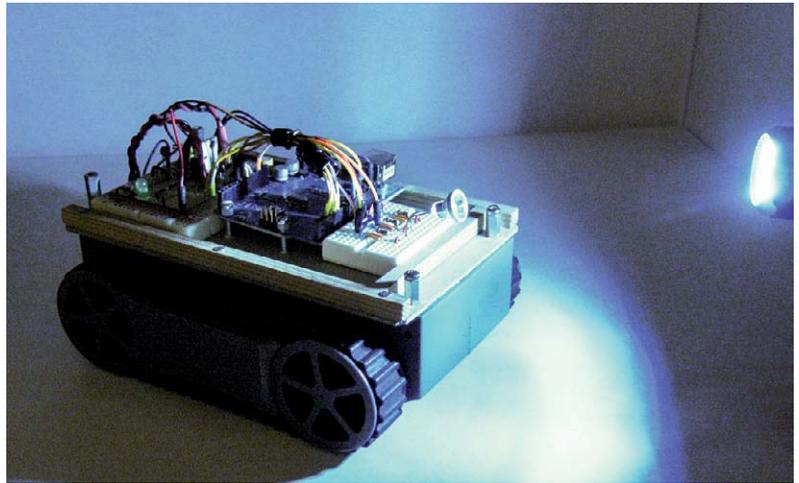


Bild 6: Lichtverfolger in Aktion

Richtung der Lichtquelle. Wird die Lichtquelle bewegt, folgt der Bot wie an einem unsichtbaren Band der LED-Lampe.

Dieses Beispiel zeigt, dass es vergleichsweise einfach ist, einen Roboter einer Signalquelle folgen zu lassen. Im großen Maßstab werden ähnliche Verfahren verwendet, um etwa Lastkraftwagen virtuell zu einer Lkw-Kette zu verbinden. Der gesamte Zug kann dann von lediglich einem einzigen Fahrer gesteuert werden.

## Ausblick

Dieser Beitrag lieferte einen Überblick zum hochaktuellen Thema „autonomes Fahren“. Es wurde hauptsächlich auf die Sensoren und Verfahren eingegangen, die für die Fahrzeugsteuerung erforderlich sind. Natürlich ist für ein vollständig autonom fahrendes Auto auch ein erheblicher Softwareaufwand erforderlich. Inzwischen ist klar, dass das Problem nicht durch klassische Algorithmen alleine lösbar ist. Dazu sind die realen Situationen im Straßenverkehr zu komplex. Deshalb kommt auch hier in zunehmendem Maße die künstliche Intelligenz zum Einsatz.

Im nächsten Beitrag wird daher die künstliche Intelligenz im Vordergrund stehen. Anhand verschiedener Beispiele wird erläutert werden, wie moderne KI-Systeme lernen und so verschiedenste Aufgaben lösen können. Bild- und Mustererkennungsverfahren erlauben es Robotersystemen nicht nur Fahrzeuge zu lenken, sondern auch andere hochkomplexe Aufgaben zu übernehmen. Mit sogenannten „neuromorphen Chips“ wird sogar die Struktur des menschlichen Gehirns nachgeahmt. Damit erwerben Maschinen Fähigkeiten, die klassischen Von-Neumann-Architekturen verschlossen bleiben.

Dass diese Entwicklungen nicht nur Vorteile bieten, sondern auch erhebliche Gefahren bergen, soll dabei nicht verschwiegen werden. **ELV**

Empfohlene Produkte	Bestell-Nr.
Ultraschall-Abstandssensor	12 21 21
Arexx-Asuro-Minirobter ARX-03	09 73 14
Velleman-Roboterbausatz Allbot VR408	12 26 15
AREXX Roboter Fahrgestell ARX CH09	10 18 30
Nicai Systems Roboterbausatz Nibo 2	10 21 20
Nicai Systems Roboterbausatz NIBObee	10 21 12
AREXX AAR-04 Programmierbarer Arduino Roboterbausatz	10 71 95

## Download-Paket:

Die Beispielprogramme zu diesem Artikel können heruntergeladen werden unter [www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10244



# Radon – die (un) heimliche Bedrohung

Teil 2

Es ist weder giftig noch brennbar oder explosiv, aber seine Zerfallsprodukte sind hochgefährlich. Das Edelgas Radon lauert dabei je nach Wohnort teilweise in hohen Konzentrationen in unseren Gebäuden. Im zweiten Teil dieses Artikels beschäftigen wir uns mit Lösungsansätzen zur Vermeidung und Verringerung des von Radon in der Atemluft ausgehenden Risikos.

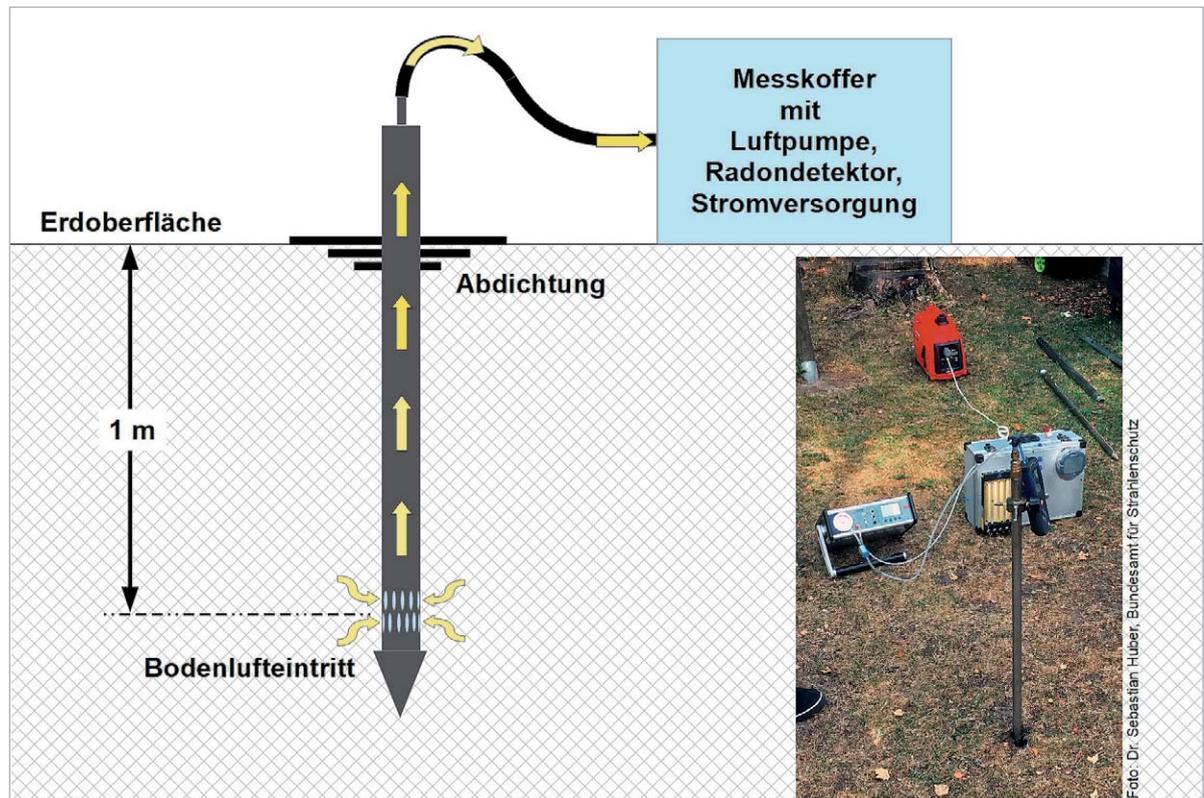


Bild 1: Mithilfe einer Rohrsonde wird in 1 m Tiefe die Bodenluft abgesaugt und auf ihren Radongehalt untersucht.

Im ersten Teil dieser zweiteiligen Artikelserie wurde bereits erklärt, dass das Edelgas Radon 222 in der Zerfallskette von Uran aus dessen Zwischenzerfallsprodukt Radium 226 entsteht, um dann weiter zum lungengefährdenden Polonium 218 zu zerfallen. Da Uran häufig verwachsen mit anderen Erzen ist, tritt es nahezu überall in der Erdkruste in stark variierenden Konzentrationen auf. Damit ist Radon praktisch überall in der Bodenluft mehr oder weniger stark vorhanden.

### Bodenluftuntersuchung

Die von Radongas in der Bodenluft ausgehende Gefahr ist häufig nicht bekannt oder wird leichtfertig unterschätzt. So werden viele Neubauten aus Unkenntnis oder Leichtsinne ohne eine Untersuchung der Bodenluft im Baugrund in Bezug auf ihren Radongehalt errichtet. Dabei besteht für private Neubauten die Pflicht für den Bauherren, durch bauliche Maßnahmen das Eindringen von Radon in das Gebäude weitgehend zu verhindern.

Welche baulichen Maßnahmen das sein können, wird in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV: Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung) festgelegt. In ihrer Neufassung als „Verordnung für die weitere Modernisierung des Strahlenschutzes“ enthält sie Regelungen zum Schutz vor ionisierender und nicht ionisierender Strahlung zu Hause, am Arbeitsplatz oder beim Arztbesuch. Die Verordnung, die am 19. Oktober 2018 vom Bundesrat beschlossen wurde, konkretisiert die Vorgaben des Strahlenschutzgesetzes und tritt am 31.12.2018 in Kraft.

Die gängigste Methode zur Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft erfolgt durch die Ent-

nahme von Bodenluftproben aus 1 m Tiefe mittels einer gegen das Erdreich abgedichteten rohrförmigen Sonde (Bild 1). Dabei wird die Bodenluft durch eine Pumpe stetig gefördert. Die im Luftstrom enthaltenen  $\alpha$ -Teilchen werden von einem Radondetektor registriert.

### Eindring- und Verbreitungspfade

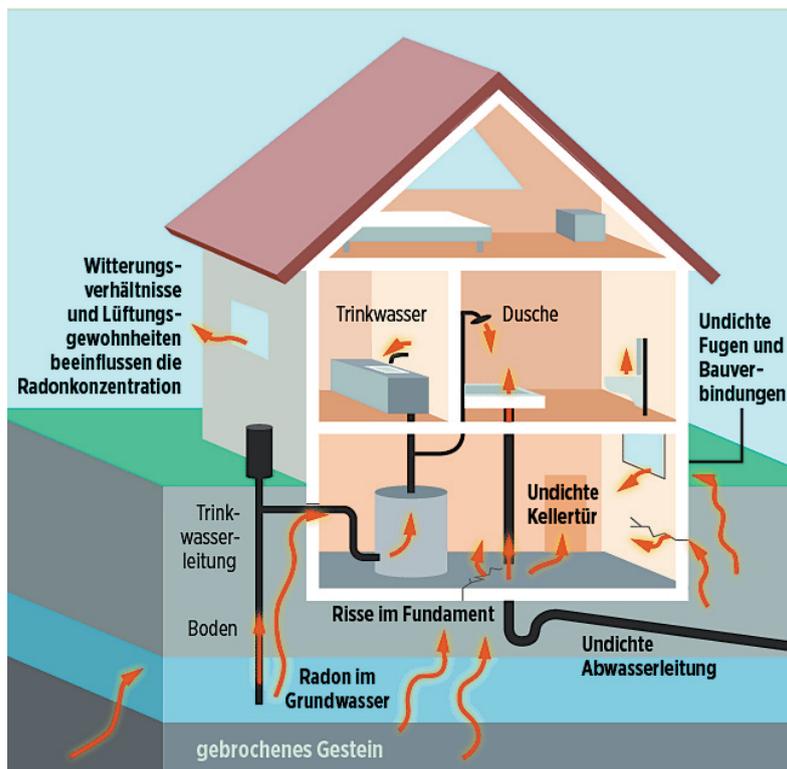
Den Weg in die Wohn- und Arbeitsstätten der Menschen findet Radon durch Risse und Undichtigkeiten der Bodenplatten und Kellerwände, die in direktem Kontakt mit dem Erdreich stehen. In den Kellerräumen sind deshalb die Volumenanteile von Radon in der Raumluft am höchsten, um dann in den oberen Geschossen, wo eine Durchmischung mit unbelasteter Umgebungsluft stattfindet, stetig abzunehmen.

Damit sind die grundsätzlichen Wege zur Reduzierung von Radon in bewohnten Gebäuden vorgezeichnet:

1. Das Eindringen durch Isolation oder Ableiten verhindern oder
2. vorhandene Radonkonzentrationen durch Lüften verringern.

Die Wege, auf denen sich Radon ins Haus „schleicht“, sollen anhand von Bild 2 besprochen werden. Über Undichtigkeiten im Gebäudefundament und in den Kellermauern dringt radonhaltige Bodenluft aus dem Untergrund ein. Diese kann direkt aus zerfallendem Radium oder radonführendem Grundwasser angereichert werden. Eindringpfade für das Radongas sind Risse, poröser Beton, schlechte Verfügen und Bauverbindungen, unzureichend abgedichtete Einführungen von Wasser- und Abwasserrohren, elektrischen Leitungen, Gasleitungen, Befüllungsleitungen

## So schleicht sich Radon ins Haus



info.BILD.de | Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

Bild 2: Pfade, auf denen Radon in ein Gebäude eindringen und es wieder verlassen kann.  
Grafik: Bundesamt für Strahlenschutz

von innenliegenden Öltanks sowie Leitungen zu außenliegenden unterirdischen Tanks für Öl und Gas.

Aber auch Trinkwasser, das über ein fehlerfreies Installationssystem zu den Zapf- und Verbrauchsstellen (Wasserhähne, Duschköpfe und Badewannen) ins Haus gelangt, kann Radon mit sich führen. Dieses stammt aus dem zu Trinkwasser aufbereiteten Grundwasser, das beim Durchströmen von radonhaltigen Gesteinsformationen das radioaktive Edelgas aufnimmt. Insbesondere in Wasseraufbereitungsanlagen Beschäftigte sind damit einer erhöhten Strahlenbelastung ausgesetzt. Die Bevölkerung wird durch das Radon im Trinkwasser direkt oder durch die Ausgasungen in die Atemluft zusätzlich strahlenbelastet. Gemäß der neuen Trinkwasserverordnung soll eine Aktivität von 100 Bq/l nicht

überschritten werden. Da Radon als ein im Trinkwasser zu überwachendes Radionuklid gilt, kann man davon ausgehen, dass die Wasserversorger nur Wasser mit unbedenklichen Radonkonzentrationen in das Verteilnetz einspeisen.

Nicht zuletzt kann Radon im Erdreich in defekte Abwasserleitungen eindringen und über diese in die Häuser gelangen.

### Radondichtes Bauen

Die sicherste Abwehr gegen das Eindringen von Radon über die Bodenplatte und Kellerwände ist deren radondichte bauliche Ausführung. Als Faustregel gilt: „Was wasserdicht ist, ist auch für Radon undurchlässig.“ Zwar gibt es auch Diffusionsvorgänge, bei denen Radongas z. B. eine Betonschicht durchdringen kann, jedoch sind diese meistens gegenüber den konvektiven Strömungsvorgängen zu vernachlässigen.

Man hat es also bei Neubauten in der Hand, Radon zuverlässig auszusperren. Das muss umso sorgfältiger geschehen, je größer die Bodenluftbelastung ist. Weil aber in messtechnisch wenig untersuchten Gebieten in einer Siedlung mit nahe beieinanderliegenden, gleichartigen Häusern einzelne Häuser hohe Radonbelastungen aufweisen können, während Nachbarhäuser unbelastet sind, ist eine fachgerechte Auseinandersetzung mit der Radonproblematik auch in Gebieten, in denen keine hohe Radonbelastung erwartet wird, angezeigt (vergl. Radonhandbuch Schweiz, 2000).

Es sei nochmals betont, dass sichere Erkenntnisse über den lokalen Radonbelastungsgrad der Bodenluft nur durch Messungen erlangt werden können!

### Unterlüftung der Bodenplatte (Radondrainage)

Durch ein Drainagesystem wird die Ansammlung von Radon unter der Bodenplatte verhindert, indem dieses „weggelüftet“ wird. Das von den porösen, miteinander verbundenen Drainagerohren aufgenommene Radon wird in einem mindestens 15 cm starken Steigrohr senkrecht nach oben über die Erdoberfläche geleitet und verflüchtigt sich bei seiner Entlassung in die Atmosphäre. Bild 3 zeigt, wie die Drainagerohre verlegt, zusammengeführt und mit dem Entlüftungrohr verbunden werden. Die Drainagerohre werden mit einer ca. 5 cm starken Schicht aus grobem Splitt oder Kies gefolgt von einer PE-Folie und einer Sauberkeitsschicht abgedeckt, worauf die stahlarmierte Bodenplatte folgt (im Bild weggelassen).

Bei stark durchlässigen Böden kann es sinnvoll sein, unter dem Drainagesystem eine radondichte Folie großflächig zu verlegen. Dadurch wird das Nachströmen von Radongas behindert. Wichtig ist das Bestehen eines Unterdrucks zwischen Drainagesystem und Ablüftungsöffnung, um eine ausreichende Strömung sicherzustellen. Gegebenenfalls kann mit einem elektrischen Ventilator im Verlauf des Steigrohrs der passive Absaugeffekt aktiv verstärkt werden.

### Foliensperre

Das Einhüllen der Bodenplatte und der mit dem Erdreich in Berührung stehenden Kellerwände mit einer sorgfältig verschweißten radondichten Sperrfolie verhindert bei fachmännischer Anbringung auch bei

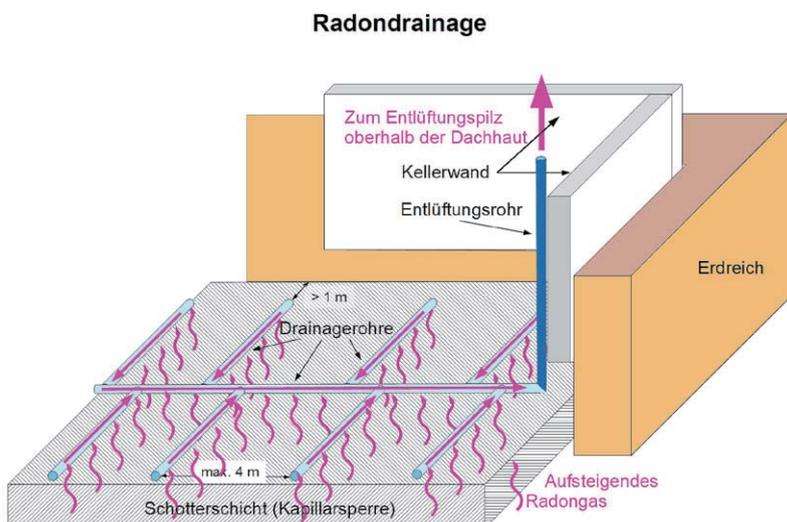


Bild 3: Mit einer Radondrainage wird Radon unterhalb der Bodenplatte abgesaugt und steht für das weitere Eindringen nicht mehr zur Verfügung.



hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft das Eindringen des radioaktiven Gases in den Gebäudekeller.

Wie **Bild 4** beispielhaft zeigt, liegt die Radonfolie zwischen der Perimeterdämmung (Wärmedämmung der erdberührenden Bauwerksteile mit geschlossenenporigen Hartschaumplatten) und der etwa 5 cm starken Sauberkeitsschicht aus Magerbeton auf der an das gewachsene Erdreich angrenzenden kapillarbrechenden Grobkiesschicht. Besondere Sorgfalt ist an den Übergängen von Folienbahnen und bei der Hohlkehle zwischen waagrechter und senkrechter Radonfolie geboten. Hier müssen die Folien mindestens 15 cm überlappend und im Überlappungsbereich vollflächig verklebt oder mit einem Kunststoffschweißgerät verschweißt werden, um Gasdichtheit zu gewährleisten. Verletzungen der Radonfolie durch Risse oder Perforationen als Schlupflöcher für das konvektive Eindringen von Radongas sind penibel zu vermeiden. Die Perimeterdämmung hat in dieser Hinsicht eine beträchtliche Schutzfunktion.

Besondere Sorgfalt ist auf die gasdichte Abdichtung von Durchführungen aller Art durch die Bodenplatte und die Kellerwände zu verwenden. Hier empfehlen sich vom Fachmann eingebaute, qualifizierte Rohrdurchführungssysteme.

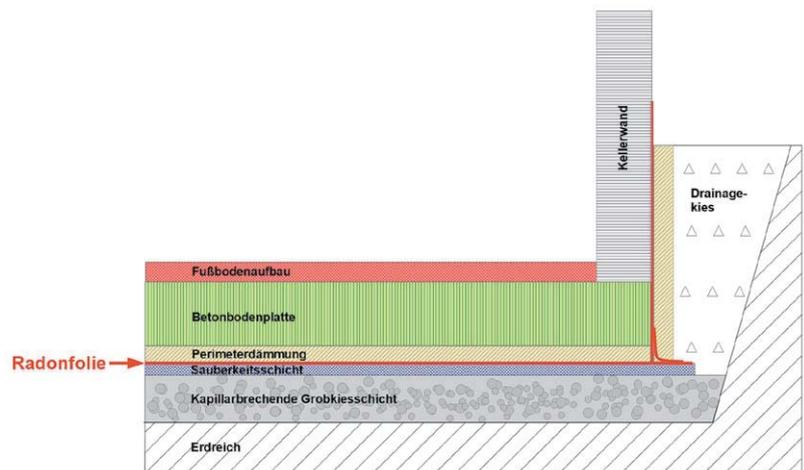
Man mag einwenden, dass der Aufwand für Radonsperrfolie nach **Bild 4** eventuell auch in Kombination mit einer Radondrainage nach **Bild 3** einen unverhältnismäßigen Aufwand darstellt. Dieser wird neben dem völligen Ausschluss von Radon durch den Zusatznutzen einer hohen Wärmedämmung gegen das Erdreich und eine absolute Dichtheit gegen Feuchtigkeit (selbst bei drückendem Wasser!) relativiert. So lassen sich Kellerräume bedenken- und problemlos als Hobby- und Lagerräume ohne weitere Maßnahmen nutzen. Insgesamt ist die Aussperrung von Radon durch Radonfolie bei einem Neubau kein relevanter Kostenfaktor (wenige Promille der Gesamtkosten), ist aber von hohem Nutzen. Typisch sind Kosten von 10–20 Euro pro Quadratmeter Grundfläche eines Hauses.

### Radonbrunnen

Unter einem Radonbrunnen versteht man eine gewollte Senke für die durch Radongas radioaktiv belastete Bodenluft unter oder neben dem Gebäudefundament. Durch Unterdruck im Radonbrunnen fließt die radonhaltige Bodenluft aus der umgebenden Erde dorthin und wird über ein Entlüftungrohr passiv oder durch Ventilator unterstützt in die Atmosphäre oberhalb der Geländeoberfläche abgeleitet. Durch das gezielte Sammeln und Abführen der radonhaltigen Bodenluft sinkt deren Druck im Umfeld des Fundaments und die Eindringtendenz in das Gebäude wird abgeschwächt. Wichtig ist, dass die Radonbrunnenschächte tief genug reichen, um zu garantieren, dass die Radonkonzentration unter der Bodenplatte des Gebäudes deutlich absinkt. Bei Böden mit geringer Durchlässigkeit kann es erforderlich sein, mehrere Radonbrunnen an geeigneten Stellen im Erdreich anzuordnen.

Radonbrunnen werden als perforierte Schächte ausgeführt, deren Wände dem Durchtritt des Radon-

### Folienabdichtung

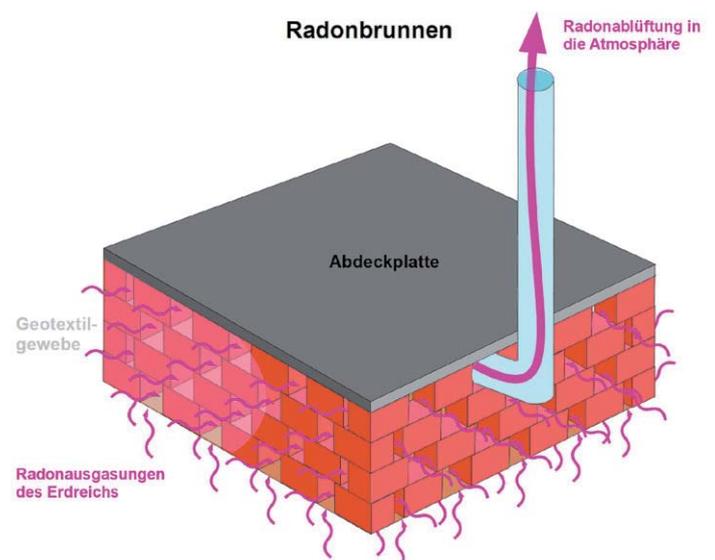


*Bild 4: Die Abdichtung mit einer lückenlosen radondichten Sperrfolie in Verbindung mit einer Perimeterdämmung (Wärmeisolation des Gebäudefundaments) ist die sicherste Methode, Radon abzuweisen, bei optimaler Energiebilanz.*

gases keinerlei Widerstand entgegensetzen. **Bild 5** zeigt dies am Beispiel von in einem Lochverband aufgestellten Ziegelsteinen, der von oben mit einer Beton- oder Metallplatte abgedeckt wird. Das Einfallen von Erd- bzw. Kiesmassen durch die Lüftungsöffnungen verhindert eine Umhüllung durch verrottungsfestes, luftdurchlässiges Geotextilgewebe. Alternativen zu diesen selbst hergestellten Radonschachtbrunnen sind fertige, im Handel erhältliche Schachtsysteme.

### Radon in Bestandsgebäuden

Als ältere Gebäude errichtet wurden, geschah dies ohne Wissen um eine eventuell vorhandene Gefährdung durch das aus dem Erdreich eindringende Radon. So finden sich in alten Bauern- und Bürgerhäusern noch gestampfte Erde als Kellerboden und offen liegende Bruchsteinkellerwände. Dadurch wird dem Ausgasen von Radon nur geringer Widerstand entgegensetzt. Aber selbst in jüngeren Gebäuden wirken grobporige Betonbodenplatten, unabgedichtete Durchbrüche und gasdurchlässige Kellerwände und Setzungsrisse als Eintrittspforten für das radioaktive Edelgas. Werden in derartigen Situationen hohe Radonkonzentrationen festgestellt, müssen diese reduziert werden, um ein langfristiges Risiko



*Bild 5: Ein Radonbrunnen ist eine künstliche Senke für die Bodenluft, die von hier abgesaugt wird. Dadurch verringert sich die Radonkonzentration im Erdreich.*



Raumnutzungsart	Luftwechselrate n [1/h]
Büroräume	3–6
Gast- und Versammlungsräume	5–10
Hörsäle	8–10
Kaufhäuser, Kino, Theater	4–6
Schwimmballen	3–4
Toiletten	4–6
Laboratorien	8–15
Küchen	20–30
Werkstätten	4–6

Quelle: Wikipedia

Bild 6: Durch regelmäßigen Austausch radonbelasteter Raumluft gegen einwandfreie Außenluft lässt sich die Radonkonzentration senken.

für die Lungengesundheit der Bewohner auszuschließen. Dazu gibt es mehrere Ansätze, die alle auf Lüftungstechnischen Maßnahmen beruhen.

### Luftwechselrate

Der gesunde Aufenthalt in Gebäuden setzt die Abwesenheit gesundheitsschädlicher Luftbestandteile aller Art sowie ausreichend Sauerstoff voraus. Eine hohe Innenraumluftqualität erfordert regelmäßiges Lüften, was für eine ausreichende Luftwechselrate sorgt. Unter der Luftwechselrate  $n$  (Einheit 1/h) versteht man den Bruchteil des Raumvolumens, der innerhalb einer Stunde gegen einwandfreie Luft ausgetauscht wird. Die DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ fordert in Teil 2 eine Luftwechselrate von mindestens  $n=0,5/h$ , d. h., wenigstens die Hälfte der Raumluft sollte in jeder Stunde durch unbelastete Luft ersetzt werden.

Damit werden die Volumenkonzentrationen der üblichen Luftschadstoffe wie  $\text{CO}_2$ , Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), flüchtige organische Verbindungen (VOC), Schimmelpilzsporen, Pollen, Bakterien, Feinstäube und eben auch Radon stündlich mindestens halbiert. Dabei ist darauf zu achten, dass das gesamte Raumvolumen vom Austausch erfasst wird.

Natürlich spielt die Raumnutzung eine erhebliche Rolle für die Luftwechselrate (Bild 6).

### Energetische Gebäudesanierung

Häufig geht der Raumluftwechsel mit einem Wärmeverlust einher. Da moderne Gebäude für eine gute Energiebilanz thermisch gut isoliert sind, wozu auch dicht schließende Fenster und Türen gehören, ist hier die wünschenswerte Luftwechselrate bei minimalen Wärmeverlusten nur durch aktive „kontrollierte Wohnraumlüftung“ (KWL) zu erzielen.

Wenn bei einer energetischen Gebäudesanierung der Radonschutz nicht bereits in der Planungsphase einbezogen wird, kommt es häufig zu einem Anstieg der Radonkonzentration in der Raumluft. Der Grund liegt meistens darin, dass mit der erhöhten Dichtheit der Gebäudehülle die passive Luftwechselrate sinkt, ohne gleichzeitig die Eintrittspfade für das Radongas besser abzudichten.

Man kann daran erkennen, dass die optimale energetische Gebäudesanierung eine ganzheitliche Betrachtungsweise sowie viel Sachverstand und Erfahrung erfordert. Nur so lassen sich teure, schwer behebbare Fehler vermeiden.

### Unterdruck und Radonkonzentration

Radonhaltige Bodenluft kann nur in ein Gebäude eintreten, wenn im Gebäudeinneren ein niedriger Luftdruck herrscht als in der Bodenluft des umgebenden Erdreichs. Das Radongas folgt also dem Druckgefälle innerhalb eines Hauses, wodurch die abwehrenden Maßnahmen vorgezeichnet sind.

Prinzipiell ist die Radonkonzentration am Ort ihres Eintritts in das Gebäude am höchsten, um tendenziell mit zunehmender Höhe wegen fortschreitender Verdünnung mit unbelasteter Atmosphärenluft abzunehmen (Bild 7). Der Grund für das Aufsteigen des Radons ist im thermikbedingten vertikalen Luftdruckgefälle begründet. In konkreten Fällen kann jedoch Radon aus dem Kellergeschoss über Schächte, Installationsrohre und sonstige potenziell luftführende Hohlräume unverdünnt in die oberen Stockwerke geleitet werden. Hier kann nur eine gründliche Abdichtung im Zusammenwirken mit gezielter Belüftung Abhilfe schaffen.

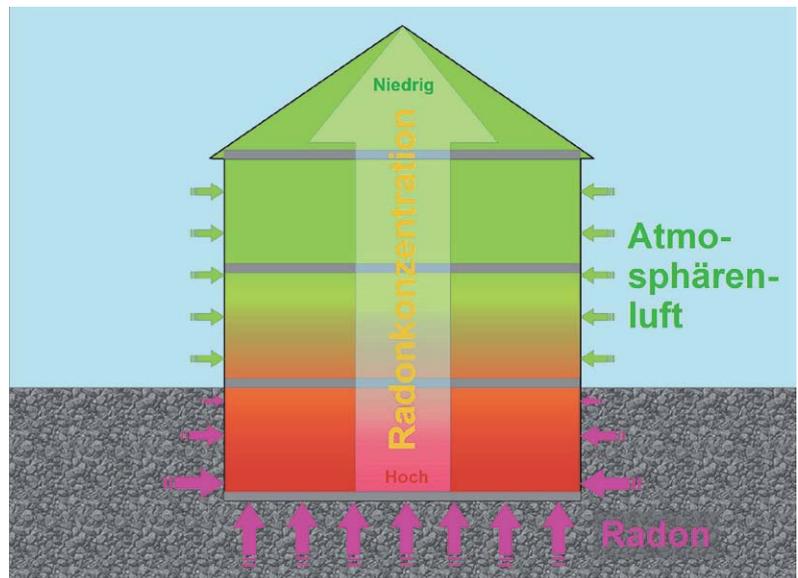


Bild 7: Tendenzial nimmt die Radonkonzentration in einem Gebäude von unten nach oben ab.

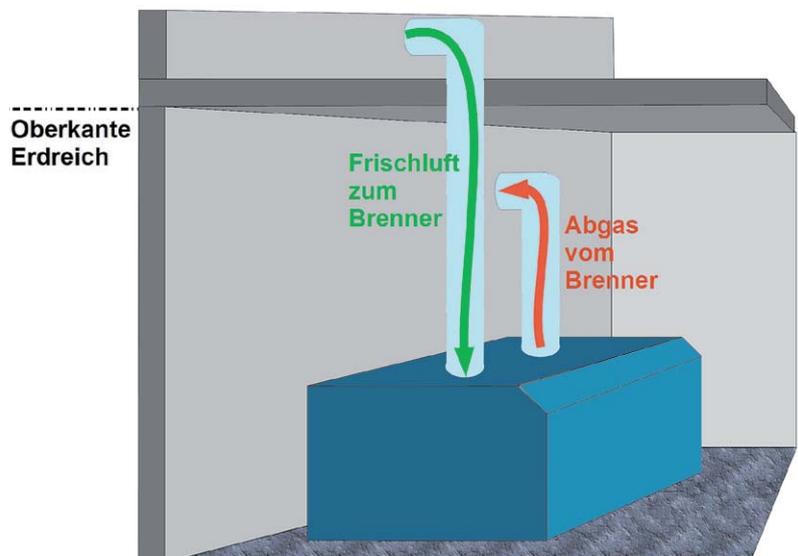


Bild 8: Der Brenner einer Heizung saugt beträchtliche Mengen von Raumluft an und erzeugt dadurch einen Ansaugunterdruck für die außenliegende Bodenluft.



Unterdruck kann durch Abluftventilatoren, Dunstabzugshauben, Gasthermen, Öfen, Kamine, Windanströmungen auf das Gebäude und manches mehr verursacht werden, wenn nicht ausreichende Nachströmöffnungen vorhanden sind. Optimal ist es, die Druckverhältnisse innerhalb des Gebäudes so zu verändern, dass es zu keiner Sogwirkung auf radonhaltige Boden- und Raumluft kommt.

### Weglüften von Radon

Als schnell wirkende Maßnahme bei einer hohen Radonkonzentration in den Kellerräumen ist die „Verdünnung“ der belasteten Innenluft durch frische Außenluft möglich. Besonders im Winter sinkt durch die damit einhergehenden Wärmeverluste natürlich die Raumtemperatur und die Energiebilanz des Gebäudes verschlechtert sich. Damit ist die Lüftung von Kellerräumen nur als Sofortmaßnahme bis zur Umsetzung einer geeigneteren, dauerhaften Strategie sinnvoll.

### Unterdruck beseitigen

Weil das Druckgefälle zwischen Kellerluft und Bodenluft der physikalische Grund für das Eindringen von Radon in die Kellerräume ist, müssen seine Ursachen analysiert werden, um es dann gezielt zu verringern, zu beseitigen oder umzukehren. Das ist neben der gründlichen Abdichtung (in Bestandsgebäuden meist aufwendig und teuer) die einzige Möglichkeit zu verhindern, dass die radonhaltige Bodenluft mögliche Infiltrationspfade nutzt.

So ist es unbedingt ratsam, den Brenner einer Öl- oder Gasheizung unmittelbar mit der erforderlichen Verbrennungsluft aus dem Außenbereich des Gebäudes zu versorgen (Bild 8). Durch diese raumluftunabhängige Ansaugmöglichkeit wird ein Druckabfall im Aufstellungsraum der Heizung verhindert.

Besonders vorteilhaft sind konzentrische Luft-Abgas-Systeme (LAS), bei denen das Heizgerät seine Verbrennungsabgase über ein dünnes Innenrohr nach außen abgibt und die für den Verbrennungsvorgang erforderliche Frischluft über das konzentrische Außenrohr ansaugt. Dabei überträgt das heiße Abgas einen Teil seiner Wärmeenergie an die kalte Verbrennungsluft. Deren damit verbundene Vorwärmung und die Abkühlung des über den Kamin entweichenden Abgases steigert infolge geringerer Energieverluste über das Abgas (Abgasverluste) die Energieeffizienz des Heizgeräts.

### Überdruck erzeugen

Am wirkungsvollsten ist es, in den Kellerräumen als Hauptinfiltrationsstätten einen leichten Überdruck zu erzeugen, was die radonhaltige Bo-

denluft sicher ins Erdreich zurückdrängt. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Verbindung mit einer Raumklimatisierung können dies sparsam, komfortabel und wirkungsvoll leisten. Bild 9 zeigt das Grundprinzip: Ein Wärmetauscher wird von warmer verbrauchter Raumluft (Abluft) und kühler frischer Außenluft (Frischlufte) durchströmt. Dabei gibt die Abluft ihre Wärme an die Frischluft ab, die dann als vorgewärmte Zuluft in die Räume geleitet wird. Die abgekühlte Abluft wird als Fortluft in die Atmosphäre entlassen. Die in der Fortluft noch enthaltene Restwärme kann ihr effizienzsteigernd mit einer Luft-Luft-Wärmepumpe entzogen und der Zuluft hinzugefügt werden.

### Raumnutzung ändern

Bei relativ geringen Radonkonzentrationen von 100 bis 200 Bq/m<sup>3</sup> in einem Kellerraum kann neben der Lüftung die Veränderung der Raumnutzung im Sinne einer verkürzten Aufenthaltsdauer eine sinnvolle Alternative sein. Wenn so aus einem Hobbyraum ein sporadisch betretener Lagerraum wird, ist der gesundheitliche Zweck erreicht.

Bei höheren Radonkonzentrationen reicht eine Nutzungsänderung nicht aus und es müssen weitere Maßnahmen wie die Abdichtung von Fugen und Rissen in Böden und Wänden, Durchbrüchen, Installations- und Inspektionsschächten und Durchführungen, Erzeugen eines leichten Überdrucks durch einen Frischluft einblasenden Ventilator, elastische Türdichtungen, Nachbetonierung von Naturkellerböden usw. in Betracht gezogen werden.

### Fazit

Aus gesundheitlichen Gründen ist das radioaktive Edelgas Radon aus Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, in denen sich regelmäßig Menschen längere Zeit aufhalten, fernzuhalten.

Bei **Neubauten** ist das durch eine radondichte Bauweise relativ aufwandsarm zu erreichen. Lückenlos dichter Beton für Bodenplatte und Kellerwände mit zusätzlicher Radonsperrfolie genügt in der Regel. In Gebieten mit extrem hohen Konzentrationen von Radon in der Bodenluft kann diese durch Weglüften unter der Bodenplatte oder richtig im Erdreich positionierte Radonbrunnen reduziert werden. Wer ganz auf Nummer sicher gehen will, sollte von Wohn-, Arbeits- und Aufenthaltsräumen im Keller absehen.

In **Bestandsgebäuden** ist eine genaue Analyse der Radonverhältnisse die wichtigste Voraussetzung, bevor man sich für geeignete Maßnahmen entscheidet. Diese können Abdichtungen, Lüftungsmaßnahmen, das Erzeugen eines leichten Überdrucks, Änderung der Raumnutzung, Schließen von vertikalen Schächten, Zufuhr von externer Frischluft zu Heizungsbrennern und Öfen usw. sein. Auf jeden Fall sind bauliche Maßnahmen zur Verminderung oder Beseitigung vorhandenen Radons in Bestandsgebäuden erheblich aufwendiger, als bei Neubauten das Eindringen von Radon vollständig zu verhindern.

Stets sollte man sich durch Messungen von der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen überzeugen, um sich nicht in falscher Sicherheit zu wiegen. **ELV**

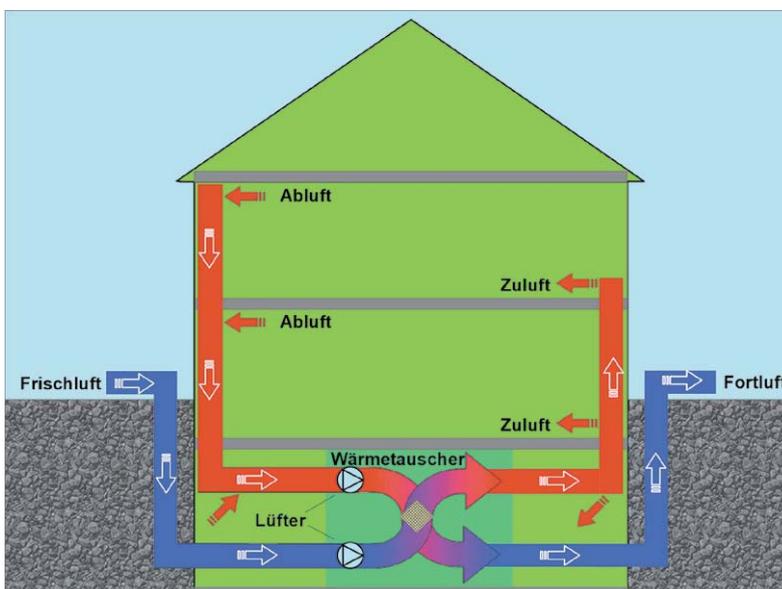


Bild 9: Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kombiniert eine gute Radonbeseitigung mit verringerten Wärmeverlusten.



Obere Reihe von links: Dominik Gimplinger, Werner Müller, Torsten Boekhoff, Daniel Lange, Marco Fenbers. Mittlere Reihe von links: Manfred Gontjes, Andreas Bünting, Uwe Schumann, Andree Dannen, Andreas Prast. Untere Reihe von links: Marcus Rull, Jonas Pohl, Tim Janssen

# 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 **Oft gestellte Frage zu der Astrofunktion der HomeMatic Zentrale CCU 1/2/3:**

Wie kann innerhalb eines Programms eine Funktion vor Sonnenauf- bzw. vor Sonnenuntergang programmiert werden? Innerhalb des Programms lässt sich lediglich eine Verzögerung programmieren, sodass Schaltvorgänge (z. B. Licht ein/aus oder Rollladen hoch/herunter) nach Sonnenauf- bzw. nach Sonnenuntergang durchgeführt werden.

**Antwort von ELV:** Eine negative Verzögerung ist nicht programmierbar. Als „Workaround“ ändern Sie einfach den Längengrad unter „Einstellungen – Systemsteuerung – Zeit-/Positionseinstellung“. Bei Änderung der Längengradeinstellung ver-

schiebt sich auch die berechnete Sonnenauf- und Sonnenuntergangszeit. Je 15° beträgt der Versatz 1 Stunde. Hier einige Beispiele:

Tatsächlicher Standort 7,5° Ost:

Sonnenaufgang: 8:12 Uhr, Sonnenuntergang: 18:16 Uhr

Virtueller Standort 15° Ost:

Sonnenaufgang: 7:42 Uhr, Sonnenuntergang: 17:46 Uhr

Wenn der Rollladen z. B. ½ Stunde nach Sonnenuntergang heruntergefahren und ½ Stunde vor Sonnenaufgang wieder hochgefahren werden soll, ändern Sie den Längengrad um 7,5° in östlicher Richtung. Hierdurch ist das Hochfahren des Rollladens ½ Stunde vor Sonnenaufgang über die Astrofunktion bereits gegeben. Damit der Rollladen abends pünktlich ½ Stunde nach dem tatsächlichen Sonnenuntergang herunterfährt, verzögern Sie die Ausführung um 60 Minuten.

**Frage** von Herrn Jagott zum Homematic Fensterkontakt HM-Sec-SCO (Bestell-Nr. 13 02 97):

Ich habe den optischen Tür- und Fensterkontakt HM-Sec-SCO an meiner Haustür montiert. Er funktioniert sehr gut, aber ich würde gerne über ein „Programm“ einstellen, dass der Kontakt mir nach einer vorgegebenen Zeit eine Meldung schickt, aber nur, wenn die Tür noch auf ist, aber nicht, wenn sie innerhalb der eingestellten Zeit wieder verschlossen wird. Sozusagen

als Meldung, wenn die Tür nicht richtig zugezogen wurde. Ich habe schon einiges ausprobiert, bekomme es aber nicht hin, dass der Kontakt sich nicht meldet, wenn die Tür korrekt zugezogen wurde.

**Antwort** von ELV: Arbeiten Sie in Ihrem Fall mit einer Verzögerung innerhalb eines Programms.

The screenshot shows a configuration window for a Homematic program. It is divided into several sections:

- Bedingung: Wenn...** (Condition: When...): Includes a dropdown for 'Geräteauswahl' (Device selection) set to 'Tür-/Fensterkontakt opt.:1', a dropdown for 'bei' (on) set to 'offen' (open), and a dropdown for 'bei Änderung auslösen' (trigger on change) set to 'bei Änderung auslösen'.
- Aktivität: Dann...** (Activity: Then...): Includes a checkbox 'Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern)' (Before executing all running delays for these activities, end (e.g., retrigger)). It is currently unchecked. Below it, 'Geräteauswahl' is set to 'Statusanzeige:1', 'verzögert um' (delayed by) is set to '15', 'Sekunden' (seconds) is selected, and 'Anzeige rot' (display red) is selected.
- Bedingung: Sonst, wenn...** (Condition: Else, when...): Includes a dropdown for 'Geräteauswahl' set to 'Tür-/Fensterkontakt opt.:1', a dropdown for 'bei' set to 'geschlossen' (closed), and a dropdown for 'bei Änderung auslösen' set to 'bei Änderung auslösen'.
- Aktivität: Dann...** (Activity: Then...): Includes a checked checkbox 'Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern)'. Below it, 'Geräteauswahl' is set to 'Statusanzeige:1', 'sofort' (immediately) is selected, and 'Anzeige aus' (display off) is selected.
- Aktivität: Sonst...** (Activity: Else...): Includes an unchecked checkbox 'Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern)'.

Im Beispielprogramm wird als Anzeigeelement die Homematic Statusanzeige verwendet, bei welcher der verwendete Kanal erst nach 15 s auf die rote Anzeige gesetzt wird, wenn der Fensterkontakt „Offen“ gemeldet hat. Die Zeitspanne kann natürlich auch länger sein. Sollte innerhalb dieser Zeitspanne der Kontakt „Geschlossen“ melden, wird das Programm nochmals gestartet (über die dann erfüllte Sonst-wenn-Be-

dingung). Daraufhin werden zunächst alle laufenden Verzögerungen beendet ((Haken bei „Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z. B. Retriggern).“ setzen)), und die Statusanzeige wird ausgeschaltet (bzw. bleibt aus, wenn Sie zuvor noch nicht eingeschaltet worden ist).

**Frage** von Herrn Benner zum Homematic Schließerkontaktinterface HM-SCI-3-FM (Bestell-Nr. 09 20 68):

Für eine Wechselschaltung habe ich den Funk-Schaltaktor für Markenschalter (HM-LC-Sw1PBU-FM) und das Schließerkontaktinterface beschafft.

Den Schaltaktor habe ich so eingestellt, dass Kanal 1 unendlich ein- und Kanal 2 ausschaltet.

Jetzt bin ich aber beim Versuch, das Schließerkontaktinterface per Direktverknüpfung einzubinden, vollkommen gescheitert.

Können Sie mir da einen Tipp geben, was ich falsch gemacht habe?

**Antwort** von ELV: Damit das Schließerkontaktinterface wie ein realer Wechselschalter arbeitet, ist es erforderlich, innerhalb der Verknüpfung die Togglefunktion einzustellen. Die Togglefunktion lässt sich allerdings nur über die Expertenparameter programmieren. Rufen Sie die Verknüpfung daher nochmals auf, stellen die Profileinstellung – Empfänger auf „Experte“ und stellen folgende Parameter ein:

```
SHORT_CT_OFF          --> X GE COND_VALUE_LO
SHORT_CT_ON           --> X GE COND_VALUE_LO
SHORT_COND_VALUE_LO  --> 0
```

The screenshot shows the 'Profileinstellung - Empfänger' (Profile setting - Receiver) section of the Homematic configuration interface. The 'Empfänger' (Receiver) is set to 'Experte'. The following parameters are configured:

- SHORT\_CT\_OFFDELAY: X GE COND\_VALUE\_LO
- SHORT\_CT\_ONDELAY: X LT COND\_VALUE\_LO
- SHORT\_CT\_OFF: X GE COND\_VALUE\_LO
- SHORT\_CT\_ON: X GE COND\_VALUE\_LO
- SHORT\_COND\_VALUE\_LO: 0 (range 0-255)

**Ihr Kontakt zur ELV Journal Redaktion**

**E-Mail:** [redaktion@elvjournal.de](mailto:redaktion@elvjournal.de)

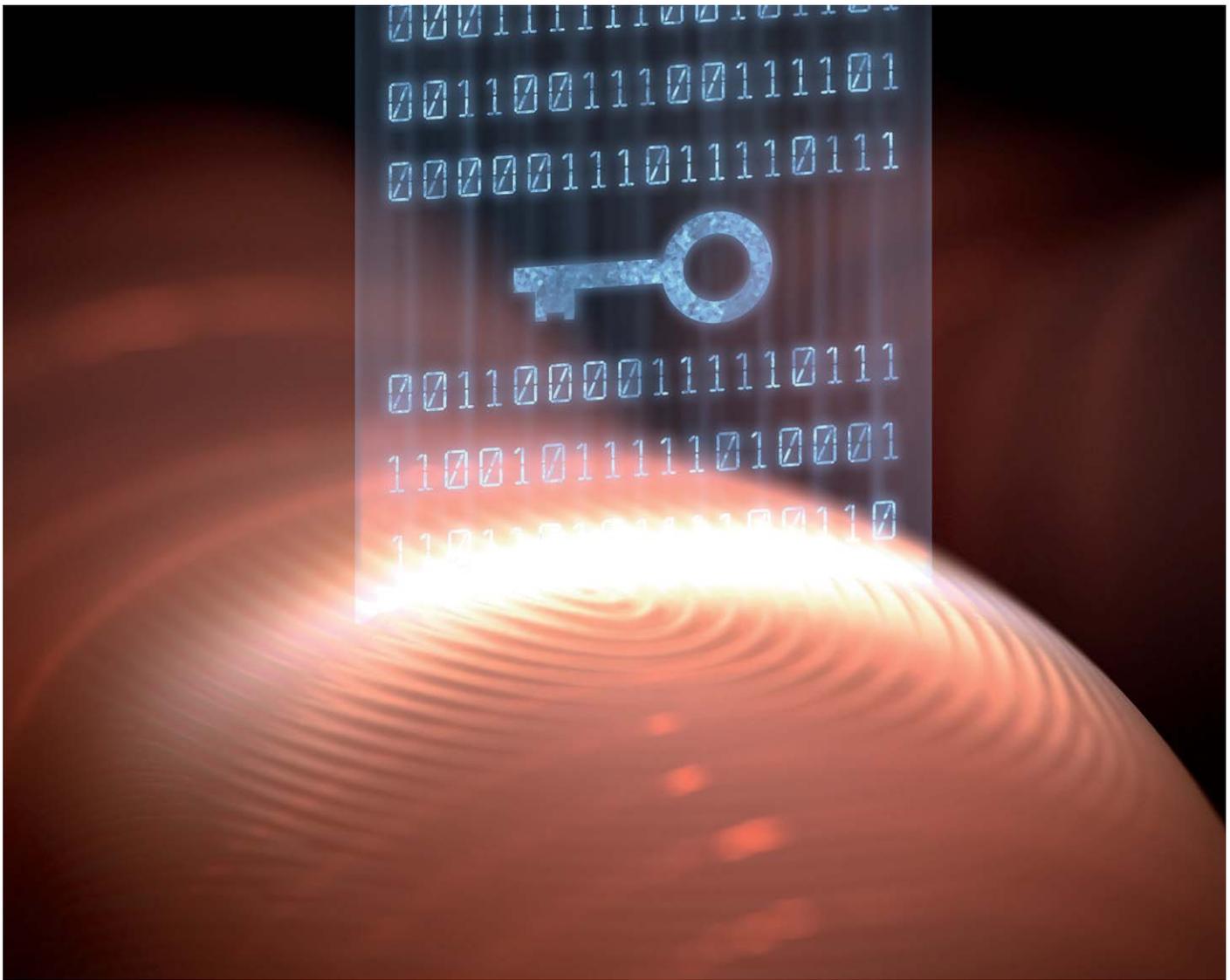
**ELV FORUM ELV Journal Forum:**  
[elv.de/foren-journal-1.html](http://elv.de/foren-journal-1.html)

**f Facebook:**  
[facebook.com/elvelektronik](https://facebook.com/elvelektronik)

**Twitter:**  
[twitter.com/elvelektronik](https://twitter.com/elvelektronik)

**YouTube:**  
[youtube.com/elvelektronikde](https://youtube.com/elvelektronikde)

**Postadresse:**  
ELV Elektronik AG  
Redaktion ELV Journal  
Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer  
Deutschland



# Elektronische Zugangssysteme

## Biometrisch bequem und sicher ins Haus

Die meisten von uns benutzen heute noch den guten alten Sicherheitsschlüssel, um ins Haus zu gelangen. Aber die Garage öffnet man bequem mit einem Funkbefehl, das Auto sowieso. Weshalb nicht auch den Zugang ins Haus in moderner Technik ausführen? Wir zeigen und diskutieren zeitgemäße Technik für diese komfortable Art der Türöffnung. Im zweiten und abschließenden Teil geht es vor allem um biometrische Systeme, aber auch um Versicherungsfragen.

### Finger, Auge, Gesicht oder Hand?

Neben den „technischen“ Zugangssystemen spielen die biometrischen Systeme eine stetig wachsende Rolle, gelten sie doch als besonders sicher, und man benötigt für den Zugang nichts als „sich selbst“. Jeder Mensch verfügt über zahlreiche, mit geeigneter Sensortechnik sehr zuverlässig auswertbare Merkmale. An erster Stelle der entsprechenden Zugangstechnik stehen hier die schon seit geraumer Zeit sehr ausgereiften Fingerabdruckscanner, die einen oder mehrere Fingerabdrücke nach bestimmten Kriterien identifizieren können.

Wahrscheinlich auch aufgrund der Verkaufspreise folgen erst mit Abstand die Erkennungssysteme für die Augeniris, das Handvenenmuster und die Gesichtserkennung. Letztere, ebenso wie Fingerabdruckscanner und Irisdetektoren, kennen viele von uns ja bereits aus der Computer- bzw. Arbeitswelt oder gar vom eigenen Smartphone. Hier haben sich diese Systeme bereits bewährt, sie erfordern zum Teil aber tatsächlich auch die erst heute zur Verfügung stehende hohe Rechenleistung moderner Smartphones.

Nach und nach ziehen alle diese Techniken in die Welt der privaten Zugangssysteme ein – im professionellen und Hochsicherheitsbereich sind sie bereits seit Langem eingeführt.



All diese genannten Systeme basieren immer auf den Komponenten Sensor – einer Auswerteelektronik, die die geforderten Sicherheitsmerkmale bzw. Referenzmuster (darauf kommen wir noch jeweils) über Algorithmen ausfiltert und speichert sowie ggf. nicht erfassbare biometrische Merkmale abweist – und Vergleichsalgorithmus, der die Übereinstimmung oder eben Nichtübereinstimmung der gespeicherten Merkmale mit der aktuellen Sensoreingabe feststellt. Dabei sind, je nach technischem Verfahren, sehr komplexe Rechenkapazitäten erforderlich, vor allem, um eine möglichst sichere Übereinstimmung zwischen hinterlegter Referenz und aktueller Erfassung zu gewährleisten. Um das jeweilige System auch bedienfreundlich und zuverlässig zu gestalten, muss es gleichzeitig eine hohe Rate der schnellen Erkennung Berechtigter (Falschabweisungsrate FRR) und eine möglichst geringe Rate der Zugangsgewährung Unberechtigter (Falschakzeptanzrate FAR) realisieren. Ein technischer Spagat für Entwickler wie verantwortliche Betreiber gleichzeitig, der allerdings auch in einer Norm, der ISO/IEC 19795, in eindeutige Grenzen gefasst ist.

### Den Finger, bitte!

Der Fingerabdruckscanner ist auch im Privatbereich auf dem Sprung, andere Systeme großflächig abzulösen, besticht er doch durch einfache Handhabung und hohe Zugangssicherheit. Jeder Mensch hat auf seinen Fingerkuppen einmalige Papillarlinienmuster, -endungen, -verzweigungen (Minuzien, siehe Bild 1), anhand derer man ihn eindeutig identifizieren kann. Diese sind ein Leben lang weitgehend konstant, lediglich bestimmte Verletzungen, starke Alterungserscheinungen oder noch stark im Wachstum befindliche Finger von Kindern bis sechs Jahre können eine Wiedererkennung einschränken. Zu den unveränderlichen Merkmalen zählen dabei Breite und Verlauf der Papillarlinien, Schleifen, Wirbel, Gabelungen, Linienenden usw.

Betrachten wir das Verfahren anhand des optischen Sensors einmal kurz. Ein Sensor nimmt zunächst nach unterschiedlichen Verfahren das gesamte Bild der von einer integrierten Lichtquelle angestrahlten Fingerkuppenfläche als stark kontrastiertes Graustufenbild auf, sodass schließlich ein detailliertes Schwarz-Weiß-Bild entsteht. Jetzt treten die Algorithmen in Aktion, indem die eben erwähnten Minuzien erfasst und im Bild markiert werden (Bild 1). Nach Norm reichen dazu tatsächlich zwölf dieser Merkmale aus, um einen Abdruck eindeutig zu identifizieren. Allerdings gehen die technisch hochwertigeren Systeme deutlich weiter, 50 und mehr Minuzien sind ein deutliches Qualitätsmerkmal. Deren Lage im Bild wird nun abgespeichert und durch die eindeutige geometrische Lage zueinander erfolgt später der Vergleich und die Wiedererkennung oder Abweisung, auch wieder anhand sogenannter Matching-Algorithmen.

Für die Sensoren kommen hier mehrere technische Verfahren zum Einsatz, so optische Sensoren (Bild 2), HF-Sensoren, thermische und kapazitive (besonders in Smartphones und Laptops verbreitete) Sensoren. Sie werden je nach Systemaufwand ergänzt durch weitere 3D-, HF-, Infrarot- und Ultraschallsensoren, die ein besonderes Merkmal guter Fingerabdruckscanner möglich machen, die Lebenderkennung. Hier werden z. B. Porentiefe, Puls, Durchblutung, Körperwärme oder HF-Leitfähigkeit des Fingers registriert, so kann es nicht zu den in den Anfangszeiten des Verfahrens kritisierten Manipulationsversuchen etwa durch abgeformte Fingerabdrücke oder gar Leichenfinger kommen. Auch kann man so einen verschmutzten Empfänger bzw. einen Finger auf einer verschmutzten Sensorabdeckung schneller erkennen. Optische Sensoren arbeiten mit einem Bild-/Zeilensensor, kapazitive mit Kondensator-Arrays, die bei Auflegen des Fingers ein komplexes Ladungsbild der Papillarlinien erzeugen.

In der Gerätepraxis unterscheidet man im Wesentlichen zwischen dem „halbautomatischen“ Scanner, bei dem man den Finger über eine schmale Sensorfläche (Zeilensensor) zieht (Bild 3), und dem „automatischen“ Scanner, der den Fingerabdruck durch einfaches Auflegen auf die

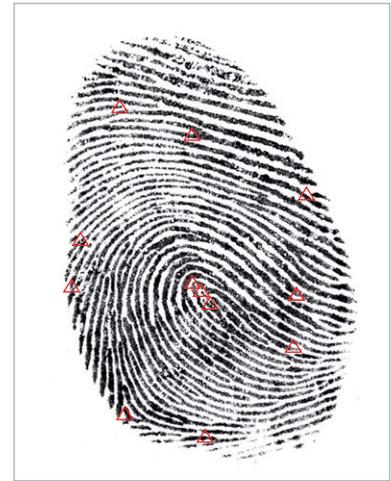


Bild 1: Zur Identifizierung eines Fingerabdrucks wird eine Reihe bestimmter Merkmale (Minuzien, rot markiert) erfasst und als individuelles Muster gespeichert.

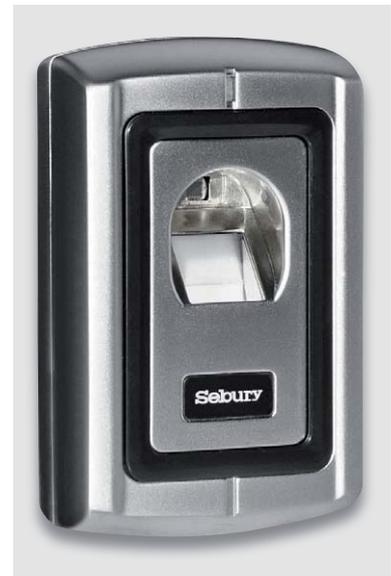


Bild 2: Weit verbreiteter Vertreter der optischen Fingerabdruckscanner mit Flächen-sensor – der Sebury F007-2



Bild 3: Der Fingerabdruckscanner Idencom BioKey Gate arbeitet mit einem robusten Zeilensensor. Bild: Idencom



Bild 4: Automatischer Scanner, hier der SF300, im Einsatz an einem elektrischen Hoftor. Er ist als IP66-Gerät für den harten Außeneinsatz geeignet und verfügt zusätzlich über einen RFID-Leser.

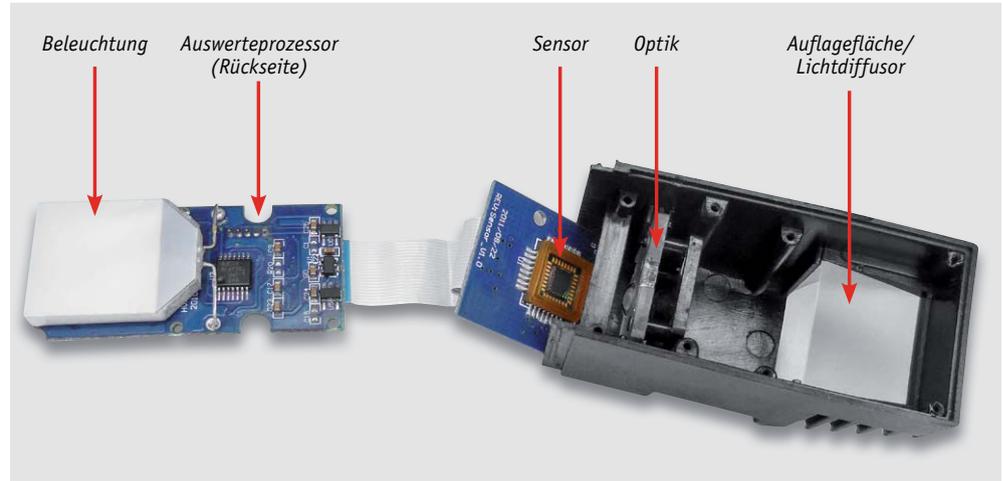


Bild 5: Ein zerlegter Flächenscanner, man erkennt deutlich die Baugruppen Auflagefläche/Lichtdiffusor, Optik, Sensor und Elektronik/Beleuchtungseinheit.

größere Sensorfläche erfasst (Bild 4). Blickt man einmal ins Innere eines solchen Sensors (Bild 5), kann man die wesentlichen Bauteile gut identifizieren: die Auflagefläche, die Optik zur Bildfokussierung, den Flächen-Bildsensor und die Auswerteelektronik, die schließlich weitere Baugruppen wie Relaissteuerungen, Wiegandcoder oder Funkbaugruppen zur Ausgabe ansteuert.



Bild 6: Der BioKey-Scanner von Idencom ist so kompakt und komfortabel, dass er sogar direkt in kompakte Türbeschläge integriert werden kann, hier in einen Beschlag der Firma Hoppe. Bild: Idencom



Bild 7: Geeignet für hochwertige Selbstbauprojekte – der Fingerabdrucksensor ZFM-708

Beide Scannerarten haben ihre Vorteile. Wesentliche Vorteile des halbautomatischen Scanners sind der Wegfall einer Sensorfläche, auf der ein kompletter Fingerabdruck hinterlassen werden kann, die geringere Schmutzanfälligkeit, die einfachere Beheizbarkeit für die Lebenderkennung und allgemein die robuste Ausführung aufgrund der schmalen Sensorfläche. Der frühere Nachteil des schlechteren Einlesens ist längst beseitigt, hochwertige und moderne Scanner, die man sogar in kompakte Türgriffe (Bild 6) integrieren kann, registrieren einen Fingerabdruck durch sehr schnelles Abtasten aus der Bewegung heraus.

Die automatischen Scanner hingegen können auch Verschmutzungen des Fingers gut kompensieren, ihre Handhabung wird von manchen Benutzern als praktischer empfunden, sie sind allerdings auch anfälliger für Manipulation in der Weise, dass man durchaus Fingerabdrücke von der Scanneroberfläche generieren kann. Auch sind sie bei Fremdlichteinfall, im ungünstigsten Fall noch verbunden mit Schmutz auf der Scannerfläche, fehleranfälliger. Dies kommt allerdings stark auf den eingesetzten technischen Aufwand an. Es gibt Scanner für um die 15 Euro, wie sie etwa auf chinesischen Handelsplattformen angeboten werden, die auf entsprechend billiger Technik basieren und allenfalls im unteren Sicherheitslevel bei Inkaufnahme hoher Fehlerraten einsetzbar sind. Hochwertigere Scannerbaugruppen für die Selbstbau-elektronik wie der in Bild 7 gezeigte Scanner stechen nicht nur mit einer schnellen Erfassungsrate, geringer Falschakzeptanzrate und hoher Falschabweisungsrate hervor, sie erkennen auch nasse und schmutzige Finger, kompensieren etwa einen Kondensatfilm und sind mit einer speziellen Hintergrundbeleuchtung versehen, die Falschlicht kompensiert. Auch das Anlernen erfolgt hier schneller als beim Billig-Scanner, da die eingesetzte Rechentechnik bzw. Software leistungsfähiger ist. Die in Bild 7 gezeigte Scannerbaugruppe findet auch ihren Einsatz in vielen Fingerabdruckscannern der unteren und mittleren Preisklasse.

Ein großes Thema ist aber hier neben der eigentlichen Sensor- und Sicherheitstechnik ein robuster Aufbau, eine hohe Manipulationssicherheit und bei Außeneinsatz eine hohe Witterungsbeständigkeit und Zuverlässigkeit unter verschiedenen klimatischen Bedingungen.

Die nächste Entscheidung für den Einsatz eines solchen Türöffnungssystems muss man auf der Ausgabenseite treffen. Es gibt Standalone-Geräte, die bis hin zum auslösenden Relaiskontakt oder auch integriertem Motorschloss (siehe dazu auch Teil 1 des Artikels, Bild 5) sämtliche Technik beherbergen, auch erfolgt das Anlernen hier direkt am Gerät. Die zweite Klasse sind die in Sensor und Controller unterteilten Geräte. Hier findet man lediglich den eigentlichen Sensor samt seiner Peripherie im Außengerät, die Auswertung und Schlossansteuerung übernimmt ein sicher im Innenbereich untergebrachter Controller. Die Übertragung erfolgt hier codiert per Kabel oder Funk. Natürlich eignen



sich besonders diese Scanner sehr gut für die Anbindung an die weitere Haustechnik – so kann ein Funk-Interface sehr einfach mit untergebracht bzw. angesteuert werden.

Weitere Kriterien, die beim Kauf bedacht werden müssen, sind Stromausfallsicherheit (also Abwägen zwischen Batterie- und Netzbetrieb bzw. verfügbare Notstromfunktion), einfaches Anlernen und die individuell zu planenden Installations- und Integrationsmöglichkeiten in die eigene Türanlage. Auch eine Notschlossfunktion sollte hier immer einkalkuliert werden. Ein letztes Wort noch zu den Fingerprintsclannern. Wem die Sicherheitsstufe hier noch zu gering ist: Es gibt auch Scanner, die die Eingabe mehrerer Fingerprints in bestimmter Reihenfolge erfordern. Systeme im professionellen Bereich können sogar das gleichzeitige Auflegen von mehreren Fingern anfordern.

### Durch das Auge ...

Neben dem Fingerabdruck verfügen wir über weitere unverwechselbare Merkmale, die eine einzigartige Zuordnung zu einem Menschen möglich machen, so das Muster der Iris (Regenbogenhaut) des Auges, das ebenfalls lebenslang erhalten bleibt (Bild 8).

Der sogenannte Iris-Scanner setzt dazu im Wesentlichen eine hoch auflösende Kamera und Infrarotlicht ein. Auch hier wird, wie beim Fingerabdruck, das individuelle Irismuster erfasst, hier sind es allerdings bis zu mehrere Hundert optische Besonderheiten, die erfasst, gespeichert und ausgewertet werden. Der Iris-Scanner weist aufgrund dieser detaillierten Erfassung ein extremes Verhältnis zwischen Falschakzeptanzrate (quasi null Prozent) und Falschabweisungsrate (nahe 100 Prozent) auf.

Im Consumerbereich finden wir heute Iris-Scanner vor allem in einigen Smartphone- und Tablet-Modellen, die von der technischen Ausstattung her bereits prädestiniert sind. Hier ist der Knackpunkt allein die Softwareseite, die entsprechende Rechentechnik erfordert.

Aber auch in der Türöffnungstechnik ziehen diese Geräte sukzessive ein. So bietet z. B. EyeLock einen einfach installierbaren Iris-Scanner an, der bei einer Erfassung von mehr als 240 Irismerkmalen eine Akzeptanz-Fehlerquote von eins zu 1,5 Mio. aufweist, die noch durch Einbeziehung des zweiten Auges erhöht werden kann. Verbunden ist die eigentliche Scannertechnik mit dem Controller über eine hochsichere AES256-Verschlüsselung, und es stehen verschiedene Interfacesysteme wie Wiegand, F2F, OSDP und PAC zur Verfügung. Das Nano-System von EyeLock steht sowohl für den Innen- als auch für den Außenbereich zur Verfügung. Alternativ zur Scanner-Hardware an der Tür gibt es auch zahlreiche Lösungen, die auf der Iriserkennung per Smartphone basieren und dann mit entsprechenden Embedded-Systemen in Gebäuden, Fahrzeugen oder Maschinen oder sogar Bezahlssystemen zusammenwirken. Zu überlisten ist diese Technik kaum, denn bereits kurze Zeit nach Unterbrechung des Blutkreislaufs zerfallen die Irisstrukturen, trotzdem verfügen auch Iris-Scanner über Algorithmen zur Lebenderkennung.



Bild 8: Einmalig: die Regenbogenhaut (Iris) jedes Menschen

### Gesicht zeigen!

Die Technik der Gesichtserkennung (engl. Facial Recognition) ist eine weitere Technologie zur Erfassung und Auswertung biometrischer Merkmale. Hier wird das Gesicht mit einer Infrarot-Kamera aufgenommen, und die Software setzt je nach Aufwand bis zu 100 Markierungspunkte, um eine wirklich eindeutige Erkennung zu ermöglichen. Wie sich leicht nachvollziehen lässt, ist das menschliche Gesicht im Lauf des Lebens zahlreichen Veränderungen unterworfen, dazu kommen unterschiedliche Merkmale wie Bärte, kosmetische Operationen, Brillen usw. Deshalb wird hier auch ein dreidimensionales Bild erstellt, das typische, unveränderliche Merkmale (Nodes) wie etwa Augenabstand, Abstand und Lage der Backenknochen und andere Strukturmerkmale erfasst und auswertet. Die dahinter stehende Rechentechnik ist sehr komplex, dazu kommen auch hier weitere Erkennungsalgorithmen, um nicht etwa mit Fotos oder einem Video das System zu überlisten. Deshalb verfügen Iris-Scanner nicht nur über hochwertige Spezialkameras, der Fokus liegt hier auf der zugehörigen, äußerst komplexen Software, die derzeit noch entwicklungsbedürftig ist. Wohl auch der Grund dafür, dass diese Technik bisher außer bei einer Smartphone-Anwendung (Apple-Face-ID-Technik im iPhone X) kaum Einsatz im Consumerbereich findet, da sie enorme Rechnerressourcen bindet.



Bild 9: Installationsbeispiele für hochwertige Handvenenleser. Hier muss man die Hand nicht einmal auflegen, einige Zentimeter Abstand genügen.  
Bilder: Frank Türen AG



Bild 10: Einfach das Smartphone darunter halten – der QR-Codescanner, links in das Außengehäuse integriert, bietet sich besonders für temporäre Zugänge an. Bild: I-Keys

## Hand auflegen

Nein, nicht wie auf dem Jahrmarkt – die sogenannten Handvenenleser sind deutlich dichter an der Wahrheit. Auch diese Sensoren werten biometrische Merkmale aus, nämlich das ebenfalls einmalige Muster der Venen in der Hand. Auch hier gibt es absolut individuelle Verteilungen, Abstände, Verästelungen. Dazu wird der Blutfluss in den Venen erfasst. Eine Weitwinkelkamera und ein Infrarot-Scanner erfassen diese Merkmale, die als hoch fälschungssicher gelten, da sie im Körper liegen, somit optisch nicht fälschbar sind. Auch die Lebenderkennung ist hier anhand des Durchblutungsstatus prinzipbedingt hochsicher. Dementsprechend gering geben die Hersteller die Fehlerquoten an. Gegenüber dem Fingerabdruckscan gilt das Verfahren u. a. als hygienischer, da die Erkennung auch berührungslos erfolgen kann. In [Bild 9](#) auf der vorherigen Seite sind Installationsbeispiele für diese Technik zu sehen.

Von der Interface- und Verschlüsselungstechnik sowie der technischen Einbindung her ist auch diese Technik ähnlich ausgeführt wie die bisher diskutierten Systeme.

Damit wollen wir unseren Streifzug durch die biometrischen Zugangssysteme beenden und uns am Schluss noch kurz einem recht neuen und immer mehr Verbreitung findenden Zugangsverfahren sowie einigen versicherungstechnischen Aspekten widmen.

## Ich schicke Ihnen den Code ...

Im Zeitalter des Smartphones ermöglicht die mobile Technik ganz neue Aspekte unseres Themas, so z. B. den Zugang über QR-Codes. Der ist zunehmend vor allem dort verbreitet, wo es gilt, fremden Personen zeitweise Zugang zu gewähren – von der Reinigungskolonie über den Parkhauszugang bis zum Ferienhausaufenthalt. Man generiert einen QR-Code, hinterlegt diesen per Netzwerk in einem Controller im Gebäude. Der Berechtigte bekommt den QR-Code auf sein Smartphone gesendet und muss dieses dann nur noch unter den QR-Code-Leser ([Bild 10](#)) halten, um Zugang zu bekommen. Das ist dann insgesamt noch sicherer als beispielsweise der Zugang über Magnetstreifenkarten, wie man sie aus Hotels kennt.

## Und was sagen die Versicherer?

Ein elektrisches Zugangssystem wird grundsätzlich von den meisten Versicherern, z. B. in der Hausratversicherung, genauso bewertet wie ein mechanisches System. Die Bedingung ist allerdings, dass die elektrischen Systeme die Tür genauso sicher verriegeln, wie dies mit einem mechanischen Schloss und Schlüssel erfolgt. Das heißt, dass ein Verriegeln mit dem elektrischen System möglich sein muss und die Tür grundsätz-

lich nach einem Öffnen wieder verschlossen wird. Ein normales Ins-Schloss-Fallen („Zuhaltung“) wird bei einfachen Wohnungstüren (anders als bei entsprechend ausgerüsteten Gebäudetüren mit Selbstverriegelung beim Zufallen) auch versicherungstechnisch genauso bewertet – der Versicherer stellt sich meist leistungsfrei oder haftet eingeschränkt. Die sichere Lösung ist hier das im ersten Teil des Artikels bereits angesprochene selbstverriegelnde Elektroschloss, das sich jedes Mal nach Schließen der Tür wieder verriegelt. Und natürlich sind die dort genannten Grundregeln der Installation zu beachten, beispielsweise zur Verkabelung und deren Zugänglichkeit.

Ein herkömmlicher Schlüssel wird von vielen Versicherern sogar als unsicherer betrachtet als z. B. ein Fingerprint. Da dies jedoch keinesfalls auf alle Produkte im Bereich der elektrisch-elektronischen Zugangssysteme zutrifft, sollte man vor der Anschaffung eines solchen Systems Rücksprache mit seinem Hausratversicherer halten. Hier muss man auch mit dem Versicherer den Aspekt besprechen, was passiert, wenn es keine Einbruchspuren gibt. Bei herkömmlichen Schlüsseln kann man weitgehend plausibel erklären, ob alle Schlüssel vorhanden sind, der Täter also illegale Öffnungsmittel/Nachschlüssel verwendet haben muss. Bei einem elektronischen Zugangssystem wird das schwieriger, es sei denn, das System erfüllt bestimmte Bedingungen, die besonderen VdS-Kriterien folgen. Solch ein Kriterium ist z. B. der Nachweis über die letzten Öffnungsversuche mit einem internen Speicher des Systems. Deshalb verfügen gute Systeme über einen solchen Speicher mit Zeitstempel. Ebenso speichern hochsichere Systeme keine kompletten Bilder z. B. des Fingerabdrucks, sondern nur das ermittelte Koordinatengerüst des Abdrucks, das einem Datendieb nichts nutzt. Auch weitere Kriterien, die wir bereits bei den Zugangssystemen im ersten Teil des Artikels diskutiert haben wie Sperrung nach mehreren Fehlversuchen, getrennte Innen- und Außeneinheit usw., sollte man hier beachten und sich explizit von seinem Versicherer bestätigen lassen, dass er bei ordnungsgemäßem Einbau des Systems im Schadensfall eintritt.

Unter [\[1\]](#) hat der Anbieter des weit verbreiteten BioKey-Systems einige dieser Kriterien übersichtlich zusammengefasst.

Dazu kommt noch ein weiterer Aspekt: Wenn man eine Video-Türsprechanlage mit automatischer Aufzeichnung betreibt, sind dadurch alle Besucher optisch erfasst. **ELV**



## Weitere Infos:

[1] [www.idencom.com/versicherungsschutz/sicherheitskriterien/](http://www.idencom.com/versicherungsschutz/sicherheitskriterien/)



# HomeMatic Know-how

Steuerzentralen und Gateways des HomeMatic und Homematic IP Systems

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 Ausgabe geben wir einen Überblick über die Steuerzentralen und Gateways des Homematic und Homematic IP Systems sowie die möglichen Beziehungen zwischen den Systemen.



## Lokal oder Cloud?

Für den langjährigen Nutzer der Smart Home Systeme Homematic und Homematic IP sind die Zuordnungen und Beziehungen der Zentralen und Systemkomponenten ganz klar – der Neueinsteiger steht aber oft genug vor dem Problem, die Systemunterschiede, mögliche oder eben nicht mögliche Zusammenarbeit sowie die Erweiterungsmöglichkeiten der Systeme durch externe Dienste und Applikationen, zu überblicken.

Beide Smart Home Systeme von eQ-3 bestehen zunächst prinzipiell aus einem funkbasierten System (HM = Homematic bzw. HmIP = Homematic IP) und einem drahtgebundenen, busbasierten System (HM Wired bzw. HmIP Wired). Die Systeme kommunizieren jeweils intern über eine zum System gehörende Smart Home Zentrale. Bei Homematic ist es eine der Zentralen mit der Bezeichnung CCU2/CCU3 bzw. die auf einem Raspberry Pi basierenden Lösungen CHARLY oder die Funk-Modulplatine RPI-RF-MOD, die man auf einem eigenen Raspberry Pi 3 B einsetzt.

Dazu kommen Third-Party-Lösungen wie RaspberryMatic oder piVCCU, diese operieren zum Teil sogar mit noch leistungsfähigeren Hardware-Plattformen wie Banana Pi oder Tinkerboard [1]. Diese Third-Party-Lösungen basieren auf der von eQ-3 freigegebenen Zentralen-Software OCCU. Beim Homematic Wired System ist für die Verbindung zu dieser Zentrale ein RS485-LAN-Gateway erforderlich.

Bei diesen Zentralen ist die eigentliche Verwaltung und Steuerung zunächst rein lokal organisiert. Erst wenn man das System von außerhalb, beispielsweise über eine Mobilgeräte-App, steuern will (Fern-

zugriff), benötigt man einen möglichst sicheren Zugang über das Internet. Dazu nutzt man entweder eine selbst konfigurierte VPN-Verbindung oder den Premium-Cloud-Dienst CloudMatic [2].

Im System Homematic IP ist der Ansatz grundsätzlich anders. Hier fungiert ein Gateway (Access Point) als zentraler Bestandteil des Systems. Wie es der Name bereits beschreibt, handelt es sich um ein „Zugangsgerät“ zur Homematic IP Cloud, die von eQ-3 langfristig gesichert an einem deutschen Standort betrieben wird.

Die gesamte Organisation, Konfiguration und Steuerung des Systems erfolgt mittels einer besonders einfach einrichtbaren Smartphone-App über den Cloud-Server – hiermit erfolgt zugleich und automatisch der Fernzugriff auf das System. Damit liegen hier auch nahezu alle Konfigurationsdaten, Programme und Verknüpfungen in der Cloud.

Alle in der Homematic IP Cloud gespeicherten Daten sind komplett anonym und lassen daher keinerlei Rückschlüsse auf die Identität des Nutzers und das individuelle Nutzverhalten zu. Es werden weder während noch nach der Installation der App private Daten abgefragt, somit bleibt die Anonymität des Nutzers zu 100 Prozent gewahrt. Die gesamte Kommunikation zwischen Access Point, Cloud und App erfolgt zudem verschlüsselt.

Auch beim HmIP Wired System erfolgt die Anbindung an die Cloud über einen eigenen HmIP Wired Access Point als zentrales Element, der den Bus anbindet und dafür sorgt, dass über die Homematic IP App alle Konfigurationen auf die jeweiligen Geräte am Bus übertragen werden. Dies stellt sicher, dass die angeschlossenen Geräte völlig autark im Stand-alone-Betrieb arbeiten können.

Soviel erst einmal zu den grundsätzlichen Systemaufbauten beider Systeme, wir werden später noch die möglichen Querverbindungen aufzeigen.

Zunächst jedoch zu einigen relevanten und dem besseren Systemverständnis dienenden Details beider Systeme. Die wesentlichen Eigenschaften sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

**Übersicht über Homematic Smart Home Zentralen und Homematic IP Access Points**

					
<b>Gerätebezeichnung</b>	HmIP-HAP (an Cloud)	HmIPW-DRAP (an Cloud)	CCU3	Raspberry Pi Zentrale	CCU2
<b>Bestell-Nr.</b>	14 08 87	15 24 65	15 19 65	Funk-Modulplatine: 15 29 41 Smart Home Zentrale Charly: 25 02 97	10 35 84
<b>Lokale Speicherung der Konfiguration</b>	nein, Cloud	nein, Cloud	ja	ja	ja
<b>Cloud bzw. Fernzugriff</b>	inkl., kostenlos	inkl., kostenlos	Drittanbieter/VPN	Drittanbieter/VPN	Drittanbieter/VPN
<b>Sprachsteuerung</b>	Amazon Alexa/Google Assistant	Amazon Alexa/Google Assistant	Amazon Alexa über CloudMatic oder andere Drittanbieter bzw. OpenSource, Apple HomeKit via openSource (Homebridge)	Amazon Alexa über CloudMatic oder andere Drittanbieter bzw. OpenSource, Apple HomeKit via openSource (Homebridge)	Amazon Alexa über CloudMatic oder andere Drittanbieter bzw. OpenSource, Apple HomeKit via openSource (Homebridge)
<b>App</b>	Homematic IP	Homematic IP	div. Drittanbieter	div. Drittanbieter	div. Drittanbieter
<b>Zugriff per Browser</b>	–	–	ja	ja	ja
<b>Unterstützte Protokolle</b>	HmIP-RF	HmIP-Wired	HM-RF, HM Wired (Gateway erforderlich), HmIP-RF, HmIP-Wired (Gateway erforderlich)	HM-RF, HM Wired (Gateway erforderlich), HmIP-RF, HmIP-Wired (Gateway erforderlich)	HM-RF, HM Wired (Gateway erforderlich), HmIP-RF
<b>Datenaufzeichnung</b>	–	–	auf USB-Stick	auf USB-Stick	auf microSD-Karte
<b>Logikprogrammierung</b>	ja – einfache Automatisierungen sind in der Cloud abgelegt	ja – einfache Automatisierungen sind in der Cloud abgelegt	ja – komplexe Zentralenprogrammierungen, werden lokal gespeichert, zusätzlich erweiterbar durch Skript-Programmierungen	ja – komplexe Zentralenprogrammierungen, werden lokal gespeichert, zusätzlich erweiterbar durch Skript-Programmierungen	ja – komplexe Zentralenprogrammierungen, werden lokal gespeichert, zusätzlich erweiterbar durch Skript-Programmierungen
<b>Kamera</b>	Smartfrog	Smartfrog	EasyCam-Add-on, Einbindung über CUxD	EasyCam-Add-on, Einbindung über CUxD	EasyCam-Add-on, Einbindung über CUxD
<b>Einbindung externer Systeme</b>	–	–	Philips Hue, Osram Lightify (jeweils Gateway erforderlich)	Philips Hue, Osram Lightify (jeweils Gateway erforderlich)	Philips Hue, Osram Lightify (jeweils Gateway erforderlich)



Homematic	<b>Homematic Gerät direkt anlernen</b> Um ein Homematic Gerät an die CCU2 anzulernen, klicken Sie auf den Button "HM Gerät anlernen". Der Anlernmodus der CCU2 ist dann für 60 Sekunden aktiv. Aktivieren Sie innerhalb dieser Zeit den Anlernmodus des Homematic Gerätes, das angelehrt werden soll.	<b>Homematic Gerät mit Seriennummer anlernen</b> Um ein Homematic Gerät über die Seriennummer anzulernen, geben Sie die Seriennummer des Gerätes ein und klicken Sie auf "HM Gerät anlernen".
	Anlernmodus nicht aktiv <input type="button" value="HM Gerät anlernen"/>	Achtung! Diese Funktion steht nicht für alle Homematic Geräte zur Verfügung. Seriennummer <input type="text"/> <input type="button" value="HM Gerät anlernen"/>
Homematic IP	<b>Homematic IP Gerät mit Internetzugang anlernen</b> Homematic IP Geräte können auch über die CCU2 angelehrt werden. Klicken Sie auf den Button "HmIP Gerät anlernen". Der Anlernmodus der CCU2 ist dann für 60 Sekunden aktiv. Aktivieren Sie innerhalb dieser Zeit den Anlernmodus des Homematic IP Gerätes, das angelehrt werden soll.	<b>Homematic IP Gerät ohne Internetzugang anlernen</b> Homematic IP Geräte können auch ohne aktiven Internetzugang an die CCU2 angelehrt werden. Geben Sie den KEY und die SGTIN ein und klicken Sie auf "HmIP Gerät anlernen (lokal)".
	Anlernmodus nicht aktiv <input type="button" value="HmIP Gerät anlernen"/>	KEY <input type="text"/> SGTIN <input type="text"/> Anlernmodus nicht aktiv <input type="button" value="HmIP Gerät anlernen (lokal)"/>

Bild 1: Über den Anlerndialog der Homematic WebUI sind sowohl Homematic Geräte als auch Homematic IP Geräte über verschiedene Methoden anlernbar

## Homematic – offline und rein lokal

Das Homematic System entstand 2007, es war das erste sogenannte Whole Home System, das auf intelligenter Technik für die gesamte Hausautomation basierte – einer Grundlage für den Begriff Smart Home. Es besteht aus den Systemstrecken Homematic auf Funkbasis und Homematic Wired auf Busbasis (RS485). Hier kam gegenüber früheren Haustechnik-Generationen ein neues, zunächst BidCoS (bi-directional Communication Standard), später Homematic RF Protokoll genanntes Funkprotokoll zum Einsatz. Es ist proprietär und zeichnet sich vor allem durch die erstmals bidirektionale Kommunikation aus. Hier wird vom sendenden Gerät eine Empfangsbestätigung angefordert, trifft diese nicht ein, werden Aussendungen definiert wiederholt bzw. dem Nutzer ein Fehler signalisiert. In einer gesicherten Übertragung findet gleichzeitig eine hochsichere AES-Authentifizierung statt, eine Manipulation der Funkbefehle ist somit nicht möglich. Die Übertragung erfolgt im 868-MHz-Funkband und ist somit frei von Beeinflussungen, die bei anderen stark frequentierten Funkübertragungen, wie z. B. WLAN oder Bluetooth, auftreten.

Als Smart Home Zentralen fungieren hier sowohl die Linux-basierende CCU2, die 2018 von der leistungstärkeren CCU3 abgelöst wurde, als auch auf dem Raspberry Pi und anderen Einplatinenrechnern basierende Zentralen, wie bereits am Anfang beschrieben und in [Tabelle 1](#) gezeigt.

Die Anmeldung der Geräte an eine der möglichen Zentralen erfolgt, wie auch die Konfiguration und die Steuerung, per beliebigem Web-Browser über ein Web-Interface (WebUI). Das Anlernen von batteriebetriebenen Geräten erfolgt über den halbautomatischen Anlerndialog, nachdem man die Geräte-Taste (Config-Taste) betätigt hat. Für netzspannungsversorgte Geräte kann das Anlernen auch durch manuelle Eingabe der Seriennummer erfolgen. In [Bild 1](#) ist der zugehörige Anlerndialog zu sehen. Während des Anlernvorgangs tauschen die Zentrale und das Gerät ihre Seriennummern und den Sicherheitsschlüssel aus, wodurch diese fest miteinander gekoppelt werden.

Die Zentralensoftware erlaubt beliebig komplexe Programmierungen – Und/Oder-Bedingungen, Auslösung bei Änderung oder Aktualisierung bzw. Prüfung von Zuständen und Systemvariablen, für fortgeschrittene Nutzer steht zudem eine eigene Skriptsprache zur Verfügung.

Über verschiedene Schnittstellen der Zentralen-Firmware ist es möglich, Add-ons zu installieren bzw. zu betreiben und hierüber auch andere Systeme wie FS20, OSRAM LIGHTIFY oder Philips Hue anzubinden. Über eine freigegebene Systemschnittstelle (XML-RPC) ist auch der Betrieb der Komponenten über alternative Steuerungssysteme wie OpenHAB, FHEM oder ioBroker möglich.

Für den bereits beschriebenen Zugriff auf die Homematic Zentralen stehen zahlreiche kompatible Apps von Drittanbietern zur Verfügung, hier seien als Beispiele nur pocket control, @Home, HomeControl, HomeNOW, TinyMatic oder Home24 genannt. Ein sicherer Fernzugriff auf das System kann mittels eigens eingerichtetem VPN-Tunnel oder über einen Cloud-Dienstleister erfolgen. Über den Dienst CloudMatic ist innerhalb des Homematic Systems auch die Anbindung an die verbreit-

tete Sprachsteuerung Amazon Alexa möglich, weitere Möglichkeiten sind in [Tabelle 1](#) aufgeführt.

An die aktuelle Homematic Zentrale CCU3 können sowohl Geräte der klassischen Homematic Serie mit der Kurzbezeichnung HM-xx (Funk-Komponenten) bzw. HMW-xx (Wired-Komponenten, Gateway erforderlich) als auch Geräte der Homematic IP Serie HmIP-xx (Funk-Komponenten) bzw. HmIPW-xx (Wired-Komponenten, HmIPW-DRAP erforderlich) angelehrt werden.

## Homematic IP – mit IPv6 und Cloud

Zur CeBit 2015 stellte eQ-3 das System Homematic IP der Öffentlichkeit vor. Hier kam eine neue Adressier-technik, das zukunftsweisende IPv6-Internet-Protokoll zum Einsatz, was bedeutet, dass jedes Gerät des Systems als eigenes, unverwechselbares IP-Endgerät innerhalb des Homematic IP Funkprotokolls agiert. Um den Fernzugriff und die mit diesem System eingeführte alleinige Konfiguration und Steuerung über eine Smartphone-App zu gewährleisten und alle Konfigurationen sicher zu verwalten, wurde eine moderne Cloud-Technik eingeführt. Diese, die sichere Adressierung, die ebenfalls bidirektionale Kommunikation und die Anmeldung der Geräte via Access Point am Cloud-Server führen zu einem hochsicheren Betrieb. Die Anmeldung und Authentifizierung erfolgt über die Homematic App mit einer individuellen, komplexen Seriennummer, der SGTIN, die im sehr einfachen Anlernprozess (QR-Code-Scan) dazu führt, dass vom Key-Server der Cloud ein gerätespezifischer Schlüssel zurückgegeben wird, ohne den später keine Kommunikation erfolgen kann. Damit und mit der Verschlüsselung und Authentifizierung per AES-128 im CCM-Modus ist dieses System sicher vor Mitlesen, Ändern und Wiederholen von Daten und Befehlen. Sowohl das Funkprotokoll als auch die Systemsicherheit selbst wurden vom VdE geprüft und von diesem als hoher Sicherheitsstandard eingestuft. Auch hier erfolgt die Kommunikation im 868-MHz-Band.

Das System ist intern proprietär, das heißt, die Homematic IP App kann nur mit dem Homematic IP Access Point (Cloud) eine Verbindung aufnehmen. Die Homematic IP App kann **nicht** in Verbindung mit der CCU verwendet werden. Der Fernzugriff ist von Anfang an in das System integriert, ebenso die Möglichkeit zur Anbindung an Sprachsteuerungsdienste.

Die gewachsene technische Ausstattung der Homematic IP Komponenten drückt sich auch darin aus, dass diese über zahlreiche Offline-Funktionalitäten verfügen, die einen grundsätzlichen automatischen Weiterbetrieb auch bei Cloud- oder Internet-Ausfall ermöglichen. So bleiben etwa direkte Verknüpfungen zwischen Sendern und Empfängern (Gruppenfunktionen) oder Zeitprofile, welche direkt in den Geräten hinterlegt sind, und im Sicherheitsbereich die Funktion „Scharfschalten Pro“ weiter voll autark funktionstüchtig. Ebenfalls ein Ergebnis modernster technischer Ausstattung sind bei Homematic IP intelligente Schlafmodi und Wake-on-Radio zur effizienteren Batterienutzung sowie die Möglichkeit der Aktualisierung der Gerätesoftware per Funk (OTAU) und deutlich verbesserte Funkreichweiten der eingesetzten Transceivertechnik.



Name	Kanal	Parameter
HMIP_PS_000213C90007B6:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input checked="" type="checkbox"/>
		Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="1"/> (0 - 255)
		Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="20"/> (0 - 255)
		Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/>
		Gerät dient als Router <input checked="" type="checkbox"/>
		Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/>
		Wohnort - Breitenrad <input type="text" value="53.25"/> (-90.00 - 90.00)
		Wohnort - Längengrad <input type="text" value="7.46"/> (-100.00 - 100.00)
		Automatisches Umstellen von Sommer_ auf Winterzeit <input checked="" type="checkbox"/>

Bild 2: Im Kanal 0 der Homematic IP Geräte sind stets die globalen Geräteeinstellungen zusammengefasst.

An der Homematic IP Cloud können alle Geräte mit der Kurzbezeichnung HmIP-xx (Funk-Komponenten, HmIP-HAP erforderlich) bzw. HmIPW-xx (Wired-Komponenten, HmIPW-DRAP erforderlich) betrieben werden. Zu beachten ist, dass die Geräte der klassischen Homematic Serie (HM-xx/HMW-xx) nicht am Homematic IP Cloud System betrieben werden können.

#### TIPP:

Sowohl bei der Verwendung der CCU als auch des Access Points sollten möglichst alle rudimentären Steuerungen als direkte Verknüpfung (Gruppe) angelegt werden, damit diese auch noch funktionieren, sollte die CCU bzw. bei HmIP Access Point oder Internet/Cloud ausfallen. Bei Homematic IP Geräten können zudem alle Zeitsteuerungen als Zeitprofil direkt im Gerät abgelegt werden, hierzu benötigt es keine Automatisierung. Automatisierungen (Access Point) bzw. Zentralenprogramme (CCU) sollten möglichst nur für Komfort-Programmierungen eingesetzt werden.

## Homematic und Homematic IP sind kompatibel

Bis auf folgende Details stimmt dies: In Kombination können Geräte der Homematic IP und klassischen Homematic Serie **nur** an der Homematic Zentrale CCU2/CCU3/Pi3 eingesetzt werden. Bild 1 zeigt den CCU-Anmeldedialog für beide Homematic Serien. Um Geräte beider Serien logisch miteinander zu verknüpfen, ist die Erstellung von Zentralenprogrammen erforderlich. Die Erstellung von Direktverknüpfungen zwischen HM und HmIP Geräten ist allerdings nicht möglich, da beide Systeme auf unterschiedlichen Funk-Protokollen basieren.

Ansonsten stehen alle Funktionalitäten der Systeme inklusive der hohen Sicherheitsstandards komplett zur Verfügung und man kann die modernen HmIP Komponenten genauso in der Homematic typischen rein lokalen Lösung betreiben wie die klassischen Homematic Komponenten – in diesem Fall wird keinen Access Point benötigt und es kann somit auch

nicht die Homematic IP Cloud und Homematic IP App verwendet werden. Auch die bereits angesprochenen Offline-Funktionen der HmIP Komponenten stehen hier, ebenso wie erweiterte Expertenfunktionen, zur Verfügung. Außerdem ist die Kanalstruktur der HmIP Geräte so aufgebaut, dass übersichtlich alle globalen Geräteeinstellungen und -Informationen im Kanal 0 an die CCU übermittelt werden und man diese in der WebUI immer übersichtlich an erster Stelle findet (Bild 2). Alle Konfigurationen sind sicher und lokal in der CCU gespeichert.

## Wired-Gateways und Funk-Reichweitenverlängerungen

In Tabelle 2 sind einige Eigenschaften sowohl der beiden Wired-Gateways als auch des Homematic Funk-LAN-Gateways zusammengefasst.

Das Homematic Wired Gateway HMW-LGW-0-DR-GS-EU sorgt für die Anbindung der per RS485-Bus verbundenen HM Wired Komponenten an eine der Smart Home Zentralen CCUx bzw. Raspberry-Pi-Zentralen mit OCCU. Damit kann man entweder ein rein busbasiertes System, etwa im Neubau, aufbauen, aber auch ein gemischtes Bus-/Funksystem. Direkte Verknüpfungen zwischen Funk- und Bus-Geräten können nicht erstellt werden, hierzu ist die Erstellung von Zentralenprogrammen erforderlich.

Ähnlich verhält es sich mit dem Homematic IP Wired Gateway (HmIPW-DRAP). Dieses kann entweder zum Aufbau eines reinen Bussystems mit der Homematic IP Cloud verbunden, aber auch durch den Homematic IP Funk-Access-Point (HmIP-HAP) ergänzt werden, um ein gemischtes Bus-/Funksystem auszubauen (Bild 3 oben). Im Vergleich zum klassischen Homematic System sind bei Homematic IP direkte Verknüpfungen zwischen Funk- und Bus-Geräten realisierbar.

Als Alternative zum Cloudbetrieb lässt sich das Homematic IP Wired Gateway (HmIPW-DRAP) aber auch, wie in Bild 3 unten dargestellt, an der lokalen Smart Home Zentrale CCU3 betreiben.

Bei den funkbasierten Systemen kann es durch große räumliche Entfernungen, bauliche Gegebenheiten oder die Reichweite verringernde Hindernisse mitunter dazu kommen, dass Funkaussendungen

## Wired Gateways und Funk-Reichweitenverlängerungen/Router

				
Gerätebezeichnung	Homematic IPW Access Point DRAP (HmIPW-DRAP)	Homematic Wired RS485-LAN-Gateway (HMW-LGW-0-DR-GS-EU)	Homematic IP Schaltsteckdose HMIP-PS Schaltsteckdose mit Messfunktion HMIP-PSM	Homematic Funk-LAN-Gateway (HM-LGW-0-TW-W-EU)
Bestell-Nr.	15 24 65	10 37 55	HMIP-PS: 14 18 36 HMIP-PSM: 14 06 66	10 40 29
Unterstützte Protokolle	HmIP-Wired	HM Wired	HmIP	HM-RF
Kompatibel zu	CCU3 oder Stand-alone-Anbindung an HmIP Cloud	CCU2/3/Pi	HmIP Cloud oder CCU2/3/Pi	CCU2/3/Pi
Einsatz ohne Zentrale	ja – HmIP Cloud	nein	nein	nein

Tabelle 2



nicht oder nur unvollständig empfangen werden können. Um die Funkreichweite der CCU2/CCU3/Pi zu erhöhen, kann sowohl die moderne Version der Reichweitenverlängerung in Form des Homematic Funk-LAN-Gateways (HM-LGW-O-TW-W-EU, siehe [Tabelle 2](#)) als auch das nicht mehr verfügbare (HM-CFG-LAN, siehe [Bild 4](#)) eingebunden werden. Beide Gateways werden an einen verfügbaren LAN-Port (Router, Switch, WLAN-AP oder dLAN-AP) angeschlossen und kommunizieren hier quasi als externe Antenne mit den Komponenten des klassischen Homematic Systems. Bis zu drei dieser Funk LAN-Gateways sind an eine Smart Home Zentrale CCU2/CCU3/Pi anbindbar.

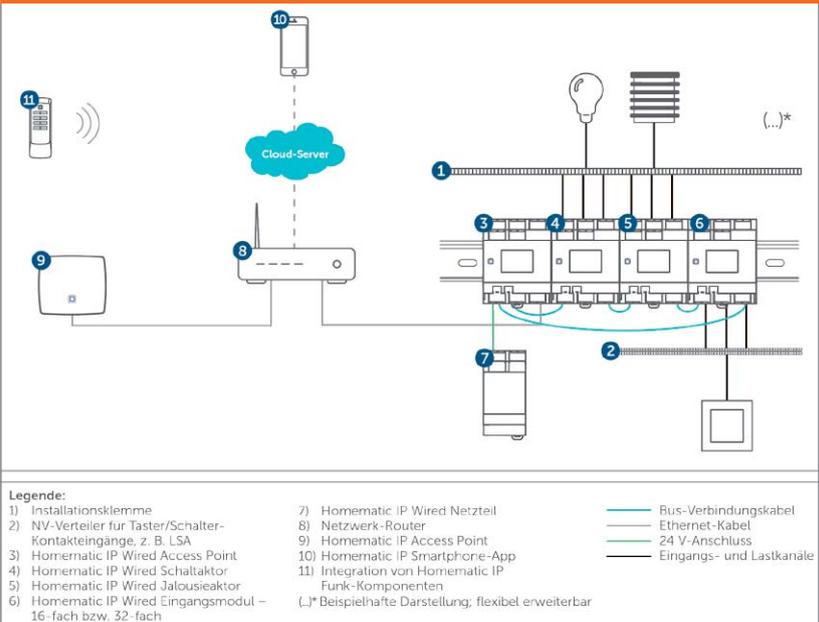
#### Hinweis zum HM-CFG-LAN:

Soll ein bestehendes System um Homematic IP Geräte erweitert werden, muss das Gateway auf die Firmware 0.965 aktualisiert werden, damit ein störungsfreier Betrieb der bisherigen Homematic Installation sichergestellt ist. Das benötigte Firmware-Update-Tool kann unter [\[3\]](#) geladen werden.

Des Weiteren gibt es eine inoffizielle Lösung [\[4\]](#), um die CCU2 in ein Gateway zu verwandeln. Damit könnte man die CCU2 etwa nach einem Umstieg auf CCU3 sinnvoll als Repeater weiterverwenden.

Um die Funkreichweite für Homematic IP Geräte zu erhöhen, stehen hier aktuell zwei systemeigene Geräte mit Routerfunktion zur Verfügung. Die Funk-Schaltsteckdose HmIP-PS bzw. die Mess- und Funk-Schaltsteckdose HmIP-PSM (siehe [Tabelle 2](#)). Diese sind sowohl im Cloud-basierten HmIP System als Reichweitenverlängerer (bis zu zwei in einer Funkstrecke) als auch in gleicher Funktion an der Homematic CCU einsetzbar. Setzt man hier (siehe [Bild 2](#)) das Häkchen bei „Gerät dient als Router“, werden Funkbefehle von Homematic IP Geräten über diesen Router an die Zentrale weitergeleitet. Der in [Bild 2](#) ersichtliche Parameter „Routing aktiv“ ist werkseitig bei jedem Homematic IP Gerät aktiv und kann deaktiviert werden, sofern man erzwingen möchte, dass die Funkbefehle nicht über einen eingerichteten Router weitergeleitet werden. **ELV**

#### Steuerung über Homematic IP Wired Access Point und Homematic IP Access Point mit Smartphone-App für Homematic IP Funk und Wired im Verbund



#### Steuerung über Homematic IP Wired Access Point und Homematic IP Zentrale CCU3 mit PC

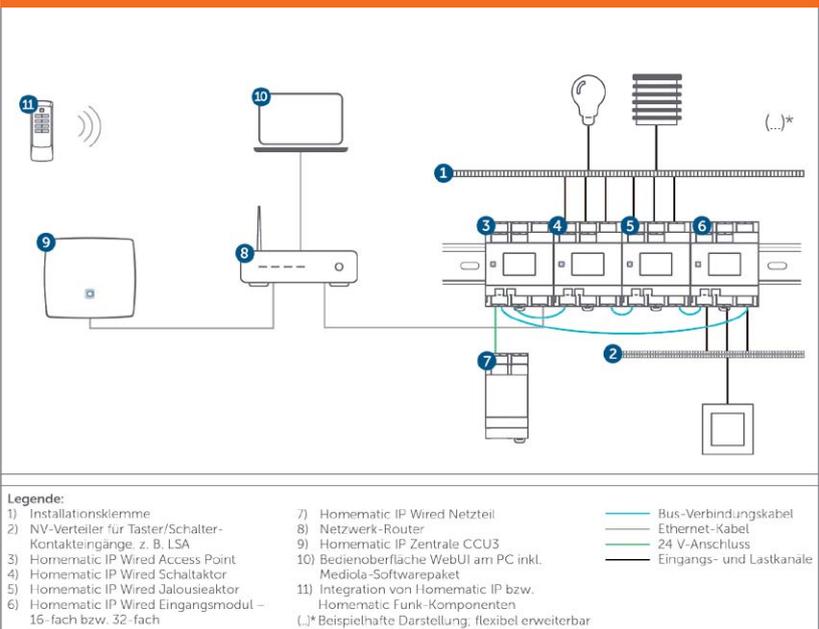


Bild 3: Die Varianten der Steuerung des HmIP Wired Systems



### Weitere Infos:

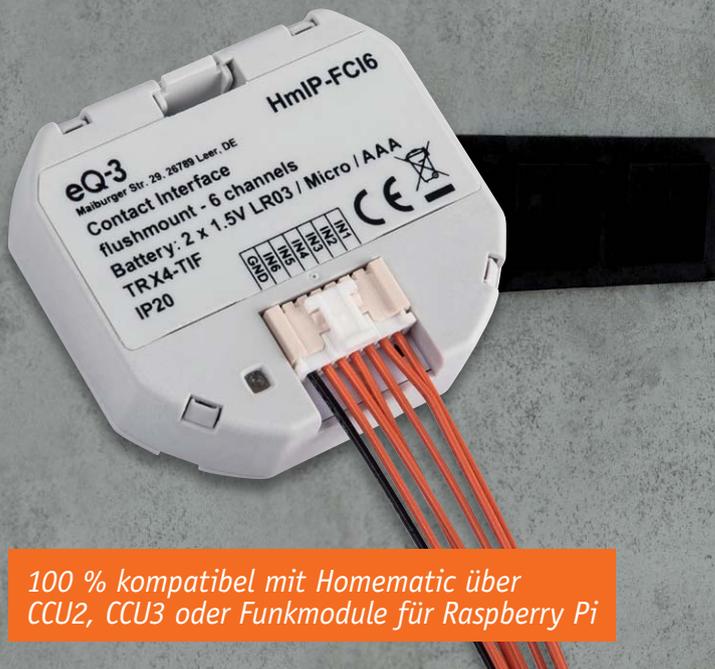
- [1] Third-Party-Systeme auf OCCU-Grundlage:  
<https://homematic-forum.de/forum/viewforum.php?f=54>
- [2] Cloud-Dienst „CloudMatic“  
[www.cloudmatic.de](http://www.cloudmatic.de)
- [3] Firmware-Update-Tool für HM-CFG-LAN  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10242
- [4] CCU2 als LAN-Gateway  
<https://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=43&t=45328>



Bild 4: LAN-Konfigurationsadapter HM-CFG-LAN



homematic IP



100 % kompatibel mit Homematic über  
CCU2, CCU3 oder Funkmodule für Raspberry Pi

## Ein Sender statt sechs Homematic IP 6fach-Kontakt-Interface

Wollte man bisher mehrere Installationstaster oder Meldekontakte über einen Sender im Homematic IP System zusammenfassen, stand hierzu das 8-Kanal-Sendemodul HmIP-MOD-RC8 für den Eigenbau eines Mehrkanalsenders zur Verfügung, allerdings lediglich als Bausatzmodul für die Einbindung in eigene Applikationen. Mit dem hier vorgestellten 6fach-Kontakt-Interface wird die Anbindung von Tastern, Überwachungskontakten usw. an das Smart Home System noch einfacher, und insbesondere im Bestandsbau erweist sich das kompakte, batteriebetriebene Gerät als echter Problemlöser.

### Der Bausatz

im ELV Shop

#10228

### Montagevideo



#10232

QR-Code scannen oder  
Webcode im ELV Shop  
eingeben

### Infos zum Bausatz HmIP-FC16



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,5 h



**Verwendung SMD-Bauteile:**  
SMD-Teile sind bereits  
komplett bestückt



**Besondere Werkzeuge:**  
LötKolben



**Lötverfahren:**  
Ja



**Programmierkenntnisse:**  
Nein



**Elektrische Fachkraft:**  
Nein

### Schalter oder Taster in Homematic IP integrieren

Das Kontakt-Interface verfügt über sechs unabhängig voneinander nutzbare Eingänge, die mit Tastern, Schaltern, Überwachungskontakten usw. belegbar sind. Somit kann man z. B. sehr einfach beliebige vorhandene Installationstaster hier anschließen und diese quasi zum vielseitig verwend- und konfigurierbaren Funk-Sender im Smart Home System machen ohne Abstriche an Designlinien, bevorzugte Hersteller usw.

Dabei ist der batteriebetriebene 6fach-Sender so kompakt und flach, dass er noch hinter einem Taster oder Schalter in einer Unterputzdose (Schalterdose) seinen Platz findet. Er wird mit zwei Batterien des Typs Micro (AAA/LR03) betrieben, die je nach Nutzungsgewohnheiten drei bis sieben Jahre Betrieb ohne Batteriewechsel ermöglichen. Damit bietet sich zum Beispiel auch die Einsatzvariante, ganze Tastergruppen – auch nachträglich – dort zu installieren, wo keine Netzstromleitung liegt. So ist man mit dem flachen Problemlöser absolut flexibel und an keinen bestimmten Standort gebunden.

Genauso kann man zum Beispiel einfache Magnetkontakte über dieses Kontakt-Interface sehr komfortabel zu Funk-Kontakten aufwerten.

Aber auch abseits des Smart Home Bereichs ist das äußerst kompakte Gerät als Mehrkanal-Funksender nutzbar, etwa im Zusammenspiel mit



dem Homematic IP 8-Kanal-Empfänger HmIP-MOD-OC8. Hier nutzt man dann zur Übertragung von Schaltkommandos in einer eigenen Applikation die positiven Eigenschaften des Systems wie hohe Funk-Reichweite, Rückmeldekanal und sehr sichere Verschlüsselung.

Ein ähnliches Gerät befindet sich auch im Portfolio des Homematic Systems: das 3-Kanal-Funk-Schließerkontakt-Interface HM-SCI-3-FM. Es bildet quasi die konzeptionelle Basis des noch leistungsfähigeren HmIP-FCI6.

Kommen wir damit zur Schaltungsbeschreibung des vielseitig einsetzbaren Gerätes.

### Schaltung

Die in Bild 1 abgebildete Schaltung des Gerätes ist übersichtlich aufgebaut und unterteilt sich in die Baugruppen Controller, Transceiver, Speicher für Konfigurationsdaten und für die Zwischenspeicherung bei Firmware-Updates sowie die Spannungsversorgung und die Tasterschnittstelle.

Die Spannungsversorgung erfolgt aus zwei Batterien (Typ LR03/Micro/AAA). Als Sicherungselement ist der PTC R3 zwischen die Batterien und die Elektronik geschaltet. Er erwärmt sich bei einem erhöhten Strom, der durch einen Gerätefehler (Überlast) entsteht, und trennt die Schaltung durch Steigerung des internen Widerstands und damit einhergehender starker Strombegrenzung temporär von den Batterien.

Kern der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1. Er koordiniert über die geladene Firmware die Zusammenarbeit des Transceiverbausteins TRX1, des über I<sup>2</sup>C verbundenen Parameterspeichers IC2 und der Tastereingänge IN1 bis IN6. Über den Transceiverbaustein TRX1 erfolgt die gesamte Funkkommunikation inklusive Parametrierung und Firmware-Update (OTAU).

Wie bei Homematic IP Geräten üblich gibt es eine Systemtaste TA1 und die dazugehörige Duo-LED D1. Sie dienen dem Anlernen, dem Zurücksetzen und den Statusmeldungen.

Die sechs Eingänge IN1 bis IN6 sind mit jeweils einem 1-M $\Omega$ -Pull-up-Widerstand versehen. Das spart gegenüber ständig aktiven internen Pull-up-Widerständen Strom. Zum ESD-Schutz der Controllereingänge sind die 1-k $\Omega$ -Widerstände

R4 bis R9 in Reihe sowie die ESD-Schutzdioden D2 bis D7 direkt an der Eingangsbuschse gegen GND geschaltet.

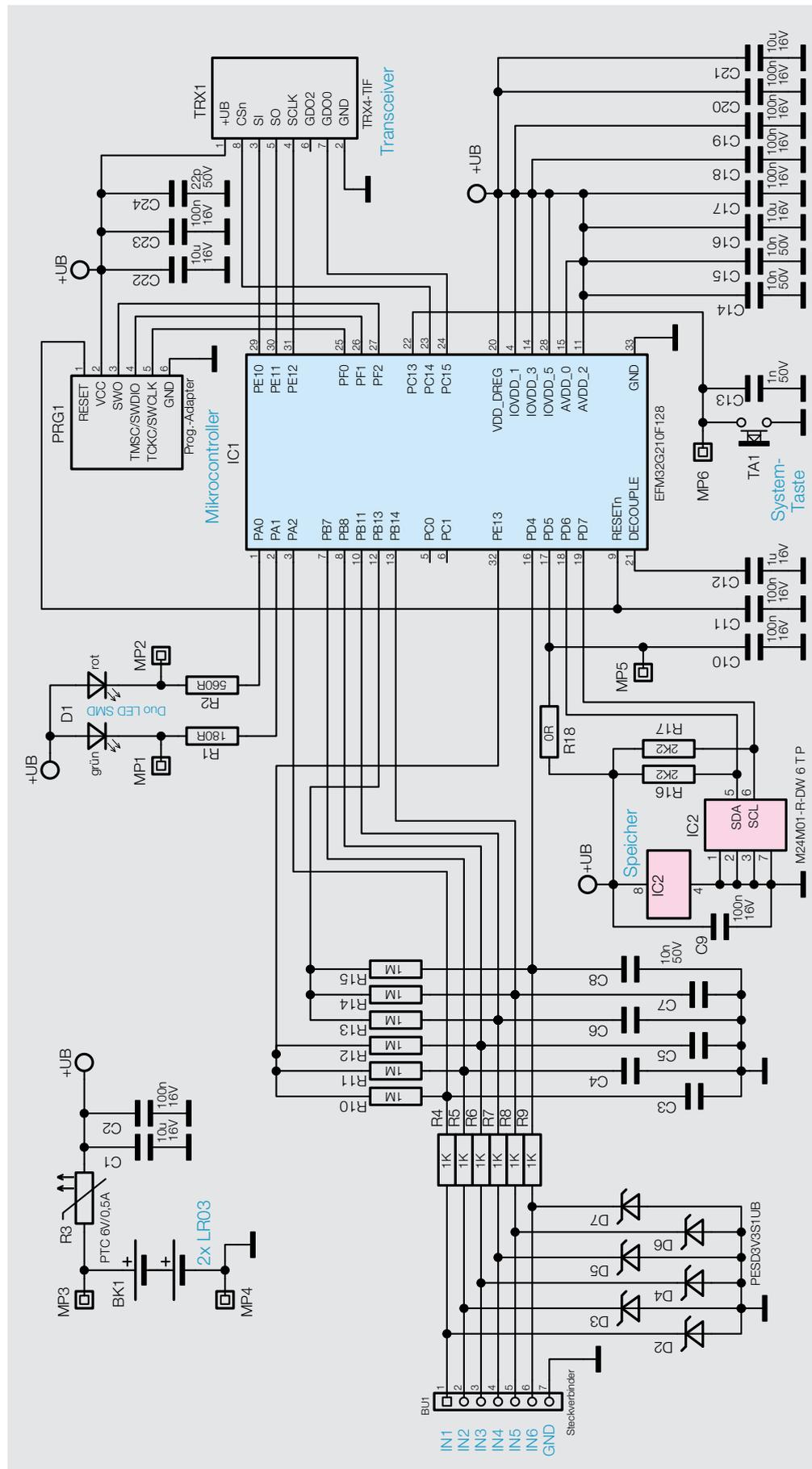


Bild 1: Das Schaltbild des HmIP-FCI6

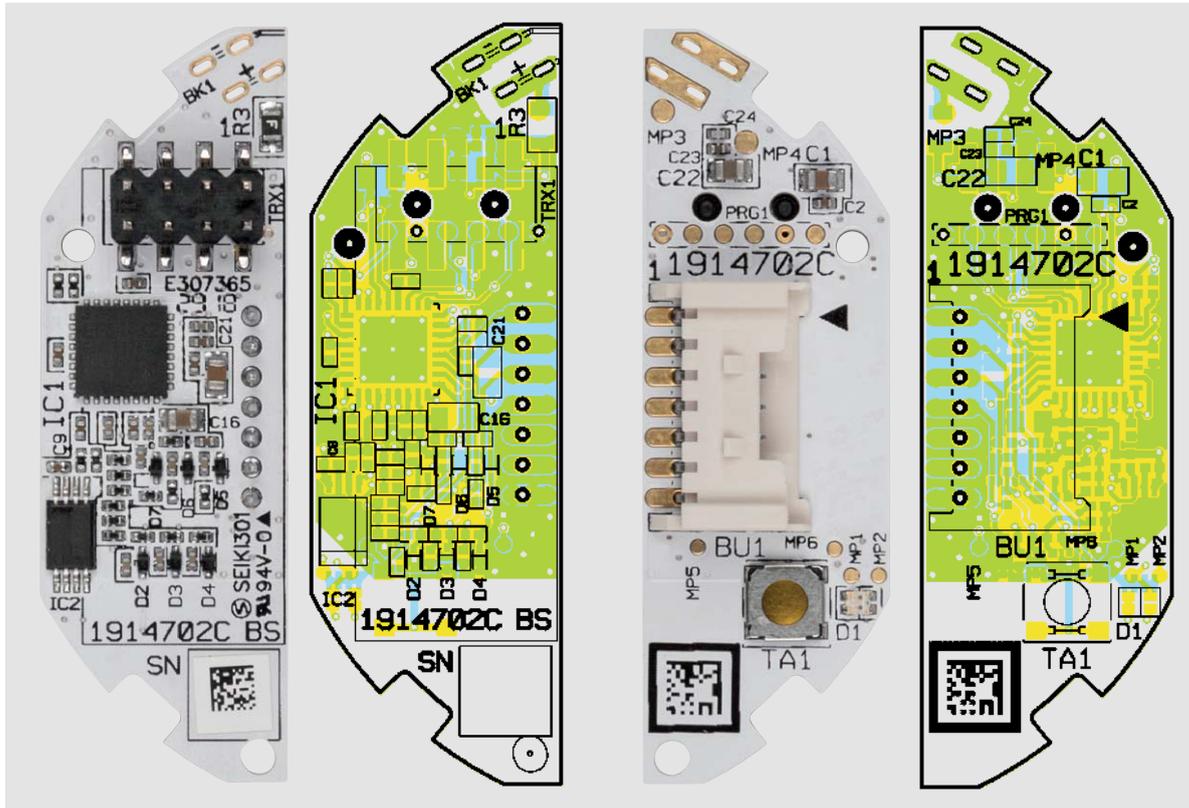


Bild 2: Platinenfotos und die Bestückungspläne der Basisplatine, hier mit bereits eingesetzter BU1, links die Oberseite und rechts die Unterseite der Platine

## Nachbau

Die Bestückung der Geräteplatine gestaltet sich einfach, da bis auf das Funkmodul TRX1, die Verbindungsbuchse BU1 und die Batteriekontakte bereits sämtliche Bauteile in SMD-Technik vorbestückt sind. Nach einer Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler anhand der in Bild 2 zu sehenden Platinenfotos und Bestückungspläne sowie des Bestückungsdrucks auf der Platine beginnen wir mit der Bestückung der Buchse BU1. Diese ist in die Platine entsprechend Bild 2 so einzusetzen, dass der Buchsenkörper plan auf der Platine aufliegt, und dann auf der Platinen-

unterseite zu verlöten. Danach sind die Lötstellen sorgfältig auf Brücken und andere Lötfehler zu kontrollieren, da man später bei bestücktem Funkmodul nicht mehr an die Lötstellen gelangen kann.

Nun folgt das Funkmodul TRX1. Es wird mit dem Abschirmgehäuse nach oben plan auf den Isolierkörper der Stiftleiste TRX1 gelegt und in genau paralleler Lage zur Basisplatine verlötet (Bild 3). Durch die parallele Ausrichtung zur Basisplatine wird auch erreicht, dass es keinen Kontakt zu darunter liegenden Bauteilen geben kann. Bild 4 zeigt das so verlötete Funkmodul noch einmal von oben.

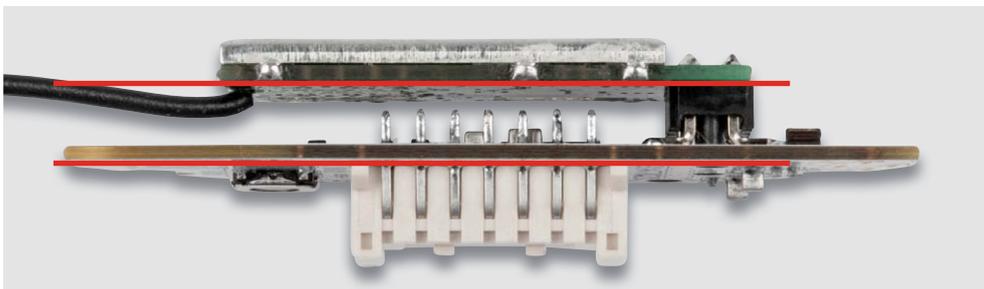


Bild 3:  
Das Funkmodul muss genau plan auf dem Isolierkörper der Stiftleiste sitzen und es ist so anzulöten, dass es exakt parallel zur Basisplatine liegt.



Bild 4:  
Das bestückte und verlötete Funkmodul von oben gesehen



Bild 5: Batteriekontakte, von links nach rechts: Pluskontakt, Minuskontakt und Brückenkontakt

Die als Letztes zu bestückenden Batteriekontakte (Bild 5) müssen, wie in Bild 6 zu sehen, ebenfalls plan (Kontakte bis zum Anschlag und gerade in die zugehörigen Platinausschnitte einführen!) zur Platine eingesetzt und parallel zueinander ausgerichtet werden. Der Brückenkontakt wird später separat in das Batteriefach eingebaut.

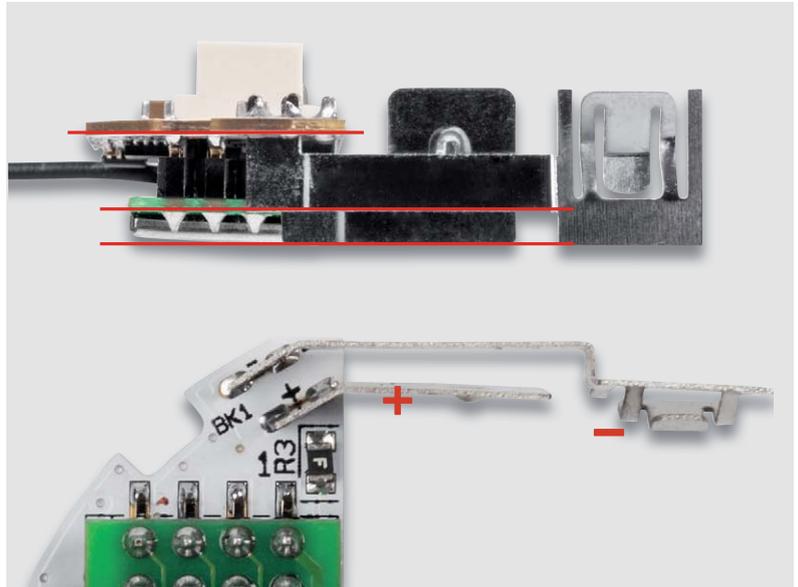


Bild 6: Die Plus- und Minuskontakte sind parallel zueinander und zur Platine einzulöten. Reichlich Lötzinn sichert hier auch die mechanische Stabilität.

#### Widerstände:

0 $\Omega$ /SMD/0402	R18
180 $\Omega$ /SMD/0402	R1
560 $\Omega$ /SMD/0402	R2
1 k $\Omega$ /SMD/0402	R4–R9
2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R16, R17
1 M $\Omega$ /SMD/0402	R10–R15
PTC/0.5 A/6 V/SMD/0805	R3

#### Kondensatoren:

22 pF/50 V/SMD/0402	C24
1 nF/50 V/SMD/0402	C13
10 nF/50 V/SMD/0402	C3–C8, C14, C15
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C9, C10, C11, C17–C20, C23
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C12
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C1, C16, C21, C22

#### Halbleiter:

ELV181654/SMD	IC1
M24M01-R-DW/TSSOP-8	IC2
Duo-LED/rot/grün/SMD	D1
PESD3V3S1UB/SMD	D2–D7

#### Sonstiges:

Steckverbinder, Stiftleiste, Sherlock, THT	BU1
Taster ohne Tastknopf, 1x ein, 0,8 mm Höhe	TA1
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade	TRX1
TRX4-TIF	TRX1
Gehäuseunterteil	
Gehäuseoberteil	
Batteriefachdeckel, bedruckt	
Lichtleiter	
Batteriekontakt Minus	
Batteriekontakt Plus	
Batteriebrückenkontakt	
Verbindungskabel, 20 cm	

Stückliste

## Gehäusemontage

Die Gehäusemontage beginnt mit dem Einlegen des Lichtleiters für die Duo-LED, der gleichzeitig auch als Betätigungsstößel für den Taster TA1 dient, in das Gehäuseoberteil (Bild 7). Dem folgt das Einlegen der Platine, wie in Bild 8 gezeigt, dabei sind die Batteriekontakte in die vorgesehenen Gehäuseschlitze einzuführen. In Bild 8 ist auch gezeigt, wie der Brückenkontakt eingelegt wird und wie das Einlegen, Führen und Fixieren der Antenne des Funkmoduls zu erfolgen hat.

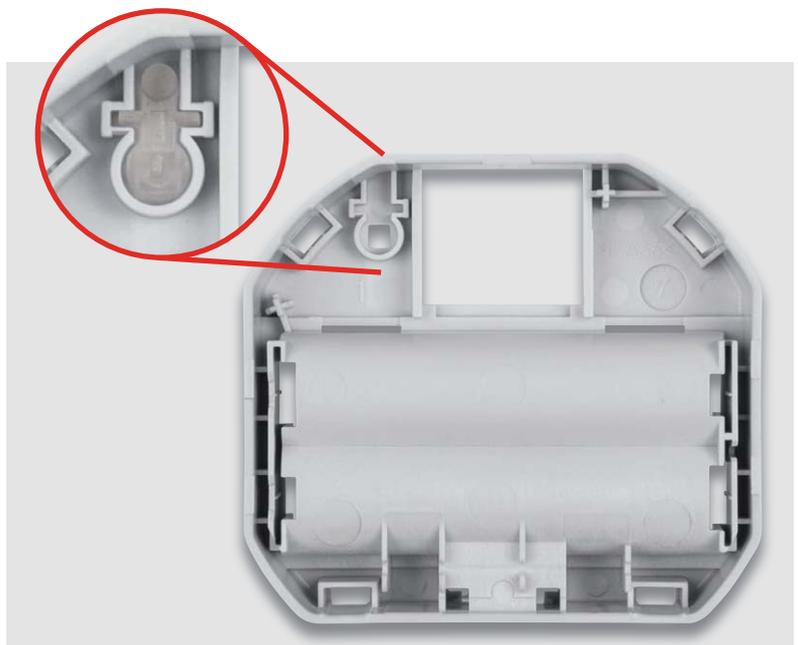


Bild 7: Als erster Schritt der Gehäusemontage erfolgt das Einlegen des Lichtleiters.



Bild 8: So erfolgen das Einlegen der Platine, das Positionieren der Batteriekontakte und das Führen und Fixieren der Funk-Antenne.



Bild 9: Der Gehäusedeckel ist so einzusetzen, dass die vier Rastnasen sicher in das Gehäuseoberteil einrasten.



Bild 11: Das komplett montierte Gerät, bereit zum Einsatz. Die Markierung kennzeichnet die Lage des Systemtasters und der Duo-LED.

Dem folgt das Auflegen und Einrasten des Gehäusedeckels, wie in Bild 9 zu sehen, und dann das Einhängen des dann später aufklappbaren Batteriefachdeckels (Bild 10) über die beiden Scharnierzapfen. Bild 11 zeigt abschließend das so fertig montierte Gerät.

### Installation und Konfiguration

Als Erstes ist das beiliegende Anschlusskabel an die einzubindenden Schalter/Taster/Kontakte anzuschließen. An die Tastereingänge können potentialfreie Taster, Schaltkontakte oder auch Schalter angeschlossen werden. Diese Eingänge haben eine negative Logik (low active), das heißt, es wird jeweils nach Masse (GND) geschaltet.

Das Gerät ist sehr flach und kann deshalb in den meisten Fällen auch in die Wanddosen hinter den Installationsschaltern montiert werden. Es dürfen jedoch keine Potential oder Netzspannung führenden Leitungen angeschlossen werden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die Leitungslänge zum Kontakt-Interface maximal 3 m betragen darf.

Weitere Hinweise hierzu finden sich in der zu jedem Bausatz mitgelieferten Bedienungsanleitung.

Sind alle Leitungen angeschlossen, steckt man den Stecker des Anschlusskabels an die Buchse BU1 des Gerätes (Bild 12). Auch hier wird der Stecker in einer Raststellung fixiert.

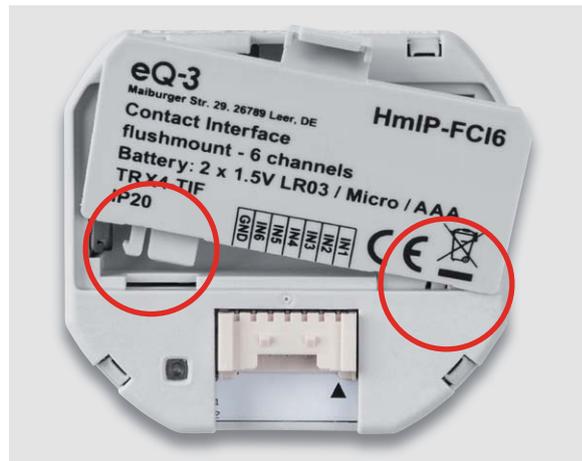


Bild 10: Beim Einklinken des Batteriefachdeckels sind die beiden Scharnierzapfen vorsichtig einzurasten.



Bild 12: Der Stecker für den Anschluss der Taster ist angeschlossen und eingerastet.



Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-FCI6
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V (LR03/Micro/AAA)
Stromaufnahme:	40 mA (max.)
Ruhestromverbrauch:	10 µA
Batterielebensdauer:	3 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5 bis +35 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Funk-Modul:	TRX4-TIF
Maximale Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD Kategorie 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	230 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Anzahl der Tastereingänge:	6x Taster (low active)
Installation: in Schalterdosen (Gerätedosen) gemäß DIN 49073-1 oder Aufputzdosen gemäß DIN 60670-1	
Abmessungen (B x H x T):	47,5 x 53 x 14,2 mm
Gewicht:	50 g (inkl. Batterien)



Bild 13: So erfolgt das polrichtige Einlegen der Batterien.

Nun erfolgt das polrichtige Einlegen der Batterien (Bild 13). Das Gerät quittiert einen ordnungsgemäßen Start mit dem Aufleuchten der Geräte-LED, zuerst in Orange und danach in Grün. Ist das Gerät noch an keine Zentrale oder einen Homematic IP Access-Point angelernt, geht es automatisch in den Anlernmodus und sendet dann alle zehn Sekunden ein entsprechendes Telegramm, wobei die LED kurz orange aufleuchtet. Bei erfolgreichem Anlernen leuchtet die LED kurz grün auf. Erfolgt kein Anlernen, wird dieser Modus nach drei Minuten verlassen und das Gerät wechselt bis zur nächsten Tastenbetätigung in einen stromsparenden Tiefschlaf. Ein Druck auf die im Gehäuse versenkte Systemtaste (siehe Bild 11) startet die Anlernphase erneut für drei Minuten.

Um die Fernbedienung an eine Homematic Zentrale oder an einen Homematic IP Access-Point anzulernen, ist bei dem jeweiligen Zentralelement der entsprechende Anlernmodus zu starten und das Gerät in den jeweiligen Gerätebestand aufzunehmen.

Der Screenshot in Bild 14 zeigt die Konfigurationsübersicht in Verbindung mit einer Homematic Zentrale.

Hier sind die unterschiedlichen Konfigurationsmöglichkeiten für die Eingänge als Taster-, Schalter- oder Kontakteingang aufgezeigt. Die Eventverzögerung vermeidet zum Beispiel Irritationen durch prellende Kontakte oder Konflikte durch gleichzeitig ausgelöste Eingänge. Bei der Konfiguration eines Tastereingangs kann man hier auch eine Doppelfunktion eines Tasters für den kurzen und langen Tastendruck definieren.

Weitere Hinweise zur Bedienung und Einbindung in das Homematic

System finden sich in der zu jedem Gerät mitgelieferten Bedienungsanleitung und dem Homematic WebUI-Handbuch. Aktuelle Versionen davon sind im Downloadbereich von eQ-3 zu finden.

Ist die komplette Konfiguration erfolgt und erprobt, kann man nun das Gerät in die Installationsdose hinter einen Taster/Schalter legen und darüber das jeweilige Installationsgerät montieren. **ELV**

Name	Kanal	Parameter
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input type="checkbox"/> Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="20"/> (0 - 255) Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="0"/> (0 - 255) Low-Bat.-Schwelle <input type="text" value="2.20"/> V (0.00 - 25.20) Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/> ? Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/> ?
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:1	Ch.: 1	Kanalverhalten <input type="text" value="Schalter"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/>
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:2	Ch.: 2	Kanalverhalten <input type="text" value="Taster"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/> Doppelklick-Zeit (Tastensperre) <input type="text" value="0.00"/> s (0.00 - 25.50) Mindestdauer für langen Tastendruck <input type="text" value="0.40"/> s (0.00 - 25.50) Timeout für langen Tastendruck <input type="text" value="2 Minuten"/>
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:3	Ch.: 3	Kanalverhalten <input type="text" value="Tür-/Fensterkontakt"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/> Meldung in Position offen <input type="text" value="offen"/> Meldung in Position geschlossen <input type="text" value="geschlossen"/>
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:4	Ch.: 4	Kanalverhalten <input type="text" value="Schalter"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/>
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:5	Ch.: 5	Kanalverhalten <input type="text" value="Schalter"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/>
HmIP-FCI6 001F1702625BF1:6	Ch.: 6	Kanalverhalten <input type="text" value="Schalter"/> Eventverzögerung <input type="text" value="1 Sekunde"/>

Bild 14: Der Konfigurationsdialog der CCU-WebUI zeigt die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten und ihre Einstelloptionen als Taster-, Schalter- oder Kontakt-Interface des HmIP-FCI6 auf.



# Homematic Scriptprogrammierung

Teil 14 – Projekt Lichtszenen (Fortsetzung)

The screenshot shows the 'Skript bearbeiten' window in the Homematic Admin interface. The script is named 'Anwesenheit Simu'. The configuration includes several conditions and actions. The script code is as follows:

```
foreach(itemID, dom.GetObject("Anwesenheitssimulation").EnumUsedIDs())
{
  var item = dom.GetObject(itemID);
  var device = dom.GetObject(item.Device());
  if (item.IsTypeOf(OT_CHANNEL))
  {
    if (device.HssType().Find("HM-LC-Sw")>=0)
    {
      n=n+1;
    }
    if (device.HssType().Find("HM-LC-Dim")>=0)
    {
      n=n+1;
    }
  }
}
```

\$val\$ =     \$this\$ =     \$src\$ =

**Fehlerprüfung**

In diesem letzten Teil der Artikelserie schließen wir das Projekt Lichtszenen ab.



In der letzten Folge der Artikelserie wollen wir nun noch eine Änderung an dem Lichtszenensystem einbauen, die das Anlegen der einzelnen Systemvariablen (Zentralenvariablen) zur Speicherung der Werte der Aktoren entfallen lässt. Es wird lediglich noch eine einzige Zentralenvariable benötigt, die die Werte für die Szenen der verschiedenen Taster aufnehmen kann.

Wir nennen dieses Variable VSzeneVal (Typ Zeichenkette).

In diese Variable sollen nun die Werte aller verwendeten Aktoren in Verbindung mit den entsprechenden Szeneschaltern gespeichert werden.

Wir erinnern uns: Der Speichervorgang (Szene <aktuelle Werte> abspeichern) und der Abrufvorgang (Szene einschalten) wurden über 2 Scripte, die von 2 Zentralenprogrammen aufgerufen wurden, gestartet:

### Szene speichern:

The screenshot shows the 'Programmerstellung' (Program Creation) page in the HomeMatic Admin interface. The program is named 'Licht PSzeneSet'. The condition is 'Systemzustand: SzeneSet im Wertebereich größer als 0.00 bei Änderung auslösen'. The script is 'string itemID; string sElement; string sNew; integer n; stri... sofort'. A red box highlights the script field with the text 'Script zum Speichern der Werte'.

Script zum Speichern  
der Werte

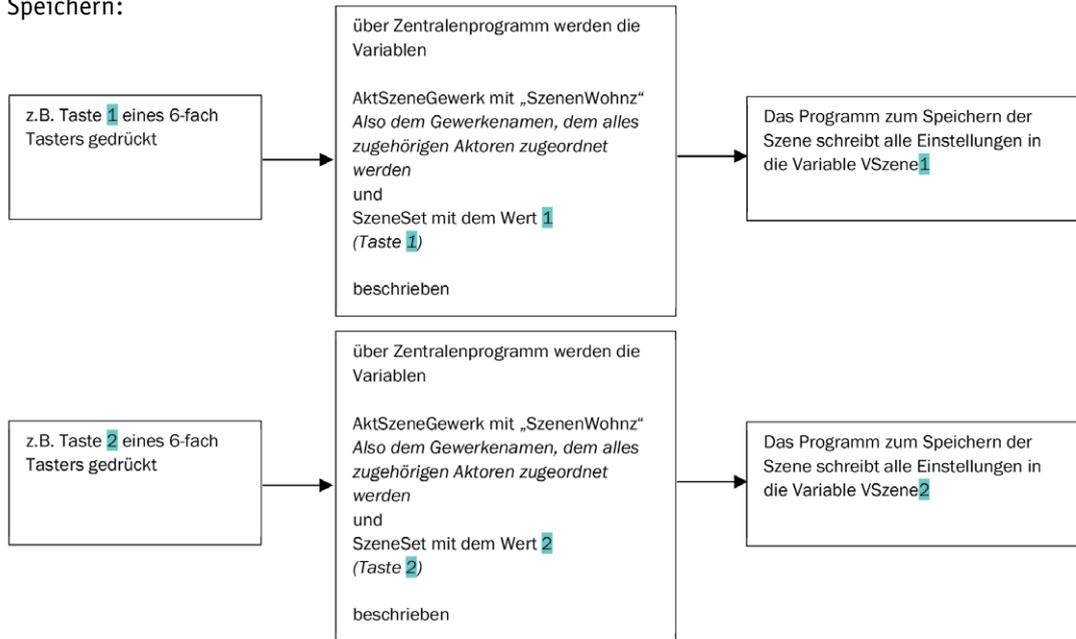
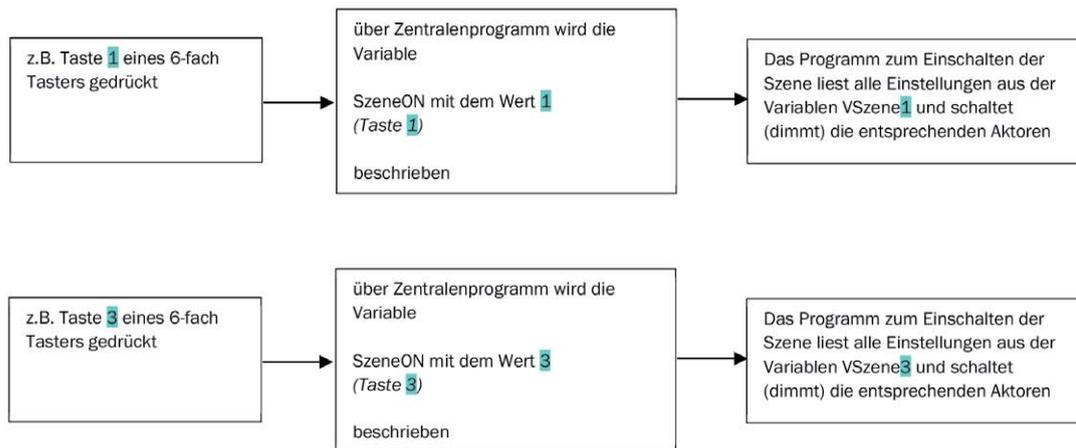
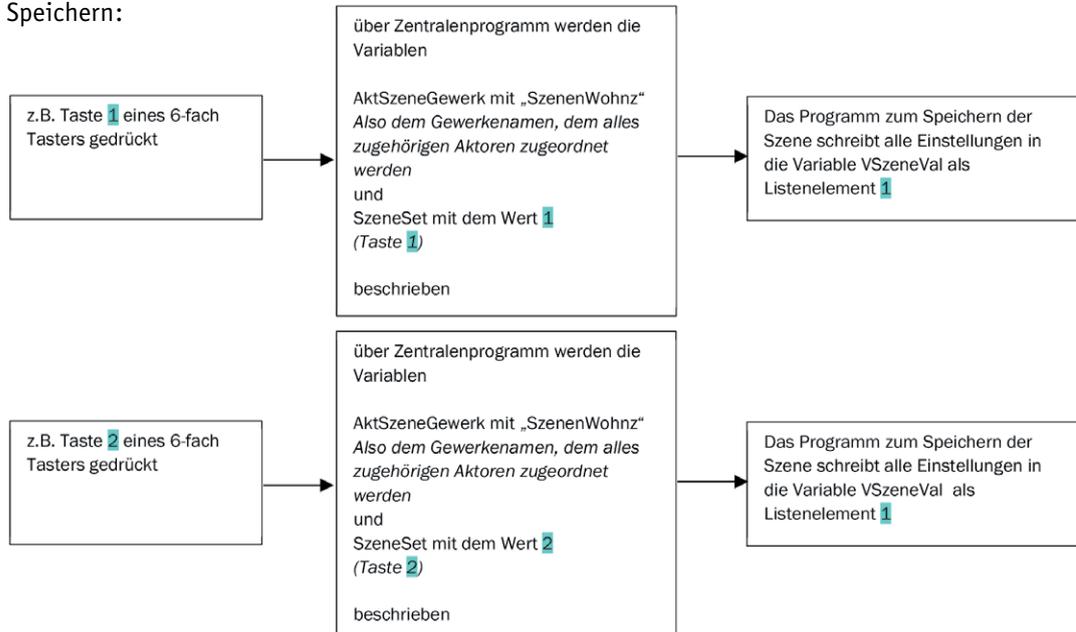
### Szene aktivieren/einschalten:

The screenshot shows the 'Programmerstellung' (Program Creation) page in the HomeMatic Admin interface. The program is named 'Licht PSzeneOn'. The condition is 'Systemzustand: SzeneOn im Wertebereich größer als 0.00 bei Änderung auslösen'. The script is '!Szene aktivieren !----- dom.GetObject("1... sofort'. A red box highlights the script field with the text 'Script zum Einschalten der Szene'.

Script zum Einschalten  
der Szene

Zum Speichern einer Einstellung wurden in dem Zentralenprogramm für den jeweiligen Schalter 2 Systemvariablen (Zentralenvariablen) gesetzt: die Variable SzeneSet mit der Nummer der Szene und die Variable AktSzeneGewerk mit dem Namen des (Szenen-)Gewerkes.

Zum Einschalten einer Szene wurde lediglich die Variable SzeneOn mit der Nummer der Szene beschrieben.

**Bisher:****Speichern:****Abrufen (Einschalten):****Nach der Änderung:****Speichern:**



## Abrufen (Einschalten):



Der Vorteil ist: Es wird eine einzige Systemvariable (Zentralenvariable) zum Speichern der Szenedaten angelegt!

Zur Durchführung der Änderung muss das Datenformat zum Speichern geändert werden. Bisher gab es für jede Szene ein File mit dem Namen VSzene und der Nummer der Szene, also VSzene1, VSzene2 ... u.s.w.

Die Blöcke (pro Szene ein Block), in denen die Daten für die Szene stehen, bleiben grundsätzlich gleich, da aber innerhalb einer Variablen die einzelnen Szenedaten als Liste gespeichert werden, wird das bisher verwendete Komma zum Auflisten der Geräte und ihrer Werte durch das Zeichen # ersetzt und die Aufteilung in mehrere Variablen durch eine Auflistung (,) innerhalb eines Files ersetzt:

Die Daten in VSzeneVal werden also folgendermaßen organisiert:

BLOCK 01 – Entspricht Taster (Szene) mit der Nummer 1													
AKTOR 1		AKTOR 2		AKTOR 3		AKTOR 4		AKTOR 5		AKTOR 6		AKTOR 7	
Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert	Item	Wert	Item id	Wert
14192*0.000000#34492*0.000000#21250*0.000000#13745*0.000000#6814*false#34445*false#34451*false,													
BLOCK 02 – Entspricht Taster (Szene) mit der Nummer 2													
AKTOR 1		AKTOR 2		AKTOR 3		AKTOR 4		AKTOR 5		AKTOR 6		AKTOR 7	
Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert	Item	Wert	Item id	Wert
14192*0.000000#34492*0.000000#21250*1.000000#13745*0.500000#6814*false#34445*true#34451*false,													
BLOCK 03 – Entspricht Taster (Szene) mit der Nummer 3													
AKTOR 2		AKTOR 8		AKTOR 9		AKTOR 10		AKTOR 11		AKTOR 12			
Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert/Einstellg	Item id	Wert	Item id	Wert	Item id	Wert		
34492*0.000000,21250*0.000000,13745*0.000000,34246*false,6814*true,34451*false,													

u.s.w.

Die einzelnen Blöcke stellen die Daten für die einzelnen Taster (Szenen) dar. Innerhalb eines Blockes können sich unterschiedlich viele Aktoren befinden, die wiederum durch das Zeichen # getrennt sind. Jeder Aktor wird durch die ID-Nummer und den Wert, der gespeichert wird/ist, beschrieben, wobei hier ID und Wert durch das Zeichen \* getrennt sind. Nun müssen noch die beiden Scripte geändert/neu geschrieben werden.

## Das erste Script (Abspeichern):

01	!-----
02	!Szene abspeichern
03	!-----
04	string itemID;
05	string sElement;
06	string sNeu;
07	integer n;
08	string sNewBlock;
09	string sOldBlock;
10	integer nAkt;
11	!-----
12	!SzeneschalterNr aus SysVar SzeneSet einlesen und in Zahl iSzSchNr (=Index der Szenedaten in VSzeneVal) wandeln.
13	!-----
14	string sSzSchNr=dom.GetObject("SzeneSet").State().Trunc().ToString();
15	sSzSchNr = sSzSchNr.Substr(0,sSzSchNr.Find("."));



```
16 integer iSzSchNr= sSzSchNr.ToInteger();
17
18 var myAssembly =
  dom.GetObject(dom.GetObject("AktSzeneGewerk").State());
19 string sBlock = "";
20
21
22 !-----
23 !Gewerk Aktoren durchgehen und Werte des Eintrags iSzSchNr in
  sNewBlock merken
24 !-----
25 foreach(itemID, myAssembly.EnumUsedIDs())
26 {
27   var item = dom.GetObject(itemID);
28   if (item.IsTypeOf(OT_CHANNEL))
29   {
30     var device = dom.GetObject(item.Device());
31     if ((device.HssType().Find("HM-LC-Sw") >= 0))
32     {
33       if (sBlock == "")
34       {
35         sBlock = itemID # "*" # item.State();
36       }
37       Else
38       {
39         sBlock = sBlock # "#" # itemID # "*" # item.State();
40       }
41     }
42
43     if ((device.HssType().Find("HM-LC-Dim") >= 0))
44     {
45
46       if (sBlock == "")
47       {
48         sBlock = itemID # "*" # item.State();
49       }
50       else
51       {
52         sBlock = sBlock # "#" # itemID # "*" # item.State();
53       }
54     }
55   }
56 }
57
58
59 !-----
60 !Anzahl der aktuellen Bloecke in VSzeneVal feststellen
61 !-----
62 integer iAnzBlk = 0;
63 foreach (sElement, dom.GetObject("VSzeneVal").State().Split(","))
64 {
65   iAnzBlk = iAnzBlk + 1 ;
66 }
67
68 !-----
69 !neuen String zum Speichern bilden
70 !-----
71 sNeu="";
72
73 if (iAnzBlk == 0)
74 {
75   if (iSzSchNr > 1)
76   {
77     !-----
78     !bis zur Nummer des Eintrag mit ,,,, beschreiben
79     !-----
80     n=1;
81     while (n<iSzSchNr )
82     {
83       sNeu = sNeu # ", ";
84       n = n +1;
85     }
86     sNeu = sNeu # sBlock;
87   }
88   else
89   {
90     sNeu = sBlock;
91   }
92 }
93
94 Else
95 {
96   sNeu="";
97   nAkt=1;
98   sOldBlock="";
```

Seriennummern und  
Zustände merken

VSzeneVal ist noch leer!



99	foreach (sOldBlock, dom.GetObject("VSzeneVal").State().Split(","))	
100	{	
101	if (nAkt<>iSzSchNr)	
102	{	
103	if (sNeu=="")	
104	{	
105	sNeu = sOldBlock;	
106	}	
107	else	
108	{	
109	sNeu = sNeu # "," # sOldBlock	
110	}	
111	}	
112	else	
113	{	
114	if (nAkt==iSzSchNr)	
115	{	
116	if (sNeu=="")	
117	{	
118	sNeu = sBlock;	
119	}	
120	else	
121	{	
122	sNeu = sNeu # "," # sBlock;	
123	}	
124	}	
125	}	
126	nAkt = nAkt + 1;	
127	}	
128	if (iSzSchNr > iAnzBlk)	
129	{	
130	while(nAkt < iSzSchNr)	
131	{	
132	sNeu = sNeu # ",";	
133	nAkt = nAkt + 1;	
134	}	
135	sNeu = sNeu # sBlock;	
136	}	
137	}	
138		
139	!-----	
140	!Neue Werte schreiben	
141	!-----	
142	dom.GetObject("VSzeneVal").State(sNeu);	
143		
144	!-----	
145	!Steuervariablen initialisieren	
146	!-----	
147	dom.GetObject("AktSzeneGewerk").State("");	
148	dom.GetObject("SzeneSet").State(0);	
149		
150		
151		
152		
153		

Es stehen bereits Daten in VSzeneVal!

Die Szenenummer ist höher als die bereits gespeicherten Daten

Das zweite Script (Abrufen/Einschalten):

01	!-----	
02	!Szene aktivieren	
03	!-----	
04		
05		
06	!-----	
07	!SzeneschalterNr aus SysVar SzeneON einlesen und in Zahl	
08	!-----	
09	string sSzSchNr = dom.GetObject("SzeneON").State().Trunc().ToString();	
10	sSzSchNr = sSzSchNr.Substr(0, sSzSchNr.Find("."));	
11	integer iSzSchNr= sSzSchNr.ToInteger();	
12		
13	!-----	
14	!Die entsprechende Aktorenlisite aus dem File holen	
15	!-----	
16	string sListe = dom.GetObject("VSzeneVal").State().StrValueByIndex(", ",	
17		
18		
19	!-----	
20	!Die einzelnen Elemente durchgehen	
21	!-----	
22	string part;	
23		



```

24 foreach(part, sListe.Split("#"))
25 {
26     var itemIDStr = part.Substr(0,part.Find("*"));
27     var item = dom.GetObject(itemIDStr);
28     var valueStr = part.Substr(part.Find("*").ToInteger()+1;
29
30     if ((valueStr != "false") && (valueStr != "true"))
31     {
32         item.State(valueStr);
33     }
34     else
35     {
36         if (valueStr == "false")
37         {
38             item.State(false);
39         }
40         if (valueStr == "true")
41         {
42             item.State(true);
43         }
44     }
45 }
46
47 !-----
48 !aufrufenden Parameter initialisieren
49 !-----
50 dom.GetObject("SzeneOn").State(0);
51

```

Das Zentralenprogramm zum Steuern der Scripte:

HomeMatic Admin  
Startseite > Programme und Verknüpfungen > Programme > Programmerrstellung

Startseite Status und Bedienung Programme und Verknüpfungen Einstellungen

Bedingung: Wenn...  
Geräteauswahl Wohnzimmer\*6 fach Taster\*01:T1 bei Tastendruck kur  
UND  
Systemzustand Szeneprogrammierung bei ist falsch nur prüfen  
ODER

Aktivität: Dann...  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).  
Systemzustand SzeneOn sofort 1.00

Einschalten

Bedingung: Sonst, wenn...  
Geräteauswahl Wohnzimmer\*6 fach Taster\*01:T1 bei Tastendruck kur  
UND  
Systemzustand Szeneprogrammierung bei ist wahr nur prüfen  
ODER

Aktivität: Dann...  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).  
Systemzustand AktSzeneGewerk sofort SzeneGewerk1  
Systemzustand SzeneSet sofort 1.00

Speichern

Bedingung: Sonst, wenn...  
Geräteauswahl Wohnzimmer\*6 fach Taster\*01:T2 bei Tastendruck kur  
UND  
Systemzustand Szeneprogrammierung bei ist falsch nur prüfen  
ODER

Aktivität: Dann...  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).  
Systemzustand SzeneOn sofort 2.00

Einschalten

Bedingung: Sonst, wenn...  
Geräteauswahl Wohnzimmer\*6 fach Taster\*01:T2 bei Tastendruck kur  
UND  
Systemzustand Szeneprogrammierung bei ist wahr nur prüfen  
ODER

Aktivität: Dann...  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).  
Systemzustand AktSzeneGewerk sofort SzeneGewerk1  
Systemzustand SzeneSet sofort 2.00

Speichern

Abbrechen OK Einstellungen als neues Programm speichern Skript testen

Mit der Möglichkeit, sowohl Szenennummern als auch Szenengewerke beim Speichern einer Szene anzugeben, ist das System nun sehr variabel.



Nicht zu vergessen ist natürlich noch die Systemvariable (Zentralvariable) „Szeneprogrammierung“. Wenn sie gesetzt ist, bewirkt der Druck auf eine Taste eines Szeneschalters das Speichern der aktuellen Zustände der zum aktuellen Szenegewerk gehörigen Aktoren. Ist sie nicht gesetzt, dann schaltet ein Druck auf eine Szenetaste die Szene ein.

Im folgenden Beispiel wird die Programmiervariable durch einen Schlüsselschalter oder durch eine Testvariable (SzeneProgTest) gesetzt und über einen MP3-Funk-Gong wird ein akustisches Signal ausgegeben:

The screenshot shows the HomeMatic Admin interface for configuring a scene program. The breadcrumb trail is: Startseite > Status und Bedienung > Programme und Verknüpfungen > Programme > Programmerstellung. The current page is 'Einstellungen'.

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)
Licht SzeneProg		Kanalzustand: Programmierschlüssel:2 bei Tastendruck kurz

**Bedingung: Wenn...**

- Geräteauswahl: Programmierschlüssel:2 bei Tastendruck kurz
- UND
- ODER
- Systemzustand: SzeneProgTest bei ist wahr bei Änderung auslösen
- UND

**Aktivität: Dann...**  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

- Systemzustand: Szeneprogrammierung sofort ist wahr
- Systemzustand: Szeneprogrammierung verzögert um 5 Sekunden ist falsch
- Geräteauswahl: FunkGong:2 sofort Kanalaktion 1,1,108000,2
- Systemzustand: SzeneProgTest sofort ist falsch

**Aktivität: Sonst...**  Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern)

Mit diesem Artikel endet die Reihe über die Scriptprogrammierung. Themen daraus und weitere Scriptthemen werden Sie ab ELV Journal 2/2019 in einer neuen Artikelreihe finden, in der es um die neue CCU3 in Verbindung mit Mediola-Komponenten geht. **ELV**

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 Internetplattformen 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>



# Smart Home im Mittelpunkt

## Sechstes Homematic Usertreffen in Österreich, und Kassel 2019 kommt!

Die Weststeiermark zählt zwar nicht zu den am dichtesten besiedelten Gebieten in Österreich, aber wenn es um das Thema Homematic geht, ist sie mittlerweile zur Hochburg geworden. Neben dem größten Homematic Usertreffen in Kassel gehört inzwischen auch das österreichische Usertreffen zu den absoluten Pflichtterminen vieler Homematic Anwender. Wir berichten davon und geben einen Ausblick auf das Usertreffen in Kassel 2019, dessen Vorbereitung bereits auf Hochtouren läuft.

### Großes Interesse – interessantes Event

Der Einladung nach Österreich sind am 1. September 2018 wieder zahlreiche Smart Home Begeisterte gefolgt und trafen sich südlich von Graz in St. Stefan ob Stainz zum alljährlichen Homematic Usertreffen.

Robert Peißl (im Homematic Forum bekannt als peissl.at), der sich seit Jahren mit großem Engagement für das Homematic System und deren Anwender einsetzt, hatte auch für 2018 wieder ein interessantes Event organisiert.

Zahlreiche Gäste aus fast allen Bundesländern Österreichs und aus Deutschland nahmen am Treffen teil. Wobei sich zeigte, dass auch immer mehr Unternehmen Interesse am Smart Home haben. So traf man unter den Gästen nicht nur auf eQ-3-Partner oder Vertreter einiger Mitbewerber, sondern auch auf drei Hersteller aus der Fertighausbranche,

die im Namen des österreichischen Fertighausverbandes [1] teilnahmen.

Neben den mit großem Interesse erwarteten Neuerungen von eQ-3 gab es viele Vorträge und Präsentationen zu unterschiedlichsten Themen.

Ein weiterer Fixpunkt der Homematic Usertreffen ist die Steigerung der Teilnehmerzahl von Treffen zu Treffen. Dies erforderte in diesem Jahr einen Wechsel des Veranstaltungsortes, da der vorhandene Platz der bisherigen Örtlichkeit für die Größe des Treffens einfach nicht mehr ausreichte. So wurde das Pirkhof's (Bild 1, [2]) im gleichnamigen Ort die neue „Homematic Zentrale“ für das österreichische Usertreffen. Dadurch konnte nicht nur der Sitzbereich für die Teilnehmer des Treffens großzügiger ausgelegt werden, sondern es stand erstmals auch ein eigener Ausstellungsbereich für die Projekte der Vortragenden und für neue Produkte von eQ-3 zur Verfügung.

Da das Treffen nun bereits zum sechsten Mal stattfand, begann Robert Peißl seine Begrüßungsrede mit einem Resümee der bisherigen Treffen. Nach einer Vorschau auf die Präsentationen der einzelnen Gastredner ging er auf den aktuellen Entwicklungsstand der gesamten Smart Home Szene ein. Dafür hatte er eine Auswahl seiner Testzentralen von zahlreichen Smart Home Herstellern mitgebracht und stand den ganzen Tag über für Fragen zu den unterschiedlichen Systemen zur Verfügung.



Bild 1: Angenehme Atmosphäre im Pirkhof's, dem diesjährigen Veranstaltungsort



Bild 2: Selina Vavrik-Kirchsteiger über die Bauphysik im Smart Home



Bild 3: Robert Peißl mit seinen diversen smarten Lösungen



Bild 4: Frank Graß präsentierte die neue Homematic IP Wired-Serie.



Bild 5: Johan Beurer sprach über Infrartheizungen.

## Hochklassige Vorträge und spannende Anwendungen

Selina Vavrik-Kirchsteiger von der TU-Graz [3] hielt die erste Fachpräsentation mit dem Titel „Bauphysik im Smart Home“ (Bild 2). Dabei ging sie vor allem auf die Themen Heizen und Beschatten ein, da hier das Smart Home seine wesentlichen Vorteile ausspielen kann. Außer Begriffe wie beispielsweise den PMV-Index (Wohlfühlfaktor) erklärte sie diverse Abhängigkeiten im Bereich Bauphysik, zeigte aber auch die gängigsten Fehler auf.

Im Anschluss daran präsentierte Robert Peißl in seinem Vortrag „Diverse smarte Lösungen“ zahlreiche Einsatzgebiete für ein Smart Home (Bild 3). Von der Feuchtigkeitsvermeidung im kühlen Keller über die Beschattungssteuerung mit Rücksicht auf Innen- und Außentemperatur sowie Anwesenheit und Helligkeitsbedarf bis hin zur richtigen Raumlüftung hatte er zahlreiche Anwendungsfälle mitsamt den möglichen Lösungswegen vorbereitet.

Nach dem Mittagessen, das die kulinarischen Besonderheiten der Region bot, zeigte Frank Graß in der Keynote von eQ-3 die zahlreichen Neuigkeiten, um die das Homematic System seit dem letzten Treffen erweitert wurde. Er war für die Teilnahme am Usertreffen wieder eigens von Leer in Ostfriesland angereist und hatte einen Kofferraum voll mit Mustergeräten dabei. Neben einer Demo-Installation mit den neuen HmIP Wired-Geräten (Bild 4) gab es noch weitere Neuigkeiten zu bewundern.



Bild 6: Roland Messerschmidt über seine Entscheidung für Homematic IP und Homematic Funk-Komponenten

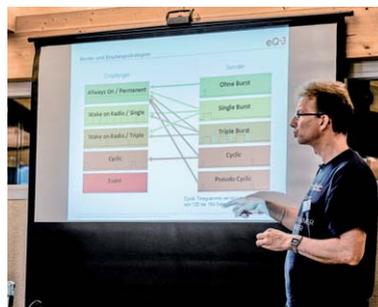


Bild 7: Frank Graß referierte über das Sendeverhalten von Homematic und Homematic IP Komponenten.



Bild 8: Die diesjährige Abschlusspräsentation „DoorPi“ von Wolfgang Racher und Michael Nestler

Johann Beurer teilte sein Wissen über „Installation und Steuerung von Infrartheizungen“ mit den Zuhörern (Bild 5). Er beschäftigt sich schon seit Jahren mit der Thematik und hat dafür eigene Testaufbauten in Betrieb.

Nach einer kurzen Kaffeepause ergriff Robert Peißl noch einmal das Wort. Diesmal sprach er über diverse Visualisierungslösungen und präsentierte sein Smart-Display, mit dem er sein gesamtes Haus überblicken und steuern kann. Außerdem gab er einen Ausblick auf eine mögliche Bedienung der Zukunft, indem er sein Haus als virtuelles 3D-Modell zeigte. Durch das Haus konnte man sich mit den Lagesensoren eines iPads bewegen und beispielsweise die Beleuchtung schalten.

Im Anschluss daran berichtete Roland Messerschmidt über die Renovierung einer Altbauwohnung (Bild 6). Durch die Komplettsanierung der Elektroinstallation hatte er die Möglichkeit, von Grund auf



Bild 9: Zwischen und nach den Vorträgen gab es genug Zeit für den persönlichen Austausch.

Homematic einzusetzen. Inhalt seiner Präsentation waren die vielen Überlegungen und Gründe für seine Entscheidung zu einer Mischung aus Homematic und Homematic IP.

Als Nächstes gab Frank Graß mit dem „Sendeverhalten von Homematic“ einen tiefen Einblick in das Thema Funk (Bild 7). Er beschrieb den Grundaufbau der Homematic und Homematic IP Funktelegramme und die unterschiedlichen Verhaltensweisen von Sendern und Empfängern. Anhand verschiedener Beispiele zeigte er Möglichkeiten, um Kollisionen zu vermeiden und so den Duty-Cycle nicht unnötig zu belasten.

In der letzten Präsentation zeigten Wolfgang Racher und Michael Nestler ihr gemeinsames Projekt „Türsprechanlage“ (Bild 8). Neben Zugangskontrolle per Pin oder RFID-Transponder bot ihr Aufbau außerdem eine dynamische Darstellung auf einem LCD-Display samt Touch-Eingabe. Videotelefonie aufs Smartphone und Anbindung an die Homematic CCU komplettierten die Funktionsvielfalt ihrer Lösung.



Bild 10: Die professionelle Videoausrüstung von Thomas Exel



Bild 11: Bewährtes Orga-Team auch für 2019: Marc Hoffmann (kaju74), Alen Blechinger (Dr. Bob) und André Liftin (anti), hier beim Kasseler Treffen 2018

## Erfahrungsaustausch

Zwischen und nach den einzelnen Vorträgen bot sich wieder ausreichend Zeit zum Kennenlernen und für den gegenseitigen Erfahrungsaustausch (Bild 9). Gemäß dem Motto „Homematic verbindet“ sind dies ebenfalls wesentliche Inhalte eines solchen Treffens. Frank Graß hatte seine Programmierausrüstung mitgebracht, sodass er bei der abendlichen „Flashparty“ mitgebrachte User-Geräte auf den aktuellen Firmwarestand bringen konnte.

Besonderen Dank für die Unterstützung sprach Robert Peißl eQ-3 aus, ebenso Markus Hochhold [4], der sich neben Frank Graß auch dieses Mal wieder um die fotografische Dokumentation des Treffens kümmerte, sowie Thomas Exel [5] für seine professionellen Videoaufnahmen (Bild 10) der einzelnen Beiträge. Die Videos sind auf Homematic Inside [6] zu finden. Natürlich gebührt der Dank auch den zahlreichen Vortragenden, die mit ihren Präsentationen den Tag aktiv mitgestaltet haben.

## Vorbereitungen für das Usertreffen in Kassel

Auch das nunmehr achte Homematic Usertreffen in Deutschland wirft bereits seine Schatten voraus. Das bewährte Organistorenteam André Liftin, Alen Blechinger und Marc Hoffmann (Bild 11) ist bereits aktiv gewesen und hat Veranstaltungsort, Termin, Ticketverkauf und die Agenda organisiert. Auf Marcs Webseite [6] wird die Agenda zeitnah bekanntgegeben.

Das achte Usertreffen wird vom 5. bis 7. April 2019, wie in den Jahren zuvor, im Kongress-Hotel „La Strada“ in Kassel stattfinden. Marc schreibt dazu: „Auch 2019 werden viele interessante Veranstaltungen Teil des Rahmenprogramms sein – natürlich steht 2019 wieder der Austausch miteinander, die Entdeckung neuer Themen und das Treffen mit Entwicklern im Vordergrund. Das Orga-Team lädt Sie herzlich dazu ein, sich den Termin bereits im Kalender zu vermerken! Denn der Besuch lohnt sich!“

Das kann man, wenn man die bisherigen Treffen verfolgt hat, nur bestätigen. Das ausverkaufte Homematic Treffen in Kassel (Bild 12), das 2018 mehr als 500 registrierte Teilnehmer verzeichnen konnte, ist das europaweit größte Smart Home Anwendertreffen. Es ist, auch wenn man die intensive Nacharbeit mit der Veröffentlichung der Vortragsvideos ([7], [8]) einbezieht, eine professionell organisierte Veranstaltung, und der Dank gilt jetzt schon im Vorfeld dem fleißigen Orga-Team.

Stets aktuelle Informationen zum nächsten Usertreffen gibt es auf [6] und [9] sowie im Homematic Forum – freuen Sie sich auf Kassel 2019!

ELV



Bild 12: Eindrücke vom siebten Homematic Usertreffen in Kassel 2018



## Weitere Infos:

- [1] Österreichischer Fertighausverband: [www.fertighaus.org](http://www.fertighaus.org)
- [2] Gastfreundlicher Veranstaltungsort: [www.pirkhofs.at](http://www.pirkhofs.at)
- [3] TU-Graz: [www.bauphysik.tugraz.at](http://www.bauphysik.tugraz.at)
- [4] [www.hochhold.at](http://www.hochhold.at)
- [5] [www.exel.tv](http://www.exel.tv)
- [6] [www.homematic-inside.de](http://www.homematic-inside.de)
- [7] Youtube-Kanal Homematic: [www.youtube.com/channel/UCKIdY6myKiFSJYA6L7hZ7RQ](https://www.youtube.com/channel/UCKIdY6myKiFSJYA6L7hZ7RQ)
- [8] Youtube-Kanal von Homematic Inside: [www.youtube.com/channel/UCLYvfqUiYU2LvIO4GHEqGOQ](https://www.youtube.com/channel/UCLYvfqUiYU2LvIO4GHEqGOQ)
- [9] Homematic Usertreffen Kassel 2019: [www.homematic-usertreffen.de/index.php/startseite.html](http://www.homematic-usertreffen.de/index.php/startseite.html)

Bilder: Markus Hochhold, Frank Graß



homematic IP



100 % kompatibel mit Homematic über CCU2, CCU3 oder Funkmodule für Raspberry Pi

# Sesam, öffne dich!

## Homematic IP Fernbedienung für das Garagentor mit Homematic IP Aktor

Die Homematic IP Fernbedienung lässt sich schnell und einfach an der Sonnenblende im Auto montieren und ist damit immer griffbereit. Eine große Bedientaste und eine akustische Empfangsbestätigung machen die Bedienung leicht und verkehrssicher, ohne von der Bedienung des Fahrzeugs abzulenken.

Der Bausatz

im ELV Shop

#10225

Montagevideo



#10229

QR-Code scannen oder Webcode im ELV Shop eingeben



### Infos zum Bausatz HmIP-RCB1



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,5 h



**Verwendung SMD-Bauteile:**  
SMD-Teile müssen bestückt werden



**Besondere Werkzeuge:**  
Lötcolben, Schraubendreher TX6 und PH2, Sekundenkleber



**Löterfahrung:**  
Ja



**Programmierkenntnisse:**  
Nein



**Elektrische Fachkraft:**  
Nein

### Sicher fernbedient

Ein Smart Home System wie Homematic IP bietet sich natürlich an, wenn es um die sichere Einbindung eines Garagentorantriebs in das System geht. Das System bietet dazu eine ganze Reihe hierfür verwendbarer Aktoren an, darunter auch einen speziell für die Garagentorbedienung entwickelten Garagentortaster/Schaltaktor (HmIP-WGC) sowie an spezielle Garagentorantriebe (Novoferm/Tormatic) angepasste Funkempfangsmodule, ebenso allgemein einsetzbare Aktoren mit potentialfreiem Schaltausgang wie z. B. die individuell einsetzbaren Schaltplatinen (z. B. HmIP-PCBS) oder den Homematic Schaltaktor mit potentialfreiem Schaltausgang HM-LC-Sw1-Pl-CT.

Allein für die Fernbedienung aus dem Auto heraus gab es bisher keinen speziellen Fernbediensender. Freilich sind hier die Handsender des Systems einsetzbar, aber für die „blinde“ Bedienung weniger gut geeignet und auch schlecht im Fahrzeug fixierbar. Die hier vorgestellte Fernbedienung ist vor allem von der Ergonomie her genau für den Einsatz als (Garagen-)Torsender konzipiert. Sie ist dank Batteriebetrieb flexibel einsetzbar und ermöglicht durch den optional verwendbaren Montagegurt eine sehr unkomplizierte Fixierung im Auto, z. B. an der Sonnenblende. Sie besitzt eine blind erfühlbare Taste für das Senden und sowohl eine optische als auch eine akustische Empfangsbestäti-



gung, sodass man auch etwa bei unübersichtlichen Einfahrten den Empfang kontrollieren kann, ohne die Fahrzeugführung zu vernachlässigen.

Der Sender kann über das WebUI einer Homematic Zentrale mit Homematic IP Aktoren direkt verknüpft werden.

Alternativ ist es möglich, per Programm auf einer Homematic Zentrale auch Homematic Aktoren zum Öffnen des Garagentores anzusteuern.

Natürlich kann gleichzeitig auch noch das Licht der Einfahrt, die Hausbeleuchtung oder ein elektrisches Hoftor mit geschaltet werden, wenn diese mit ins System eingebunden sind.

Bindet man die Fernbedienung in eine Homematic Zentrale ein, kann man u. a. durch einen kurzen oder langen Tastendruck auch mehrere unterschiedliche Aktionen auslösen, dazu mehr im Absatz „Bedienung“ auf der folgenden Seite.

## Schaltung

Die Schaltung der Fernbedienung ist in Bild 1 zu sehen. Um sie kompakt zu halten, wird die Fernbedienung lediglich mit einer Micro-Batterie betrieben. Der Step-up-Wandler IC3 erzeugt hieraus mit der Induktivität L1 und einigen Pufferkondensatoren eine Gleichspannung von 3 V. Diese wird für die Ansteuerung der System-LEDs und des Sound-Transducers verwendet. Auch der Mikrocontroller, das EEPROM und das Funkmodul werden aus diesen 3 V gespeist, jedoch wird ihre Versorgung zusätzlich

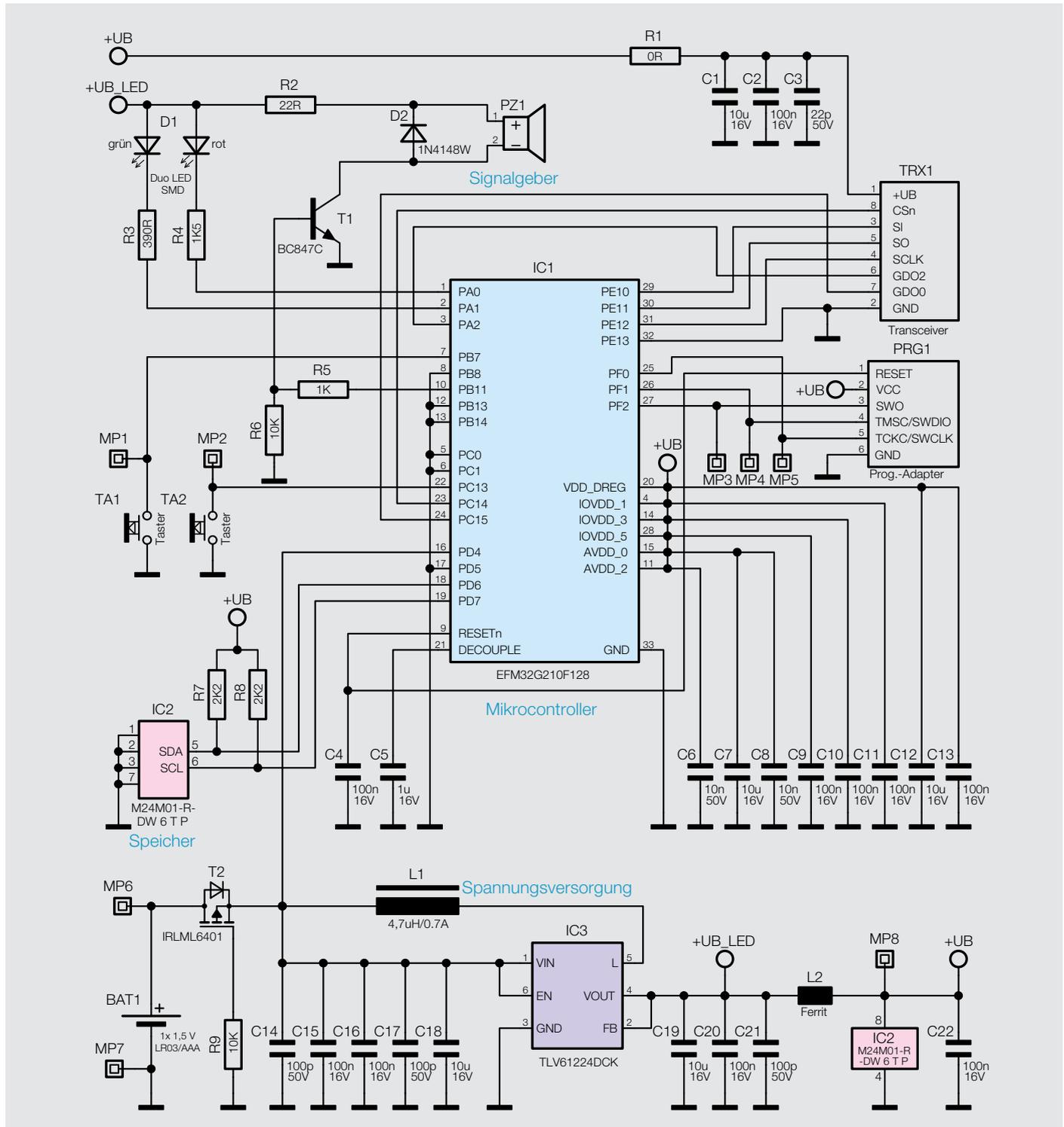


Bild 1: Das Schaltbild der Fernbedienung HmIP-RCB1



Bild 2: Der Anlerndialog für Homematic IP Geräte in der WebUI der Smart Home Zentralen CCU2 und CCU3

Homematic IP	Homematic IP Gerät mit Internetzugang anlernen	Homematic IP Gerät ohne Internetzugang anlernen
	<p>Homematic IP Geräte können auch über die CCU2 angelernt werden. Klicken Sie auf den Button "HmIP Gerät anlernen". Der Anlernmodus der CCU2 ist dann für 60 Sekunden aktiv. Aktivieren Sie innerhalb dieser Zeit den Anlernmodus des Homematic IP Gerätes, das angelernt werden soll.</p> <p style="text-align: center;">Anlernmodus nicht aktiv <span style="margin-left: 100px;">HmIP Gerät anlernen</span></p>	<p>Homematic IP Geräte können auch ohne aktiven Internetzugang an die CCU2 angelernt werden. Geben Sie die SGTIN und den KEY ein und klicken Sie auf "HmIP Gerät anlernen (lokal)".</p> <p>SGTIN <input type="text"/></p> <p>KEY <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;">Anlernmodus nicht aktiv <span style="margin-left: 100px;">HmIP Gerät anlernen (lokal)</span></p>

Bild 3: Der Konfigurationsdialog in der CCU ermöglicht u. a. auch das Deaktivieren der Bestätigungssignale.

Alarmmeldungen (0) Abmelden  
Servicemeldungen (0)

Startseite Status und Bedienung Programme und Verknüpfungen Einstellungen Geräte anlernen Hilfe

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware
HmIP-RCB1 0020D95ABA999B	HmIP-RCB1		HmIP-RCB1	0020D95ABA999B	HmIP-RF	Version: 1.1.0

Geräteeigenschaften

Keine Parameter einstellbar

Kanalparameter Parameterliste schließen

Name	Kanal	Parameter
HmIP-RCB1 0020D95ABA999B:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input type="checkbox"/> Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen: <input type="text" value="20"/> (0 - 255) Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen: <input type="text" value="0"/> (0 - 255) Low-bat.-Schwelle: <input type="text" value="1.10"/> V (0.00 - 25.20) Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/> Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/>
HmIP-RCB1 0020D95ABA999B:1 Tasterkanal	Ch.: 1	Akustische Bestätigung des Tastendrucks deaktivieren <input type="checkbox"/> Visuelle Bestätigung des Tastendrucks deaktivieren <input type="checkbox"/> Doppelklick-Zeit (Tastensperre): <input type="text" value="0.00"/> s (0.00 - 25.50) Mindestdauer für langen Tastendruck: <input type="text" value="0.40"/> s (0.00 - 25.50) Timeout für langen Tastendruck: <input type="text" value="2 Minuten"/>

über den Ferrit L2 sowie weitere Kondensatoren ent-stört. Als Mikrocontroller findet ein EFM32G210F128 Verwendung, der per I<sup>2</sup>C mit dem externen EEPROM IC2 und per SPI mit dem Funkmodul TRX1 kommuniziert. Über die Schnittstelle PRG1 wird der Controller im Werk mit dem Bootloader und der Applikations-firmware programmiert, die sich dadurch später im laufenden Betrieb per Funk aktualisieren lässt.

Die bei Homematic IP übliche Systemtaste ist hier in den Taster TA2 und die Duo-LED D1 aufgeteilt. Der im Gehäuse versenkte Taster TA2 wird für einen Werksreset der Fernbedienung genutzt. Die LEDs geben Systemmeldungen der Fernbedienung optisch aus. Der Taster TA1 wird hingegen für das Auslösen von Schaltvorgängen verwendet. Während des Sendens leuchtet die Duo-LED orange auf. Wurde das Telegramm vom Empfänger positiv bestätigt, leuchtet die LED einmal grün auf, im Fehlerfall rot. Zusätzlich kann über den Sound-Transducer PZ1 ein akustisches Bestätigungssignal ausgegeben werden. Der induktive Transducer wird dafür über den Transistor T1 mit einem kurzen Rechtecksignal von ca. 2100 Hz ange-steuert. Aufgrund der Induktivität des Transducers ist die Parallelschaltung einer Freilaufdiode erforder-lich, die den Transistor vor hohen Spannungsspitzen schützt.

## Bedienung

Nach dem Einlegen der Batterien führt die Fernbedienung einen kurzen Selbsttest durch und leuchtet dann einmal kurz orange und grün auf. Ist die Fernbedienung noch an keine Zentrale angelernt worden, geht sie automatisch in den Anlernmodus und sendet dann alle 10 s ein entsprechendes Telegramm, wobei die LED dann immer kurz orange aufleuchtet. Bei erfolgreichem Anlernen leuchtet die LED kurz grün auf. Erfolgt kein Anlernen, wird dieser Modus nach 3 min verlassen und die Fernbedie-nung wechselt bis zur nächsten Tastenbetätigung in einen stromsparen- den Tiefschlaf. Ein Druck auf die im Gehäuse versenkte und mit „Button“ beschriftete Systemtaste startet die Anlernphase erneut für 3 min.

Um die Fernbedienung an eine Homematic Zentrale anzulernen, ist bei dem jeweiligen Zentralelement der entsprechende Anlernmodus zu starten. In Bild 2 ist der relevante Teilausschnitt aus dem CCU2-Dia-log zu sehen. Der Screenshot in Bild 3 zeigt die Konfigurationsmöglich-keiten der Fernbedienung in Verbindung mit einer Homematic Zentrale.

Weitere Hinweise zur Bedienung und Einbindung in das Home-matic System finden sich in der zu jedem Gerät mitgelieferten Bedienungsanleitung und dem Homematic WebUI-Handbuch. Aktuelle Versionen davon sind immer im Downloadbereich von eQ-3 zu finden.

Nachdem mittels Zentrale eine Direktverknüpfung zu einem Aktor angelegt wurde, kann dieser Aktor durch einen kurzen oder langen Tas-tendruck auf die große Bedientaste der HmIP-RCB1 fernbedient werden. Mittels einer Homematic Zentrale sind die Direktverknüpfungen zudem umfangreich konfigurierbar. Hier lassen sich für kurzen und langen Tas-tendruck unterschiedliche Aktionen einstellen, z. B. auch die Toggle-

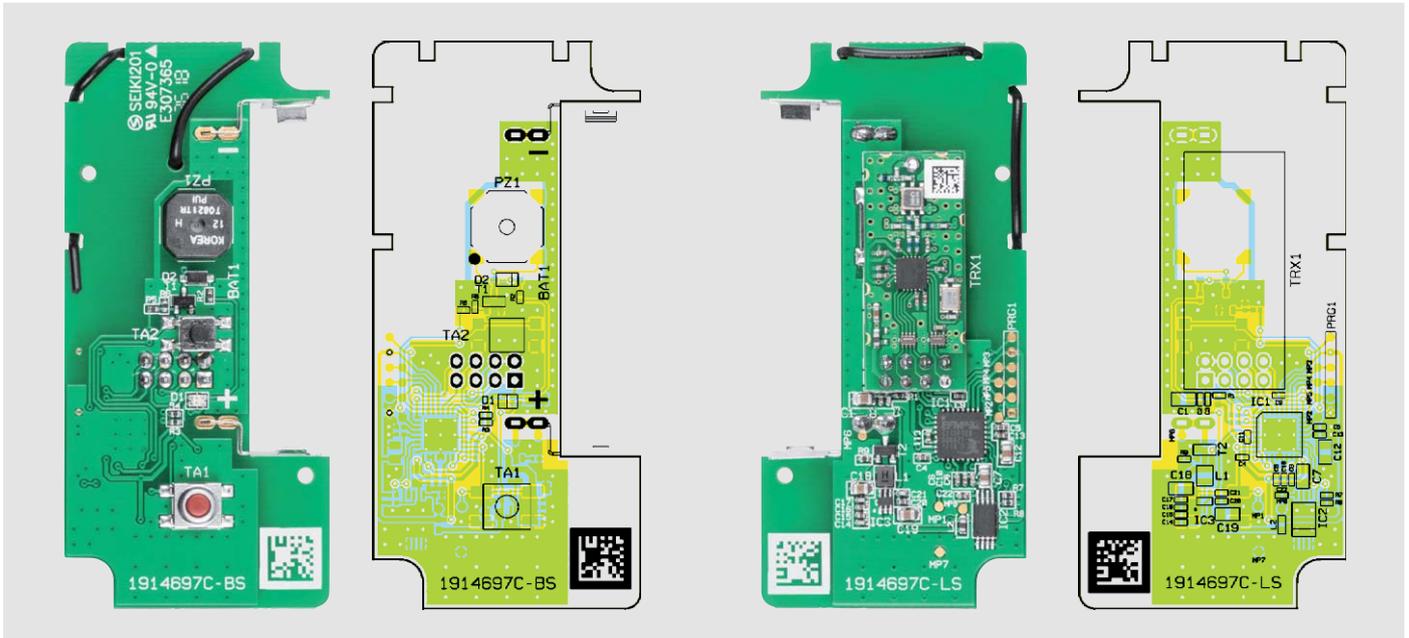


Bild 4: Platinfotos und zugehörige Bestückungspläne der HmIP-RCB1

Funktion, Einschalten für eine konfigurierbare Zeit oder Ausschalten. Außerdem lassen sich über Programme auf einer Zentrale auch Homematic Komponenten ansteuern.

Um an der Fernbedienung einen Werksreset vorzunehmen, ist die Systemtaste während des Einlegens der Batterie und für mindestens weitere 4 s gedrückt zu halten, bis die daneben liegende LED D1 orange blinkt. Nach kurzem Loslassen des Tasters ist dieser erneut für 4 s zu betätigen, bis die LED grün leuchtet. Jetzt wird der Reset durchgeführt und die Taste kann losgelassen werden.

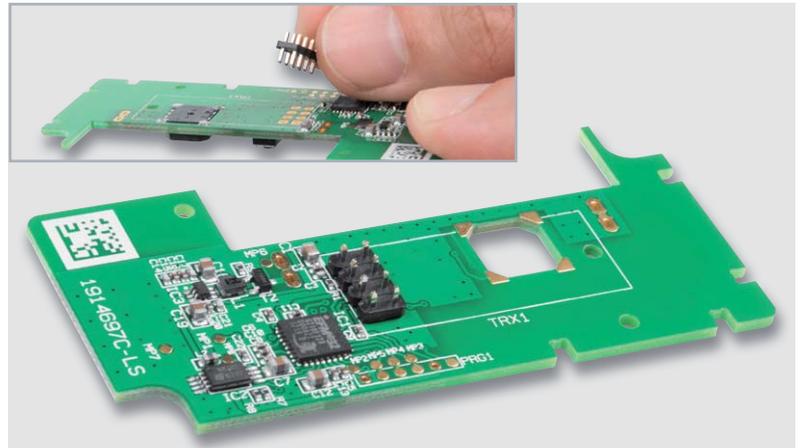


Bild 5: So wird die Stiftleiste in die Platine eingesetzt.

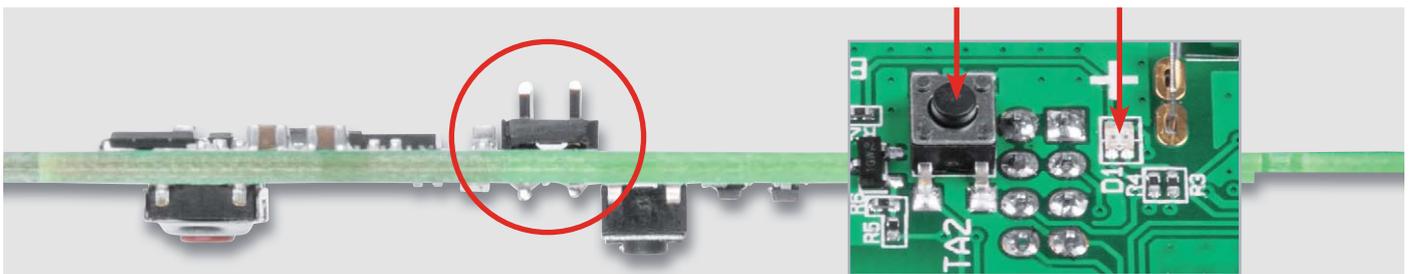


Bild 6: Die Stiftleiste muss plan auf der Platine aufliegen. Beim Verlöten der Stiftleiste ist darauf zu achten, dass der Taster und die ebenfalls dicht neben den Stiftleisten-Lötläugen liegende Duo-LED nicht beschädigt werden.

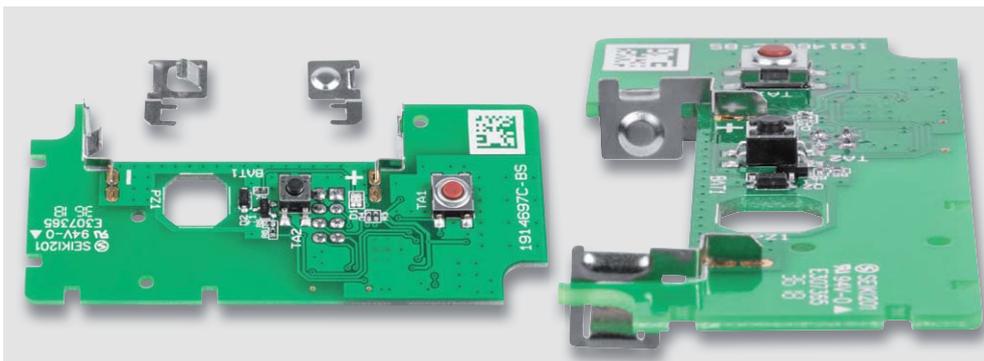


Bild 7: Bei der Bestückung der Batteriekontakte ist deren unterschiedliche Ausführung für Plus- und Minuspol zu beachten.

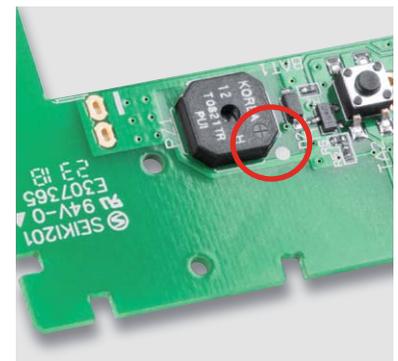


Bild 8: Der Sound-Transducer ist – wie hier gezeigt – polrichtig einzusetzen.

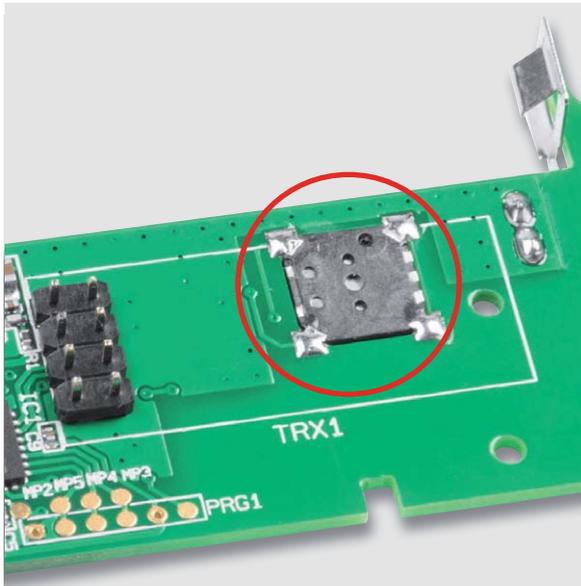


Bild 9: Hier ist der korrekt verlötete Sound-Transducer von der Lötseite her zu sehen.



Bild 10: Nach dem Durchführen der Antenne durch die Platine ist das Funkmodul genau parallel auf der Stiftleiste zu positionieren und an dieser zu verlöten.

## Nachbau

Die Bestückung der wenigen zu montierenden Bauteile erfolgt unter Zuhilfenahme der Platinenfotos, des Bestückungsplans (Bild 4) und des Bestückungsdrucks.

Als Erstes wird die 8-polige Stiftleiste mit der längeren Seite auf der Platinenunterseite bestückt (Bild 5) und von der Oberseite verlötet. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Stiftleiste plan auf der Platine aufliegt und der neben den Lötstellen befindliche Taster sowie die LED nicht beschädigt werden (Bild 6).

Jetzt folgt die Bestückung der beiden Batteriekontakte, welche gerade ausgerichtet und bündig auf der Platine aufliegen müssen. Dies erfordert etwas Geschick. Am besten legt man die Platine mit dem jeweils zu verlötenden Kontakt auf einen kleinen hitzeresistenten Gegenstand wie beispielsweise eine Münze.

Der mit einer Anpressfeder versehene Kontakt wird an der mit Minus markierten Stelle der Platine montiert, während der Kontakt mit kreisförmiger Erhöhung an der mit einem Plus markierten Stelle bestückt wird (Bild 7).

Danach wird der Sound-Transducer so von unten durch die Platine gesteckt, dass seine Plus-Markierung mit dem Punkt im Bestückungsdruck übereinstimmt (Bild 8). Jetzt wird der Transducer von der anderen Seite mit seinen vier Pins an die Lötflächen der Platine angelötet (Bild 9).

Als letztes Bauteil wird das Funkmodul bestückt. Dazu ist zunächst die Antenne durch die zugehörige Platinenöffnung zu führen und das Funkmodul genau parallel zur Platine auf der Stiftleiste zu montieren und anzulöten (Bild 10).

Die Antenne wird danach in einem leichten Bogen am Batteriekontakt vorbei zu der Auskerbung am dortigen Platinenrand geführt und dann jeweils durch die anderen Auskerbungen am Platinenrand entlang gefädelt, wie es in Bild 11 zu sehen ist.



Bild 11: So ist die Antenne in die Auskerbungen der Platine einzulegen und zu fixieren.



Bild 12: Hier ist der in die Gehäuseoberseite eingelegte Lichtleiter in seiner exakten Position zu sehen. Er ist nach probeweisem Einlegen der Platine mit einem Tropfen Sekundenkleber zu verkleben.

Nun geht es an die Gehäusemontage. Hier ist zunächst der Lichtleiter genau wie in Bild 12 gezeigt zu positionieren. Da der Plus-Batteriekontakt der Platine in unmittelbarer Nähe zur LED sitzt, sollte vor dem Verkleben des Lichtleiters mit einem Tropfen Sekundenkleber unbedingt die Platine einmal zur Probe ins Gehäuse gelegt werden. Der Lichtleiter kann dann gegebenenfalls noch etwas in der Position korrigiert werden.



Bild 13: Die Tasterkappe wird eingelegt. Unten ist sie bereits eingesetzt zu sehen.



Bild 14: Die in das Gehäuse in der richtigen Lage eingelegte Platine ...

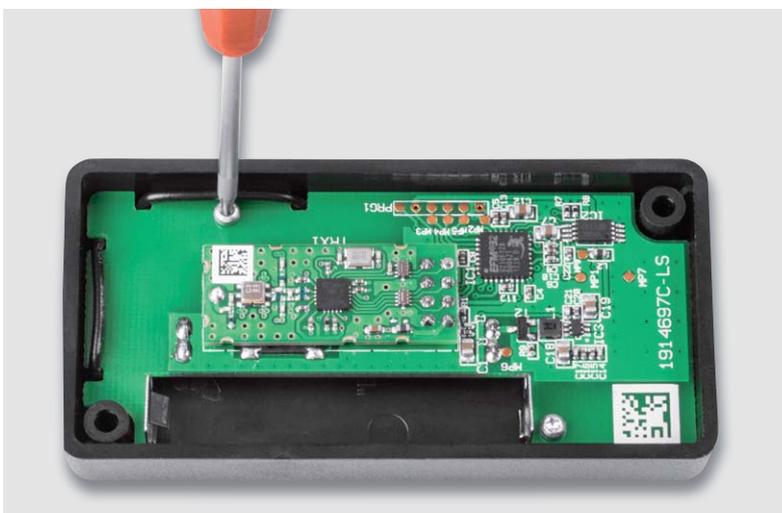


Bild 15: ... wird mit zwei Schrauben im Gehäuse fixiert.

Nachdem die schwarze Tastkappe in die zugehörige Öffnung des Gehäuses gelegt wurde (Bild 13), kann man die Platine nun endgültig in das Gehäuse einsetzen (Bild 14). Der Taster TA1 muss dabei mit der Tastkappe korrespondieren. Die Platine wird danach mit zwei Schrauben fixiert (Bild 15).

Nun klebt man noch den Batteriepolungsaufkleber so in das Gehäuse, dass er mittig zwischen den Batteriekontakten sitzt und das Pluszeichen zu dem Pluskontakt ohne die Anpressfeder zeigt (Bild 16).

**Widerstände:**

0 $\Omega$ /SMD/0402	R1
22 $\Omega$ /SMD/0402	R2
390 $\Omega$ /SMD/0402	R3
1 k $\Omega$ /SMD/0402	R5
1,5 k $\Omega$ /SMD/0402	R4
2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R7, R8
10 k $\Omega$ /SMD/0402	R6

**Kondensatoren:**

22 pF/50 V/SMD/0402	C3
100 pF/50 V/SMD/0402	C14, C17, C21
10 nF/50 V/SMD/0402	C6, C8
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C4, C9, C10, C11, C13, C15, C16, C20, C22
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C5
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C1, C7, C12, C18, C19

**Halbleiter:**

ELV181669/SMD	IC1
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	IC2
TLV61224DCK/SMD	IC3
BC847C/SMD	T1
1N4148W/SMD	D2
Duo-LED/rot/grün/SMD	D1

**Sonstiges:**

Speicherdrossel, SMD, 4,7 $\mu$ H/ 0,7 A	L1
Chip-Ferrit, 600 Ohm bei 100 MHz, 0603	L2
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade	TRX1
Sender-/Empfangsmodul TRX2-TIF	TRX1
Sound-Transducer, 3 V, SMD, 4 mm Höhe	PZ1
Mini-Drucktaster, 1x ein, 1,1 mm Tastknopflänge	TA1
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 3,8 mm Höhe	TA2
Batteriekontakt Minus	BAT1
Batteriekontakt Plus	BAT1
Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 4 mm, Torx T6	
HmIP-RCB1, Gehäuse, bearbeitet und bedruckt	
Tastkappe	
Batteriepolungsaufkleber (1x Micro-Batterie), weiß	
Klettband 500 x 16 mm, schwarz	

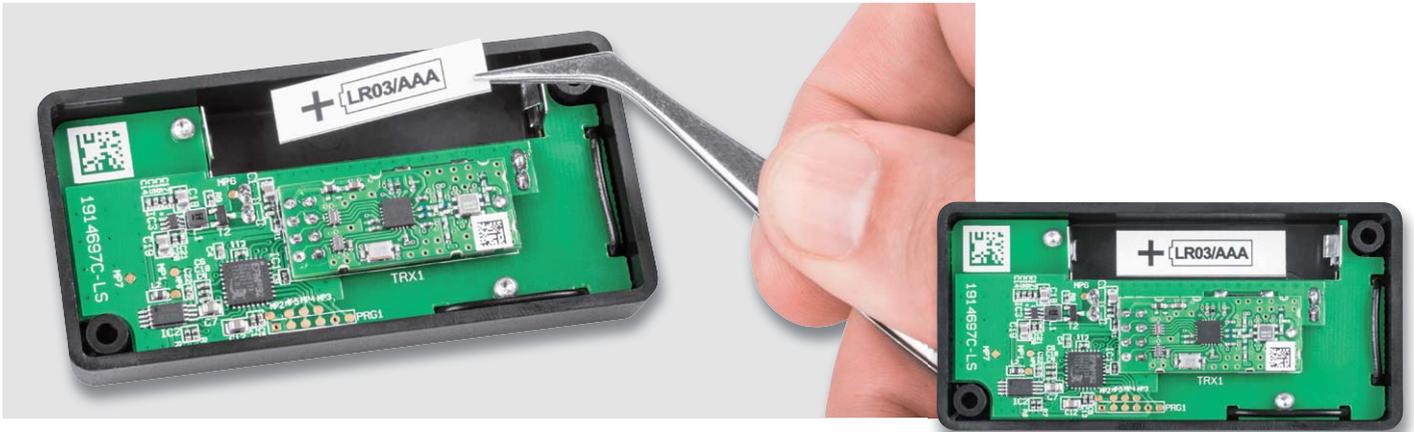


Bild 16: So ist der zur Polungsmarkierung der Batterieanlage dienende Aufkleber einzukleben.

Technische Daten	Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-RCB1
	Versorgungsspannung:	1x 1,5 V Micro/AAA/LR03
	Stromaufnahme:	300 mA max.
	Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
	Empfängerkategorie:	SRD Category 2
	Funkmodul:	TRX2-TIF
	Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
	Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
	Typ. Funk-Freifeldreichweite:	270 m
	Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
	Schutzart:	IP20
	Verschmutzungsgrad:	2
	Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
	Abmessungen (B x H x T):	41 x 97 x 15 mm (mit Laschen), 41 x 80 x 15 mm (ohne Laschen)
Gewicht:	46 g (inkl. Batterie)	

Nachdem dann eine Batterie polrichtig ins Gerät eingelegt wurde, wird die Unterschale aufgesetzt und das Gehäuse mit zwei Schrauben sicher verschlossen (Bild 17).

Soll die Fernbedienung an einer Sonnenblende montiert werden, ist nun noch das Klettband durch die Laschen des Gehäuses zu fädeln. Die noppige und flauschige Seite des Bandes muss dabei zum Gerät zeigen (Bild 18). **ELV**



Bild 17: Das Fixieren der Gehäuseunterschale erfolgt mit zwei Schrauben.



Bild 18: Zur Anbringung im Fahrzeug fädelt man das Klettband – wie hier zu sehen – in die Gehäuselaschen ein.



## Lichteffekt-Klassiker – LED-Multieffekt-Lichtorgel LED-WS2812, Komplettbausatz

ELV



Anwendungsbeispiel  
Lieferung ohne LED-Streifen

Der Klassiker der Effektlichttechnik in modernster Technik ausgeführt! Die Lichtorgel dient der Ansteuerung von bis zu 1000 seriellen LEDs des Typs WS2812/SK6812 als Stripe oder Matrix. Sie wandelt Audiosignale in visuelle Effekte wie Lichtorgel oder VU-Meter um.

Zusätzlich zur Grundfunktion der Visualisierung von Audiosignalen stehen zahlreiche weitere, automatisch erzeugte bzw. abgespeicherte Effekte wie z. B. Lauflicht, Farbwechsel oder Zufallsprogramm zur Verfügung. Damit ist das Lichteffektgerät äußerst universell einsetzbar. Der Lichtorgel-Effekt lässt sich dabei vielfältig konfigurieren und so an die verwendete LED-Anordnung anpassen.

Besonders interessant sind auch die Anwendungen als VU-Meter oder Spektrumanalyzer in einer LED-Matrix. Letztere erlaubt die Pegeldarstellung in 6 Frequenzbändern. Die Audiosignale für den Lichtorgel-/VU-Meter-Effekt lassen sich extern zuführen oder über das interne Mikrofon aufnehmen.

- Ansteuerung von bis zu 1000 seriellen LEDs/WS2812/SK6812 in verschiedenen LED-Anordnungen (Matrix/Stripe)

- Audioeinspeisung über Audioeingang oder internes Mikrofon
- Zahlreiche Effekte wie Lichtorgel (3/6 Frequenzbänder), Lauflicht, Farbwechsel, VU-Meter, Spektrumanalyzer (6-Band), Zufall
- Einfaches Setup am Gerät über Menüführung

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 18 51 € 34,<sup>95</sup>

TECHNISCHE DATEN	
Versorgungsspannung	5 V
Leistungsaufnahme (Stand-by)	0,2 W
Stromaufnahme	max. 12 A
Ansteuerung	serielles Protokoll WS2812
Umgebungstemperaturbereich	5 bis 35 °C
Abm. (B x H x T)	68 x 58 x 24 mm
Gewicht	55 g

Gleich mitbestellen		
Netzteil 60 W	Bestell-Nr.	Tagespreis*
	12 31 78	€ 26,55
LED-Streifen, 60 LEDs	11 77 43	€ 44,95

\* Tagesaktueller Preis bei der Bestell-Nr. im ELV Shop

## Mini-Signalverfolger MSV2 mit 1-kHz-Generator, Komplettbausatz

ELV



Der Mini-Signalverfolger vereinigt gleich zwei Prüfgeräte in einem handlichen Gehäuse. Ein in der Verstärkung anpassbarer Signalverfolger mit Lautsprecher-Ausgabe und ein integrierter 1-kHz-Sinusgenerator bilden eine handliche Einheit und somit ein vielseitig einsetzbares, mobiles Test-Equipment.

Der batteriebetriebene Mini-Signalverfolger ist für den bequemen Einhandbetrieb ausgelegt, der integrierte Lautsprecher macht den Anschluss eines Kopfhörers überflüssig. Über eine Klinkebuchse gibt der Signalverfolger zusätzlich ein 1-kHz-Sinussignal aus, so benötigt man insbesondere bei mobilen Einsätzen keinen zusätzlichen Signalgeber. Der Pegel des Sinussignals ist ebenso einstellbar wie die Ausgabelautstärke des Signalverfolgers. Dieser bietet dazu eine 3-stufige Einstellung des Verstärkungsfaktors, so sind Tests in unterschiedlichen Schaltungen möglich.

Eine automatische Abschaltung sorgt für batterie-sparenden Betrieb.

- Batteriebetriebener Audio-Signalverfolger für den Bereich 170 Hz bis 15 kHz
- Verstärkungsfaktor einstellbar für einen Eingangsspannungsbereich von 1 mV<sub>SS</sub> bis 6 V<sub>SS</sub>
- Signalausgabe über integrierten Lautsprecher, Wiedergabelautstärke einstellbar
- Zusätzlicher Signalgenerator, 1-kHz-Sinussignal, max. 2 V<sub>SS</sub>, Ausgangspegel einstellbar
- Auto-Power-off
- Batterie-lebensdauer bis zu 30 Betriebsstunden

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 28 01 € 34,<sup>95</sup>

Gleich mitbestellen:		
Batterien, nicht inkl. (2x Micro/AAA/LR03)	Bestell-Nr.	Preis
	10 65 01	€ 0,28 (Stück)



TECHNISCHE DATEN	
Versorgungsspannung	2x 1,5 V (Micro/AAA/LR03)
Stromaufnahme	250 mA max.
Batterielebensdauer	ca. 30 h
Eingangsspannung	1 mV <sub>SS</sub> bis 6 V <sub>SS</sub> (max. 30 V <sub>SS</sub> )
Eingangsimpedanz	50 kΩ
Frequenzgang	170 Hz bis 15 kHz (-3 dB)
Ausgänge	1-kHz-Sinussignal/1,5 % THD/max. 2 V <sub>SS</sub> /3,5-mm-Klinke
Sonstiges	Auto-Power-off
Umgebungstemperaturbereich	-10 bis +55 °C
Abm. (B x H x T)	160 x 42 x 22 mm
Gewicht	65 g

## Bis zu 6 unabhängig voneinander nutzbare Eingänge – Homematic IP Kontakt-Schnittstelle Unterputz HmIP-FCI6

homematic IP

ELV



## Einsatz nur mit:

- Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- Homematic IP Access Point,
- Homematic CCU2 oder
- Smart Home Zentrale CCU3

Mit dem praktischen 6fach-Kontakt-Interface wird die Anbindung von Tastern, Schaltern, Überwachungskontakten usw. an das Smart Home System noch einfacher, und insbesondere im Bestandsbau erweist sich das kompakte, batteriebetriebene Gerät als echter Problemlöser.

Das Kontakt-Interface verfügt über 6 unabhängig voneinander nutzbare Eingänge, die mit Tastern, Schaltern, Überwachungskontakten belegbar sind. Somit kann man z. B. sehr einfach beliebige vorhandene Installationstaster hier anschließen und diese quasi zum vielseitig verwend- und konfigurierbaren Funksender im Smart Home System machen ohne Abstriche an Designlinien, bevorzugte Hersteller usw. Dabei ist der batteriebetriebene 6fach-Sender so kompakt und flach, dass er noch hinter einem Taster oder Schalter in einer Unterputzdose (Schalterdose)

seinen Platz findet. Schließlich ist man durch den Batteriebetrieb flexibel in der Wahl des Montageorts z. B. für mehrere Wandtaster.

- Kompaktes Kontakt-Interface mit 6 unabhängig nutzbaren Eingängen für potentialfreie Taster-, Tür-/ Fensterkontakt- und Schalterkonfiguration
- Standortunabhängiger Batteriebetrieb, Batterielaufzeit typ. 3 Jahre
- Hohe Funkreichweite
- Sehr kompakt, passt in Schalterdosen hinter Taster/Schalter

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 35 02 € 39,<sup>95</sup>

## Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
Batterien, nicht inkl. (2x Micro/AAA/LR03)	10 65 01	€ 0,28 (Stück)



NEU

MONTAGE

Abm. (B x H x T): 47,5 x 53 x 14,2 mm,  
Gewicht: 50 g inkl. Batterien

## TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	2x 1,5 V (Micro/AAA/LR03)
Stromaufnahme	40 mA (max.)
Ruhestromverbrauch	10 µA
Batterielebensdauer	3 Jahre (typ.)
Anzahl der Tastereingänge	6x Taster (low active)
Installation	in Schalterdosen (Gerätedosen) gemäß DIN 49073-1 oder Aufputzdosen gemäß DIN 60670-1
Länge Anschlusskabel	20 cm
Leitungslänge	3 m max.
IP-Schutzart	IP20
Umgebungstemperaturbereich	5 bis 35 °C
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Funkmodul	TRX4-TIF
Funkreichweite	ca. 230 m
Sendeleistung	10 dBm
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Duty-Cycle	< 1 % pro h / < 10 % pro h

## Öffnen Sie z. B. das Garagentor vom Fahrzeug aus – Homematic IP Fernbedienung HmIP-RCB1

homematic IP

ELV



Anwendungsbeispiel

Die Homematic IP Fernbedienung lässt sich schnell und einfach an der Sonnenblende im Auto montieren und ist damit immer griffbereit.

Eine große Bedientaste und eine optisch-akustische Empfangsbestätigung machen dabei die Bedienung leicht und verkehrssicher, ohne von der Bedienung des Fahrzeugs abzulenken. Damit ist diese Fernbedienung genau das richtige Gerät für das bequeme Fernsteuern des Garagen- oder Hoftors und ggf. der Außenbeleuchtung des Hauses. Per Konfiguration über das WebUI einer Homematic Zentrale kann man u. a. durch einen kurzen oder langen Tastendruck auch mehrere unterschiedliche Aktionen auslösen.

- Kompakte Handfernbedienung mit hoher Funkreichweite
- Besonders intuitiv bedienbar durch große, leicht erfühlbare Taste
- Akustisch-optische Rückmeldung

## Einsatz nur mit:

- Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- Homematic CCU2 oder
- Smart Home Zentrale CCU3

- Einfach per Montagegurt z. B. an der Sonnenblende des Fahrzeugs zu befestigen
- Betrieb an Smart Home Zentralen CCU2/CCU3, Funkmodulen für Raspberry Pi und Partnerlösungen möglich
- Mehrfachfunktionalität für kurzen und langen Tastendruck konfigurierbar (Aktivieren der „Expertenfunktion“ durch Deaktivieren der vereinfachten Ansicht in der Nutzerverwaltung nötig)

Lieferung inkl. Montagegurt mit Klettverschluss

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 37 99 € 29,<sup>95</sup>

## Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
Batterie, nicht inkl. (1x Micro/AAA/LR03)	10 65 01	€ 0,28 (Stück)



NEU

MONTAGE

Abm. (B x H x T): 41 x 97 x 15 mm (mit Laschen), 41 x 80 x 15 mm (ohne Laschen),  
Gewicht: 46 g (inkl. Batterien)

## TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	1x 1,5 V (Micro/AAA/LR03)
Stromaufnahme	300 mA max.
Batterielebensdauer	2 Jahre (typ.)
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Funkmodul	TRX2-TIF
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Sendeleistung	10 dBm
Funkreichweite	bis 270 m (Freifeld)
Duty-Cycle	< 1 % pro h / < 10 % pro h
IP-Schutzart	IP20
Verschmutzungsgrad	2
Umgebungstemperaturbereich	-10 bis +55 °C

## 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 Kostenvoranschlag. 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 gebohrt und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgeghen geliefert. Sämtliche ELV Bausätze und ELV Fertigergeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

### Hinweis

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, dass Spannung führende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

### Kontaktadressen

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

 **Kundennummer**  **Bestell-Nummer**  **Zahlungswunsch**

	 Deutschland	 Österreich	 Schweiz
<b>Bestellen</b> (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>	www.elv.de	www.elv.at	www.elv.ch
<b>E-Mail</b>	bestellung@elv.de	bestellung@elv.at	bestellung@elv.ch
<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)

	 Deutschland	 Österreich	 Schweiz
<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>	technik@elv.de	technik@elv.at	technik@elv.ch

### 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.)

	 Deutschland	 Österreich	 Schweiz
<b>Telefon</b>	0491/6008-455	0662/624-084	061/9711-344
<b>Fax</b>	0491/6008-459	0662/624-157	061/9711-341
<b>E-Mail</b>	kundenservice@elv.de	kundenservice@elv.at	kundenservice@elv.ch

### Kontostand

	 Deutschland	 Österreich	 Schweiz
<b>E-Mail</b>	konto@elv.de	konto@elv.at	konto@elv.ch
<b>Fax</b>	0491/6008-316	0662/624-157	061/9711-341

\* siehe rechts: „Lieferrn schnell und sicher“

Weitere Infos unter: [www.elv.de](http://www.elv.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@elvjourn.de](mailto:leserwettbewerb@elvjourn.de)

## Bestellhinweise

  Bitte beachten Sie, dass einige Produkte aus dem ELV Programm aufgrund spezieller Normen und Vorschriften sowie vertriebsrechtlicher Gründe in Österreich/der Schweiz nicht ausgeliefert werden können. Dies gilt teilweise für Geräte, die an das Postnetz angeschlossen werden, sowie für Send- und Empfangsanlagen. Die Angabe „BZT-zugelassen“ bezieht sich nur auf die deutsche Postzulassung! CEPT-LPD-zugelassene Produkte (= europaweit) hingegen dürfen auch nach Österreich/in die Schweiz geliefert werden. Wir benachrichtigen Sie, falls eine Ihrer Bestellungen hiervon betroffen sein sollte.

### Zahlen ganz bequem

Die Katalogpreise sind Endpreise in € inkl. der zum Zeitpunkt der Erstellung (Dezember 2018) gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zzgl. evtl. Versandkosten, Zolgebühren.

 Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Euro-Preis für Österreich/Schweiz zur Verrechnung.

 Die Rechnungsstellung erfolgt bis auf Weiteres in CHF. 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.

Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELV Journal“ bzw. des ELV Katalogs verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV.

**Vorab können Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen im Internet einsehen 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) oder telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

### Bankeinzug

Bei Zahlung per Bankeinzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankeinzug“ unter Angabe seiner Bankverbindung (IBAN und BIC) zu wählen. Der Rechnungsbetrag wird am Tag nach der Warenauslieferung vom Konto des Kunden abgebucht. Die Frist für die Vorabankündigung (Pre-Notification) wird auf 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 Personangaben werden in Übereinstimmung mit den geltenden Datenschutzbestimmungen und entsprechend den Angaben in den Klarna-Datenschutzbestimmungen behandelt, abrufbar unter [cdn.klarna.com/1.0/shared/content/legal/terms/0/de\\_de/privacy](http://cdn.klarna.com/1.0/shared/content/legal/terms/0/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 (bei der Deutschen Post AG € 6,66) wird auf der Rechnung berücksichtigt. 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.

### Informationen zum Datenschutz nach EU-DSGVO

Unsere Unternehmen prüfen regelmäßig bei Vertragsabschlüssen und in bestimmten Fällen, in denen ein berechtigtes Interesse vorliegt, auch bei Bestandskunden Ihre Bonität. Dazu arbeiten wir mit der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, 41460 Neuss, zusammen, von der wir die dazu benötigten Daten erhalten. Zu diesem Zweck übermitteln wir Ihren Namen und Ihre Kontaktdaten an die Creditreform Boniversum GmbH. Die Informationen gem. Art. 14 der EU Datenschutz-Grundverordnung zu der bei der Creditreform Boniversum GmbH stattfindenden Datenverarbeitung finden Sie hier: [www.boniversum.de/EU-DSGVO](http://www.boniversum.de/EU-DSGVO)

### 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 Sie den Lieferbedingungen entnehmen können unter [www.elv.at/versand-transportkosten.html](http://www.elv.at/versand-transportkosten.html); [www.elv.ch/versand-transportkosten.html](http://www.elv.ch/versand-transportkosten.html).

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).

### 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.

### 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-Altgeräts 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 versene 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.

ELV Journal-Fachmagazin		€ 6,95	€ 8,25	CHF 12,80
Abonnement	Anzahl	Abo-Preis	Abo-Preis	Abo-Preis
Schnupper-Abo	3 Fachmagazine	€ 9,95 (Preis Einzelkauf: € 20,85) <b>Sie sparen € 10,90 im Abonnement</b>	€ 15,95 (Preis Einzelkauf: € 24,75) <b>Sie sparen € 8,80 im Abonnement</b>	CHF 18,20 (Preis Einzelkauf: CHF 38,40) <b>Sie sparen € 20,20 im Abonnement</b>
Jahres-Abo	6 Fachmagazine	€ 34,95 (Preis Einzelkauf: € 41,70) <b>Sie sparen € 6,75 im Abonnement</b>	€ 42,95 (Preis Einzelkauf: € 49,50) <b>Sie sparen € 6,55 im Abonnement</b>	CHF 58,95 (Preis Einzelkauf: CHF 76,80) <b>Sie sparen € 17,85 im Abonnement</b>

### ELV Journal online (im Jahres-Abo der gedruckten Version inklusive)

Download	Artikel	Preis	Preis	Preis
Einzelartikel	1 Fachbeitrag	ab € 0,49	ab € 0,49	ab CHF 0,59
Komplette Ausgabe	Alle Fachbeiträge	€ 5,85	€ 5,85	CHF 6,80
Flatrate	Alle Fachbeiträge	€ 24,95	€ 24,95	CHF 29,94

Die Lieferung erfolgt ab der nächsterreichbaren Ausgabe. Erscheinungsweise alle 2 Monate, 6-mal im Jahr. Das Abonnement verlängert sich automatisch um jeweils 1 Jahr, 6 Ausgaben.

**Alle Infos und Abomöglichkeiten unter:**



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

### 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 Salzburg; 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 dieses

#### Muster-Widerrufsformular

(Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden Sie 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

### Datenschutz

#### Erklärung zu personenbezogenen Daten

Personenbezogene Daten sind Informationen, die Ihrer Person zugeordnet werden können. Hierunter fallen z. B. der Name, die Anschrift oder die E-Mail-Adresse.

#### Erfassung und Verwendung von personenbezogenen Daten

Persönliche Daten, die Sie uns zur Verfügung stellen, dienen der Abwicklung der Bestellung, der Lieferung der Waren sowie der Zahlungsabwicklung. Da der Datenschutz für die ELV Elektronik AG einen sehr hohen Stellenwert einnimmt, erfolgt die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung Ihrer uns zur Verfügung gestellten Daten ausschließlich auf der Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und des Telemediengesetzes (TMG). Nach dem Bundesdatenschutzgesetz haben Sie ein Recht auf unentgeltliche Auskunft über Ihre gespeicherten Daten sowie ggf. ein Recht auf Berichtigung, Sperrung oder Löschung dieser Daten. Bei Erstbestellungen auf Rechnung können wir bei Bestehen eines berechtigten Interesses zur Risikovermeidung Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlungsverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellerbergstr. 11, 41460 Neuss einholen. Die uns erteilten Informationen über die statistische Wahrscheinlichkeit eines Zahlungsausfalls wird von uns für eine abgewogene Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung des Vertragsverhältnisses genutzt. Im Bereich der **Kreditkartenzahlung** arbeiten wir zusammen mit der Concardis GmbH (Concardis), Helfmann Park 7, D-65760 Eschborn, vertreten durch ihre Geschäftsführer Mark Freese, Jens Mahke und Luca Zanotti. In diesem Rahmen werden neben Kaufbetrag und Datum auch Kartendaten an das oben genannte Unternehmen übermittelt. Sämtliche Zahlungsdaten sowie Daten zu eventuell auftretenden Rückbelastungen werden nur solange gespeichert, wie sie für die Zahlungsabwicklung (einschließlich der Bearbeitung von möglichen Rücklastschriften und dem Forderungseinzug) und zur Missbrauchsbekämpfung benötigt werden. In der Regel werden die Daten spätestens 13 Monate nach ihrer Erhebung gelöscht.

Darüber hinaus kann eine weitere Speicherung erfolgen, sofern und solange dies zur Einhaltung einer gesetzlichen Aufbewahrungsfrist oder zur Verfolgung eines konkreten Missbrauchsfalls erforderlich ist.

#### Hinweis zu § 31 Abs. 1 Nr. 4 BDSG

Zum Zweck der Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung eines Vertragsverhältnisses erheben oder verwenden wir Wahrscheinlichkeitswerte (Score-Werte), in deren Berechnung unter anderem Anschriftendaten einfließen.

Wir weisen gemäß § 31 BDSG darauf hin, dass wir die von unseren Kunden mitgeteilten Daten EDV-mäßig speichern. Die Behandlung der überlassenen Daten erfolgt auf Basis des BDSG und des TMG. Ihre uns mitgeteilten Daten nutzen wir ferner, um Sie über Bestellungen, Angebote und Dienstleistungen zu informieren. Sollten Sie keine Informationen über unsere Angebote und Dienstleistungen wünschen, genügt ein formloser Brief, Telefax oder eine E-Mail an ELV Elektronik AG, Deutschland, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, Telefax-Nr. (+49)491-7016, [info@elv.de](mailto:info@elv.de) ELV Elektronik AG, Österreich, Postfach 15, 5021 Salzburg, Telefax-Nr. 0662/624-157, [info@elv.at](mailto:info@elv.at) ELV Elektronik AG, Schweiz, Postfach 100, 4313 Möhlin, Telefax-Nr. 061/9711-341, [info@elv.ch](mailto:info@elv.ch)

#### Weitergabe von Daten

Ein Verkauf oder eine Überlassung Ihrer personenbezogenen Daten an Dritte durch die ELV Elektronik AG findet nicht statt. Ihre persönlichen Daten werden stets vertraulich behandelt und an Dritte nur dann weitergegeben, wenn dies zum Zwecke der Vertragsabwicklung unbedingt erforderlich ist. Sollte die ELV Elektronik AG personenbezogene Daten weiter nutzen als zur zweckbezogenen Durchführung des Vertrags oder der Services unbedingt nötig, werden wir vorher von dem Betroffenen eine entsprechende, ausdrückliche Ermächtigung einholen.

#### Widerruf von Einwilligungen

Die nachstehende Einwilligung haben Sie ggf. ausdrücklich erteilt. Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass Sie Ihre Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widerrufen können.

*Ja, ich möchte den kostenlosen Newsletter erhalten und über Aktionen, Neuheiten und Preissenkungen per E-Mail informiert werden. Ich kann mich jederzeit ganz einfach wieder abmelden.*

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) der Europäischen Union findet Anwendung. Mit dieser Verordnung werden die Regeln für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch private Unternehmen und öffentliche Stellen EU-weit vereinheitlicht. Nähere Einzelheiten zu der DSGVO können Sie auf unserer Internetseite entnehmen unter: [www.elv.de/sicherheit-datenschutz.html](http://www.elv.de/sicherheit-datenschutz.html); [www.elv.at/sicherheit-datenschutz.html](http://www.elv.at/sicherheit-datenschutz.html); [www.elv.ch/sicherheit-datenschutz.html](http://www.elv.ch/sicherheit-datenschutz.html)

### 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

#### Redaktionsleitung:

Markus Ulsaß, verantw.

#### Anzeigen-Redaktion:

Meike vom Baur, verantw.

#### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember

#### Technisches Layout:

Silvia Heller, Wolfgang Meyer, Annette Schulte, Dipl.-Ing. (FH) Martin Thoben

#### Satz und Layout:

Melina Fittje, Franziska Giesselmann, Andrea Rom

#### Redaktion:

Roman Ahlers, 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.), Valerie Dankwardt, Nikolas Derschewsky (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Inf. Andreas Gabel, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß, Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. Bernd Grohmann, Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammiediers, Lothar Harbets, Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm, Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof, 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 Stübgen, Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thole, Stefan Weber (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemken, Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenberg, 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 CHF 58,95  
(inkl. Versandkostenanteil), Ausland € 61,95

#### Bankverbindungen:

Commerzbank Emden, BIC: COBADE33XXX  
IBAN: DE11 2844 0037 0491 3406 00,  
Postbank Hannover, BIC: PBNKDE33  
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:

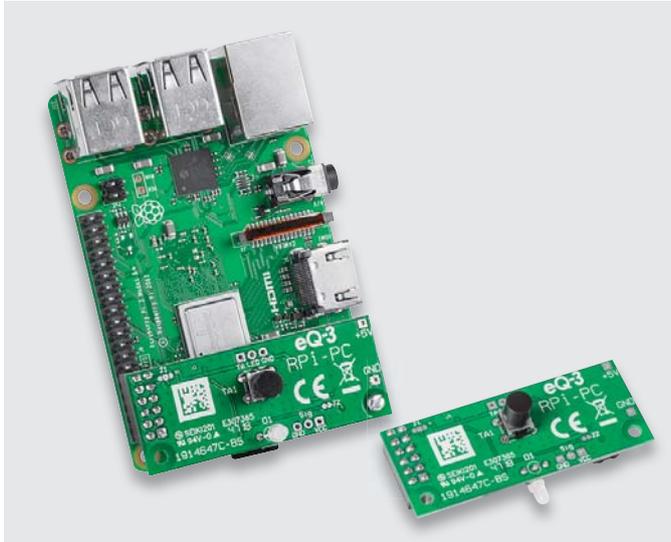
Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese Gegenstände nicht übernommen.

#### Gesetzliche und postalische Bestimmungen:

Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

#### Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.



### Power-Controller für Raspberry Pi

Ein richtiger Ein-/Ausrichter für den Raspberry Pi! Dabei hat man die Wahl, direkt über die Taste am Gerät oder aber über eine Infrarot-Fernbedienung auch bequem vom Sofa aus den Raspberry Pi ein- oder auszuschalten.

Beim Ausschalten wird die Spannungsversorgung erst dann vollständig abgeschaltet, wenn der Raspberry Pi sicher heruntergefahren ist.

Der Power-Controller stellt die empfangenen Infrarotsignale zusätzlich auch dem Raspberry Pi zur Verfügung, sodass man darüber z. B. gleich den Kodi-Mediaplayer fernbedienen kann.



### Batteriedummy AAA und AA

Bei den Batteriedummys handelt es sich um die mechanische Nachbildung von Rundzellen-Batterien. Sie sind ein praktisches Hilfsmittel für die sichere Kontaktierung von Anschlussleitungen in einem Batteriefach und ermöglichen so z. B. die Speisung eines sonst batterieversorgten Geräts über ein Labornetzteil oder die einfache Speisung über ein externes Steckernetzteil.



### Bordnetzschutz BNS12

Der BNS12 schützt 12-V-Fahrzeugakkus vor einer schädlichen Tiefentladung, wenn am Bordnetz ein externer Verbraucher, z. B. eine Kühlbox, betrieben wird. Es können Verbraucher mit einer Stromaufnahme bis zu 8 A sehr einfach über eine(n) Bordnetzstecker/-kupplung angeschlossen werden.



### Homematic IP Wandtaster mit E-Paper-Statusdisplay

Der Homematic IP Wandtaster mit Statusdisplay im 55er-Rahmen ist ein flexibel einsetzbarer Funk-Wandtaster mit zwei Kanälen zur zentralen Steuerung von Homematic IP Geräten und deren Funktionen. Zusätzlich kann der Wandtaster an ihn übertragene Statusmeldungen auf dem energiesparenden E-Paper-Display gut ablesbar mit drei Farben und Icons visualisieren.



### Homematic IP Kontakt-Interface

Das Homematic IP Kontakt-Interface ermöglicht die einfache und flexible Integration von abgesetzten Magnetkontakten oder passiven Glasbruchmeldern in Ihr Homematic IP Smart Home System. Damit sind Fenster oder Türen zuverlässig zu überwachen und über die Homematic IP App von unterwegs immer im zu Blick zu behalten. Dank des Batteriebetriebs und der Funkkommunikation kann das Gerät flexibel und einfach an der gewünschten Position montiert werden.

### LED-Nixie-Uhren

Echte Nixies sind im Original immer schwieriger zu beschaffen, die LED-Pendants „Lixies“ sind eine interessante Alternative. Wir zeigen, was hinter deren Technik steckt, und stellen zwei tolle Uhrenprojekte vor.

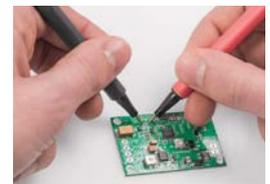


### Einführung in die Akustik

In leicht verständlicher Form beginnen wir eine Einführung in die Arbeitsgebiete der technischen Akustik einschließlich der Schwingungstechnik sowie der Elektroakustik.

### Professionelle Messspitzen selbst gebaut

Unser Nachbauvorschlag beschreibt den Bau von professionellen Messspitzen mit Federkontaktstiften, die besonders für die immer kleineren Baugrößen von elektrischen Bauteilen geeignet sind. Die Materialkosten belaufen sich auf nur wenige Euro.



### Robotik und künstliche Intelligenz

Anhand verschiedener Beispiele erläutern wir, wie moderne KI-Systeme lernen und so verschiedenste Aufgaben lösen können. Bild- und Mustererkennungsverfahren erlauben es Robotersystemen, hochkomplexe Aufgaben zu übernehmen. Mit sogenannten neuromorphen Chips wird sogar die Struktur des menschlichen Gehirns nachgeahmt.

### Homematic und Mediola

Die neue Projekt- und Praxisserie beginnt mit einer Einführung, in der die Möglichkeiten der Visualisierung und Steuerung der Homematic Hausautomation mithilfe der Mediola-Software beschrieben werden.

# Sichern Sie Ihre Bild- und Videoschätze!



Anwendungsbeispiel

Bestell-Nr.  
14 40 37

€ 149,95



Anwendungsbeispiel

Bestell-Nr.  
25 04 10

€ 199,-

## 4-in-1-Kombi-Scanner BD400

ELV

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Bilder aus dem Fotoalbum, ohne sie zu entnehmen. Mit dem leistungsfähigen All-in-one-Scanner retten Sie alte Aufnahmen, Zeitungsausschnitte, Dias, Negative, Pocketfilme und 126-mm-Filme ins digitale Zeitalter.

In Fotoalben sind Bilder meist eingeklebt und mit Folie versiegelt. Dank der speziellen Bauform des mobilen Kombi-Scanners können Sie diese Bilder direkt digitalisieren – einfach das Gerät aufsetzen und den Scan-Knopf drücken. Die Technik des Scanners verhindert Spiegelungen und Reflexionen während des Scan-Vorgangs. Ihre Aufnahmen speichert das Gerät auf der eingesetzten SD-/SDHC-Speicherkarte (bis zu 32 GB\*). Dank des 6-cm-LC-Vorschau-Displays können Sie das Scan-Ergebnis sofort kontrollieren.

- Digitalisiert mühelos eingeklebte Bilder in Fotoalben
- 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 Negativfilme als Streifen: 135 mm (3:2), 110 mm (4:3), 126 mm (1:1)
- Digitalisiert 135er-Dias (3:2)
- Scan erfolgt mit 14-Megapixel-Bildsensor (4416 x 2944 Pixel)
- Speichert Scans direkt auf SD-Speicherkarte (bis zu 32 GB)
- Hohe Scan-Geschwindigkeit: ca. 2 s/Bild
- 6-cm-LC-Display (2,4") mit Vorschaufunktion für Digitalisierkontrolle
- LED-Beleuchtung für Belichtung
- Belichtung manuell regulierbar
- Mobiles Digitalisieren via Akkubetrieb (1050 mAh)
- USB-2.0-Anschluss für Dateitransfer zum PC (USB 2.0)



Dia-/Negativ-Einschub



Foto-Auflage



SD-Karten-Einschub

## Video-Digitalisierer VD200 HD

ELV

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre Videoschätze in Auflösungen bis zu 1080p im MP4-Format – ohne PC und Netzanschluss. Sie können den Video-Digitalisierer mit nahezu allen analogen (z. B. VHS, Video 8, Betamax) und digitalen (z. B. Spielekonsole, TV-Receiver) Videoquellen verbinden.

Dank Videoplayer-Funktion und HDMI-Ausgang können Sie Ihre digitalisierten Videoschätze direkt bequem auf Ihrem Fernseher oder am Gerät selbst wiedergeben.

- Speichert digitalisierte Aufnahmen direkt auf SD/SDHC-Speicherkarte (bis 128 GB), USB-Stick (bis 128 GB) oder externe USB-Festplatte (bis 4 TB)\*
- Verarbeitet PAL- und NTSC-Formate, unterstützt FAT32, NTFS und exFAT
- Aufnahmeauflösungen: 480/60p, 720/60p, 1080/50i bis 60 fps
- Großes 8,9-cm-Farbdisplay (3,5") für Kontrolle/Wiedergabe der Aufnahmen
- Integrierter Videoplayer kann digitalisierte Aufnahmen direkt am TV (via HDMI) wiedergeben (HDMI-Passthrough)
- Zeichnet auch von Spielekonsolen (z. B. Playstation 4, Xbox One) und TV-Receiver auf (ohne HDCP-Kopierschutz)\*\*
- Überträgt auf Wunsch Aufnahmen auch via USB-Verbindung an den PC
- Live-Streaming-Funktion: streamt Aufnahmen (z. B. Gameplay) auch direkt auf Videoportale, z. B. Youtube (mit OBS oder XSplit)
- Mikrofonanschluss – fügen Sie den Quellen Live-Kommentare hinzu
- Betrieb via Netzteil oder Akku möglich (integrierter 3000-mAh-LiPo-Akku)

\*\* Wir weisen darauf hin, dass eine Umgehung des HDCP-Kopierschutzes nach § 95a UrhG unzulässig ist. Wenn ein HDMI-Splitter bis Version 1.3b dem HDMI-Digitalisierer vorgeschaltet wird, dann kann der HDCP-Kopierschutz evtl. wirkungslos werden. Daher darf das Gerät grundsätzlich nicht in einer solchen Kombination betrieben werden.



Bedieneinheit



Anschlüsse



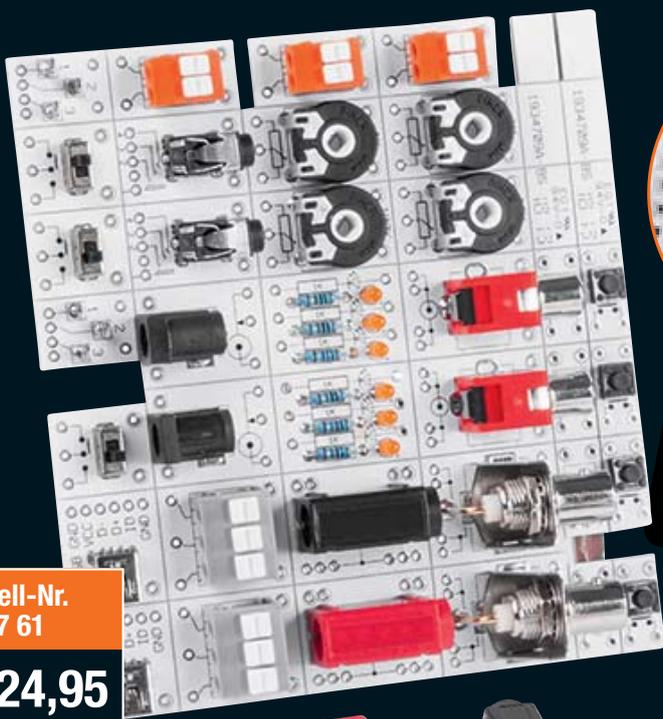
Fernbedienung

\* Speichermedien nicht inkl.

# Passt nicht gibt's nicht!

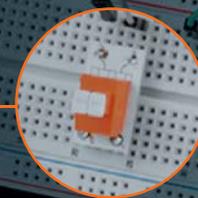
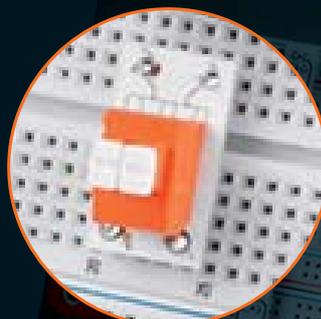
# ELV<sup>®</sup>

## Prototypen-Adapter PAD1 für Steckboards



Bestell-Nr.  
15 37 61

€ 24,95



Lieferung ohne  
abgebildetes Steckboard

Mit dem Prototypen-Adapter-Set und einem entsprechenden Steckboard (Breadboard, nicht inklusive) lassen sich auf einfache Weise kleine bis mittelgroße Schaltungen aufbauen, ohne einen Lötcolben benutzen zu müssen.

Die Bauteile werden einfach in ein Raster aus Buchsenkontakten gesteckt, die nach einem festen System untereinander verbunden sind. Mithilfe von in die Buchsen passenden Verbindungskabeln wird anschließend die Verbindung der Bauteile untereinander hergestellt.

Wer schon öfter mit Steckboards gearbeitet hat, wird festgestellt haben, dass einige Bauteile nicht in die Buchsenleisten passen, weil die Anschlussdrähte zu dünn/zu dick sind, flexible Enden haben oder in ihrem Anschlussraster nicht in die Buchsen passen.

Mit dem Prototypen-Adapter-Set PAD1 lässt sich dieses Problem leicht umgehen. So sind z. B. unterschiedliche Buchsen auf jeweils einer kleinen Platine untergebracht. Diese verfügt wiederum über Stiftleisten, die in die Buchsenleisten der Steckboards passen.

So sind auch mechanisch große und nicht ins Breadboard-Raster passende Bauteile direkt auf einem Steckboard einsetzbar.

### Das Prototypen-Adapter-Set besteht aus:

- Basisplatine
- Spannungsschiene (Platine)
- Steckklemmleiste mit Betätigungsdrücker: 3x 2-polig, 2x 3-polig
- 2x Cinch-Buchse
- 2x BNC-Einbaubuchse print
- 4x Miniaturtaster, 1x ein
- 2x DC-Buchse, Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm
- 4-mm-Print-Bananenbuchse: 1x rot, 1x schwarz
- 3x Schiebeschalter, print, 1x um
- 2x Mini-USB-Buchse
- 2x Klinkenbuchse 4-polig
- 20x Stiftleiste, 20-polig, gerade
- 4x Stiftleiste, 2x 2-polig
- 6x LED, orange, 3 mm
- 6x Widerstand 1 k $\Omega$ , bedrahtet
- 6x Lötstift mit Öse
- PT15-Trimmer: 1x 1 k, 1x 10 k, 1x 100 k, 1x 1 M
- 4x Steckachse für PT15

### Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
ELV Platzensatz für PAD1	15 37 21	€ 7,95



Einen ausführlichen Bericht zum Prototypen-Adapter-Set mit der Erläuterung der einzelnen Bauteile finden Sie unter Webcode #10246



Zum Bericht