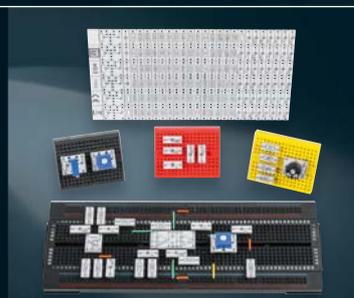


# 1D-Pong

## Spaß mit Elektronik



- ▶ **Hintergrund: Qualität von Steckkabeln**
- ▶ **Test: SLA-Drucker – Präzision in 3D**
- ▶ **ESP32: Messen und Steuern mit MicroPython**



# dnt Ladegerät mit Grafik-Farbdisplay

## Spezialist für (fast) alle Rundzellen-Akkus

### Mit 6 Lade-/Entladeprogrammen



### 6,1-cm-Grafik-Farbdisplay (2,4")

### Bedienung über OSD-Tasten

Lieferung ohne Akkus



### Unterstützt 7 verschiedene Rundzellen-Akku-Technologien:

- NiCd
- NiZn
- Li-Ion
- LiFePO4
- NiMH
- Eneloop
- LiHV

**Bestell-Nr.**  
25 09 20

**€ 74,99**

Das komfortable Ladegerät für die wichtigsten Akkus im Rundzellenformat mit unterschiedlicher Technologie (NiCd, NiMH, NiZn, Eneloop, Li-Ion, LiHV, LiFePO4) punktet mit hoher Leistung, Farb-Display zur grafischen Darstellung, komfortabler Touch-Bedienung, USB-Ladeausgang und Update-Möglichkeit über USB.

Mit dem Ladegerät können Sie NiCd-, NiMH-, NiZn-, Eneloop-, Li-Ion-, LiHV- und LiFePO4-Akkus aufladen und pflegen. Die Ladeschächte nehmen gängige Akkugrößen auf: Mignon (AA), Micro (AAA) sowie Lithium-Zellen der Größen 10440, 10500, 12500, 12650, 13500, 13650, 14500, 14650, 16650, 17650, 18650, 20650, 22650 und 26650.

- Leistungsfähiges Ladegerät für gängige Rundzellen
- 6 Akku-Programme: Laden, Entladen, Aktivieren, Analysieren, Zyklus/Lagerspannung bei Lithium
- Max. Ladestrom: 8 A, bis zu 3 A pro Schacht
- Max. Entladestrom 1,5 A pro Schacht, integrierter Lüfter

- Automatische Erhaltungsladung
- Automatische Ladestromeinstellung
- Großes 6,1-cm-Farbdisplay (2,4")
- Anzeige von Spannung, Strom, Kapazität, Innenwiderstand und Temperatur
- Einfache Touch-Bedienung via OSD-Menüführung
- Bedienung und Menüführung auch in Deutsch wählbar
- Stellt Lade- und Entladekurve auf dem Farb-Grafikdisplay dar
- Hohe Messgenauigkeit ( $\pm 10$  mV,  $\pm 10$  mA)
- USB-Power-Ausgang (2,1 A) mit Ladefunktion für Smartphone/Tablet
- Micro-USB-Anschluss für Upgrade/Update via PC

Abm. (B x H x T): 85 x 38 x 122 mm

Lieferung inkl. GS-geprüftem Steckernetzteil (12 V/3 A)

Weitere Infos im ELVshop



## Lieber Elektronik-Freund,

mit Erscheinen dieser Ausgabe des ELVjournal ist das neue Jahr schon einige Wochen alt. Ein Jahr, das uns alle gewiss vor große Aufgaben stellt, denken wir nur an die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen der Energiewende und die Bemühungen um die Reduzierung der menschlichen Einflüsse auf das Erdklima. Mit der gemeinsamen Kernkompetenz von ELV und eQ-3 machen wir das, was wir wirklich gut können: hoch effiziente Gebäudetechnik entwickeln und produzieren, die nicht nur jeden befähigt, seine persönliche Energiebilanz um bis zu ein Drittel zu verbessern, nein, sie produziert auch noch einen gesteigerten Wohnkomfort und kostet nur einen ganz geringen Bruchteil z. B. einer umfassenden energetischen Sanierung. So kann man den eigenen Beitrag zu den großen Themen ganz einfach und für sich selbst gewinnbringend gestalten. In diesem Sinne freuen wir uns auch schon auf das nächste, garantiert wieder fruchtbringende Homematic User-Treffen Ende März in Kassel.

Klima ist auch das Thema einer der Beiträge in diesem ELVjournal. Mit dem Multi-Klima-Sensor uHoo, der über IFTTT und eine Partnerlösung auch in das Homematic IP Smart Home integrierbar ist, lässt sich die Effizienz der Gebäudeklimatisierung und das Wohlbefinden in Räumen steigern. Wir zeigen, wie es geht.

Ein Schwerpunkt dieser Ausgabe ist der SLA-3D-Druck. Der SLA-3D-Druck hat einen Preis-Level erreicht, der die fortschrittliche Teile-Produktionstechnik sehr erschwinglich macht. Wir vermitteln Erfahrungen mit dieser Technik und zeigen den neuen Workflow komplett und mit zahlreichen Praxistipps von A bis Z.

Mit dem kurzweiligen und mobilen 1D-Pong-Spiel, dem Prototypen-Adapter PAD3, der Diskussion über Kabel-Steckbrücken und dem aktuellen Thema „MicroPython auf ESP32“ bieten wir auch dieses Mal einige spannende Elektronik-Projekte an, die das Warten auf die wärmeren und helleren Jahreszeiten angenehmer macht.



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker

# HomeMatic

## USER-TREFFEN 2020

**Vom 27. bis zum 29. März 2020 findet in Kassel erneut das größte Smart Home Anwendertreffen Europas statt. In zahlreichen Keynotes, Workshops und Roundtables diskutieren und informieren sich Smart Home Begeisterte über die neuesten Trends der Branche.**

Nachdem im vergangenen Jahr erstmals über 550 Smart Home Begeisterte an der Veranstaltung teilnahmen, arbeitet das Organisationsteam erneut daran, das Programm so spannend wie möglich zu gestalten.

Dank der zahlreichen Rückmeldungen der Homematic Community zur Agenda 2020 gibt es in diesem Jahr folgende Themenschwerpunkte:

- Sicherheit im intelligenten Zuhause
- Open-Source- und Hersteller-Integration
- Trends und Ausblicke im Smart Home



**Tickets und Infos:** [www.eventbrite.de/e/homematic-user-treffen-2020-tickets-76004626885?aff=Journal](http://www.eventbrite.de/e/homematic-user-treffen-2020-tickets-76004626885?aff=Journal)

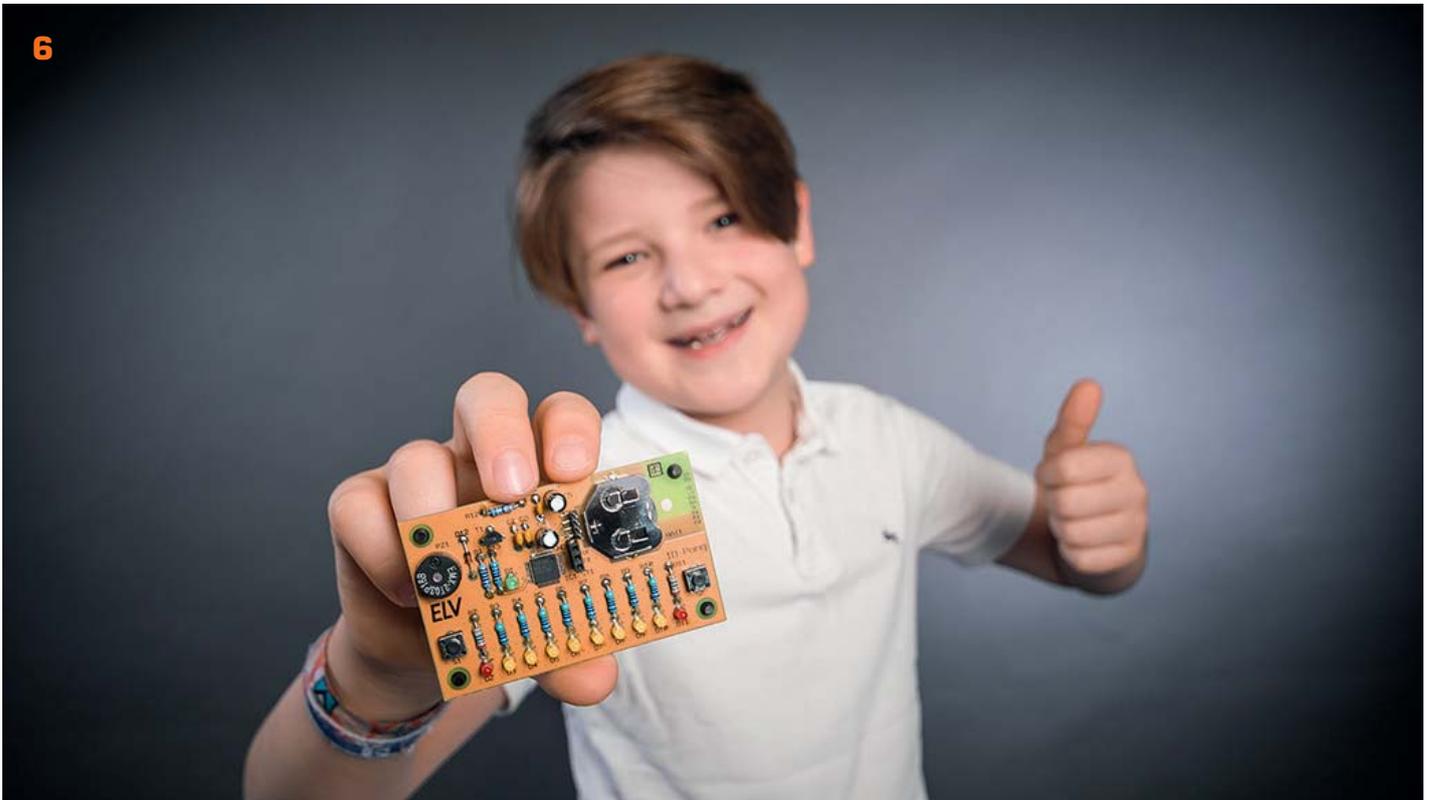
### Weitere Infos unter:

- [www.homematic-usertreffen.de](http://www.homematic-usertreffen.de)
- [www.homematic-inside.de](http://www.homematic-inside.de)

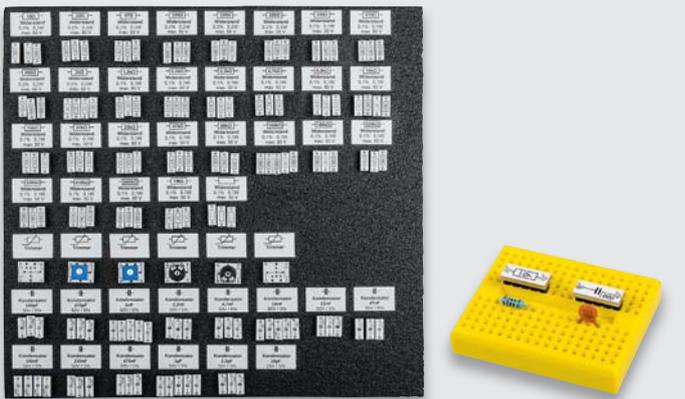
### Videos vom Homematic User-Treffen 2019:

- [youtube.com/user/homematicinside/videos](https://youtube.com/user/homematicinside/videos)

6



28



48



## Freizeit

### 6 Spaß mit Elektronik Kleines 1D-Pong-Spiel für Kinder – selbst gebaut

Erfolgreich die eigene Schaltung aufbauen und danach Spielspaß mit zwei Spielen haben



## Werkstatt/Löttechnik

### 28 Noch mehr kleine Helferlein – Prototypen-Adapter passiv PAD3

Die perfekte Ergänzung der PAD-Reihe – Steckbrett-kompatibler Bauteilesatz mit Widerständen, Kondensatoren und Widerstands-Trimmer-Adaptern



## Hausautomation – Smart Home

### 71 Licht zentral gesteuert Homematic IP Dimmaktor HmIP-K-DRDI3

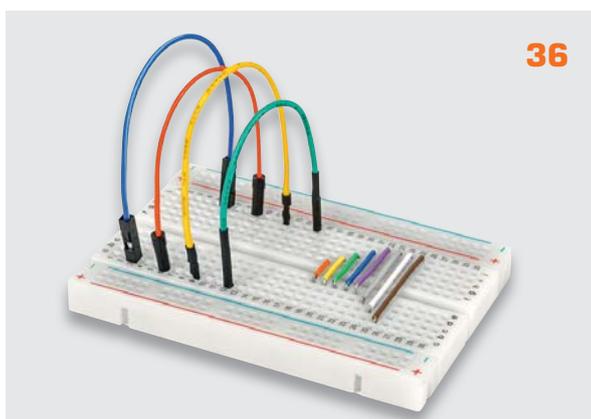
Der Hutschienendimmer für die Homematic IP Reihe mit drei LED-fähigen Dimmkanälen à 200 VA und drei universell konfigurierbaren Eingangskanälen

### 78 Türwächter Klingelsignalerkennung für das Smart Home HmIP-DSD-PCB

Erkennt das Türklingelsignal und kann via Smart Home Zentrale Aktionen in der Hausautomation auslösen



41



36



34



78



71

**👍 So funktioniert's**

- 13 Homematic an der Hochschule**  
Kooperation zwischen der HAW Hamburg und ELV/eQ-3
- 14 ESP32: Messen und steuern mit MicroPython**  
Das ESP-Board als „Embedded System“
- 34 TINCON**  
Digitale Jugendkultur zum Mitmachen
- 36 Kurze Leitung**  
Wissenswertes über die Qualität von Steckkabeln

- 41 Schall im Ohr**  
Elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer – Akustik-Serie, Teil 6
- 48 3D-Druck perfekt**  
SLA-Druck in der Praxis
- 60 Von der Idee zum Objekt**  
Einstieg in das Computer-Aided Design, Teil 4
- 84 Passt auf das Raumklima auf**  
Multisensor uHoo in das Smart Home integrieren
- 90 Schickes Smart Home**  
Visualisierung mit AIO CREATOR NEO und der Smart Home Zentrale CCU3

**★ Spezial**

- 25 Leser testen und gewinnen**
- 58 Experten antworten**

**☰ Rubriken**

- 98–99 Die Neuen**
- 112–113 Service Bestellhinweise Impressum**
- 114 Vorschau**



# Spaß mit Elektronik

## Kleines 1D-Pong-Spiel für Kinder – selbst gebaut

Das richtige Projekt, um Kinder und Jugendliche an den praktischen Aufbau einer eigenen Schaltung heranzuführen und nach erfolgreichem Aufbau sofort Spielspaß in verschiedenen Modi zu haben. Das kleine 1D-Pong-Spiel ist zum größten Teil aus einfachen, bedrahteten Bauteilen aufgebaut, deren grundlegenden Funktion wir hier erklären.

1D-Pong  
Bestell-Nr.  
15 49 42

Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:



[www.elv.com](http://www.elv.com)



### Infos zum Bausatz 1D-Pong



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,75 h



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



**Besondere Werkzeuge:**  
evtl. Bauteilbiegelehre



**Lötterfahrung:**  
nein



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
nein

### Löten und Spielen

Dieses kleine Elektronikprojekt ist dazu gedacht, Kinder theoretisch und praktisch an die Elektronik heranzuführen. Sie können so das Erfolgserlebnis mit einer funktionierenden Schaltung und schließlich Spaß mit dem 1D-Pong beim Spielen haben.

Das mit einem kleinen Mikrocontroller als zentralem Bauteil agierende Spiel hat mehrere Betriebsmodi für das Spielen mit einem oder 2 Spielern. Neben einem Reaktionsspiel und einem automatischem Lichteffektverlauf ist der wesentliche Modus das Spiel zweier Spieler gegeneinander nach den Regeln des bekannten Pong-Spiels. Sie spielen sich gegenseitig den Ball zu und müssen im richtigen Moment reagieren, um den ankommenden Ball wieder zurückzuspielen. Der Ball wird hier in Form von mehreren LEDs in einer Reihe/Dimension (deshalb heißt das Spiel 1D-Pong) dargestellt, und das Zurückspiel erfolgt auf Tastendruck. Die LED wandert von einer Seite zur anderen, beim Erreichen der roten LED muss die Taste gedrückt werden, damit der Ball seine Richtung ändert. Drückt der Spieler zu früh oder zu spät, hat er die Spielrunde verloren. Dass das Spiel tatsächlich viel Spaß macht, konnte man anlässlich der Vorabpräsentation bei unseren MakerFaire-Auftritten schon gut beobachten ([Bild 1](#)).

Neben dem Spielen soll hier auch der Lerneffekt in der Elektronik nicht zu kurz kommen. Eigentlich ist das Projekt eine sehr gute Grundlage, den



Nachwuchs an die Elektronik heranzuführen und ihn spielerisch auch einige praktische Grundlagen zu vermitteln. Damit haben wir hier ein gutes Familienprojekt für einen verregneten Sonntagnachmittag. Entsprechend ausführlich und grundlegend widmen wir uns der Schaltungs- und Aufbaubeschreibung.

## Schaltung

Die Schaltung des 1D-Pong, in Bild 2 zu sehen, ist sehr übersichtlich. Im Zentrum steht ein kleiner Mikrocontroller IC1, der über seine interne Software (Firmware) alle Vorgänge in der Schaltung steuert. Im unteren Bereich finden wir zunächst links die Spannungsversorgung, in diesem Fall wird diese von einer 3-V-Knopfzelle des Typs CR2032 zusammen mit den Kondensatoren C5 und C1, die zur Spannungstabilisierung/Filterung dienen, realisiert. Die Kondensatoren sind kleine Energiespeicher, sie werden zuerst mit Energie aus der Batterie aufgeladen und können dann bei Bedarf diese Energie wieder abgeben. Je nach Kapazität und Art des Kondensators reagieren sie unterschiedlich schnell, deshalb sind dort ein 100-nF-Keramikkondensator (C1), der relativ schnell reagiert, aber nur wenig Energie speichern kann, und ein Elektrolytkondensator (C5), der zwar viel Energie speichern kann, aber dafür langsamer reagiert, parallel geschaltet. Sie unterstützen so die Batterie dabei, stets eine konstante Spannung abzugeben, z. B. bei schwankender Belastung durch das gleichzeitige Aufleuchten mehrerer Leuchtdioden in diesem Gerät.

Rechts neben der Spannungsversorgung finden wir eine Transistor-schaltstufe, die den akustischen Signalgeber (Sound-Transducer) des Spiels schaltet. Dieser wird über den Widerstand R12 an die Spannungsversorgung angeschlossen. R12 dient dabei zur Strombegrenzung. Der Signalgeber benötigt zur Ausgabe einen relativ hohen Strom. Da der Mikrocontroller diesen Strom nicht über seine Ausgänge (GPIO = General Purpose Input Output, auf Deutsch: universell programmierbare Ein- oder Ausgänge) zur Verfügung stellen kann, wird ein Transistor dazwischen geschaltet. Der Transistor dient hierbei als elektronischer Schalter. Wenn ein vom Mikrocontroller ausgegebener Strom in den Basiseingang fließt, schaltet er auf der Kollektor-Emitterstrecke wie ein Schalter durch und der Signalgeber erhält seine Spannung und wird aktiviert.

Da sich in dem Signalgeber eine Spule (Induktivität) befindet, können beim Ausschalten durch das sich ändernde Magnetfeld in der Spule hohe Spannungsspitzen entstehen, die den Transistor und weitere Schaltungsteile beschädigen könnten. Um diese Spannungsspitzen zu verhindern, wird eine Diode D12 parallel geschaltet, welche die Spannungsspitzen ableitet. Eine Diode leitet nur in eine Richtung, sie ist hier in der Schaltung so eingebaut, dass sie im normalen Betrieb nicht stört. Wenn aber der Transistor abgeschaltet wird, wird die von der Spule erzeugte hohe Spannung über die Diode abgeleitet.

Die beiden Spiel Tasten S1 und S2 sind direkt mit dem Mikrocontroller verbunden, hier sind die durch das Betriebsprogramm zugewiesenen GPIO-Anschlüsse, auch Pins genannt, als Eingänge programmiert. Im Mikrocontroller sind intern per Betriebsprogramm Widerstände vom Pinanschluss zur 3-V-Versorgungsspannung zugeschaltet, so liegt im unge-

drückten Zustand der Taster die Versorgungsspannung über den Widerstand am Pin an und der Zustand ist logisch 1, in der Digitaltechnik mit H (High) bezeichnet. Beim Drücken wird der Pin über die Taste gegen die Masse kurzgeschlossen und der Zustand des Pins wechselt auf 0, auch L (Low) genannt. Der Mikrocontroller wertet diese Zustandsänderungen von H auf L dann als Tastendrucke aus, man spricht hier von einem Low-aktiven Eingang.

Rechts unten sehen wir die Spiel-LEDs D1 bis D11, die in 3 verschiedenen Leuchtfarben verbaut sind, mit ihren Vorwiderständen. Die LEDs haben eine maximale Versorgungsspannung, hier Flussspannung genannt, die geringer als 3 V ist – Gelb: 1,8 V, Rot: 1,7 V, Grün: 2,3 V. Sie dürfen nur von einem definierten Höchststrom durchflossen werden. Würde man diese LEDs direkt an die 3-V-Spannungsquelle anschließen, würden sie durch einen zu hohen Strom zerstört, da sie hier vom maximalen Strom durchflossen werden, den die Spannungsquelle liefern kann.

Damit die LEDs nicht zerstört werden, wird je ein Widerstand in Reihe geschaltet. Die Spannung teilt sich nun auf den Widerstand und die LED auf, in welchem Verhältnis, hängt von der Flussspannung und dem Widerstandswert ab. Damit wird nach dem ohmschen Gesetz der Strom, der durch die LED fließt, begrenzt bzw. genau definiert.

Die roten und gelben LEDs werden in dieser Schaltung mit einem relativ kleinen Strom von gerade einmal 0,5 mA betrieben, zum einen weil die LEDs sonst unangenehm hell leuchten würden, zum anderen um Strom zu sparen und so die Betriebsdauer der Batterie zu verlängern.

Sehen wir uns die Berechnung des erforderlichen Vorwiderstands an einem Beispiel mit einer gelben LED an:

- Die Knopfzelle liefert uns 3 V als Versorgungsspannung.
- Die gelben LEDs haben eine Flussspannung von 1,8 V, deshalb müssen über unseren Vorwiderstand 3 V minus 1,8 V gleich 1,2 V abfallen.
- Als Betriebsstrom soll ein Strom von 0,5 mA eingestellt werden.

Die Berechnungsformel für einen LED-Vorwiderstand lautet dazu:

$$R_V = \frac{U_B - U_F}{I_{LED}}$$

$$R_V = \frac{3,0 \text{ V} - 1,8 \text{ V}}{0,0005 \text{ A}} = 2400 \Omega$$

Genauso kann man durch Umstellen der Formel den sich ergebenden Betriebsstrom anhand eines vorhandenen Widerstands, hier mit den verwendeten 2,2 k $\Omega$ , ausrechnen:

$$\frac{U_B - U_F}{R_V} = I_{LED}$$

$$\frac{3,0 \text{ V} - 1,8 \text{ V}}{2200 \Omega} = 0,000545 \text{ A}$$



Bild 1: Das 1D-Pong-Spiel fand bei der Vorabpräsentation, hier mit abgesetztem Spiel- und Anzeigefeld, großes Interesse.

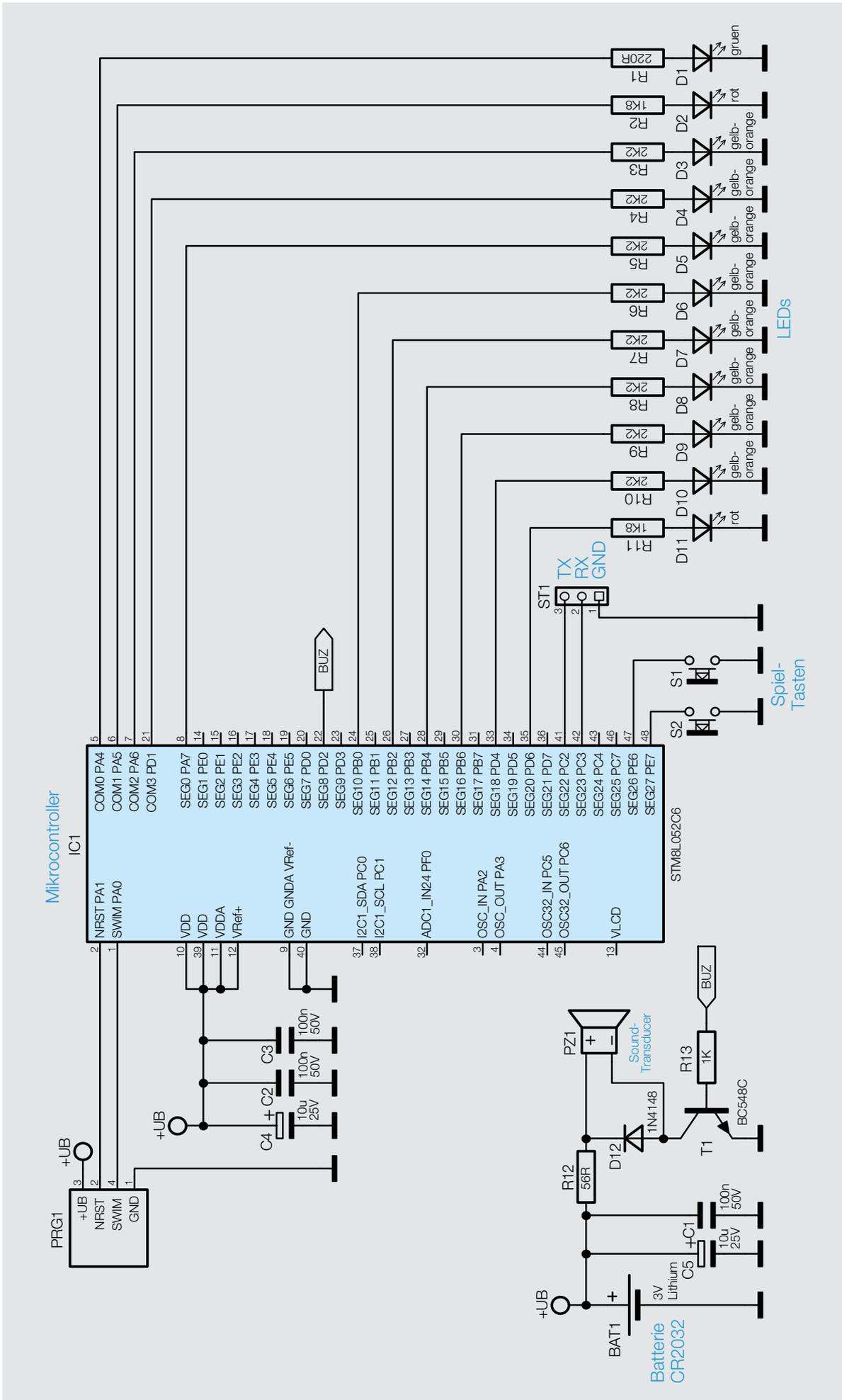


Bild 2: Das Schaltbild des 1D-Pong

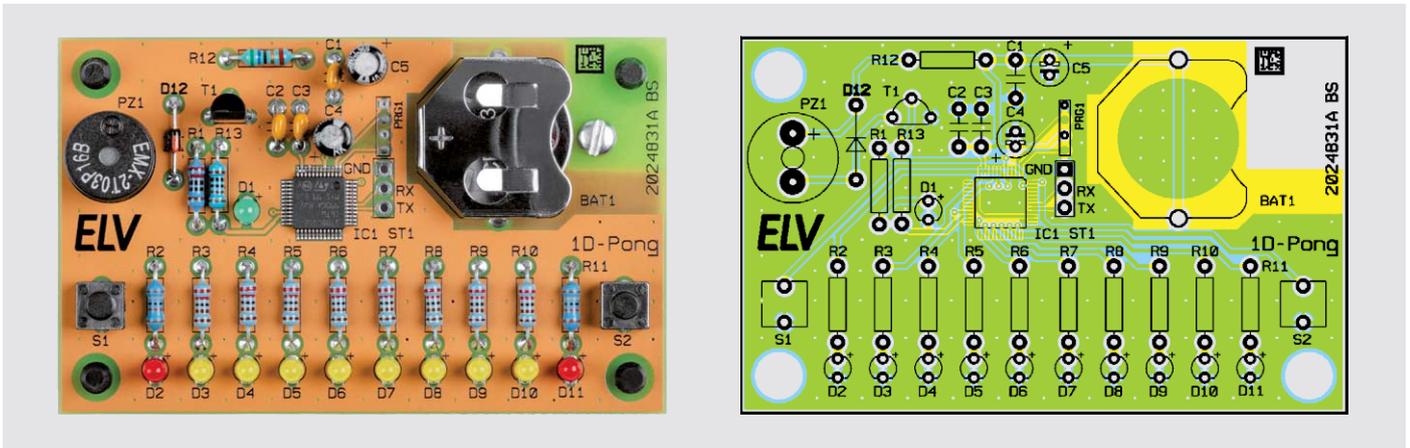


Bild 3: Platinfoto des komplett bestückten 1D-Pong mit dem zugehörigen Bestückungsplan

Als weiteren Schaltungsteil finden wir noch eine serielle Schnittstelle mit ST1, hier kann man einen USB-Seriellwandler, z. B. den UM2102N, anschließen und bei Bedarf ein Software-Update des Spiels über einen normalen PC durchführen.

Über die Schnittstelle PRG1 wird der Mikrocontroller ab Werk mit seinem Betriebsprogramm (Firmware) versehen. Die Kondensatorkombination C2, C3 und C4 schließlich dient wieder der Stabilisierung der Betriebsspannung für den Mikrocontroller wie bereits bei C5/C1 diskutiert.

Soweit zur Schaltung des 1D-Pong, kommen wir nun zum Nachbau.

### Nachbau

Der Nachbau erfordert lediglich das Bestücken von bedrahteten Bauteilen. Der in SMD-Technik ausgeführte Mikroprozessor ist bereits ab Werk bestückt und verlötet, so reicht für die Bestückung eine Grundausrüstung mit Elektronik-Lötkolben, Lötzinn, einer Elektronik-Flachzange, einem Seitenschneider, einem Feinmechanik-Schraubendreher und einer Pinzette. Da dieser Beitrag sich an Elektronik-Einsteiger richtet, beschreiben wir den grundlegenden Umgang mit den Bauteilen detaillierter.

#### Tipps für Einsteiger

Beim Nachbau am besten Bauteil für Bauteil einzeln bestücken und verlöten und danach die Bauteilanschlüsse auf der Lötseite kürzen. Dadurch wird verhindert, dass Bauteile durcheinanderkommen und die Anschlüsse beim Verlöten des nächsten Bauteils nicht im Weg sind.

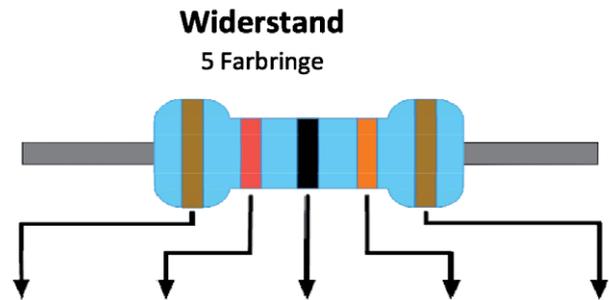
Bei der Bestückung richten wir uns nach der Stückliste, dem Platinfoto und dem Bestückungsplan in Bild 3 sowie dem Bestückungsdruck auf der Platine. Wir beginnen mit dem Bestücken der flachen (liegenden) Bauteile, also den Widerständen und der Diode. Die Widerstände sind mit Farbringen gekennzeichnet, über diese lässt sich der Widerstandswert entsprechend des im Bild 4 gezeigten Widerstands-Farbcode ablesen.

Dazu einige Erläuterungen:

- Bei Widerständen mit nur 4 Farbringen entfällt die 3. Ziffer.

- Bei Widerständen mit 6 Ringen zeigt der 6. Ring den Temperaturkoeffizienten an; dieser ist wie auch die Toleranz bei unserer Schaltung unwichtig und kann ignoriert werden.

In Bild 4 unten sind die Farbcodes der in unserer Schaltung verwendeten Widerstandswerte zusammengefasst.



Farbe	1. Ziffer	2. Ziffer	3. Ziffer	Multiplikator	Toleranz
Schwarz	0	0	0	1 Ω	
Braun	1	1	1	10 Ω	±1%
Rot	2	2	2	100 Ω	±2%
Orange	3	3	3	1k Ω	
Gelb	4	4	4	10k Ω	
Grün	5	5	5	100k Ω	±0,5%
Blau	6	6	6	1M Ω	±0,25%
Violett	7	7	7		±0,1%
Grau	8	8	8		
Weiß	9	9	9		
Gold				0,1 Ω	±5%
Silber				0,01 Ω	±10%

#### Hier verwendete Widerstände

1. Ziffer	2. Ziffer	3. Ziffer	Multiplikator	Toleranz	Wert
5	6	0	0,1 Ω	±1%	56 Ω
2	2	0	1 Ω	±1%	220 Ω
1	0	0	10 Ω	±1%	1000 Ω
1	8	0	10 Ω	±1%	1800 Ω
2	2	0	10 Ω	±1%	2200 Ω

Bild 4: Die Widerstands-Farbtable ermöglicht das einfache Ablesen eines Widerstandswerts anhand der Farbringe. Unten sind die Farbwerte der in unserem Projekt verwendeten Widerstände zusammengefasst.

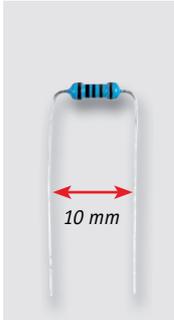


Bild 5: So werden die Anschlüsse eines Widerstands abgewinkelt.



Bild 6: Mit einer Biegelehre kann man Bauteilanschlüsse exakt entsprechend dem Rastermaß auf der Platine auch ohne Zange abwinkeln.



Bild 7: Die Polaritätskennzeichnung der Diode sowie die exakt abgewinkelten Anschlüsse

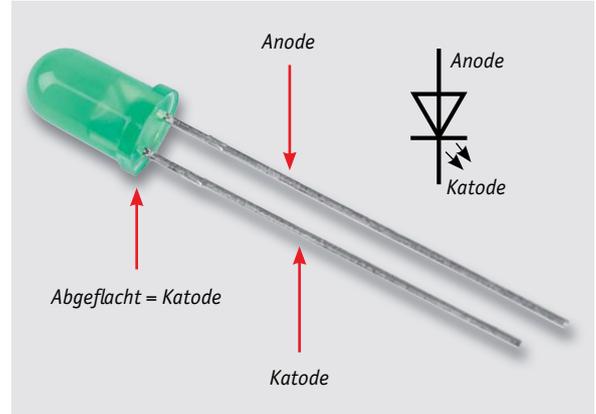


Bild 8: So identifiziert man Anode und Katode der Leuchtdioden.

Die Anschlüsse der Widerstände müssen, wie in Bild 5 gezeigt, mit einer Flachzange um jeweils 90° abgewinkelt und an die richtige Position in die Platine eingesetzt werden. Alternativ kann man auch eine Bauteilbiegelehre (Bild 6, ELVshop Bestell-Nr. 029290) verwenden, mit deren Hilfe die Bauteilanschlüsse auch ohne Zange ganz exakt entsprechend dem Rastermaß auf der Platine abgebogen werden können.

Die Anschlüsse der Diode sind ebenso entsprechend dem Rastermaß zu biegen, dabei achte man auf gleichmäßigen Abstand vom Glaskörper – niemals zu dicht an diesem biegen, sonst kann der Glaskörper zerstört werden. Beim Einsetzen der Diode ist aber gegenüber dem Widerstand auf die Polarität zu achten, denn die Diode leitet nur in eine Richtung. Der schwarze Strich auf der Diode (die Katode) muss in Richtung des Pfeils auf dem Platinenaufdruck zeigen. Bild 7 veranschaulicht dies noch einmal anhand des Schaltzeichens.

Als Nächstes bestücken wir die Leuchtdioden. Auch diese haben eine Polarität und leiten nur in eine Richtung – bei falscher Bestückungsrichtung leuchten sie nicht. Der längere Anschluss ist die Anode und der kürzere Anschluss die Katode, siehe Bild 8. Im Bestückungsdruck auf der Platine sehen wir 2 Bestückungshilfen. Einmal ein Pluszeichen, hierhin gehört der Anodenanschluss der Leuchtdiode. Und zum zweiten ist die Gehäusekontur aufgedruckt, die abgeflachte Gehäuseseite ist die Kattendenseite. Die LEDs werden so polrichtig bis zum Anschlag in die Platine eingesetzt und auf der Unterseite der Platine verlötet.

Nun folgen die Taster und die kleinen braunen Kondensatoren C1–C3. Sie haben keine Polarität und können einfach an den vorgegebenen Bestückungspositionen eingelötet werden. Die Gehäuse der Taster sollten dabei plan auf der Platine aufliegen, damit später beim Bedienen der Taster keine Belastung der Anschlüsse auftreten kann.

Der Sound-Transducer, den wir jetzt bestücken, ist wieder ein gepoltes Bauteil, bei dem vor dem Einbau die Schutzfolie zu entfernen ist. Zur Markierung ist oben auf dem Gehäuse und auf der Platine jeweils ein Plus-Zeichen abgebildet, diese müssen in bestückter Lage übereinstimmen (Bild 9).

Als nächstes Bauteil bestücken wir den Transistor T1, dessen mittlerer Anschluss wie in Bild 10 gezeigt nach vorne abzubiegen ist. Erst dann setzen wir ihn in den vorgesehenen Bestückungsplatz ein, dabei ist die

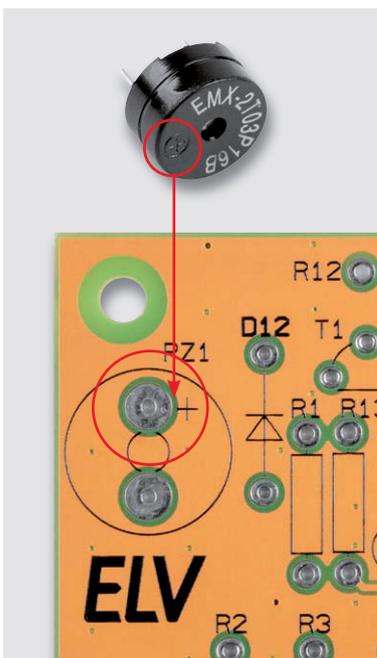


Bild 9: Hier sind die Plus-Markierungen des Sound-Transducers und die zugehörige Kennzeichnung auf der Platine zu sehen.



Bild 10: Der mittlere Anschluss des Transistors ist wie hier gezeigt in Richtung runde Gehäuseseite abzuwinkeln.

#### Widerstände:

56 Ω	R12
220 Ω	R1
1 kΩ	R13
1,8 kΩ	R2, R11
2,2 kΩ	R3–R10

#### Kondensatoren:

100 nF/50 V/THT	C1–C3
10 µF/25 V/THT/105 °C	C4, C5

#### Halbleiter:

ELV191707/SMD	IC1
BC548C	T1
LED/3 mm/grün	D1
LED/3 mm/superhell, rot	D2, D11
LED/3 mm/gelb-orange	D3–D10
1N4148/THT	D12

#### Sonstiges:

Mini-Drucktaster, 1x ein, print	S1, S2
Sound-Transducer, 3 V, print, 6,5 mm Höhe	PZ1
Batteriehalter für CR2032	BAT1
Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm	
Mutter, M3	
Gehäuse-Gummifüße, zylindrisch (8 x 5 mm), schwarz	

Einbaulage zusätzlich durch die stilisierte Gehäuseform im Bestückungsdruck gekennzeichnet.

Bei den nun folgenden Elektrolyt-Kondensatoren C4 und C5 muss auch wieder auf die Polarität geachtet werden. Auf dem Kondensator ist der negative Pol (–) gekennzeichnet, auf der Platine aber der positive Pol mit einem Plus-Zeichen (Bild 11), dies bitte unbedingt beachten! Ein falsch eingesetzter Elektrolyt-Kondensator wird durch die falsche Lage an der Betriebsspannung zerstört. Zusätzlich ist der Pluspol des Elektrolytkondensators wie bei der Leuchtdiode durch einen längeren Bauteilanschluss gekennzeichnet.

Zum Abschluss löten wir noch den Batteriehalter ein und setzen die GummifüÙe ein. Die 4 GummifüÙe werden einfach von unten durch die Löcher in der Platine gezogen, und die langen Enden mit einem Seitenschneider/Schere gekürzt, siehe Bild 12, damit diese nicht unnötig überstehen.



## Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Bei den verwendeten Bauteilen des 1D-Pong handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloÙes Anfassen, z. B. beim Einbau oder im späteren Betrieb, zerstört werden können, sofern man vorher elektrisch geladen war, was beispielsweise durch Laufen über Teppiche passieren kann. Vor dem Handhaben bzw. dem Berühren dieser Bauteile ist es ratsam, Maßnahmen anzuwenden, die einen entsprechenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen an diesen Bauteilen ermöglichen. Hierzu kann man sich z. B. mit einem Erdungsband erden oder zumindest ein Metallgehäuse eines Geräts oder die Heizung anfassen.

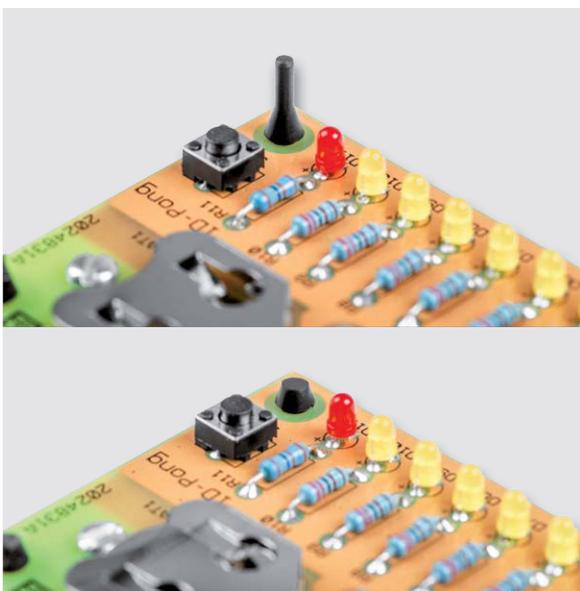


Bild 12: Hier ist ein durchgesteckter (oben) und gekürzter (unten) GummifüÙ zu sehen.

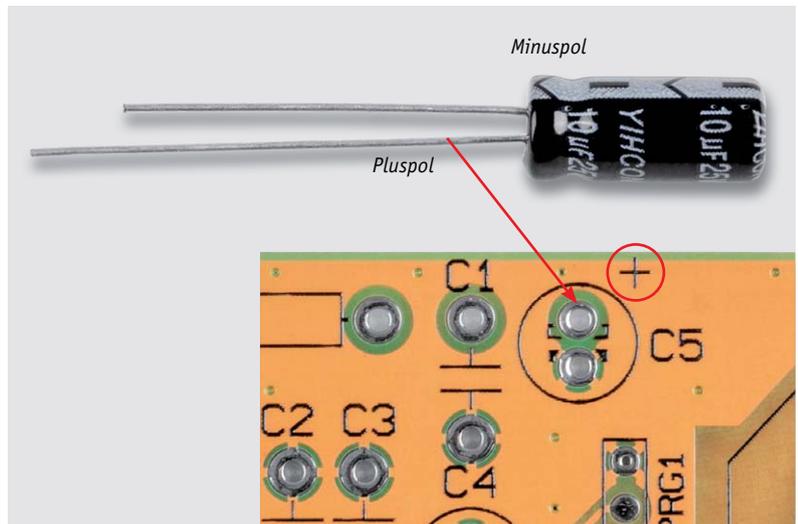


Bild 11: Die Polaritätsmarkierungen des Elektrolyt-Kondensators und die zugehörige Platzierungsmarkierung auf der Platine

Nach dem ebenfalls polrichtigen Einsetzen einer Knopfzelle vom Typ CR2032 (mit den Fingern oder nicht leitender Kunststoffpinzette einsetzen, Pluspol oben, siehe Bild 13, dazu Kasten „Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz“ beachten) wird die kleine Schraube durch das Loch gesteckt und mit der Mutter befestigt (Bild 12). Dies dient als Sicherung der Knopfzelle, damit ein werkzeugloses Entnehmen der Knopfzelle verhindert wird. So besteht keine Gefahr, dass kleine Kinder die Knopfzelle herausnehmen und verschlucken können.

## Bedienung

Die Bedienung gestaltet sich sehr einfach. Als Reaktion auf einen beliebigen Tastendruck wacht das Gerät auf und beginnt eine neue Runde. Es gibt 3 Modi, je nachdem, welche Taste beim Neustart gedrückt gehalten wird. Ein Neustart lässt sich durch neues Einsetzen der Batterie erzeugen oder kurzes gleichzeitiges Drücken beider Tasten, nachdem sich das Spiel abgeschaltet hat. Bei einem durch die Tasten erzeugten Neustart blinken die roten LEDs und die grüne LED 5-mal auf, danach wird der Neustart mit den unten aufgeführten Tasten durchgeführt.

Die Zuordnung der Modi beim Neustart ist wie folgt:

- Keine Taste → Ping-Pong
- Taste S1 → Risiko
- Taste S2 → Lauflicht
- Beide Tasten → ruft den Neustart-/Update-Modus auf

### Modus Ping-Pong:

Die LED wandert von der einen Seite zur anderen, und die entsprechende Taste muss beim Erreichen des Endes gedrückt werden, danach wechselt die Richtung. Die LED wandert dabei mit der Zeit immer schneller, und es wird immer schwieriger, im richtigen Moment zu drücken. Drückt man nicht zum richtigen Zeitpunkt, hat der Gegner die Runde gewonnen. Nach einer Runde blinkt die LED des Verlierers einige Male auf, bevor sich das Spiel abschaltet, um Energie zu sparen. Danach lässt sich eine neue Runde starten.

### Modus Risiko:

Die LED D2 von Spieler eins blinkt im Wechsel mit der nächsten LED D3, siehe Bild 14. Wird die Taste S1 in dem Moment betätigt, in dem die rote LED D2 aufleuchtet, steigt man in die nächste Stufe auf. Nun wechseln sich die LEDs D2 und D4 gegenseitig ab, diesmal aber etwas schneller. Drückt man wieder im richtigen Moment, wenn die rote LED aufleuchtet, kommt man wieder eine Stufe weiter. Erreicht man Stufe 10, hat man gewonnen. Die Taste S2 beendet die Runde und schaltet das Spiel wieder ab.

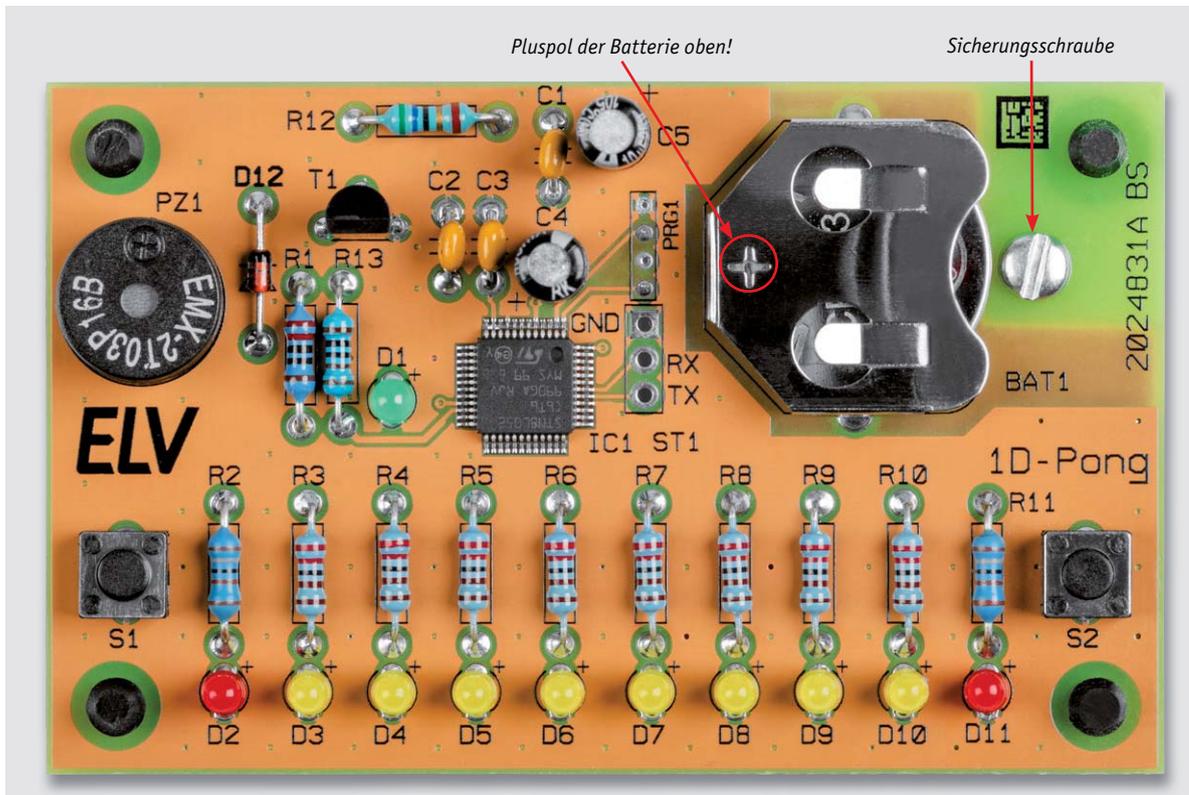


Bild 13: Die korrekt eingesetzte Batterie und die Sicherungsschraube, die ein Herausnehmen ohne Werkzeug verhindert

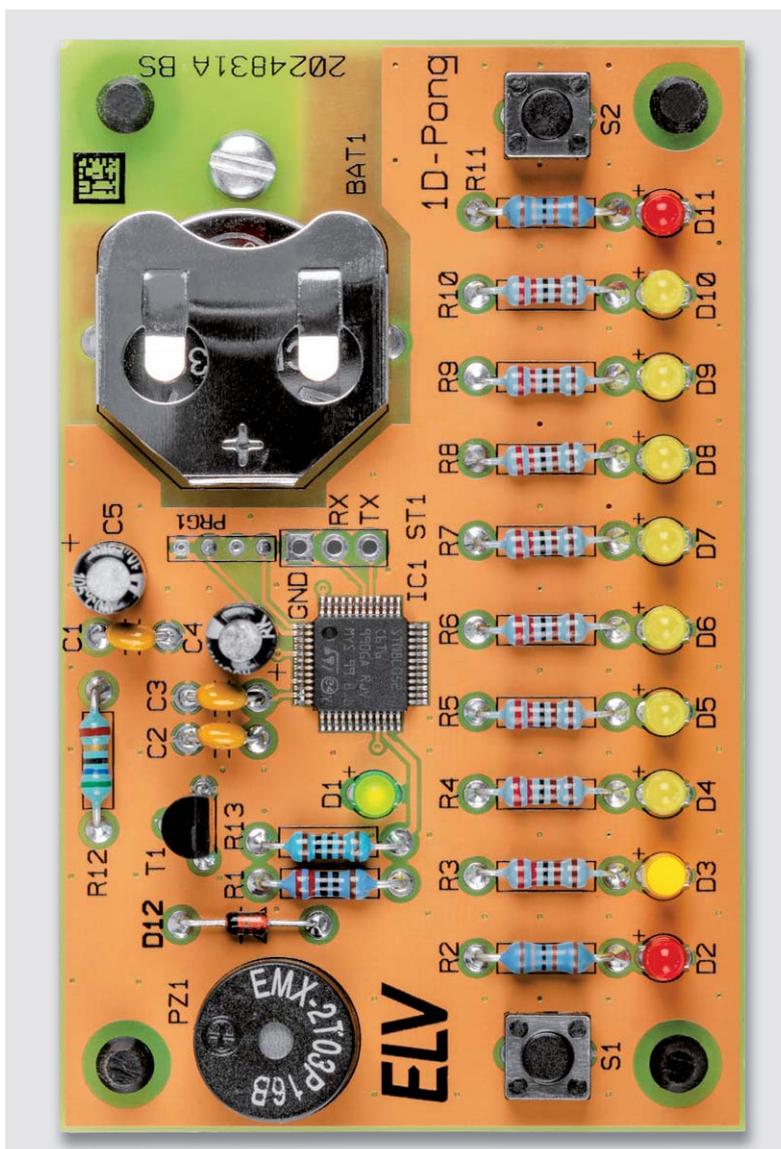


Bild 14: Die Ausgangsstellung der Spielanzeige beim Spiel „Risiko“

#### Modus Lauflicht:

Beim Lauflicht wandert eine LED von einer Seite zur anderen. Ein Druck auf eine der Tasten schaltet das Spiel ab.

#### Update-Modus:

Im Update-Modus leuchten die LEDs D1, D6 und D7, während auf den Datenleitungen RX und TX auf die Daten des Updates gewartet wird. Der Update-Modus wird, sofern kein Update übertragen wird, automatisch nach ca. 15 s beendet. Während der Datenübertragung des Updates blinkt die grüne LED. Für ein Update ist ein USB-UART-Wandler (UM2102) erforderlich, die Bezeichnung auf der Platine entspricht der Belegung dieses UART-Moduls und die Datenleitungen müssen nicht wie oft üblich noch getauscht werden.

Wir wünschen viel Spaß beim Aufbau des 1D-Pong und beim Spielen! **ELV**

#### Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	1D-Pong
Versorgungsspannung:	3 V (1x CR2032)
Stromaufnahme:	25 mA max.
Ruhestromaufnahme:	0,5 µA
Batterielebensdauer:	20 h (typ.)
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen:	50 x 80 x 20 mm
Gewicht:	25 g



# Homematic an der Hochschule

## Kooperation zwischen der HAW Hamburg und ELV/eQ-3

Die Wurzeln des Smart Home Labors „Living Place“ [1] an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Hamburg gehen bis in das Jahr 2009 zurück, was im Zeitalter der Digitalisierung schon eine kleine Ewigkeit ist. Zehn Jahre haben sich Professoren und Studenten in dem Labor mit verschiedenen Fragestellungen zum Thema Smart Home beschäftigt. Nun gibt es einen Neustart des „Living Place“ mit ELV/eQ-3 als Kooperationspartner, der zukünftig Geräte aus dem umfangreichen Sortiment für Studien und Feldtests zur Verfügung stellt.

Auf 140 m<sup>2</sup> steht den Studierenden an der HAW in Hamburg ein im Loft-Style gestaltetes Smart Home Labor zur Verfügung. Der Raum ist dabei in einzelne Sektionen für das Kochen, Essen, Schlafen, Arbeiten plus ein separates Badezimmer aufgeteilt. Damit stellt „Living Place“ ein realistisches Umfeld einer Wohnung dar, in dem Technologien zum Ubiquitous Computing (Computer befinden sich unsichtbar überall in der Umgebung) erforscht werden können.

Der Fokus liegt dabei auf der Interaktion zwischen Mensch und Maschine und auf Fragestellungen wie dem Erfassen von eigenen oder Umweltdaten und die Auswirkungen auf verschiedene Bereiche wie Informatik, Sozialwissenschaften, Medienkunst und Interaction Design.

In der voll funktionsfähigen Wohnumgebung können Experimente unter realen Bedingungen durchgeführt werden. Auf der Basis der dann neu erreichten Infrastruktur eines Smart Homes sollen unterschiedliche Experimente u. a. zur Klärung des Verhältnisses (smarter) Umgebung und Mensch zu einer neuen Interpretation der „Streitkultur“ Mensch–Technik realisiert werden.

In den nächsten Ausgaben des ELVjournals werden wir über Projekte im HAW Smart Home Labor berichten und dabei vor allem das Zusammenspiel zwischen den Studien und den Homematic Geräten beleuchten. **ELV**



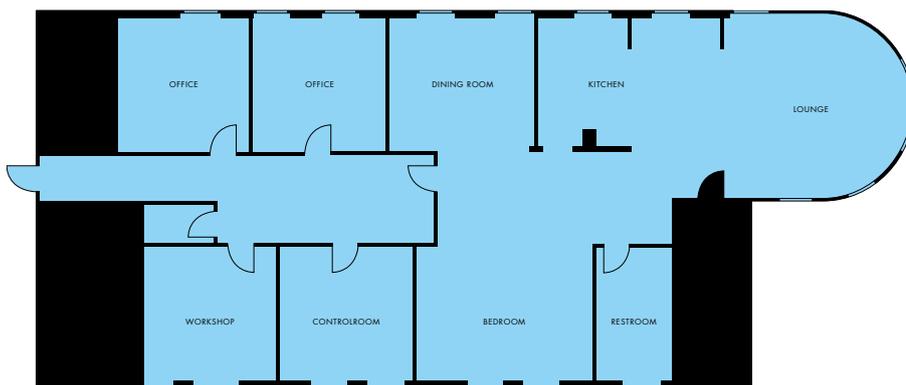
Kooperationspartner im neuen „Living Place“: Labor-Gründer Professor Kai von Luck, Doktorandin Jessica Broscheit, Markus Ulsaß (ELVjournal), Dr. Susanne Draheim und Student Dmitrij Gileles (von rechts).



Student Fabian Erdmann hat am Eingang des Labors ein Tablet mit Software installiert, über das man die im „Living Place“ verbauten Homematic Geräte steuern bzw. deren Daten abrufen kann.



Die Espressomaschine im Smart Home Labor kann bereits per Homematic Schaltsteckdose über eine Oberfläche angesteuert werden.



Auf 140 m<sup>2</sup> werden im HAW-Labor Smart Home Szenarien getestet

[1] Webseite „Living Place“:  
<https://livingplace.haw-hamburg.de>



# ESP32: Messen und steuern mit MicroPython

Das ESP-Board als „Embedded System“

Mit dem ESP32 hat Espressif ein in der Community beliebtes SoC (System-on-Chip) geschaffen, das neben dem ESP8266 von immer mehr Anwendern für Elektronikprojekte genutzt wird. Nachdem im letzten Beitrag (ELVjournal 6/2019 [1]) erläutert wurde, wie der ESP32 mit MicroPython ( $\mu\text{P}$ ) programmiert werden kann, soll im Folgenden beschrieben werden, wie man Sensoren auswerten, Messwerte erfassen, ein Display ansteuern oder einen Servo kontrollieren kann.

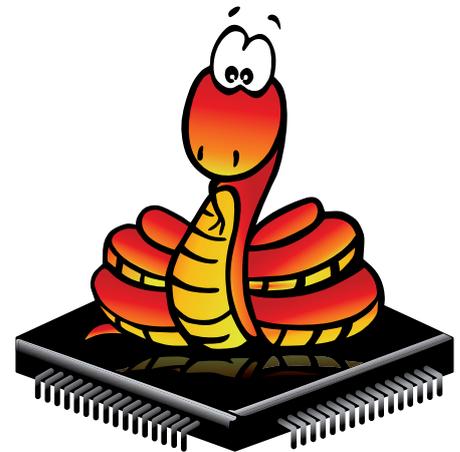
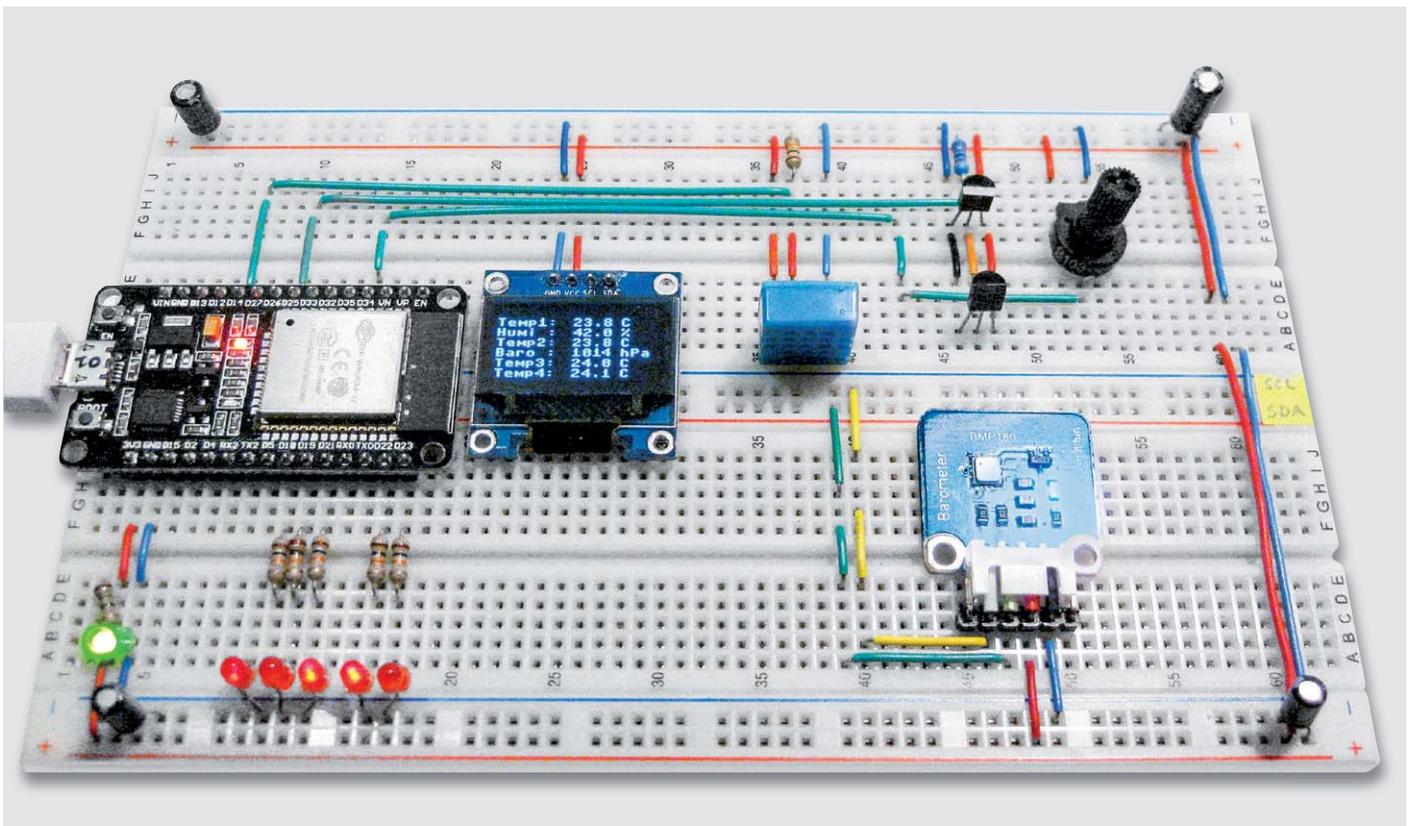


Abbildung: User „Neon22“ auf <https://github.com>



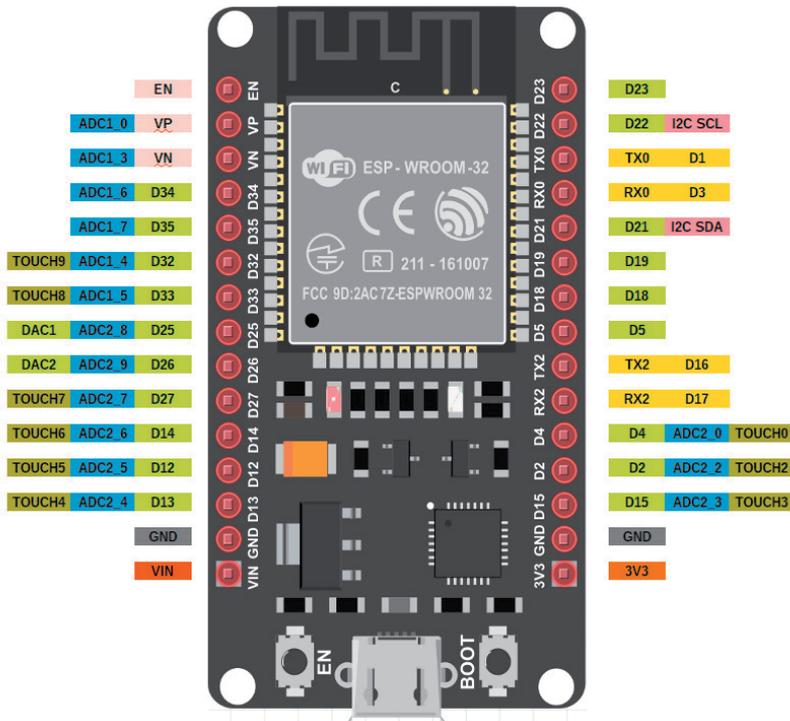


Bild 1: Pinbelegung des Joy-IT NodeMCU-Boards

## General Purpose Input Output (GPIO)

Der ESP32-Chip verfügt über 48 Pins, die meist mit mehreren Funktionen belegt sind. Dabei ist allerdings zu beachten, dass nicht alle Pins auf sämtlichen ESP32-Entwicklungsplatinen verfügbar sind. So sind etwa auf dem Joy-IT NodeMCU-Board von den insgesamt vorhandenen 18 ADC-Kanälen nur 13 frei verfügbar. Zwei weitere liegen auf dem VP- bzw. VN-Anschlüssen des Boards und sind mit rauscharmen Vorverstärkern versehen. Zudem sind einige von ihnen nicht universell einsetzbar. Bild 1 zeigt die Belegung der Ein- und Ausgänge des Joy-IT NodeMCU-Boards (siehe auch „Material“).

Obwohl verschiedene Entwicklungsplatinen unterschiedliche Pin-Konfigurationen aufweisen, haben die jeweils verfügbaren GPIOs (General Purpose Input Output) stets die identischen Funktionen. Dadurch wird die Portierung von Projekten von einer Board-Version zu einer anderen deutlich erleichtert.

Das Joy-IT-ESP32-Board stellt die folgenden Funktionen zur Verfügung:

- 15 Analog-Digital-Wandler-Kanäle (ADC)
- 2 SPI-Schnittstellen
- 2 UART-Schnittstellen
- 2 I<sup>2</sup>C-Schnittstellen
- 16 PWM-Ausgangskanäle
- 2 Digital-Analog-Wandler (DAC)
- 2 I<sup>2</sup>S-Schnittstellen
- 10 kapazitive Berührungssensoren

Die Funktionen ADC (Analog-Digital-Wandler) und DAC (Digital-Analog-Wandler) sind festen Pins zugeordnet. Die Anschlüsse für I<sup>2</sup>C, SPI, PWM usw. können dagegen weitgehend frei konfiguriert und softwareseitig zugewiesen werden. Diese Funktionalität wird durch die Multiplexfunktion des ESP32-Chips ermöglicht. Sie stellt damit einen großen Fortschritt gegenüber den festen Pinbelegungen klassischer Mikrocontroller dar. Die Beschaltung bzw. das Layout für den ESP32 wird so in vielen Fällen erheblich erleichtert.

Obwohl viele Pin-Funktionen in der Software frei definierbar sind, hat sich ein gewisser Standard durchgesetzt (siehe Bild 1). Dadurch wird ein hohes Maß an Kompatibilität in verschiedenen Anwendungsbereichen erreicht. Man sollte sich daher an diese Konfiguration halten, solange keine schwerwiegenden Gründe dagegensprechen. Die wichtigsten Funktionszuordnungen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Die grün hervorgehobenen Pins können frei verwendet werden. Die gelb markierten zeigen beim Booten unter Umständen ein unerwartetes Verhalten. Wenn dies berücksichtigt wird, sind sie jedoch problemlos einsetzbar. Die rot markierten Pins sollten dagegen nicht als Ein- oder Ausgänge verwendet werden.

Der ESP32 verfügt über 10 integrierte kapazitive Berührungssensoren. Diese sind ladungsempfindlich und können daher die Berührung mit einem Finger detektieren. Die Pins können einfach in kapazitive Pads integriert werden und ersetzen mechanische Taster. Darüber hinaus sind die kapazitiven Touch-Pins auch verwendbar, um den ESP32 aus dem Tiefschlafmodus zu reaktivieren.

GPIO	Input	Output	Bemerkung
0	pulled up	OK	outputs PWM signal at boot
1	TX pin	OK	debug output at boot
2	OK/ADC	OK	connected to on-board LED
3	OK	RX pin	HIGH at boot
4	OK /ADC	OK	
5	OK	OK	outputs PWM signal at boot
6	x	x	connected to integrated SPI flash
7	x	x	connected to integrated SPI flash
8	x	x	connected to integrated SPI flash
9	x	x	connected to integrated SPI flash
10	x	x	connected to integrated SPI flash
11	x	x	connected to integrated SPI flash
12	OK/ADC	OK	boot fail if pulled high
13	OK/ADC	OK	
14	OK/ADC	OK	outputs PWM signal at boot
15	OK/ADC	OK	outputs PWM signal at boot
16	OK	OK	
17	OK	OK	
18	OK	OK	
19	OK	OK	
21	OK	OK	
22	OK	OK	
23	OK	OK	
25	OK/ADC	OK / DAC	
26	OK/ADC	OK / DAC	
27	OK/ADC	OK	
32	OK/ADC	OK	
33	OK/ADC	OK	
34	OK/ADC		input only
35	OK/ADC		input only
36	OK		input only

Tabelle 1

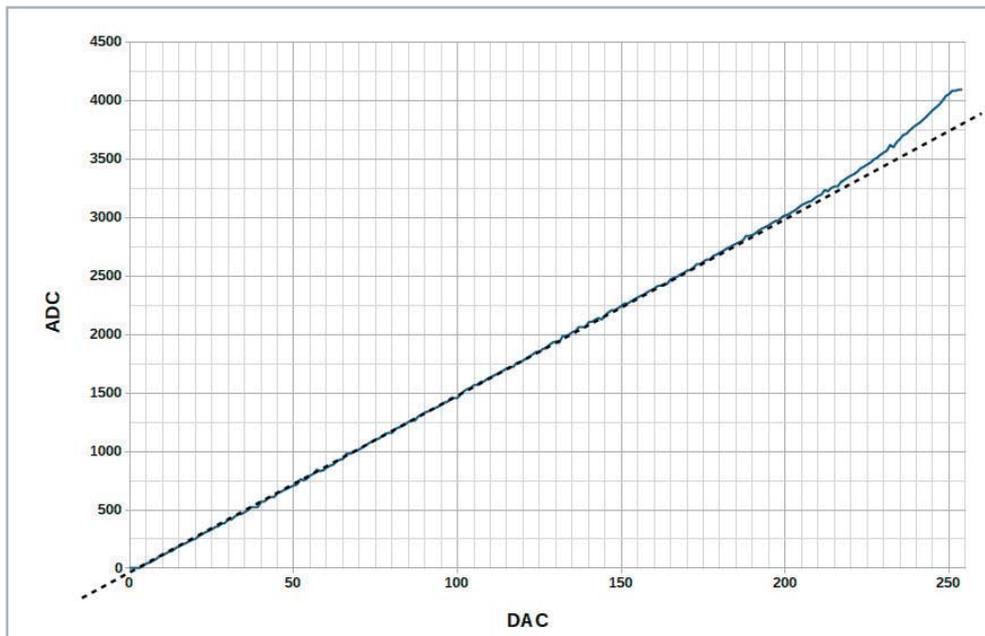


Bild 2:  
Nichtlinearität des  
integrierten ADCs

## Die analoge Welt per ADC erfassen

Der ESP stellt bis zu 18 ADC-Eingänge zur Verfügung. Damit lassen sich analoge Spannungswerte mit hoher Auflösung erfassen. Idealerweise würden man bei Verwendung der ESP32-ADC-Pins ein lineares Verhalten erwarten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr zeigen sie das in Bild 2 gezeigte nichtlineare Verhalten. Dies hat zur Folge, dass insbesondere an den Randbereichen größere Messfehler auftreten. Diese können jedoch durch geeignete Maßnahmen wie die Linearisierung mit einem Ausgleichspolynom oder durch geeignete Einschränkung des Messbereichs deutlich reduziert werden.

Die ADCs haben standardmäßig eine Auflösung von 12 Bit. Der Wertebereich liegt damit für Spannungen von 0 und 3,3 V zwischen 0 und  $2^{12}-1 = 4095$ . Die Auflösung kann softwareseitig geändert werden. Im Bedarfsfall sind auch 9 bis 11 Bit einstellbar.

## Nichtlinearitäten

Die ausgeprägte Nichtlinearität des ADCs kann mit-

hilfe des (linearen) DACs leicht grafisch dargestellt werden.

Das folgende Programm (alle Skripte zum Download gibt es unter [2]) liefert die entsprechenden Messdaten:

```
# ADC_DAC_tst.py

from machine import DAC, ADC, Pin
import time

dac0=DAC(Pin(25))
adc0=ADC(Pin(34))
adc0 atten(ADC.ATTN_11DB)

for n in range(0, 256):
    print(n, end='')
    dac0.write(n)
    time.sleep(0.1)
    print(adc0.read())
    time.sleep(0.1)
```

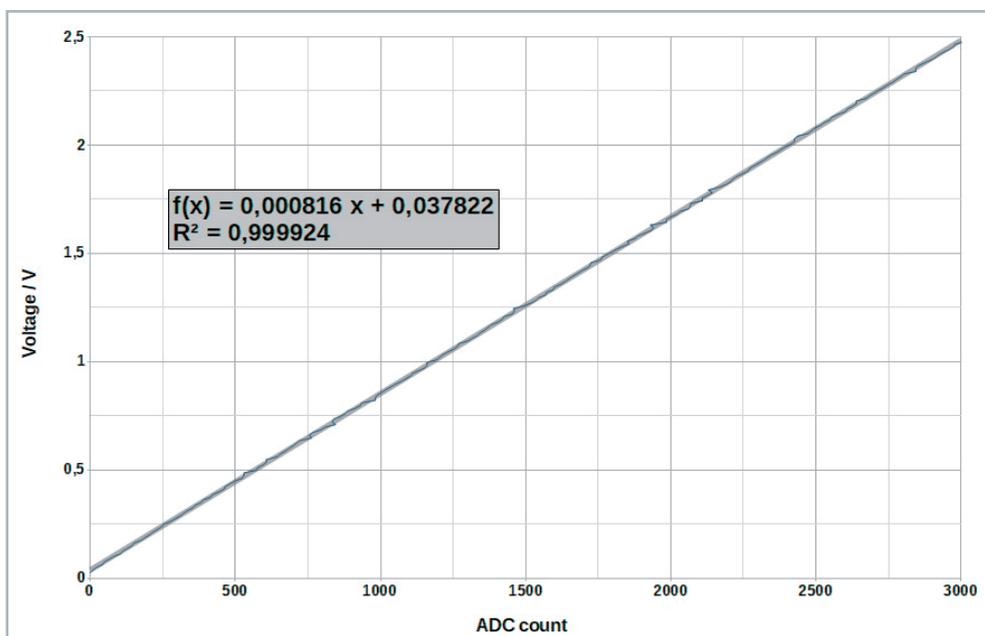


Bild 3:  
Kalibrationsgerade  
des ESP32 ADCs



Die damit gewonnenen Werte können mithilfe von Excel oder Libre-Office in einem Diagramm dargestellt werden (siehe Bild 3). Über ein Ausgleichspolynom können die Werte über den gesamten Messbereich hinweg linearisiert werden. Damit lässt sich allerdings keine sehr hohe Gesamtgenauigkeit erreichen. Besser ist es, nur die weitgehend linearen Anteile der Kennlinie zu verwenden. Man erkennt aus Bild 2, dass der ADC im Bereich bis ca. 3000 counts weitestgehend linear arbeitet. Beschränkt man sich auf diesen Bereich, dann ergibt sich die Kalibrationsgerade wie in Bild 3.

Mit der daraus abgeleiteten Regressionsformel:

$$\text{voltage} = 0.000816 * \text{ADC\_count} + 0.037822$$

können nun Spannungswerte zwischen 200 mV und 2,5 Volt sehr präzise erfasst werden. Dies ist für viele Sensoranwendungen vollkommen ausreichend, da Werte von unter 0,2 Volt von vielen Sensoren ohnehin meist nicht erreicht werden. Das Messprogramm dazu sieht so aus:

```
# ADC_lin.py
```

```
from machine import Pin, ADC
from time import sleep
```

```
pot = ADC(Pin(34))
pot.atten(ADC.ATTN_11DB) #Full range: 3.3v
```

```
while True:
    pot_value = pot.read()
    voltage = 0.000816*pot_value + 0.037822
    print(voltage)
    sleep(0.1)
```

Über ein Potenziometer können nun Testspannungswerte erzeugt werden. Die erfassten Werte erscheinen in der Ausgabekonzole der verwendeten Programmierumgebung (siehe Bild 4).

Mit einem hochwertigen und exakt kalibrierten Voltmeter können die Werte nachgemessen werden. Die Abweichungen sollten dabei deutlich unterhalb von 3 % bleiben. Damit steht dem Einsatz von analogen Messwandlern wie Photodioden, analogen Temperatursensoren oder Dehnungsmessstreifen nichts mehr im Wege.

Aber auch für den Anschluss digitaler Messwandler ist der ESP32 bestens gerüstet. Über geeignete Bussysteme können diese Sensoren direkt mit dem Prozessor kommunizieren.

## Einfach und universell: der I<sup>2</sup>C-Bus

Eines der wichtigsten Beispiele dazu ist der I<sup>2</sup>C-Bus (meist als „I-Quadrat-C-Bus“ ausgesprochen), ein von Philips 1982 entwickelter serieller Kom-

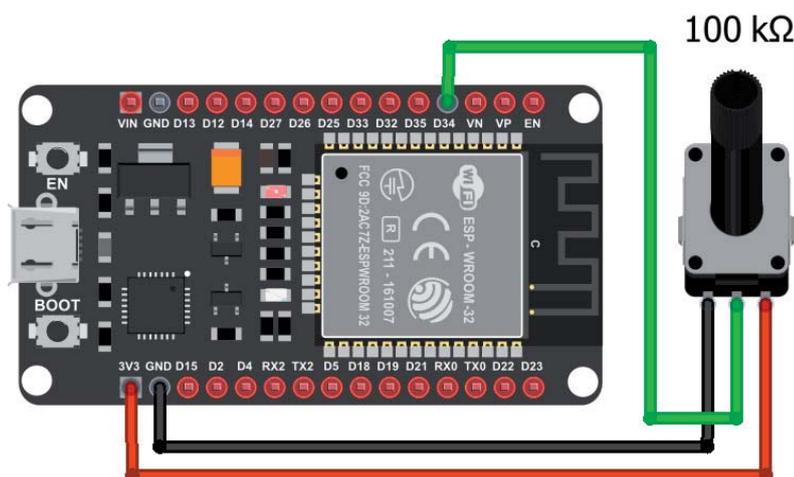


Bild 4: Potenziometer an einem Analogeingang des ESP32

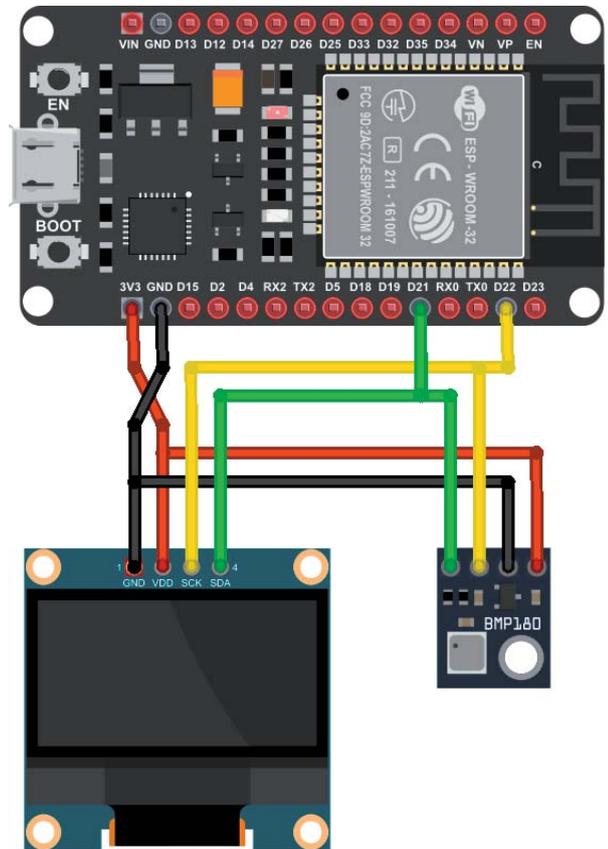


Bild 5: Display und Barometermodul am I<sup>2</sup>C-Bus des ESP32

munikationsbus. Über dieses System können zwei oder mehr Geräte miteinander kommunizieren. Die an den Bus angeschlossenen Einheiten sind als Master oder als Slaves konfigurierbar. In der Regel hat ein Bus nur einen Master und einen oder mehrere Slaves. Der Standard erlaubt zwar auch komplexere Topologien, diese werden jedoch nur selten eingesetzt. Bild 5 zeigt zwei Komponenten am I<sup>2</sup>C-Bus des ESP32.

Ein zentraler Punkt beim I<sup>2</sup>C-Bus ist, dass jedes an den Bus angeschlossene Gerät über eine eindeutige Adresse verfügen muss. Für die Übertragung von Daten stehen u. a. folgende gebräuchliche Geschwindigkeiten zur Verfügung:

1. Standard (100 Kbit/s)
2. Fast (400 Kbit/s)

Der I<sup>2</sup>C-Bus benötigt nur zwei Kommunikationsleitungen, welche die Geräte verbinden:

- SDA, Serial Data – die eigentliche Datenleitung
- SCL, Serial Clock – das vom Master erzeugte Taktsignal

Die beiden Leitungen müssen über Pull-up-Widerstände mit einer Referenzspannung (Vdd) verbunden sein. Alternativ können auch interne Pull-ups des ESP32 verwendet werden.

Beim ESP32 liegt der I<sup>2</sup>C-Bus standardmäßig an den Pins GPIO22 (SCL) und GPIO21 (SDA). Allerdings erlaubt die I<sup>2</sup>C-Bibliothek auch die Auswahl anderer Pins, falls es erforderlich sein sollte. Der I<sup>2</sup>C-Bus wird von MicroPython in vollem Umfang unterstützt.

Eine der wichtigsten Aufgaben bei der Arbeit mit dem I<sup>2</sup>C-Bus ist die Identifikation der Module und die Erfassung der zugehörigen Adresse. Das folgende Programm liefert die Adressen aller angeschlossenen I<sup>2</sup>C-Einheiten in dezimaler und hexadezimaler Schreibweise:



```
# I2Cscanner
```

```
import machine
```

```
i2c = machine.I2C(scl=machine.Pin(22), sda=machine.Pin(21))
print('Scanning i2c bus...')
devices = i2c.scan()
```

```
if len(devices) == 0:
    print("No i2c device found!")
else:
    print('i2c devices found:', len(devices))
    for device in devices:
        print("Decimal address: ", device, " | Hex address: ", hex(device))
```

Falls beispielsweise ein OLED-Display und ein BMP180-Luftdrucksensor angeschlossen sind, liefert das Skript das in **Bild 6** zu sehende Ergebnis.

```
Ready to download this file, please wait!
.....
download ok
exec(open('I2C_scanner.py').read(), globals())
Scan i2c bus...
i2c devices found: 2
Decimal address: 60 | Hexa address: 0x3c
Decimal address: 119 | Hexa address: 0x77
>>>
```

Bild 6: I<sup>2</sup>C-Module gefunden

## Ein OLED-Display am ESP32

Als erstes Anwendungsbeispiel für den I<sup>2</sup>C-Bus kann ein OLED-Display an den ESP32 angeschlossen werden. Ein weit verbreiteter Typ ist die 0,96-Zoll-Einheit SSD1306 (siehe „Material“). Dieses verfügt über eine Auflösung von 128 x 64 Pixel und kann sowohl Texte und Daten als auch einfache Grafiken darstellen.

Das SSD1306 ist mit internem Display-RAM und einem eigenen Oszillator ausgestattet. Dadurch kann es ohne weitere externe Komponenten betrieben werden. Darüber hinaus verfügt es über eine Helligkeitsregelung mit 256 einstellbaren Stufen. Die wichtigsten Eigenschaften des Displays sind:

- Auflösung: 128 x 64 Punktmatrix
- Stromversorgung: 1,65 V bis 3,3 V
- Betriebstemperaturbereich: -40 °C bis +85 °C
- Integrierter 128 x 64-Bit-SRAM-Anzeigepuffer
- Kontinuierliche Bildlauffunktion in horizontaler und vertikaler Richtung
- On-Chip-Oszillator

Der große Vorteil von OLED-Anzeigen besteht darin, dass sie keine Hintergrundbeleuchtung benötigen. Da jedes einzelne Pixel in der Lage ist, Licht auszusenden, sind OLED-Displays auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen noch gut ablesbar. Zudem ist der Kontrast im Vergleich zu Flüssigkristallanzeigen (LCDs) deutlich höher. Darüber hinaus verbrauchen die Pixel nur dann Energie, wenn sie tatsächlich leuchten. Damit arbeiten OLED-Displays im Vergleich zu anderen Anzeigen sehr energieeffizient.

Das hier verwendete Modell verfügt über lediglich vier Pins. Andere Versionen weisen zusätzliche Reset-Pins oder sogar eine weitere SPI-Schnittstelle auf. Für die meisten Anwendungen ist die einfache Bauform allerdings vollkommen ausreichend. Die folgende Tabelle zeigt alle erforderlichen Verbindungen (siehe auch **Bild 5**).

OLED-Pin	ESP32
Vin	3,3 V
GND	GND
SCL	GPIO 22
SDA	GPIO 21

Mit dem folgenden Skript können Textnachrichten und Grafikelemente auf das Display ausgegeben werden (**Bild 7**):

```
# text_frame.py
```

```
from machine import Pin, I2C
from ssd1306 import SSD1306_I2C
```

```
i2c = I2C(-1, scl=Pin(22), sda=Pin(21))
# I2C Pin assignment
```

```
oled_width=128
oled_height=64
oled = SSD1306_I2C(oled_width, oled_height, i2c)
```

```
lin_hight = 9
col_width = 8
```

```
def text_write(text, lin, col):
    oled.text(text, col*col_width, lin*lin_hight)
```

```
oled.fill(0)
text_write("Programming", 0, 2)
text_write("ESP32", 2, 5)
text_write("using", 3, 5)
text_write("MicroPython", 5, 2)
oled.rect(0, 39, 128, 20, 1)
oled.show()
```

Um das Display ansteuern zu können, müssen zunächst die erforderlichen Module importiert werden. Die Libraries „machine“ und „SSD1306“ sind üblicherweise als Standardbibliotheken bereits vorhanden. Im Bedarfsfall kann jedoch auch eine `ssd1306.py`-Datei separat auf das Board hochgeladen werden [3]. Die Pin-Deklaration erfolgt über:

```
i2c = I2C (-1, scl = Pin (22), sda = Pin (21))
```

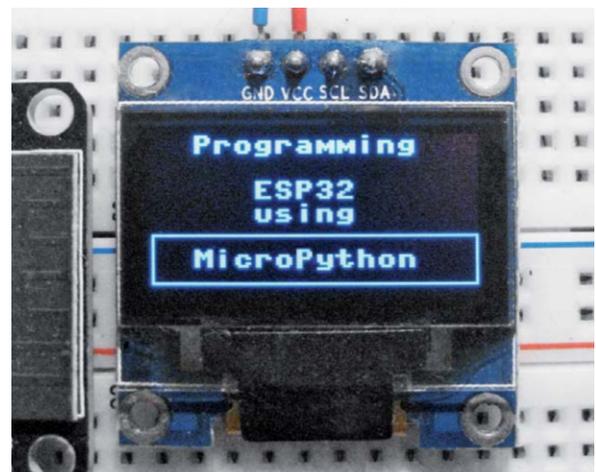


Bild 7: OLED-Display mit Textnachricht



Die Pixel-Auflösung der verwendeten Einheit wird mit folgenden Variablen

```
oled_width = 128
oled_height = 64
```

erfasst. Der Parameter „-1“ weist darauf hin, dass das verwendete Modul weder über einen Reset- noch über einen Interrupt-Pin verfügt.

Nun kann ein SSD1306\_I2C-Objekt mit dem Namen oled erstellt werden. Hier werden die zuvor definierten Daten übernommen:

```
oled = ssd1306.SSD1306_I2C(oled_width, oled_height, i2c)
```

Nach dem Initialisieren der Anzeige können mit der Funktion „text()“ Informationen auf die Anzeige ausgegeben werden. Abschließend ist die Methode show() aufzurufen, um das Display zu aktualisieren. Die text()-Funktion akzeptiert die folgenden Argumente:

- Nachricht (Typ String)
- X-Position und Y-Position des Textfeldes in Pixeleinheiten
- Optional Textfarbe: 0 = schwarz und 1 = weiß

Mit der folgenden Zeile wird beispielsweise die Meldung „Hallo, ESP32!“ in weißer Farbe angezeigt. Der Text beginnt mit x = 0 und y = 0:

```
oled.text('Hallo, ESP32!', 0, 0)
```

Die show()-Methode sorgt schließlich dafür, dass die Änderungen auf dem Display sichtbar werden. Darüber hinaus enthält die Bibliothek noch weitere nützliche Methoden. Um den gesamten Bildschirm weiß darzustellen, kann die Funktion fill(1) verwendet werden. Das Löschen der Anzeige erfolgt über oled.fill(0). Damit werden alle Pixel auf schwarz gesetzt. Auch einfache grafische Darstellungen sind möglich. Zum Zeichnen einzelner Pixels wird die pixel()-Methode angeboten. Diese akzeptiert die folgenden Argumente:

- X-Koordinate: Pixelposition horizontal
- Y-Koordinate: Pixelposition vertikal
- Pixelfarbe: 0 = schwarz, 1 = weiß

So kann beispielsweise ein weißes Pixel in der oberen linken Ecke erzeugt werden: oled.pixel(0, 0, 1)

Die OLED-Farben können auch invertiert werden. Dabei wird Weiß zu Schwarz und umgekehrt. Dies wird über die invert()-Methode erreicht: oled.invert(True). Um zu den ursprünglichen Farben zurückzukehren, kann oled.invert(False) verwendet werden.

## Grafikausgaben

Zusätzlich zu den einfachen Pixel-Befehlen stehen auch noch weitere Grafik-Anweisungen zur Verfügung. Horizontale und vertikale Linien können mit .hline() bzw. .vline() gezeichnet werden. Dabei werden die XY-Startposition sowie die Linienlänge und -farbe angegeben.

Das folgende Programm liefert einen rechteckigen Rahmen:

```
# draw frame
```

```
from machine import Pin, I2C
import ssd1306
```

```
i2c = I2C(-1, scl=Pin(22), sda=Pin(21))
```

```
oled_width = 128
oled_height = 64
oled = ssd1306.SSD1306_I2C(oled_width, oled_height, i2c)
```

```
oled.hline(0, 0, oled_width-1, 1)
oled.hline(0, oled_height-1, oled_width-1, 1)
oled.vline(0, 0, oled_height-1, 1)
oled.vline(oled_width-1, 0, oled_height-1, 1)
oled.show()
```

Diagonale Linien können mit der Methode .line(x1, y1, x2, y2, c) zwischen zwei festgelegten Punkten (x1, y1) und (x2, y2) gezogen werden. Der Parameter c steuert die Farbe der gezeichneten Linie.

Für einfache Grafiken können Bitmaps Pixel für Pixel in den Displaypuffer geschrieben werden. Das folgende Programm zeigt ein entsprechendes Beispiel, das Ergebnis auf dem Display ist in Bild 8 zu sehen:

```
# bitmap_bitmap.py
```

```
from machine import Pin, I2C
import ssd1306
import urandom
```

```
i2c = I2C(-1, scl=Pin(22), sda=Pin(21))
```

```
oled_width = 128
oled_height = 64
oled = ssd1306.SSD1306_I2C(oled_width, oled_height, i2c)
```

```
# frame
```

```
oled.hline(0, 0, oled_width-1, 1)
oled.hline(0, oled_height-1, oled_width-1, 1)
oled.vline(0, 0, oled_height-1, 1)
oled.vline(oled_width-1, 0, oled_height, 1)
oled.show()
```

```
ICON = [
```

```
[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
[0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0],
[0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0],
[0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0],
[0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0],
[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],
[0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0],
[0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0],
[0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0],
[0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0],
[1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1],
```

```
]
```

```
for n in range(12):
```

```
xofs = urandom.randint(1, oled_width-12)
yofs = urandom.randint(1, oled_height-12)
for y, row in enumerate(ICON):
    for x, c in enumerate(row):
        oled.pixel(x+xofs, y+yofs, c)
```

```
oled.show()
```

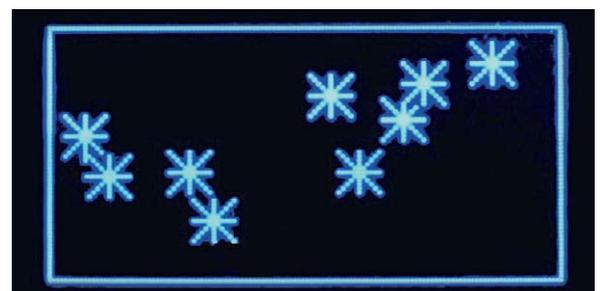


Bild 8: Bitmap-Graphiken auf dem OLED-Display



## I<sup>2</sup>C-Sensoren: BMP180 für präzise Luftdruckmessung

Neben einem Display können auch verschiedene Sensoren über den I<sup>2</sup>C-Bus an den ESP32 angeschlossen werden. Ein Beispiel sind die Luftdrucksensoren der BMP/E-Serie der Firma Bosch. Diese verfügen neben dem Drucksensor selbst auch über eine präzise integrierte Temperaturerfassung. Der BMP180 ist der bekannteste Vertreter dieser Sensorbaureihe. Er wird in vielen Mobilgeräten wie Smartphones, Tablet-PCs oder elektronischen Höhenmessern eingesetzt. Durch den niedrigen Stromverbrauch ist der BMP180 besonders für batterie- oder akkubetriebene Geräte geeignet. Die Anwendungen des Sensors umfassen:

- Indoor-Navigation
- GPS-Erweiterung für Höhenbestimmung oder Hangerkennung usw.
- Höhenmesser und Sportgeräte, z. B. zur Höhenprofilerstellung
- Wettervorhersage
- vertikale Geschwindigkeitsanzeige (Anstiegs-/Sinkgeschwindigkeit)

Die wichtigsten technischen Daten des Sensors:

Druckbereich	300–1100 hPa
RMS-Rauschen	0,06 hPa, typ. (Ultra-Low-Power-Modus) 0,02 hPa, typ. (ultrahochoflösender Modus)
RMS-Höhenrauschen	0,5 m, typ. (Ultra-Low-Power-Modus) 0,17 m, typ. (ultrahochoflösender Modus)
Absolute Genauigkeit	Druck: -4,0 bis +2,0 hPa Temperatur: ± 1 °C, typ.
Stromaufnahme	3 µA, typ. (Ultra-Low-Power-Modus) 32 µA, typ. (erweiterter Modus) 650 µA, typischer Stand-by-Strom
Versorgungsspannung	1,62–3,6 V
Betriebstemperatur	-40 bis +85 °C
I <sup>2</sup> C-Übertragungsrate	3,4 MHz max.

Das folgende Programm liefert die beiden Messwerte für Druck und Temperatur:

```
# BMP180 pressure sensor
```

```
from machine import Pin, I2C
from bmp180 import BMP180
from time import sleep
```

```
i2c = I2C(-1, scl=Pin(22), sda=Pin(21))
bmp = BMP180(i2c)
bmp.oversample = 2
bmp.sealevel = 101325
```

```
while(1):
    temp = bmp.temperature
    p = bmp.pressure
    altitude = bmp.altitude
    print("Temp: ", temp, "C")
    print("Baro: ", p/100, "hPa")
    print()
    sleep(1)
```

Der das Auslesen des Sensors erforderliche Treiber steht zum kostenlosen Download zur Verfügung [4].

## One-Wire-Protokoll für exakte Temperaturwerte

Neben dem I<sup>2</sup>C-Protokoll hat auch das sogenannte One-Wire-System weite Verbreitung gefunden. Ein wichtiger Sensor, der über dieses Bussystem kommuniziert, ist der DS18B20. Die Datenleitung des Sensors wird über einem beliebigen I/O-Pin (z. B. Pin 25 in Bild 7) mit dem ESP32 verbunden. Zusätzlich ist lediglich ein Pull-up-Widerstand von 4,7-kΩ erforderlich. Auf diese Weise lassen sich nahezu beliebig viele Temperatursensoren parallel abfragen (Bild 9).

Das folgende Programm liefert die Werte aller angeschlossenen Sensoren:

```
# DS18x20_TempSens_demo.py
```

```
from machine import Pin
import onewire
import ds18x20
import time

ow = onewire.OneWire(Pin(25)) #Init wire
ow.scan()
ds=ds18x20.DS18X20(ow)
    #create ds18x20 object

while True:
    roms=ds.scan()          #scan ds18x20
    ds.convert_temp()      #convert temperature

    for rom in roms:
        print(ds.read_temp(rom)) #display

    time.sleep(1)
    print()
```

Die Python-Module zum Auslesen des Sensors sind wieder standardmäßig in der MicroPython-Firmware verfügbar.

## Spezialprotokolle: Luftfeuchtemessung mit dem DHT11/22

Mit entsprechenden Libraries kann der ESP32 auch sehr spezielle Protokolle auslesen. Als Beispiel soll hier der bekannte Temperatur- und Luftfeuchtesensor DHT11/22 dienen. DHT-Komponenten (Digital Humidity & Temperature) sind kostengünstige digitale Sensoren und enthalten sowohl kapazitive Feuchtigkeitssensoren als auch Thermistoren zur Erfassung von Umgebungsluftparametern. Der integrierte Chip übernimmt neben der Analog-Digital-Wandlung auch die Datenkonversion für die One-Wire-Schnittstelle. Die Anwendungen des Sensors umfassen:

- Überwachung des Raumklimas
- Schutz vor Schimmelbildung
- Vermeidung von Wasserkondensation in Technikräumen

Der DHT11 kann lediglich einmal pro Sekunde, der DHT22 sogar nur alle zwei Sekunden aufgerufen werden. Ein gewisser Nachteil der Sensoren ist zudem, dass ihre Genauigkeit mit der Zeit abnimmt. Für das Auslesen der Daten werden nur drei der vier Anschluss-Pins verwendet. Die Beschaltung zeigt Bild 10.

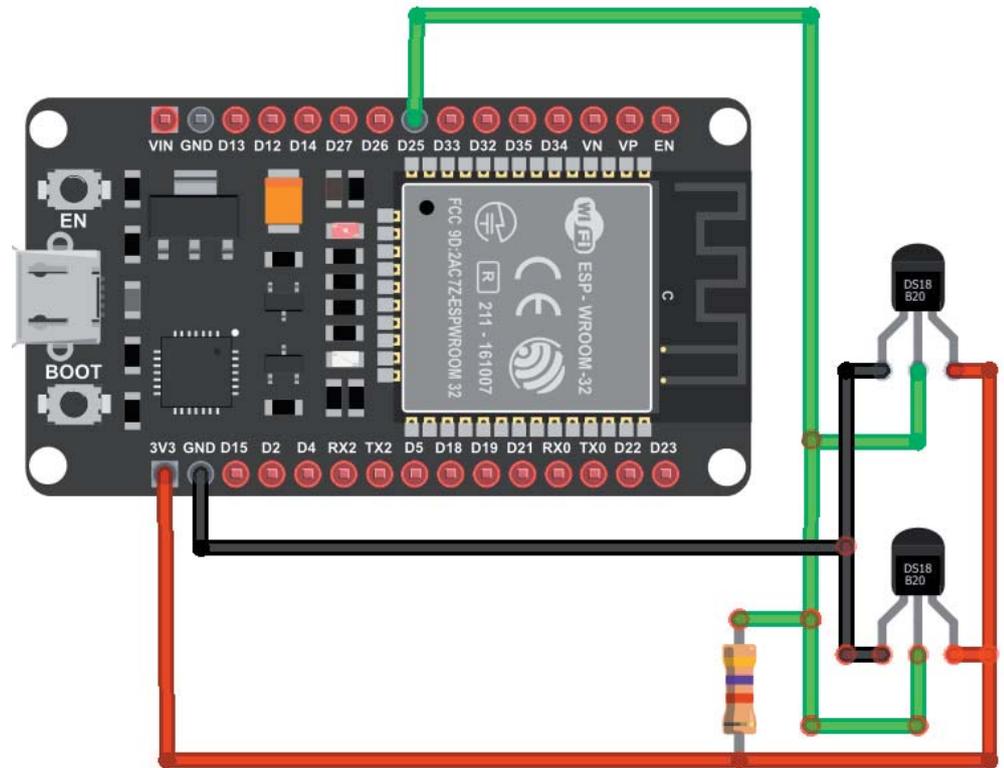


Bild 9: DS18x20 Temperatursensoren am ESP32

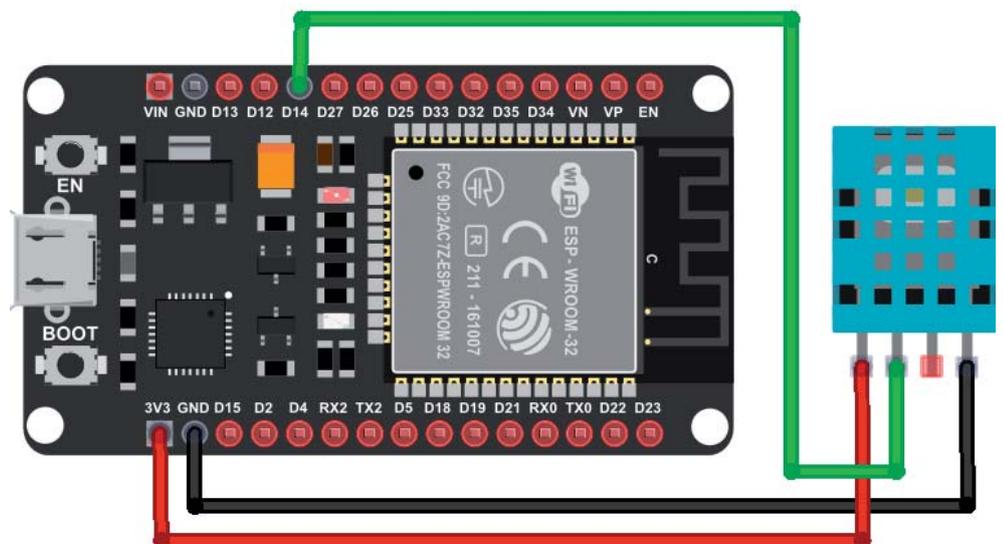


Bild 10: Luftfeuchtesensor DHT11 am ESP32

Die wichtigsten Daten der Sensoren:

	DHT11	DHT22
Temperaturbereich	0 bis 50 °C ±2 °C	-40 bis +80 °C ±0,5 °C
Luftfeuchtigkeitsbereich	20 bis 90 % ±5 %	0 bis 100 % ±2 %
Auflösung	Luftfeuchtigkeit: 1 % Temperatur: 1°C	Luftfeuchtigkeit: 0,1 % Temperatur: 0,1 °C
Betriebsspannung	3–5,5 VDC	3–6 VDC
Stromversorgung	0,5–2,5 mA	1–1,5 mA
Minimales Messintervall	1 Sekunde	2 Sekunden

Das Python-Modul zum Auslesen der DHT-Sensoren ist wieder in der MicroPython-Firmware enthalten. Die DHT-Sensoren bieten somit eine sehr einfache Möglichkeit, um Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu bestimmen. Das folgende Programm liefert die aktuellen Messdaten des Sensors:



```
# DHT11_HumiTemp_sensor.py

from machine import Pin
from time import sleep
import dht

sensor = dht.DHT11(Pin(14))
#sensor = dht.DHT22(Pin(14))

while True:
    try:
        sleep(2)
        sensor.measure()
        temp = sensor.temperature()
        hum = sensor.humidity()
        print(,Temperature: %3.1f C' %temp)
        print(,Humidity: %3.1f %%%' %hum)
        print()

    except OSError as e:
        print(,Failed to read sensor')
```

## Universelle Stand-alone-Klima-Messtation

Als praktische Anwendung kann nun eine vollständige Klimamessstation mit allen vorgestellten Sensoren aufgebaut werden. Das komplette Python-Programm dazu sieht so aus:

```
# ESP32_stand-alone_climate_station.py
# Baro: BMP180, Thermo: 2x DS18x20, Hygro: DHT11,
# Display: SSD1306

from machine import Pin, I2C
import ssd1306
import dht
from time import sleep
from bmp180 import BMP180
import onewire
import ds18x20

# i2c pin assignmet
i2c = I2C(-1, scl=Pin(22), sda=Pin(21))

# temp initialization DS18x20
ow = onewire.OneWire(Pin(25)) #Init wire
ow.scan()
ds=ds18x20.DS18X20(ow) #create ds18x20 object

# baro initialization BMP180
bmp = BMP180(i2c)
bmp.oversample = 2
bmp.sealevel = 101325

# hygro initialization DHT11
sensor = dht.DHT11(Pin(14))
DHT_cal = 1

# OLED dimensions and initialization SSD1306
oled_width = 128
oled_height = 64
oled = ssd1306.SSD1306_I2C(oled_width, oled_height, i2c)
d1 = 60 # column distance 1
d2 = 90 # column distance 1
h1 = 9 # line high
```

```
while True:
    try:
        oled.fill(0)
        oled.text(,Climate Station', 0, 0)

        # DHT11: Temp & Humiture
        sensor.measure()
        temp = sensor.temperature()+DHT_cal
        hum = sensor.humidity()
        print(,Temp1: %3.1f C' %temp)
        print(,Humi : %3.1f %%%> %hum)

        temperature_string = str(int(10*temp)/10)
        humidity_string = str(int(10*hum)/10)

        oled.text(,Temp1:', 0 ,h1)
        oled.text(temperature_string, d1 ,h1)
        oled.text(, C', d2 ,h1)

        oled.text(,Humi :>, 0 , 2*h1)
        oled.text(humidity_string, d1 ,2*h1)
        oled.text(, %', d2 ,2*h1)

        # BMP180: Temp & pressure
        temp = bmp.temperature
        pres = int(bmp.pressure/100)

        print(,Temp2: %3.1f C' %temp)
        print(,Baro : %3.0f hPa> %pres)

        temperature_string = str(int(10*temp)/10)
        pressure_string = str(pres)

        oled.text(,Temp2:', 0 ,3*h1)
        oled.text(temperature_string, d1 ,3*h1)
        oled.text(, C', d2 ,3*h1)

        oled.text(,Baro :>, 0 ,4*h1)
        oled.text(pressure_string, d1 ,4*h1)
        oled.text(, hPa', d2 ,4*h1)

        # DS18x20 2xTemp
        roms=ds.scan()

        ds.convert_temp()
        n = 1
        for rom in roms:
            print(,Temp : %3.1f C> %ds.read_temp(rom))
            temperature_string = str(int(10*ds.read_temp(rom))/10)
            oled.text(,Temp', 0 ,(4+n)*h1)
            oled.text(str(n+2), 32 ,(4+n)*h1)
            oled.text(, :', 40 ,(4+n)*h1)
            oled.text(temperature_string, d1 ,(4+n)*h1)
            oled.text(, C', d2 ,(4+n)*h1)
            n = n + 1

        print()
        oled.show()
        sleep(1)

    except OSError as e:
        print(,Failed to read sensor')
        oled.fill(0)
        oled.text(,Sensor error', 0, 0)
        oled.show()
```



Alle Komponenten können auf einem größeren Breadboard untergebracht werden. Zusätzlich finden sogar noch Bauelemente wie Taster, Potenziometer und LEDs für weitere Anwendungen Platz (siehe Bild 11).

## Unentbehrlich für Physical-Computing-Projekte und IoT: Servos

Servos sind inzwischen nicht nur im Modellbau weit verbreitet. Die Mini-Stellmotoren können mit geringem Hardware- und Code-Aufwand präzise positioniert werden. Prinzipiell ist dazu lediglich ein PWM-Signal mit einer Grundfrequenz von 50 Hz erforderlich. Da  $\mu\text{P}$  bereits über eine integrierte PWM-Signalerzeugung verfügt, ist die Erzeugung eines Servo-Signals kein Problem. Der passende Code sieht so aus:

```
# Servo_tst.py

import machine
from machine import Pin
from time import sleep

p4 = machine.Pin(18)
servo = machine.PWM(p4,freq=50)

# duty for servo is between 52...102
duty_min=52 # 52*20/1023 ms = 1.02 ms
duty_mid=77 # 77*20/1023 ms = 1.51 ms
duty_max=102 # 102*20/1023 ms = 1.99 ms

while True:
    for pos in (duty_min,duty_mid,duty_max):
        print(pos)
        servo.duty(pos)
        sleep(1)
```

Der Servo führt damit eine Bewegung vom Rechtsanschlag des Ruderhorns über die Mittelstellung zum Linksanschlag und wieder zurück aus.

Das Tastverhältnis des erzeugten Signals liegt zwischen 0 (0 %) und  $210 - 1 = 1023$  (100 %). Da Servos ein High-Signal zwischen einer Millisekunde (Linksanschlag =  $0^\circ$  bzw.  $-90^\circ$ ) und zwei Millisekunden ( $180^\circ$  bzw.  $+90^\circ$ ) benötigen, liegen die Duty-Cycle-Werte zwischen 52 und 102. Für Servos mit anderen Winkelbereichen (z. B.  $\pm 45^\circ$  oder  $210^\circ$ ) können die Duty-Cycle-Werte entsprechend angepasst werden.

Als Anwendungsbeispiel kann der Servo in einem Quasi-Analog-Anzeigeinstrument eingesetzt werden. Dazu wird anstelle des Ruderhorns ein Zeiger montiert. Mit einer geeigneten Skala können dann Werte wie auf einem klassischem Analogmessinstrument angezeigt werden. Bild 12 zeigt einen Aufbauvorschlag dazu.

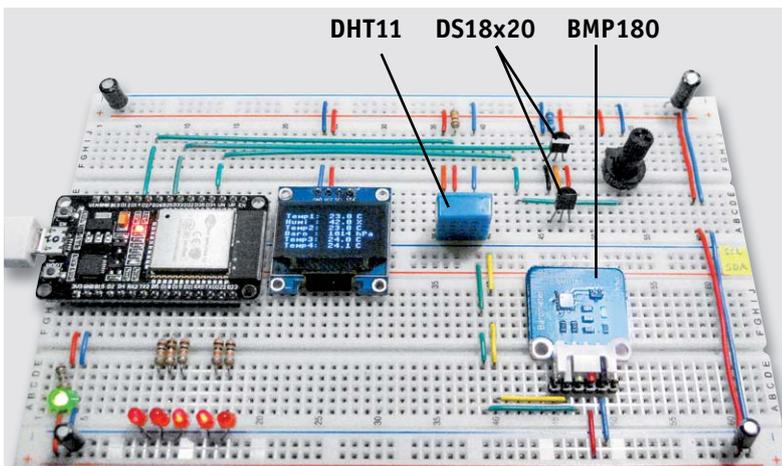


Bild 11: Klima-Messstation

Der Vorteil dieser Anzeigemethode liegt darin, dass man die Werte auch aus einer größeren Entfernung noch gut ablesen kann. Beim OLED-Display ist es bereits schwierig, die Zahlen aus einer Distanz von mehr als einem Meter abzulesen. Den Anzeigewert des Servo-Displays dagegen kann man auch noch aus mehreren Metern problemlos erkennen.

Das Programm dazu besteht aus einer Kombination des Auswertecodes für den DS18B20 und der Servosteuerung:

```
# Servo_thermometer.py

import machine
from machine import Pin, ADC
import onewire
import ds18x20
from time import sleep

p4 = machine.Pin(18)
servo = machine.PWM(p4,freq=50)

# duty for servo is between 52 and 102
duty_min = 52 # 52*20/1023 ms=1.02 ms
duty_mid = 77 # 77*20/1023 ms=1.51 ms
duty_max = 102 # 102*20/1023 ms=1.99 ms

# pot = ADC(Pin(34))
# pot.atten(ADC.ATTN_11DB) #Full range: 3.3v

ow=onewire.OneWire(Pin(25)) #Init wire
ow.scan()
ds=ds18x20.DS18X20(ow) #creates ds18x20 object

while True:
    # pot_value = pot.read()
    # voltage = 0.000816*pot_value + 0.037822
    # print(voltage)

    roms=ds.scan() #scan ds18x20
    ds.convert_temp() #convert temperature
    for rom in roms:
        T=ds.read_temp(rom)
        print(T) #test output
        pos = int(duty_max-(duty_max-duty_min)*T/50)
        servo.duty(pos)
        sleep(0.1)
```

Falls mehrere DS18B20-Sensoren am One-Wire-Bus angeschlossen sind, wird der mit der höchstwertigsten Kennung zur Auswertung herangezogen.

Der Anschluss des Servos erfolgt über Pin 18 (Signal). Darüber hinaus müssen nur noch die Spannungsversorgungsleitungen mit GND und VIN (5 V) am ESP-Board verbunden werden. Bei größeren Servos empfiehlt sich die Verwendung einer separaten Versorgung, da es sonst zu unerwünschten Spannungseinbrüchen kommen kann.



## Ausblick

Nachdem in diesem Beitrag gezeigt wurde, wie man Sensoren oder einen Servo mit dem ESP in MicroPython lokal ansteuert bzw. auswertet, wird im nächsten Artikel erläutert, wie man den ESP32 in ein WLAN einbindet. Dann lassen sich die Werte drahtlos zu einem Router übertragen und zentral auswerten. Aber auch der umgekehrte Weg ist möglich.

Mit geeigneten Python-Programmen kann man LEDs oder – über entsprechende Leistungstransistoren oder Relais – auch beliebige Geräte oder Anlagen steuern.

Der Anwendung des ESP32 als universellem Steuergerät steht dann nichts mehr im Wege. Über entsprechende Sensoren kann so z. B. die Raumtemperatur individuell erfasst und sogar gesteuert werden. Aber auch die Markise kann bei Herannahen eines Sturmtiefs automatisch eingefahren werden. Dachfenster schließen sich selbstständig, sobald die ersten Regentropfen fallen, und die Jalousien regulieren über geeignete MicroPython-Programme vollautomatisch die Lichtverhältnisse in den Räumen. **ELV**

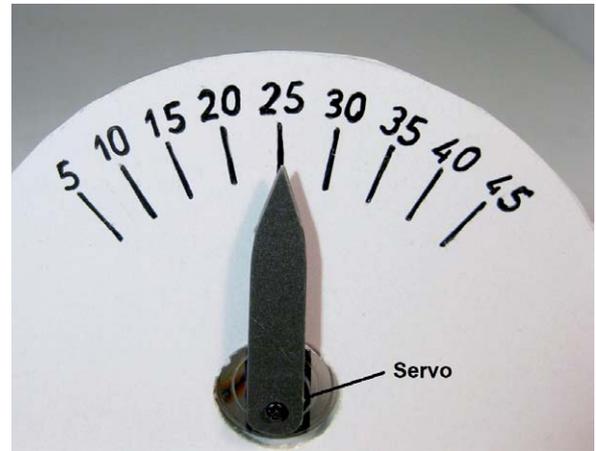


Bild 12: Quasi-Analogdisplay mit Servo-gesteuertem Zeiger



## Weitere Infos:

- [1] ELVjournal 6/2019: [de.elv.com/journal/](http://de.elv.com/journal/)
- [2] Download-Skripte: [de.elv.com/Webcode #10304](http://de.elv.com/Webcode/#10304)
- [3] [github.com/micropython/micropython/blob/master/drivers/display/ssd1306.py](https://github.com/micropython/micropython/blob/master/drivers/display/ssd1306.py)
- [4] [github.com/micropython-IMU/micropython-bmp180/blob/master/bmp180.py](https://github.com/micropython-IMU/micropython-bmp180/blob/master/bmp180.py)

Material	Bestell-Nr.
Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32	14 51 64
Velleman 0,96"-OLED-Display	25 04 92
Temperatur-/Feuchtigkeitssensor DHT11	25 04 45
Temperatursensor DS18B20 1-Wire	25 04 44
Servomotor	14 51 68

## ELV Newsletter abonnieren und € 5,- Bonus\* sichern!

- ▶ **Neueste Techniktrends**
- ▶ **Sonderangebote**
- ▶ **Tolle Aktionen und Vorteile**
- ▶ **Kostenlose Fachbeiträge**

**und vieles mehr ...**

\*Sie erhalten einmalig € 5,- Bonus auf Ihre Bestellung, ab einem Warenwert von € 25,-. Der Gutschein gilt nicht in Verbindung mit anderen Aktionen und kann nicht ausbezahlt werden. Fachhändler und Institutionen, die bereits Sonderkonditionen erhalten, sind von diesem Bonus ausgeschlossen. Eine Auszahlung/Verrechnung mit offenen Rechnungen ist nicht möglich.



**de.elv.com/newsletter**  
at.elv.com/newsletter · ch.elv.com/newsletter



**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

# ELVjournal Leser testen und gewinnen

Ihre Meinung interessiert uns! Bewerben Sie sich als Tester und schreiben Sie für die nächste Ausgabe des ELVjournals einen Testbericht! Was gefällt Ihnen, was gefällt Ihnen nicht? Was kann man verbessern? Unter allen Bewerbern lösen wir die glücklichen Tester aus, die dann das jeweilige Testgerät behalten dürfen.

**6x Tragbares 3-in-1-Gerät aus JOY-IT®  
Oszilloskop, Signalgenerator, Multimeter**



Die praktische und mobile Kombination aus Oszilloskop, Funktionsgenerator und Multimeter ist die perfekte multifunktionelle Lösung für den Elektronik-Arbeitsplatz und den mobilen Einsatz.

Bestell-Nr. 25 11 19

Wert € 229,95

**10x Elektronischer Schraubendreher SmartPen PRO mit Li-Ion-Akku** 



Der elektronische Schraubendreher ermöglicht das präzise und schnelle motorische Festziehen und Lösen von Schrauben besonders im Feinmechanikbereich.

Bestell-Nr. 25 07 46

Wert € 59,99

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

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern **10x** Elektronischer Schraubendreher SmartPen PRO mit Li-Ion-Akku von dnt und **6x** Tragbares 3-in-1-Gerät aus Oszilloskop, Signalgenerator und Multimeter von Joy-IT. **Bewerben Sie sich jetzt!**

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

**Einsendeschluss: 16.02.2020**

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 ELVjournal 6/2019:**

**ELV Digital-Multimeter DM500, TrueRMS**

Markus Worm, Salzgitter  
Christian Eckloff, St. Katharinen  
Peter Moertl, Schorndorf  
Uwe Kantor, Stuttgart  
Christian Maier, Bruck an der Mur (AT)



**dnt Video-Digitalisierer Grabstar AV**

Steffen Kraus, Gerstetten  
Thoralf Brandt, Falkensee  
Nadin Brunner, Landau  
Manfred Micheli, Hochstadt  
Heike Pauschardt, Bad Nauheim



\* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse sowie die Gewinner unter der Nennung ihres Namens im ELVjournal und auf [www.elvjournal.com](http://www.elvjournal.com) 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 digitales Pocket-Multimeter DM100

Bedienung/Anleitung



Verarbeitung/Display



Funktionsumfang



Messgenauigkeit



Unsere Leser bewerteten

# 1,6

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Axel Vollmer:

„Einfache Handhabung, vielfältige Funktionen“

25 07 23

€ 24,95



Das robuste Pocket-Multimeter ELV DM100 ist ein universell einsetzbares und einfach zu bedienendes Vielfachmessgerät, das in CAT-III-Umgebungen bis 600 V einsetzbar ist. Neben den Standardmessarten bietet es die Möglichkeit, berührungslos Wechselspannungen, z. B. zur Leitungssuche, zu detektieren.

Wir baten zehn Leser zu einem Test des Pocket-Multimeters.

Ein Multimeter ist in aller Regel ein sehr individuell ausgewähltes Messgerät – hier geht es um zahlreiche Kriterien, denen es im üblichen Anwendungsumfeld des jeweiligen Nutzers genügen muss. Da geht es um die Messumgebung (CAT XX), Messbereiche, Messarten, automatische oder manuelle Messbereichswahl, Handlichkeit und weitere Kriterien. Das DM100 versucht, zu einem günstigen Preis in möglichst vielen Bereichen zu punkten. Angesichts eines Gesamt-Bewertungsschnitts von 1,6 dürfte dies gelungen sein, denn gerade Messtechnik wird traditionell von unseren Testern sehr genau und kritisch bewertet.

Die ersten Punkte unseres Fragebogens – erster Eindruck, Bedienungsanleitung, Verarbeitung, intuitive Bedienung – erhielten sehr gute Bewertungen, den Spitzenwert von 1,2 erhielt die Bedienungsanleitung. Auch die Qualität der Messleitungen, der Ablesewinkel des Displays und die Messgenauigkeit ernteten durchweg Noten unterhalb der Zwei.

Ein wesentliches Kriterium ist auch der Funktionsumfang, dieser wurde mit 1,7 bewertet.

Wir fragten die Tester, wo sie das Gerät eingesetzt haben. Als Antwort erhielten wir den gesamten Querschnitt der privaten Nutzung, von laufenden Elek-

troarbeiten über den Einsatz auf dem heimischen Labortisch bis zum harten Einsatz beim Hausbau. Das Messgerät bietet eine berührungslose Spannungsdetektion, mit der sich z. B. spannungsführende Leitungen verfolgen lassen. Diese spezielle Funktion wurde von den Testern intensiv genutzt und in der Rubrik „Was gefällt Ihnen besonders?“ immer wieder explizit hervorgehoben. Auch der kompakte und robuste Aufbau des Gerätes, die Displaybeleuchtung, die einfache Handhabung, die vielfältigen Funktionen und die praktische Messspitzenhalterung auf der Geräterückseite wurden genannt.

Was fiel den Testern auf bzw. was wünschen sie sich? Eine Bereitschaftstasche wurde hier ebenso genannt wie eine Halterung zur Aufhängung am Messort oder ein Aufstellbügel.

Bei den Messfunktionen wünschen sich die Tester einen größeren Strommessbereich, wenigstens 2 A wurden hier genannt. Auch die zwar praktischen, weil unverwechsel- und unverlierbaren fest angebrachten Messleitungen wurden von einem Tester moniert, er wünschte sich doch eher übliche Messleitungen, die u. a. auch ein Anklebmen am Messobjekt erlauben. Dazu ist zu sagen, dass der feste Anschluss der Messleitungen und die Ausführung der Messspitzen konzeptionell tatsächlich eher für den mobilen und besonders einfachen Einsatz ausgelegt sind als auch für den Laborbetrieb.

**Fazit:** Das Pocket-Multimeter ELV DM100 ist ein kompaktes, robustes und vielseitig einsetzbares Vielfachmessgerät zu einem günstigen Preis, das vor allem durch eine sehr einfache Handhabung und viele Funktionen hervorsteicht. Mit der speziellen Funktion der berührungslosen Spannungsindikation erspart es in vielen Fällen einen speziellen Leitungssucher. Ganz oben auf der Wunschliste der Tester standen eine Tragetasche sowie bessere Aufstell-/Aufhängemöglichkeiten sowie ein erweiterter Strommessbereich.

Insgesamt eine Empfehlung für den allgemeinen Einsatz in der Haus-technik und der Hobby-Elektronik.



Unsere Leser testeten

## Smarter 9-in1-Luftgütesensor

Bedienung/Anleitung



Funktionsumfang/Messparameter



Automatisierungsmöglichkeiten



App-Alarmfunktion



Unsere Leser bewerteten

# 2,0

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Eduard Weissenburger:  
*„...Vielzahl der Messwerte ...“*

25 08 88

€ 299,-



uHoo



**Schlechte Raumluft beeinträchtigt Wohlbefinden und Gesundheit. Der smarte Luftgütesensor überwacht neun wichtige Werte der Raumluft in Echtzeit. Bei Überschreitung von individuell einstellbaren Grenzwerten wie z. B. Feinstaub, Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid und VOC alarmiert der uHoo-Sensor Sie mit Push-Nachrichten auf das Smartphone. Über die Cloud kann man sich auch jederzeit mobil über die Raumluftgüte informieren. Über IoT-Dienste wie IFTTT und die Anbindung an eine Hausautomation über mediola (siehe Beitrag in dieser Ausgabe) sind die Daten des Sensors sehr vielfältig auswertbar, und man kann bei kritischen Werten entsprechende Gegenmaßnahmen direkt in die Hausautomation integrieren.**

Drei ELVjournal Leser erhielten das Gerät zum Test – und wir erhielten sehr differenzierte Ergebnisse. Ein Tester monierte, dass der Sensor grundsätzliche individuelle Anforderungen, für die er allerdings nicht konzipiert ist, ebenso nicht erfüllt wie eine einfache Inbetriebnahme. Das führte zu einer bei einem Test mit drei Teilnehmern starken Abwertung in der Gesamtnote, worauf wir noch eingehen.

Doch fangen wir vorn an. Erster Eindruck: Die Bedienungsanleitung, Verarbeitung des Gerätes, Anzahl der Messparameter erhielten sehr gute Bewertungen. Die Testpunkte Messgenauigkeit, Messgeschwindigkeit, Automatisierungsmöglichkeiten, App-Alarmfunktion und Funktionsumfang erhielten gute bis sehr gute Noten.

Schwerpunktmäßig werteten die Tester neben Temperatur und Luftfeuchtigkeit die Werte für CO<sub>2</sub>, Feinstaub und TVOC aus – die entsprechende Sen-

sortechnik ist integraler Bestandteil des Sensors, und es sind die entscheidenden Kriterien für die Bewertung des Raumklimas. Diese Vielfalt an Messwerten in einem Gerät wurde von den Testern ebenso wie die Optik, die unaufdringliche Betriebssignalisierung und die geringe Leistungsaufnahme positiv bewertet. Vermisst bzw. bemängelt wurden eine einfache Integrationsmöglichkeit abseits der o. a. Varianten sowie eine schnell und unabhängig von der App ablesbare Raumluft-Qualitätsanzeige, etwa per LED. Es wurde auch kritisiert, dass die ausgeführten erweiterten Erklärungen zu den Parametern ausschließlich in Englisch sind.

Ein Tester hatte erhebliche Probleme, das Gerät in seine WLAN-Umgebung einzubinden – all unsere Tests, auch in unserer Qualitätssicherung, ergaben mit unterschiedlichsten Endgeräten, inklusive der derzeit neuesten Android- und iOS-Versionen, keinerlei Probleme. Ebenso konnten wir während längerer Erprobungen an verschiedenen Teststandorten keine Probleme bei der Cloudeinbindung und der Einbindung in die Dienste wie IFTTT und via mediola feststellen. Der Tester äußerte zudem Akzeptanzprobleme mit dem Cloud-Grundkonzept, er wünscht sich statt dessen eine ausschließlich inhouse auswertbare API. Dem muss man entgegenhalten, dass dann ein solches Cloud-Gerätekonzept für diese Ansprüche die falsche Wahl ist. Das Cloud-Prinzip hat u. a. auch den Vorteil, dass jeder sich über kritische Umweltwerte z. B. an einem Urlaubsort vorab informieren kann - ohne die Anonymität des Datenlieferanten aufzugeben.

**Fazit:** Trotz individueller Abwertung im kleinen Testerfeld hat der uHoo bewiesen, dass er den Anforderungen, die an ihn gestellt werden und für deren Erfüllung er konzipiert ist, entspricht. Er ist ein leistungsstarker Umwelt- und Klimasensor, der sich nahtlos in moderne Kommunikationsumgebungen einpasst und vielseitig nutzbar ist.

**ELV**

**Sie wollen es genau wissen?**

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



# Noch mehr kleine Helferlein

## Prototypen-Adapter passiv PAD3

Der PAD3 ist eine praktische Ergänzung der bereits in den vorangegangenen Ausgaben des ELVjournals vorgestellten Prototypen-Adapter für analoge Bauteile. Der Adaptersatz ermöglicht die einfache Bestückung von Experimentierschaltungen mit Widerständen, Kondensatoren und Widerstands-Trimmern. Dabei ist neben der Steckbarkeit der Module mit aufgelöteten SMD-Komponenten die aufgedruckte Anschlussbelegung der Bauteile ein wesentliches Feature, sodass alle Bauteilwerte und Funktionen auf einen Blick ersichtlich sind.



[www.elv.com](http://www.elv.com)



### Infos zum Bausatz PAD3



**Schwierigkeitsgrad:**  
niedrig



**Ungefähre Bauzeit:**  
1,5 h



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



**Besondere Werkzeuge:**  
Lötcolben



**Lötverfahren:**  
ja



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
nein

### Und noch mehr kleine Helfer ...

Nachdem wir im ELVjournal 6/2019 das PAD2 für den Einsatz von aktiven/linearen Bauteilen mittels Adapterplatinen auf Steckboards vorgestellt haben, wird die Serie PADx nun mit den hier beschriebenen Adaptern für Widerstände und Kondensatoren fortgeführt. Dies sind die kleinsten Adapter dieser PAD-Serie, aber vielleicht die in der Praxis wertvollsten. Widerstände werden normalerweise direkt als bedrahtete Version auf einem Steckboard eingesetzt. Dies funktioniert eigentlich sehr gut, bis der Zeitpunkt kommt, wo man die Bauteile wieder demontieren und in sein Bauteillager einsortieren muss. Was vor Jahren noch Standard war: Widerstände ohne große Kopfarbeit an den Farbringen zu identifizieren, ist heute vielfach nicht mehr der Fall. Auch erfahrene Elektroniker tun sich nach längerer Abstinenz vom Schaltungsaufbau schwer damit, den Widerstandswert sofort anhand des Farbcodes zu identifizieren. Aus diesem Grund werden vermutlich viele der aktuell nicht mehr benötigten Bauteile in einer Art „Grabbelkiste“ gelegt, die mit der Zeit voller und deren Inhalt unübersichtlicher wird. Die neuen PAD-Adapterplatinen sollen die Arbeit bei experimentellen Aufbauten auf Steckboards erleichtern.

In Bild 1 ist der Unterschied zwischen einem konventionellen bedrahteten Widerstand bzw. Kondensator und dem Pendant als PAD-Adapter zu sehen. Die Baugröße der PAD-Module ist zwar etwas größer und nimmt



mehr Platz in Anspruch, aber dafür lassen sich die Module besser mit den Fingern greifen. Ein weiterer Vorteil der PAD-Adapter ist der aufgedruckte Bauteilwert. So hat man zum einen immer schön im Blick, was man eigentlich aufgebaut hat, und zum anderen ist das spätere Einsortieren der Bauteile ins „Lager“ sehr einfach, da der Bauteilwert direkt ablesbar ist.

In Bild 2 sind alle verfügbaren Adapter des PAD3 zu sehen. Was man auf den Bildern kaum erkennt: die verwendeten Bauteile sind so klein, dass diese durch die Stiftleiste abgedeckt werden. Dies ist nicht nur praktisch, sondern schützt die empfindlichen Bauteile auch vor Beschädigung. Im Vergleich hierzu ist in Bild 3 eine Adapterplatine ohne die bestückte Stiftleiste zu sehen.

Wie eine komplette Schaltung mit den PAD-Adapttern auf einem Steckboard realisiert und welche Vorteile die Verwendung bringt, ist in Bild 4 zu sehen. Die Schaltung sieht aufgeräumt aus und das Schaltbild lässt sich einfach „wie auf Papier“ abbilden.

### Widerstände

Wie ein bestückter Adapter mit Widerstand aussieht, ist in Bild 2 zu sehen. Alle im Bausatz PAD3 enthaltenen Widerstände sind in Tabelle 1 aufgelistet. Ab dem Widerstandswert 100 Ω entspricht die Auswahl der Widerstandswerte der Reihe E6 [1]. Von den gebräuchlichsten Widerstandswerten, also 1 kΩ, 10 kΩ und 100 kΩ, sind von der Menge her, fünf statt drei Stück vorhanden. Auf drei zusätzlichen Leerplatinen können z. B. Sonderwerte von Hand bestückt werden (siehe Nachbau). Hierzu ist Löterfahrung im Umgang mit SMD-Bauteilen erforderlich.

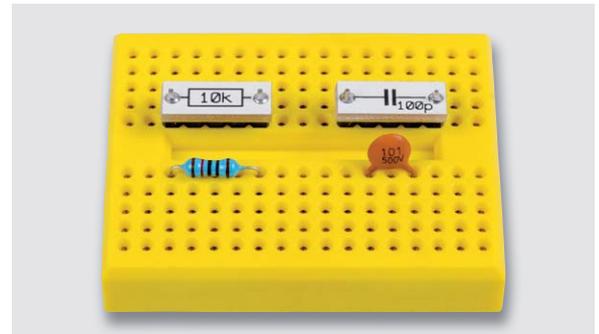


Bild 1: Vergleich zwischen PAD-Adapter (oben) und bedrahtetem Bauteil (unten)

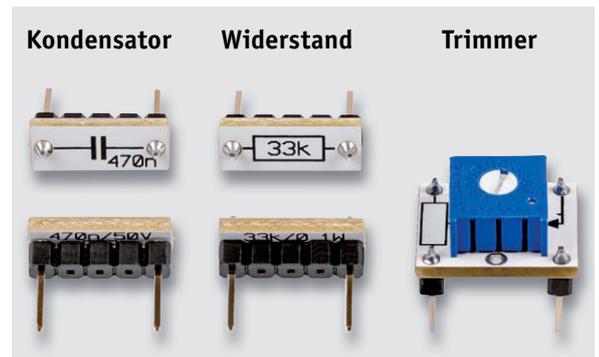
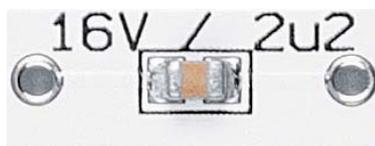


Bild 2: Alle drei Adapterversionen des PAD3

Bild 3: Unterseite einer unbestückten Adapterplatine (stark vergrößert). In der Mitte ist das SMD-Bauteil gut erkennbar.

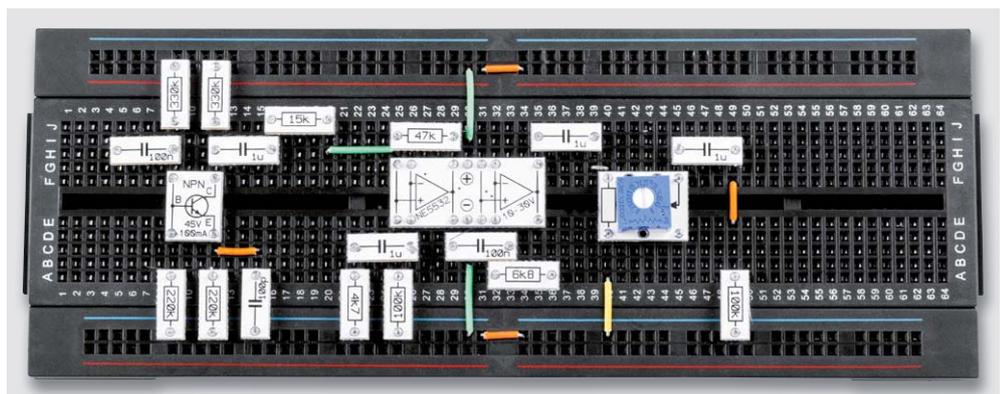


Im PAD3 enthaltene Widerstände			
Baupform		603	
Leistung		0,1 Watt	
Max. Spannung		50 V	
Wert (Ω)	Anzahl	Wert (Ω)	Anzahl
10	3	10 k	5
22	3	15 k	3
47	3	22 k	3
100	3	33 k	3
150	3	47 k	3
220	3	68 k	3
330	3	100 k	5
470	3	150 k	3
680	3	220 k	3
1 k	5	330 k	3
1,5 k	3	470 k	3
2,2 k	3	680 k	3
3,3 k	3	1 M	3
4,7 k	3	Leerplatine	3
6,8 k	3	Gesamt	93

Tabelle 1

Bild 4: Eine mit PAD-Adapttern realisierte Schaltung auf einem Steckboard.

Einige der abgebildeten Adapterplatinen gehören zum Bausatz PAD2, der im ELVjournal 6/2019 vorgestellt wurde.





## Kondensatoren

Welche Kondensatorwerte und welche Mengen im PAD3 enthalten sind, zeigt die [Tabelle 2](#). Wie bei den Widerständen findet sich nur eine Auswahl der gebräuchlichsten Werte. Werden andere Werte benötigt, können vier unbestückte Leerplatinen mit individuellen Werten bestückt werden. Hierbei ist die Baugröße auf den Typ 0402 beschränkt.

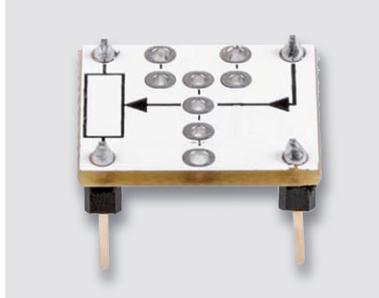


Bild 5: Universell einsetzbare Leerplatine für Widerstandstrimmer

## Trimmer (Widerstand)

Für den Einsatz von Widerstandstrimmern stehen sechs Leerplatinen zur Verfügung. Die Trimmer sind im Bausatz nicht enthalten, da es zu viele Werte und

### Im PAD3 enthaltene Kondensatoren

Bauform	0402 (100 pF – 10 nF) 0603 (22 nF – 1 µF) 0805 (2,2 µF)
Spannung	50 V (100pF – 1µF) 16 V (2,2 µF)
Wert	Anzahl
100 pF	3
470 pF	3
1 nF	5
2,2 nF	3
4,7 nF	3
10 nF	5
22 nF	3
47 nF	3
100 nF	5
220 nF	3
470 nF	3
1 µF	5
2,2 µF	3
Leerplatine	4
Gesamt	51

Tabelle 2

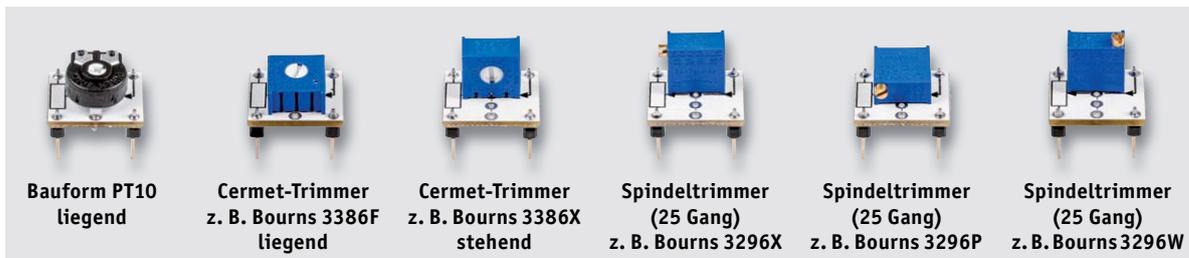


Bild 6 : Unterschiedliche Varianten von Trimmern, die bestückt werden können. Die Herstellernamen sind ausgewählte Beispiele.

Bild 7 zeigt eine detaillierte Auflistung der Bauteile auf der Rückseite des PAD3. Die Tabelle ist in zwei Spalten unterteilt:

- Linke Spalte:** Zeigt die Bauteile in einer 10x6-Matrix an, darunter: Kondensatoren (100p bis 10µF), Widerstände (10Ω bis 680kΩ), und verschiedene Bauelemente (eQ-3, PAD3, CE, etc.).
- Rechte Spalte:** Zeigt die Bauteile in einer 10x6-Matrix an, darunter: Kondensatoren (100p bis 10µF), Widerstände (10Ω bis 680kΩ), und verschiedene Bauelemente (eQ-3, PAD3, CE, etc.).

Bild 7: Nutzen des PAD3. Die Bauteile sind berührungssicher auf der Rückseite untergebracht.



unterschiedliche Bauformen gibt, die mit nur sechs Leerplatten nicht berücksichtigt werden könnten. Die Leerplatten (Bild 5) sind durch die Anordnung der Bohrungen so ausgelegt, dass sehr viele der gängigen Bauformen bestückt werden können. Hierzu zählen auch Spindeltrimmer, wie man in Bild 6 erkennen kann. Bild 6 zeigt auch, welche Bauformen und Hersteller verwendet werden können. Es gibt auch vergleichbare Bauformen anderer Hersteller, wie z. B. Vishay.

Hier noch eine Info zu den Trimmern: Bei dem in Bild 6 links dargestellten PT10-Trimmer ist die eigentliche Widerstandsbahn aus Kohleschicht gefertigt. Moderne Trimmer sind oft aus „Cermet“ gefertigt, einem Verbundwerkstoff aus Keramik und Metall, dies ist bei den abgebildeten Trimmern vom Hersteller Bourns der Fall.

## Nachbau

Die einzelnen Module sind aus produktionstechnischen Gründen zu einem sogenannten Nutzen zusammengesetzt (Bild 7). Da die SMD-Bauteile schon vorbestückt sind, besteht der Nachbau lediglich aus dem Bestücken und Verlöten der Stiftleisten. Die einzelnen Platinenabschnitte können einfach von Hand auseinandergebrochen werden (Bild 8). Dies sollte ausschließlich mit der Hand erfolgen und nicht mit z. B. einer Flachzange, da hierdurch die empfindlichen kleinen SMD-Bauteile beschädigt werden können.

Alle Module werden mit 5-poligen Stiftleisten bestückt. Die nicht benötigten einzelnen Stifte werden mit einer Zange entfernt/herausgezogen (Bild 9).

Bei den Widerständen kann man die so vorbereiteten Stiftleisten direkt einsetzen. Die Stiftleisten werden von der Platinenunterseite, auf der sich die SMD-Bauteile befinden, eingesetzt. Das Verlöten erfolgt auf der Platinenoberfläche, auf der auch das Symbol für das jeweilige Bauteil aufgedruckt ist (Bild 10).

Für die Kondensatorwerte 22 nF bis 2,2  $\mu$ F, also die Baugrößen 0603 und 0805, müssen die Stiftleisten vor dem Bestücken noch bearbeitet werden. Der Grund: die Bauteile sind zu groß für den kleinen Zwischenraum, der nach Aufsetzen der Platine auf die Stiftleiste bleibt, man könnte die Platine nicht mehr ordnungsgemäß verlöten.

Deshalb ist mit einer Feile eine Kerbe in der Größe des Bauteils einzuarbeiten (Bild 11). Die Kerbe muss so groß sein, dass der Kondensator darin Platz findet. Bild 12 zeigt, wie das Bearbeiten erfolgt. Am Schluss erfolgt auch hier das Verlöten auf der Stiftleiste, wie es in Bild 10 exemplarisch dargestellt ist.

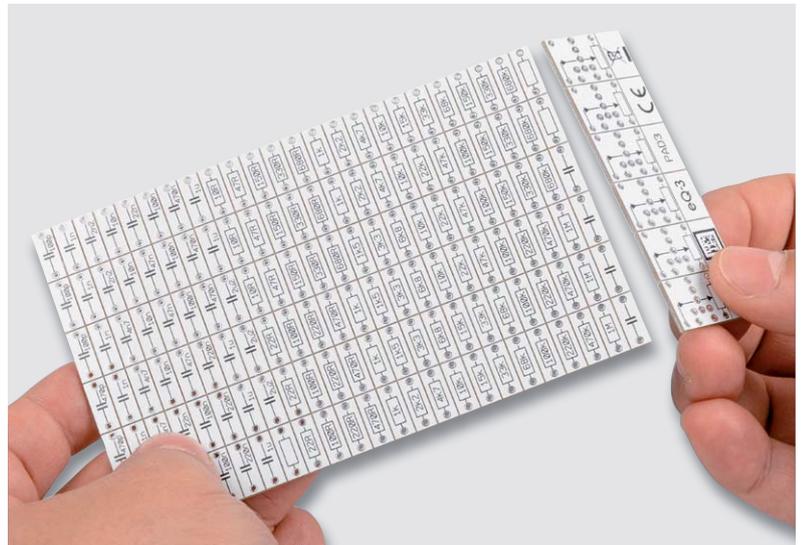


Bild 8: So werden die Platinenabschnitte vom Nutzen getrennt.

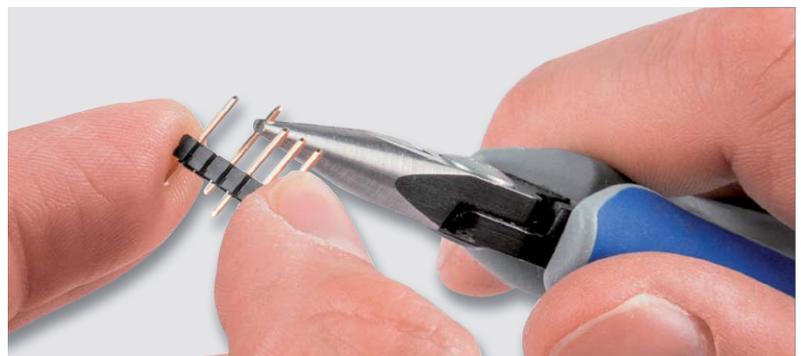


Bild 9: So kann man einzelne Stifte aus einer Stiftleiste herausziehen.



Bild 10: So werden die Anschlüsse der Stiftleiste auf der Platinenoberseite angelötet.



Bild 12: Mit einer Feile wird die Stiftleiste bearbeitet. Dabei ist ein kleiner Schraubstock sehr hilfreich.

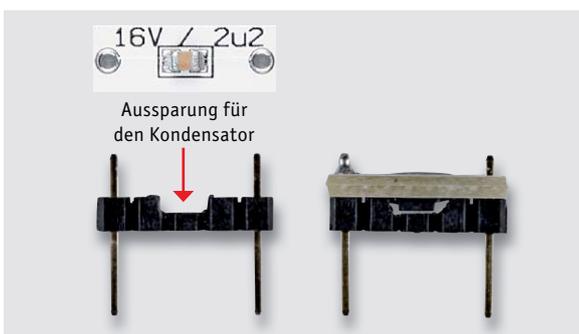


Bild 11: Für einzelne Kondensatoren muss der Körper der Stiftleisten bearbeitet werden.

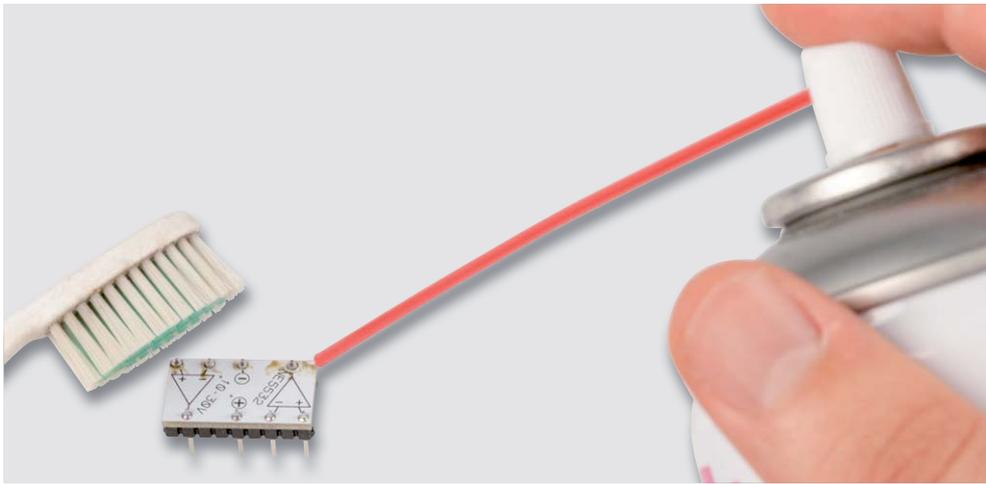


Bild 13: Mit einer Zahnbürste und einem Reiniger werden Rückstände vom Flussmittel entfernt (Beispiel: Platine vom PAD2).

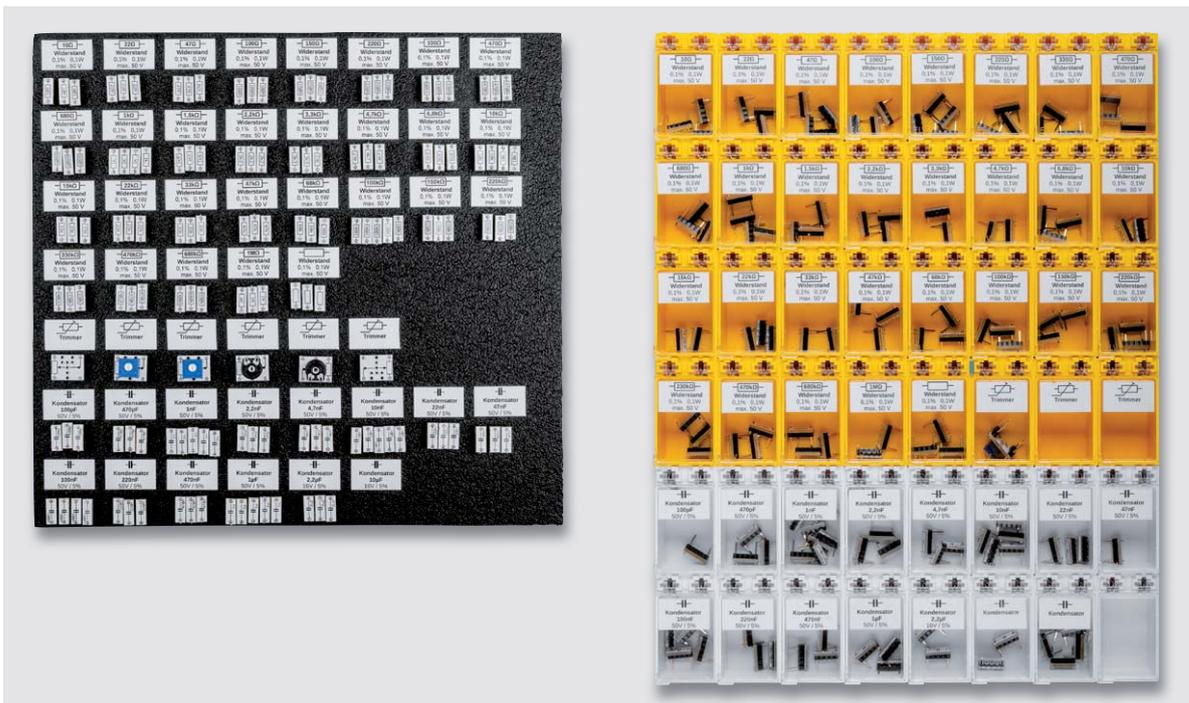


Bild 14: SMD-Boxen in mittlerer Größen eignen sich hervorragend zur Archivierung der einzelnen Module vom PAD3. Die durchsichtigen Deckel sind mit Typenschildern gekennzeichnet (rechts). Auf der linken Seite sind die Module auf festen Schaumstoff aufgesteckt.

<b>10Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>22Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>47Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>100Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>150Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>220Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>330Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V
<b>470Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>680Ω</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>1kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>1,5kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>2,2kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>3,3kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>4,7kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V
<b>6,8kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>10kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>15kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>22kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>33kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>47kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>68kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V
<b>100kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>150kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>220kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>330kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>470kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>680kΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	<b>1MΩ</b> Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V
Widerstand 0,1% 0,1W max. 50 V	 Kondensator 100pF 50V / 5%	 Kondensator 470pF 50V / 5%	 Kondensator 1nF 50V / 5%			
 Kondensator 2,2nF 50V / 5%	 Kondensator 4,7nF 50V / 5%	 Kondensator 10nF 50V / 5%	 Kondensator 22nF 50V / 5%	 Kondensator 47nF 50V / 5%	 Kondensator 100nF 50V / 5%	 Kondensator 220nF 50V / 5%
 Kondensator 470nF 50V / 5%	 Kondensator 1µF 50V / 5%	 Kondensator 2,2µF 16V / 5%	 Kondensator	 Kondensator	 Kondensator	 Kondensator
 Trimmer						

Bild 15: Mit den selbstklebenden Typenschildern lassen sich die Fächer von SMD-Boxen oder anderen Sortierboxen auf einfache Weise beschriften.



Da die so angefertigten Platinen auch optisch gut aussehen sollen, empfiehlt sich die Reinigung der Platinenoberfläche. Bei jedem Lötvorgang bleiben unweigerlich Rückstände vom im Lötzinn enthaltenen Flussmittel auf der Platine zurück. Diese können mit Alkohol (Isopropanol), oder noch besser, mit einem speziellen Reiniger (z. B. Fluxfrei) entfernt werden.

Praktisch hat sich hierbei der Einsatz einer (alten) Zahnbürste bewährt. Die zu reinigende Platine wird hierbei kurz eingesprüht und anschließend mit der Zahnbürste gereinigt (Bild 13).

### Individuelle Bestückung der Trimmer

Die Leerplatinen für die Trimmer sind für die eigene individuelle Bestückung gedacht. Im Abschnitt „Trimmer (Widerstand)“ ist beschrieben, welche Bauformen verwendet werden können. Vor dem Verlöten der Stiftleisten sollten zuerst die Trimmer eingesetzt und verlötet werden. Die Einbauposition ergibt sich durch die Bohrungen in der Platine. Eine gute Orientierungshilfe bietet auch das Bild 6, das alle Trimmervarianten zeigt.

Wie bei den Widerständen und Kondensatoren werden die Stiftleisten von der Platinenunterseite her eingesetzt. Wie in Bild 6 zu sehen, werden die Stiftleisten seitlich bestückt. Das Verlöten erfolgt auf der Platinenoberfläche, auf der auch das Symbol für das jeweilige Bauteil aufgedruckt ist (Bild 10).

Die selbst erstellten Module können bei Bedarf mit einem wasserfesten Stift auf der Oberseite beschriftet werden (Typenbezeichnung).

### Lagerung der Module

Für die schonende Lagerung der angefertigten Module empfehlen wir die in Bild 14 dargestellten SMD-Boxen. Natürlich kann man auch entsprechend große Sortimentskästen verwenden. Die gezeigten SMD-Boxen bieten jedoch den Vorteil, dass diese individuell, entsprechend der benötigten Anzahl an Boxen, zusammengesetzt werden können. Im rechten Teil von Bild 14 sind SMD-Boxen gezeigt. Im linken Teil von Bild 14 sind die Bauteile auf Schaumstoff aufgesteckt und Typenschilder aufgeklebt. Diese Methode

### Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	PAD3	
Widerstände:	Werte:	10 Ω – 1 MΩ
	Bauform:	0603
	Toleranz:	1 %
	Leistung:	0,1 W
	Spannung:	50 V
Kondensatoren:	Werte:	100 pF – 2,2 μF
	Bauform:	0603/ 0805
	Toleranz:	5–15 % (je nach Typ)
	Spannung:	50 V (470 pF – 1 μF)
	Spannung:	16 V (2,2 μF)
Widerstand Trimmer:	Werte:	frei wählbar (6 Stück n. b.)
	Bauform:	PT10/Bourns 3386/3296
Abmessungen:	Nutzen:	146 x 76 mm
	Widerstandsmodul:	12,8 x 5,08 mm
	Kondensatormodul:	12,8 x 5,08 mm
	Trimmermodul:	12,8 x 16 mm

ist natürlich sehr kostengünstig, da solcher Schaumstoff auch als Verpackungsmaterial genutzt wird. Am besten hierfür eignet sich elektrisch leitfähiger Schaumstoff, wie er oft beim Versenden von empfindlichen elektronischen Bauteilen verwendet wird.

Zur Beschriftung liegt dem Bausatz ein Bogen mit selbstklebenden Typenschildern bei (Bild 15). Hierdurch wird die Archivierung perfekt – alle Teile sind schnell zu finden und sofort griffbereit. **ELV**



### Weitere Infos:

[1] E-Reihe bei Widerständen:  
[de.wikipedia.org/wiki/E-Reihe](https://de.wikipedia.org/wiki/E-Reihe)

## Ihr Feedback zählt!

Das ELVJournal steht seit 40 Jahren für selbst entwickelte, qualitativ hochwertige Bausätze und Hintergrundartikel zu verschiedenen Technik-Themen. Aus den Elektronik-Entwicklungen des ELVJournals sind auch viele Geräte aus dem Smart Home Bereich hervorgegangen.

Wir möchten uns für Sie, liebe Leser, ständig weiterentwickeln und benötigen daher Ihre Rückmeldung: Was gefällt Ihnen besonders gut am ELVJournal? Welche Themen lesen Sie gerne? Welche Wünsche bezüglich Bausätzen und Technik-Wissen haben Sie? Was können wir in Zukunft für Sie besser machen?

Senden Sie Ihr Feedback per E-Mail an:

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

oder per Post an:

ELV Elektronik AG, Redaktion ELVJournal  
 Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer, Deutschland

Vorab schon einmal vielen Dank vom Team des ELVJournals.





# TINCON

## Digitale Jugendkultur zum Mitmachen

Es gibt sie erst seit 2016, und damit ist sie eine noch sehr junge Konferenz: Die TINCON (Teenage Internetnetwork CONFERENCE) richtet sich an Jugendliche im Alter zwischen 13 und 21 Jahren und bietet eine Plattform, um digitale Jugendkultur zu erleben und mitzumachen. Bisher findet das mit dem Grimme Online Award 2019 ausgezeichnete Format in Berlin, Hamburg und Düsseldorf statt.

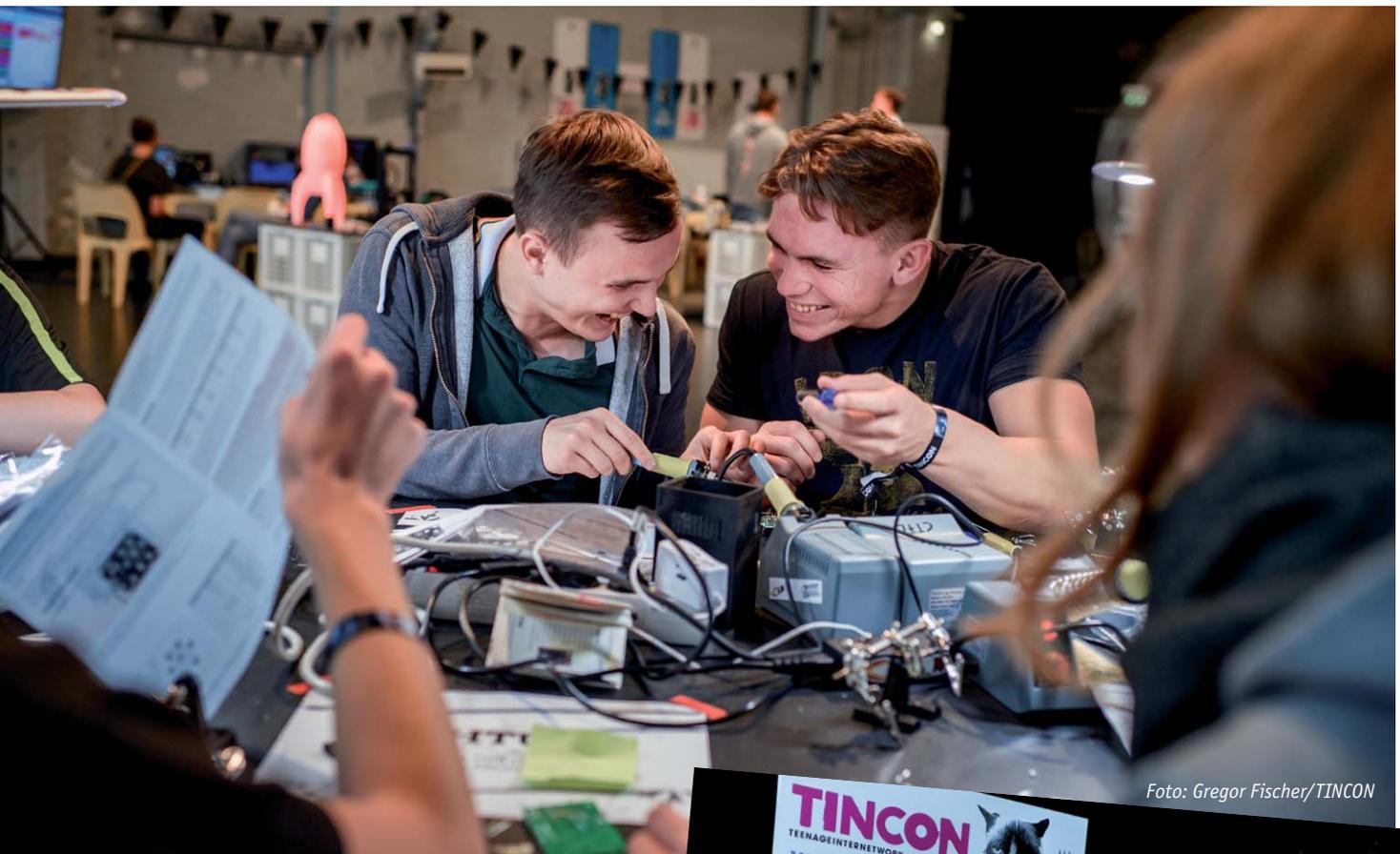


Foto: Gregor Fischer/TINCON

Ende September letzten Jahres besuchten etwa 1.500 Jugendliche die TINCON in Hamburg. Bei der eintägigen Veranstaltung mit 80 Speakern gab es auch diesmal wieder vieles rund um digitale Inhalte zu entdecken. In zahlreichen Vorträgen und Workshops wurde die gesamte Bandbreite an Themen wie beispielsweise Umweltschutz, Musik und Games behandelt. In DIY-Bereichen und Makerspaces konnten die Jugendlichen Schilder malen, Siebdrucken, aber auch viele elektronische Themen wie Löten und Programmieren kennenlernen.

Für uns haben sich Annemarie Skrzynski-Fox, Ole Wasmuth, Jacob M. Gelzer und weitere Schülerinnen und Schüler aus einem Oberstufen-Medienkurs der Stadtteilschule Hamburg-Bergedorf auf der Konferenz umgeschaut. Nachfolgend ihre Reportage zu einem der grundlegendsten Elektronik-Themen, dem Löten.



In zahlreichen Vorträgen ging es um Themen wie Umwelt- und Klimaschutz, Musik und Games. Foto: Kerstin Schröter



## Jugendliche stehen aufs Löten

Schweiß, Funken, Lötzinn – beim Kurs „Löten für Anfänger“ auf der Jugendmesse „TINCON“ werden Teenager in diversen MINT-Fächern instruiert und haben die Möglichkeit, in Workshops das Programmieren, 3D-Drucken oder eben das Löten zu erlernen. In einem großen Nebenraum der voll besetzten Messe sind drei lange Tische mit Teenagern belegt. Im Gegensatz zum Rest der Messe herrscht hier kein Wuseln, sondern konzentriertes Gemurmel unter den Besuchern. Jungs und Mädchen basteln gebannt an ihren Stromkreisläufen, um die sternförmig angeordneten Lampen am Ende der Platine zum Leuchten zu bringen. Freundlich nimmt uns die junge Studentin Pia in Empfang und versucht, uns für ihr Projekt zu begeistern. Unsere Besuchsgruppe ist zunächst skeptisch, als sie beim Nähertreten einen wesentlich jüngeren Jungen erspäht, welcher schon komplizierte Kreisläufe und sich bewegende Roboter zusammengelötet hat. Doch die bunt blitzenden Eisenplatten und hohen Temperaturen der LötKolben begeistern schlussendlich doch. Noch etwas unsicher nehmen wir Platz, Pia, die in ihrer Freizeit in der Hackerszene tätig ist, beginnt, uns in LötKolben, Elektrolytkondensator und Entlötpumpe einzuweisen. Freudig beginnen wir, mit der rund 350 °C heißen Lötspitze die Blei-Zinn-Legierung zum Schmelzen zu bringen.

Nach und nach fügen sich die Metallenden der LED-Lampen unter der Platine an den Kontakten zusammen. Dabei muss stets darauf geachtet werden, den längeren „Plus“-Kontakt auch an den dafür vorgesehenen Kontakt zu befestigen – ein Fehler, und der komplette Kreislauf ist dahin.

Während der Arbeit berichtet unsere Tutorin von beeindruckenden Lötprojekten ihrer Studentenkollegen, welche



Ole Wasmuth, Annemarie Skrzynski-Fox und Jacob M. Gelzer (von links) von der Stadtteilschule Hamburg-Bergedorf  
Foto: Kerstin Schröter

teilweise schon ganze Tetris-Spiele gelötet haben. Außerdem ist sie sich sicher: Handwerkliche Begabung trifft bei vielen Frauen einen empfindlichen Nerv bzw. viele Frauen stehen einfach auf Löten.

Nach einer weiteren konzentrierten Arbeitsphase sind schließlich alle Kontakte verlötet, und es folgt der Moment der Wahrheit. Unser Stromkreislauf wird an eine große Batterie angeschlossen und der Power-Schalter umgelegt. Mit einem leisen Klacken springt die Lampenformation an, die Schaltung funktioniert. Unser Lötversuch war ein voller Erfolg, und unser Interesse für Technik hat sich zumindest gesteigert. Vielleicht wäre es an der Zeit, neben sporadischem Informatikunterricht auch einen Löt- oder Technikkurs an unserer Schule anzubieten.

Zugegeben: Verglichen mit unseren Tischnachbarn sind wir blutige Anfänger, aber wer weiß – vielleicht folgen in Zukunft weitere private Lötabenteuer.



Etwa 1.500 Jugendliche besuchten die TINCON 2019 in Hamburg. Foto: Gregor Fischer/TINCON



LED-Ring als cooles Brillenaccessoire  
Foto: Gregor Fischer/TINCON



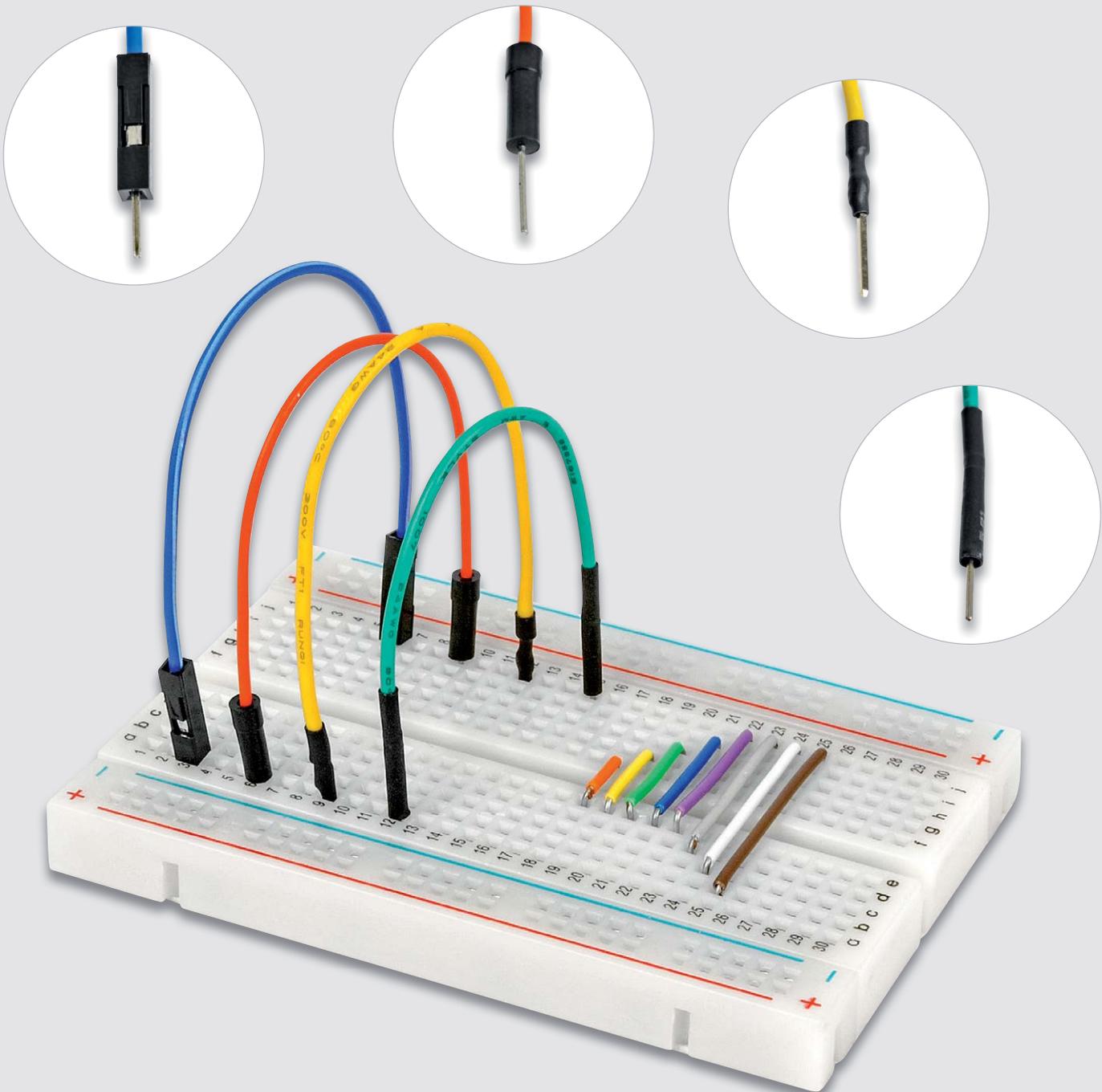
Calliope Mini als Wearable  
Foto: Jan Michalko/TINCON



# Kurze Leitung

## Wissenswertes über die Qualität von Steckkabeln

Eben hat die Schaltung noch funktioniert und im nächsten Moment scheint der Wurm in dem Aufbau der Versuchsschaltung auf dem Steckbrett drin zu sein. Jetzt heißt es, den Fehler zu suchen und womöglich viel Zeit darin zu investieren. Dabei liegt es vielleicht nur an Kontaktproblemen zwischen Steckkabel oder -brücke und dem Steckbrett. Häufig ist die mindere Qualität der Steckkabel Grund für einen (zeitweisen) Ausfall der Schaltung. Wir werfen in dem nachfolgenden Beitrag einen Blick in das Innere der am häufigsten verwendeten Kabeltypen und deren Anschlüsse, geben Empfehlungen für gute Kabel und eine Nachbauanleitung für selbst hergestellte, günstige und gleichzeitig gute Steckkabel.



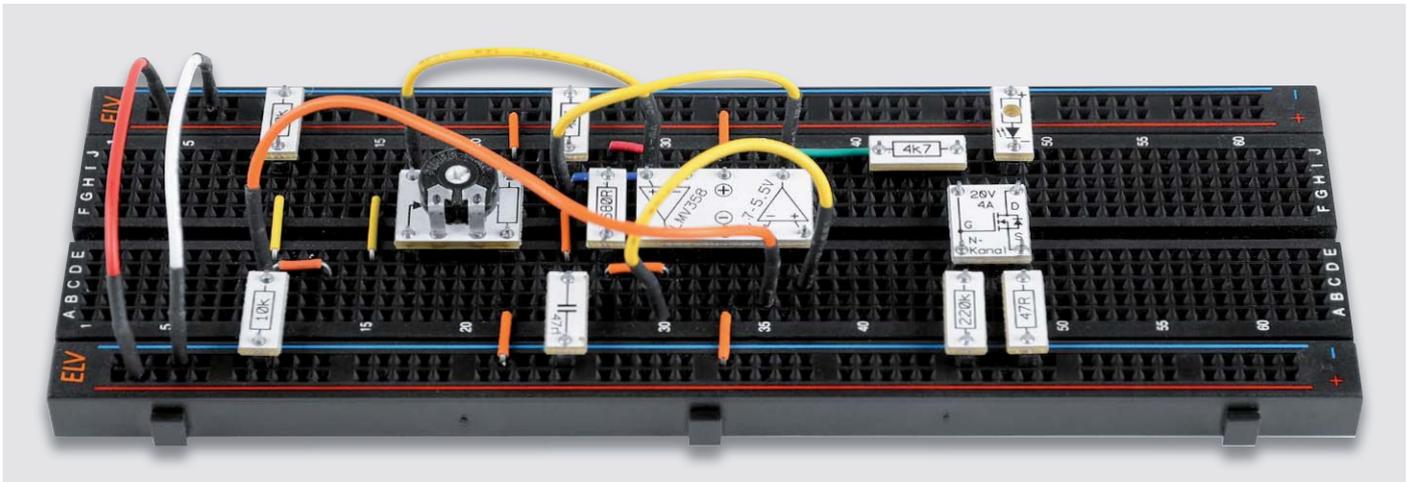


Bild 1: Beispielschaltung unter Verwendung von Steckkabeln und Steckbrücken und unseren neuen Prototypenadaptern PAD2 und PAD3

## Allgemeines

Steckkabel bzw. Steckbrücken kommen in Probe- und Experimentieraufbauten auf Steckboards (engl.: bread board, s. a. „Elektronikwissen Prototyping-Begriffe“) zum Einsatz. Sie stellen die elektrische Verbindung zwischen den einzelnen Komponenten auf dem Board her. In Bild 1 ist eine Beispielschaltung mit Steckbrücken und Steckkabeln zu sehen.

Es wird zwischen starren Steckbrücken und flexiblen Steckkabeln (Bild 2) unterschieden. Kurze Distanzen werden zweckmäßiger Weise mit den starren Steckbrücken vorgenommen, um z. B. die Versorgungsspannung an ein Bauteil anzuschließen oder Bauteile in kurzer mechanischer Distanz zu verbinden. Diese Steckbrücken werden in der Regel in einem Set mit unterschiedlichen Längen angeboten (Bild 3). Im Prinzip könnte man die starren Steckbrücken auch biegen und nicht wie üblich flach aufliegend auf dem Board verwenden. Dies hat den Nachteil, dass die Steckbrücken nach der Verwendung sehr „zerknittert“ und unansehnlich aussehen.

## Steckkabel und Steckboards

Schauen wir uns nun die flexiblen Steckkabel an, denn hier gibt es in der Qualität extreme Unterschiede. Wir betrachten die drei häufigsten Varianten im Detail und erklären im Anschluss das Anfertigen eigener Verbindungskabel.

Um zu verstehen, wo die Qualitätsunterschiede liegen, schauen wir uns zunächst die Kontaktierung der Stifte mit dem Steckboard etwas genauer an. Hierzu haben wir ein Steckboard aufgesägt, sodass man die Kontakte im Detail sehen kann (Bild 4). Im Inneren der Steckboards befinden sich zahlreiche Buchsenkontakte (Kontaktfedern) zur Aufnahme der Steckkabel, Bauteile oder Steckbrücken. Das Problem bei günstigen Steckkabeln ist, dass die Oberfläche der Kontaktstifte nicht immer glatt ist, sondern scharfe Kanten aufweisen kann. Und genau diese scharfen Kanten schädigen auf Dauer die Steckboards, besser gesagt: die Buchsenkontakte. Denn bei jedem Einstecken wird ein geringer Teil der Kontaktlegierung abgetragen. Nach einiger Zeit ist die schützende Beschichtung der Kontaktfläche verloren gegangen und deshalb können sich relativ hohe Übergangswiderstände bilden.

Übrigens gibt es nicht nur bei den Steckkabeln, sondern auch bei den Steckboards erhebliche Qualitätsunterschiede. Die Materialbeschaffenheit der Federkontakte lässt sich von außen nicht erkennen. Hier wird bei Billigangeboten im Internet gerne gespart und sehr günstiges Kontaktmaterial verwendet, denn die Kontakte sind ja von außen nicht einsehbar. Bei manchen dieser Steckboards trifft der Spruch zu: „Außen hui – innen pfui“. Ist die Oberfläche der verwendeten Kontaktstifte aufgeraut bzw. weisen die Stifte scharfe Kanten auf, nutzen sich diese billigen Steckboards sehr schnell ab.



Bild 2: Unterschied zwischen flexiblen Steckkabeln (oben) und starren Steckbrücken (unten)



Bild 3: Set mit starren Steckbrücken in unterschiedlichen Längen



Bild 4: Die Buchsenkontakte eines Steckboards im Detail

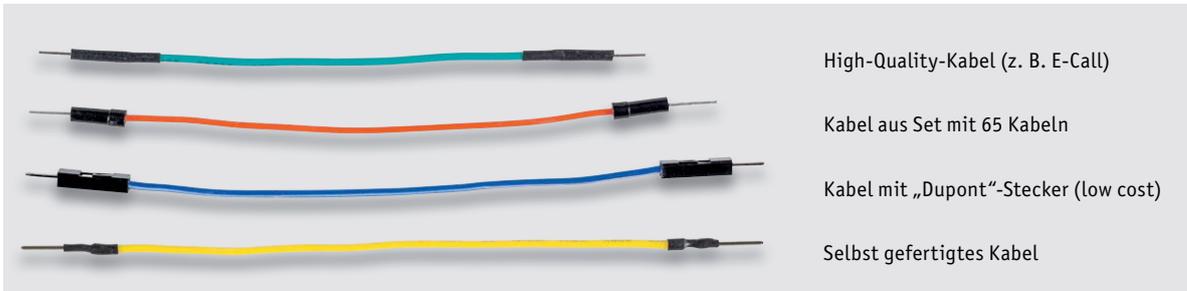


Bild 5: Unterschiedliche Verbindungskabel

## Kabeltypen

Kommen wir nun zu den flexiblen Verbindungskabeln. Hier gibt es, wie schon erwähnt, sehr große Unterschiede in der Qualität, die vor allem von der Konstruktion abhängig ist. In **Bild 5** ist eine Übersicht der gängigsten Kabel am Markt zu sehen, ganz unten ein selbstgefertigtes Kabel. Nachfolgend erklären wir die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Typen

### „Dupont“-Kabel

„Dupont“-Kabel werden in Regel als Flachbandkabel angeboten, wie sie in **Bild 6** dargestellt sind. Produktionstechnisch ist es einfacher, ein Flachband mit Steckern zu versehen, als einzelne Kabel zu konfektionieren. Die Enden der Kabel sind jeweils mit einem einpoligen, sogenannten „Dupont“-Stecker versehen. Diese Kabelsets sind wohl im Moment das Preiswerteste am Markt. Leider ist die Qualität der Kontakte auch dementsprechend minderwertig. Dies liegt vor allem daran, dass der eigentliche Steckerkontakt gecrimpt ist und scharfe Kanten aufweist (**Bild 7**). Diese scharfen Kanten können die Buchsenleisten der Steckboards beschädigen. Die Anschlusskabel werden mit Kontaktstift gecrimpt und lösen sich sehr selten,

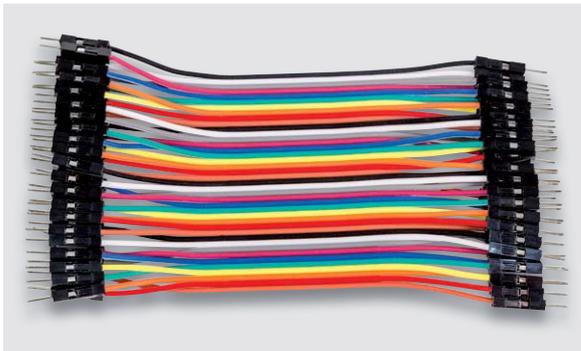


Bild 6: Flachband-Kabelset mit „Dupont“-Stecker



Bild 7: Kabel mit „Dupont“-Stecker



Bild 8: Kabel mit angegossenem Stecker

da die Verbindungsstelle geschützt im Gehäuse verborgen ist und der Kontaktstift gegen das Herausrutschen mit einer Rastnase geschützt ist. Oft ist die Qualität der Verbindung von Kabellitze mit dem Kontaktstift durch das Crimpen aber nicht besonders gut. Zudem sind die günstigen Kabel oft nur mit wenigen, dünnen Adern im Inneren versehen, was bei höheren Strömen zu Problemen führen kann, da diese Kabel dann nicht den notwendigen Kabelquerschnitt aufweisen bzw. weil sie dadurch generell einen höheren Innenwiderstand als hochwertige Kabel aufweisen. Wer nur ab und zu mal Probeschaltungen auf Steckboards aufbaut, kann die Kabel verwenden, sollte sich aber bewusst sein, das häufiger Gebrauch die Steckboards beschädigen kann.

- ⊕ Sehr niedriger Preis, Kabel lösen sich sehr selten aus dem Steckergehäuse
- ⊖ Mindere Qualität der Kontaktstifte – beschädigt bei häufigem Gebrauch die Steckboards. Kabel meist mit nur mit wenigen Adern (geringer Kabelquerschnitt). Qualität der Verbindung von Kabel zu Kontaktstift durch das Crimpen nicht hochwertig.

### Low-Cost-Kabelset mit angegossenem Stecker

Diese Kabelsets sind weit verbreitet und für wenig Geld zu haben. Auch diese Sets werden üblicherweise, wie der Name schon sagt, als Set und nicht einzeln angeboten. Die Qualität der Kontakte ist besser als bei den „Dupont“-Steckern, jedoch gibt es auch hier Vor- und Nachteile. In **Bild 8** ist der Kontaktstift im Detail dargestellt. Vorteilhaft ist der abgerundete Kontaktstift, dieser verhindert Beschädigungen an den Steckboards. Diese Kabel sind für den gelegentlichen Einsatz auf Steckboards gut geeignet. Der niedrige Preis hat natürlich auch einen Nachteil: Der Kontaktstift



ist relativ dünn und verbiegt daher leicht. Werden die Kabel hinter dem angegossenen Stecker abgeknickt, lösen sich diese häufig, was zu einem Ausfall und so unter Umständen zu langwieriger Fehlersuche führt. Ansonsten kann man diese Verbindungskabel für den normalen Gebrauch benutzen. Auch hier werden oft Kabel mit wenigen Adern und dadurch geringem Kabelquerschnitt verwendet.

- ⊕ Niedriger Preis, mittlere Qualitätsstufe, für gelegentliche Anwendungen geeignet
- ⊖ Die dünne Spitze verbiegt leicht, Kabel können sich nach gewisser Zeit vom Stecker lösen. Kabel meist mit nur mit wenigen Adern (geringer Kabelquerschnitt).



Bild 9: Aufbau der High-Quality-Kabel

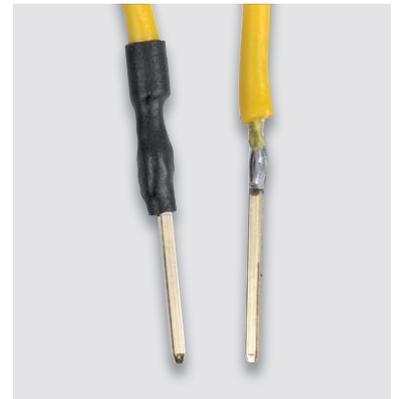


Bild 10: Selbst angefertigtes Verbindungskabel

### Hochwertige Verbindungskabel

Für den professionellen Einsatz gibt es hochwertige Verbindungskabel. Der taiwanische Hersteller E-Call ist im Moment der einzige Hersteller, der diese Kabel anbietet. E-Call hat sich auf die Produktion hochwertiger Steckboards und Zubehör spezialisiert. Bild 9 zeigt den Aufbau dieser Kabel. Wie man erkennen kann, besteht die Spitze aus einem Stück mit einem kugelförmigen Ende. Hierdurch werden die Kontakte vom Steckboard geschont und es ergibt sich eine einwandfreie Verbindung. Auch der Kabelquerschnitt ist größer als bei den anderen Produkten. Die Litze des Kabels liegt im Inneren des Kontaktstiftes und ist dort per Crimpung mit ihm fest verbunden.

Rundum machen diese Kabel einen hochwertigen Eindruck, was sich beim Einstecken auf dem Steckboard bemerkbar macht. Allerdings hat Qualität ihren Preis. Die Kabel werden, je nach Länge, zu einem Preis von ca. 3–4 Euro als 10er-Set angeboten. Wer öfter mit Steckboards arbeitet, keine Zeit für die Fehlersuche, verursacht durch minderwertige Kabel, verschwenden will und den relativ hohen Anschaffungspreis nicht scheut, wird mit diesen Kabeln nicht enttäuscht.

- ⊕ Hochwertige Ausführung, langlebig, verhindert die Beschädigung bzw. Abnutzung der Kontakte des Steckboards. Crimpung, Kabelmantel und Kabelquerschnitt von hoher Qualität.
- ⊖ Relativ hoher Preis

### Alternative: Selbst angefertigte Kabel

Wer hochwertige Kabel benötigt und den Arbeitsaufwand nicht scheut, für den stellt folgende Anleitung eine gute Alternative dar: Aus handelsüblichen Materialien lassen sich für ca. 20 Euro etliche Kabel nach eigenen Wünschen anfertigen. Viele haben eventuell die benötigten Komponenten noch in der Bastelkiste liegen und brauchen diese nur nach unserer Anleitung zusammenfügen. Als Kontaktstift dient ein einzelner Kontakt einer herkömmlichen Stiftleiste. Ein entsprechend langes Stück Kabel als Verbindungsleitung und passender Schrumpfschlauch, und schon lässt sich hieraus ein gutes und preiswertes Steckkabel anfertigen. Bild 2 und Bild 10 zeigen ein nach diesem Prinzip angefertigtes Kabel.

Im Folgenden ist die Anfertigung im Detail erklärt. Wie schon erwähnt werden als Kontaktstift die einzelnen Stifte einer Stiftleiste benötigt. Stiftleisten sind recht günstig, wobei die Anzahl der Stifte für unsere Anwendung keine Rolle spielt, da ja nur einzelne von ihnen benötigt werden.

Die Stifte können leicht mit einer Zange aus der Leiste herausgezogen werden (siehe Bild 11). Als Verbindungskabel eignet sich eine flexible Litze mit einem Querschnitt von 0,22 mm<sup>2</sup> bis 0,5 mm<sup>2</sup>. In Bild 12 ist ein Kabelset mit unterschiedlichen Farben abgebildet. Der Vorteil ist hier, dass man eine Vielzahl von unterschiedlichen Farben zur Verfügung hat. Die insgesamt 60 m reichen für 600 Verbindungskabel à 10 cm. Wichtig ist, dass man Litze (flexibel) und keinen Schaltdraht (starr) verwendet.

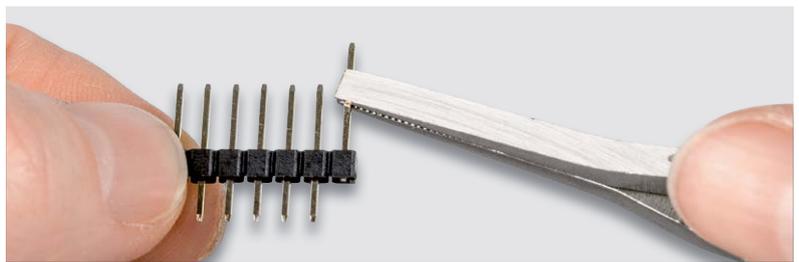


Bild 11: So werden die Stifte mit einer Zange herausgezogen.



Bild 12: Handelsübliches Set mit Litzen in unterschiedlichen Farben (z. B. AREXX Schaltlitze-Sortiment, Bestell-Nr. 05 47 96)



Bild 13: So lässt sich die Litze bequem mit Kontaktstift verlöten.

Die Längen der Verbindungskabel können selbst definiert werden. Nachdem man sich die passende Länge zurechtgeschnitten hat, werden die Enden abisoliert und verzinkt. Verzinnen bedeutet, dass die Litze verdreht und anschließend mit einem LötKolben und etwas Lötzinn verlötet wird. Die einzelnen Adern der Litze sind dann durch das Lötzinn miteinander verbunden. Das so vorbereitete Kabelende kann unter Zugabe von Lötzinn mit dem Kontaktstift verlötet werden. Da der Kontaktstift recht klein ist, empfiehlt sich der Einsatz einer kleinen Montagehilfe. **Bild 13** zeigt einen kleinen Schraubstock (z. B. Proxxon Maschinenschraubstock MS 4), der sich für diese Aufgabe sehr gut eignet.

Die Lötstelle wird anschließend mit einem kurzen Stück Schrumpfschlauch (Durchmesser ca. 1,6 mm) versiegelt. Hierdurch vergrößert sich der Biegeradius und das Kabel knickt nicht so schnell ab. **Bild 10** zeigt, wie das Ganze in der Großaufnahme aussieht. Alle Arbeitsschritte sind zusätzlich noch mal in **Bild 14** zusammengefasst.

In der **Tabelle 1** sind alle benötigten Einzelkomponenten aufgelistet. Verwendet man die angegebenen Bauteile zu den gemachten Preisangaben, ergibt sich ein Preis von 4,2 Cent für ein jeweils 10 cm langes Kabel. Wenn man den Arbeitsaufwand nicht mitrechnet, hat man für wenig Geld ein hochwertiges Kabel, das sich sehen lassen kann. **ELV**

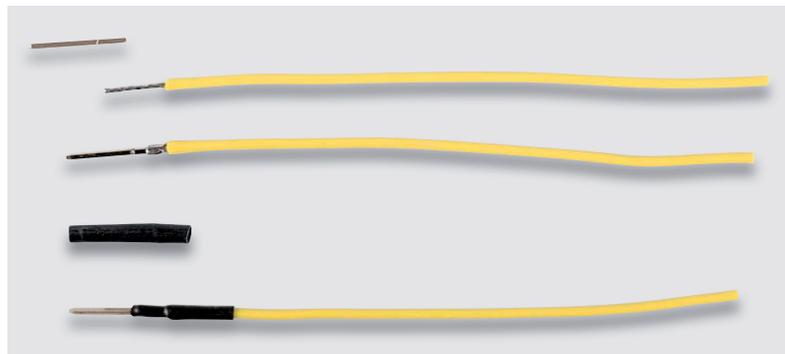


Bild 14: Die einzelnen Arbeitsschritte im Detail dargestellt

### Benötigte Einzelkomponenten für den Bau von Steckkabeln

	Beschreibung	Preis
	Flexible Litze 0,22–0,5 mm <sup>2</sup>	€ 0,15 Cent/cm
	Bestell-Nr. 05 47 96	€ 8,95 (60 m)
	Stiftleiste, gerade	1,2 Cent/Stift
	Stiftleiste, 34-polig Bestell-Nr. 11 22 00	€ 0,41
	Schrumpfschlauch 0,22–0,5 mm <sup>2</sup>	€ 0,12/cm
	Schrumpfschlauch 1,6 mm Bestell-Nr. 12 21 51	€ 6,95 (20 m)
		<b>Gesamtpreis:</b> 4,2 Cent/10 cm Kabel

Tabelle 1

### Prototyping

Den Versuchsaufbau für eine Schaltung, um das Konzept oder die Eigenschaften eines Produkts in einem frühen Stadium zu testen, nennt man in der Elektronik Prototyping. Beim Prototyping gibt es einige Begriffe, die immer wieder fallen.

Häufig wird die Versuchsschaltung zunächst auf einem Steckbrett aufgebaut, das der mechanischen Befestigung und durch die Anordnung der Buchsenleisten auch der elektronischen Verbindung dient. Oft werden hier auch die Begriffe Breadboard, Steckboard, Steckbrett oder Steckplatine benutzt. Allen gemein ist, dass kein LötKolben benutzt werden muss, da die Bauteile in Federkontakte gesteckt werden und damit gesichert und einfach umsteckbar sind. Gelötete Versuchsaufbauten befinden sich meistens auf Lochrasterplatten, Protoboards oder Experimentierboards.

Um die auf dem Steckbrett verwendeten Bauteile zu verbinden, gibt es zwei wichtige Hilfsmittel: Steckbrücken und Steckkabel. Bei den Steckbrücken, die auch als Drahtbrücken oder Wire Jumper bezeichnet werden, handelt es sich meist um einen an zwei Enden gebogenen, starren Leiter mit einer Ummantelung in der Mitte. Bei PCs und auch auf Platinen gibt es mit dem Jumper eine sehr bekannte Form der Drahtbrücke oder besser gesagt der Kurzschlussbrücke.

Während die Steckbrücken immer in männlicher Form („Männchen“), also als Stecker mit nach außen weisendem Kontaktstift ausgeführt sind (diese werden im Englischen auch als Male (Connector) bezeichnet), gibt es bei den Steckkabeln auch das Gegenstück, das als Buchse, Kupplung, Female (Connector) oder „Weibchen“ bezeichnet wird. Für Steckkabel wird im Englischen häufig der Begriff Jumper Wire benutzt.

Bei den Steckkabeln, die hauptsächlich für Steckbretter genutzt werden, gibt es zudem unterschiedliche Formen der Verbindung zwischen dem Kabel und dem Stecker bzw. der Buchse. Hier sind noch einmal nach Qualität der Verbindung aufsteigend die Bezeichnungen aufgeführt:

- Gecrimpte „Dupont“-Stecker oder -Buchsen
- Einfach gecrimpte oder gelötete (weiche) Drähte mit rundem, an der Spitze glatt abgeschnittenem Kontaktstift
- Stecker/Buchse mit im Kontaktstift gecrimpter Litze. Beim Stecker mit festem Kontaktstift, der zusätzlich eine abgerundete Spitze hat (E-Call)

Bei den Kabeln unterscheidet man unter anderem zwischen denen mit einer oder mehreren Adern bzw. Einzeldrähten. Die einzelne oder die zusammengefassten Adern bilden die Litze (einadrig = single strand, mehradrig = stranded wire). Die im Gegensatz zum starren Einzel- oder Schaltdraht flexible Litze ist oft mit einem Kunststoff als Isolator umschlossen. Will man ein Kabel mit besonders temperaturresistentem Isolator verwenden, beispielsweise für Kabel oder Wickeldraht mit sehr kleinem Kabelquerschnitt, die verlötet werden sollen, empfehlen sich solche mit PVDF- (Polyvinylidenfluorid) oder Silikon-Mantel. Schließlich ist noch der Kabelquerschnitt ein wichtiger Faktor bei der Anwendung von (Steck-)Kabeln. Der Querschnitt und damit unter anderem die Strombelastbarkeit wird in mm<sup>2</sup> bzw. nach dem hauptsächlich im nordamerikanischen Raum verwendeten „American Wire Gauge“- oder kurz AWG-Standard definiert.



# Schall im Ohr

## Elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer

Kopfhörer bilden heute einen nicht mehr wegzudenkenden Bestandteil vieler moderner Heim-Stereoanlagen und besonders für Smartphones sind sie inzwischen ein unverzichtbares Accessoire im täglichen Leben. Dabei sind die in verschiedensten Ausführungen erhältlichen Ohrhörer nicht nur zum Genuss von Musik geeignet, sondern helfen auch dabei, störende Umweltgeräusche weitestgehend auszublenden.

### Allgemeines

Ein Ur-Erfinder des Kopfhörers lässt sich bis heute leider nicht benennen – Kopfhörer bieten aber die beste Möglichkeit für eine unmittelbare, zweikanalige Schallübertragung bis hin zu unseren beiden Ohren. Die weitaus überwiegende Zahl unserer heutigen Kopfhörer, einschließlich der winzig kleinen Einsteckhörer, arbeitet nach dem elektrodynamischen Wandlerprinzip. Daneben gibt es auch noch die Klasse der ganz besonders hochwertigen und somit teuren Kopfhörer, die mit elektrostatischen Wandler-Systemen ausgerüstet sind. Beide Kopfhörerarten werden im nachfolgenden Beitrag ausführlich behandelt.

Wenn von Hörern die Rede ist, die am Kopf getragen werden, darf ein Hörertyp nicht ausgelassen werden, und zwar der Knochenleitungshörer. Dieser Hörer fand anfangs ausschließlich Verwendung in der Audiometrie sowie bei der Versorgung von Personen mit Hörschäden. Inzwischen gibt es aber auch schon Knochenleitungshörer für den Freizeitbereich. Knochenleitungshörer gehören im weiteren Sinne ebenfalls zur Familie der Kopfhörer. Daher soll auch über sie im Rah-

men dieses Beitrages berichtet werden. Die Funktionsprinzipien werden nachfolgend noch anhand älterer Hörermodelle erläutert, da diese oft „anschaulicher“ gestaltet sind.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch noch ein Hörer, der in der Anfangszeit der elektroakustischen Nachrichtentechnik einseitig am Kopf oder genauer gesagt vor einem der beiden Gehörgänge getragen wurde. Das war der einfache Telefonhörer. Die dort in den Handapparaten verwendeten Hörer arbeiteten anfangs noch nach dem elektromagnetischen Wandlerprinzip, siehe dazu auch [Bild 1](#). Im Laufe der Zeit wurden aber die Hörekapseln in den Handapparaten durch elektrodynamische Wandler-Systeme ersetzt.

### Elektrodynamische Kopfhörer

Das elektrodynamische Wandlerprinzip wurde bereits im [Teil 4](#) dieser Serie vorgestellt und erläutert, zumindest vom Grundsatz her. Im [Teil 5](#) wurden elektrodynamische Mikrofone behandelt. Vom Aufbau her haben elektrodynamische Kopfhörer eine große Ähnlichkeit damit. Während bei elektromagnetischen Schallsendern eine quadratische Beziehung zwischen der erzeugten Schwingungskraft  $F$  und dem erzeugenden Strom  $i$  besteht ( $F \sim i^2$ ), gilt für elektrodynamische Schallsender eine lineare Beziehung zwischen diesen beiden Größen ( $F \sim i$ ), was – zumindest vom Prinzip her – nichtlineare Verzerrungen ausschließt.



## Zur Information:

In leicht verständlicher Form vermitteln wir eine **Einführung in die Arbeitsgebiete der technischen Akustik – einschließlich Schwingungstechnik – und der Elektroakustik.**

Themengebiete:

- Akustische Grundbegriffe – Schallfeldgrößen, Pegel, Resonatoren (ELVjournal 2/2019)
- Schallausbreitung – Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption (ELVjournal 3/2019)
- Elektromechanische Analogien – Analogie erster und zweiter Art, Ersatzschaltbilder (ELVjournal 4/2019)
- Elektroakustische Wandler – Wandlerprinzipien und ihre Gesetze (ELVjournal 5/2019)
- Mikrofone – vom Studiomikrofon bis zum Subminiaturmikrofon (ELVjournal 6/2019)
- **Kopfhörer – elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer**
- Lautsprecher – von den Anfängen bis zur Bassreflexbox
- Beschallungstechnik – gerichtete Schallabstrahlung, Linienstrahler
- Raum- und Bauakustik – Sabine'sches Gesetz, Nachhallzeit und äquivalente Absorptionsfläche
- Gehör – Lautstärke, Lautheit, Hörverlust, Hörgeräte, Audiometrie
- Persönlicher Schallschutz – von passiven Gehörschutzmitteln bis zum aktiven Schallschutz mittels „Antischall“
- Akustische Messräume – reflexionsarme Räume, Messboxen und Hallräume
- Körperschall und Vibrationen – Accelerometer und Ladungsverstärker
- Wasserschall – Schallausbreitung im Wasser, Hydrofone und Wasserschall-Messtanks
- Ultraschall und Infraschall – natürliche und industrielle Quellen

Theoretische Zusammenhänge werden nur so weit vertieft, wie es für das Verständnis des Stoffs notwendig ist. Auf mathematische Ausdrücke (Gleichungen, Formeln) wird im Text so weit wie möglich verzichtet. Anschauliche Illustrationen unterstützen diese Beiträge. Autor dieser Serie ist Prof. Dr.-Ing. Ivar Veit.

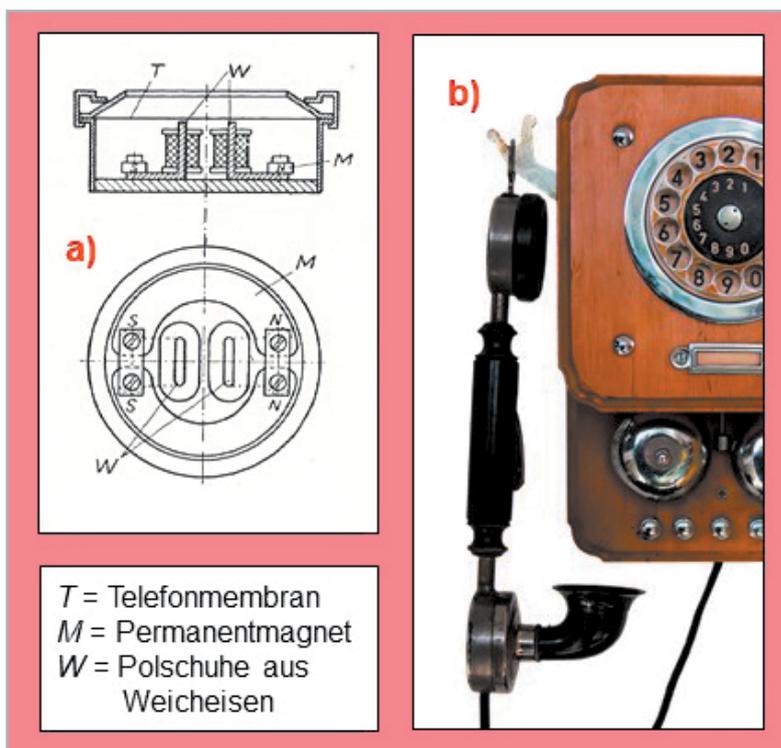


Bild 1: Telefon aus den Anfangsjahren  
 a) Aufbau einer Telefon-Hörerkapsel, damals noch mit elektromagnetischem Wandler-System  
 b) Telefon mit Handapparat aus der ganz frühen Anfangszeit des Fernsprechens

Beispiele für den Aufbau von elektrodynamischen Kopfhörern zeigen die nächsten beiden Bilder. Zunächst zum **Bild 2**. Der darin abgebildete Hörer DT48 ist einer der ersten elektrodynamischen Kopfhörer, der 1937 von der Firma Beyerdynamik gebaut und auf den Markt gebracht wurde. Anfangs war dieser Kopfhörer als Headset für Telefon- und Funktechniker im Einsatz. Später wurde daraus der bekannteste Kopfhörer

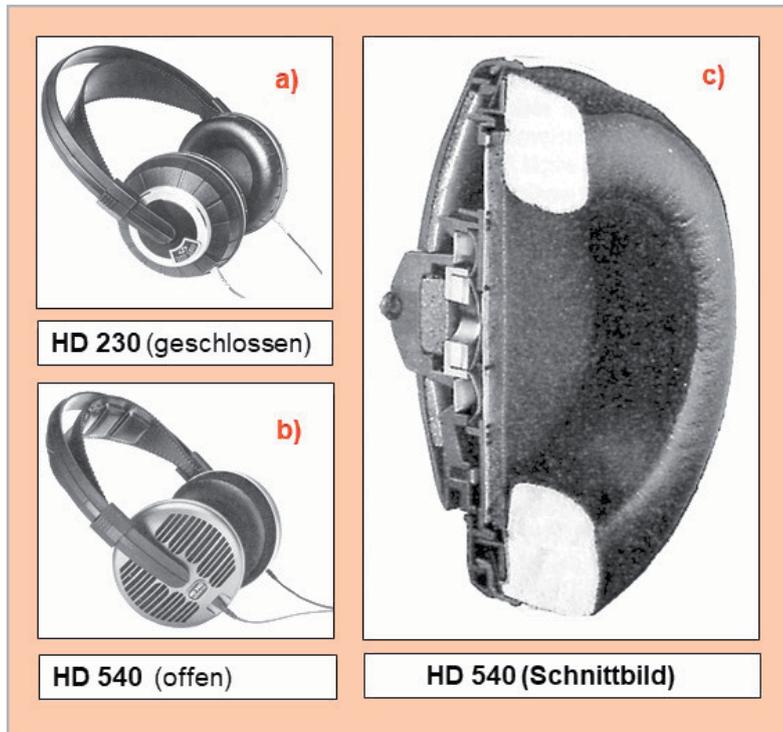


Bild 2: Kopfhörer DT48, einer der ersten elektrodynamischen Kopfhörer. Dieser Hörertyp wurde von der Firma Beyerdynamik erstmals im Jahre 1937 auf den Markt gebracht, ursprünglich nur für den Einsatz bei Funk- und Telefontechnikern. Später wurde daraus der meistverwendete Kopfhörer in der Audiometrie.

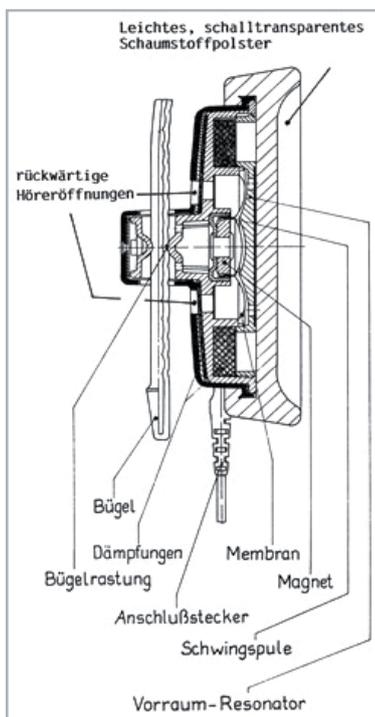


hörer für die Audiometrie, und das gilt auch noch bis heute. Der im **Bild 2** abgebildete Kopfhörer zeigt mit seinen Farben (rot für rechts und blau für links) das markanteste Kennzeichen eines Audiometrie-Kopfhörers.

Das **Bild 3** zeigt weitere Beispiele für elektrodynamische Kopfhörer, und zwar in geschlossener und in akustisch offener Bauweise. Es handelt sich dabei zwar um etwas ältere Modelle, an denen man aber diese beiden Bauweisen besonders deutlich erklären kann. Bei der geschlossenen Bauweise handelt es sich um einen Hörer, der durch seinen Aufbau die Ohren voll umschließt und sie somit vor der Außenwelt akustisch weitgehend



**Bild 3:** Elektrodyamische Kopfhörer  
a) in geschlossener und b) in akustisch offener Ausführung. Die Darstellung c) zeigt ein Schnittbild durch einen ohrmschließenden elektrodynamischen Hörer. Man erkennt darin die gewölbte Membran mit Schwingspule und Topfmagneten.

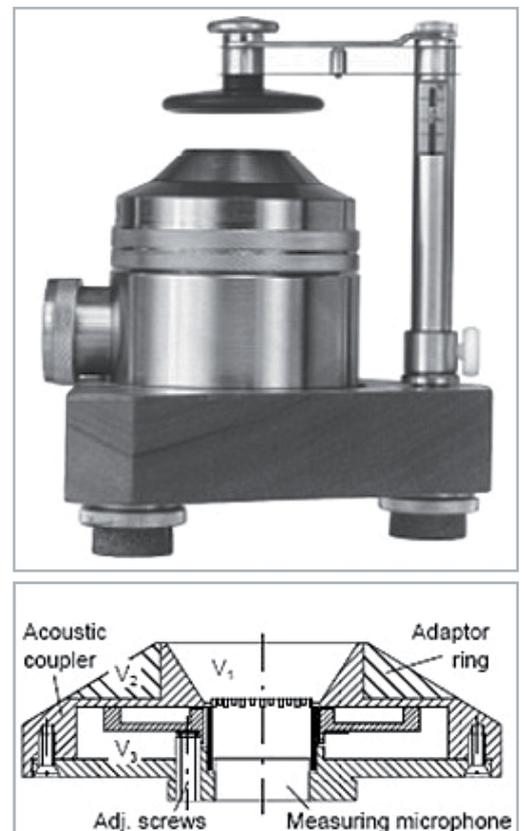


**Bild 4:** Schnittzeichnung durch einen offenen, ohraufliegenden Kopfhörer. Hier handelt es sich um einen der allerersten Hörer dieser Art (HD 414 SL von Sennheiser).

abschirmt. Dadurch gelangen Umgebungsgeräusche kaum oder nur stark gedämpft an die Gehörgänge. Das gilt natürlich auch umgekehrt für den vom Kopfhörer erzeugten Schall. Auch der dringt beim geschlossenen Hörer nur wenig nach außen. Bei vielen Benutzern geschlossener Hörer entstand dadurch das Empfinden, von der Außenwelt abgeschirmt zu sein. Das führte schließlich zum Wunsch nach „akustisch offenen“ Hörerkapseln, siehe dazu **Bild 3b** und **Bild 4**. Man wollte nicht mehr ganz isoliert sein von der Außenwelt.

Bei beiden Hörerarten – offen oder geschlossen – erkennt man hier sehr deutlich den Aufbau des elektrodynamischen Hörsystems. Genauso wie bei einem dynamischen Lautsprecher, der im nächsten Beitrag noch sehr ausführlich behandelt wird, entsteht beim elektrodynamischen Kopfhörer die Schallwandlung aus der Bewegung einer vom Tonsignal gespeisten und mit einer Membran verbundenen Schwingspule, die sich ihrerseits im Luftspalt eines Permanentmagneten befindet und dort bewegt wird. Die aus leichtem Material hoher Steifigkeit hergestellte, dünne Membran ist nicht eben, sondern meist gewölbt, um Partialschwingungen zu vermeiden. Im **Bild 4** erkennt man sehr deutlich die rückwärtigen Höreröffnungen, die aus einem Kopfhörer erst einen offenen Hörer machen.

Zu den wichtigsten Kenndaten eines jeden Kopfhörers, gleichgültig ob offen oder geschlossen, zählt neben dem Frequenzgang der sogenannte Kenschalldruckpegel. Darunter versteht man den in einem Messkuppler (**Bild 5**) gemessenen Schalldruckpegel bei einer Messfrequenz von 1 kHz und einer elektrischen



**Bild 5:** 6-cm<sup>3</sup>-Kuppler (B&K) zur Messung von Kopfhörern, bestehend aus einem Kondensatormikrofon und einem davor befindlichen Kupplervolumen (6 cm<sup>3</sup>). Der Hörer kann mit einer einstellbaren Andruckkraft von 2–10 N gegen den Kuppler gedrückt werden.

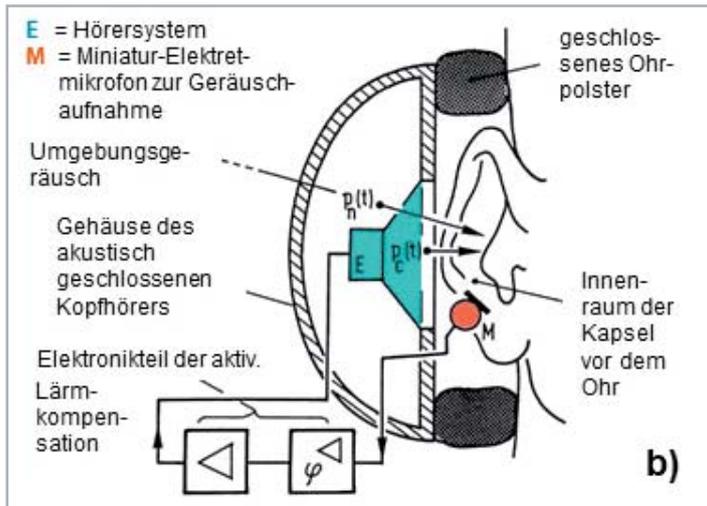
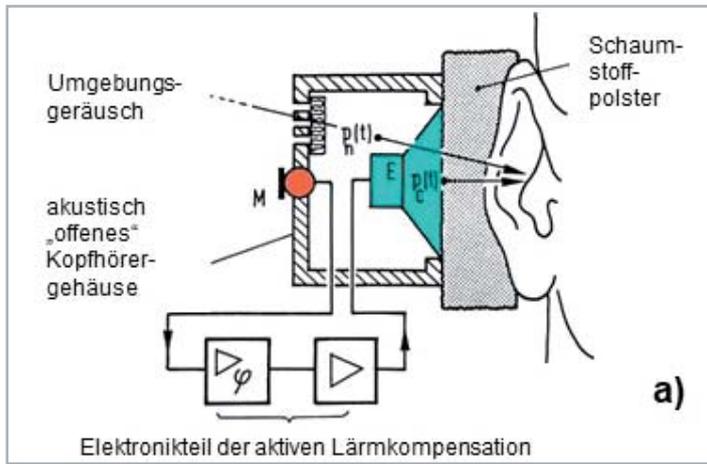


Bild 6: Kopfhörerkapseln (im Schnitt): a) akustisch offen und b) akustisch geschlossen, ausgestattet mit je einem Hörsystem E, einem Miniatur-Elektretmikrofon M für die Aufnahme von störenden Umgebungsgeräuschen sowie der dazugehörigen Elektronik (Verstärker, Phasenumkehr). Die Überlagerung der beiden Schallrückpegel  $p_n(t)$  und  $p_c(t)$  führt infolge ihrer Gegenphasigkeit im Ergebnis zu einer deutlichen Verringerung des störenden Umgebungsgeräuschs vor dem Gehörgang.

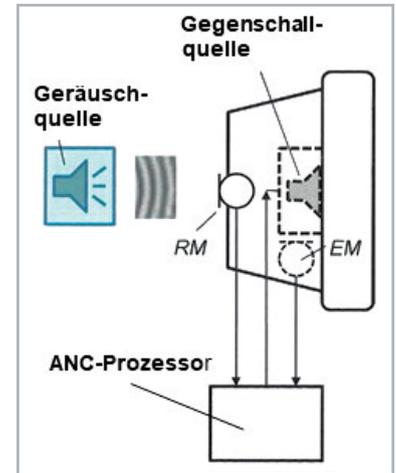


Bild 7: Aktiver persönlicher Schallschutz in digitaler Technik, eingebaut in einer Kopfhörerkapsel oder auch in einem Kapselgehörschützer mit einer möglichst großen passiven Dämmung im Bereich der hohen und mittleren Frequenzen. Die tiefen Frequenzen übernimmt der ANC-Prozessor (ANC = Anti Noise Control) RM = Referenz- oder Bezugsmikrofon, EM = „Error“-Mikrofon.



Bild 8: Piloten-Headset, Typ HMEC 350 (Sennheiser), mit aktivem Gehörschutz

Speisung, durch die der Hörer eine elektrische Leistung  $W_{el}$  von 1 mW (Milliwatt) erhält. Die dazu an den Hörer anzulegende Speisespannung  $u$  richtet sich nach der Höhe der elektrischen Hörerimpedanz  $Z_n$  ( $u = \sqrt{W_{el} \cdot Z_n}$ ). Als Ergebnis einer solchen Messung erhält man für die Datenblätter, quasi als Einzahlwert, entweder den Übertragungsfaktor  $T_s = p/u$  [Einheit: Pa/V] oder in logarithmischer Form, d. h. in Dezibel ausgedrückt, das sogenannte Übertragungsmaß  $G_s = 20 \cdot \lg T/T_0$  [Einheit: dB re Pa/V].  $T_0$  ist darin der Bezugs-Übertragungsfaktor mit einem Wert von 1 Pa/V.

### Anwendungsbeispiele für Kopfhörer

Die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten von elektrodynamischen Kopfhörern umfassend zu beschreiben würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Daher sollen von den verschiedenen Ausführungen und Verwendungsmöglichkeiten elektrodynamischer Kopfhörer nachfolgend nur zwei vorgestellt werden:

- Kopfhörer mit aktiver Lärmkompensation (ANC – anti noise control) – analog (Bild 6) und digital (Bild 7)
- Im-Ohr-(Kopf)Hörer – kabelgebunden (Bild 9) und drahtlos (Bild 10).

### Kopfhörer mit aktiver Lärmkompensation

Die physikalischen Grundlagen des aktiven Schallschutzes bildet der Interferenzeffekt, wonach es bei der Überlagerung von zwei Schwingungen



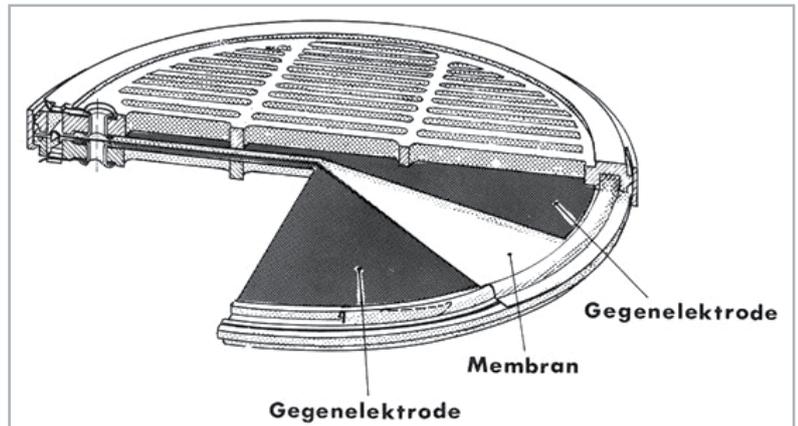
Bild 9: Beispiele für kabelgebundene Kopfhörer (Einsteckhörer), im Bild oben rechts eingesetzt im äußeren Gehörgang



gleicher Frequenz und Amplitude, aber entgegengesetzter Phase zu einer Auslöschung beider Schwingungen kommt. Das Verfahren, Lärm mittels elektronisch generiertem „Antischall“ zu bekämpfen, geht auf einen Denkanstoß von Paul Lueg (1937) zurück, damals allerdings noch mittels Elektronenröhren. Für eine praktische Realisierung dieser Idee war die Zeit damals noch nicht reif. Erst in den 1980er Jahren, als es bereits sehr kleine und energiesparende Bauteile (Transistoren, ICs) gab, konnte der Autor dieses Beitrages mit der Umsetzung dieser Idee beginnen.

Den prinzipiellen Aufbau der ersten praktischen Ausführungen mit akustisch offenen und akustisch geschlossenen, geräuschkompensierten Kopfhörern zeigt das [Bild 6](#). In beiden Varianten wird der von außen ankommende und mit einem sehr kleinen Elektretmikrofon  $M$  aufgenommene Störschalldruck  $p_n(t)$  verstärkt und mit gleichgroßer Amplitude, aber entgegengesetzter Phase als Schalldruck  $p_c(t)$  vom Kopfhörersystem  $E$  vor dem Gehörgang abgestrahlt. Aus der Überlagerung beider Schallsignale kommt es, wenn schon nicht zu einer völligen Auslöschung, so doch zu einer sehr starken Reduzierung des noch verbleibenden Störgeräuschs. Insbesondere bei sehr tiefen Frequenzen kann auf diese Weise eine Pegelminderung um bis zu 20 dB und mehr erreicht werden.

Akustisch geschlossene, ohrumschließende Hörerkapseln haben infolge der geschlossenen Bauweise im Bereich der mittleren und hohen Frequenzen bereits eine hohe passive Schalldämmung. Der elektronisch generierte Gegenschall erweitert die Dämmwirkung auch noch nach tiefen Frequenzen. In der Anfangszeit der aktiv lärmkompensierten Kopfhörer und Hör-Sprech-Garnituren arbeitete der Elektronikteil noch mit analogen Mitteln. Die ersten praktischen Einsätze für Hör-Sprech-Garnituren gab es übrigens für Piloten von Verkehrsflugzeugen ([Bild 8](#)). Um die Übertragung von Funksignalen durch die Geräuschkompensation nicht zu beeinträchtigen, musste speziell für diesen



*Bild 11: Prinzipieller Aufbau eines elektrostatischen Hörsystems. Das schallerzeugende System besteht aus einer symmetrischen Anordnung von „Gegenelektrode-Membranelektrode-Gegenelektrode“. Die extrem dünne, fast „masselose“, elektrisch leitende Membran befindet sich, mechanisch gespannt, genau in der Mitte zwischen den beiden Gegenelektroden.*

Einsatz eine elektronische Trennung von Kompensationssignal und Funksprechsignal vorgesehen werden.

Die heutigen Mittel für den persönlichen Schallschutz arbeiten mit digitaler Elektronik. Dafür gibt es spezielle ANC-Prozessoren ([Bild 7](#)). Das von außen kommende Störgeräusch wird zunächst von einem Referenzmikrofon  $RM$  aufgenommen und einem Signalprozessor  $ANC$  zugeführt. Dort wird es digitalisiert, verstärkt und anschließend einem als Gegenschallquelle arbeitenden Kopfhörersystem zugeführt. Ein zweites, im Kapselinneren befindliches „Error“-Mikrofon  $EM$  nimmt den dort noch anzutreffenden Geräuschrest auf. Das von diesem Mikrofon aufgenommene Signal wird ebenfalls dem Signalprozessor zugeführt, von wo aus es das bereits in den Hörer eingeleitete Signal „nachkorrigiert“. Auf diese Weise kann eine Geräuschkompensation von bis zu 30 oder 40 dB erreicht werden.

### In-Ear-Kopfhörer

Neben den allgemein bekannten ohraufliegenden und ohrumschließenden Kopfhörern gibt es elektrodynamische Hörsysteme auch noch in Kleinausführung, sogenannte In-Ear-Kopfhörer, siehe dazu die [Bilder 9 und 10](#). Die darin abgebildeten Hörer zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele, auch eingesetzt im äußeren Gehörgang. In-Ear-Kopfhörer sind heute ein nicht mehr wegzudenkendes Zubehör für unsere Smartphones. Das gilt sowohl für die drahtgebundenen als auch für die drahtlosen (Bluetooth-)Hörer. Bemerkenswert sind die in solchen Hörern enthaltenen Kleinst-Tauchpulsysteme.

### Elektrostatische Kopfhörer

Neben elektrodynamischen Kopfhörern gibt es noch eine weitere Art von Kopfhörern, die ihrer Qualität wegen sehr geschätzt, aber ihres höheren Preises wegen nicht so häufig in der Praxis anzutreffen sind wie dynamische Hörer. Das sind elektrostatische Kopfhörer. Diese Hörer arbeiten nach dem elektrostatischen Wandlerprinzip und benötigen daher eine sehr hohe Polarisations-Gleichspannung, um nichtlineare Verzerrungen vernachlässigbar klein zu halten.

Den grundsätzlichen Aufbau eines „Elektrostaten“ – aus der Anfangszeit – zeigt das [Bild 11](#). Genau in der Mitte zwischen zwei perforierten Gegenelektroden ist eine dünne, elektrisch leitfähige und fast „masselose“ Membran gespannt. Legt man an die Membran einerseits und an die beiden Gegenelektroden andererseits eine Tonfrequenz-Wechselspannung, so entstehen im Zusammenwirken mit dem elektrostatischen Feld anziehende und abstoßende Kräfte, durch die die dünne Membran im Rhythmus der Tonfrequenz Schwingungen ausführt. Die extrem dünne und leichte Membran gehorcht den auf sie einwirkenden Wechselkräften.



*Bild 10: Beispiele für drahtlose (Bluetooth) In-Ear-Kopfhörer. Die oberen beiden Darstellungen zeigen die Hörer eingesetzt in den Gehörgängen.*



Bild 12: Elektrostatische Kopfhörer benötigen wegen des quadratischen Kraftgesetzes ( $F \sim u^2$ ) eine Polarisationsvorspannung. Dazu gab es anfangs zu jedem „Elektrostaten“ eine passende Hochspannungsversorgung. Das waren das „gewichtige“ Netzteile (siehe oben im Bild). Heute werden moderne Elektrostaten meist zusammen mit einem passenden Verstärker, oft röhrenbestückt, angeboten, der alles Erforderliche enthält (siehe unten im Bild).

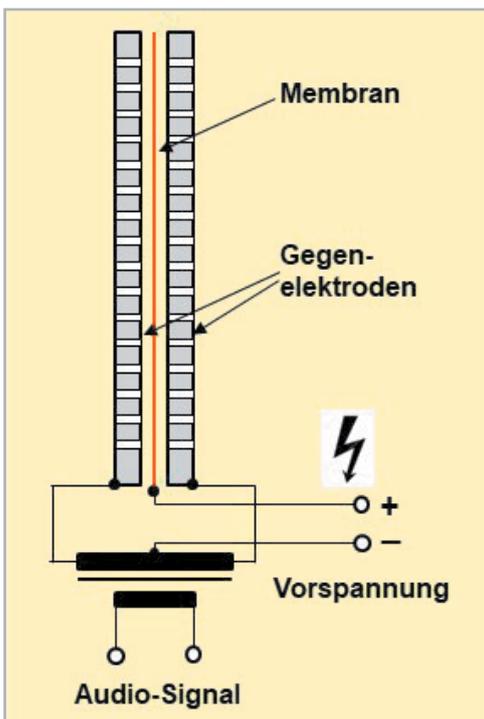


Bild 13: Schematische Darstellung eines elektrostatischen Kopfhörers mit den Anschlüssen für das Audiosignal und für die Vor- oder Polarisationsvorspannung, einer für den verzerrungsfreien Betrieb von elektrostatischen Schallsendern notwendigen, hohen Gleichspannung.

ten mit einer so großen Genauigkeit, dass der erzeugte Schall praktisch frei ist von (Impuls-)Verzerrungen. Die mit derartigen Kopfhörern erzielbare Hochtonauflösung ist exzellent. Elektrostatische Hörer besitzen innerhalb ihres gesamten Übertragungs-Frequenzbereichs eine sehr ausgeglichene Wiedergabekurve.

Als ein kleines Minus darf lediglich die Tatsache gewertet werden, dass elektrostatische Kopfhörer eine hohe zusätzliche Polarisationsvorspannung benötigen, für deren Bereitstellung anfangs recht „gewichtige“ Speisegeräte (Bild 12, oberes Bild) im Einsatz waren, um einen verzerrungsfreien Betrieb des Hörers zu gewährleisten. Das untere Bild zeigt einen moderneren Elektrostaten, zusammen mit einem dazugehörigen Verstärker. Im Bild 13 ist ein Prinzipschaltbild der elektrischen Versorgung eines elektrostatischen Kopfhörers dargestellt, und zwar zusammen mit den elektrischen Anschlüssen für das Audiosignal und für die Vorspannung.

Einer der hochwertigsten elektrostatischen Kopfhörer – HE 1 von Sennheiser – erreicht mit z. B. einem Klirrfaktor von nur 0,01 % bei einem Schalldruckpegel  $L_p = 100$  dB exzellente Daten.

### Knochenleitungshörer

Knochenleitungshörer wurden ursprünglich nur in der Audiometrie verwendet. Inzwischen kommen Knochenleitungshörer aber auch beim Sport oder beim Radfahren zum Einsatz, um dabei die Gehörgänge offen zu lassen für den Empfang von Luftschall und um somit Unfällen im Straßenverkehr zu entgehen. Insofern gehören Knochenleitungshörer im weiteren Sinne auch zu den „Kopf“hörern. Von ihrem Aufbau und ihrer Funktion her sind das allerdings elektromagnetische Wandler.

Doch zunächst zur Frage, was ist Knochenschall? Darunter versteht man Körperschall, der über den Schädelknochen an unser Innenohr gelangt. Die von einer Schallquelle abgestrahlte Energie kann unser Gehör auf zwei verschiedenen Wegen erreichen, nämlich auf dem Wege der Luftschalleitung und/oder auf dem Wege der Knochenschalleitung. Bei der Luftleitung gelangt der Schall durch den äußeren Gehörgang ans Trommelfell und von dort aus über die Gehörknöchelchen weiter bis zum Innenohr. Bei der reinen Knochenleitung dagegen umgeht der Schall das Mittelohr und erreicht auf direktem Wege das Innenohr. Von praktischem Nutzen kann die Knochenschalleitung z. B. für einen ganz bestimmten Kreis von Schwerhörigen sein, bei dem die Schallübertragung im Mittelohr gestört ist.

Im Jahre 1932 veröffentlichte G. v. Békésy die erste seiner zahlreichen Arbeiten über die Knochenleitung, worin er nachwies, dass trotz der unterschiedlichen Wege, die der Luftschall und der Knochenschall von der Schallaufnahme bis hin zur Innenohrschnecke zurücklegen, die Erregung der Schneckenendorgane in beiden Fällen die gleiche ist.

Interessant ist in dem Zusammenhang auch noch ein anderer Effekt: Der fehlende Knochenschallanteil in einer elektroakustischen Aufzeichnung der eigenen Sprache ist nämlich dafür verantwortlich, dass uns die abgespielte Aufzeichnung „fremd“ erscheint.

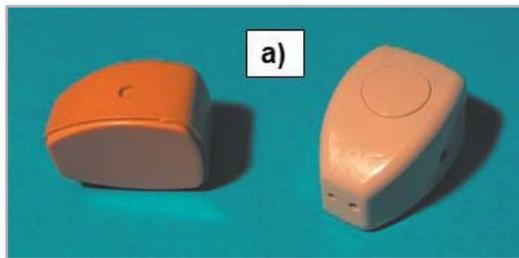


Bild 14: Knochenschallhörer

a) Der links dargestellte Hörer zeigt eine leicht konkav gewölbte Fläche, wodurch eine bessere Auflage des Hörers, beispielsweise auf dem Felsenbein (Mastoid), hinter der Ohrmuschel gewährleistet wird.

b) Schnittzeichnung des Hörers aus der Darstellung a). Man erkennt darin sehr deutlich das elektromagnetische Wandler-system.

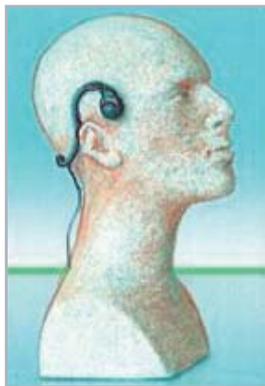
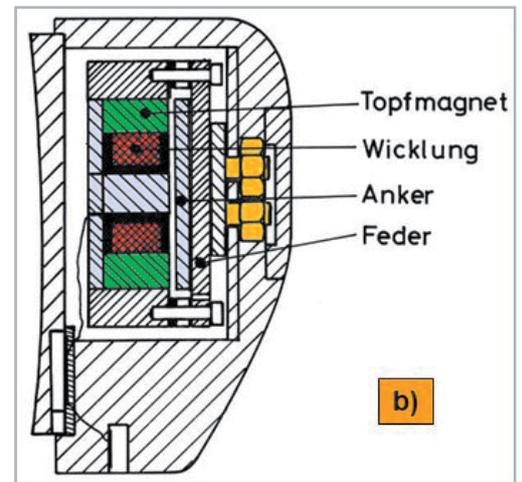


Bild 15: Knochenhörer mit Nackenbügel. Damit kann man via Knochenleitung z. B. Musik hören, ohne dabei die Gehörgänge zu verschließen und sich z. B. beim Überqueren einer verkehrsreichen Straße in Gefahr zu bringen.

Den grundsätzlichen Aufbau eines Knochenleitungshörers zeigt das Bild 14b. In der oberen Darstellung (Bild 14a) sind zwei Hörerexemplare zu sehen, wie sie bereits vor Jahren bei Personen mit Hörproblemen im Mittelohr zum Einsatz kamen.

Heute gibt es Knochenschallhörer nicht nur für Personen mit Hörproblemen, sondern auch für Normalhörende im täglichen Leben. Das kann beim Sport sein, beim Hören von Musik oder ganz einfach auch im Straßenverkehr, um das Gehör frei zu haben für die Wahrnehmung der akustischen Umwelt. Knochenhörer dieser Art gibt es heute in sehr modernem Design, siehe die Bilder 15 und 16.

### Ausblick

In den vorausgegangenen Beiträgen dieser Artikelserie wurden die Grundlagen der Akustik und der Elektroakustik behandelt. Es folgten Beiträge, in denen die Thematik der elektroakustischen Wandler das zentrale Thema bildeten, insbesondere Mikrofone und Kopfhörer. Der nächste, siebte Teil der Serie befasst sich mit Lautsprechern. Wir stellen die Entwicklung der Lautsprecher vor, und zwar angefangen bei den Freischwingern in den 30er-Jahren. Sehr ausführlich werden die heute vorwiegend verwendeten, elektrodynamischen Lautsprecher behandelt, deren Entwicklung sehr viel mit dem Aufkommen neuer Materialien zu tun hat. Das gilt insbesondere für die heute bekannten leistungsstarken Magnete. Auch in der Technologie der Herstellung neuer Membranmaterialie



Bild 16: Knochenschallhörer mit Nackenbügel in farblich ansprechender Ausführung

hat sich im Laufe der Zeit viel verändert. All das und vieles mehr, z. B. Exponentiallautsprecher, Gruppenanordnungen von Lautsprechern, Richtstrahler oder Bassreflexboxen, wird im nächsten Beitrag dieser Serie ausführlich behandelt.

ELV

# 3D-Druck perfekt

## SLA-Druck in der Praxis

3D-Druck im Stereolithografieverfahren ist die älteste 3D-Drucktechnik. Sie ermöglicht es, Gegenstände hochpräzise, detailgenau und mit hoher Oberflächenqualität herzustellen. Dank günstiger Belichtungs-technologie ist der SLA-Drucker heute ebenso erschwinglich wie ein FDM-Drucker. Wir stellen das Druckverfahren, die Technik, Materialien sowie den Workflow vor und testen einen preisgünstigen SLA-Drucker.



### Das Ding aus Harz

Der 3D-Druck hat bereits eine lange Geschichte hinter sich. Schon 1971 beschrieb Wyn Kelly Swainson in seiner Patent-Einreichung zum US-Patent 4041476A die Grundsätze der Herstellung dreidimensionaler Gegenstände aus Photopolymeren [1]: Ein Laser be-lichtet punktuell ein photoreaktives Material. Die Materialgrundlage basiert auf Photopolymeren – dies sind chemische Verbindungen, die aus vielen sich wiederholenden Makromolekülen bestehen und der Grundstoff der meisten Kunststoffe sind. Das Photopolymer ändert seine Materialeigenschaften von flüssig auf fest, wenn es mit Licht eines bestimmten Spektrums, dem UV-Licht (meist beträgt die Wellen-

länge 405 nm) bestrahlt wird. Dann vernetzen sich die Makromoleküle und werden zu einer festen Verbindung (Bild 1).

Später entwickelte der Japaner Hideo Kodama die Schichtung des Drucks, und schließlich reichten Charles W. (Chuck) Hull und seine damalige Firma UVP Inc. 1984 das entscheidende Patent für einen „Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography“ ein [2]. Hier erkennt man bereits deutlich das bis heute angewandte Verfahren, nämlich das schichtweise Belichten mit einem Laser in einem mit einem Photopolymer gefüllten Tank. Der Laser wird durch eine CAM-Datei gesteuert, dabei trifft der Laserstrahl auf eine dünne Photopolymer-



schicht oberhalb der Druckplattform und belichtet genau nur die Materialbereiche, die später als Druckstück ausgehärtet erscheinen sollen. Das ausgehärtete Werkstück wird Schicht für Schicht abgesenkt, sodass es immer mit einer neuen definierten Schicht flüssigen Kunststoffs bedeckt ist, die wiederum über die Fläche des Druckstücks durch den Laser ausgehärtet wird. **Bild 2** zeigt diesen Vorgang schematisch. In der sehr lesenswerten Publikation in [3] kann man detailliert die gesamte Geschichte der Stereolithografie nachlesen.

Chuck Hull schuf auch das STL-Format (STL = Stereolithografie), in das 3D-CAD-Daten (Computer-Aided-Design) zunächst konvertiert werden. Nach der Erzeugung eines maschinenlesbaren Codes aus dieser STL-Datei („Slicen“) steuert dieser die Maschine.

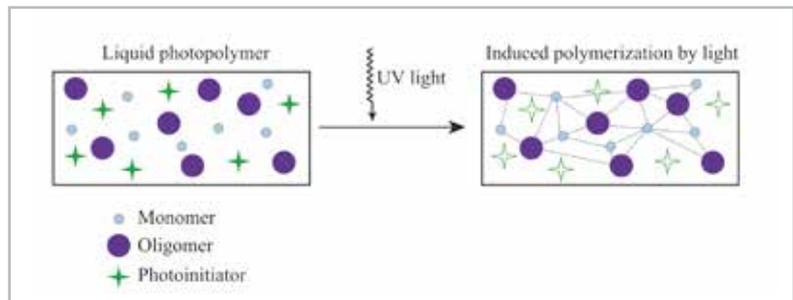
Der SLA-Druck hat diverse Vorteile, aber auch einige Nachteile. Die Vorteile bestehen aus der extrem hohen erreichbaren Detailgenauigkeit, einer hohen Oberflächengüte, der Fertigung in sehr geringen Toleranzen und dem nicht oder kaum sichtbaren Materialaufbau – sogar optische Linsen lassen sich so herstellen. Die Nachteile: UV-empfindliches Material, das bei späterem intensivem UV-Einfluss z. B. durch Lackieren geschützt werden muss und je nach Objekt geringe mechanische Belastbarkeit oder geringe Temperaturbeständigkeit aufweist. Außerdem sind ausgefeilte Stützstrukturen und eine z. B. vom FDM-Druck deutlich unterschiedliche Vorbereitung im CAD-/CAM-Prozess nötig. So muss man je nach Objekt ausgefeilte Materialverbrauchsstrategien schon bei der Konstruktion und im CAM-Prozess anwenden, da das Grundmaterial relativ teuer ist. Außerdem ist, wie wir noch sehen werden, der Nachbearbeitungsprozess vergleichsweise aufwendig – das Ergebnis jedoch entschädigt.

### Kostengünstiger belichten

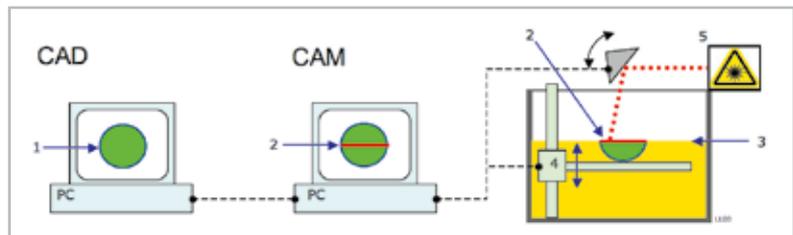
Lange war der 3D-Druck nach dem Stereolithografieverfahren (SLA) eine sehr teure und nur professionellen, industriellen Anwendern vorbehaltene Technologie. Entsprechend hoch sind bis heute die Preise für hochwertige Produktionsmaschinen, die auch große Bauteile mit diesem Verfahren herstellen können. Ein wichtiger Grund dafür ist die aufwendige und leistungsstarke Lasertechnik, die ein großer Kostenfaktor ist.



**Bild 3:** Formlabs stellt 3D-SLA-Drucker aller Größen her, die mit LFS-Technologie arbeiten. Bild: Formlabs



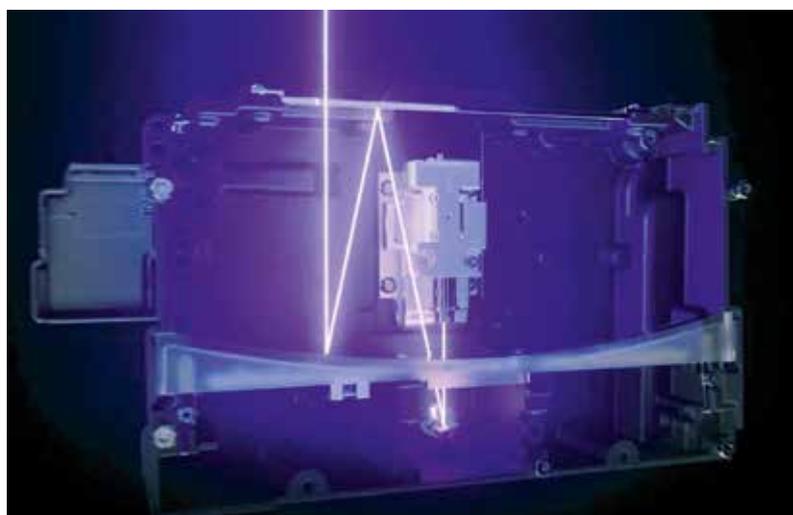
**Bild 1:** Der Ablauf der durch UV-Licht ausgelösten Polymerisation: Bild: ЮкатаH Own work, CC BY-SA 4.0



**Bild 2:** Das Grundprinzip des Stereolithografiedrucks: Ein gesteuerter Laserstrahl belichtet eine dünne Schicht eines fotoresistiven Materials. Bild: Laurensvanlieshout, Dutch Wikipedia

Ein Weg, in niedrigere Preisregionen vorzudringen, ist die LFS-Technologie, wie sie Formlabs (**Bild 3**) perfektioniert hat. LFS kürzt den Begriff „Low-Force Stereolithografie“ ab. Hier ist das herkömmliche SLA-Verfahren quasi auf den Kopf gestellt worden, indem das Druckstück nicht mehr Schicht für Schicht nach unten abgesenkt wird, sondern sich die Druckplattform Schicht für Schicht mit dem anhaftenden Druckstück nach oben heraushebt (Bottom-up). Es wird hier genau die oberste dünne Flüssigharzschicht Bildpunkt für Bildpunkt belichtet. Resultat sind weit geringere Kräfte, die beim Drucken und Abziehen wirken, so wird der Druck einmal hochqualitativ und die Sicherheit eines gelungenen Drucks steigt drastisch an. Die Belichtung erfolgt durch einen Laser mit gerade einmal 250 mW Leistung, sein Licht wird durch eine ausgefeilte Anordnung von Galvanometern, Spiegeln und Reflektoren in X- und Y-Achsenrichtung bewegt. Das Ganze nennt sich Light Processing Unit (LPU, **Bild 4**). Unter [4] kann man die Arbeitsweise sehr detailliert nachvollziehen. Zahlreiche Sensoren überwachen den Prozess, sodass u. a. eine hohe Wiederholgenauigkeit erreicht wird. Für die Herstellung sehr großer Teile setzt man zwei gestaffelte LPUs ein, mit denen sich das Druckvolumen vervielfachen lässt.

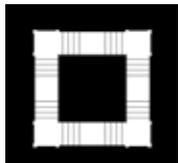
Einen wesentlichen Schritt in Richtung noch kostengünstigerer SLA-Drucker kam mit der Einführung der Projektionstechnik voran. Da-



**Bild 4:** So funktioniert die Light Processing Unit (LPU) des LFS-Verfahrens. Bild: Formlabs



*Bild 5: Drei Teilbilder der gesamten, je nach Objekt bis zu mehreren Zehntausend Schichten umfassenden Druckdatei. Diese werden nacheinander bei jeder neuen Schicht projiziert.*



bei kommt üblicherweise ein auf der DLP-Technik von Texas Instruments basierender DLP-Projektor zum Einsatz, der die gesamte aktuell zu erstellende Druckschicht in voller Größe als ein hochauflösendes Bild über ein optisches System auf die unterste Harzschicht projiziert und so belichtet. Zuvor muss also der Slicer die STL-Datei aus dem CAD-Programm in viele kleine „Scheiben“ entsprechend der gewünschten Schichtdicke schneiden und diese als Einzelbilder speichern. Diese werden dann nacheinander durch die Firmware des Druckers abgerufen und auf die Harzschicht projiziert. **Bild 5** zeigt exemplarisch einige dieser Schichten aus dem bekannten Eiffelturm-Modell, das in der SLA-Szene vielfach als Referenzmodell dient. Dass dieses Verfahren gegenüber dem Laser auch schneller ist, kann man gut nachvollziehen, schließlich erfolgt hier die gesamte Belichtung und Aushärtung der Schicht in einem Stück. Gute DLP-Drucker haben allerdings noch ihren Preis, den vor allem der DLP-Projektor bestimmt. Ein Beispiel für hochwertige DLP-Drucker ist der Flashforge Hunter DLP (**Bild 6**). Ein kleiner Nachteil des DLP-Druckers gegenüber dem LFS-Drucker ist die gerade Projektionsoberfläche. Dadurch werden gekrümmte Oberflächen nicht exakt rund hergestellt. Grund hierfür ist die Darstellung der Bildpunkte in einer Ebenen der Projektion als Voxel, die rechteckig und nicht gekrümmt sind. Hier muss man bei sehr hohen Anforderungen nacharbeiten.

### LCD – der Preisbrecher

Für den Privatanwender sind LFS und DLP freilich immer noch eine hohe finanzielle Hürde, vor allem FabLabs, Dentallabore, Druckdienstleister und ambitionierte Modellbauer leisten sich diese Geräte. Den entscheidenden Durchbruch für den reinen Hobby-/Privatanwender lieferte eine von DLP abgeleitete Technik: der LCD-Drucker. Der arbeitet statt mit einem DLP-Projektor mit einem LC-Display, wie wir es von unseren Smartphones kennen. Die meisten dieser Displays haben eine 2K-Auflösung, also 2560 x 1440 Pixel, mit denen sich eine Auflösung von bis auf 25 µm erzielen lässt. Das Display liegt unter dem Harztank, es hat keine herkömmliche Hintergrundbeleuchtung, sondern wird von einer leistungsstarken UV-LED-Anordnung durchstrahlt. Diese besteht bei einigen Modellen aus wenigen leistungsstarken UV-LEDs, die von Fall zu Fall von einer Diffusorfolie abgedeckt sind, bei anderen aus einem Array von vielen, exakt im Rechteck angeordneten UV-LEDs, was wesentlich zu einer gleichmäßigen Ausleuchtung der gesamten Projektionsfläche beiträgt. Diese recht einfache Technik ist erstaunlich leistungsfähig, und im Zusammenspiel mit modernster Sensortechnik konnten diese Drucker schnell die 500-Euro-Preismarke nach unten durchbrechen. Derzeit bewegen sich die Preise für die kleineren dieser Geräte bei 200 bis 300 Euro. Typische Vertreter dieser Klasse sind etwa der Elegoo Mars, der Anycubic Photon oder der bei ELV angebotene Monoprice Mini. Genau diesem wollen wir uns hier in einem Test widmen.

Hält man bestimmte Design-Richtlinien ein und arbeitet im Umgang mit Drucker und Harz sorgfältig, sind selbst mit diesen technisch einfachen 3D-Druckern sehr gute Druckergebnisse erreichbar – detailliert, mit glatten Oberflächen und homogenem Aufbau.



*Bild 6: Hochwertiger DLP-Drucker: Flashforge Hunter, spezialisiert für den Einsatz in Dentallaboren und für Juweliere  
Bild: Flashforge*

### LCD-SLA - die Technik

Der von uns getestete Monoprice Mini (siehe Titelbild) steht beispielhaft für die Technik der LCD-SLA-3D-Drucker. Er hat ein Bauvolumen von 118 x 65 x 110 mm und kann eine Schichtauflösung von 25 bis 100 µm realisieren. Die Mechanik ist gegenüber der des FDM-Druckers vergleichsweise einfach. Sind bei diesem Bewegungen in drei Achsen zu koordinieren, bleibt beim SLA-Drucker nur die Z-Achse übrig, die die während des Druckprozesses nach oben geförderte Druckplattform trägt. Diese muss naturgemäß sehr präzise laufen, denn hier wird die Schichtstärke gesteuert. Beim Monoprice ist die Z-Achse im Gegensatz zu anderen SLA-Druckern oben nicht zusätzlich geführt, die gesamte Ausführung der Achse ist einfach und man hegt den Verdacht, dass diese Anordnung nicht präzise laufen wird. Tut sie aber, wie unsere Tests bewiesen haben, die Präzision wird durch die einfache Mechanik augenscheinlich nicht beeinträchtigt.

#### Die Druckplattform

Am Ausleger der Z-Achse ist die kopfüber hängende Druckplattform befestigt. Die meisten Drucker verfügen hier über eine Befestigungsschraube, wie der in **Bild 7** gezeigte Anet 4-Drucker. Diese arretiert den Druckplattformträger mit der Druckplattform am Z-Achsen-Ausleger. Beim Monoprice Mini hat man an dieser Stelle ein anderes Prinzip angewandt: Hier wird nicht geschraubt, sondern vier starke Magnete halten die Druckplattform in exakter Lage am Ausleger fest (**Bild 8**). Das funktioniert sehr gut. Zum Abnehmen genügt eine leichte Drehbewegung, und die Plattform löst sich. **Bild 9** zeigt die schematische Anordnung der wesentlichen Bauteile des Druckers. Diese Art der Druckplattformbefestigung hat einen technischen Grund, auf den wir später noch eingehen.



*Bild 7: Das weit verbreitete Konstruktionsprinzip der Aufhängung der Druckplattform, hier am Anet A4: Plattform samt Träger mit einer Rändelschraube auf der Z-Achse fixiert. Die Ausrichtung der Plattform erfolgt halbautomatisch, deren Fixierung über vier Schrauben.*



### Der Resin-Tank und die FEP-Folie

Das nächste Teil ist der Resin-Tank. Er ist bei allen DLP-/LCD-Druckern nahezu identisch aufgebaut. Er wird mit dem zuvor gut zu mischenden Kunstharz (Resin) gefüllt und ist auf der Unterseite mit einer transparenten FEP-Folie versehen, die dicht verschraubt ist, sodass das Resin nicht auslaufen kann. Diese Folie ist sehr dünn – in der Praxis verwendet man Folien mit Stärken zwischen 0,1 mm und 0,3 mm – und hat die besten Anti-Haft-Eigenschaften aller Kunststoffe. Deshalb wird sie umgangssprachlich oft Teflon-Folie genannt und die chemische Basis ist tatsächlich sehr ähnlich. Diese Anti-Haft-Eigenschaft ist extrem wichtig im SLA-Druck, denn sie gewährleistet, dass das Druckstück bei exakter Belichtung auch wirklich an der Druckplattform haftet, statt am Boden des Resin-Tanks haften zu bleiben. Deshalb ist es im Gebrauch auch sehr wichtig, dass die Folie glatt und kratzerfrei bleibt, um ihre Oberflächeneigenschaften zu erhalten. **Bild 10** zeigt eine stark vor allem durch Reinigungsprozesse und provoziert falsche Handhabung bei der Reinigung verschlissene Folie am Resin-Tank unseres Monoprice Mini. Diese Folie muss gewechselt werden, denn dieser Zustand hat bereits zu Fehldrucken geführt – die Bottom-Layer des Druckstücks klebten dabei an der FEP-Folie statt an der Druckplattform. Auch eine trübe Folie sollte man alsbald austauschen, weil sie das UV-Licht dämpft und so die eingestellten Belichtungszeiten nicht mehr gelten können.

Was ist FEP? Die komplette Bezeichnung lautet Fluorethylen-Propylen. FEP ist tatsächlich ein Teflon-Derivat, das sich im Gegensatz zu PTFE schmelzen und verformen lässt und so als Folie mit den gleichen chemischen Eigenschaften wie PTFE angeboten werden kann. Neben der extremen Anti-Haft-Eigenschaft ist die Folie beständig gegen fast alle Chemikalien und Lösungsmittel, hat einen sehr weiten Temperatureinsatzbereich von  $\pm 200$  °C bei gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften und weist eine sehr hohe Lichtdurchlässigkeit (für unser hier genutztes UV-Licht bis 99 %) und UV-Beständigkeit auf. In der Industrie findet diese Folie vielfache Anwendung, so z. B. als ultradünne und zuverlässige Trennfolie für die Herstellung von Produkten in Formen. Die an nahezu keinem Material haftende Folie erlaubt ein leichtes Heraustrennen eines Produkts aus der Form.

Für die kleinen SLA-Drucker hat sich hier ein Standardformat mit 140 bzw. 150 x 200 mm etabliert. Man findet das Ersatzfolien-Angebot druckerspezifisch oder allgemein in vielen Shops, die Verbrauchsmaterialien und Ersatzteile für 3D-Drucker führen.

Das Wechseln der Folie muss sorgfältig vorgenommen werden, ist aber auch nicht besonders schwierig, da die hier angewandten Spannmechanismen die Folie sauber und dicht einspannen. Die Bilderserie (**Bild 11**) zeigt einen solchen Wechsel exemplarisch. Wichtig ist ein völlig glattes Einspannen ohne Falten und Verzug, denn dies ist die Voraussetzung, dass überhaupt mit dem Resin (Harz) gedruckt werden kann. Nur so ist die völlig plane Lage zu Druckplattform und LCD-Bildschirm realisierbar.

### Display und UV-Belichter

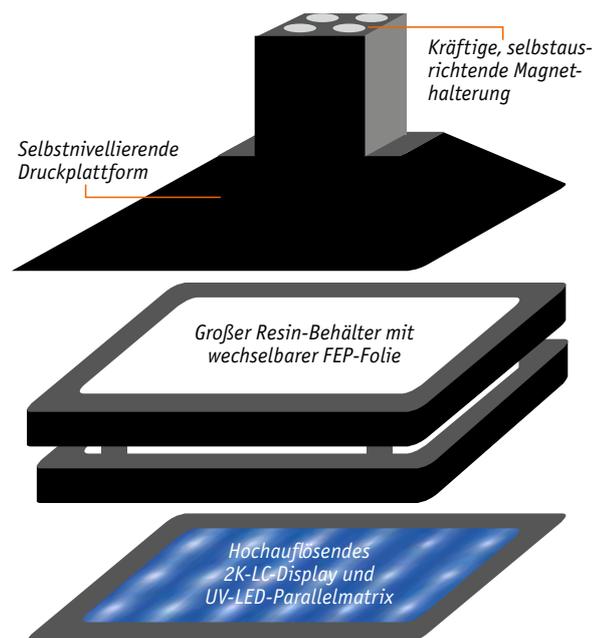
Der Resin-Tank wird mittels Befestigungsschrauben und Führungen sehr genau direkt auf dem LC-Display fixiert, unter diesem befinden sich die UV-LEDs zur Belichtung (**Bild 12**). Die UV-LEDs des Monoprice-Druckers sind im sogenannten Parallel-Array angeordnet, das eine sehr gleichmäßige Flächenausleuchtung realisiert. Da deren Leistungsaufnahme insgesamt 57 W beträgt, ist sie aktiv mit einem Axiallüfter auf der Rückseite des Gerätes gekühlt. Das LC-Display ist ein 2K-Display, hat also 2560 x 1440 Bildpunkte – das ist Standard bei LCD-SLA-Druckern dieser Klasse. Dies hat u. a. den Vorteil, dass das Display, das als Standard-Ersatzteil relativ preiswert erhältlich ist, bei einem Defekt einfach austauschbar ist.

### Bedienung

Der Drucker verfügt zur Bedienung über ein kleines, sehr übersichtliches Farbdisplay und drei Tasten. Die Menüpunkte sind nahezu selbsterklärend,



**Bild 8:** Beim Monoprice Mini gibt es ein selbstnivellierendes Druckplattformsystem, hier halten vier starke Magnete die Druckplattform fest.



**Bild 9:** Der schematische Aufbau eines LCD/DLP-3D-Druckers, hier des Monoprice Mini

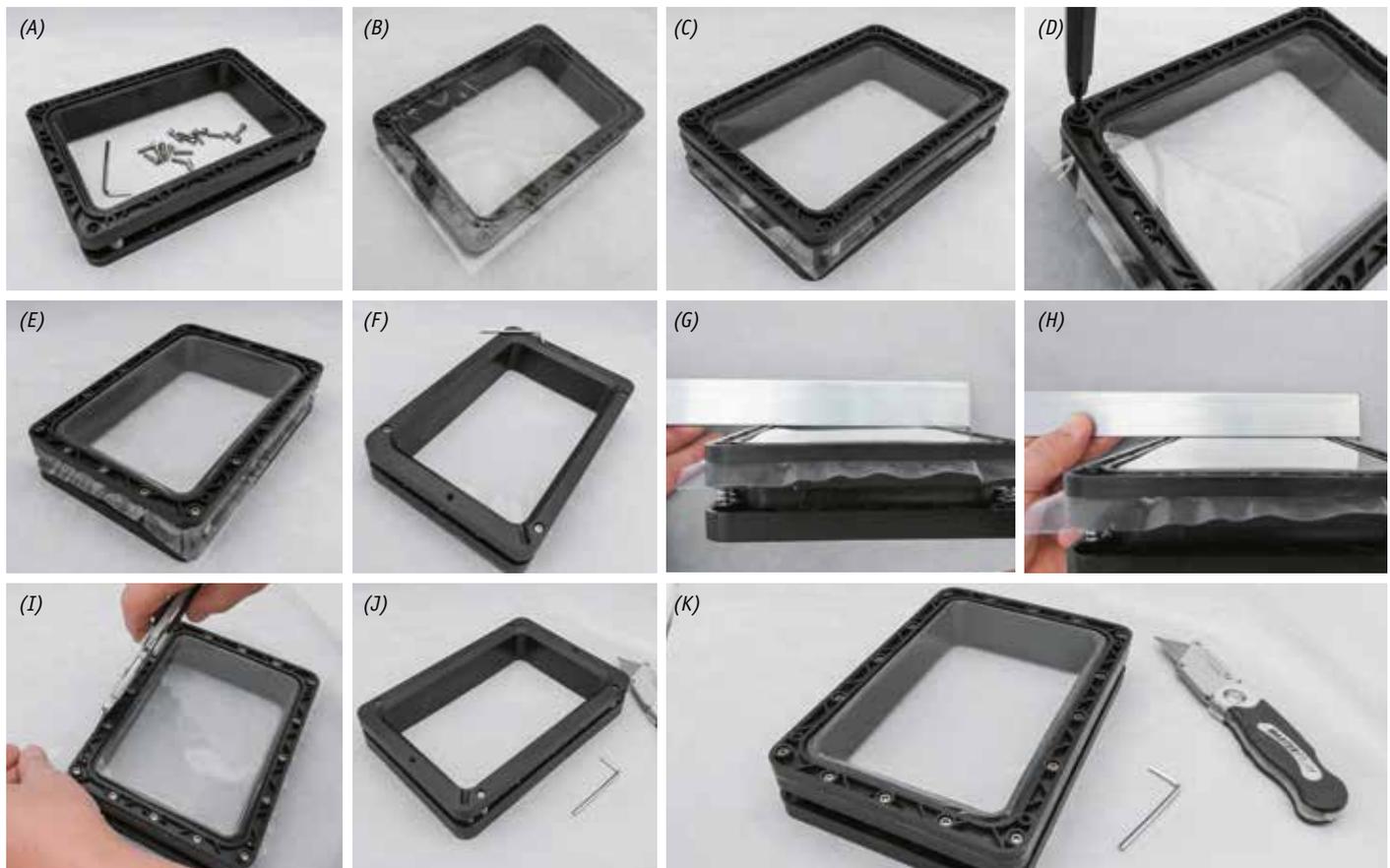


**Bild 10:** Stark verschlissene FEP-Folie – diese Folie muss ausgetauscht werden. Unten ist sie im eingebauten Zustand zu sehen.

eine ausführliche Beschreibung liefert das beigelegte deutsche Handbuch. Hier ist lediglich die mit höheren Firmwareversionen hinzugekommene Test-Option zu erwähnen, die zusätzlich zur Clear-Funktion, die eine Reinigung des Resin-Tanks von Harzrückständen vereinfacht, eine Test-Belichtung vornimmt.

## Software

Der Drucker kann eine Reihe von SLA-Slicer-Formaten direkt verarbeiten, so zum Beispiel das .cbddlp-Format des ChituBox-Slicers ([Bild 13](#)), das .photon-Format des Photon-Slicers und das .cws-Format, das



*Bild 11: Der Wechsel der FEP-Folie beim Monoprice Mini: Zunächst wird die alte Folie durch Lösen aller Schrauben auf der Unterseite mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel gelöst und eventuelle Harzreste werden entfernt. Dabei muss man darauf achten, dass die Muttern nicht aus dem Rahmen fallen (A). Der gelöste Rahmen wird abgenommen. Die vier federbelasteten Schrauben sind so weit zu lösen, dass der eigentliche Tank nicht mehr über den Rahmen übersteht. Alle weiteren Arbeiten sollten auf einer planen und weichen Unterlage erfolgen, um keine Kratzer in die Folie einzubringen.*

*Es wird die neue Folie aufgelegt (B), auf diese der zuvor abgenommene Rahmen (C). Die Folie muss jetzt noch nicht absolut straff gespannt sein. Nun durchsticht man mit einem spitzen Gegenstand, z. B. einer Ahle, die Folie an der ersten Ecke (D). Jetzt werden nacheinander alle Schrauben nach jeweiligem Durchstechen der Folie eingesetzt und jeweils über Kreuz verschraubt (E). Damit dabei nicht die*

*Muttern aus dem Rahmen nach unten herausfallen, kann man in den Zwischenraum ein passendes Stück Holz oder Schaumgummi einlegen. Die Folie muss jetzt immer noch nicht absolut straff gespannt sein.*

*Dem folgt nun das vorsichtige Anziehen der vier federbelasteten Schrauben, die die Folie über das Absenken des Tank-Rahmens spannen (F). Diese werden gleichmäßig nur so weit hereingeschraubt, dass die Folie genau mit dem Rahmen des Tanks abschließt, um später genau plan auf dem Display aufzuliegen. Dies kann man mit einem exakt geraden Gegenstand leicht kontrollieren.*

*In Bild (G) ist zu sehen, dass die Folie links noch nicht weit genug gespannt ist, in Bild (H) ist sie plan.*

*Ist die Folie sauber gespannt, kann sie ringsum mit einem Messer abgeschnitten werden (I). Zum Abschluss kontrolliert man die exakte plane und straffe Lage der Folie (J) und (K) und reinigt sie mit Isopropanol von Fingerabdrücken und Staub.*

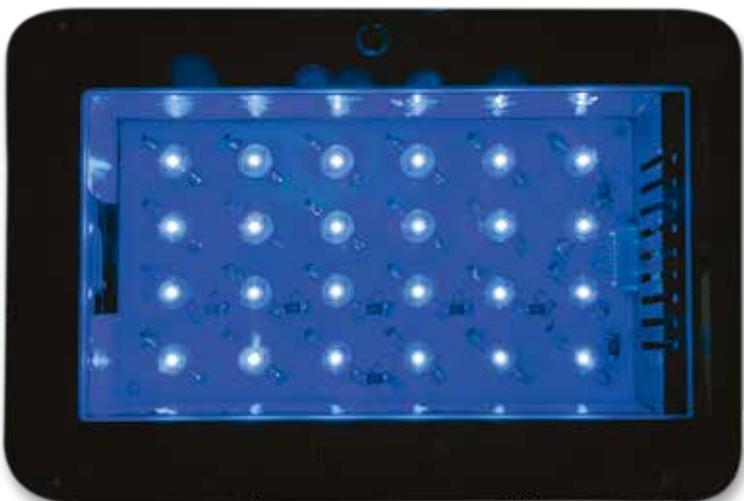


Bild 12: Das von der UV-LED-Parallelmatrix durchleuchtete LC-Display des Monoprice Mini

das Programm „Creation Workshop“ abliefern. Auch Autodesk Print Studio ist einsetzbar, dafür wird in der mitgelieferten Software-Suite ein Profil des Druckers mitgeliefert. Für weitere Slicer gibt es Hinweise zum Drucker-Profil innerhalb der Creation Workshop-Beschreibung des Handbuchs.

## Konnektivität, WLAN, Webserver

Der Monoprice Mini verfügt über zwei Möglichkeiten der Zuführung von Druckdaten. Zum einen ist ein microSD-Karten-Slot vorhanden, zum anderen ist eine passende Speicherkarte, auf der sich ein bereits verarbeitbares Druckfile befindet, im Lieferumfang enthalten.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, den Drucker in das eigene WLAN einzubinden. Dazu ist ein über die microSD-Karte einzuspielendes .config-File zu



erzeugen, das dem Drucker die SSID und das WLAN-Kennwort des benutzten WLANs mitteilt, dieser konfiguriert sich dann automatisch und loggt sich in das WLAN ein. Um dann auf den Webserver des Druckers zugreifen zu können, der u. a. einen eigenen rudimentären, aber funktionierenden Slicer (Bild 14) verfügt, muss man sich lediglich mit dem im Display des Druckers angezeigten Zugangscode einloggen. Das ist mitunter lästig, wenn man den Drucker etwa im Nebenraum stationiert hat. Je nach Firmwarestand des Druckers ist dieses Einloggen aber auch nur bei der ersten Inbetriebnahme nötig, später erscheint die Webserver-Oberfläche sofort nach Aufruf der zum Drucker gehörenden Netzwerk-ID. Die WLAN-Verbindung hat sich im Test als zuverlässig genug erwiesen, um mit einem Einloggen je „Arbeitstag“ auskommen zu können. Außerdem wird ein vom Slicer erzeugtes Druckfile während des Drucks nicht Stück für Stück im WLAN vom Computer aus übermittelt, sondern intern vom Webserver des Druckers auf die Speicherkarte geschrieben und von dort aus abgearbeitet. Das WLAN wird also während des Drucks außer zur Überwachung nicht benötigt und eine eventuelle WLAN-Störung wirkt sich nicht auf den Druckverlauf aus.

Zur Generierung des WLAN-Config-Files muss man ein Online-Portal aufrufen, das nach Eingabe der SSID und des WLAN-Passwortes ein .config-File auf dem eigenen PC erzeugt, das man auf die Speicherkarte kopiert. Wer aus Sicherheitsgründen seine WLAN-Daten nicht einem anonymen Webdienst übergeben will, kann sich mit einem Texteditor die .config-Datei selbst schreiben. Wie das im Detail geht, haben wir auf der Produktseite des Druckers hinterlegt.

Der Web-Server des Druckers, ein Photonics3D-Derivat, bietet trotz des eher schlichten Aussehens einigen Komfort. So ist das Handling von Druckfiles sehr bequem, man kann sie per Upload aus dem PC hier ablegen. Der Belichtungsvorgang ist Schicht für Schicht kontrollierbar. Mit jedem erzeugten Slicer-File werden auch die Settings für die Belichtungs- und Druckzeiten sowie die Separationshöhe für das Herausheben der Plattform zum Vorbereiten der nächsten Schicht erzeugt. Diese kann man im Webserver noch nachträglich anpassen, z. B. wenn man Resine anderer Hersteller bzw. anderer Konsistenz benutzt, bevor man den Druck startet. Auch ist hier unter „Settings“ eine Profilanpassung an den Drucker möglich.

### Automatische Kalibrierung

Ein Clou des Monoprice-Druckers ist die vollautomatische Kalibrierung der Druckplattform bei jedem Druckvorgang. Hier kommen wir wieder auf die zuvor erwähnte Magnethalterung der Druckplattform zu sprechen. Diese ist eine pfiffige Lösung, die daraus resultiert, dass im Z-Achsen-Ausleger des Monoprice Mini der Stellmotor für die Kalibrierung verbaut (Bild 15) und somit ein Abnehmen des Plattformträgers wie bei anderen Druckern nicht möglich ist. Der Stellmotor sorgt für eine exakt plane Lage der Druckplattform und eine Grundeinstellung über der FEP-Folie des Resin-Tanks – ohne Hilfsmittel wie Papierblatt o. Ä. Man sollte auf keinen Fall das Handrad des Stellmotors manuell verdrehen, dies verstellt die Kalibrie-

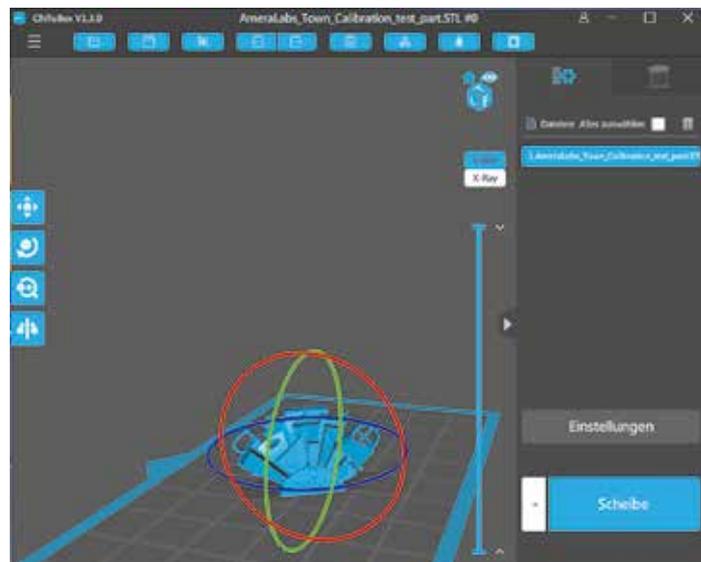


Bild 13: Perfekt an den SLA-Workflow angepasst: die Prework- und Slicer-Software ChiTuBox. Hier ist ein besonderes Testobjekt geladen, das dem Druckertest für feinste Details, Schriften usw. dient: AmeraLabs Town\_Calibration-Testpart

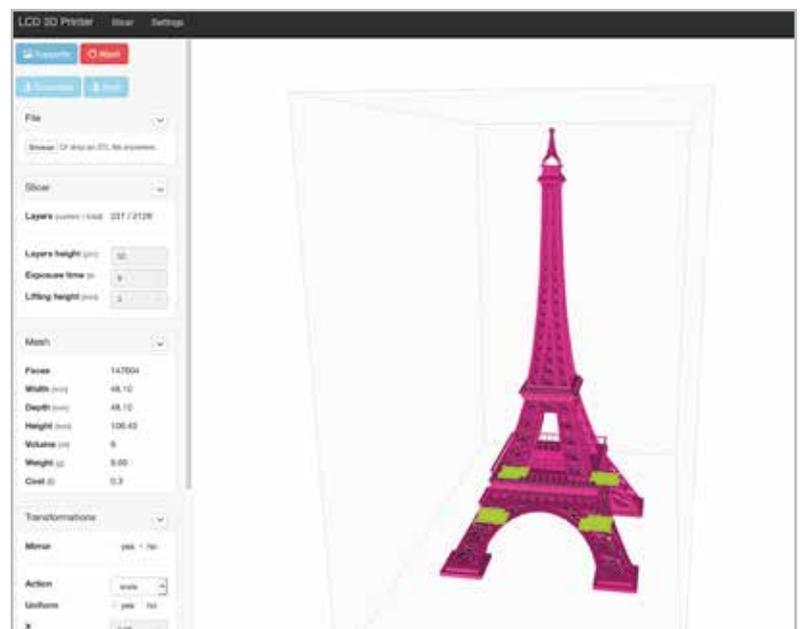
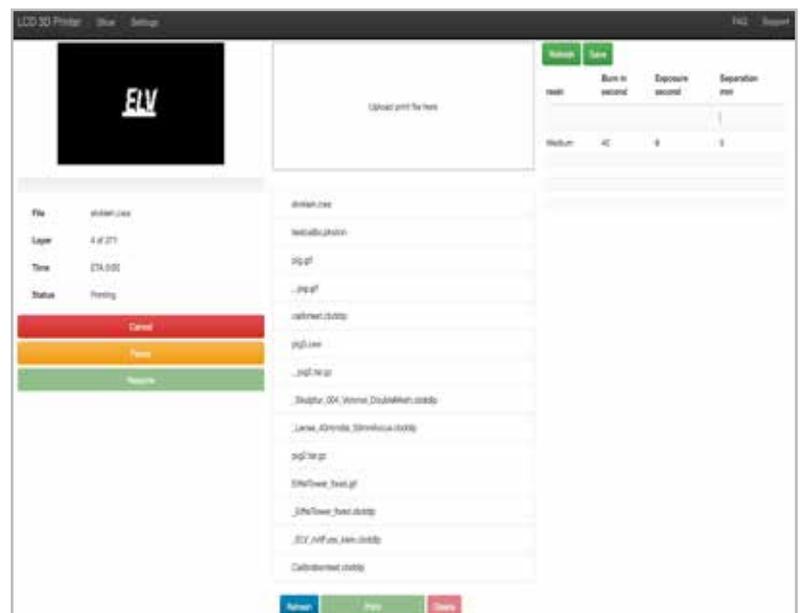


Bild 14: Der per WLAN erreichbare Webserver des Monoprice Mini bietet neben der Fernsteuerung und der Konfiguration auch einen rudimentären Slicer (hier bei der Arbeit: die gerade „geschnittene“ Schicht ist grün dargestellt).



Bild 15: Hier sieht man den Stellmotor für die automatische Kalibrierung. Er sorgt für eine automatische Ausrichtung der im Ruhezustand lose eingespannten Druckplattform und den exakten Abstand bei der Kalibrierung über der FEP-Folie.

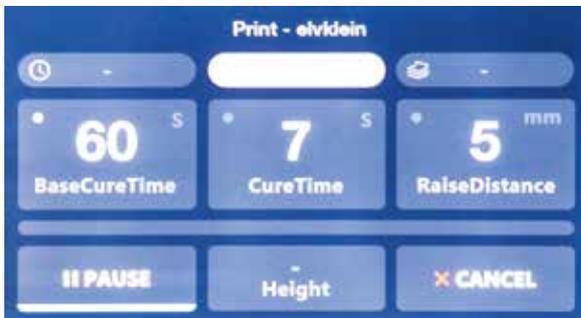


Bild 16: Über das Drucker-Display hat man die volle Kontrolle. Hier lassen sich u. a. alle wichtigsten Druckparameter nochmals nachjustieren.



Bild 17: Der kleine Beispieldruck des ELV Logos zeigt auch in der Vergrößerung eine nahtlose, transparente Struktur.



Bild 18: Die Maßhaltigkeit ist für solch ein einfaches Gerät wie den Monoprice Mini sehr gut – angelegt ist das Logo mit 16 mm Höhe.

rung. Das manuelle Verstellen ist vermutlich nur zu nutzen, wenn man als erfahrener Nutzer spezielle Grundeinstellungen vornehmen möchte. Ansonsten Finger weg! Die Kalibrierung verläuft tatsächlich recht unauffällig vor jedem Druckvorgang und funktioniert perfekt – angesichts des Preises dieses Druckers eine erneute positive Überraschung.

### Einfacher Ablauf, gute Druckqualität

Die eigentliche Arbeit am Drucker ist vergleichsweise simpel: Resin einfüllen, Druckfile anwählen, Druck starten. Im Menü des Druckers kann man bei Bedarf jederzeit die wichtigsten Belichtungsparameter manuell ändern (Bild 16), aber auch eine (verlustfreie) Pausenfunktion aktivieren, um z. B. zu kontrollieren, ob das Druckstück tatsächlich fehlerfrei aufgebaut wird.

Die Druckqualität ist nach ersten Versuchen und optimaler Resin-Abstimmung beeindruckend: filigrane Details, glatte Oberflächen, keine sichtbaren Schichtungen (Bild 17). Hier zeigt sich die typische Eigenschaft des SLA-Druckers, homogene und hochdetaillierte Gegenstände herzustellen. Und auch die Maßhaltigkeit geht für eine solche einfache Maschine völlig in Ordnung. Das in Bild 18 abgebildete Logo, das mit Original-Resin mittlerer Konsistenz aus der mitgelieferten Resinflasche gedruckt wurde, war auf 16 mm Höhe angelegt, herausgekommen sind 15,96 mm (Bild 18) – da schneiden andere SLA-Drucker dieser Preisklasse schlechter ab.

Noch ein Wort zur Druckplattform: Die Beschichtung fühlt sich etwas rau an, ähnlich der bekannten BuildTak-Oberfläche aus dem FDM-Druck. Im Test hat sie keine Schwächen gezeigt, die Haftung war stets gegeben, exakt plan ist sie auch. Ein Wechsel ist offensichtlich nicht vorgesehen, nach unseren ersten Erfahrungen genügt erst einmal sorgfältiges Reinigen nach dem Druck. Im Internet findet man auch den Tipp, bei nachlassender Haftung die Oberfläche exakt plan anzuschleifen, dies ist bei unserem Drucker aber bisher nicht notwendig gewesen. Wen die nicht ganz glatte Oberfläche beim Ansatz seines Druckobjekts stört, dem bleibt immer noch das beim SLA-Druck sowieso unerlässliche Anhaften mit Stützstrukturen.

### Reinigung

Das Reinigen des Druckers ist relativ simpel. Schon bevor man die Druckplattform nach dem Druck abnimmt, streicht man mit einem weichen Plastikschaaber vorsichtig die schrägen Oberseiten ab, um so anhaftendes Resin komplett in den Resin-Tank zurückzubefördern. Das Ausgießen nicht verbrauchten Resins wird durch eine Ausgießrinne im Tank unterstützt. Resin-Reste auf der FEP-Folie muss man nicht unbedingt mechanisch entfernen – nach dem Ausgießen des Resins führt man einfach ein- oder mehrmals die „Clear“-Funktion aus. Dabei härtet das verbliebene Resin auf der Folie aus und man kann es vorsichtig und unter Zuhilfenahme von Isopropanol als komplette Schicht abziehen. Ein Schaben oder Wischen mit z. B. einem Werkstatt-Papier-Reinigungstuch auf der FEP-Folie sollte man möglichst vermeiden, da dies sehr schnell zu einer unbrauchbaren FEP-Folie führt (siehe Bild 15). Abschließend sollte man den Tank noch einmal unter fließendem Wasser abspülen und an der Luft trocknen lassen.

### SLA – der andere Workflow

In den vergangenen Jahren haben viele von uns schon reichlich Erfahrung mit FDM-Druckern (3D-Drucker mit Filament) gemacht. Der SLA-Druck erfordert, wie es schon in der Beschreibung des Monoprice Mini angeklungen ist, eine deutliche Umstellung – vom Entwurf der Druckobjekte bis zum gesamten Arbeitsablauf rund um den 3D-Druck selbst.

Das beginnt beim flüssigen Kunstharz, Resin genannt. Erste Wahl und für den Einstieg unbedingt anzuraten sind Resine des Druckerherstellers – auch wenn diese mitunter teurer sind als Produkte der Konkurrenz oder No-Name-Produkte. Mit dem passenden Resin und dem herstellereitig angelegten Druckerprofil kann man fast nichts falsch machen. Hat man



Bild 19: Unabdingbar für die Weiterverarbeitung des nach dem Druck übrig gebliebenen Resins: feinste Filter, die Schmutz- und feste Harzpartikel ausfiltern

einige Erfahrungen gesammelt, kann man auch mit anderen Resinen drucken. Hierzu sind meist die Druckparameter für die Belichtungszeiten für die ersten Schichten (Bottom exposure), die weiteren Schichten (Normal exposure), Pausenzeit nach dem Belichten und Bottom-Layer-Anzahl an das verwendete Harz anzupassen. Im Internet finden sich dazu vielfach umfangreiche Tabellen, wenn man „Druckermodell Resin Settings“ oder „Druckermodell Slicer Settings“ sucht. Auch auf den Seiten der Hersteller wird man mitunter fündig, wenn es dort einen Forenbereich gibt.

### Das Zubehör

Auch das benötigte bzw. empfohlene Zubehör rund um die gesamte Druckstück-Produktion („Workflow“) ist anders als beim FDM-Druck. Als Mindestausstattung, auch oft bereits im Lieferumfang der Drucker enthalten, gilt es, sich Einmalhandschuhe („Gummihandschuhe“ – kein Latex!), einen Kunststoffschaber, einen Nylon- oder Edelstahlfilter, ein bis zwei dicht verschließbare und zum Bauraum des Druckers bzw. Druckstückgröße passende Behälter, Isopropanol (Isopropylalkohol 99,9 %, technischer Alkohol), eine ausreichend große Kunststoffwanne sowie eine UV-Lichtquelle zuzulegen. Optional bieten Schutzbrille und ein Atemschutzfilter einen erhöhten Schutz vor Gesundheitsgefahren. Denn je nach Harzsorte können beim Umgang mit dem Resin und beim Druckvorgang erhebliche Ausdünstungen entstehen, denen man sich nicht aussetzen sollte. Deshalb sollte der Betrieb des Druckers auch in einem gut belüftbaren Raum stattfinden.

Falls nicht mit dem Drucker mitgeliefert, sollte man sich auch ein, zwei FEP-Folien im für den Drucker benötigten Maß zulegen, damit man nicht bei einer verschlissenen Folie urplötzlich nicht mehr weiterarbeiten kann.

### Das Kunstharz (Resin) und der Umgang damit

Wozu werden diese genannten Materialien benötigt? Man muss sich zunächst vergegenwärtigen, dass man hier mit einem flüssigen Kunstharz hantiert. Dieses enthält zahlreiche Bestandteile, die u. a. den Polymerisationsprozess unter UV-Licht-Einfluss erst in Gang setzen – nicht umsonst muss man die Resinflasche vor dem Einfüllen des Harzes gründlich schütteln, um die sich absetzenden Resinbestandteile sauber zu mischen. Das Resin dünstet, einmal an der Luft, eine Reihe von Stoffen aus, die man nicht direkt einatmen sollte. Sie können auch Haut, Schleimhäute und Augen reizen. Und ein verschütteter Harztropfen verhält sich im Grunde wie guter Klebstoff – je nach Material, auf das er auftrifft, ist er mehr oder weniger bis gar nicht entfernbar. Mittel der Wahl zur Entfernung ist möglichst hochkonzentrierter technischer Alkohol (Isopropanol 99,9 %), auch (Bio-) Ethanol oder in hartnäckigen Fällen, bei entsprechender Materialverträglichkeit, Aceton sind einsetzbar.

Entsprechend ist also etwas Vorsicht beim Hantieren mit dem Kunstharz angeraten. Deshalb Handschuhe, ggf. weitere Schutzausrüstung, technischen Alkohol zum Reinigen, Werkstatt-Reinigungstücher („blaue

Rolle“) und einen ausreichend großen Kunststoffbehälter, z. B. eine große Fotoschale oder ein Materialkasten wie etwa eine Industrie-Lagerbox, bereithalten. Ausreichend Reinigungstücher für den Fall des Falles sollten immer griffbereit sein, aber wie erwähnt dringend abzuraten ist das Reinigen der FEP-Folie des Resinbehälters sowie der Displayfläche mit den ansonsten enorm praktischen Werkstatt-Reinigungstüchern aus Papier. Hier können zahlreiche Minikratzer entstehen, die eine saubere Belichtung verhindern und im Extremfall sogar zu einer unbrauchbaren FEP-Folie führen. Hier helfen z. B. glatte Mikrofaserstücher, wie man sie aus der Autopflege („Poliertücher“) oder der Kosmetik kennt.

Nach einer Druck-Session, die natürlich auch mehrere Druckvorgänge nacheinander umfassen kann, sollte man den Resin-Tank entleeren. Gerade unter hellem Licht und erst recht unter Sonnenlichteinfluss bildet sich sonst schnell eine aushärtende „Haut“ auf der Oberfläche und das Resin beginnt auszuhärten. Es ist dann auf Oberflächen wie denen der Druckplattform u. Ä. schwer zu entfernen, und einmal vergessenes und durchgehärtetes Resin im Tank zieht fast automatisch einen notwendigen Ausbau und Wechsel der FEP-Folie nach sich. Außerdem dünst länger an der Luft offenstehendes Kunstharz Bestandteile aus, die zur Polymerisation benötigt werden, entsprechend schlechter können spätere Druckergebnisse mit diesem Resin ausfallen.

Das Ausgießen sollte *immer* durch einen feinen Filter erfolgen. Hier bewähren sich Einmal-Nylonfilter und – noch besser – quasi unendlich oft benutzbare, weil reinigungsfähige Edelstahlfilter (Bild 19). Zusätzlich kann man noch einen passenden Trichter einsetzen und man ist ganz auf der sauberen Seite. Warum stets durch den Filter gießen? Im Resin-Tank finden sich immer kleine, ausgehärtete Resinteile. Entweder stammen sie aus der Aushärtung durch Umgebungslicht, etwa auf der Oberseite der Druckplattform (deshalb haben quasi alle SLA-Drucker eine UV-abweisende Schutzhaube, die man auch benutzen sollte), oder es sind Partikel aus dem Druckstück selbst, etwa von den Stützstrukturen oder vom durch entsprechende Ablauflöcher stammenden Resin. Diese Partikel sind im Resin kaum mit bloßem Auge zu sehen, erst nach dem Durchsieben des Resins findet man sie. Die Aufbewahrung des Resins sollte in dunklen, lichtgeschützten Behältern erfolgen, die wirklich dicht schließen. Zudem ist ein kühler Aufbewahrungsort zu wählen, wobei man bei Benutzung das Resin erst eine Weile an die Raumtemperatur anpassen, also rechtzeitig bereitstellen sollte. Viele Hersteller geben eine optimale Verarbeitungstemperatur vor, meist sind dies 20 °C. Diese sollte man möglichst einhalten, immerhin helfen hier keine Heizungen wie beim FDM-Druck – die Prozesse laufen sehr viel chemischer ab.

### CAD und CAM

Die Objekte werden im Grunde genauso in einem CAD-Programm eigener Präferenz konstruiert wie vom FDM-Druck gewohnt. Allerdings sollte man für den SLA-Druck einige weitere Design-Richtlinien beachten, um typische Fehldrucke zu vermeiden. So sollte die Wand-

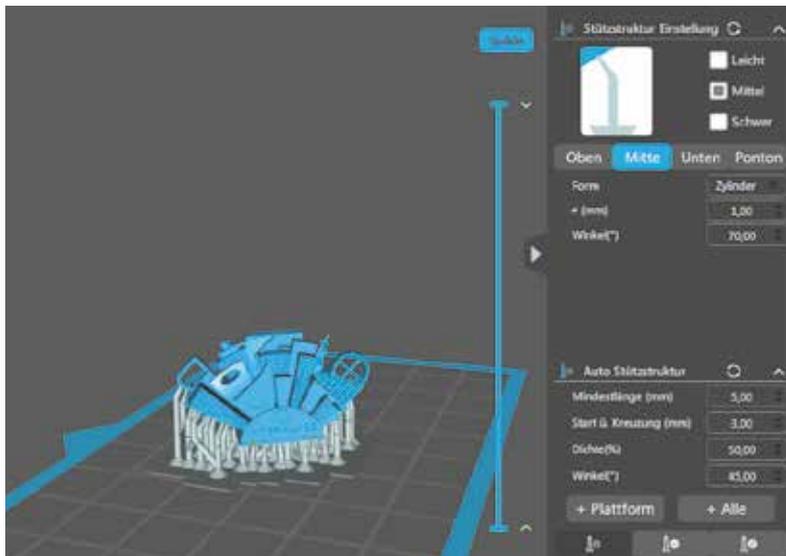


Bild 20: Stützstrukturen sind beim SLA-Druck sehr wichtig, um gute Haftung an der Druckplattform und die exakte Ausführung von Überhängen zu gewährleisten.

stärke mindestens einen Millimeter betragen. Man kann die für die eigene Kombination von Drucker und Resin mindestens mögliche Wandstärke gut testen, indem man ein Test-Druckstück mit verschiedenen stehenden Rippen und verschiedenen Stärken drucken lässt. Zu dünne Wandstärken äußern sich in Abreißen, Umknicken oder Zusammenfallen während des Drucks sowie löchriger Struktur. Spaltmaße für eine spätere Montage von Teilen untereinander sollten 0,5 mm nicht unterschreiten, ebenso der Zwischenraum zwischen später beweglichen Teilen.

Viele Teile im SLA-Druck erfordern keinen massiven Materialaufbau, sie können auch mit Hohlräumen aufgebaut werden. Dies spart Material und wertvolle Druckzeit. Für diese Hohlräume sollte man gleich konstruktiv Ablauflöcher – unauffällig platziert – für das Resin vorsehen. Dieses sollte schnell ablaufen können, weshalb man auch später das Objekt im Slicer oft schräg platziert, darauf kommen wir noch. Unter anderem zum Abfließen des Resins verfügen die SLA-Drucker über die Separation-Funktion. Dazu muss man bei nach oben dichten und besonders bei größeren Objekten zusätzlich Löcher für den Luftdruckausgleich im Objekt vorsehen, sonst bleibt beim Herausziehen des Druckobjekts aus dem Resin zum Abfließen des Harzes ein Unterdruck im Objekt bestehen, der ein vollständiges Auslaufen des Resins verhindert und am Ende aufwendiges Nacharbeiten erfordert.

Manche Slicer wie z. B. ChiTuBox verfügen über eine Automatikfunktion für das Setzen von Löchern („Loch graben“) sowie für das nachträgliche Aushöhlen des Objekts, dies unterstützt vor allem Einsteiger



Bild 21: Professionelle Tools für das Waschen und Nachbelichten – links die Formlabs Washkammer, rechts die Formlabs Aushärtkammer

sehr. Auch den bekannten Meshmixer kann man zur nachträglichen Erstellung von Hohlräumen einsetzen. Unter [6] findet sich eine sehr gute Anleitung dazu. Dieses Verfahren eignet sich gut für Gelegenheitskonstrukteure, die sich mit dem Aushöhlen komplizierterer Objekte im eigentlichen CAD-Programm noch schwertun.

Zum Abschluss der Konstruktion legt man das Objekt ganz normal als .stl- oder .obj-File ab. Je nach Objekt und Konstruktionsfertigkeit kann man es danach noch durch eines der bekannten Programme wie Meshmixer, Meshlab oder netfabb prüfen und optimieren lassen, bevor man es in den Slicer seiner Wahl lädt.

Im SLA-Druck wird vor allem ChiTuBox gern genutzt. Es ist relativ einfach beherrschbar, steht auch in Deutsch zur Verfügung und verfügt über zahlreiche, auf SLA-Druck spezialisierte Features wie eben das erwähnte Aushöhlen, Ablaufloch-Setzen, aber vor allem auch über eine umfangreiche Stützstruktur-Funktion (Bild 20). Stützstrukturen sind, noch weit mehr als beim FDM-Druck, essenziell für ein erfolgreiches und maßhaltiges Drucken im SLA-Prozess. Denn hier hängt das Druckstück eben kopfüber an der Druckplattform. Die Haftung wird nicht nur durch die Bewegung der Z-Achse angegriffen, sondern auch durch die Bewegung im oft auch zähflüssigen Resin, durch das zunehmende Eigengewicht des Objekts, den Resinablauf, den Druckausgleich im Zusammenhang mit der Struktur des Objekts und anderen Einflüssen mehr. Unter anderem deshalb sollte man etwa insbesondere größere Objekte nicht direkt auf der Druckplattform ansetzen lassen, sondern diese so unter der Berücksichtigung eines optimalen Resinablaufs schräg und auf Stützstrukturen stellen, dass sie über mehrere und ausreichend kräftig dimensionierte Stützen auf der Druckplattform haften. Außerdem sind weitere Stützstrukturen erforderlich, wenn es Überhänge gibt. Diese verhindern ein Absinken eines Überhangs, solange dieser nicht ausreichend dick gedruckt und ausgehärtet ist. Die Slicer setzen die Stützen strukturell so an, dass sie im Nachbehandlungsprozess leicht und meist spurlos entfernbar sind. Gerade auf diesem Gebiet muss man viel Erfahrung sammeln und ein wenig experimentieren, um zum gewünschten hochqualitativen Ergebnis zu kommen.

Nach dem Vorbereiten im Slicer kann es an das Slicen gehen. Vorab noch ein Tipp: Im Gegensatz zum FDM-Druck sollte man die zur Verfügung stehende Druckplattformfläche, sofern man mehrere Objekte drucken möchte, komplett ausnutzen und entsprechend im Slicer platzieren. Dies spart enorm Druckzeit, denn beim SLA-Druck wird eben jede Schicht, so umfangreich strukturiert und mit wie vielen Objekten sie versehen sein mag, immer in der gleichen Belichtungszeit je Schicht aufgebaut. Die entscheidenden Zeitfaktoren sind hier allein die Schichtstärke, also die Gesamt-Layer-Anzahl des Objekts und seine Höhe. Bei mehreren Objekten sollte man allerdings auch Objekte einer möglichst gleichen Höhe auf einmal drucken, damit sich nicht Resinreste in niedrigeren Objekten verfestigen können, während das nebenliegende Objekt noch lange weiter aufgebaut wird. Denn es bleiben vielfach dünne Resinschichten in Zwischen-



räumen stehen, die beim zeitnahen Waschen in der Nachbehandlung sauber entfernt werden können, solange sie sich noch nicht länger festigen konnten.

Das Slicen erfolgt ähnlich wie vom FDM-Druck bekannt, es wird eine maschinenlesbare Datei gebildet, die aber im Gegensatz zum FDM-Druck etwas anders aufgebaut ist. Denn nach der jeweiligen Positionierung der Druckplattform für die neue Schicht wird aus dem gebildeten „Bildstapel“, in den der Slicer das Objekt aufgeteilt hat, immer das jeweilige Bild als Negativ auf das Display geschickt, wie am Anfang des Artikels bereits beschrieben. Die „weißen“ Flächen lassen das UV-Licht des UV-LED-Strahlers hindurch, so werden nur die benötigten Resinteile belichtet. Übrigens tut sich hier ebenfalls ChiTuBox hervor – das Programm „sliced“ Objekte in einer enormen Geschwindigkeit. Bei anderen Slicern wartet man hier schon einmal etliche Minuten.

### Nachbearbeitung

Nach dem Druck kommt bei SLA die Nachbearbeitung. Einige Ansätze haben wir ja schon erwähnt. Nach dem Abschluss des Drucks nimmt man zeitnah das Druckobjekt von der Druckplattform ab, ggf. löst man es unter Zuhilfenahme eines Kunststoff- oder dünnen, scharfen Metallschabers (z. B. Japanspachtel oder Herdklinge) und gibt es in ein fest verschließbares Gefäß, etwa ein Schraubglas. In dieses füllt man Isopropanol, hilfsweise auch Bio-Ethanol, ein und bewegt das geschlossene Glas, um das Objekt zu waschen. Dabei nicht zu stark schütteln, um keine Schäden am Druckobjekt anzurichten. Bei sehr empfindlichen Objekten und generell im zweiten Reinigungsvorgang reinigt man unter reichlich Zugabe von Isopropanol mit einem weichen Pinsel oder gar nur mit einem Luftstrom, etwa aus einem kleinen Paintbrush-Kompressor – niemals mit einem Fön oder Ähnlichem, denn hier lauert Brandgefahr! Alternativ kann man das Objekt auch in einem geeigneten Ultraschall-Reinigungsgerät reinigen, wobei man auch hier sehr vorsichtig mit der Reinigungsflüssigkeit umgehen muss. Wer auf Nummer sicher gehen will oder sehr häufig und vielleicht professionell SLA-Drucke produziert, sollte über eine professionelle Waschanlage und eine Aushärtekammer nachdenken (Bild 21). Hier wird das Objekt automatisch gewaschen und nachbelichtet. Dem Selbstbau bieten sich hier übrigens kreative Räume.

Nach dem Waschen, ggf. in mehreren Durchgängen in getrennten Waschbehältern, wird der Waschprozess durch Abspülen mit Wasser gestoppt. Zu langes Waschen mit Isopropanol kann empfindliche Strukturen, die nach dem Drucken noch nicht komplett durchgehärtet sind (deshalb fühlt sich ein SLA-Druck zunächst etwas seifig/glitschig an), schädigen oder Verfärbungen hervorrufen, schließlich handelt es sich um ein starkes Lösungsmittel.

Nach einer letzten Kontrolle auf sauberes Auswaschen und ggf. manuelles Entfernen von Resinresten erfolgt der finale Aushärtungsprozess durch nochmaliges Bestrahlen des Objekts mit UV-Licht. Auch dazu gibt



Bild 22: Vielfach im Haushalt vorhanden und für kleine Objekte gut zum Aushärten geeignet: Nagellack-Härtegerät. Bild: Beurer

es mehrere Möglichkeiten. Die einfachste ist die direkte Sonnenbestrahlung: Man stellt also das Objekt im Freien auf und dreht es alle paar Minuten ringsum in die Sonne. Eine einfache Maßnahme für kleine Objekte ist auch das Bestrahlen mit einem UV-Nageltrockner (Bild 22). Der Handel hält speziell für das Nachbehandeln von SLA-Drucken leistungsstarke UV-LED-Scheinwerfer, meist kombiniert mit einer durch die UV-Lampe solarbetriebenen Drehplattform bereit. Dieses Equipment kann man sich einfach selbst bauen – so mancher von uns Elektronikern hat ja bereits das Wichtigste im Labor zu stehen, einen UV-Platinenbelichter, den man hier umfunktionieren kann. Schließlich kommt auch die bereits oben genannte Aushärtekammer (Bild 21) infrage.

Wenn sich die Oberfläche glatt, hart und nicht mehr seifig anfühlt, ist das Objekt ausgehärtet. Zu lange Exposition kann zu Verformungen und Verfärbungen führen (siehe bräunliche Ansätze in Bild 17). – immerhin ist das Resin UV-empfindlich.

Späterer UV-Licht-Einfluss ist überhaupt ein Thema. Das Kunstharz bleibt auch nach dem Aushärten zu einem gewissen Grad UV-lichtempfindlich und kann sich z. B. unter stärkerer UV-Licht-Bestrahlung, also auch in intensivem Sonnenlicht, verfärben. Und höhere Temperaturen sind auch nicht der Lebensdauer förderlich, das Kunstharz verformt sich schon je nach Sorte bei Temperaturen ab etwa 40 °C. Und: Resine sind bisher nicht lebensmittelecht.

Ist das Objekt also solchen Einflüssen ausgesetzt, muss es beschichtet werden, im einfachsten Fall mit transparentem Schutzlack.

Womit wir zur finalen Nachbearbeitung kommen. Die Oberflächen von SLA-Objekten sind meist untauglich glatt, aber mitunter muss man feine Rundungen doch nacharbeiten, siehe dazu die Voxel-Betrachtung am Anfang des Artikels. Auch sind manchmal die Spuren von Stützstrukturen zu beseitigen. Viel mehr Nacharbeit ist kaum vonnöten, zwar kann man das Material beliebig mechanisch bearbeiten, lackieren etc., aber wenn man geschickt konstruiert und gleich in der gewünschten Farbe druckt, ist keine Nacharbeit nötig.

Was bleibt als Fazit? SLA-Druck ist wie der FDM-Druck inzwischen massentauglich geworden, die Geräte sind erschwinglich und funktionieren sehr gut, allein die Verbrauchsmaterialien, sollen sie hochqualitativ sein, verursachen einige Betriebskosten. Dies wird jedoch ausgeglichen durch die nun auch dem privaten Anwender sich eröffnende Chance, Bauteile in hochwertiger Qualität selbst herstellen zu können, woran vor einigen Jahren noch nicht zu denken war. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Das Patent von Wyn Kelly Swainson  
<https://patents.google.com/patent/US4041476>
- [2] Das SLA-Patent von Chuck Hull  
<https://patents.google.com/patent/US4575330>
- [3] History of Stereolithographic Processes, Paulo Jorge Bartolo and Ian Gibson  
[https://www.springer.com/cda/content/document/cda\\_downloadaddocument/9780387929033-c1.pdf](https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloadaddocument/9780387929033-c1.pdf)
- [4] Arbeitsweise des LFS-Druckers  
<https://formlabs.com/de/3d-printers/form-3/>
- [5] Forschungsarbeit Berkeley University  
<https://news.berkeley.edu/2019/01/31/new-3d-printer-uses-rays-of-light-to-shape-objects-transform-product-design/>
- [6] 3D-Modelle aushöhlen mit Meshmixer  
<https://formlabs.com/de/blog/wie-man-3d-modelle-aushoeht/>



Obere Reihe von links: Manfred Gontjes, Torsten Boekhoff, Dominik Gimplinger, Marco Fenbers  
 Mittlere Reihe von links: Marcus Rull, Werner Müller, Andree Dannen  
 Untere Reihe von links: Tim Janssen, Andreas Prast, Simeon Flachowsky

# Dialog

Experten antworten

Sie suchen Beratung oder haben Fragen zu Ihrem ELV Projekt? Wir helfen Ihnen gerne! 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 ELVshop 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.

**de.elv.com/forum**

## 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.com](mailto:technik@elv.com)**



**Frage** von Herrn Leisner zur Funk-Alarmzentrale FAZ 5000 (Bestell-Nr. 12 46 75):

Ich habe eine Frage zur Funk-Alarmanlage FAZ 5000. Nach der Installation der Komponenten im Gebäude sind alle Funktionen gegeben. Mir ist jedoch aufgefallen, dass jetzt die beleuchtete Umrandung der RFID-Sensorfläche permanent grün blinkt. Was bedeutet das grüne Blinken? Kann ich dieses abschalten, und wenn ja, wie?

**Antwort** von ELV: Die grün blinkende RFID-Sensorfläche weist darauf hin, dass eine Sprachnotiz gespeichert ist, welche noch nicht abgehört wurde. Für die Wiedergabe der Sprachnotiz betätigen Sie bitte 1x das RFID-Sensorfeld (mit dem Finger betätigen). Es erfolgt die Wiedergabe der Sprachnachricht. Anschließend erlischt das grüne Blinken. **ELV**

**Frage** von Herrn Schöninger zur HomeMatic IP App:

Bei der Anmeldung eines weiteren Smartphones an unser bestehendes HomeMatic IP System ist ein Problem aufgetreten. Bevor wir den PIN eingeben können, erscheint ein Hinweis, dass wir es in xx Sekunden wieder versuchen sollen. Auch nachdem wir die App gelöscht und dann wieder installiert haben, können wir die PIN nicht eingeben. Es erscheint immer wieder sofort ein Hinweis, dass wir es in xx Sekunden wieder versuchen sollen. Mit jedem neuen Versuch verlängert sich die Wartezeit.

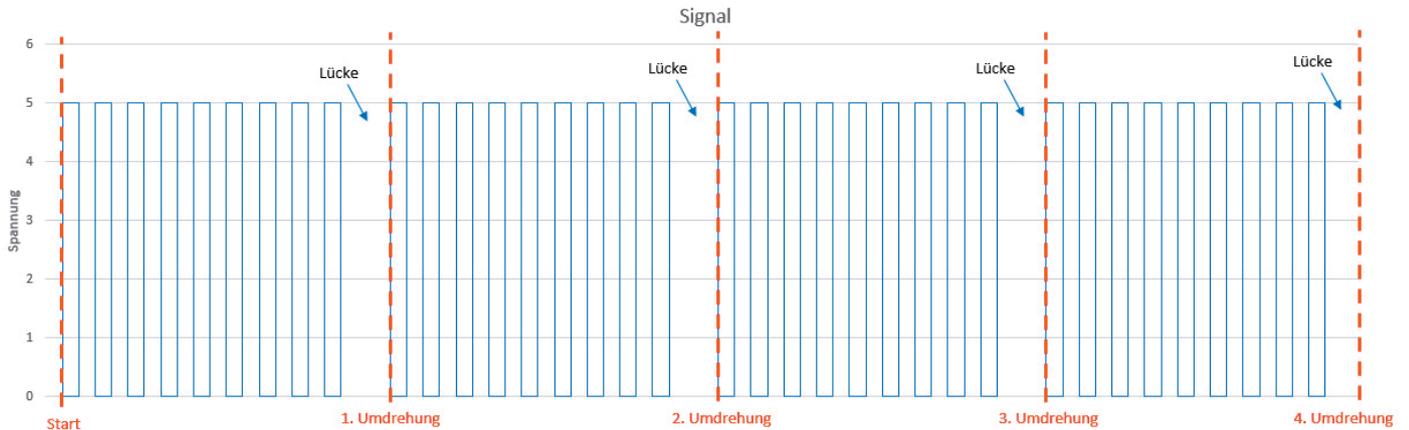
**Antwort** von ELV: In Ihrem Fall ist offensichtlich bereits mehrfach ein falscher PIN-Code eingegeben worden. Deshalb wird ein Sicherheitsmechanismus aktiv, welcher in der HomeMatic IP Cloud umgesetzt ist. Bei Fehlversuchen der PIN-Eingabe wird dies und die Verzögerungszeit bis zur PIN-Eingabe auf dem Server gespeichert. Es reicht nicht mehr aus, die App zu deinstallieren/installieren. Die Zeit startet dann mit dem nächsten Anmeldeversuch und verdoppelt sich beim Fehlversuch. Diese Zeit muss nun abgewartet werden, erst dann erscheint das Eingabefeld. **ELV**



**Frage**

**von Herrn Arens zu einem programmierbaren Funktionsgenerator:**

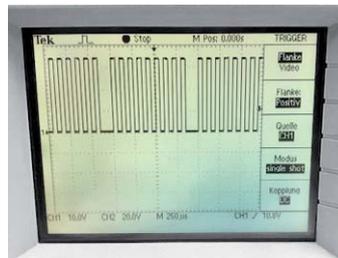
Wir sind auf der Suche nach einem Signalgenerator, der uns die Möglichkeit gibt, eine digitale Drehzahlerfassung per Hall-Effekt-Sensor zu simulieren. Der Sensor erfasst dabei die Zahnflanken eines rotierenden Stahl-Zahnrads z. B. mit folgendem Muster: 20 Zähne und zwei Lücken, bezeichnet als "20-2"-Muster.



Dieses Signalmuster einer Zahnrad-Umdrehung soll simuliert werden können: Flankenfrequenz: 10 kHz, Spannungspegel: 0 und 5 V. Die Anzahl und Zeiten der High- und Low-Signale sollen variierbar sein. Können Sie mir eine Lösung aus Ihrem Hause empfehlen?

**Antwort**

**von ELV:** Die gewünschte Simulation lässt sich mit dem Pulsgenerator UPG200 (Bestell-Nr. 13 12 57) realisieren. Beachten Sie hierzu das Foto des Oszillogramms des UPG200-Ausgangs und den nebenstehenden Screenshot der UPG200-Softwareeinstellungen. **ELV**



**Frage**

**von Herrn Hengesbach zur AIO CREATOR NEO Software:**

Bei welchem der beiden HmIP-Heizkörperthermostate (HmIP-eTRV-2 bzw. HmIP-eTRV-B) kann ich mir mithilfe der mediola AIO CREATOR NEO App den Ventilöffnungsgrad in % für den Systemabgleich anzeigen lassen?

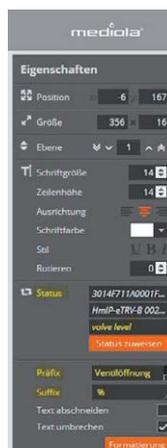
**Antwort**

**von ELV:** In der mediola App lässt sich der Valve-Level (der Ventil-Öffnungsgrad) für beide Homematic IP Heizkörperthermostate anzeigen. Gehen Sie in der mediola AIO CREATOR NEO Software hierzu wie folgt vor:

1. Platzieren Sie ein Textfeld auf der gewünschten Stelle.
2. Klicken Sie auf „Status zuweisen“. Wählen Sie in dem sich öffnenden Fenster den Heizkörperthermostat und den Status „valve level“.
3. Setzen Sie als Präfix „Ventilöffnung:“ und als Suffix „%“.

Laden Sie die erstellte Fernbedienung hoch.

Nebenstehend ein Beispiel mit den beiden Thermostaten HmIP-eTRV-2 und HmIP-eTRV-B. **ELV**



**Ihr Kontakt zur ELVjournal-Redaktion**



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

**ELVforum**  
[de.elv.com/forum](http://de.elv.com/forum)

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

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

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

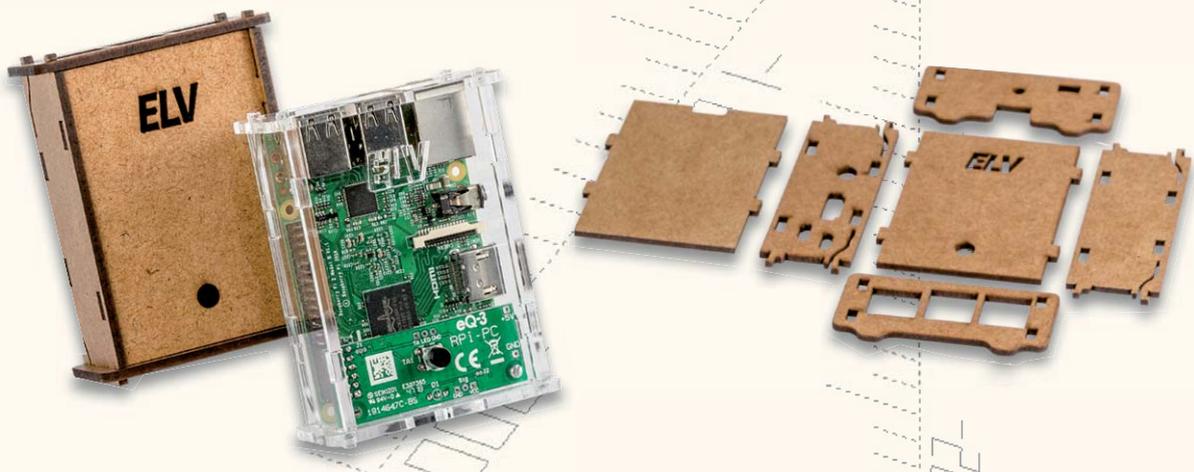
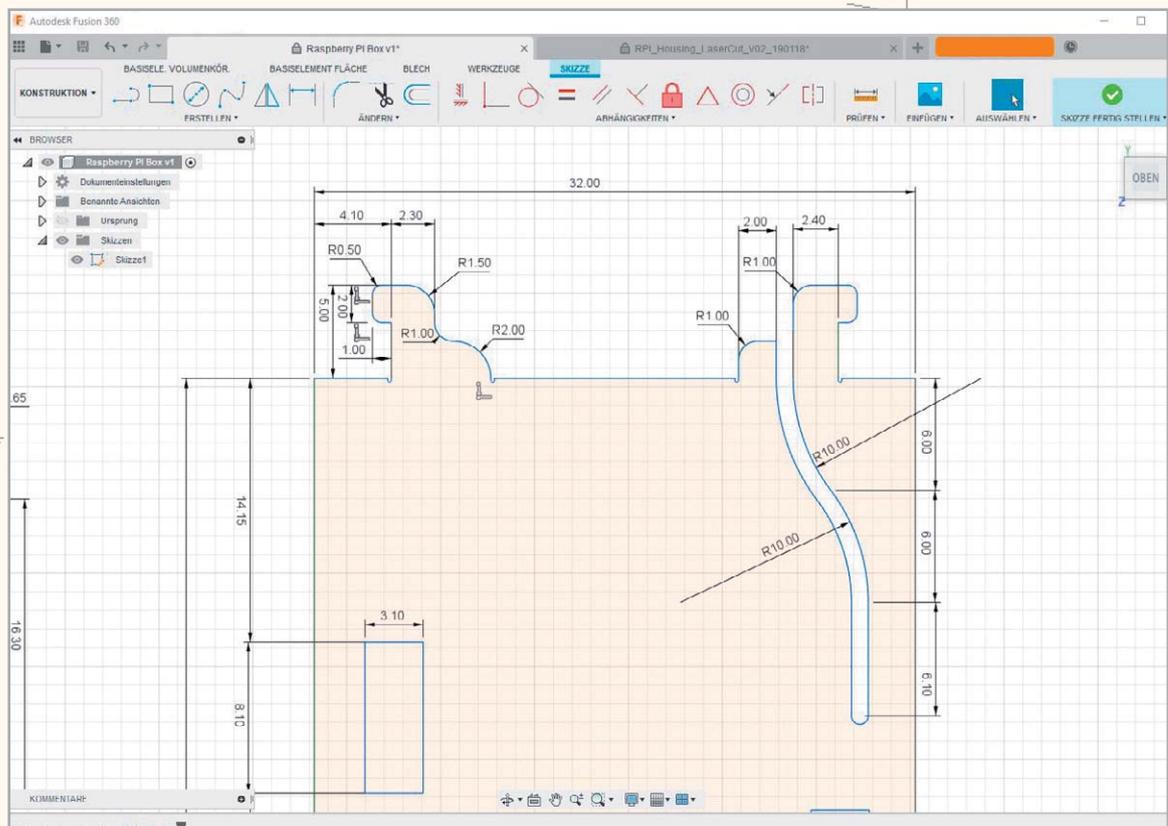
**Postadresse**  
ELV Elektronik AG  
Redaktion ELVjournal  
Maiburger Str. 29–36,  
26789 Leer  
Deutschland



# Von der Idee zum Objekt

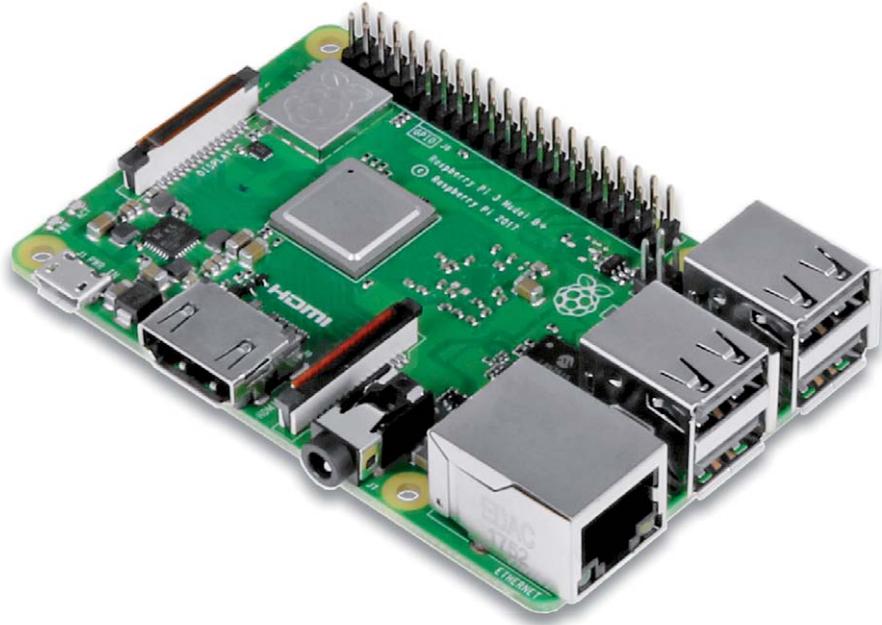
## Einstieg in das Computer-Aided Design (CAD) Teil 4

Viele mechanische Teile und Formteile in der Industrie und in immer mehr Hobbykellern, Makerspaces und Fablabs werden heute mit CNC-Fräsen, Lasercuttern und 3D-Druckern erstellt. Im ELVjournal beschreiben wir anhand eines konkreten Projekts Schritt für Schritt den Weg zu einem selbst erstellten Objekt. Unser Vorhaben: die Konstruktion eines Gehäuses für den Raspberry Pi Power-Controller aus dem ELVjournal 2/2019. Im vierten und letzten Teil konstruieren wir die restlichen Teile des Raspberry-Pi-Gehäuse-Designs und zeigen eine Technik, mit der man Rasthaken bzw. Federn erstellt. Mit deren Hilfe können wir das Gehäuse ohne Kleben fest zusammenfügen und außerdem zerstörungsfrei wieder auseinandernehmen.

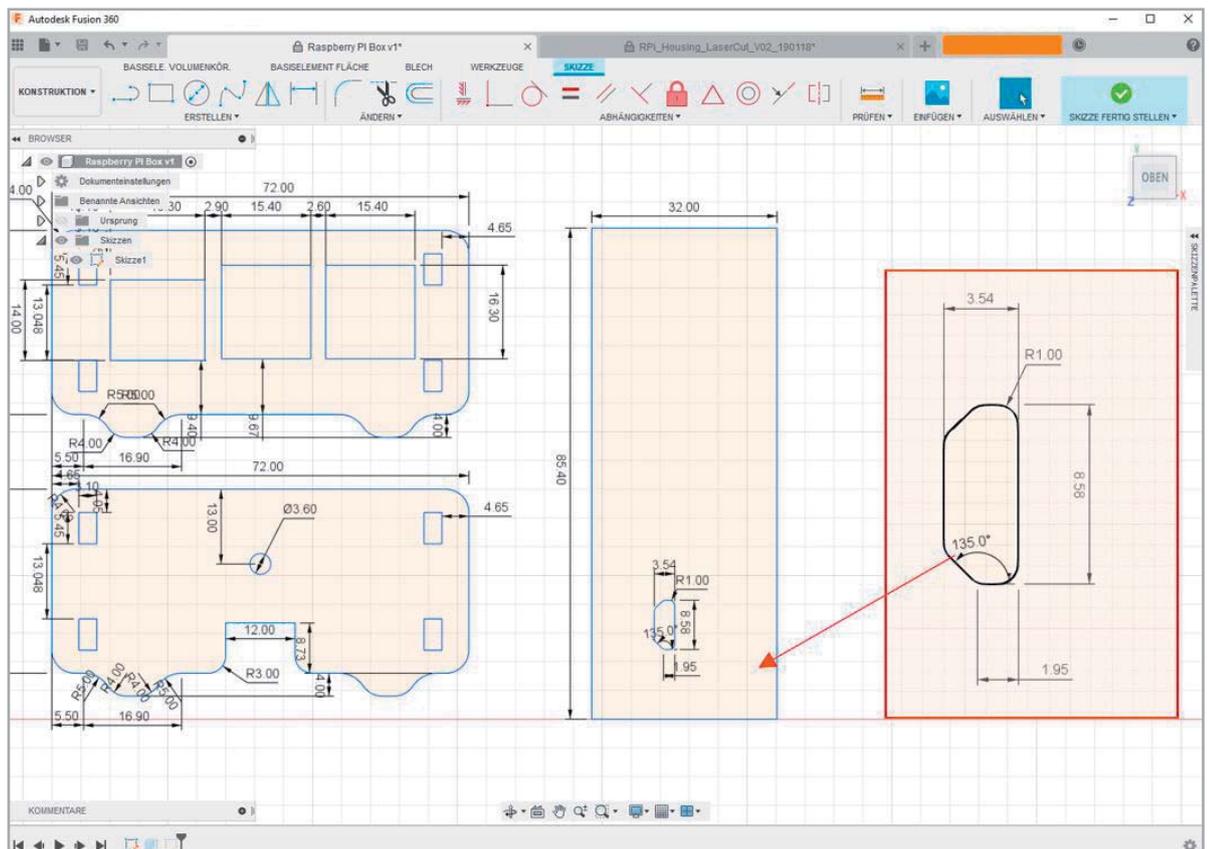




- 15 Jetzt widmen wir uns den langen Seitenteilen der Box. Wieder beginnen Sie mit der Erstellung eines Rechtecks mit den Maßen  $H = 85,4$  mm und Breite = 32 mm.
- 16 An der Seite des Controllers befinden sich verschiedene Anschlüsse, welche vom Gehäuse nicht bedeckt werden sollten. Darum werden Sie im Seitenteil verschiedene Aussparungen erstellen.

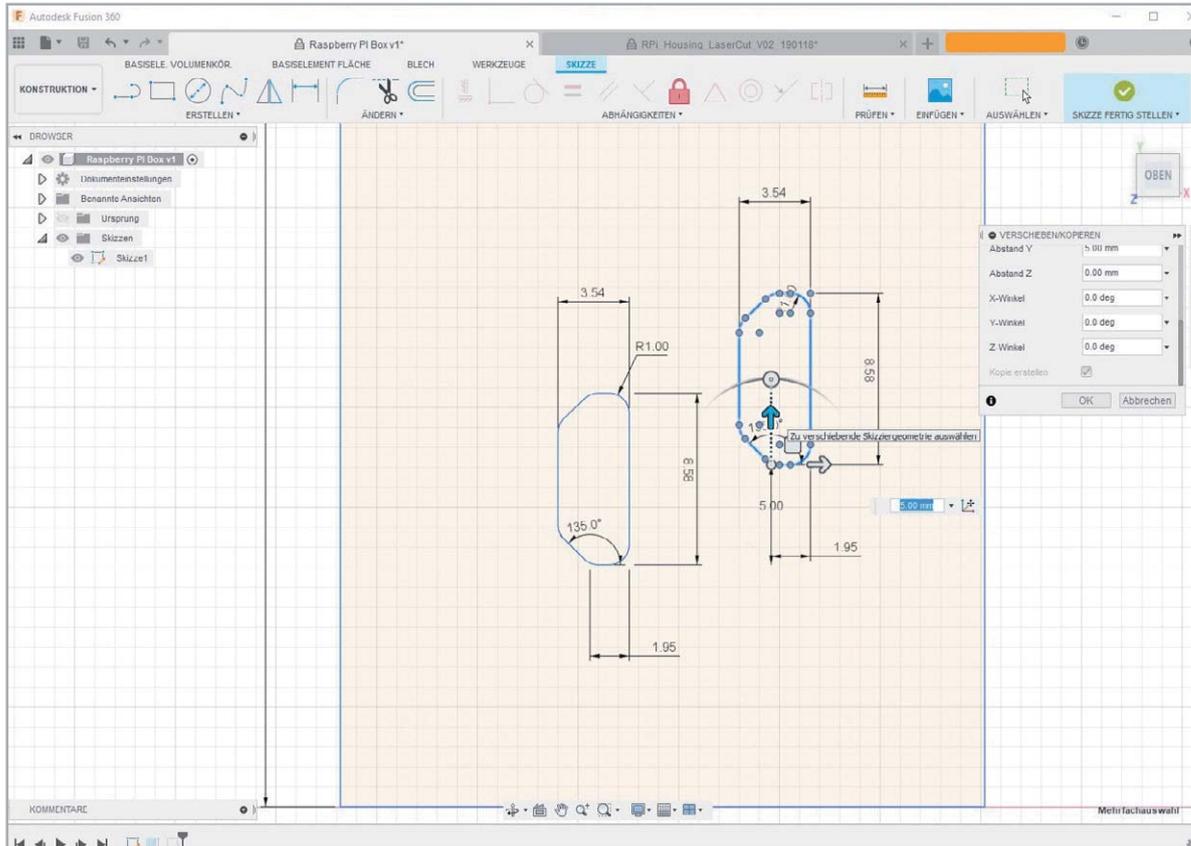


Beginnen Sie mit den Ausschnitten für die Micro-USB-Schnittstellen. Sie zeichnen also ein weiteres Rechteck innerhalb des Rechteckes mit den Maßen Höhe = 8,58 mm x Breite = 3,54 mm. Dann fügen Sie noch die Schrägen beginnend mit einer Breite von 1,95 mm im Winkel von  $135^\circ$  hinzu. Über *Abhängigkeiten* definieren Sie auch die zweite Schräge auf der anderen Seite. Zuletzt verrunden Sie alle Ecken mit einem Radius von  $1^\circ$ .

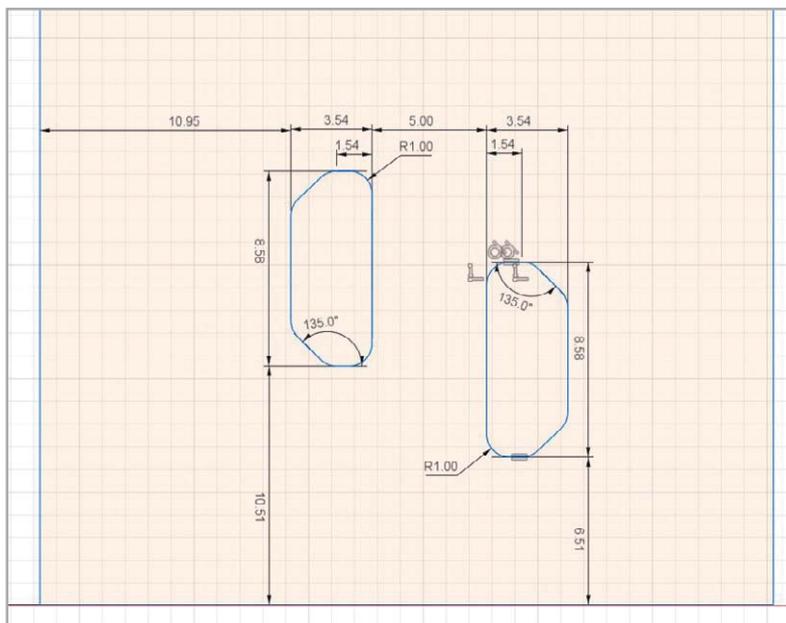




- 17 Kopieren Sie den gerade erstellten Ausschnitt für den Micro-USB-Anschluss und fügen ihn leicht versetzt ein. Zusätzlich drehen (rechte Maustaste → Verschieben) Sie den zweiten Ausschnitt um 180°.

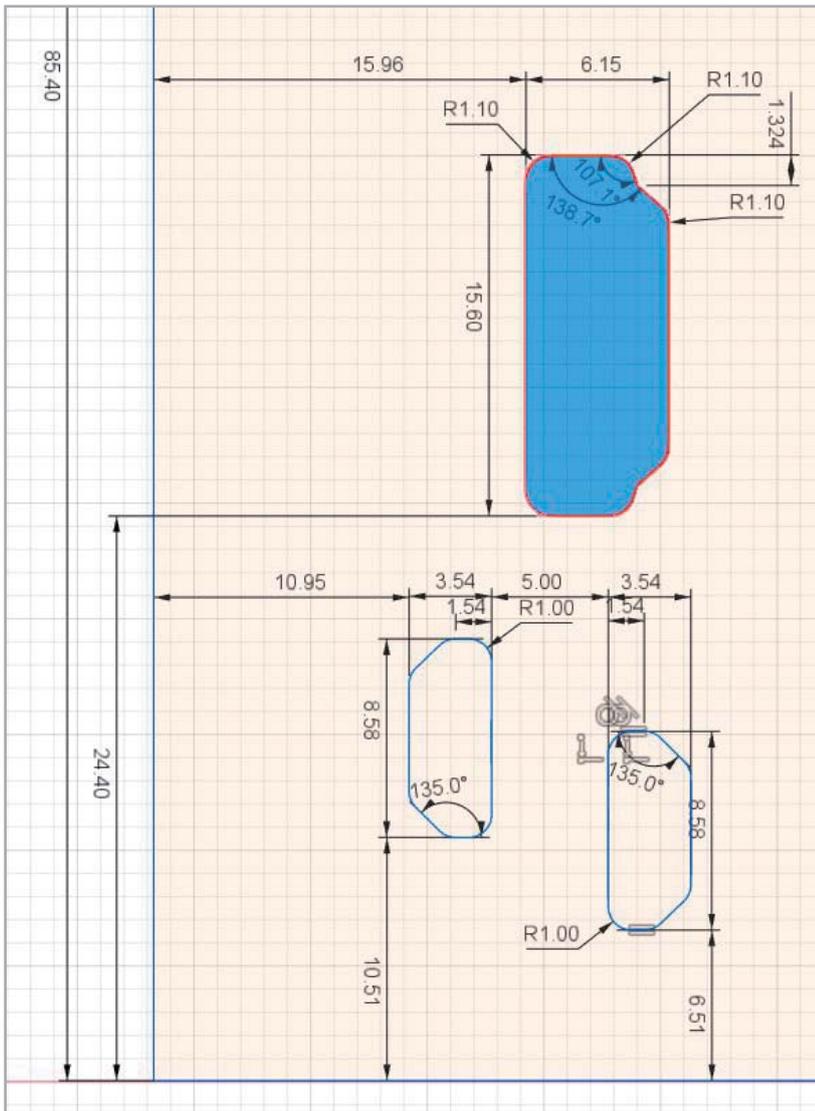


- 18 Jetzt bemaßen Sie die Lage beider Ausschnitte wie im folgenden Bild:

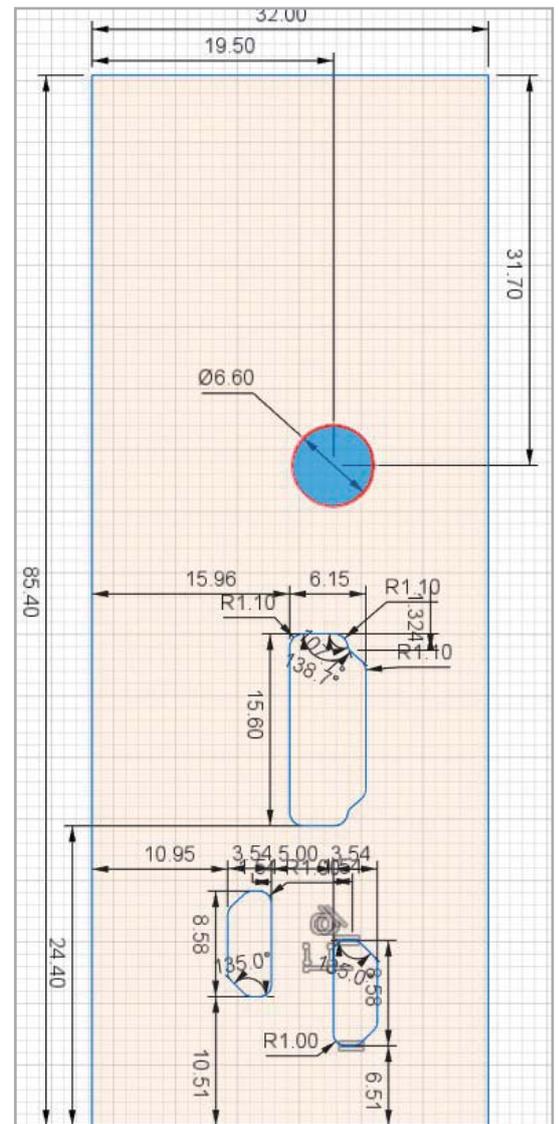




Auf die gleiche Art erstellen Sie auch den nächsten Ausschnitt mit folgenden Maßen:

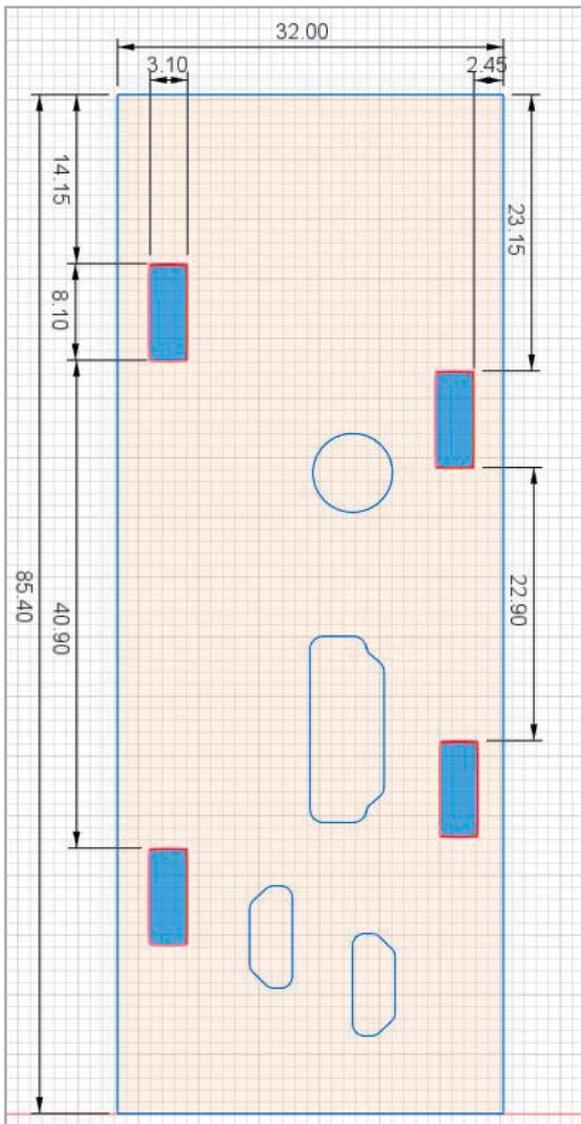


Zuletzt erstellen Sie den runden Ausschnitt mit folgender Bemaßung:

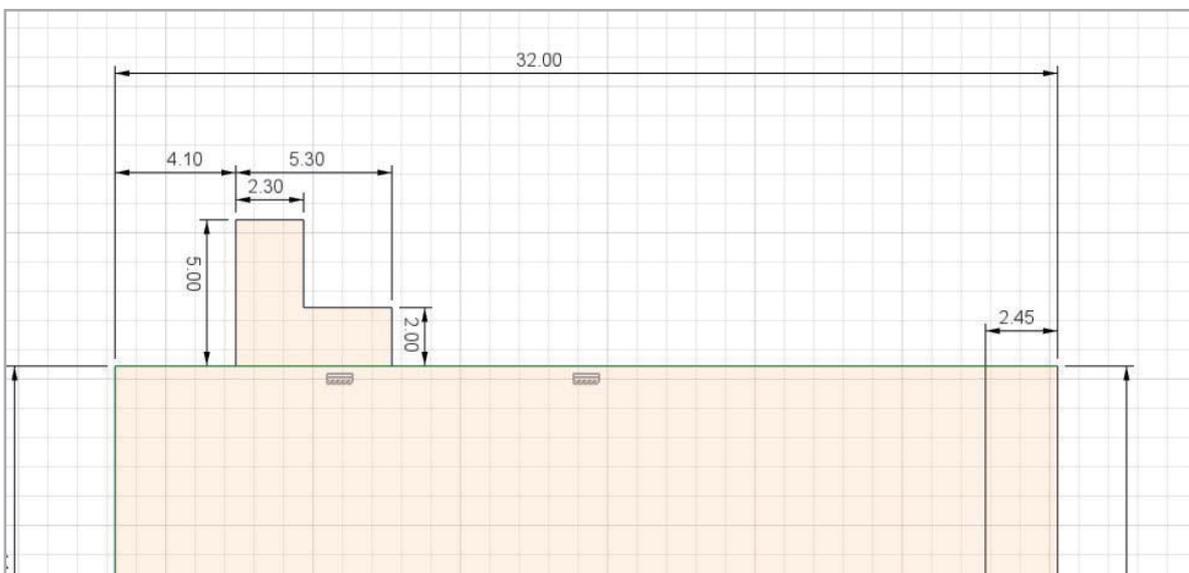


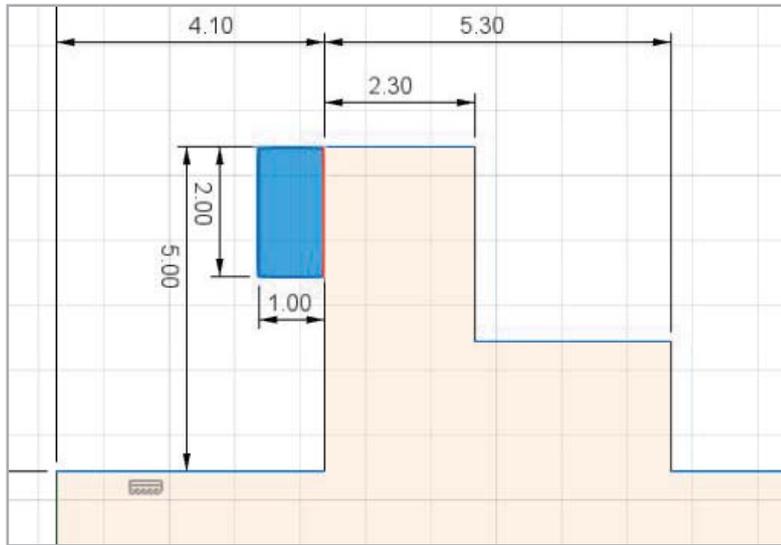


19 Nun kümmern wir uns um die Ausschnitte, in die Ober- und Unterseite eingesteckt werden. Erstellen Sie diese mit folgender Bemaßung:

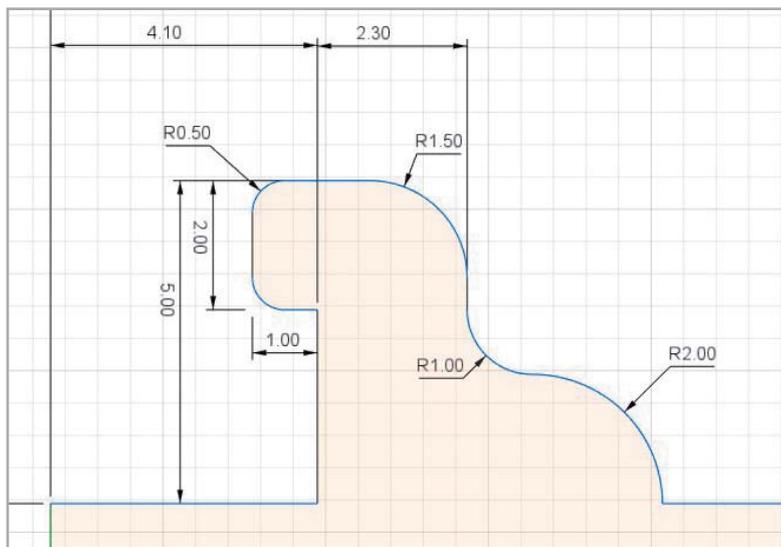


20 Um die langen Seitenteile in die kürzeren einhaken zu können, müssen wir am Kopf und Fuß jeweils Rasthaken bzw. Federn hinzufügen. Sie beginnen mit den Rasthaken, indem Sie mit Linie ein „L“ formen. Anschließend bemaßen Sie es wie folgt und stutzen die untere Linie des L-Stücks weg:



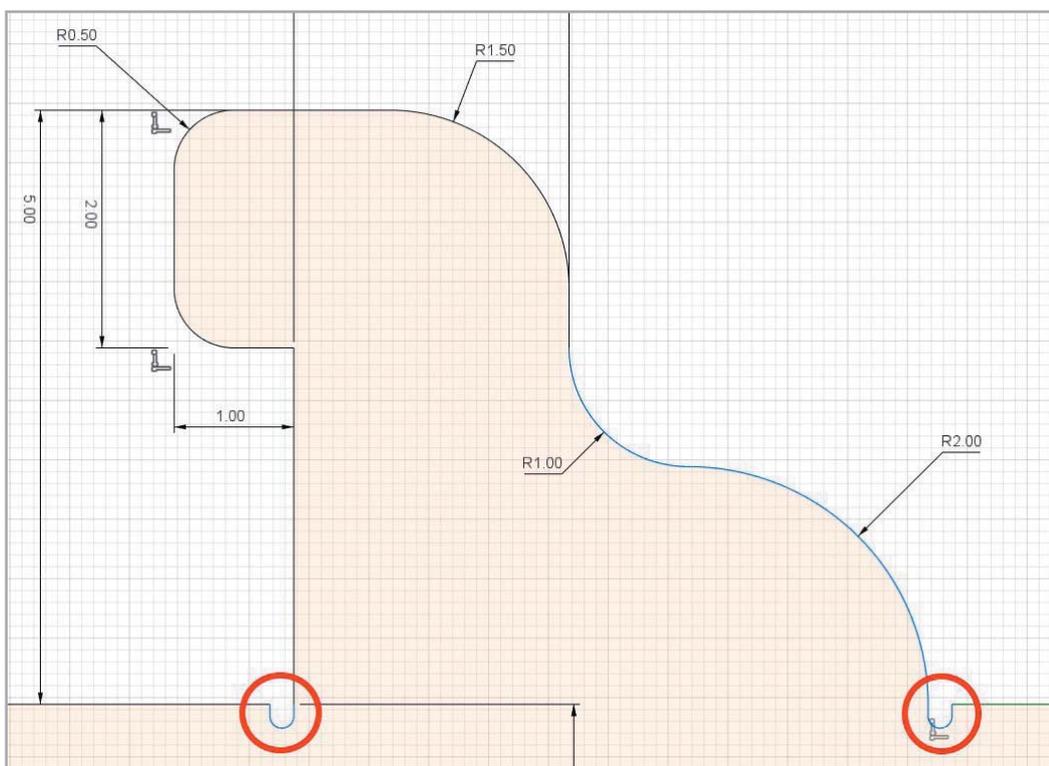


Damit auch ein richtiger Rasthaken entsteht, setzen Sie an den Kopf des L-Stücks ein weiteres kleines Rechteck. Danach stützen Sie die rote Linie weg, sodass eine geschlossene Außenkontur entsteht.



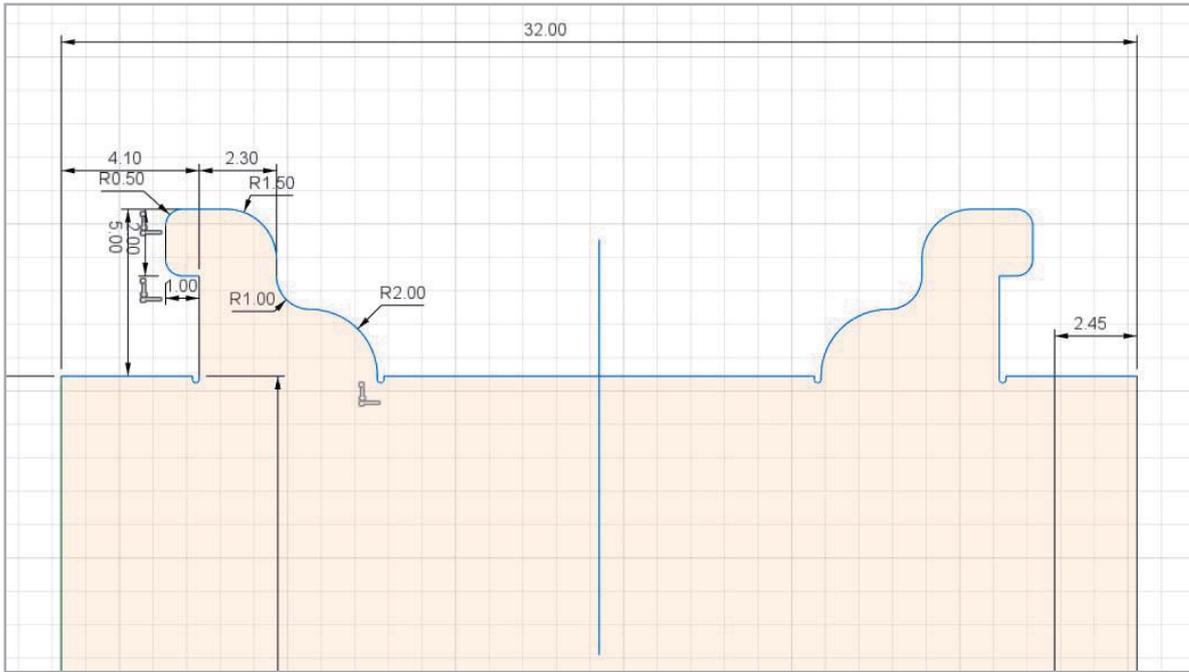
Zuletzt verrunden Sie die Ecken.

21 Wie bereits in Teil 2 (ELVjournal 5/2019) erwähnt, ist es wichtig, für den Lasercutter „Schnittnasen“ an den Ecken zu erstellen. Diese konstruieren Sie nun bei unserem Rasthaken. Geben Sie den Radius 0,2 mm an.

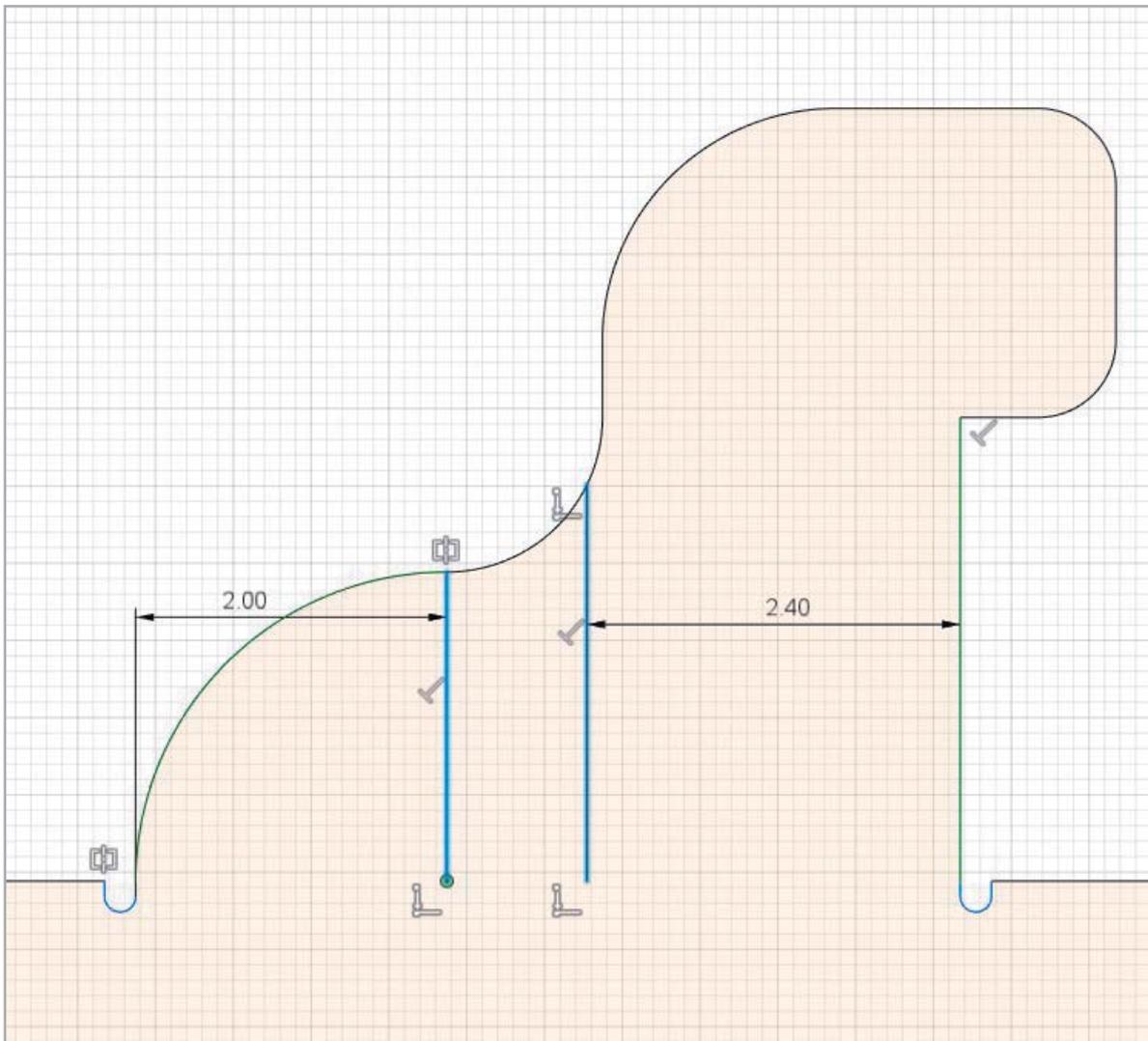


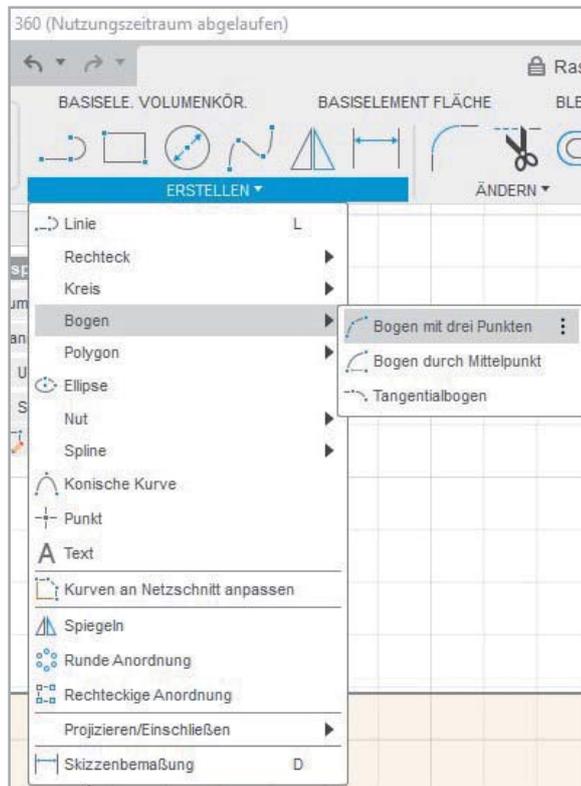


- 22 Durch eine Mittellinie an der oberen horizontalen Linie spiegeln Sie den Rasthaken und verbinden diesen durch Stutzen mit der Hauptskizze.



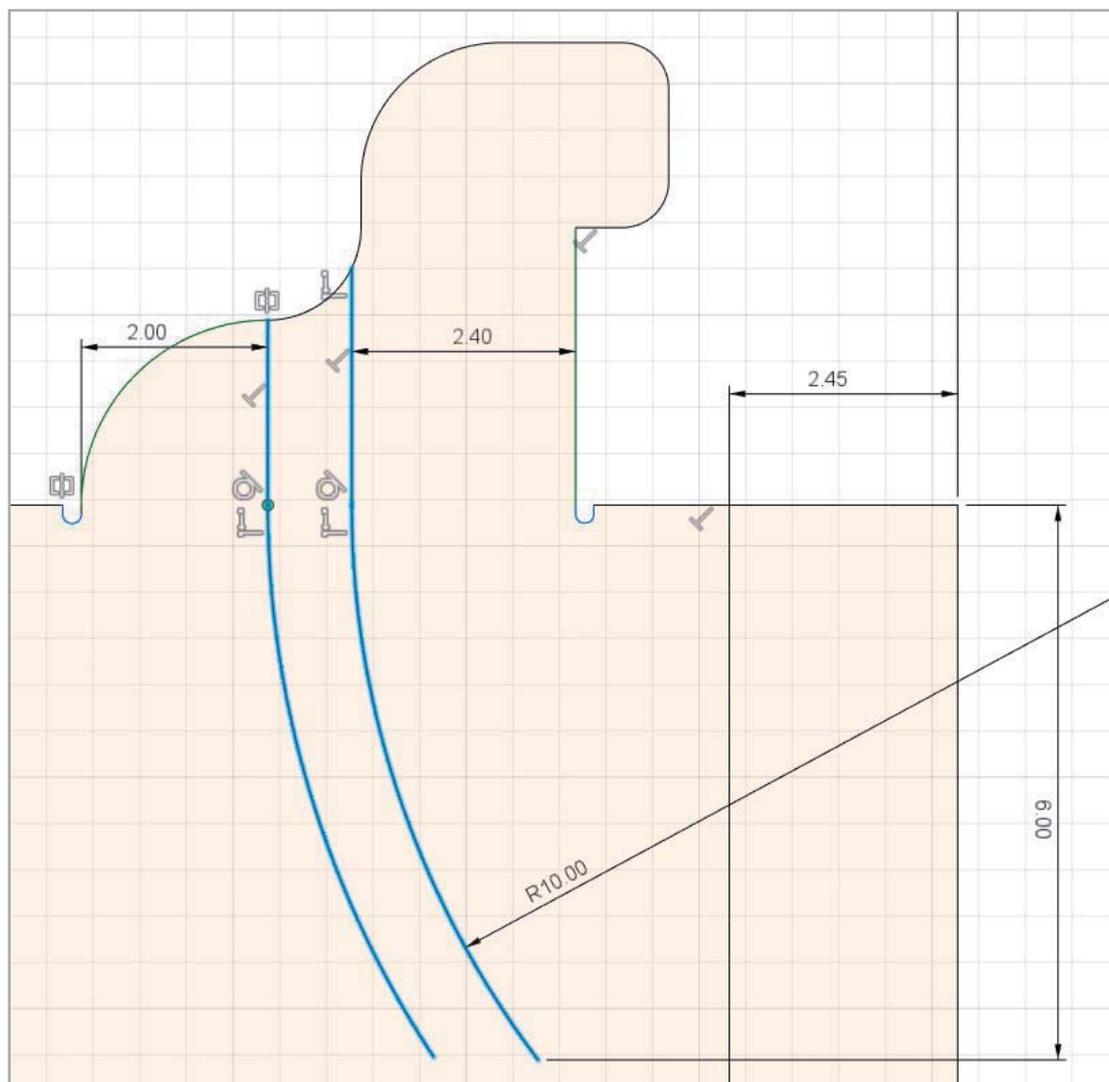
- 23 Um den Rasthaken auch einrasten lassen zu können, muss dieser federn können. Also benötigen wir einen Schlitz, der die Rasthakenbewegung ermöglicht. Zunächst erstellen Sie zwei Linien. Diese liegen etwa mittig im Rasthaken. Die Maße sind wie folgt:





An diese Linien setzen Sie zwei Bögen (->Erstellen/Bogen/Bogen mit drei Punkten).

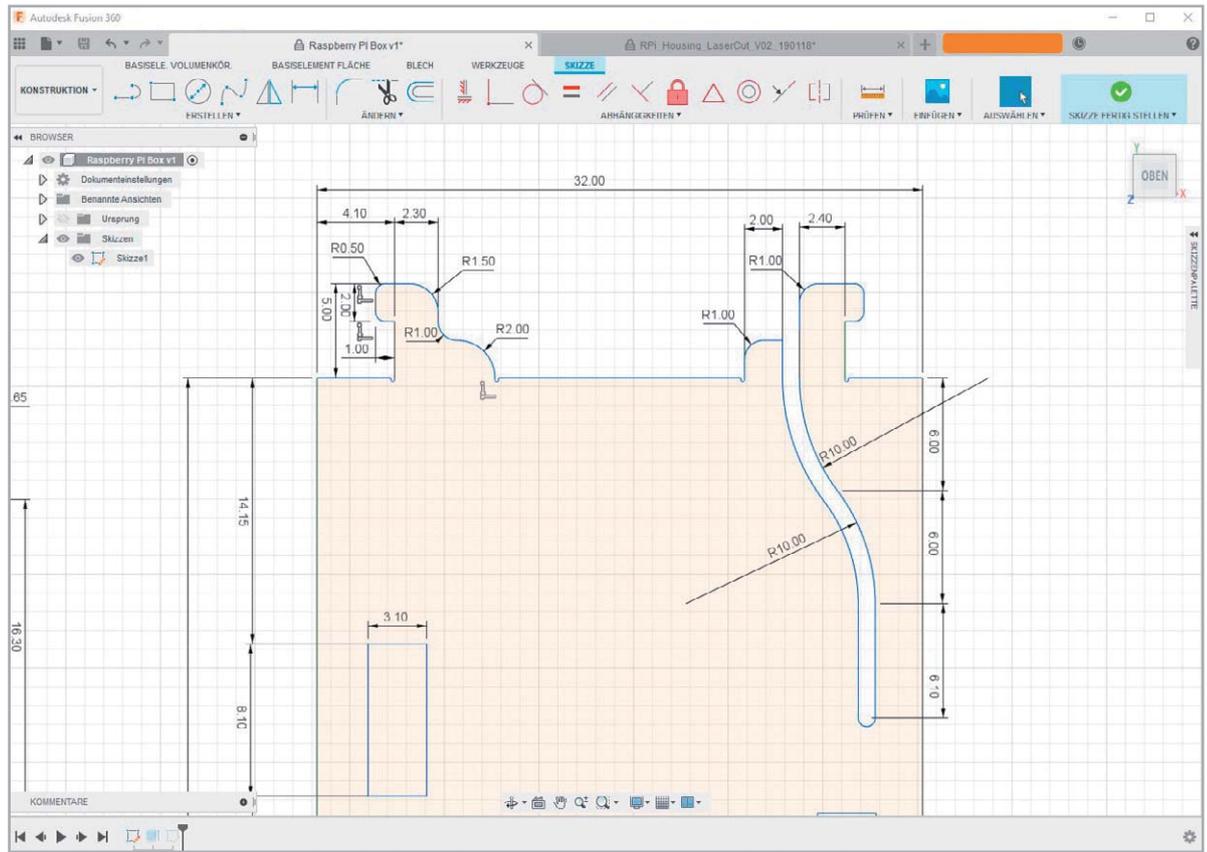
Der rechte Bogen hat einen Radius von 10 mm, der linke Bogen wird über die Abhängigkeit konzentrisch bestimmt. Der Bogen endet bei einem Abstand von 6 mm zur obersten horizontalen Linie.



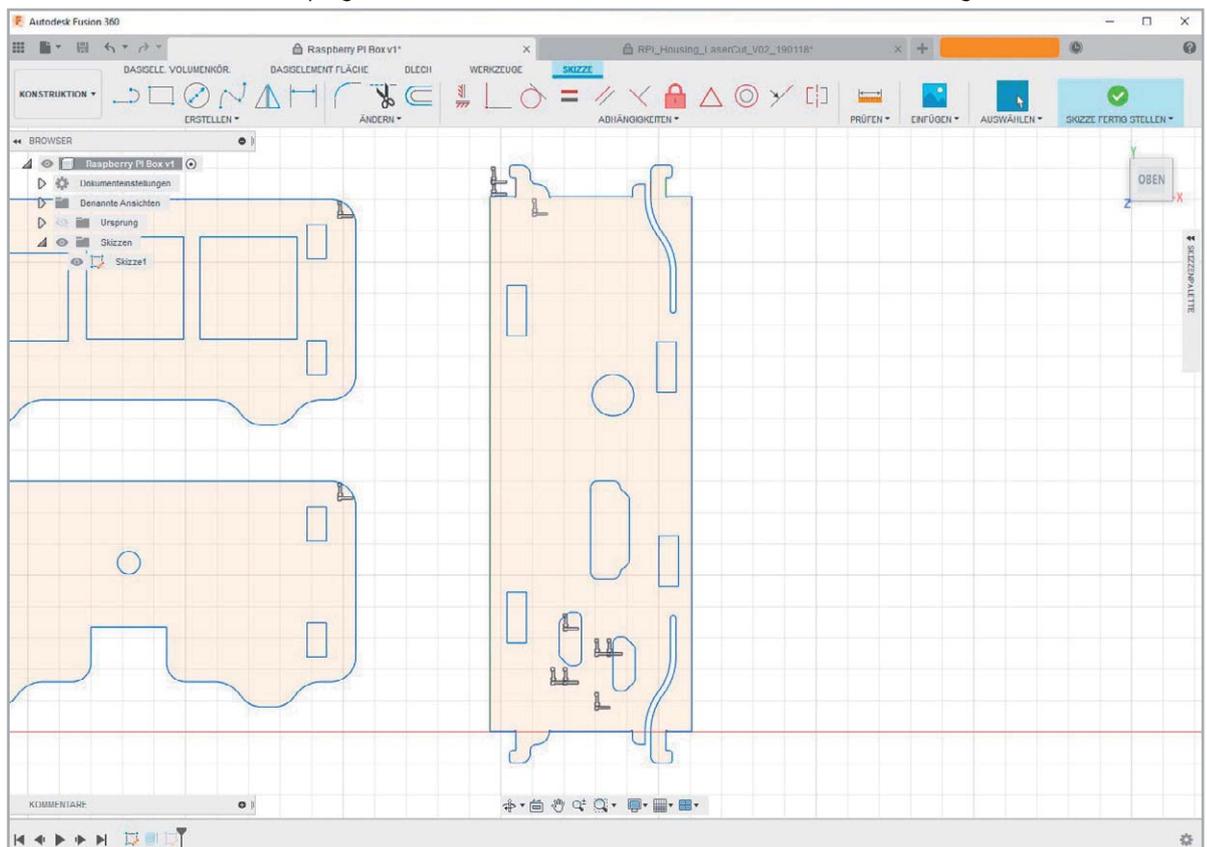


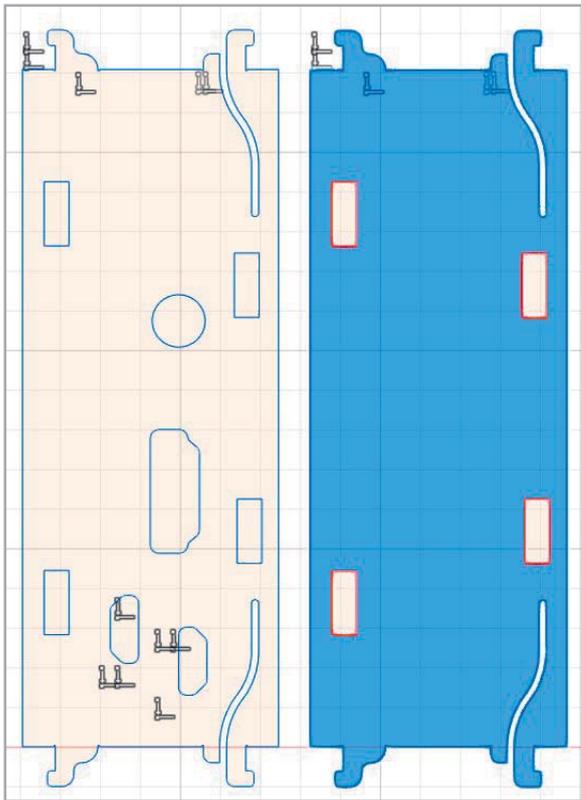


Den Schlitz lassen Sie nun durch gerade Linien mit einer Länge von 6,1 mm auslaufen, verrunden das Ende durch einen Bogen (tangential) und stutzen die Oberkante des Schlitzes weg.  
Für einen sauberen Übergang der Außenkontur dieser Skizze begradigen Sie noch die Ecken des Rasthakens (d. h., Sie wählen einen kleineren Radius – siehe Bild). Fertig ist der Kopf der Skizze.



24 Da auch an der gegenüberliegenden Seite des langen Seitenteils Rasthaken benötigt werden, spiegeln Sie diese einfach auf die andere Seite. Zunächst erstellen Sie eine horizontale Mittellinie, wählen die zu spiegelnden Linien und nutzen dann die Spiegelfunktion. Zuletzt erstellen Sie durch Stutzen eine durchgehende Außenkontur.





25 Die nun erstellte lange Seitenwand der Box nutzen wir jetzt, um ganz einfach die zweite Seitenwand zu konstruieren. Die lange Seitenwand kopieren Sie komplett und löschen die Ausschnitte für die Steckerbuchsen. Fertig ist die letzte Seitenwand. **ELV**

Die Box ist nun vollständig. Zuletzt speichern Sie die gesamte Skizze als DXF-Datei. Fertig!

#### Noch ein Tipp:

Für weniger Verschchnitt am Lasercutter ist es sinnvoll, die einzelnen Teile der Box in der Skizze so nah wie möglich aneinanderzulegen.



### Weitere Infos:

Die DXF-Datei zum Gehäuse finden Sie im ELVshop unter der Bestell-Nr. 15 35 37 beim ELV Komplettbausatz Power Controller für Raspberry Pi RPi-PC oder mit dem Webcode #10295 als Direktdownload.

## Unser Leserwettbewerb – teilen Sie Ihr Lieblingsprojekt!

### Machen Sie mit!

Jede veröffentlichte Anwendung belohnen wir mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro.



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 ELVjournals!

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

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.



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



**Per E-Mail: [leserwettbewerb@elv.com](mailto:leserwettbewerb@elv.com)**



homematic IP



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

# Licht zentral gesteuert

## Homematic IP Dimmaktor HmIP-K-DRDI3

Der per Funk gesteuerte Homematic IP Dimmaktor ergänzt die Geräteklasse der komfortablen und vielseitigen Hutschienenaktoren des Homematic IP Systems. Er basiert auf dem modernen Design der Homematic IP Wired Reihe und ist für die DIN-Hutschienenmontage in der Haus- oder Unterverteilung vorgesehen. Durch die Ansteuerung per Funk ist er unmittelbar in das Homematic/Homematic IP System integrierbar. Zusätzlich zu den drei gleichwertigen Dimmerkanälen bietet dieser Aktor universelle Eingangskanäle, die z. B. eine Ansteuerung über Taster oder Schalter ermöglichen.

HmIP-K-DRDI3

Bestell-Nr.  
154408Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:

www.elv.com

### Infos zum Bausatz HmIP-K-DRDI3



**Schwierigkeitsgrad:**  
mittel



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,75 h



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



**Besondere Werkzeuge:**  
nein



**Lötterfahrung:**  
ja



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
ja

### Bequem dimmen

Basis des nunmehr dritten Funk-Aktors der Homematic IP Hutschienen-Aktorserie ist der HmIPW-DRD3 aus dem Homematic IP Wired System, der um drei 230-V-Eingangskanäle ergänzt wurde. Die drei Dimmerkanäle, die mit einer Phasenabschnittsteuerung arbeiten, haben jeweils eine Leistung von 200 VA, sie sind auch für den Betrieb an LED-Lampen ausgelegt.

Die Eingangskanäle sind intern mit den Ausgängen verknüpft, sodass eine Bedienung durch an den Aktor direkt angeschlossene Taster möglich ist. Die Eingangskanäle sind konfigurierbar und können als Taster, Schalter oder Schaltkontakteingang genutzt werden. Weitere Verknüpfungen sind mit anderen Geräten des Homematic IP Systems möglich. Das Gerät ist mit einem LC-Statusdisplay ausgestattet und somit sehr übersichtlich im Betrieb. Das Statusdisplay zeigt in der Hauptsache den Zustand der Ein- und Ausgänge an, gibt aber auch weitere Statusmeldungen aus.

Das robuste DIN-Rail-Gehäuse ermöglicht eine normgerechte Montage auf der Standard-TH35-DIN-Rail/Hutschiene und die schraubenlosen Klemmen eine einfache Verkabelung.

Bei der Schaltungs- und Softwareentwicklung auch dieses Gerätes haben wir besonders auf eine geringe Stand-by-Stromaufnahme geachtet, um einen stromsparenden Betrieb zu gewährleisten.



### Die Vorteile der HmIP Hutschienenaktoren

- Robuste Gehäuse für die normgerechte DIN-Rail-/Hutschienenmontage auf Tragschiene TH35 gemäß EN 60715, Montagebreite 4 TE
- Schraublose Klemmen für einfache Verdrahtung
- LC-Display:
  - Anzeige des Zustands der Ein- und Ausgänge
  - Anzeige des Duty-Cycle des Aktors – vor allem in Konfigurationsphasen wichtig
  - Anzeige der Temperatur im Geräteinneren
  - Kommunikationsanzeige (Empfangen/Senden von Funktelegrammen): wirksames Kontrollinstrument bei Konfiguration und Störungen
- Zusätzliche 230-V-Eingänge, dadurch Ersatz von Stromstoßschaltern möglich
- Vollwertige Eingangskanäle:
  - Konfigurierbar als Taster-, Schalter- oder Schaltkontakt-Eingang
  - Mit anderen Homematic IP/Homematic IP Wired Geräten verknüpfbar (via Homematic IP Wired Access Point/CCU3)
- Direkte Bedienung am Gerät zum Testen der Installation bzw. Verknüpfungen durch Channel- und Select-Tasten

Ein kleiner Nachteil soll nicht unerwähnt bleiben – die Einbausituation im Verteiler ist funkttechnisch ungünstig für das Erreichen der maximal möglichen Reichweite, da Schalt- und Verteilerschränke meist aus Metall bestehen. In solchen Situationen kann man zum systemeigenen Routing greifen, also in der Nähe eine Homematic IP Schalt-Messsteckdose des Typs HmIP-PSM installieren, die neben ihrer eigentlichen Funktion auch als Repeater fungieren kann.

### Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des Dimmaktors besteht im Wesentlichen aus drei Teilen, der Displayplatine mit Mikrocontroller und Display sowie der Inputplatine mit dem dritten Dimmerkanal und den Eingangskanälen. Die dritte Platine ist die Dimmerplatine, auf der sich die restlichen beiden Dimmerkanäle befinden.

Beginnen wir mit der Displayplatine (Bild 1), die den Mikrocontroller zur Steuerung der gesamten Schaltung sowie alle Bedienelemente enthält. Sie ist so ausgelegt, dass sie für verschiedene Hutschienengeräte verwendet werden kann. Dazu sind an mehreren Stellen 0-Ω-Widerstände vorgesehen, die die Displayplatine für den Einsatz im jeweiligen Gerät konfiguriert.

Der Mikrocontroller vom Typ EFM32 (Cortex M3) beinhaltet einen LCD-Controller, um das Display direkt anzusteuern. Unbenutzte Segmentleitungen werden zum Teil für andere Funktionen verwendet (Segmentleitungen SEG6 bis SEG8 und SEG20 bis SEG23).

Die Takterzeugung erfolgt über den internen Oszillator und den 24-MHz-Quarz Q100. Der System-Taster TA102, die Channel-Taste TA101 und die Select-Taste TA100 sind direkt mit dem Controller verbunden (PD8, PC13, PC14).

Im EEPROM IC102 werden die Konfigurationsdaten und Firmware-Updates gespeichert, die Anbindung an den Controller erfolgt über den I<sup>2</sup>C-Bus. Die Duo-Color-LED D100 wird über die Vorwiderstände R101 und R102 direkt von den Port-Pins PC6 und PC7 getrieben. Für die weißen LEDs der Displayhinterleuchtung kommt ein Step-up-Wandler für LEDs (IC101) zum Einsatz, der über den Port-Pin PB11 ein- und ausgeschaltet werden kann.

Die Kommunikation mit dem Homematic IP System erfolgt über das Funkmodul TRX100, das der Controller per SPI anspricht. Um Störungen auf der Versorgungsspannung des Funkmoduls zu vermeiden, sind die Kondensatoren C100 bis C102 vorgesehen. Über den FCC-Kabel-Verbinder BU100 erfolgt die Verbindung der Displayplatine mit der Inputplatine.

### Inputplatine (Bild 2)

Hier befinden sich die drei Eingangskanäle und der dritte Dimmerkanal.

Der AC/DC-Schaltregler besteht aus dem IC202 inklusive externer Beschaltung aus L200, C200 bis C206, D200 bis D204 und R201 bis R203 und R205. Er erzeugt aus der gleichgerichteten Wechselspannung eine Gleichspannung von 12 V für die Ansteuerung der Dimmer-Treiberstufe.

Die zweite Schaltreglerstufe besteht aus dem Step-down-Schaltregler TPS62125 (IC203) mit externer Beschaltung von C207 bis C210, L201 und R206 bis R208. Sie erzeugt eine Gleichspannung von 3,3 V für die Komponenten der Dimmerstufe (IC200 etc.) sowie die Versorgung der Displayplatine und einiger Bauteile auf der Dimmerplatine.

Der Dimmerkanal ist als Phasenabschnittdimmer ausgeführt, der die Schalttransistoren über Impulse auf T206 beim Nulldurchgang einschaltet und entsprechend der eingestellten Helligkeit eine bestimmte Zeit aktiv hält. R209, R210, R214 und R215 sowie D205, D206, C217 und Transistor T208 dienen zur Nulldurchgangserkennung, um die Schalttransistoren des Dimmers im Nulldurchgang schalten zu können. Fließt über den Shunt R218 ein zu hoher Strom durch die Schalttransistoren (T200 und T202), spricht die Überwachungsschaltung aus T203, T204, IC201 und den zugehörigen Widerständen an und es erfolgen zwei Aktionen. Zuerst wird über das NAND-Gatter IC201 die Ansteuerung der Schalttransistoren sofort unterbrochen. Um die Abschaltung zu beschleunigen und die Schalttransistoren auch im Kurzschlussfall zu schützen, werden die Gates über den Transistor T205 entladen. Über den Transistor T207 wird aber auch der Dimmercontroller über den überhöhten Stromfluss informiert.

Neben einer elektronischen Überlastabschaltung durch den Dimmercontroller verfügt der Dimmer aber noch zusätzlich über weitere Sicherungselemente wie die Temperatursicherung TSI200, die für den Brandschutz sorgen, falls die elektronischen Sicherungsmaßnahmen nicht mehr wirken bzw. versagen sollten.

Der verwendete VDR (VDR200) ist eine Spezialvariante mit eingebauter Temperatursicherung, die den VDR bei einem Defekt vom Stromkreis trennt, falls er sich zu sehr überhitzt.

Die Schaltungsmasse liegt auf dem gleichen Potential zwischen den beiden Schalttransistoren, wie die Bezugsmasse für die Ansteuerung und Überwachung. Da die gesamte Schaltung des Dimmerkanals ein gemeinsames Massepotential hat, kann die 12-V-Spannung des Schaltreglers auch zur Ansteuerung der Schalttransistoren genutzt werden. Es wird keine separate Spannungsquelle benötigt.

Der Dimmercontroller kommuniziert per UART-Schnittstelle mit dem Hauptcontroller auf der Displayplatine. Da die UART-Schnittstelle nicht busfähig ist, wird die TX-Leitung durch eine Diode entkoppelt und mit einem Pull-up-Widerstand (R254) versehen. Die Dimmercontroller können sich über eine Interrupt-Leitung beim Hauptcontroller melden, der dann anstehende Daten abrufen. Die Adressierung erfolgt über die Portpins PE5 bis PE7.

Da der Neutralleiter nicht als Bezugsmasse dient und die Eingänge mit beliebigen Außenleitern funktionieren sollen, wurden sie galvanisch getrennt ausgeführt.

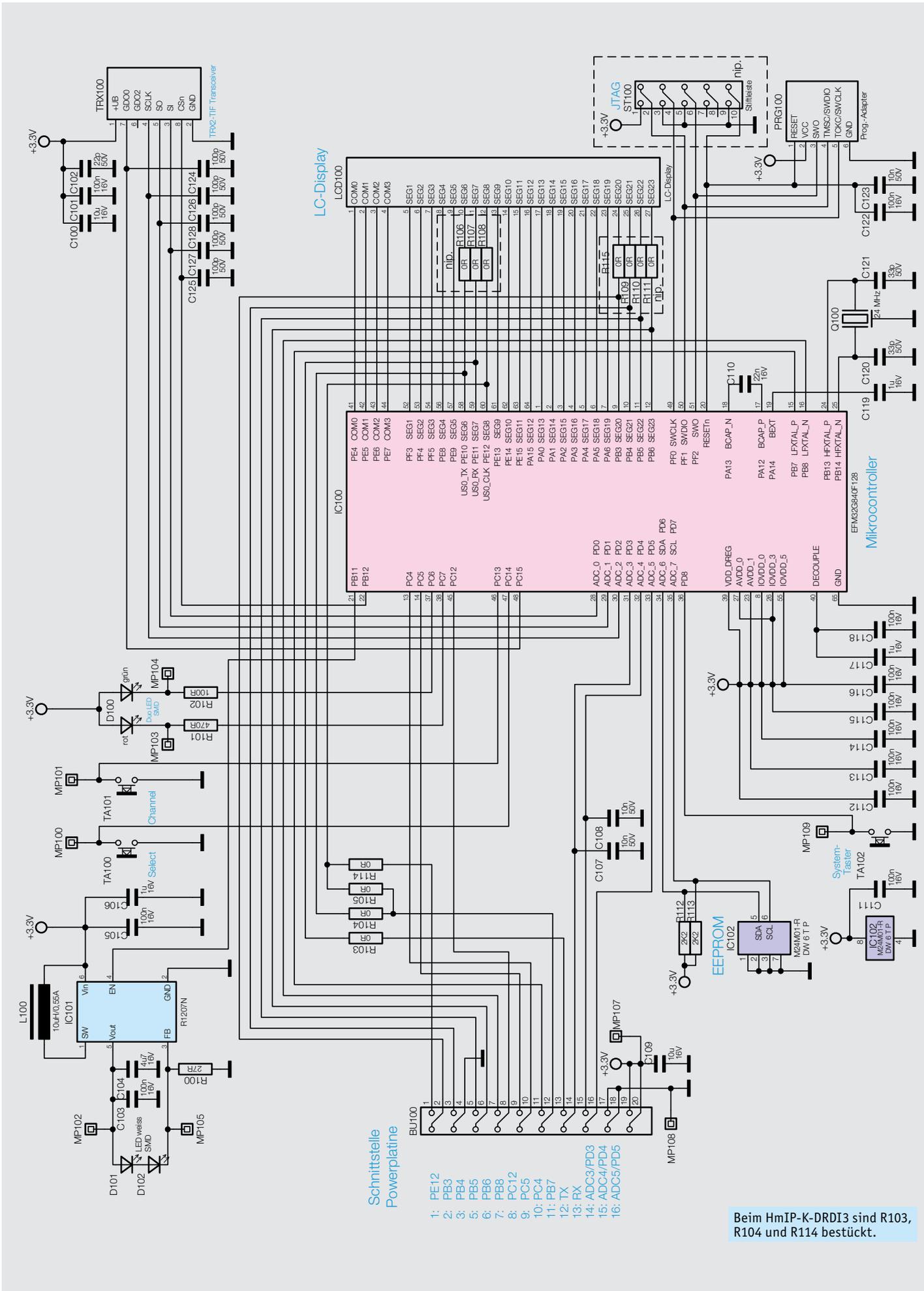


Bild 1: Das Schaltbild der Displayplatine

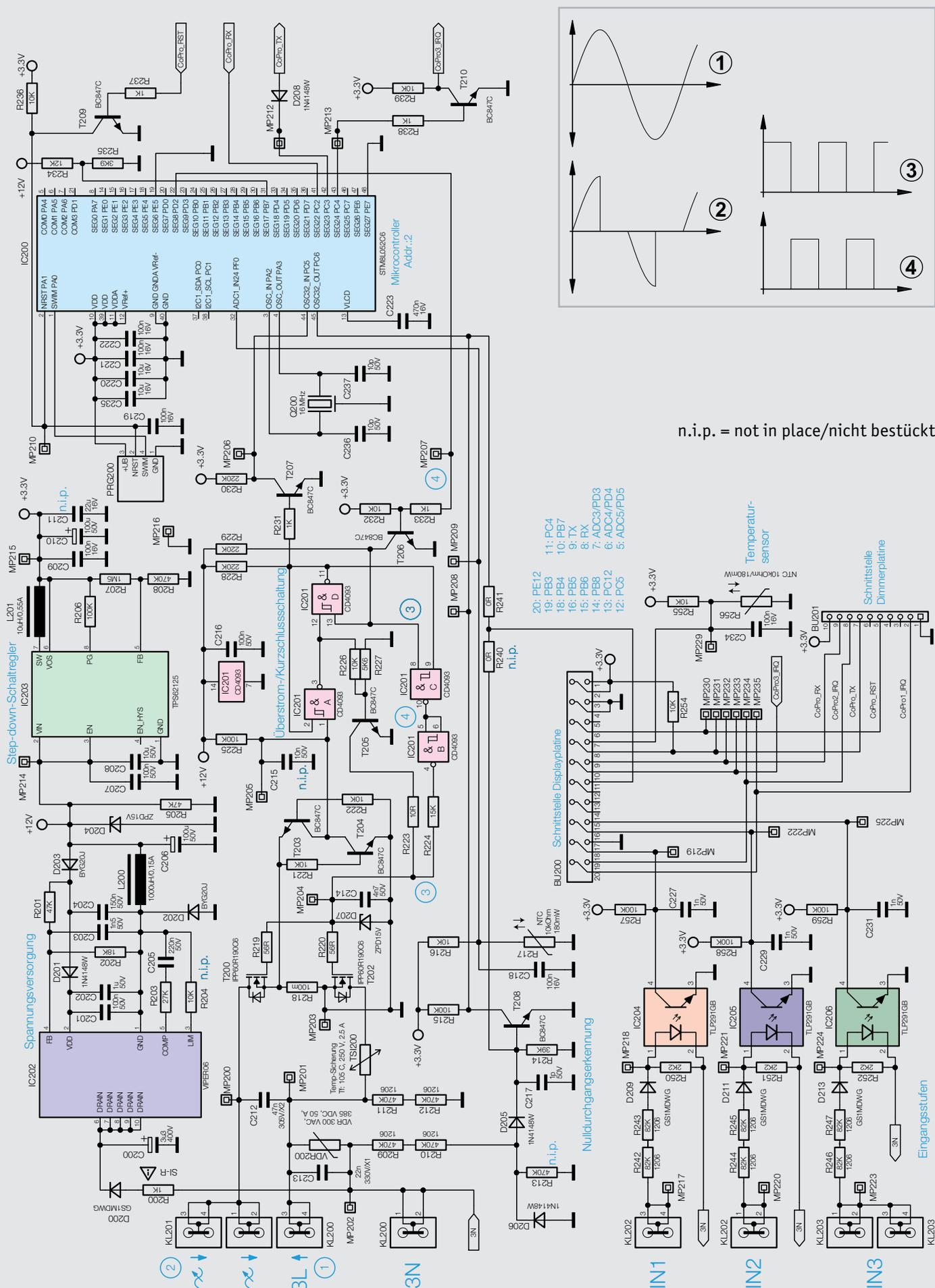


Bild 2: Das Schaltbild der Inputplatine mit den drei Schalteingängen und dem Dimmerkanal 3



Eine Halbwelle des angeschlossenen L-Leiters an IN1 wird über den Spannungsteiler R242/R243 und R250 und die Diode D209 heruntergeteilt und gleichgerichtet und versorgt damit die Sendediode des Optokopplers IC204. Das Ausgangssignal kann dann vom Hauptcontroller auf der Displayplatine ausgewertet werden. Die weiteren Eingänge sind identisch aufgebaut.

**Dimmerplatine (Bild 3/Bild 4)**

Die Dimmerkanäle 1 und 2 sind genauso aufgebaut wie der bereits beschriebene dritte Dimmerkanal. Allerdings sind die UART-Schnittstelle und die Interrupt- sowie die Reset-Leitung galvanisch getrennt, damit beliebige Außenleiter für die einzelnen Dimmerkanäle verwendet werden können.

Für die Trennung der relativ schnellen Signale auf der UART-Schnittstelle wird ein „Digitalisolator“ IC15/IC25 verwendet. Dazu wird das Eingangssignal per 00K (On-off Keying) mit einem hochfrequenten Signal über Isolation innerhalb des Chips übertragen. Nach der Signalaufbereitung wird das reproduzierte Eingangssignal am Ausgang wieder bereitgestellt.

Auch hier ist die TX-Leitung hinter der Isolierung wieder mit Dioden entkoppelt. Die anderen Signalleitungen werden durch Optokoppler getrennt.

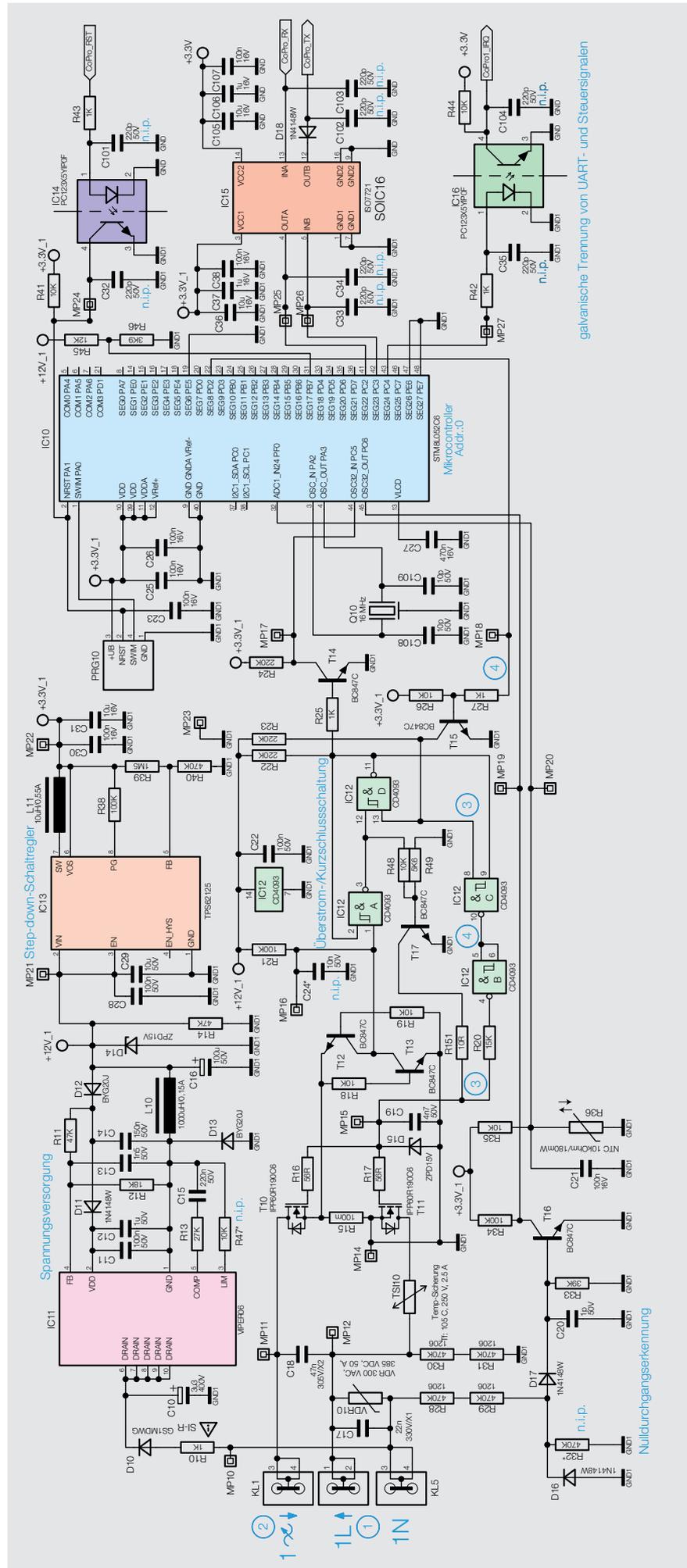


Bild 3: Das Teil-Schaltbild der Dimmerplatine mit dem Dimmerkanal 1

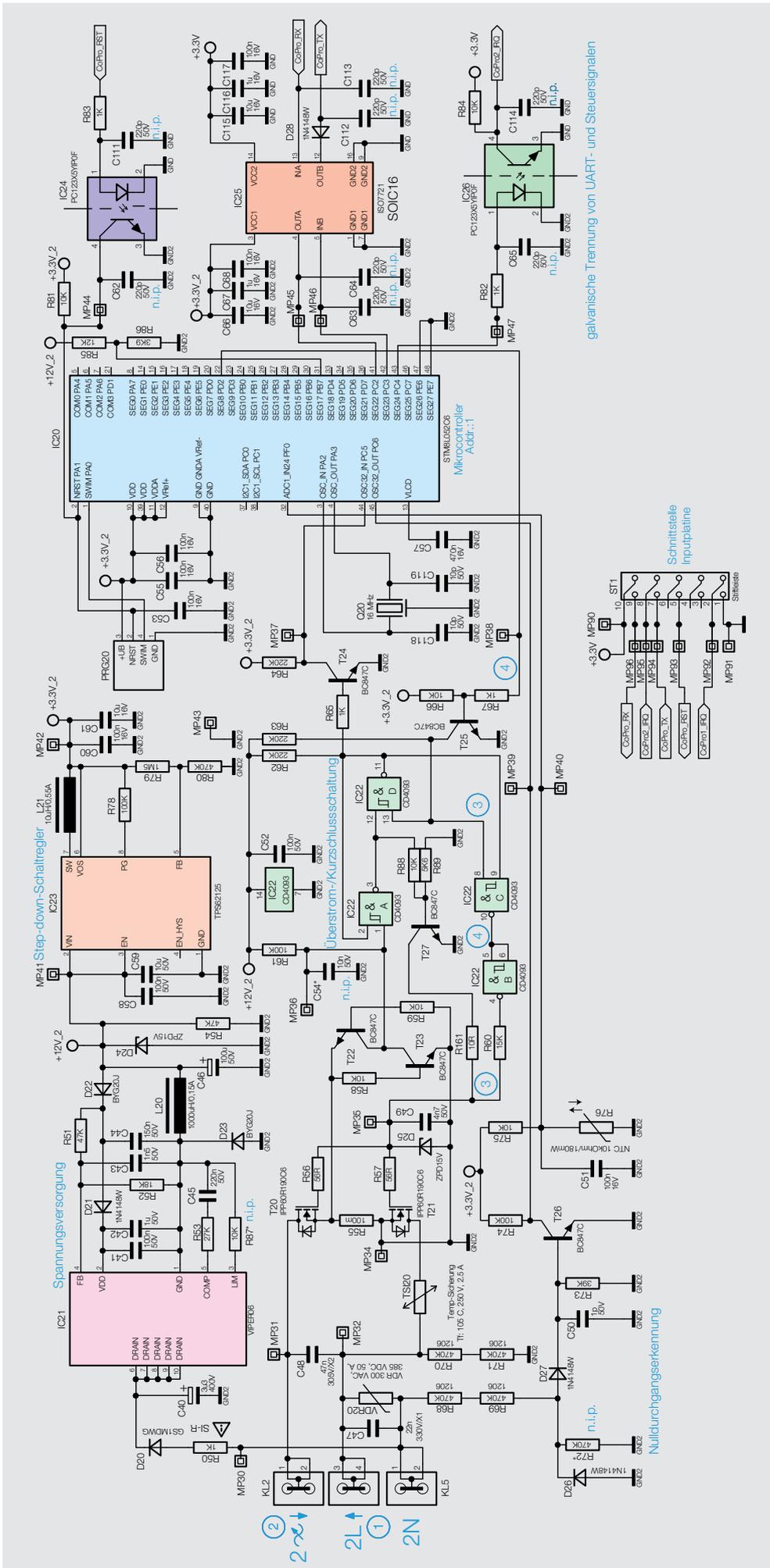


Bild 4: Das Teil-Schaltbild der Dimmerplatine mit dem Dimmerkanal 2 und der Schnittstelle zur Inputplatine



Technische Daten	Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-K-DRDI3	
	Versorgungsspannung:	230 V~/50 Hz	
	Stromaufnahme:	0,9 A max. (Ausgang Kanal 3 200 VA)	
	Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,5 W typ. (Displaybeleuchtung aus, Ausgang Kanal 3 aus)	
	Kanal 1 bis 2	Versorgungsspannung:	230 V~/50 Hz
		Stromaufnahme:	0,88 A
		Leistungsaufnahme im Ruhebetrieb:	0,4 W
	Kanal 1 bis 3	Minimallast:	3 VA
		Maximale Schaltleistung:	200 VA
		Dimmverfahren:	Phasenabschnitt
		Kontaktart:	Halbleiterschaltelement, ε-Kontakt
	Verlustleistung des Geräts für Wärmeberechnung:		max. 7,5 W
	Leitungsart und -querschnitt:		starre und flexible Leitung, 0,75–2,5 mm <sup>2</sup>
	Installation:		auf Tragschiene (Hutschiene, DIN-Rail) gemäß EN 60715
	Schutzart:		IP20
	Umgebungstemperatur:		-5 bis +40 °C
Funk-Frequenzband:		868,0–868,6 MHz/869,4–869,65 MHz	
Empfängerkategorie:		SRD category 2	
Typ. Funk-Freifeldreichweite:		190 m	
Duty-Cycle:		< 1 % pro h/< 10 % pro h	
Abmessungen (B x H x T):		72 x 90 x 69 mm (4 TE)	
Gewicht:		200 g	

Alle Infos zum Nachbau, zu der Bedienung und den Konfigurationsmöglichkeiten, zur Einbindung in das Homematic System sowie eine Installationsbeschreibung finden sich in der mitgelieferten Bau- und Bedienungsanleitung und in dem Homematic WebUI-Handbuch. Aktuelle Versionen davon sind auf der jeweiligen Produktseite im ELVshop zu finden. **ELV**

## Das ELVjournal online im neuen ELVshop

Im neuen ELVshop finden Sie den Online-Auftritt des ELVjournals unter: [de.elv.com/journal/](https://de.elv.com/journal/)

Auf der Startseite bringen wir neueste Nachrichten aus der Welt der Elektronik, zeigen Ihnen das aktuelle ELVjournal mit den Top-Inhalten sowie neue Bausätze und Beiträge der Zeitschrift.

In den Rubriken

- Bausätze
- Wissen
- Smart Home
- Technik-News
- Service
- Abos

finden Sie weitere Informationen rund um das ELVjournal.

Schauen Sie sich gerne auf unserer ELVjournal-Webseite um – wir freuen uns über Ihr Feedback und über jede Anregung, den Online-Auftritt noch weiter zu verbessern.

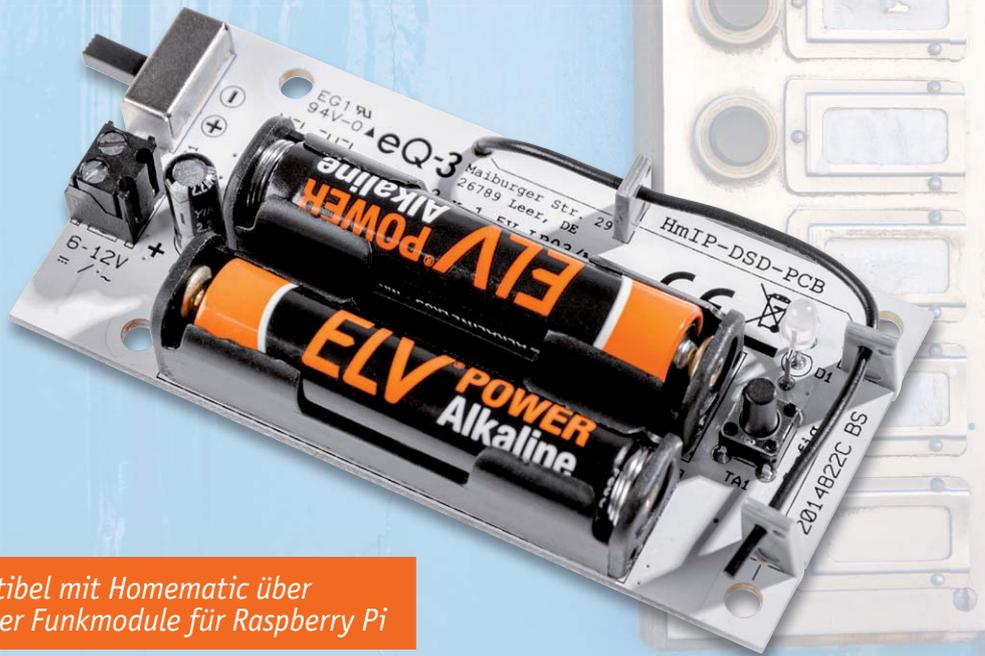
Senden Sie Ihren Verbesserungsvorschlag direkt an: [redaktion@elvjournal.de](mailto:redaktion@elvjournal.de)

The screenshot shows the ELVshop website interface. At the top, there are navigation links for ELVshop, ELVjournal, ELVforum, and ELVprojekte. A search bar is present with the placeholder text 'Suchbegriff oder Webcode eingeben'. Below the search bar, there are links for 'Karriere', 'Hallo Mein ELV', and a shopping cart icon showing '0,00 €'. The main navigation menu includes 'Bausätze', 'Wissen', 'Smart Home', 'Technik-News', 'Service', and 'Abos'. A blue banner at the top of the content area reads: 'Als ELVjournal-Abonnent stehen Ihnen die Journal-Fachbeiträge kostenlos zur Verfügung. Sie müssen Ihren gewünschten Fachbeitrag einfach in den Warenkorb legen und kostenlos bestellen. Der Fachbeitrag wird Ihnen dann in Ihrem "Mein ELV"-Konto als Sofortdownload angezeigt.' Below this, there are several article teasers:
 

- NFC mit mehr Performance:** An article about a new NFC reader design by Panthronics PTX100R, featuring an image of the chip and a 'Mehr lesen' button.
- Ganz Retro ZX81-kompatibles Computer Kit:** An article about a retro computer kit, featuring an image of the kit and a 'Mehr lesen' button.
- FischerElektronik RSP1/2/3:** An article about new cases for Raspberry Pi, featuring an image of the cases and a 'Mehr lesen' button.
- Aktuelle Ausgabe 6/2019:** A section for the current issue of the ELVjournal, featuring an image of the magazine cover and a 'Zum aktuellen ELVjournal' button.



homematic IP



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

# Türwächter

## Klingelsignalerkennung für das Smart Home

Das kennt wohl jeder: Eine wichtige Sendung wird geliefert und der Postbote klingelt an der Tür – man ist aber gerade von der Türklingel so weit entfernt, dass man diese nicht hört. Unser neuer Bausatz erkennt das Klingelsignal und kann es über die Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 beispielsweise an den MP3-Kombisignalgeber (HmIP-MP3P) weiterleiten. So lässt sich die Reichweite der Türklingel mit smarten Geräten verlängern.

HmIP-DSD-PCB

Bestell-Nr.  
154751Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:

www.elv.com



### Infos zum Bausatz HmIP-DSD-PCB



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,25 h



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



**Besondere Werkzeuge:**  
LötKolben



**Lötterfahrung:**  
ja



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
ja

### Vielseitige Signalauswertung

Der hier vorgestellte Homematic IP Bausatz ist zwar primär für die Erkennung des Haustürklingelsignals entworfen worden, jedoch aufgrund des Schaltungskonzepts ebenso universell zur Spannungserkennung (6–12 VAC/DC) einsetzbar. Auch eine Auswertung von potentialfreien Tastern, Schaltern oder Tür-/Fensterkontakten ist möglich. Diese Beschaltung kann gleichzeitig erfolgen, d. h., es kann parallel zur Spannungserkennung auch der Kanal per Taster angesteuert werden.

Über eine Umschaltung ist wahlweise ein 2- oder 3-Draht-Betrieb realisierbar. Damit kann das Gerät je nach Konfiguration entweder auf das Anliegen der Signalspannung oder auf eine Unterbrechung der Signalspannung reagieren.

Die Homematic IP Klingelsignalerkennung wird mit Batterien betrieben und ist dadurch zum einen relativ frei platzierbar, zum anderen muss weder sie noch die vorhandene Klingelanlage an die Türklingel angepasst oder verändert werden – nur die beiden Klingeltasterleitungen anschließen – fertig!

### Schaltung

Die Schaltung der Klingelsignalerkennung ist in [Bild 1](#) dargestellt. Beginnen wir bei der Schaltungsbeschreibung mit der Energieversorgung. Diese



wird hier mit zwei Micro-Batterien sichergestellt. Die Spannungsversorgung ist mit einer reversiblen Sicherung R10 abgesichert. Diese Sicherung ist ein PTC, dessen Widerstandswert bei Überlastung ansteigt und so den Strom begrenzt. Ist der Überlastungsgrund nicht mehr vorhanden, nimmt der PTC seinen ursprünglichen Widerstandswert wieder an.

Das Kernstück der Schaltung ist das Transceiver-Modul TRX1 mit integriertem Mikrocontroller vom Typ Texas Instruments CC1310F128. Er ist über einen seriellen Bus mit dem EEPROM IC1 verbunden, der Parameterdaten speichert und als Zwischenspeicher bei einem Firmware-Update dient.

An die Schraubklemme KL1 wird die Klingelspannung zugeführt, die Sicherung R5 (PTC) mit der Schutzdiode D2 bildet den ersten Schutzteil. Es folgen der Brückengleichrichter aus den Dioden 1N4148W (D3–D6) mit Glättungskondensator C8 und der Optokoppler TLP291GB IC2, der mit den Vorwiderständen R6 und R7 und dem Parallelwiderstand R8 arbeitet. Der Optokoppler überträgt das Auslösespannungssignal und trennt dabei den Auslösestromkreis galvanisch von dem der Signalverarbeitung.

Die Anbindung der Klingelsignalerkennung an externe, potentialfreie Taster bzw. Schalter geschieht über die Lötanschlüsse IN1 und GND. Dabei erfolgt eine Absicherung gegen elektrostatische Entladungen durch

die ESD-Diode D8 gegen Masse. Der Widerstand R13 dient der Strombegrenzung, während R11 die Rolle eines Pull-up-Widerstands übernimmt. Die Kondensatoren C7 und C9 dienen als Abblockkondensatoren.

Der Schiebeschalter S1, der der Logiklevel-einstellung für die Signalauswertung dient, ist direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Schließlich finden wir in der Schaltung noch die Systemtaste TA1, die Konfigurationszwecken dient, sowie die Duo-Color-LED D1 für die visualisierten Ausgaben im Homematic IP System.

### Nachbau

Da die SMD-Komponenten bereits vorbestückt sind, brauchen nur wenige bedrahtete Bauteile bestückt zu werden. So beginnt der Nachbau des in Bild 2 abgebildeten Bausatzes mit einer Kontrolle auf ordnungsgemäße SMD-Bestückung und Lötfehler entsprechend Platinenfoto, Bestückungsplan (Bild 3), Stückliste und Bestückungsdruck.

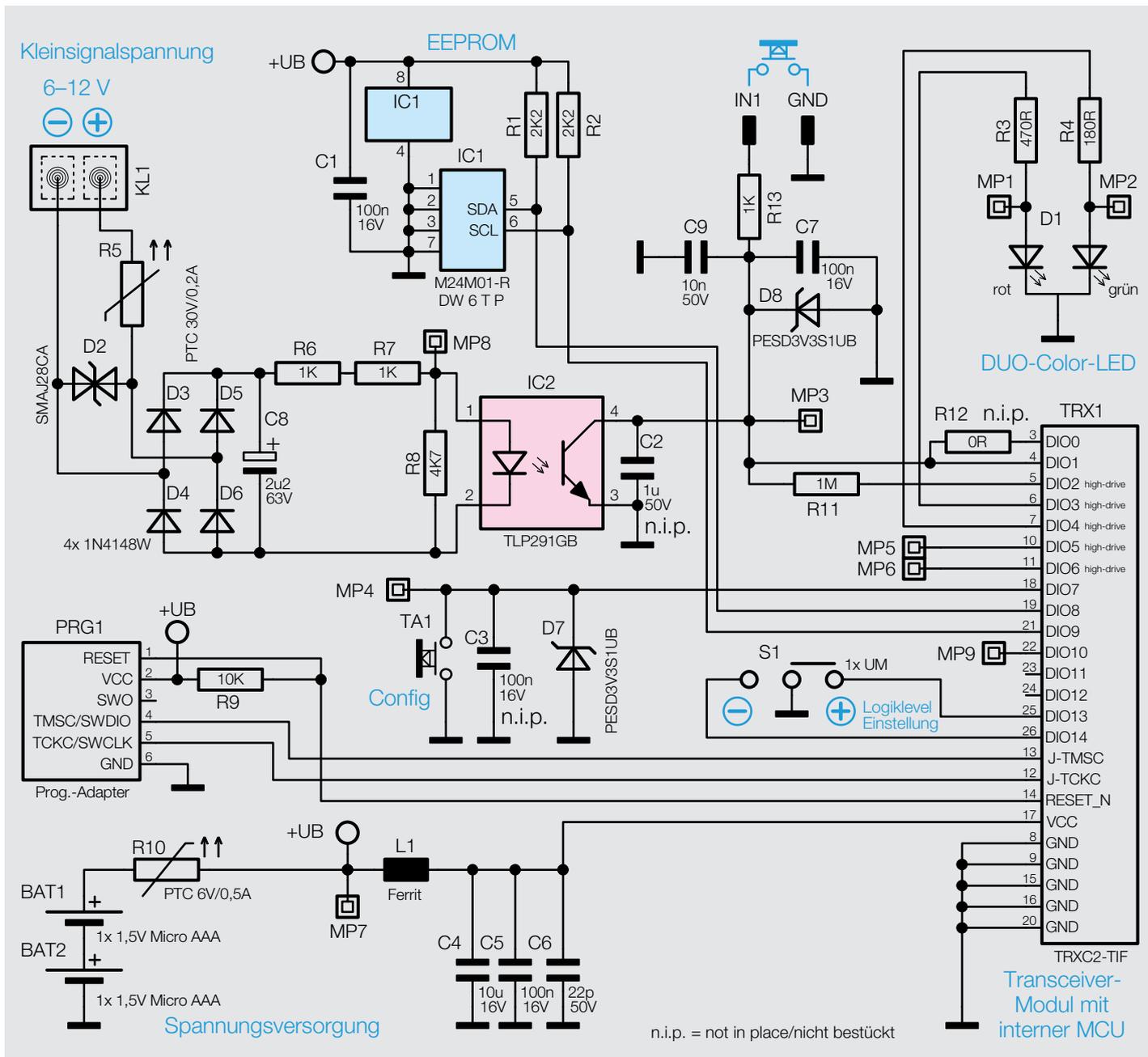


Bild 1: Das Schaltbild der Klingelsignalerkennung HmIP-DSD-PCB

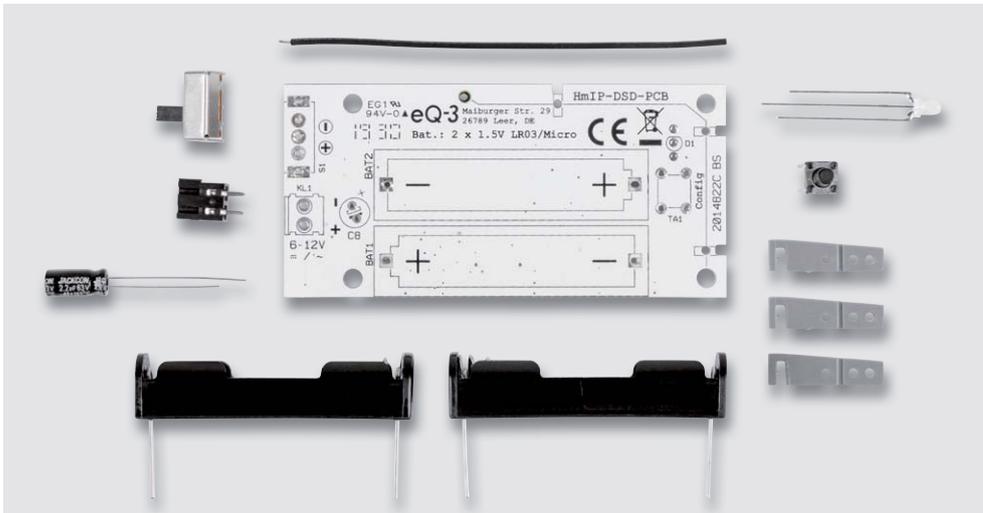


Bild 2: Der Lieferumfang des Bausatzes mit SMD-bestückter Platine und den noch zu bestückenden Bauteilen

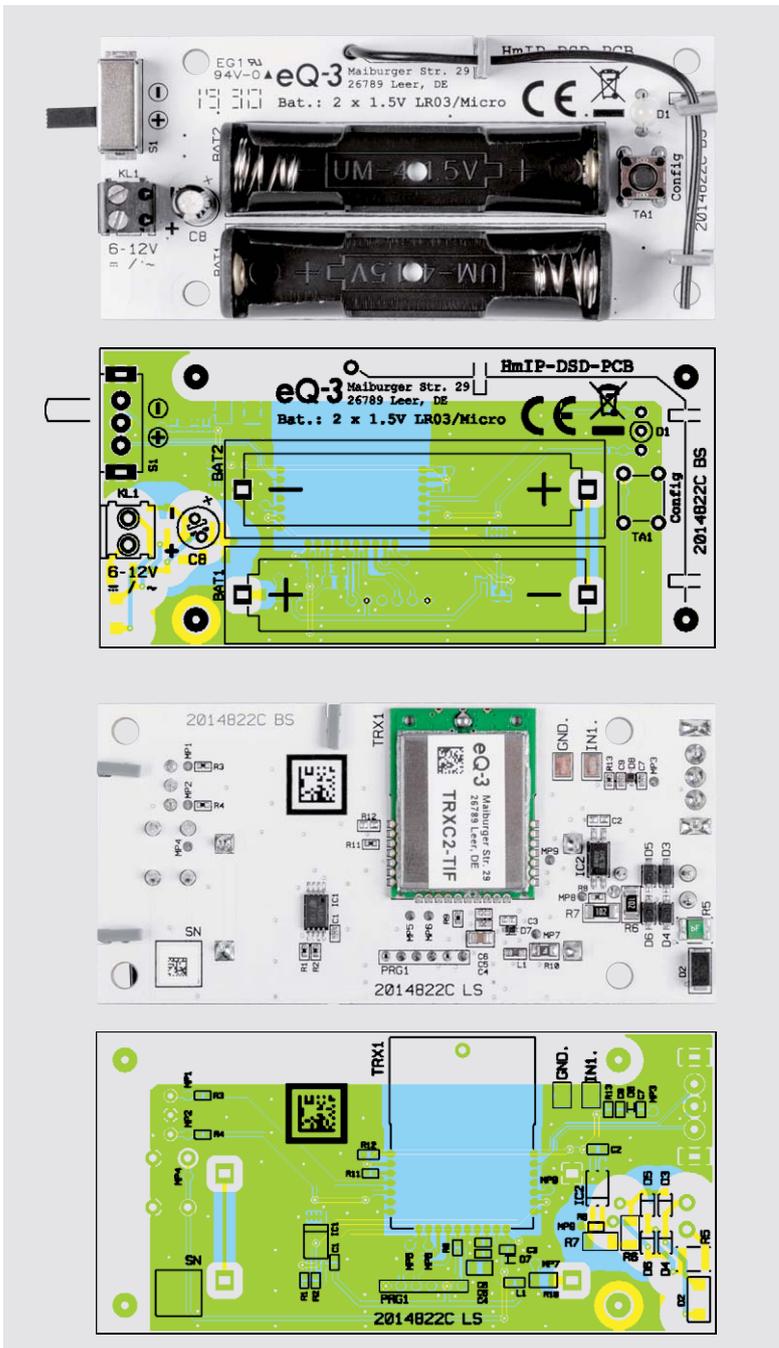


Bild 3: Die Platinenfotos der komplett bestückten Platine des HmIP-DSD-PCB mit den zugehörigen Bestückungsplänen. Oben ist die Platinenoberseite zu sehen, darunter die Platinenunterseite mit der SMD-Bestückung.

Zunächst werden die Micro-Batteriehalter BAT1 und BAT2 flach und mit ausreichend Lötleistung und Lötzinn auf der Platinenunterseite verlötet. Es ist wichtig, dabei unbedingt die Polarität der Halter zu beachten. Dabei können sowohl der Bestückungsdruck als auch die Platinenfotos als Hilfe dienen.

Der Elektrolytkondensator C8 wird ebenfalls unter Zuhilfenahme der Platinen- und Bauteilbedruckung von der Platinenoberseite her eingesetzt und auf der Platinenunterseite verlötet. Dabei ist zu beachten, dass bei zylindrisch bedrahteten oder zylindrischen SMD-Elkos der Minuspol am Gehäuse gekennzeichnet ist, auf der Platine allerdings der Pluspol (Bild 4).



### Wichtige Hinweise:

Leitungen an KL1 dürfen eine Länge von 30 m nicht überschreiten; Leitungen an IN1 dürfen nicht länger als 3 m sein. Außerdem dürfen Leitungen an KL1 und IN1 nicht außerhalb von Gebäuden verlegt werden.

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle an KL1 um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln.

Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann. Beim Einbau in ein Gehäuse ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Zugentlastung nach den allgemeinen Vorschriften vorgesehen ist. Die Leitungen dürfen nicht durch scharfe Kanten an den Einführungsöffnungen beschädigt werden.

Weitere Hinweise zu den Anschlussbedingungen finden sich detailliert in der zum Bausatz mitgelieferten Bedienungsanleitung.



Bild 4: Die Polarisierungsmarkierung für den Kondensator C8 auf der Platinenoberseite

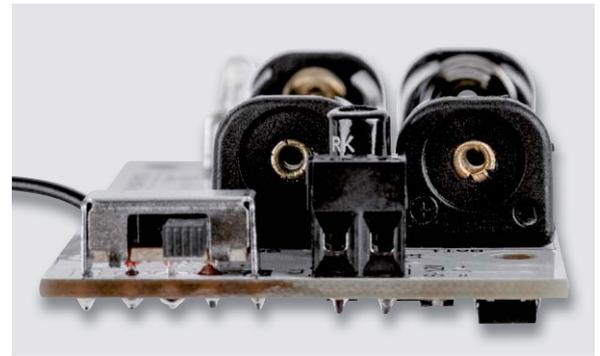
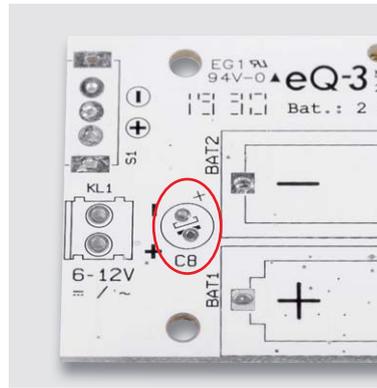


Bild 5: Montage des Schiebeschalters S1 und der Schraubklemme KL1

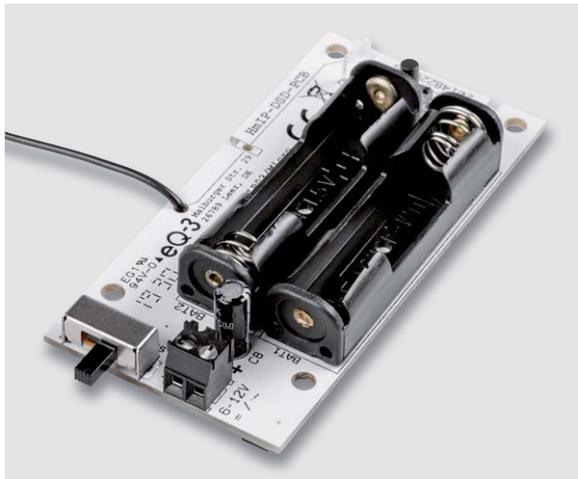


Bild 6: So erfolgt die Montage von C8, KL1 und S1.

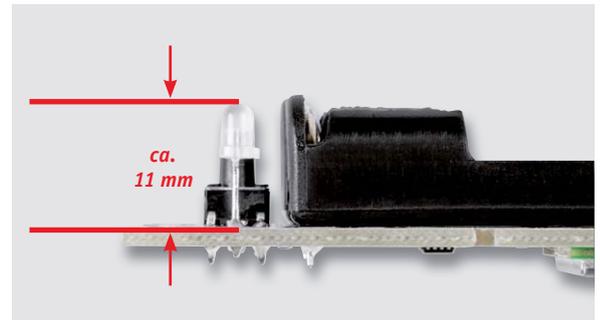


Bild 7: Die Einbauhöhe der Leuchtdiode D1 beträgt ca. 11 mm.

Bild 8: So sind die Antennenhalter zu kürzen.

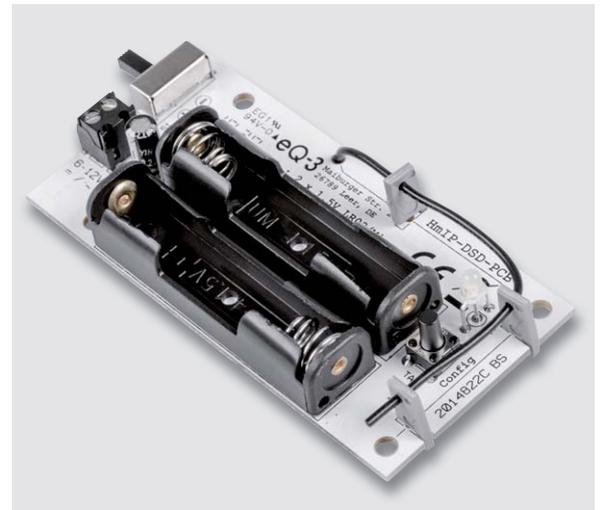


Bild 9: Die Führung der Antenne in den Antennenhaltern

Die Schraubklemme KL1, der Schiebeschalter S1 und der Taster TA1 werden ebenfalls flach auf der Platinenoberseite montiert (Bild 5) und von der Platinenunterseite her verlötet. Bild 6 zeigt die bisher bestückten Bauteile. Die Duo-LED D1 setzt man gemäß des Platinaufdrucks polrichtig ein (abgeflachte Gehäuseseite beachten) und verlötet die Anschlüsse in Höhe der Verbreiterung der Anschlussdrähte (ca. 11 mm) mit der Platine (siehe Bild 7).

Die Antenne wird von der Platinenoberseite in das dafür vorgesehene Lötauge des Funkmoduls eingesetzt (siehe Bild 3) und von der Platinenunterseite her vorsichtig mit dem Lötauge des Funkmoduls verlötet. Anschließend sind die drei Antennenhalter, wie

in Bild 8 gezeigt, mit einem Seitenschneider an den eingearbeiteten Kerben zu kürzen und in die zugehörigen Aussparungen der Platine einzusetzen. Die Antenne ist, wie in Bild 9 zu sehen, einzulegen bzw. zu führen.

Die Löt- und Montagearbeiten sind danach abgeschlossen. Wir können uns nun der Installation und der Inbetriebnahme widmen.

### Inbetriebnahme

Für die Inbetriebnahme werden zwei Micro-Batterien (LR03/AAA) entsprechend den Polarisierungsmarkierungen polrichtig in den Batteriehalter eingesetzt.

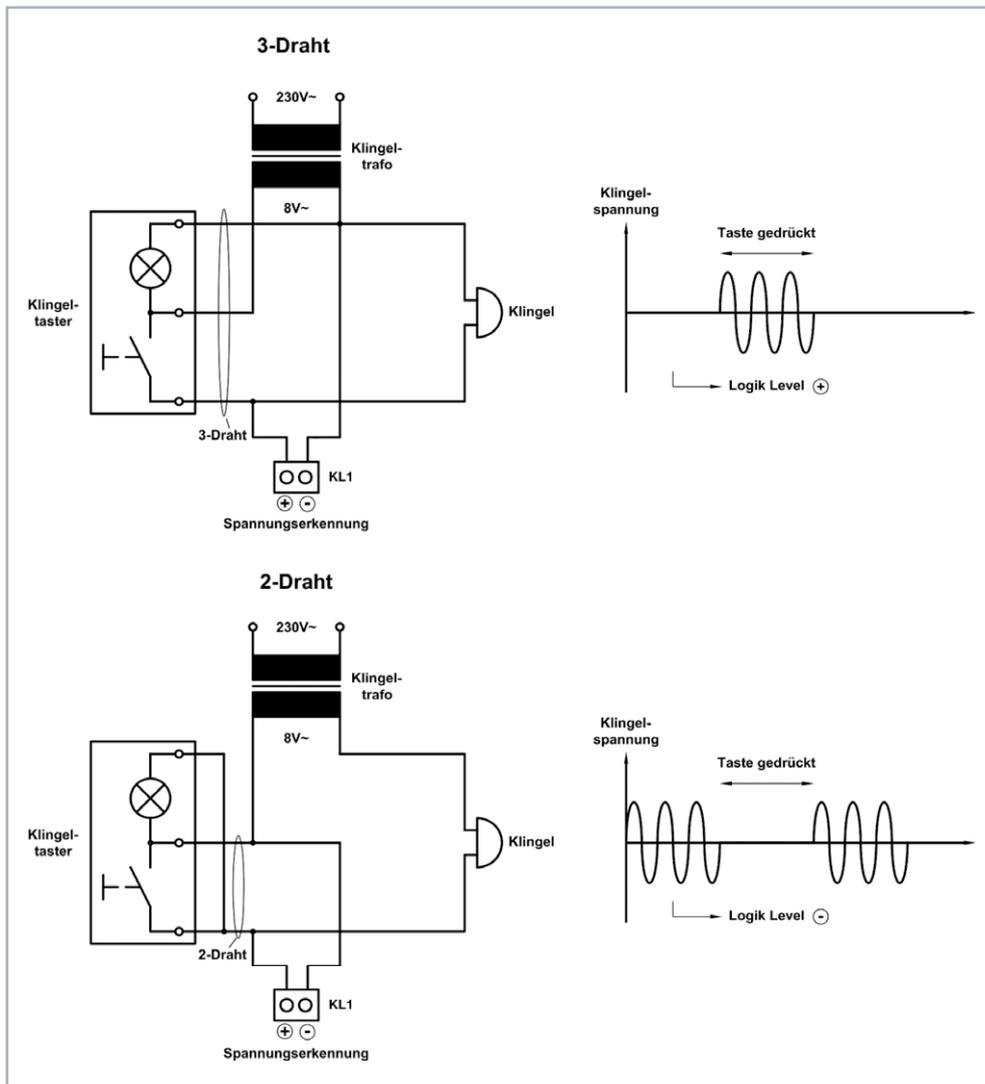


Bild 10: Die verschiedenen Varianten der Klingelsignalerkennung im 2- oder 3-Draht-Betrieb.

## Installation

Nach der Auswahl eines geeigneten Montageorts kann mit der Installation begonnen werden. Der Montageort ist unter der Berücksichtigung der Funkreichweite zu wählen. Dabei sollte sowohl ein ausreichender Abstand zu größeren Metallgegenständen (z. B. Heizkörpern) als auch zu elektronischen Geräten (z. B. Computer) eingehalten werden.

Die Klingelleitung wird auf die Klemme KL1 („+“ und „-“) geführt und dort verschraubt. Wenn nun eine Wechselspannung oder Gleichspannung (zwischen 6 und 12 V) angelegt wird, sendet das HmIP-DSD-PCB den Funkbefehl an angelernte Partner (per Direktverknüpfung) und/oder an die Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 (u. a. zum Auslösen von Zentralenprogrammen). Standardmäßig wird ein Schaltbefehl nach Erkennung des Klingelsignals oder nach dessen Beendigung gesendet (je nach der Stellung des Schiebeschalters S1).

Um die Schaltung auch in verschiedenen Installationsarten (2- oder 3-Drahtinstallation) zu verwenden, kann die Schaltlogik des Senders am Gerät per Schiebeschalter verändert werden (siehe Bild 10). Somit ist das Gerät in der Lage, entweder auf das Erscheinen (Schiebeschalter auf „+“) oder den Wegfall der Signalspannung (Schiebeschalter auf „-“) zu reagieren. Darüber hinaus kann der separate Eingang

parallel zum Spannungseingang für potentialfreie Taster und Schalter genutzt werden. Bei 2-Drahtsystemen wird die Schaltlogik auf den Wegfall der Signalspannung (Schiebeschalter auf „-“) geschaltet, wo hingegen bei 3-Drahtsystemen auf das Erscheinen der Signalspannung (Schiebeschalter auf „+“) geschaltet wird. Konkret sieht dies wie folgend aufgeführt aus.

### Tasterbetrieb

Hier wird nach Stellung des Umschalters (S1) unterschieden:

Umschalter auf „+“: Bei Anliegen der Signalspannung bzw. Taster an IN1 gedrückt wird gesendet.

Umschalter auf „-“: Bei Unterbrechen der Signalspannung bzw. Taster an IN1 losgelassen (geöffnet) wird gesendet.

### Schalterbetrieb

Hier wird nicht nach Stellung des Umschalters (S1) unterschieden: Bei Anliegen oder Unterbrechen der Signalspannung bzw. Umschalten des Schalter an IN1 wird gesendet.

### Tür-/Fensterkontaktbetrieb

Hier wird nach Stellung des Umschalters (S1) unterschieden:

Umschalter auf „+“: Bei Anliegen der Signalspannung bzw. Tür-/Fensterkontakt an IN1 geschlossen wird der Entscheidungswert „geschlossen“ gesendet.

Bei Unterbrechen der Signalspannung bzw. Tür-/Fensterkontakt an IN1 geöffnet wird der Entscheidungswert „geöffnet“ gesendet.



Umschalter auf „-“: Bei Anliegen der Signalspannung bzw. Tür-/Fensterkontakt an IN1 geschlossen wird der Entscheidungswert „geöffnet“ gesendet. Bei Unterbrechen der Signalspannung bzw. Tür-/Fensterkontakt an IN1 geöffnet wird der Entscheidungswert „geschlossen“ gesendet.

## Anlernen und Konfiguration

Um Geräteparameter konfigurieren zu können, sind die entsprechenden Homematic IP Geräte an die Zentrale (CCU2/CCU3) zuerst anzulernen. Danach können Verknüpfungen erstellt oder Geräteparameter eingestellt werden.

Die Geräteparameter der Klingelsignalerkennung (Low-Bat-Schwelle, Kanaleinstellungen usw.) sind in **Bild 11** dargestellt. Die Status-LED auf der Platine ist standardmäßig für die Sende- und Empfangsbestätigung der einzelnen Kanäle deaktiviert, sodass ein Sendevorgang nicht optisch angezeigt wird, um bei Batteriebetrieb Energie zu sparen. Über die Geräteparameter-Einstellung kann diese Anzeige aber auch bei Bedarf aktiviert werden. Auch die Low-Bat-Erkennung ist auf diese Weise konfigurierbar.

Weitere detaillierte Hinweise zur Bedienung, zu Signalisierungen usw. finden sich in der mit dem Bausatz gelieferten Bedienungsanleitung.

## Weitere Anwendungsszenarien

Wie bereits angedeutet, kann die Klingelsignalerkennung bei Einbindung in ein System mit der Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 bzw. einer Partnerlösung neben der Tastererkennung an IN1 auch den Zustand von Schaltern und von Tür-/Fensterkontakten erfassen und entsprechende Entscheidungswerte für die Verknüpfung in Zentralenprogrammen ausgeben.

Da die Spannungserkennung ebenfalls sehr universell arbeitet, kann das Gerät auch für die Spannungsdetektierung im Smart Home eingesetzt werden, etwa wenn ein Netzgerät ausgefallen, ein Akku tiefentladen oder eine Batterie leer ist. Oder man kann eine Rückmeldung generieren, wenn ein Verbraucher ein- oder ausgeschaltet wird, direkt oder per induktiver Kopplung. Bei letzterer Einsatzmöglichkeit ist auch eine Stromflusserkennung bei höheren Strömen realisierbar – Anwendungsbeispiele gibt es also viele für diese kleine Schaltung. **ELV**

### Widerstände:

180 Ω/SMD/0402	R4
470 Ω/SMD/0402	R3
1 kΩ/SMD/0402	R13
1 kΩ/SMD/1206	R6, R7
2,2 kΩ/SMD/0402	R1, R2
4,7 kΩ/SMD/0402	R8
10 kΩ/SMD/0402	R9
1 MΩ/SMD/0402	R11
PTC/0,2 A/30 V/SMD/1210	R5
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R10

### Kondensatoren:

22 pF/50 V/SMD/0402	C6
10 nF/50 V/SMD/0402	C9
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C5, C7
2,2 µF/63 V/THT	C8
10 µF/16 V/SMD/0805	C4

### Halbleiter:

M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	IC1
TLP291(GB,E)-V4/SSOP-4	IC2
1N4148W/SMD	D3–D6
SMAJ28CA/SMD	D2
PESD3V3S1UB/SMD	D7, D8
Duo-LED/rot/grün/3 mm	D1

### Sonstiges:

Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Schiebeschalter, 1 x um, winkelprint	S1
Mini-Drucktaster, 1x ein,	
6 mm Tastknopflänge	TA1
Batteriehalter für 1 Microzelle	BAT1, BAT2
Schraubklemme, 2-polig, Drahtein-	
führung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	KL1
Antennenhalter für Platinen	
TRXC2-TIF eQ-3	TRX1
Flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm²,	
schwarz	TRX1

Stückliste



Bild 11: Der Konfigurationsdialog des HmIP-DSD-PCB in der WebUI der CCU

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-DSD-PCB
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	30 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Einsatz:	trockener Innenbereich, nicht kondensierend
Leitungsquerschnitt an KL1:	0,14–1 mm²
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz/869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD Category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	220 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h/< 10 % pro h
Abmessungen (B x H x T):	40 x 15 x 80 mm
Gewicht:	45 g (inkl. Batterien)

Technische Daten



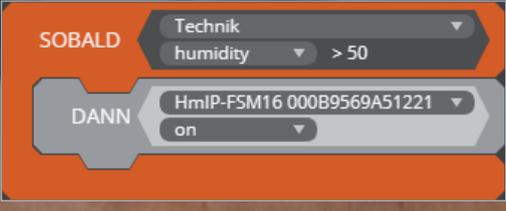
# Passt auf das Raumklima auf

## Multisensor uHoo in das Smart Home integrieren

Der smarte Luftgütesensor uHoo überwacht neun wichtige Klimawerte in einem Raum und überträgt die Werte per WLAN ins Netz. Über die zugehörige App, den Web-Dienstanbieter IFTTT oder den AIO CREATOR NEO und die CCU3 kann man die Daten auswerten und mit bestimmten Aktionen verknüpfen, wenn z. B. festgelegte Grenzwerte überschritten werden – von der einfachen E-Mail-Warnung bis hin zur direkten Ansteuerung von Klimatisierungstechnik. Lesen Sie, was der multifunktionelle Klimasensor kann und wie seine Daten auf die verschiedensten Arten auswertbar sind.



- ✓ Temperatur
- ✓ Luftfeuchtigkeit
- ✓ Luftdruck
- ✓ Feinstaub
- ✓ Kohlendioxid
- ✓ Kohlenmonoxid
- ✓ Stickstoffdioxid
- ✓ Ozon
- ✓ VOC



SOBALD Technik humidity > 50

DANN HmlP-FSM16 000B9569A51221 on





## Klimadaten erfassen

Die Erfassung und Auswertung von Klimadaten spielt in unserer modernen Welt eine zunehmende Rolle. Da wir uns oft in geschlossenen Gebäuden aufhalten, deren Räume vielfach nicht einmal auf althergebrachte Weise belüftbar sind, interessieren die Klimadaten in solchen Gebäuden besonders.

In mangelhaft belüfteten Räumen entsteht schnell ein ungesundes Raumklima, das Beeinträchtigungen des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit bis hin zu Erkrankungen fördern kann. Der einfachste Fall ist die zu trockene Heizungsluft im Winter, doch es gibt noch viele andere Gefahren, z. B.:

- Schimmelgefahr bei ungünstigen Temperatur-Luftfeuchte-Kombinationen
- Schadstoffe durch Ausdünstungen von Einrichtungsgegenständen und Baustoffen
- hohe Kohlenmonoxid-Konzentrationen durch einen nicht exakt funktionierenden Kaminabzug oder Gasgeräte

Heute spielen zunehmend auch der Feinstaubgehalt sowie die Stickstoffdioxid-Belastung der Atemluft eine Rolle für das Wohlbefinden. Hinzu kommt die Schadstoffbelastung der Raumluft durch sogenannte VOCs (Volatile Organic Compounds, flüchtige organische Verbindungen). Dies sind z. B. Kohlenwasserstoffe (etwa aus Kfz-Abgasen, Tabakrauch), Alkohole,

Aldehyde, organische Säuren, die wir u. a. in Lösungsmitteln, flüssigen Brennstoffen, synthetischen Stoffen, Reinigungsmitteln, Klebstoffen, aber auch als natürliche Stoffwechselprodukte finden. In Industrie- und Gewerbeumgebungen treten VOCs zudem in großer Vielfalt als flüchtige Nebenprodukte auf, die an die Außenwelt gelangen. Die Auswirkungen können vielfältig sein, von der Geruchsbelästigung bis hin zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen.

Während wir einfach zu erfassende Raumklimafaktoren wie Temperatur oder Luftfeuchte schon lange in Form von Thermo-/Hygrometern im Haus kennen, war die Erfassung komplexerer Faktoren wie z. B. Feinstaub, Ozon, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid und der VOCs lange eine Aufgabe für teure, kommerzielle Messgeräte. Inzwischen ist die Sensortechnik trotz ständig besser werdender technischer Daten auf einem auch für die Privatnutzung erschwinglichen Level angekommen. So gehören heute etwa Gas- oder CO-Melder schon wie Rauchmelder zur normalen Haushaltsausstattung dazu.

Man kann die genannten Raumklimafaktoren traditionell mit Einzelsensoren überwachen, zunehmend erobern sich aber komplexere Sensoren dieses Gebiet. Ein wahres Multitalent ist hier der Luftgütesensor uHoo (Bild 1), der neun relevante Klimafaktoren erfassen kann.

	<b>Temperatur</b> Messbereich: -40 bis +85 °C (±0,5 °C) Auflösung: 0,1 °C
	<b>Relative Luftfeuchtigkeit</b> Messbereich: 0-100 % (±3 %) Auflösung: 0,1 %
	<b>Luftdruck</b> Messbereich: 300-1100 mBar (±1 mBar) Auflösung: 0,1 mBar
	<b>Feinstaub PM2.5</b> Messbereich: 0-200 µg/m³ (±20 µg/m³) Auflösung: 0,1 µg/m³
	<b>Kohlendioxid</b> Messbereich: 400-10.000 ppm (±50 ppm) Auflösung: 1 ppm
	<b>Kohlenmonoxid</b> Messbereich: 0-1000 ppm (±10 ppm) Auflösung: 0,1 ppm
	<b>Stickstoffdioxid</b> Messbereich: 0-1000 ppb (±10 ppb) Auflösung: 1 ppb
	<b>Ozon</b> Messbereich: 0-1000 ppb (±10 ppb) Auflösung: 1 ppb
	<b>VOC</b> Messbereich: 0-1000 ppb (±10 ppb) Auflösung: 1 ppb



Bild 1: Der uHoo-Multisensor enthält mehrere Klimasensoren und wird per WLAN mit dem uHoo-Cloudservice verbunden.

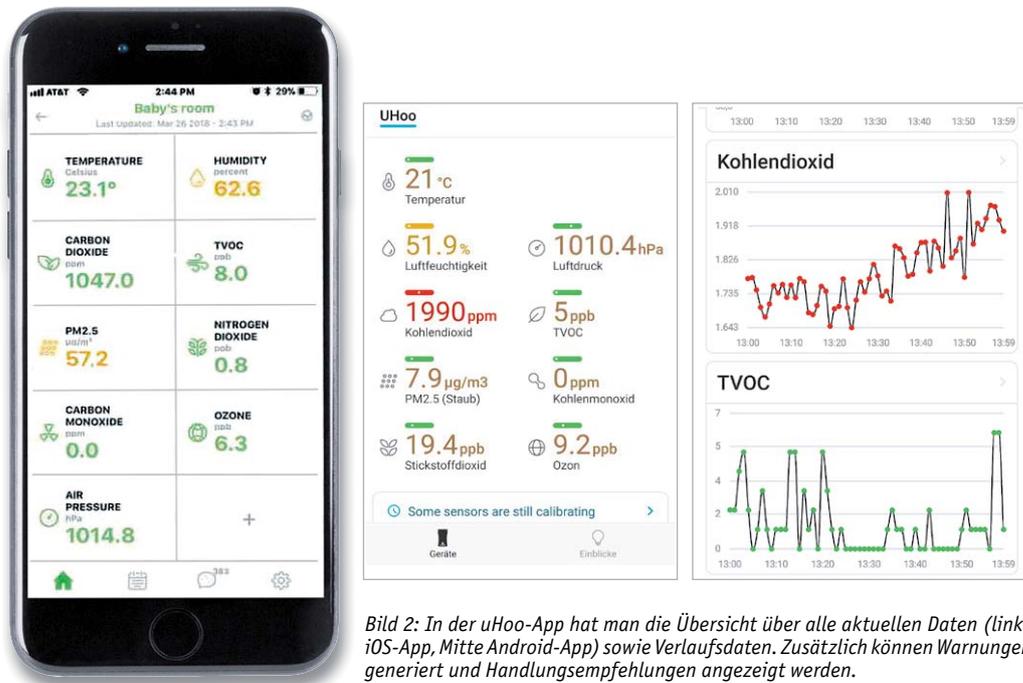


Bild 2: In der uHoo-App hat man die Übersicht über alle aktuellen Daten (links iOS-App, Mitte Android-App) sowie Verlaufsdaten. Zusätzlich können Warnungen generiert und Handlungsempfehlungen angezeigt werden.

## Vielfach anbindbar

Im Gegensatz zur herkömmlichen Klima- oder Wetterstation verfügt dieser Luftgütesensor nicht über eine eigene Displayanzeige, sondern nimmt per WLAN Kontakt zu Mobilgeräten bzw. ins Internet auf und zeigt die Daten entsprechend auf den mobilen Endgeräten an. Die Daten werden in einer Cloud gesammelt und stehen von dort aus weltweit zur Verfügung. In der zugehörigen App (Bild 2) werden alle Daten übersichtlich in Echtzeit angezeigt und zusätzlich aufgezeichnet. Als Ergebnis erhält man eine Verlaufsgrafik jedes Klimawertes und kann so sehr einfach Entwicklungen des jeweiligen Wertes verfolgen.

Die App hält noch weitere Auswertungen bereit (Bild 3): Sie kann nicht nur mehrere uHoo-Geräte verwalten, man kann auch festlegen, welche Sensorarten in die Alarmierungsfunktion (Push-Nachricht auf das Smartphone und Handlungsempfehlungen in der App) eingebunden werden sollen (Bild 4) und in welche Systeme man uHoo integrieren will. Hier steht derzeit IFTTT für individuelle Auswertungen, Reaktionen und Einbindungen in die Hausautomatisierung ebenso zur Verfügung wie die beiden verbreiteten Home-Assistent-Systeme Amazon Alexa und Google Assistant.

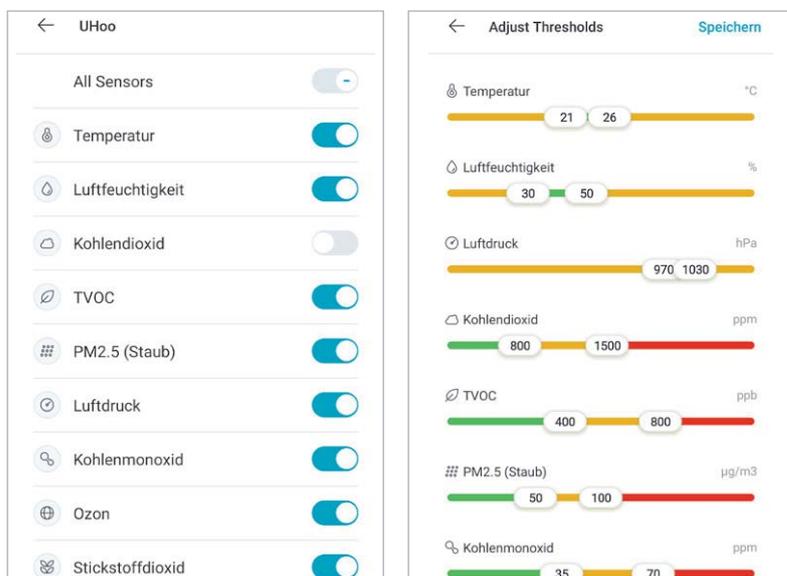


Bild 4: Die uHoo-App ermöglicht für jeden Messparameter eine individuelle Einstellung von Alarmwerten.

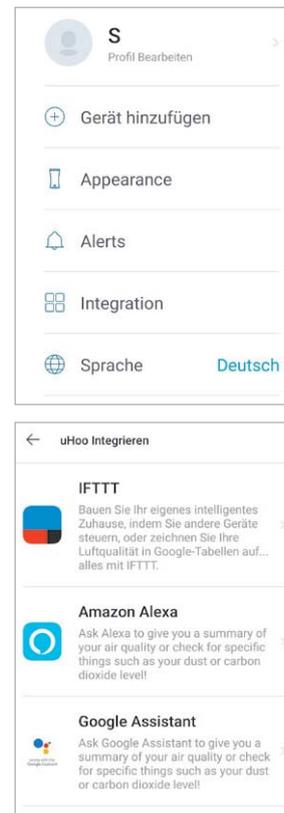


Bild 3: Über das App-Menü geht es auch in die Integration zu weiteren Web-Diensten wie z. B. IFTTT.

Wir betrachten einmal kurz IFTTT (If This Then That). Hier kann man nicht nur die eigene Hausautomation individuell einbinden, man findet auch bereits zahlreiche Standardlösungen, die andere IFTTT-Nutzer oder gar die Hersteller selbst in diesem Portal hinterlegt haben (Bild 5). Genauso gut kann man eine individuelle Lösung kreieren. Wir haben eine ganz simple Variante, nämlich den E-Mail-Versand bei einem Grenzwertalarm, ausgeführt (Bild 6). Nach Auftreten einer definierbaren Kombination aus Raumluftfeuchte und Raumtemperatur wird eine Aufforderung zum Lüften an eine E-Mail-Adresse gesendet. Dazu muss man einen IFTTT-Account anlegen und wird per „Integration“ aus der uHoo-App in das Portal geleitet. Eine Bedienungsanleitung, wie man uHoo in IFTTT integriert, findet sich unter [1].

Für die Nutzung in einer Smart Home Lösung wie dem Homematic und Homematic IP System eröffnen sich für einen solchen Multisensor natürlich zahlreiche Anwendungsfälle für die effektive und automatisierte Raumklimatisierung. Hier hat der Systempartner mediola den Sensor in seine Kompatibilitätsliste aufgenommen und bietet die uHoo-Cloud-Dienst-Integration in der mediola AIO CREATOR NEO Softwarelösung an. Da diese inzwischen direkt in die Smart Home Zentrale CCU3 integriert ist und auch die Nutzer der CCU2 und anderer Partnerlösungen sie anwenden können, kann der uHoo-Luftgütesensor über diesen Weg in das eigene Smart Home System eingebunden werden.

ELV hat dazu ein detailliertes Projekt erarbeitet, welches man unter [2] findet. Wir wollen es an dieser Stelle kurz vorstellen. Voraussetzung ist die Software

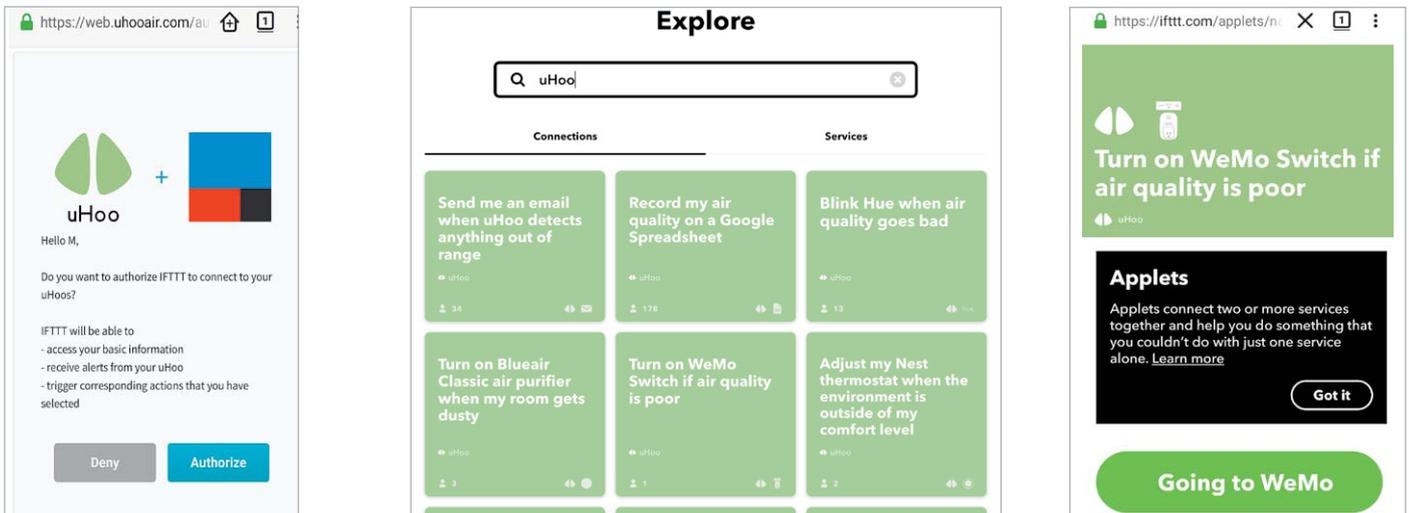


Bild 5: Nach der Anmeldung des uHoo-Sensors über den eigenen IFTTT-Account kann man aus bereits hinterlegten Lösungen wählen oder eigene Lösungen erstellen.

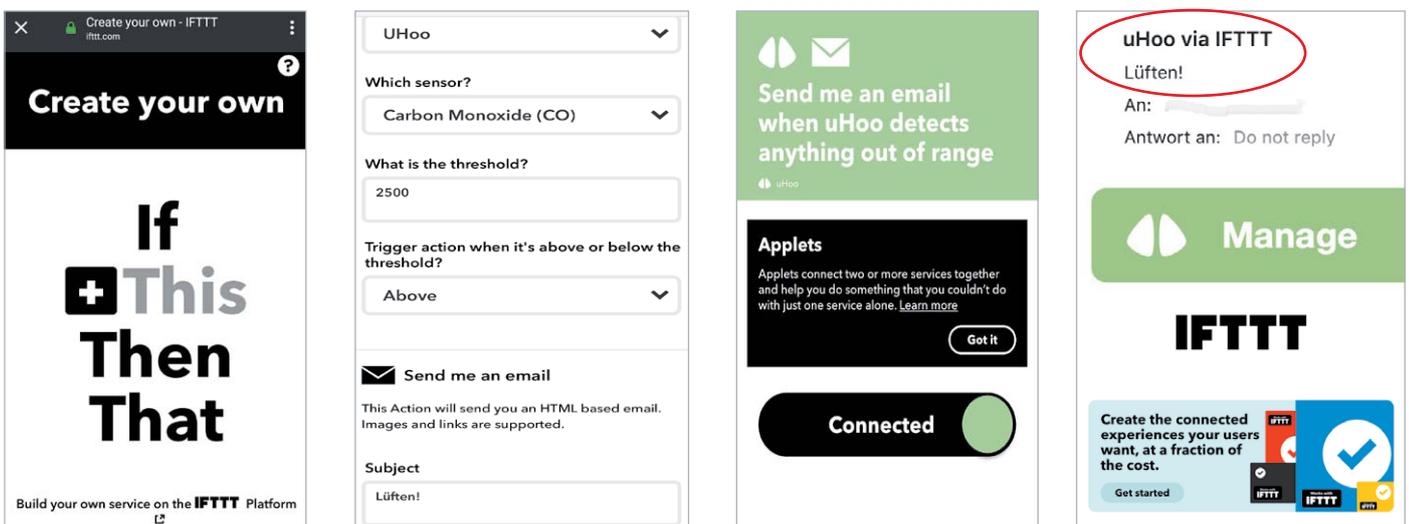


Bild 6: Das Konfigurieren der eigenen Lösung aus einer der vielen vorhandenen Lösungen ist sehr einfach: Sensor, Grenzwert und Verhalten auswählen, die zu übermittelnde Aktion wählen – fertig. Ganz rechts die entsprechende Meldung für die realisierte E-Mail-Warnung.

AIO CREATOR NEO in der Version ab 2.7.x und ein Abonnement des mediola Cloudservices [3]. Letzterer ermöglicht den direkten Zugriff auf zahlreiche Cloudservice, u. a. die uHoo-Cloud (Bild 7). Da man für die Nutzung der uHoo-App ohnehin einen Zugang auf die Cloud angelegt

hat, ist der Zugriff über die vorhandenen Login-Daten einfach. Man muss lediglich den mediola-Service autorisieren, die Daten des eigenen uHoo-Sensors verarbeiten zu dürfen (Bild 8), worauf eine Kopplung von

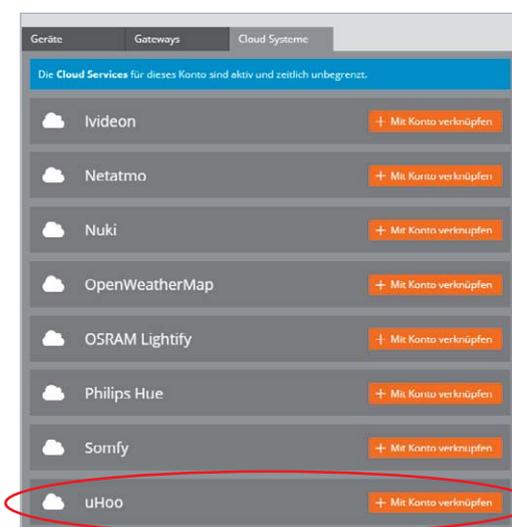


Bild 7: In der Cloudservice-Auswahl des AIO CREATOR NEO findet sich auch die uHoo-Cloud.

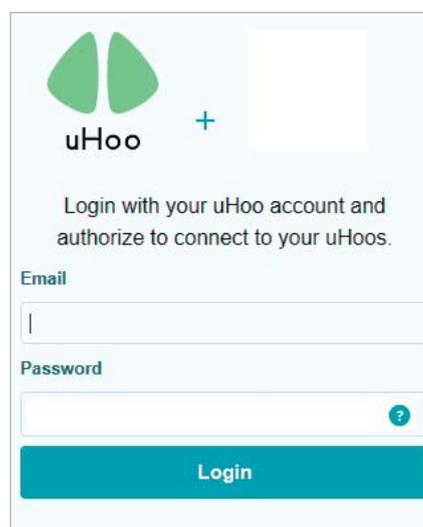


Bild 8: Über die Einwahl in den eigenen uHoo-Cloudzugang und die Autorisierung von AIO CREATOR NEO für den Zugriff auf die uHoo-Cloud ist die Verbindung zum uHoo-Sensor hergestellt.

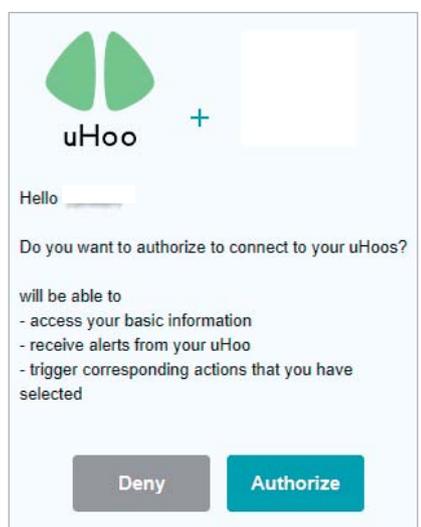




Bild 9: Nach der Autorisierung folgt nun der Geräteimport wie im AIO CREATOR NEO gewohnt.

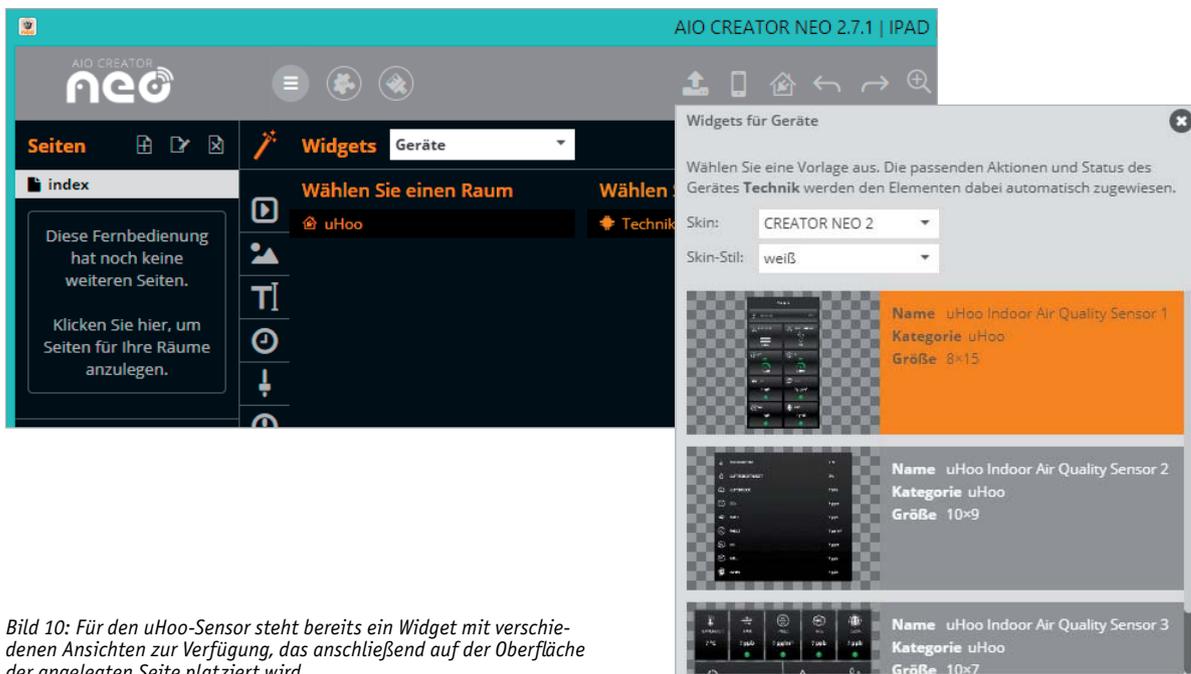
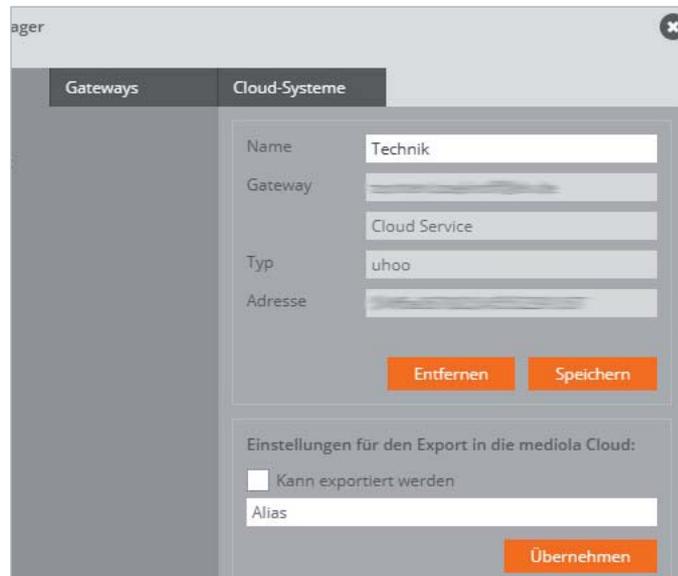


Bild 10: Für den uHoo-Sensor steht bereits ein Widget mit verschiedenen Ansichten zur Verfügung, das anschließend auf der Oberfläche der angelegten Seite platziert wird.



Bild 11: Der in AIO CREATOR NEO integrierte uHoo-Sensor in der Remote-Ansicht

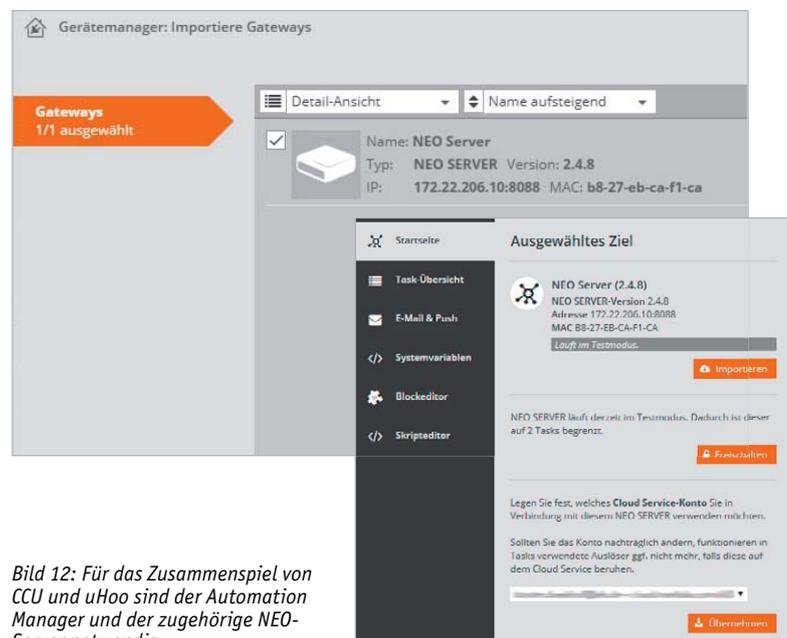


Bild 12: Für das Zusammenspiel von CCU und uHoo sind der Automation Manager und der zugehörige NEO-Server notwendig.



Bild 13: Die Verknüpfung zwischen uHoo-Sensor und der gewünschten Aktion im Homematic System erfolgt über den Blockeditor des Automation Managers. Am Ende wird die Verknüpfung auf dem eigenen NEO-Server gespeichert und ist aktiv.



AIO CREATOR NEO zum uHoo-Sensor erfolgt und dieser in den Gerätemanager aufgenommen wird (Bild 9).

mediola hat dem uHoo Sensor gleich noch ein eigenes Widget spendiert, das in verschiedenen Ansichten zur Verfügung steht (Bild 10). Ist dieses fertig erstellt und ggf. individualisiert, lädt man es auf den mediola-Server hoch, wo es dann für die AIO-Remote-NEO-Apps zur Verfügung steht. Man kann das Widget als eigene Lösung anlegen, aber auch in seine normale AIO-CREATOR-NEO-Oberfläche integrieren. Bild 11 zeigt die im ELV Projekt als Einzelprojekt erstellte Fernbedienungsseite für die AIO-Remote-NEO-App.

Da wir in diesem Projekt verschiedene Systeme, also unsere Smart Home Zentrale CCU und den uHoo-Sensor verbinden wollen, benötigen wir den mediola Automation Manager. Mit diesem ist es möglich, systemübergreifende Programmierungen zu realisieren. Diese werden auf den gewünschten NEO Server, der z. B. auf der CCU3 arbeitet, übertragen. Der gewünschte mediola-Server muss hierzu in die mediola Software wie eine Homematic Zentrale als weiteres

Gateway importiert werden (siehe Bild 12), gefolgt von der Verbindung des Automation Managers zum mediola-Cloudservice.

Nun geht es an die eigentliche Programmierung der Aufgabe über den Blockeditor des Automation Managers (Bild 13). Als einfaches Anwendungsbeispiel ist hier festgelegt, dass der uHoo-Sensor am Standort „Technik“ bei einer Überschreitung des Raumluftfeuchtwertes von 50 % rH einen Schaltaktor des Homematic IP Systems einschalten soll. Dieser kann z. B. einen Luftentfeuchter oder eine sonstige Klimatisierungsfunktion ansteuern.

Auf diese Weise lassen sich alle Sensoren des uHoo-Sensors in der Hausautomatisierung nutzen, z. B. ist eine Klartextmeldung über den MP3-Funk-Kombisignalgeber beim Kaminabend am Holzfeuer möglich, damit man eine Überschreitung des Kohlenmonoxidwertes im Zimmer rechtzeitig bemerkt. Schließlich kann man den uHoo-Sensor flexibel je nach aktueller Aufgabe um- und einsetzen, er benötigt lediglich einen Netzanschluss. **ELV**

Das Produkt finden Sie im ELVshop unter der Bestell-Nr. 25 08 88

#### Technische Daten

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Temperatur	-40 bis +85 °C	0,1 °C	± 0,5 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	0–100 %	0,1 %	± 3 %
Luftdruck	300–1100 mBar	0,1 mBar	± 1 mBar
Staubpartikel PM2.5	0–200 µg/m <sup>3</sup>	0,1 µg/m <sup>3</sup>	± 20 µg/m <sup>3</sup>
Kohlendioxid	400–10.000 ppm	1 ppm	± 50 ppm
Kohlenmonoxid	0–1000 ppm	0,1 ppm	± 10 ppm
Stickstoffdioxid			
Ozon	0–1000 ppb	1 ppb	± 10 ppb
VOC (flüchtige organische Verbindungen)			



## Weitere Infos:

- [1] IFTTT-Integration von uHoo: [https://files2.elv.com/public/25/2508/250888/Internet/250888\\_um\\_ifttt.pdf](https://files2.elv.com/public/25/2508/250888/Internet/250888_um_ifttt.pdf)
- [2] ELV Projekt „uHoo-Luftgütesensor in das Homematic System einbinden“: Webcode #10302
- [3] mediola-Cloudservice: <https://shop.mediola.com/cloud-services/399/cloud-services>



# Schickes Smart Home

## Visualisierung mit AIO CREATOR NEO und Smart Home Zentrale CCU3

Teil 6

In dieser Folge beschäftigen wir uns mit der Erstellung von Makros, fügen eigene Icons hinzu und wenden beides in der Seite an, die wir in der letzten Folge erstellt haben.



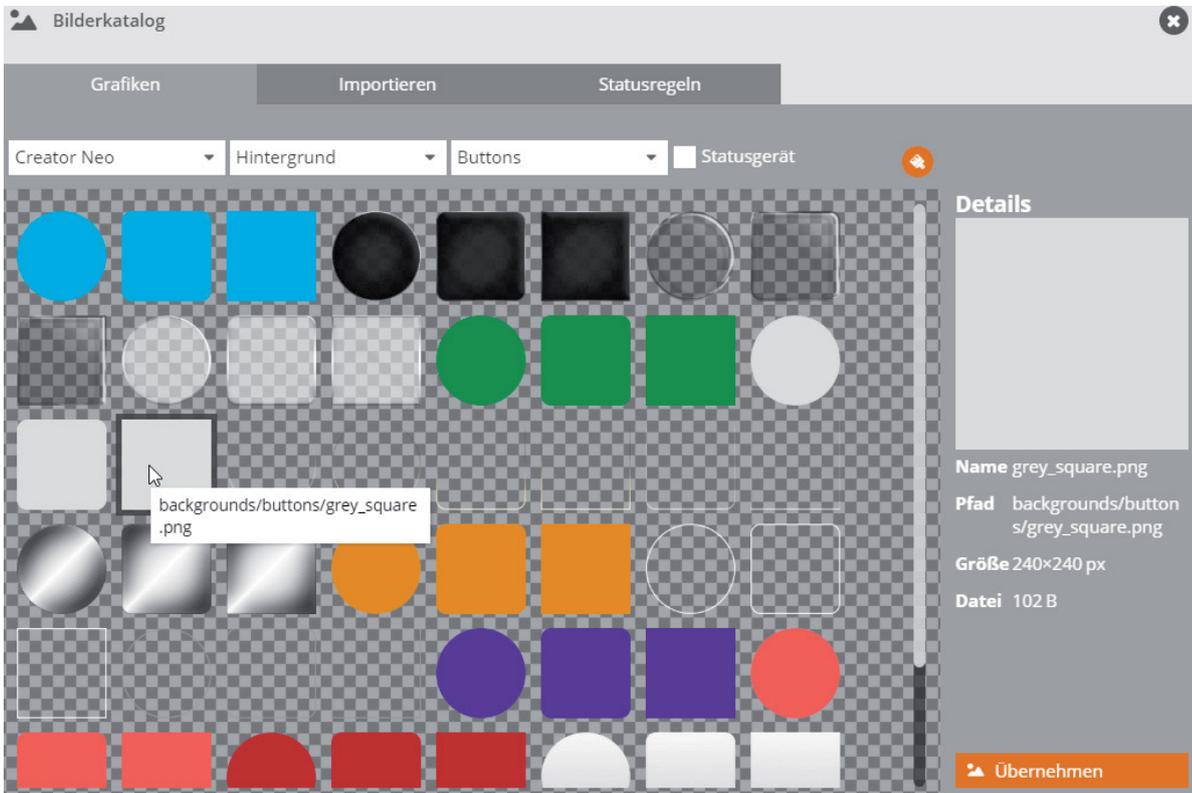


Bild 1: Button einfügen

## Warum Makros?

Makros sind in der Informationstechnik bzw. Programmierung Auflistungen von Befehlen, die nacheinander durchgeführt werden und die unter einem Namen (Makroname) gespeichert sind. Ein einfaches Beispiel, wozu man Makros verwenden kann, ist Folgendes: Wir hatten in der letzten Folge unter dem Namen „Entertain“ eine Seite zur Steuerung eines Fernsehers per Infrarot aufgebaut. Dabei haben wir die Tasten der Fernbedienung auf einer Bildschirmseite zusammengefasst dargestellt und mit den entsprechenden Infrarotbefehlen belegt.

Nun wäre es aber schön, die TV-Sender als Tasten, möglichst noch mit den Logos der Sender zur direkten Anwahl von Fernsehsendern, zur Verfügung zu haben.

Um Senderlogos (wie auch beliebige andere Grafiken) einzubinden, bietet der CREATOR NEO die Möglichkeit des Imports von Grafiken. Die Anwahl der Sender gestaltet sich nun ein wenig schwieriger. Wie wählen wir denn beispielsweise mit der Infrarot-Fernbedienung den TV-Sender an, der in unserem Gerät unter der Programmnummer 12 gespeichert ist? Wir drücken die Taste 1 und innerhalb einer gewissen Zeit die Taste 2. Nach der Wartezeit (falls z. B. eine dreistellige Nummer gewählt werden soll) wird, sofern keine weitere Zahl eingetippt wird, das Programm mit der Nummer 12 eingeschaltet. Und genau das ist mit Makros möglich.

## Eigene Grafiken einbinden

Zunächst einmal wollen wir die Senderlogos für die Tasten der direkten Programmwahl in den CREATOR NEO importieren. Senderlogos findet man zahlreich im Internet. Eine Sammlung gibt es beispielsweise unter <https://download.avm.de/tv/logos/>.

Zunächst werden diese Grafiken heruntergeladen. Nun fügen wir einen Button in die Seite „Entertain“ mit der Fernbedienung für den Fernseher ein und wählen über den Button „Hintergrund“ im Eigenschaften-Bereich den gewünschten Hintergrund für den Button aus (Bild 1). Hier wurde aus Kontrastgründen ein heller Hintergrund aus den im Bereich CREATOR NEO verfügbaren Hintergründen ausgewählt.

Nun geht es an den Import der Logos. Drücken Sie den Button „Icons“ im Bereich Eigenschaften (Bild 2).

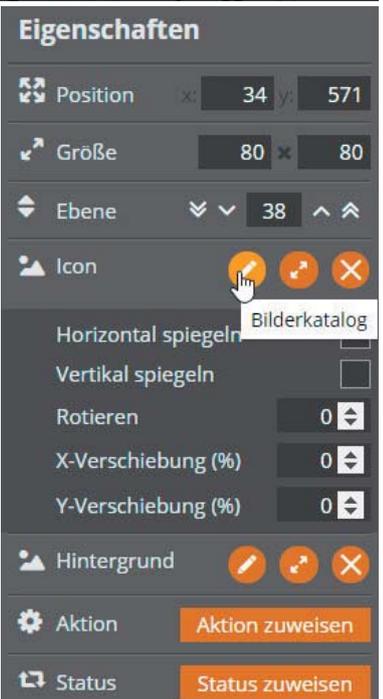


Bild 2: Icon wählen

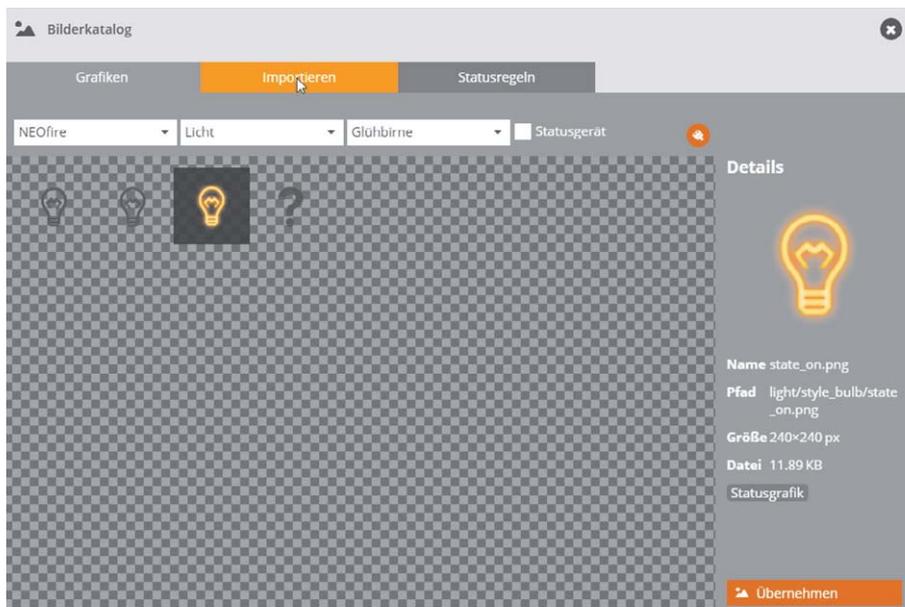


Bild 3: Importieren



Bild 4: Grafiken importieren

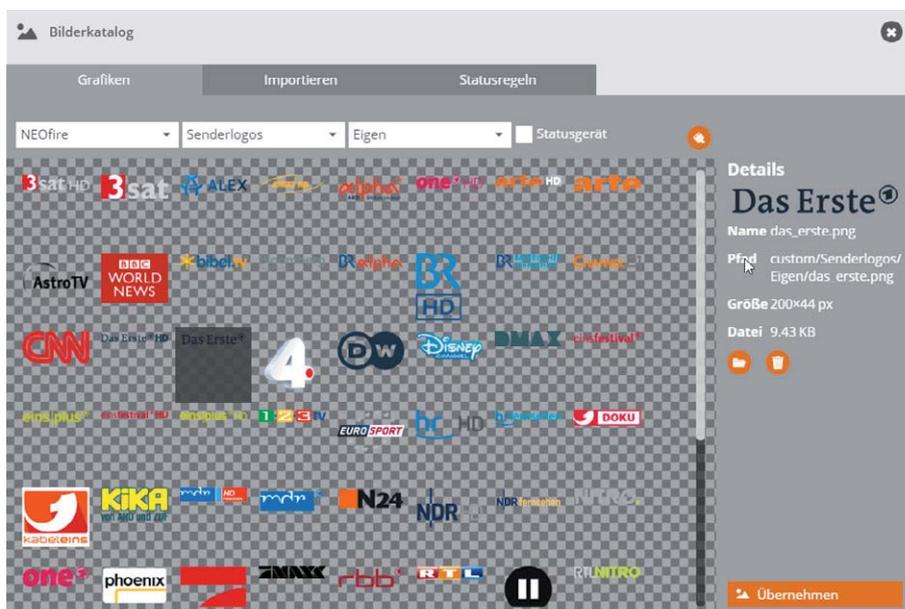


Bild 5: Grafiken (Senderlogos) auswählen

Wählen Sie im Bilderkatalog die Schaltfläche „Importieren“ (Bild 3), es öffnet sich das Importfenster für Grafiken (Bild 4). In diesem Fenster tragen Sie im Feld „Typ“ einen Oberbegriff für Ihre Grafiken ein (hier Sendelogos), im Feld „Stil“ einen Begriff, wie z. B. „Eigen“. Auf diese Weise erzeugen Sie ein neues Unterverzeichnis im Bilderpool für die Senderlogos. Sie können nun entweder über den Button „Datei wählen“ oder direkt durch Schieben einer Grafik auf die Importoberfläche und durch anschließendes Anklicken von „Importieren“ eine der gewünschten Grafiken in den Grafikpool importieren. Der Name der Grafik wird automatisch im Feld „Name“ eingetragen. Diesen können Sie aber auch vor dem Anklicken des Buttons „Importieren“ abändern.

So wird Grafik für Grafik in den Bilderpool importiert. Aus den importierten Grafiken können Sie nun für jeden Button, den Sie zur Programmwahl anlegen, die gewünschte Grafik auswählen (Bild 5).

## Makros

Bei den Sendertasten mit den Programmplätzen 1 bis 9 hinterlegen Sie bei „Aktion“ für den betreffenden Button einfach den entsprechenden Infrarotbefehl (Bild 6). Für Senderplätze mit zwei- oder mehrstelligen Ziffern können Sie nun jeweils ein Makro anlegen, das die Zahlen nacheinander über Infrarot anwählt. Im folgenden Beispiel wollen wir für einen TV-Sender, der auf dem Senderplatz 12 im Fernseher liegt, ein Makro definieren. Wählen Sie dazu die Funktion „Makro-Editor“ an (Bild 7), es öffnet sich die Seite des Makro-Editors (Bild 8).

Zunächst legen wir dort eine neue Gruppe mit dem Namen „TV“ an, in der die einzelnen Makros für die Tasten definiert werden können. Nach dem Eintrag des Namens „TV“ und drücken des Buttons „Speichern“ erweitert sich das Fenster um die Möglichkeit, ein Makro zu definieren (Bild 9).

Zunächst geben wir den Namen des ersten Makros (RTL) ein und drücken den Button „Speichern“. Für die Taste „RTL“ können wir nun die eigentlichen Makrobefehle eingeben. In dem Fenster wählen wir den Button „Befehl einfügen“, wir können nun den ersten Befehl („Aktion zuweisen“) definieren. Da wir die Sequenz „Infrarotbefehl für Taste 1“, gefolgt vom „Infrarotbefehl zur Taste 2“ zur Umschaltung auf den Programmplatz 12 definieren wollen, ist die erste Aktion, das Infrarot-Kommando der Taste 1 zu senden (Bild 10).



Bild 6: Infrarotbefehl auswählen

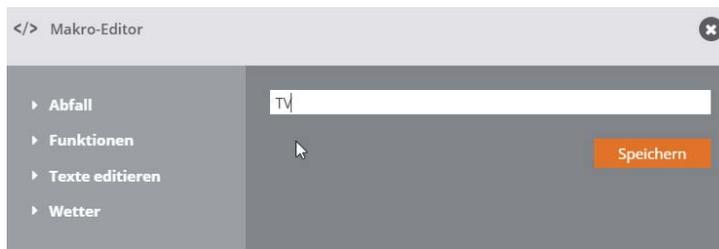


Bild 8: Makro-Editor



Bild 9: Definition des Makros

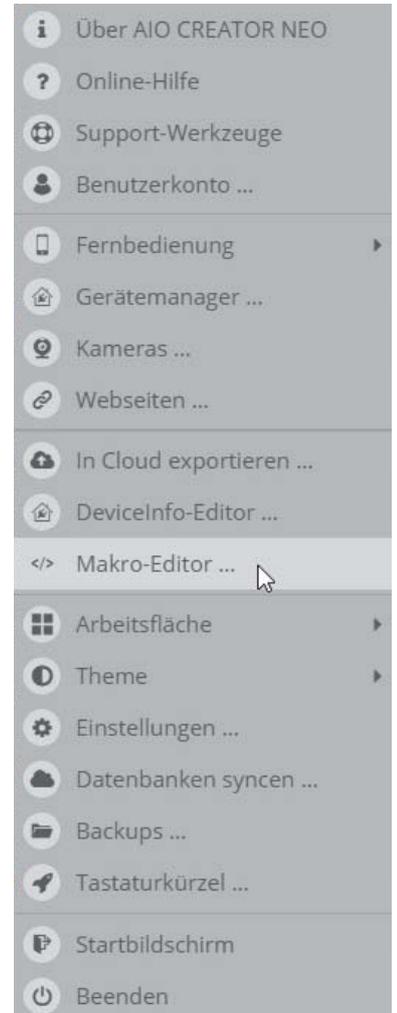


Bild 7: Makro-Editor

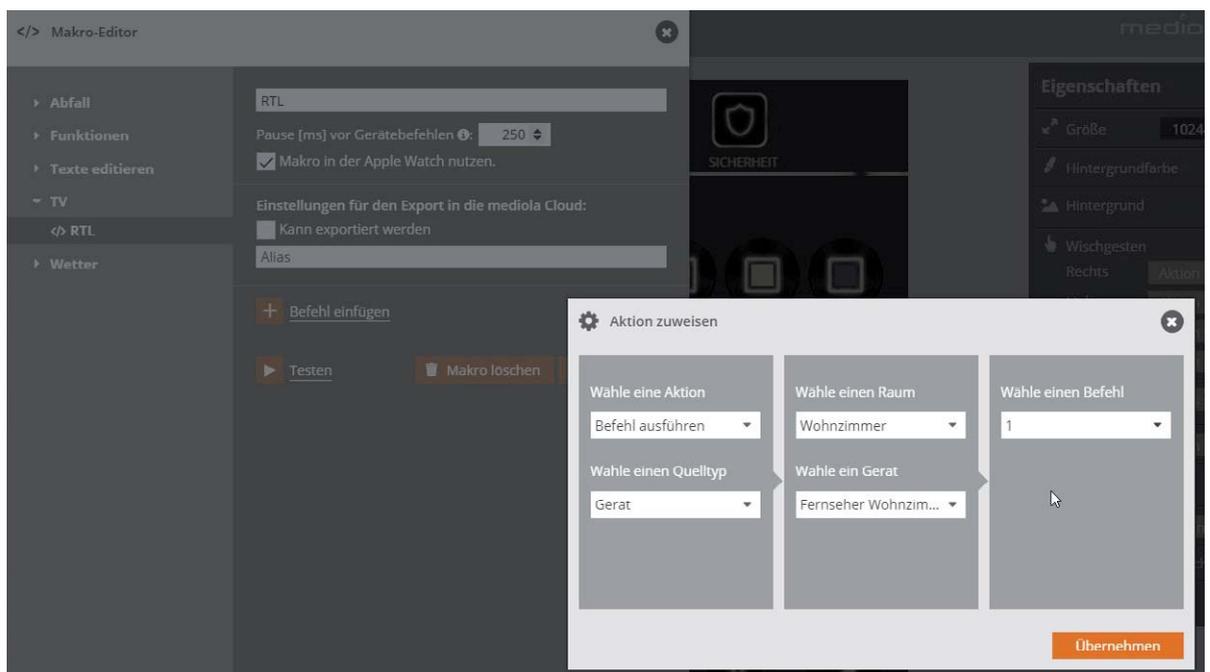


Bild 10: Makro-Aktion definieren



Bild 11: Pause einfügen

Nach dem Bestätigen mit „Zuweisen“ kommt der nächste Befehl an die Reihe. Da wir eine kurze Pause zwischen der Ausgabe der beiden Zahlen 1 und 2 brauchen (Verarbeitungsgeschwindigkeit Infrarot!), fügen wir als nächsten Befehl eine Pause von 500 ms ein (Bild 11). Auch hier wird die Aktion mit „Zuweisen“ abgeschlossen. Als dritter Befehl wird nun wieder ein Infrarot-Sendebefehl (für die Taste 2) definiert. Die komplette Sequenz lautet wie folgt (siehe auch Bild 12):



Bild 13: Aktion für die Programmtaste RTL (Programmplatz 12)

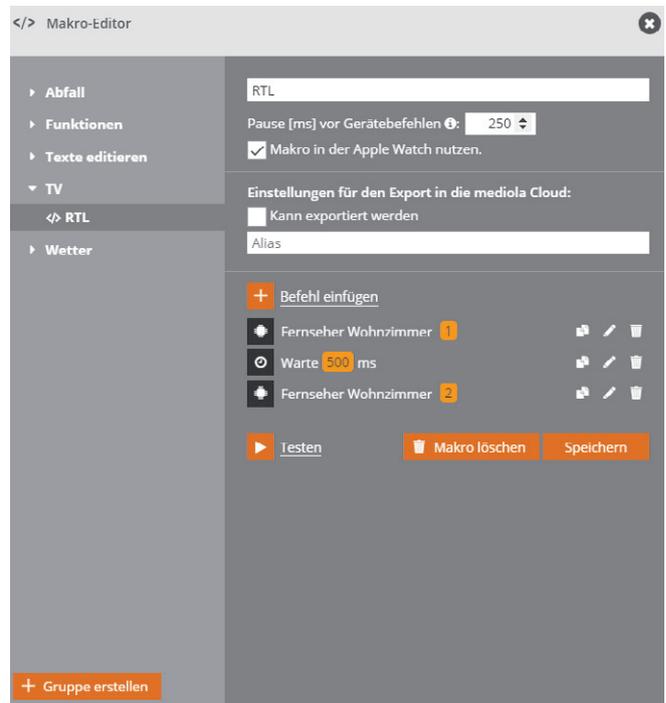


Bild 12: Kommandosequenz für Programmplatz 12

- Befehl 1: Taste 1
- Befehl 2: Pause 500 ms
- Befehl 3: Taste 2

Mit dem Button „Speichern“ wird die Sequenz (das Makro „RTL“) gespeichert. Bei der Eigenschaft „Aktion“ der Taste für den Programmplatz RTL wird nun als Aktion das Makro „RTL“ gewählt (Bild 13).

In der gleichen Art und Weise können nun alle Programmtasten für die gewünschten Programme definiert werden, sodass die Seite „Entertain“ schließlich wie auf Bild 14 aussehen könnte.

Makros sind natürlich nicht auf die Infrarot-Kommandos des mediola Gateways beschränkt. Hier können alle Aktoren der Haustechnik verarbeitet werden. So bieten sich die Makros auch für die Erstellung von in der Haustechnik „Szenen“ genannten Funktionen an.

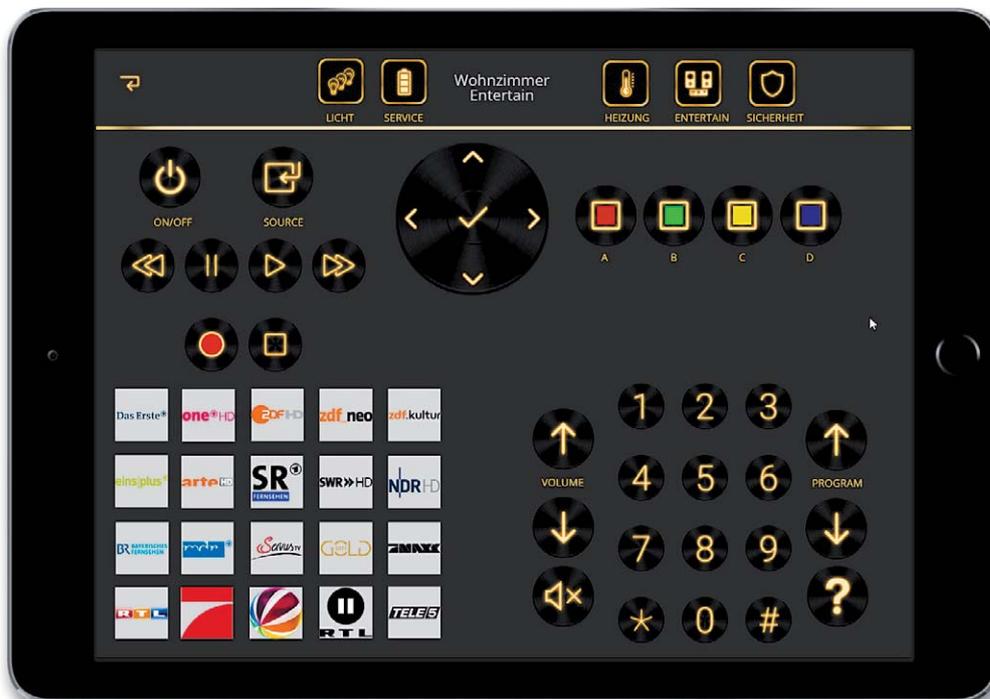


Bild 14: Entertain-Seite mit Programmtasten



## Szenen

Unter „Szenen“ versteht man in der Hausautomatisierung komplexe Schaltvorgänge, die unter einem sinngebenden Namen verschiedenste Aktionen ausführen können.

Im Folgenden wollen wir eine Seite aufbauen, die die folgenden Szenen steuern kann:

- Essen
- Fernsehen
- Lesen

Zunächst fügen wir in der Hauptseite einen Button „Szenen“ ein. Durch Kopieren einer Seite (z. B. Wohnzimmer Licht) erzeugen wir eine neue Seite, die wir „Szenen“ nennen. Aus dieser werden alle Elemente im Hauptbereich gelöscht, wir fügen 3 Buttons hinzu und benennen sie mit „Essen“, „Fernsehen“ und „Lesen“ (Bild 16).

Danach erstellen wir, wie oben beschrieben, eine neue Makro-Gruppe „Szenen“ und definieren 3 Makros mit den Namen „Essen“, „Fernsehen“, „Lesen“. Die Inhalte der Makros können – natürlich abhängig von den Aktoren, die in Ihrer Haustechnik vorhanden sind – beispielsweise aussehen wie in Bild 17 und Bild 18. Im Makro Bild 18 werden Dimmer, Lampen und der Fernseher per Infrarot angesteuert, im Makro Bild 17 nur Dimmer. Natürlich ist es aber sinnvoll, in einem zusammenhängenden Wohnbereich alle Aktoren bzw. Geräte, die in einem oder mehreren Makros geschaltet werden, auch in allen anderen Makros für diesen Wohnbereich zu programmieren. Dies ist in den Beispielen nicht der Fall – insofern dienen die hier dargestellten Makros lediglich als Beispiel und Anregung.



Bild 15: Hauptseite mit Button „Szenen“

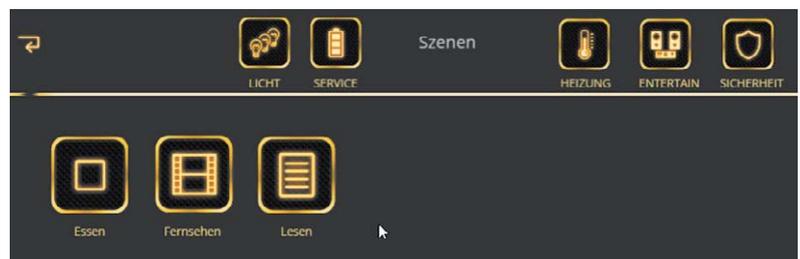


Bild 16: Szenen-Seite

**Tipp:** Da die Infrarotsteuerung – wie im vorhergehenden Beitrag dieser Artikelserie beschrieben – ohne Rückmeldung arbeitet, ist es allein mit einem Makro unmöglich, beispielsweise den Fernseher bewusst ein- bzw. auszuschalten, da man den aktuellen Zustand des Fernsehers im Makro nicht kennt. Mit den ELV Homematic Aktoren und Sensoren gibt es jedoch zahlreiche Möglichkeiten, diesen Umstand zu umgehen. Wird der Fernseher beispielsweise über einen Schaltaktor mit Energiemessung angeschlossen, kann man über zwei Systemvariablen „MEDIOLA\_TV\_EIN“ und „MEDIOLA\_TV\_AUS“ und die Abfrage des Schaltaktors sehr wohl den Fernseher gezielt ein- oder ausschalten. Im betreffenden Makro im CREATOR NEO wird dann einfach die entsprechende Systemvariable gesetzt.

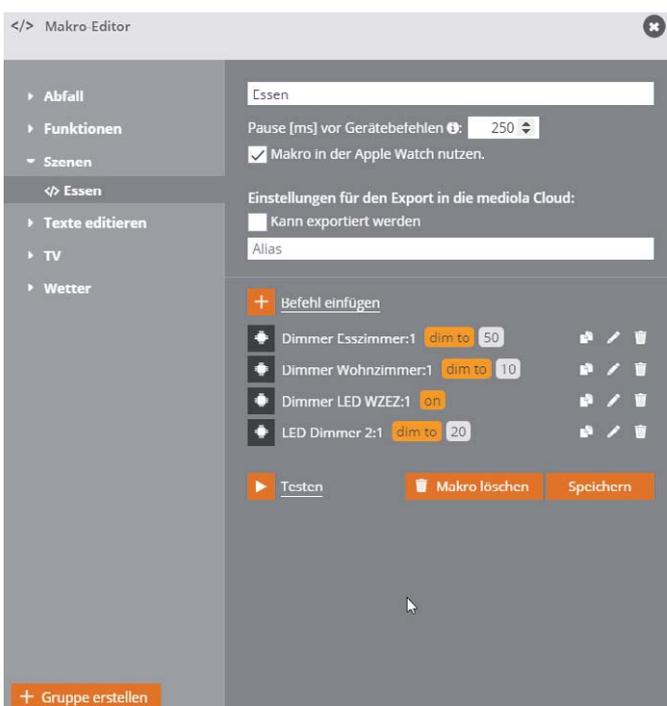


Bild 17: Makro für Szene „Essen“

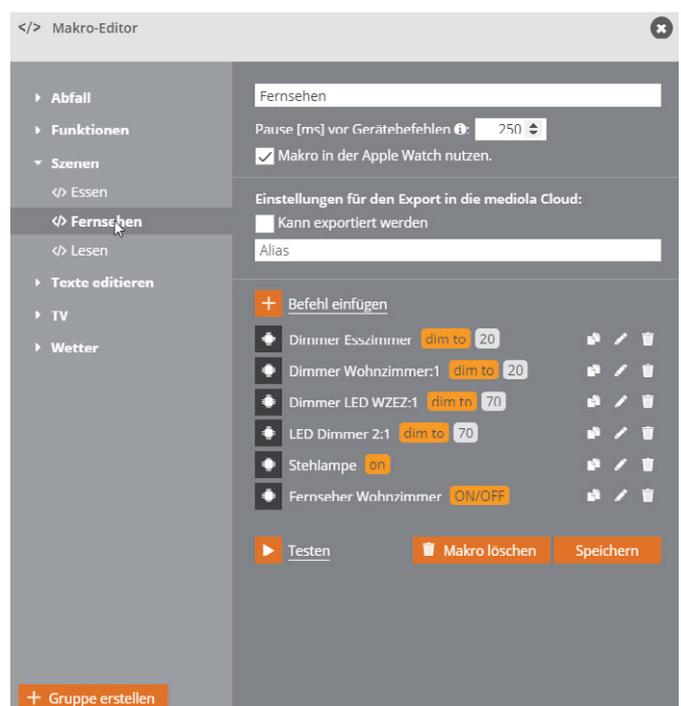


Bild 18: Makro für Szene „Fernsehen“

**Beispiel für ein Script mit der „Ein/aus“-Infrarotfunktion in der CCU:**

```
#Code:
Zeile  Script
001  !TV EIN/AUS
002  !-----
003  string IP_ADR="192.168.xxx.yyy";
004  string PW="password";
005  String CODE="190826000020022040449045E008901A20089008C00892D6E
00010101020202020201010102020202020102020202020102020202020102010101010103";
006  !----- CODE="1908260000100300608C50454008E0089008E01A1008E25BD08C5022E008E5D8F
0001020101020102020201020201020201010102010101010202010202020203040504050405040504050405"
007  !Sendecode
008  !-----
009  string url="http://"+IP_ADR+"/command?XC_PASS="+PW+"&code="+CODE+"&XC_FNC=Send2";

010  !-----
011  !Ausfuehren
012  !-----
013  dom.GetObject("CUxD.CUX2801001:1.CMD_EXEC").State("wget -q -O - '"+url+"'");
```

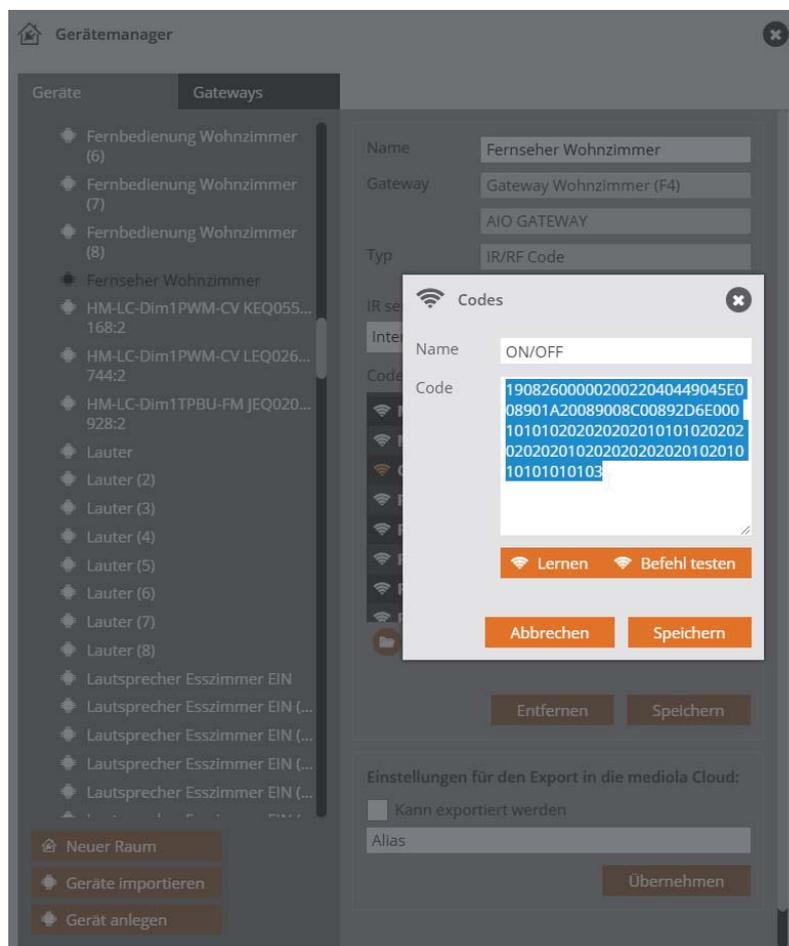


Bild 19: Infrarot-Code kopieren

- Zeile 3: Hier wird die IP-Adresse des mediola Gateways eingetragen
- Zeile 4: Hier wird das Passwort des Gateways eingetragen
- Zeile 5: Hier wird der Infrarot-Code für das Ein-/ Ausschalten des TVs eingetragen → einfach aus dem CREATOR NEO kopieren (Bild 19)

Das Script verwendet die CUXD-Erweiterung!

Das Zentrallenprogramm für die Ein- und Ausschaltfunktion sieht man in Bild 20.

Die Systemvariable „Fernseher ist AN“ wird in einem weiteren Zentrallenprogramm aus dem Zustand des Messensors in der Schaltsteckdose gebildet (siehe Bild 21). Selbstverständlich kann anstelle der Systemvariablen auch direkt der Sensor abgefragt werden.

**Ausblick**

In der nächsten Folge beschäftigen wir uns mit sinnvollen Erweiterungen für die Hauptseite der Fernbedienung wie Anzeige „Sicherheit“, „Wetter“ etc. **ELV**



HomeMatic Admin  
Startseite > Programme und Verknüpfungen > Programme > Programmerstellung

Startseite Status und Bedienung Programme und Verknüpfungen **Einstellungen**

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)
Entertainment TV INFRAROT STEUERUNG		Systemzustand: MEDIOLA TV EIN bei bei Änderung auslösen ist wahr

**Bedingung: Wenn...**

Systemzustand **MEDIOLA TV EIN** bei ist wahr bei Änderung auslösen

**UND**

Systemzustand **Fernseher ist AN** bei ist falsch nur prüfen

**ODER**

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

Skript **!TV EIN !** !Mediol... sofort

Systemzustand **MEDIOLA TV EIN** sofort ist falsch

**Bedingung: Sonst, wenn...**

Systemzustand **MEDIOLA TV AUS** bei ist wahr bei Änderung auslösen

**UND**

Systemzustand **Fernseher ist AN** bei ist wahr nur prüfen

**ODER**

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

Skript **!TV EIN !** !Mediol... sofort

Systemzustand **MEDIOLA TV AUS** sofort ist falsch

Abbrechen OK **Einstellungen als neues Programm speichern** Skript testen

Bild 20: Zentralen Programm für Ein- und Ausschalten des Fernsehers

HomeMatic Admin  
Startseite > Programme und Verknüpfungen > Programme > Programmerstellung

Startseite Status und Bedienung Programme und Verknüpfungen **Einstellungen**

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)
SYS Fernseher ist AN/AUS		Kanalzustand: Schaltsteckdose_Fernseher:2 bei Leistung im Wertebereich größer als 10.00 W bei Aktualisierung auslösen

**Bedingung: Wenn...**

Geräteauswahl **Schaltsteckdose\_Fernseher:2** bei Leistung im Wertebereich **größer als 10.00 W** bei Aktualisierung auslösen

**UND**

**ODER**

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

Systemzustand **Fernseher ist AN** sofort ist wahr

**Bedingung: Sonst, wenn...**

Geräteauswahl **Schaltsteckdose\_Fernseher:2** bei Leistung im Wertebereich **kleiner als 10.00 W** bei Änderung auslösen

**UND**

**ODER**

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

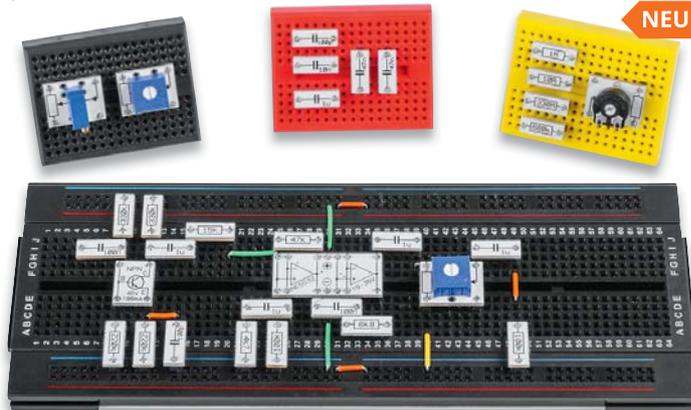
Systemzustand **Fernseher ist AN** sofort ist falsch

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

Bild 21: Systemvariable „Fernseher ist AN“

## Einfaches Bestücken von Experimentierschaltungen mit Widerständen, Kondensatoren und Widerstandstrimmern – Prototypen-Adapter passiv PAD3

ELV  
NEU



Anwendungsbeispiel (Lieferung ohne Steckboards und Trimmer)

Bauen Sie Ihre Experimentierschaltungen einfach und übersichtlich auf dem Steckbrett auf. Die Bauteilmodule des PAD3 enthalten Widerstände, Kondensatoren und frei bestückbare Widerstandstrimmer, die über kleine Adapter bequem auf Steckboards eingesetzt werden können.

lich realisierbar. Der PAD3 ergänzt die ELV Prototypen-Adapter-Reihe für digitale und analoge Bausteine mit einem Bauteilsatz für den einfachen Einsatz von Widerständen, Kondensatoren und Widerstandstrimmern auf dem Steckbrett. Auf dem PAD-Adapter ist das Bauteil nicht nur geschützt untergebracht und einfach handhabbar, besonders die aufgedruckte Anschlussbeschriftung bzw. die Bauteilwerte machen den Umgang mit dem Bauteil einfach und besonders übersichtlich.

- Prototypen-Adaptersatz mit steckbrett kompatiblen Anschlussstiften und aufgedruckter Anschlussbelegung
- Bogen mit selbstklebenden Typenschildern zur Beschriftung von Aufbewahrungsfächern im Lieferumfang enthalten
- Lieferung des PAD3 erfolgt auf einem Nutzen mit abbrechbaren, ab Werk bestückten SMD-Bauteilen – nur noch die passenden Stiftleisten sind einzulöten

- Geschützte Bestückung der SMD-Bauteile auf der Unterseite des Adapters

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 47 43 € 19,<sup>95</sup>

Dank der aufgedruckten Anschlussbeschriftung und der Bauteilwerte ist die Verdrahtung einer Experimentierschaltung sehr einfach und übersicht-

Gleich mitbestellen		
	Bestell-Nr.	Preis
ELV Steckplatine 830 Kontakte, schwarz	25 09 86	€ 6,95

TECHNISCHE DATEN	
Geräte-Kurzbezeichnung	PAD3
Widerstände	Werte: 10 Ω – 1 MΩ Bauform: 0603 Toleranz: 1 % Leistung: 0,1 W Spannung: 50 V
Kondensatoren	Werte: 100 pF – 2,2 µF Bauform: 0603/ 0805 Toleranz: 5–15 % (je nach Typ) Spannung: 50 V (470 pF – 1 µF) Spannung: 16 V (2,2 µF)
Widerstand Trimmer	Werte: frei wählbar (6 Stück nicht bestückt) Bauform: PT10/Bourns 3386/3296
Abmessungen	Nutzen: 146 x 76 mm Widerstandsmodul: 12,8 x 5,08 mm Kondensatormodul: 12,8 x 5,08 mm Trimmermodul: 12,8 x 16 mm



Universell einsetzbare Leerplatine für Widerstandstrimmer



Bausatz ohne Trimmer

## Spaß mit Elektronik – Kleines 1D-Pong-Spiel für Kinder zum Selberbauen

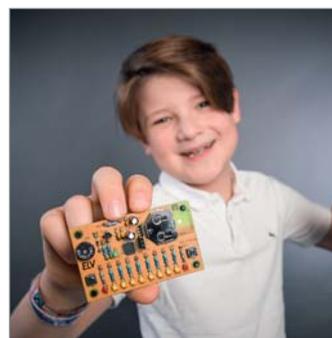
ELV  
NEU

Das richtige Projekt, um Kinder und Jugendliche an den praktischen Aufbau einer eigenen Schaltung heranzuführen und nach erfolgreichem Aufbau sofort Spielspaß in verschiedenen Modi zu haben!

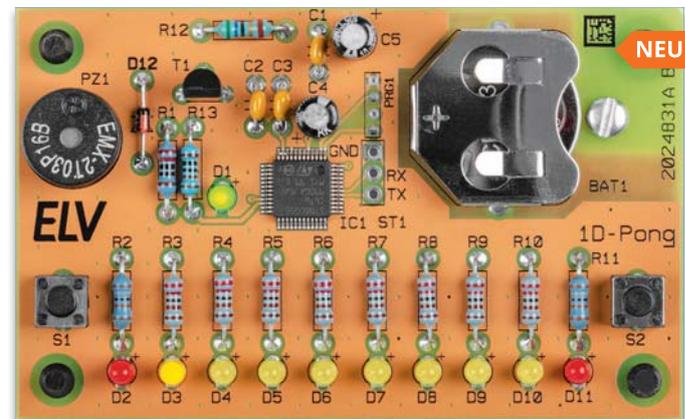
- Hoher Lerneffekt für den praktischen Aufbau einer Elektronikschaltung, inklusive Vermittlung von Elektronik-Grundlagen
- Mehrere Betriebsmodi für ein oder zwei Spieler: „PONG“, Reaktionspiel „Risiko“, Lauflicht

Das kleine Ping-Pong-Spiel ist zum größten Teil aus einfachen bedrahteten Bauteilen aufgebaut, deren grundlegende Funktion und praktische Verarbeitung gleichzeitig beim Aufbau spielend erlernt wird. Das mikroprozessorgesteuerte und durch Batteriebetrieb mobile Spiel verfügt über zwei Spiele, „Ping-Pong“ und „Risiko“, die man allein oder zu zweit spielen kann, sowie einen Lauflichtmodus.

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 49 42 € 12,<sup>95</sup>



- Einfach aus bedrahteten Bauteilen aufzubauendes Elektronik-Spiel mit LED-Anzeige und akustischer Ausgabe
- Mobiler Betrieb für bis zu 20 Betriebsstunden mit 3-V-Knopfzelle



Abm. (B x H x T): 50 x 80 x 20 mm; Gewicht: 25 g

TECHNISCHE DATEN	
Geräte-Kurzbezeichnung	1D-Pong
Versorgungsspannung	3 V (1x CR2032)
Stromaufnahme	25 mA max.
Ruhestromaufnahme	0,5 µA
Batterielebensdauer	20 h (typ.)
Umgebungstemperatur	5 bis 35 °C

## Leuchten über die Elektroverteilung steuern – Hutschiene-Dimmaktor HmIP-K-DRDI3

homematic IP

**Tolle Lichtstimmung im Smart Home – steuern Sie Ihre Leuchten zentral und komfortabel über die Elektroverteilung! Der Hutschiene-Dimmaktor ist fachgerecht im Verteilerschrank auf Standard-Hutschiene montierbar und kann direkt über handelsübliche 230-V-Taster und per Funk über Homematic IP Taster, Fernbedienungen bzw. direkt über die WebUI angesteuert werden.**

Der 3-fach Hutschiene-Dimmaktor erlaubt die unabhängige Steuerung von bis zu drei Leuchten bzw. Leuchtenstromkreisen mit einer Belastbarkeit von bis zu 200 W je Kanal. Er ist für viele Leuchtmittel geeignet.

Durch den zentralen Einbau im Verteilerschrank muss in vielen Installationsfällen nicht in die Elektroinstallation im Raum eingegriffen werden. Vorhandene Schalter und Taster können einfach weiterverwendet werden.

So kann man z. B. auch sehr einfach Stromstoßschalter ersetzen. Die Montage gestaltet sich durch Federkraftklemmen besonders einfach.

Auch ohne Programmierung können die Funktion und Verkabelung dank des beleuchteten Displays und der Gerätetasten bereits während der Installation direkt am Gerät überprüft werden.

- 3-Kanal-Phasenabschnitt-Dimmaktor für DIN-Hutschiene montage

- Max. Last je Kanal 200 W (Lampen mit internem Vorschaltgerät bis 100 W)
- Für viele Leuchtmittel geeignet: Dimmbare LEDs, Dimmbare Energiesparlampen, Glühlampen, HV-Halogenlampen, NV-Halogenlampen mit elektronischem Trafo
- 3 universell nutzbare 230-V-Tasteringänge für konventionelle drahtgebundene Taster
- Integriertes, beleuchtetes Display für Status- und Funktionsanzeigen

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 44 08 € 219,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	HmIP-K-DRDI3
Versorgungsspannung	230 V~/50 Hz
Stromaufnahme	0,9 A max. (Ausgang Kanal 3 200 VA)
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb	0,5 W typ. (Displaybeleuchtung aus, Ausgang Kanal 3 aus)
Kanal 1 bis 2	Versorgungsspannung: 230 V~/50 Hz Stromaufnahme: 0,88 A Leistungsaufnahme im Ruhebetrieb: 0,4 W
Kanal 1 bis 3	Minimallast: 3 VA Maximale Schaltleistung: 200 VA Dimmverfahren: Phasenabschnitt Kontaktart: Halbleiterschaltetelement, ε-Kontakt
Verlustleistung des Geräts für Wärmeberechnung: max. 7,5 W	< 1 % pro h/< 10 % pro h
Leitungsart und -querschnitt	Starre und flexible Leitung, 0,75–2,5 mm <sup>2</sup>
Installation	Auf Tragschiene (Hutschiene, DIN-Rail) gemäß EN 60715
Schutzart	IP20
Umgebungstemperatur	-5 bis +40 °C
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz/869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie	SRD category 2
Typ. Funk-Freieichweite	190 m
Duty-Cycle	< 1 % pro h/< 10 % pro h

Abm. (B x H x T):  
72 x 90 x 69 mm (4 TE)  
Gewicht: 200 g



Einsatz nur mit:

- Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi, Homematic CCU2 oder Smart Home Zentrale CCU3

## Für Ihr Smart Home – Klingelsignalerkennung HmIP-DSD-PCB

homematic IP

**Die Klingelsignalerkennung erkennt ein Klingelsignal in einer normalen Klingelanlage und kann es über die Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 beispielsweise an den MP3 Kombisignalgeber (HmIP-MP3P) weiterleiten. So lässt sich die Reichweite der Türklingel mit smarten Geräten verlängern.**

Das Gerät ist primär für die Erkennung und Auswertung des Haustürklingelsignals konzipiert, jedoch ebenso universell zur Spannungserkennung (6 bis 12 VAC/DC) einsetzbar. Auch eine Auswertung von potentialfreien Tastern, Schaltern oder Tür-/Fensterkontakten ist möglich. Diese Beschaltung kann gleichzeitig erfolgen, das heißt, es kann parallel zur Spannungserkennung auch der Kanal per Taster angesteuert werden. Über eine Umschaltung ist wahlweise 2- oder 3-Draht-Betrieb realisierbar. Damit kann das Gerät je nach Konfiguration entweder auf das Anliegen der Signalspannung oder auf eine Unterbrechung der Signalspannung reagieren. Die Homematic IP Klingelsignalerkennung wird mit Batterien betrieben und ist so relativ frei platzierbar. Weder die Klingelsignalerkennung noch die vorhandene Klingelanlage muss

an die Türklingel angepasst werden, sodass der Einsatz besonders einfach erfolgen kann.

- Klingelsignalerkennung in Hausklingelanlagen mit Signalweitermeldung im Homematic IP System bzw. über eine Smart Home Zentrale CCU2/CCU3
- Wahlweise 2- oder 3-Draht-Betrieb mit Reaktion auf Anliegen oder Unterbrechung der Signalspannung
- Universell einsetzbar zur Spannungserkennung im Smart Home (6 bis 12 VAC/DC), z. B. für die Erkennung ausgefallener Netzgeräte, Akkus, tiefentladene Akkus usw.
- Einsetzbar zur Auswertung von potentialfreien Tastern, Schaltern und Tür-/Fensterkontakten
- Spannungserkennung und Tastersteuerung parallel einsetzbar
- Flexibler Einsatz dank Batterieversorgung
- Umfangreiche Parametereinstellungen bei Betrieb über eine Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 möglich

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 47 51 € 24,<sup>95</sup>



Abm. (B x H x T): 40 x 15 x 80 mm  
Gewicht: 45 g (inkl. Batterien)

Einsatz nur mit:

- Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi, Homematic CCU2 oder Smart Home Zentrale CCU3

### TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	HmIP-DSD-PCB
Versorgungsspannung	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme	30 mA max.
Batterielebensdauer	2 Jahre (typ.)
Einsatz	Trockener Innenbereich, nicht kondensierend
Leitungsquerschnitt an KL1	0,14–1 mm <sup>2</sup>
Umgebungstemperatur	5 bis 35 °C
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz/869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung	10 dBm
Empfängerkategorie	SRD Category 2
Typ. Funk-Freieichweite	220 m
Duty-Cycle	< 1 % pro h/< 10 % pro h

## Mathematische Zeit – Design-Uhr Fibonacci-Clock FC1

Angelehnt an einen der bedeutendsten Mathematiker des Mittelalters – Leonardo Fibonacci – ist die Fibonacci-Clock FC1 ein Zeitmesser-Designstück. Mittels 10 RGB-LEDs wird die Uhrzeit anhand der Fibonacci-Folge angezeigt.

Im Gegensatz zu den meisten Uhren verfügt die FC1 nicht über eine Ziffernanzeige. Die Uhrzeit wird stattdessen mit unterschiedlich großen Leuchtfeldern, welche in 3 verschiedenen Farben aufleuchten können, angezeigt. Die Anordnung der insgesamt 5 Quadrate, die der Darstellung der mathematischen Fibonacci-Folge dienen, ist deren Erscheinungsbild der Natur, hier z. B. eines Schneckenhauses, nachempfunden.

Diese Anordnung entspricht den ersten 5 Ziffern der Fibonacci-Folge 1, 1, 2, 3, 5. Die Seitenlängen der 5 Quadrate stimmen mit den ersten 5 Ziffern der Fibonacci-Folge überein. Über RGB-LEDs werden die Stunden und Minuten der aktuellen Zeit sowie für die Zeitangabe aktuell nicht relevante Felder dargestellt.

Nach einiger Zeit werden Sie die Zeit ganz selbstverständlich ablesen und Ihren Freunden und Gästen ein Rätsel aufgeben können!

- RGB-LED-Uhr mit Darstellung der ersten 5 Ziffern der Fibonacci-Zahlenfolge
- RTC für hochgenaue Uhrzeitausgabe, Datenerhalt bei Stromausfall und automatische Sommer-/Winterzeitumstellung
- Bei USB-PC-Verbindung sind Steuerbefehle über ein Terminal an die Uhr ausgebbar, z. B. Uhrzeit-/Datumseinstellung oder Farbanpassung der RGB-LEDs
- Zeichnungen und Montageanleitung für ein Gehäuse (z. B. Herstellung per Lasercut) stehen zum Download bereit

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 47 78 \_\_\_\_\_ € 49,<sup>95</sup>

**Stunden:** Rot  
**Minuten:** Grün  
**Stunden/Minuten:** Blau  
**Ignore:** Weiß

### Vorgehensweise zum Ablesen der Uhr:

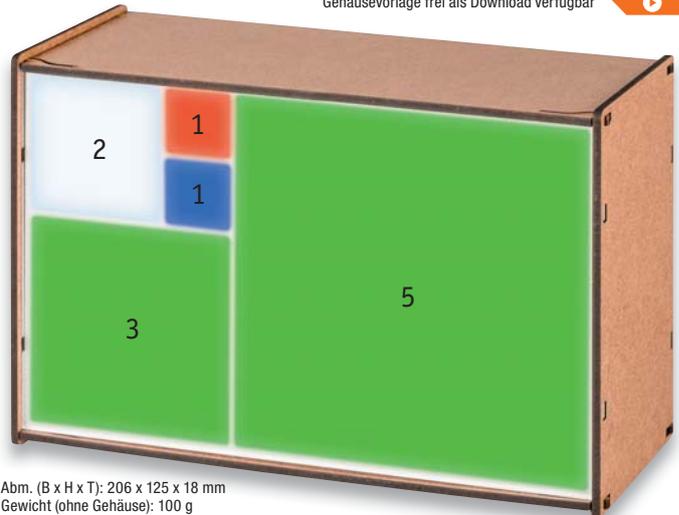
Stunden: Werte der roten und blauen Quadrate addieren  
Minuten: Werte der grünen und blauen Quadrate addieren und die Summe mit 5 multiplizieren

Angezeigte Uhrzeit im Bild: 2:45 Uhr

Anwendungsbeispiel mit Darstellung der Fibonacci-Folge (Zahlen nur zur Verdeutlichung)  
Gehäusevorlage frei als Download verfügbar

ELV

MONTAGE



Abm. (B x H x T): 206 x 125 x 18 mm  
Gewicht (ohne Gehäuse): 100 g

### TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	FC1
Versorgungsspannung	5 VDC/USB-powered
Stromaufnahme	500 mA max.
Anzeige	5 Leuchtfelder, Ausleuchtung mit 10 RGB-LEDs
Bedienelemente	3 Tasten
Echtzeituhr	Quarzbetrieb mit Batteriepufferung, manuell einstellbar, 23 ppm
Helligkeitsregulierung:	feste Grundhelligkeit einstellbar in 256 Stufen, dynamische Helligkeitsregelung durch den Einsatz des OPT3001-Lichtensors
Schnittstelle	USB 2.0
Softwareanbindung	rudimentäre Steuerbefehle mittels Terminalprogramm
Umgebungstemperatur	5 bis 35 °C

## Genauere Messungen mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5

Mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5 lässt sich die Feinstaubkonzentration bezogen auf die Partikelgröße (PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0) sehr genau messen, sowohl mobil als auch am PC.

Ein wichtiger Aspekt der Luftqualität ist die Konzentration von Feinstaub in dem für uns alle lebensnotwendigen Medium. Gerade kleinste Partikel aus Verunreinigungen von Industrie, Verkehr und Haushalten stellen für uns Menschen ein hohes Gesundheitsrisiko dar.

Das Feinstaub-Messgerät PM2.5 ermöglicht die genaue Erfassung und Messung der Feinstaubkonzentration der Luft in den Partikelgrößen PM1.0, PM2.5, PM4.0 und PM10. Dies ist möglich durch den Einsatz eines hochmodernen, präzisen und langzeitstabilen, laserbasierten Feinstaubensors von Sensirion.

Durch den Einsatz eines OLED-Farbgrafikdisplays erfolgt eine sehr komfortable Darstellung der Messwerte (grafisch und numerisch). Neben der direkten Anzeige können auch Messwerte aufgezeichnet und gespeichert werden. Nach erfolgreichem Abschluss der Messungen können die Daten über die Micro-USB-Schnittstelle an einen PC übertragen und mittels der frei erhältlichen Datenlogger-Software „LogView Studio“ grafisch und tabellarisch dargestellt sowie exportiert werden.

- Feinstaub-Messgerät für die Erfassung und Messung von Feinstaubpartikeln aus der Umgebungsluft
- Erfassung der Massenkonzentration: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
- Erfassung der Mengenkonzentration: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
- Hochpräziser und langzeitstabiler Laser-Feinstaubsensor mit integriertem Lüfter und UART- $\mu$ C-Schnittstelle
- Integrierter Sensorlüfter sorgt für definierte Luftmenge im Erfassungszeitraum und automatische Sensorreinigung
- OLED-Display für umfangreiche Datenanzeigen (Mengen- und Massenkonzentration, Partikelgröße, Partikelverteilung, grafische Bewertung)
- Mess- und Sensor-Reinigungsintervall einstellbar
- Messwertespeicher: 10.000 Datensätze, per USB-Schnittstelle auslesbar
- Ausgelesene Datensätze über die freie Datenlogger-Software „Log View Studio“ auswert- und visualisierbar
- Terminal-Steuerung des Geräts über USB-Schnittstelle möglich
- Mobile Spannungsversorgung mittels LiPo-Akku oder 5-V-USB, Akku über USB wiederaufladbar

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 46 18 \_\_\_\_\_ € 199,-

ELV

MONTAGE

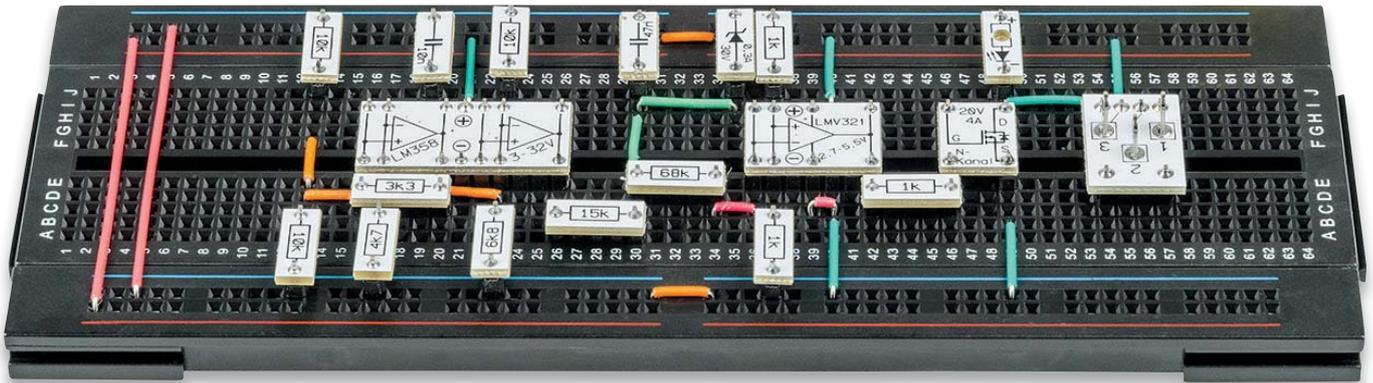
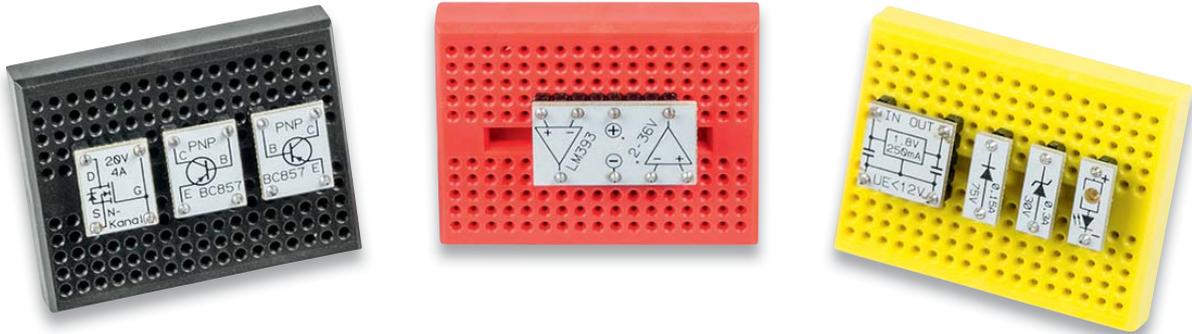


Abm. (B x H x T):  
63 x 142 x 25 mm  
Gewicht: 157 g

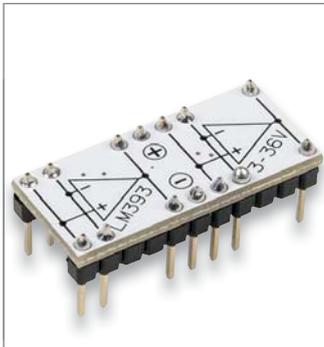
### TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	PM2.5
Messfunktion	
Massenkonzentration	PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
Mengenkonzentration	PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
Messbereich	
Massenkonzentration	0–1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mengenkonzentration	0–3000 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$
Auflösung Massenkonzentration	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Anzeigefunktionen	grafische Balkenanzeigen, numerische Anzeigen
Lebensdauer des Sensors	8 Jahre bei Dauerbetrieb in belasteter Umgebung
Spannungsversorgung	3,7-V-Lithium-Polymer-Akku oder USB 5 V
Stromaufnahme	200 mA max.
Anzeige	OLED-Farbdisplay mit 128 x 128 Pixel, rote Status-LED, Duo-LED für Ladestatus
Bedienelemente	2 Taster, Inkrementalgeber mit Tastfunktion
Schutzart	IP20
Umgebungstemperatur	5 bis 35 °C

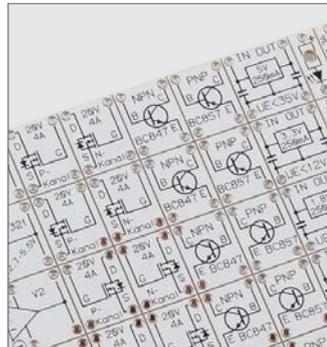
**Kleine Helfer – Prototypenadapter linear PAD2**



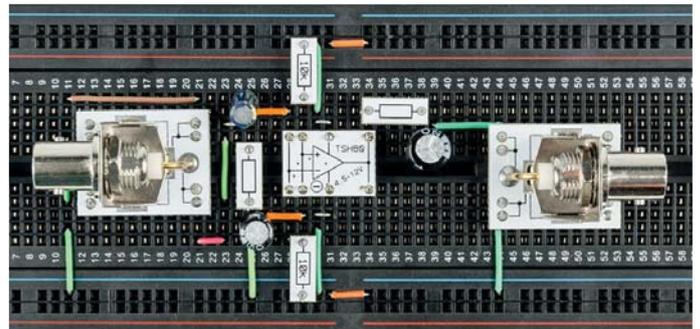
Anwendungsbeispiele – Lieferung ohne Steckboards



Beispiel für ein fertig aufgebautes Modul



Platinen werden als Nutzen geliefert



Beispielschaltung mit dem TSH80 als Videoverstärker (Buchsen und Widerstände stammen aus den Bausätzen PAD1 bzw. PAD3)

Die Platinenmodule des PAD2 enthalten Operationsverstärker, Transistoren, Spannungsregler und Dioden, die über kleine Adapter bequem auf Steckboards eingesetzt werden können. Durch die aufgedruckte Anschlussbeschriftung ist die Verdrahtung einer Experimentierschaltung sehr einfach und übersichtlich realisierbar.

Auf dem PAD-Adapter ist das Bauteil nicht nur geschützt untergebracht und einfach handhabbar, besonders die aufgedruckte Anschlussbeschriftung macht den Umgang mit dem Bauteil einfach, da man hier nicht mehr das zugehörige Datenblatt zu Rate ziehen muss. Zum Inhalt des PAD2 gehören unterschiedliche, praxisingerecht ausgesuchte Operationsverstärker, Spannungsregler für die gängigen Versorgungsspannungen von 1,8 V, 3,3 V und 5 V, Dioden, bipolare Transistoren, MOSFETs, LEDs mit Vorwiderstand sowie ein sehr universell einsetzbarer Timer-Baustein ICM7555.

- Prototypen-Adaptersatz mit steckbrettcompatiblen Anschlussstiften und aufgedruckter Anschlussbelegung
- Geschützte Bestückung der SMD-Bauteile auf der Unterseite des Adapters
- Lieferung des PAD2 erfolgt auf einem Nutzen mit abbrechbaren, ab Werk bestückten Platinenabschnitten – nur noch die passenden Stifteleisten sind einzulöten
- Zur Beschriftung von Aufbewahrungsfächern, z. B. in SMD-Boxen, liegt dem Bausatz ein Bogen mit selbstklebenden Typenschildern bei

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 47 12 € 29,95

Gleich mitbestellen

ELV Steckplatine	Bestell-Nr.	Preis
830 Kontakte, schwarz	25 09 86	€ 6,95

INHALT		
Menge	Typ	Funktion
4	LM358	OP universal (2-fach)
2	LMV358	OP universal (2-fach)
2	NE5532D	OP Audio (2-fach)
3	LM393	Komparator (2-fach)
2	TLV272ID	OP universal (2-fach)
1	TSH80IYDT	OP Video (1-fach)
2	TL062	OP universal (2-fach)
1	LMV321	OP universal (1-fach)
1	TS9011SCY	Spannungsregler 3,3 V
1	TA78L05F	Spannungsregler 5 V
1	HT7318	Spannungsregler 1,8 V
5	1N4148W	Diode Silizium 75 V/0,15 A
5	BAT54	Diode Schottky 30 V/0,3 A
4	BC847C	Transistor NPN 45 V/0,1 A
4	BC857C	Transistor PNP 45 V/0,1 A
5	LED	LED (rot) mit Vorwiderstand
4	IRLML2502	MOSFET-Transistor N-Kanal
4	IRLML6402	MOSFET-Transistor P-Kanal
1	ICM7555	Timer-Baustein (NE555)

## Für einzellige Knopfzellen aller Baugrößen – Batterietester BT101

Der Batterietester für Knopfzellen BT101 macht den Test von Knopfzellen unter Lastbedingungen ganz einfach: Knopfzelle kontaktieren, einen Laststrom wählen – schon zeigt der Batterietester die unter Belastung ermittelte Spannung an.

Mit dem Batterietester für Knopfzellen steht ein sehr einfach handhabbares Prüfgerät zur Verfügung, mit dem sich schnell und sicher feststellen lässt, in welchem Zustand sich der Prüfling tatsächlich befindet. Denn erst unter einer angemessenen und definierten Belastung kann man sicher beurteilen, ob eine Knopfzelle noch genügend Kapazität besitzt, auch unter Last eine ausreichende Spannung liefern zu können. Denn gerade Knopfzellen werden oft nach dem Kauf länger gelagert und können dann womöglich zum erforderlichen Einsatzzeitpunkt bereits einen Großteil ihrer Kapazität verloren haben. Der Batterietester BT101 erlaubt den Batterietest von Knopfzellen der verschiedensten Größen mit einer Spannung von bis zu 5 V unter Testlastströmen von 0,1 mA, 1 mA und 10 mA. Durch den weiten Testspannungsbereich lassen sich auch Lithium-Zellen mit einer nominellen Zellenspannung von 3 V testen.

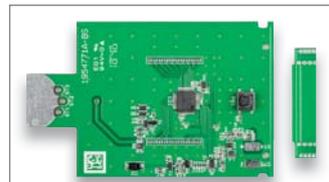
Der Test mit verschiedenen Lastströmen erlaubt auch eine genaue Bewertung,

wie leistungsfähig die Batterie noch ist. So kann eine Batterie, die in einer Anwendung mit höherem Strombedarf nicht mehr genug Spannung aufbauen kann, eventuell noch lange Zeit in einer Anwendung mit geringem Strombedarf laufen – so vermeidet man Kosten und unnötigen Batteriemüll.

- Batterietester für einzellige Knopfzellen aller Baugrößen
- Wählbarer Laststrom 0,1 mA, 1 mA und 10 mA, Prüfstrom speicherbar
- Prüfung von Knopfzellen bis max. 5 V Zellenspannung, Überspannungsanzeige
- Analyse tiefentladener, nicht mehr einsetzbarer Batterien
- Einfache Zustandsanzeige mit Symbolgrafik
- Mobiler Einsatz durch Batteriebetrieb

Lieferung ohne Batterien

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 41 50 € 22,<sup>95</sup>



Abm. (B x H x T): 63 x 135 x 25 mm,  
Gewicht: 148 g inkl. Batterien

Anwendungsbeispiel

### TECHNISCHE DATEN

Bezeichnung	BT101
Versorgungsspannung	2x 1,5 V Mignon/AA/LR6
Stromaufnahme	20 mA
Batterielebensdauer	3 Jahre
Anzeige	LCD, 3-stellig
Spannungsmessung	max. 5 V
Auflösung	0,01 V
Messgenauigkeit	2 % ± 0,02 V
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	5–35 °C

## Hohe Genauigkeit von ±0,05 % – Präzisions-Spannungsreferenz PSR25

Für viele Messaufgaben und zur Überprüfung von Gleichspannungsmessgeräten werden möglichst genaue Referenzspannungen benötigt. Die Präzisions-Spannungsreferenz PSR25 ist vielseitig einsetzbar und liefert 2,500 V und 1,250 V mit einer Genauigkeit von ±0,05 %.

Ein Messgerät ist nur gut, wenn es exakt misst. Letztendlich bedeutet Messen nichts anderes als der Vergleich des Messwerts mit einer Referenz, wobei die Qualität der Messung von der Genauigkeit der Referenz abhängig ist. Im professionellen Bereich gibt es aufwendige Verfahren und Prüftechnik, um etwa die Genauigkeit von Spannungsmessgeräten sicherzustellen.

Mit der Präzisions-Spannungsreferenz PSR25 erreicht man ebenfalls sehr gute Ergebnisse, das Modul stellt zwei präzise Referenzspannungen von 2,500 V und 1,250 V mit 0,05 % Toleranz und nur 8 ppm/°C Temperaturdrift zur Verfügung.

Dieses kleine Hilfsmittel ist im Elektronikbereich vielfältig einsetzbar, wobei neben der Überprüfung von Spannungsmessgeräten auch der dauerhafte Einbau als Baugruppe in eigene Schaltungen möglich ist.

Für den Einbau in eigene Schaltungen gibt es mehrere Kontaktierungsmöglichkeiten durch die Verwendung von Stift- oder Buchsenleisten (gerade,

abgewinkelt), und durch strikte Einhaltung des 2,54er-Rasters ist auch der Einsatz auf Steckbrettern möglich.

- Hochgenaue Referenzspannungsquelle für die Referenzspannungen 2,500 V und 1,250 V
- 0,05 % Toleranz, nur 8 ppm/°C Temperaturdrift
- Belastbarkeit der Referenzspannungen mit bis zu ±20 mA möglich
- Zulässige kapazitive Last jeweils 10 µF
- Versorgung mit leicht wechselbaren Standard-Batterien oder innerhalb von Geräten mit 3,0 V bis 5,0 V
- Ausführung als universell einsetzbare Baugruppe, Stand-alone mit Batterien betreibbar oder in Geräte integrierbar
- Als Stand-alone-Baugruppe einfach auf Batteriehalter aufsteckbar

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 42 97 € 12,<sup>95</sup>



Anwendungsbeispiel



Abm. (L x B): 25 x 16 mm, Gewicht: 3,2 g

### TECHNISCHE DATEN

Bezeichnung	PSR25
Versorgungsspannung	3–5,5 Vdc
Stromaufnahme	max. 460 µA
Anschluss	Druckknopfkontakte für Batteriehalter
Spannung	2,5 und 1,25 V (± 0,05 %)
Temperaturdrift	max. 8 ppm/°C
Line Regulation	3 ppm/V
Ausgänge	2,50 und 1,25 V über Pufferverstärker
Ausgangsstrom	max. 20 mA je Ausgang
Anschlüsse	Lötanschlüsse, Stiftleiste
Länge	max. 10 cm
Umgebungstemperaturbereich	5–35 °C

## Flexibel platzierbar dank Batteriebetrieb – Präsenzmelder HmIPW-SPI mit Sensor für die Umgebungshelligkeit

homematic IP  
wired

Der Homematic IP Wired Präsenzmelder erkennt zuverlässig die Anwesenheit von Personen durch Erfassung feinsten Bewegungen und zusätzlich die Umgebungshelligkeit.

Der Sensor kann über einen hochwertigen 4-Elemente-Sensor sowohl grobe Bewegungen (wie das Gehen von Personen) in einem weiten Bereich als auch feinste Bewegungen (z. B. Handbewegung auf einer Tastatur) in naher Umgebung wahrnehmen. So kann er Aktoren ansteuern, die z. B. das Licht im Raum oder an einem Arbeitsplatz schalten oder über das HmIP(W)-System einen Alarm auslösen.

Mit einem Erfassungsbereich von bis zu 7 m (bei einer Montagehöhe von 2,7 m) und einem Erfassungswinkel von 105° lässt sich der Präsenzmelder optimal den örtlichen Gegebenheiten anpassen. Der integrierte Helligkeitssensor ist auch unabhängig zur Auswertung der Raumhelligkeit auswertbar und kann so z. B. mit Schaltbefehlen, etwa zum Schalten einer Grund- oder Nachtbeleuchtung, eingesetzt werden.

Der Melder ist entweder auf einer Unterputz-Installations-/Schalterdose oder auf dem HmIPW-Installations-Adapter für die Deckenmontage installierbar. Anschluss und Spannungsversorgung erfolgen über das HmIP Wired Buskabel.

- Präsenzmelder für die Integration in das HmIPW-Hausautomations-system
- Differenzierte Erfassung auch von kleinsten Bewegungen
- Erfassungsbereich: 7 m Erfassungsreichweite, Erfassungswinkel 105°
- Zusätzliche Erfassung der Umgebungshelligkeit, separat auswertbar
- Betrieb am HmIP Wired Bus
- Auf Unterputz-Schalter-/Installationsdose oder HmIPW-Installations-Adapter Deckenmontage) montierbar

### ARR-Bausatz

Bestell-Nr. 15 41 45 € 69,<sup>95</sup>

### Fertigergerät

Bestell-Nr. 15 41 28 € 79,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Bezeichnung	HmIPW-SPI
Versorgungsspannung	24 Vdc
Stromaufnahme	1,9–5 mA
Leistungsaufnahme	45,6 mW
Leitungsart	starre Leitung
Leitungsquerschnitt	0,12–0,50 mm <sup>2</sup>
Installation	nur in Schalterdosen
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	-5 bis +40 °C
Reichweite	7 m
Erfassungswinkel	105°



Abm. (ø x T): 100 x 45 mm,  
Gewicht: 68,8 g

### Einsatz nur mit:

- ▶ Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- ▶ Homematic IP Wired Access Point DRAP,
- ▶ Smart Home Zentrale CCU3



### Bitte beachten!

Für die Kommunikation mit einer Smart Home Zentrale CCU3 ist eine Verbindung mit dem HmIPW-DRAP erforderlich, der die Schnittstelle zwischen den HmIP Wired Geräten und CCU3 bildet. Über diesen erfolgt auch das Anlernen an die CCU3.

## Zuverlässiger Außenposten – Homematic IP Außen-Bewegungsmelder mit Dämmerungssensor

homematic IP

Der Bewegungsmelder erkennt Bewegungen sowie die Umgebungshelligkeit und kann so z. B. die Außenbeleuchtung und Alarmfunktionen steuern.

Natürlich ist der Homematic IP Bewegungsmelder auch für die Sicherung von Räumen einsetzbar, so kann er u. a. auch Garagen, Anbauten, Gartenhaus, Lager oder Schuppen überwachen. Der integrierte Helligkeitssensor kann für die automatische Aktivierung nur bei Dunkelheit herangezogen werden.

- Bewegungsmelder mit Dämmerungssensor, erkennt Bewegungen sowie Umgebungshelligkeit
- Ideal für den Einsatz in Verbindung mit Alarmanlagenfunktionen
- Erfassungsreichweite bis 12 m, Erfassungswinkel ca. 90°
- Flexible Wandmontage dank Batteriebetrieb
- Kompatibel mit Homematic IP über den Access Point oder mit der Homematic Zentrale CCU2/CCU3

### Varianten Fertigergerät

(Lieferung inkl. 2 Mignon-Batterien AA/LR6)

	Bestell-Nr.	Preis
Weiß	14 28 09	€ 69,95
Anthrazit	15 03 20	€ 69,95

### Zusatzfunktionen beim Betrieb über die Homematic Zentrale CCU2 oder Smart Home Zentrale CCU3:

- Helligkeitsfilter konfigurierbar
- Sendeverhalten bei Über- oder Unterschreiten der Schwellwerte konfigurierbar

### TECHNISCHE DATEN

HM-Bezeichnung	HmIP-SMO
Typ	Bewegungsmelder
Funkfrequenz	868,3 MHz/ 869,525 MHz
Funkreichweite	bis 230 m (Freifeld)
Stromaufnahme	40 mA
IP-Schutzart	IP44
Umgebungstemperaturbereich	-20 bis +55 °C
Reichweite	bis 12 m
Erfassungsbereich	ca. 90°, um 360° drehbar
Fernbedienbar	ja, per App (über Homematic IP)
Sensortechnik	PIR
Montageart	Wandmontage
Eckmontage möglich	nein



MONTAGE



Abm. (B x H x T): 76 x 74 x 90 mm,  
Gewicht: 170 g

### Einsatz nur mit:

- ▶ Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- ▶ Homematic IP Access Point,
- ▶ Homematic CCU2 oder
- ▶ Smart Home Zentrale CCU3



### Varianten Komplettbausatz (Lieferung ohne Batterien)

	Bestell-Nr.	Preis
Weiß	15 45 05	€ 59,95
Anthrazit	15 44 92	€ 59,95

## Auch zur Homematic Schaltuhr erweiterbar – Kreis-LED-Wecker KWL1

Mehr als nur der selbst gebaute Hingucker mit kombinierter Digital- und Kreisanzeige – der KWL1 verfügt über zwei Weckzeiten, eine genaue und stromausfallsichere Echtzeituhr, eine Funkuhr-Option und die Möglichkeit, die Uhr sogar als Homematic Schaltuhr einsetzen zu können.

- Sound-Transducer mit Lautstärkeneinstellung
- Aufrüstoption für DCF77-Funkempfänger und 8-Kanal-Sendemodul HM-MOD-EM-8 zum Einsatz als Homematic-Schaltuhr

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 15 02 61 \_\_\_\_\_ € 49,<sup>95</sup>



Kunststoff-Gehäuse optional erhältlich (Bestell-Nr. 15 13 95) – Angebot in Tabelle unten

- Einstellbare feste Grundhelligkeit mit separater Einstellung (Stand-by über Zeit bei aktivierter Weckfunktion) dimmbar in 256 Stufen
- Dynamische Helligkeitsregulierung mit automatischer Nachführung in Abhängigkeit von der Raumhelligkeit
- Quarzuhr mit batteriegepufferter Echtzeituhr zur Stromausfallüberbrückung
- Bequeme Konfiguration über textbasierte Menüführung

### Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
Kunststoff-Gehäuse	15 13 95	€ 9,95
USB-Netzteil, Eco-friendly, 5 V/1 A, mit Mini-USB-Kabel	09 61 24	€ 6,95
Homematic Komplettbausatz 8-Kanal-Sendemodul	13 29 39	€ 19,95
DCF-Empfangsmodul	09 16 10	€ 9,95
USB-Entstörfilter*	15 27 45	€ 7,95

Zwei einzeln aktivierbare Weckzeiten

Akustisch-optische Weck-Signalisierung

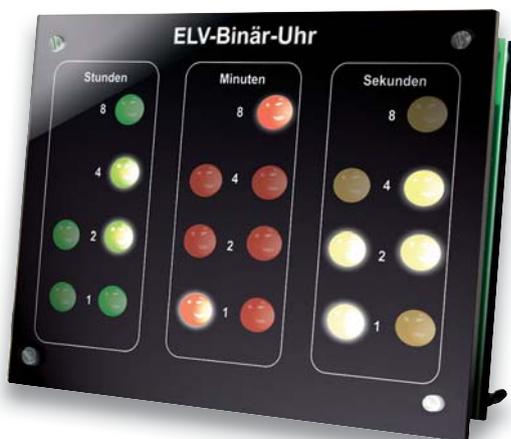
Umfangreiche Helligkeitseinstellungen



Abm. (B x H x T) ohne Gehäuse: 106 x 105 x 55 mm, mit Gehäuse: 106 x 110 x 58 mm

\* Sollte immer in Kombination mit dem DCF-Modul verwendet werden, da sonst Empfangsstörungen vom DCF-Signal auftreten können

## Die Uhr des 21. Jahrhunderts – ELV Binär-Uhr



Abm. (B x H x T): 160 x 120 x 30 mm

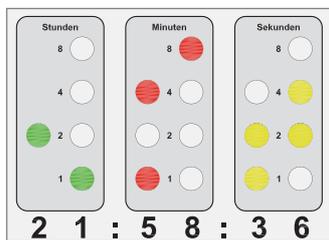
Eine Analoguhr oder eine Digitaluhr mit Ziffern sind Alltag für uns – auf einen Blick können wir die Uhrzeit erfassen. Bei einer echten Digitaluhr wie der ELV Binär-Uhr wird dies schon schwieriger – man muss das duale Zahlensystem kennen. Das ist aber schnell erlernt, und so ist dieser originellen Uhr stets ein hoher Aufmerksamkeitsfaktor garantiert.

Die Binär-Uhr stellt die Uhrzeit in drei binär codierten LED-Anzeigereihen mit insgesamt 20 Leuchtdioden dar. Die Zeitablesung erfolgt einfach als Addition der aufleuchtenden Wertigkeiten der jeweiligen Stelle, siehe Anzeigebispiel. Die Steuerung erfolgt mit Quarzkontakt oder per einfach ergänzbarem DCF77-Funkuhr-Modul (optional).

**Komplettbausatz**  
Bestell-Nr. 08 47 74 \_\_\_\_\_ € 29,<sup>95</sup>

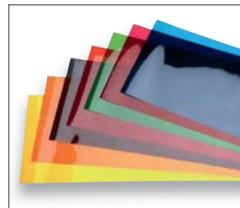
### Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
DCF-Modul	09 16 10	€ 9,95
USB-Entstörfilter*	15 27 45	€ 7,95
Netzteil, 7,2 W	08 75 63	€ 6,95



\* Sollte immer in Kombination mit dem DCF-Modul verwendet werden, da sonst Empfangsstörungen vom DCF-Signal auftreten können

## Vielseitig – Multifunktions-LED-Display MLDP1 mit Funkuhr und Temperaturanzeige



Farbfilterfolien



Abm. (B x H/B x H x T)  
Platine: 230 x 170 mm,  
Gehäuse (nicht im Lieferumfang): 250 x 190 x 43 mm

Ob Uhrzeit, Countdown-Timer mit Schaltausgang, Spielstandanzeige, Zähler, Temperaturanzeige – dieses multifunktionelle Großdisplay ist sehr vielseitig einsetzbar.

- 8-stellige Großanzeige mit weißen 57-mm-LED-Anzeigen, durch Farbfolien individuell gestaltbar
- DCF77-Funkuhr mit automatischer Zeiteinstellung
- Wetterdatenempfang mit ELV-Wettersensoren: S 300 IA (Temperatur), ASH 2200 (Temperatur, Luftfeuchte)
- Anzeige von Uhrzeit und Temperatur im Wechsel möglich, Anzeigedauer wählbar
- Numerische Anzeige für Zahlenwerte, steuerbar über FS20-Fernbedienung oder serielle Schnitt-

stelle (RS232, Ansteuerung z. B. via Terminalprogramm), hierfür durchgehende Anordnung der Anzeigen möglich

- Betrieb an 12–15 Vdc

Zubehör finden Sie im ELVshop unter der Bestell-Nr. des Bausatzes.

**Bausatz (ohne Gehäuse)**  
Bestell-Nr. 13 22 07 \_\_\_\_\_ € 119,<sup>95</sup>

### Zubehör

	Bestell-Nr.	Preis
Passendes Aluminiumgehäuse	13 29 79	€ 44,95
Farbfilterfolien, 7 Farben, 220 x 160 mm	13 29 78	€ 14,95

## Lixie statt Nixie: NixieCron-M4-Uhr – der programmierbare Bausatz mit Soundausgabe

Die in moderner LED-Nixie-Technik anzeigende Weckuhr ist ein echter Hingucker. Die zahlreichen Funktionen, darunter glockenklarer Stundenschlag und MP3-Zeitansage, können sich in jeder Umgebung sehen lassen!

Die vierstellige Digitaluhr mit Sekunden-taktanzeige basiert auf dem modernen Nachfolger der legendären Ziffernanzeigeröhren (Nixies). Hier werden farbige RGBW-LEDs in einem definierten Muster angesteuert, die wiederum einzelne Acrylscheiben, in die alle Ziffern einer Stelle eingraviert sind, so beleuchten, dass nur die jeweils angesteuerte Stelle leuchtet. Dieser optische Effekt ähnelt der ursprünglichen Nixie. Die Anzeigen können mit einer großen Auswahl an Farben beleuchtet werden, Fadingeffekte und automatische Wechsel zwischen den Anzeigearten „Uhr“, „Thermometer“, „Datum“ und „Weckzeit“ gestalten die Anzeige äußerst angenehm und individuell konfigurierbar. Die Uhr ist auf einem Holzkorpus aufgebaut, der den sehr voluminösen Klang des im Standfuß eingebauten Lautsprechers unterstützt.

- Vierstellige LED-Nixie-Anzeige mit Sekundentaktanzeige; Farben und Helligkeit konfigurierbar



Abm. (B x H x T): 250 x 120 x 120 mm

- Anzeige von Uhrzeit, Weckzeit, Raumtemperatur, Datum
  - Glasklarer Stundenschlag und MP3-Ausgabe von Zeit, Temperatur, Datum auf Knopfdruck, Sounddaten auf SD-Karte, Lautsprecher im Standfuß
  - Hochpräziser, temperaturkompensierter und kalibrierbarer Uhrenchip (RTC) mit Datenerhalt über Batterie
  - Anschluss für DCF77-Empfänger (Angebot im ELVshop)
  - Einfache Bedienung über Drehgeber und Taste
  - Vielfache Konfiguration: Anzegehelligkeit, Anzeigefarben, Ruhezeiten, integriertes Spiel und „Geheimtextausgabe“, Klang (Equalizer), Lautstärke
  - Individuell programmierbar über LED-Basic-IDE
  - Betrieb an 5 Vdc, 500 mA, Spannungsversorgung über USB-Schnittstelle
  - Einfacher Aufbau ohne Lötarbeiten
- Lieferung inkl. Software und Beschreibung zum Download
- Bestell-Nr. 25 06 51** € 149,-\*
- \* Tagesaktueller Preis bei der Bestell-Nr. im ELVshop

## Groß und genau – XXL-Funk-Wanduhr, ø 50 cm



Abm. (ø x H): 510 x 55 mm

Die richtige Uhr, wenn die Zeit auch von Weitem ablesbar sein soll.

Die dekorative Funk-Wanduhr im XXL-Format gibt Ihnen stets die genaue Zeit an, denn sie synchronisiert sich regelmäßig mit dem hochgenauen Zeitsignal der PTB Braunschweig, das über den Zeitsender DCF77 für einen Umkreis von ca. 1500 km ausgestrahlt wird.

- XXL-Format mit ø 50 cm
- Automatische Synchronisierung mit DCF77-Zeitsignal
- Zeitloses Design, weithin ablesbar
- Manuelle Zeiteinstellung möglich
- Automatische Winter-/Sommerzeitumstellung
- Betrieb mit nur einer Mignon-Batterie

**Bestell-Nr. 12 57 53** € 39,<sup>95</sup>

Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
Batterie, nicht inkl. (1x Mignon/AA/LR6)	10 65 02	€ 0,28 (Stück)



## Größe XL – Digital-Weckuhr mit Großdisplay und zwei Weckzeiten

ELV

Mit großer Anzeigefläche, 11 x 5 cm



Abm. (B x H x T): 138 x 82 x 50 mm

Der komfortable Wecker mit großer, beleuchtbarer Anzeige und zwei getrennt einstellbaren Weckzeiten, z. B. bei wechselndem Schichtdienst.

Die Bedienung und Einstellung ist einfach und intuitiv, und die Auswahl zwischen zwei Weckzeiten macht das ständige Einstellen z. B. einer anderen Weckzeit bei abwechselnden Schichten überflüssig. Ebenso komfortabel kann der Wecker per Schiebeschalter die Wochenenden auslassen. Damit braucht man bei Start und Ende des Wochenendes nicht mehr daran zu denken, den Wecker aus- und wieder anzuschalten.

- Quarz-Uhrwerk mit Kalender-/Datumsanzeige

- Anzeige der Raumtemperatur und Luftfeuchte
- Schlummerfunktion – Anzeige mit Schlummertaste beleuchtbar, automatisches Abschalten der Beleuchtung nach 10 s
- 2 getrennte Weckzeiten einstellbar
- Wecken für alle Tage oder nur für Arbeitstage (Montag bis Freitag), einfach durch Schiebeschalter auswählbar
- Blickwinkel für Betrachtung aus dem Bett heraus optimiert

**Bestell-Nr. 25 04 79** € 12,<sup>95</sup>

Gleich mitbestellen:

	Bestell-Nr.	Preis
Batterie, nicht inkl. (3x Micro/AAA/LR03)	10 65 01	€ 0,28 (Stück)



## Das eigene Projekt ins WLAN bringen Entwicklungsplatine NodeMCU V2 mit ESP8266

JOY-IT®



Abm. (B x H x T): 58 x 31 x 12 mm

Spendieren Sie Ihrem Arduino oder einem anderen Mikrocontroller-System eine WLAN-Anbindung oder setzen Sie die kompakte MCU-Platine als abgesetzten, eigenständigen Sensorknoten mit Funk-Frontend ein!

- ESP8266-basiertes NodeMCU-Board im 30-pol. DIL-Steckformat, 23 mm Pinleisten-Abstand

- Unterstützung durch Arduino IDE
- Prozessor: Tensilica LX106, 80–160 MHz, 64 kB SRAM, 96 kB RAM
- 2,4-GHz-WLAN 802.11b/g/n
- Datenschnittstellen UART/I<sup>2</sup>C, USB, ADC, gesamt 16 GPIOs
- Betriebsspannung 3,3 V, Betrieb über 5-V-USB-Port möglich

Bestell-Nr. 14 51 63 € 7,<sup>95\*</sup>

## Ihr Einstieg in die Welt des ESP32 Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32

JOY-IT®



Abm. (B x H x T): 48 x 26 x 11,5 mm

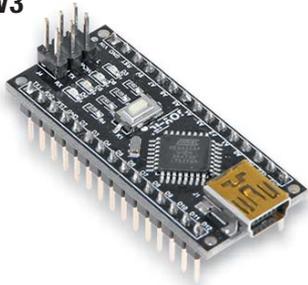
Spendieren Sie Ihrem Arduino oder einem anderen Mikrocontrollersystem eine WLAN-/Bluetooth-Anbindung oder setzen Sie die kompakte MCU-Platine als abgesetzten, eigenständigen Sensorknoten mit Funk-Frontend ein!

- ESP32-basiertes NodeMCU-Board im 30-pol. DIL-Steckformat
- Unterstützung durch Arduino IDE

- Prozessor: Tensilica LX6 Dual Core, 240 MHz, 512 kB SRAM, 4 MB RAM
- 2,4-GHz-WLAN (802.11b/g/n), Bluetooth Classic/LE
- Datenschnittstellen UART/I<sup>2</sup>C/SPI, USB, DAC/ADC, gesamt 19 GPIOs
- Betriebsspannung 3,3 V, Betrieb über 5-V-USB-Port möglich

Bestell-Nr. 14 51 64 € 9,<sup>90\*</sup>

## Der Arduino für das Steckbrett – Arduino Nano V3



JOY-IT®

Abm. (B x H x T):  
58 x 31 x 12 mm

Der Arduino Nano ist ein kompletter Arduino-kompatibler Einplatinenrechner, der direkt in einen 32-poligen Stecksockel, ein Breadboard oder eine entsprechende Trägerplatine gesteckt werden kann. Er bietet die komplette Arduino-Funktionalität bei sehr kompakten Abmessungen.

Der Arduino Nano entspricht in seiner Leistung dem physisch mehrfach größeren Arduino UNO, verfügt über eine USB-Schnittstelle, über die der Minicomputer auch mit 5 V versorgt wird, und hat zusätzlich noch eine ISP-Schnittstelle an Bord. Durch die

kompakten Abmessungen passt er sowohl auf einen 32-pol. DIL-Steckplatz als auch in kompakte Eigenbau-Applikationen.

- Arduino Nano V3 mit ATmega328P-AU, 16 MHz, 5 V
- 32 KB RAM (davon 2 KB für Bootloader), 2 KB SRAM, 1 KB EEPROM
- 8 Analog-Pins, 22 Digital-Pins, davon 6x PWM
- ISP-Header on Board
- 3 LED (RX/TX/Live)
- Versorgung über die USB-Buchse (5 V) oder 7–12 VDC über Pins

Bestell-Nr. 25 00 05 € 8,<sup>90\*</sup>

## Programmieren mit webbasierter Entwicklungsumgebung – Experimentier-Set BBC micro:bit



JOY-IT®

Abm. (B x T):  
50 x 40 mm

Steigen Sie ein in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung mit dem BBC micro:bit! Das Experimentier-Set macht diesen Einstieg wirklich einfach.

- Computer BBC micro:bit mit ARM-Cortex-M0-Prozessor, 32 Bit, 16 MHz
- 256 KB Flash-Speicher, 16 KB SRAM
- Drahtlose Kommunikation über Bluetooth (BLE)
- LED-Anzeigefeld (5 x 5), 2 Taster
- Beschleunigungs- und Magnetfeldsensor on Board
- 25-pol. GPIO-Anschlussleiste
- I<sup>2</sup>C, SPI, ADC

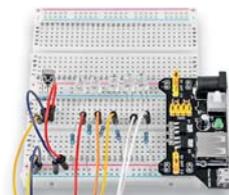
- Einfache grafische Programmierung mit „Make Code“
- Betrieb mit 3 V
- Umfangreiches Teile-Set, u. a. mit GPIO-Break-out-Board, Breadboard, Jumper-Kabelsatz (kompletter Lieferumfang im ELVshop)

Bestell-Nr. 25 08 76 € 59,<sup>95\*</sup>

Variante	Bestell-Nr.	Preis
<b>Starter-Set</b> (inkl. Microbit, Batteriehalter, USB-Kabel und 2 Batterien (Micro/AAA/LR03))	14 51 70	€ 25,95*

### Nützliches Zubehör

#### Spannungsversorgung für Breadboards

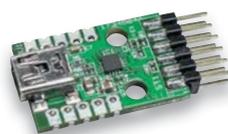


Dieses Modul erlaubt Ihnen die einfache Spannungsversorgung Ihrer eigenen Experimente oder Versuchsaufbauten auf Breadboards.

Bestell-Nr. 13 32 87 € 4,<sup>90\*</sup>

JOY-IT®

#### Einfach seriell angebundenes Mini-USB-Modul UM2102N

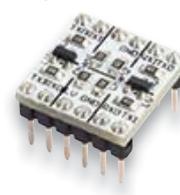


Das kompakte USB-Umsetzermodule ermöglicht die einfache Anbindung serieller Datenschnittstellen an ein PC-Betriebssystem.

Bausatz  
Bestell-Nr. 15 09 52 € 5,<sup>95\*</sup>

ELV

#### Pegelwandlung ganz einfach 3,3-/5-V-Pegelwandler-Modul



velleman®

Die praktische und schnell einsetzbare Hilfe, wenn es darum geht, die Logikpegel unterschiedlicher Systeme, z. B. eines Sensors und eines Mikrocontrollers, aneinander anzupassen.

Bestell-Nr. 13 33 03 € 3,<sup>95\*</sup>

\*Tagespreise – aktuelle Preise bei der Bestell-Nr. im ELVshop



### Mini-Musikinstrument – elektronisches Piano



AREXX  
AREXX Engineering

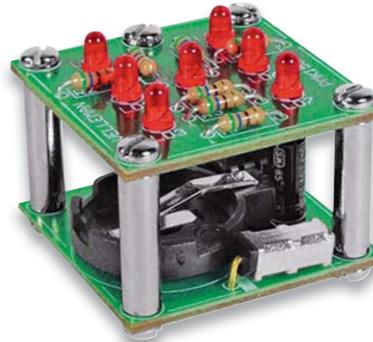
Abm. (B x H): 160 x 125 mm

#### Kleiner universeller Musik-Synthesizer zum Selbstbauen!

- Mit 15 weißen und 10 schwarzen Tasten
- 8 Tonarten und Melodienpeicher für die gespielten Melodien (bis zu 50 Tastenanschläge)
- 15 Melodien vorinstalliert

- Tonumfang 2 Oktaven (F bis F')
- Lautstärke ist in 15 Stufen einstellbar

**Bausatz**  
**Bestell-Nr. 10 18 35** € 19,<sup>95</sup>



Abm. (B x H x T): 36 x 36 x 32 mm

#### Noch mehr Spaß bei Würfelspielen – einfach schütteln, danach läuft die Anzeige langsam aus und bleibt beim Würfelerggebnis blinkend stehen.

Der kompakte LED-Würfel basiert auf einem Erschütterungssensor, der eine Zufallssteuerung in einem kleinen Mikroprozessor startet – kein Manipu-

lieren durch Spieler möglich. Versorgung über CR2032 oder CR2025.

**Bausatz**  
**Bestell-Nr. 10 20 36** € 10,<sup>95</sup>

Gleich mitbestellen:		
Bestell-Nr.	Preis	
Li-Knopfzelle, nicht inkl. (1x CR2032)	10 72 91	€ 0,55 (Stück)

### Die Welt der Technik erobern – 12-in-1-Solar-/Hydraulik-Konstruktions-Kit

Das ist der richtige Einstieg in gleich mehrere Gebiete der Technik für den künftigen Techniker und Konstrukteur. Angetrieben durch die Kraft der Sonne, gesteuert mit selbstgebauten Hydraulikeinheiten entstehen aus 230 Teilen die verschiedensten voll beweglichen Tiere, Roboter und Fahrzeuge.

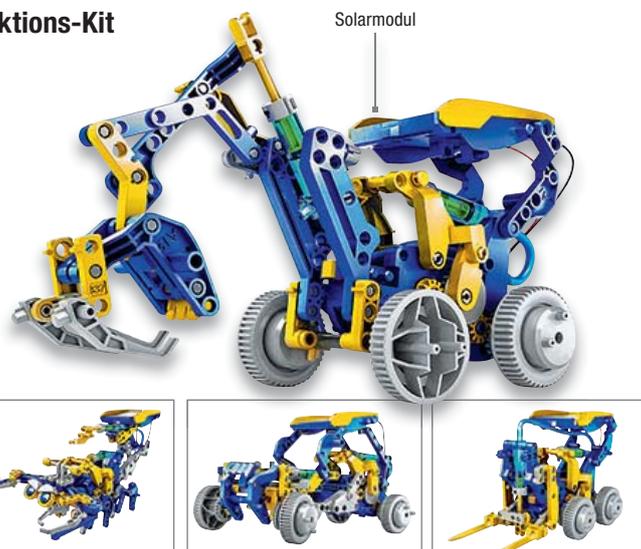
Der Grundantrieb der 12 Modelle erfolgt mit einem per Solarzelle gespeisten Elektromotor, der seine Kraft über ein ausgeklügeltes Getriebe überträgt. Für die Sonderfunktionen wird ein allein mit Wasser betriebenes Hydrauliksystem installiert.

Über die 12 Modellvorschläge hinaus soll der umfangreiche Bausatz auch

zu eigenen Lösungen und Konstruktionen anregen.

- 230-teiliges Konstruktions-Kit für 12 Modelle
- Elektroantrieb mit im Modell integriertem Solarmodul
- Funktionsantriebe über wassergefülltes Hydrauliksystem
- Detaillierte und reich bebilderte Aufbauanleitung

**Bausatz**  
**Bestell-Nr. 25 05 45** € 24,<sup>95</sup>



### Überall Musikspaß – Portable Aktiv-Box



Abm. (B x H x T): 125 x 105 x 90 mm

Bauen Sie sich doch einmal einen Verstärker mit Lautsprecherbox selbst! Die durch Batteriebetrieb mobile Aktiv-Box nimmt gleich noch Ihr Smartphone auf und bietet so überall Musikspaß.

- Leistungsstarker 5-W-Lautsprecher
- Gute Batterieausnutzung durch Leistungsverstärker-IC, der bis herab auf 3 V arbeitet

- Mit Eingangspegelsteller an verschiedene Audioquellen anpassbar
- Hervorragend geeignet für Einsteiger, Schüler- und Ferienprogramme
- Lieferung inkl. 3,5-mm-Klinkenkabel, Kleber, 9-V-Block Batterie (1604D/6LR61) und bebilderte Schritt-für-Schritt-Anleitung

**Bausatz**  
**Bestell-Nr. 25 05 15** € 13,<sup>95</sup>

### Umweltfreundliches eCar selbst gebaut – Modellauto-Bausatz mit Salzwasser-Brennstoffzelle



Der Antrieb wird mit Salzwasser aktiviert

Abm. (B x H x T): 120 x 90 x 100 mm

Einfacher geht der Aufbau eines Brennstoffzellen-Antriebs nicht – Sie brauchen lediglich Wasser und ein wenig Haushaltssalz. Keine Gastankstelle, keine externe Stromzufuhr, ein paar Tropfen Salzlösung genügen!

- Ungefährliche Anwendung, auch für Schüler geeignet
- Fahrwerk höheneinstellbar

- Für glatte Fahrbahn oder Geländebetrieb, jedes einzelne Rad individuell einstellbar
- Kunststoffbausatz mit Allradantrieb, vorwärts und rückwärts
- Transparente Motorkulisse mit Kolbenbewegung, als V-Motor oder Boxer verstellbar

**Bausatz**  
**Bestell-Nr. 11 57 27** € 14,<sup>95</sup>

## Zwei Messgeräte in einem – Komponententester und ESR-Messgerät KT200

ELV

Diese Schaltung vereint zwei Messgeräte in einem: einen Komponententester und ein ESR-Messgerät.

Beide Messfunktionen erlauben die Überprüfung von Bauelementen auch im eingebauten Zustand. Schwerpunktmäßig richtet sich der Bauteiltest auf Elkos (ESR) und Halbleiter.

- Mehrfarbiges OLED-Display zur menügeführten Bedienung, Ergebnisausgabe und Kennliniendarstellung
- Zoomen der Anzeige bei Komponententest möglich
- Einstellung (Drehen) der Anzeige auf verschiedene Betrachtungsrichtungen
- Speicherung einer parallel zur aktuellen Messung anzeigbaren Referenzkennlinie möglich
- Im ESR-Betrieb Nutzung eines akustischen Signalgebers mit einstellbarer Schaltschwelle für die schnelle Beurteilung gut/schlecht
- Zusätzlich als Durchgangsprüfer und genaues R-Messgerät bis 20  $\Omega$  nutzbar
- Akku-/Netzbetrieb möglich



Abm. (B x H x T): 58 x 143 x 23 mm

Komplettbausatz  
Bestell-Nr. 13 22 37 € 79,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	3x NiMH-Akku (Micro/AAA/HR03) oder 7,5-Vdc-Netzteil
Max. Stromaufnahme	500 mA
Messspannung	ESR: 250 mV/60 kHz, KT: 20 Vss/50 Hz
Messbereich	ESR: 0–20 $\Omega$ , KT: $\pm 10$ V (20 Vss)/50 Hz
Auflösung	0,1 $\Omega$
Sonstiges	Ladeschaltung, Auto-Power-off, Durchgangsprüfer
IP-Schutzart	IP20

## Professionelles Multimeter TrueRMS-Digitalmultimeter DM500

ELV

Das DM500 ist ein robustes, wasserdichtes Profi-Multimeter für den harten Einsatz unter Industriebedingungen. Mit Dual-Display, hoher Auflösung und spezialisierten Messbereichen für den Industrieinsatz.

- AC/DC-Strommessung bis 20 A, AC: 45 Hz bis 5 kHz
- Widerstandsmessung bis 60 M $\Omega$
- Kapazitätsmessung bis 60 mF
- Frequenzmessung bis 40 MHz, Tastverhältnismessung
- Durchgangstest, Diodentest
- Großes Dual-Mode-Display mit quasi-analoger Zusatzanzeige
- TrueRMS-Messung für AC-Spannung/Strom, erfasst nicht lineare Größen exakt
- AC/DC- und AC+DC-Messung
- 3-Phasen-Motortest, negativ/positiv
- Erfüllt die Anforderungen nach CAT III (1000 V) und CAT IV (600 V)
- Spannungsmessung bis 1000 Vdc, 750 Vac (45 Hz bis 5 kHz)



Abm. (B x H x T): 95 x 195 x 58 mm, Gewicht: 437 g



Lieferung inkl. Batterie (1x 9-V-Block/1604D/6LR61)

Bestell-Nr. 25 07 15 € 169,<sup>95</sup>

## Joy-IT 2-Kanal-Signalgenerator und Frequenzzähler JT-JDS2915

JOY-IT



Abm. (B x H x T): 145 x 95 x 55 mm

Der kompakte und mobile Signalgenerator gibt Sinus-, Rechteck-, Dreieck- und Arbiträrsignale im Frequenzbereich bis 15 MHz auf zwei getrennt programmierbaren Kanälen aus und kann als Frequenzzähler bis 100 MHz eingesetzt werden.

Der 2-Kanal-Generator erzeugt neben Standardsignalen der Wellenformen Rechteck, Dreieck und Sinus auch Impulsfolgen (Burst-Funktion) und Arbiträrsignale. Dazu kommen eine Wobbelfunktion und vielfältige Parametereinstellungen wie Pulsbreite, Periode, Offset, Amplitude, Synchronisierung und Phasenlage zwischen den beiden Signalausgängen. Zusätzlich ist eine Frequenzzählerfunktion mit den Mesarten Frequenz- oder Periodendauer-messung, Impulsbreiten und Tastverhältnismessung verfügbar.

- 2-Kanal-Signalgenerator bis 15 MHz für Sinus-, Rechteck-, Dreieck- und Arbiträrsignale

- TTL-/Pulssignal bis 6 MHz
- Hohe Frequenzgenauigkeit und -stabilität, Abtastrate 266 MSa/s
- Amplitudenbereich bis 20 Vss
- Burst-Funktion: bis 108.575 Bursts, intern/extern/manuell
- Synchronisationsfunktion CH1/CH2 Frequenzzähler bis 100 MHz, Frequenz-/Periodendauer-messung, Impulsbreite positiv/negativ, Tastverhältnis
- Arbiträr-Signalerzeugung mit 60 Signalformenspeichern
- Ausgangsimpedanz 50  $\Omega$
- 6,1-cm-TFT-Farbdisplay, Menüführung über Softkeys

Lieferung inkl. Netzteil, Messleitungen (2x BNC auf Krokodilklemme, 1x BNC auf BNC) und USB Kabel

Bestell-Nr. 25 10 94 € 99,<sup>95\*</sup>

\*Tagesaktueller Preis bei der Bestell-Nr. im ELVshop

## Mobiles Labor mit Signalgenerator, Logic-Analyzer und Busdecoder – 2-Kanal-Oszilloskop SmartScope

LabNation



Abm. (B x H x T): 64 x 24,2 x 110 mm

Lieferung ohne Tablet

Das mobile Laborgerät mit den vielen Einsatzmöglichkeiten – je nach Bedarf am Smartphone, Tablet oder PC betreibbar. Eine Besonderheit, die bei den meisten „großen“ Oszilloskopen hohe Aufpreise kostet, sind die integrierten digitalen Decoder für gängige Bussysteme, die auch um eigene Decoder erweitert werden können.

- 2 Kanäle, Analog-Bandbreite: 45 MHz (-3 dB)
- 8-Kanal-Logic-Analyzer: Sample-Rate: 100 MS/s, Eingangsdatenpuffer: 4 MS
- Sample-Rate: 2x 100 MS/s, 8 Bit

- Speichertiefe: 4 Mio. Samples/Kanal
- Kompatibel mit Windows, Mac, Linux, Android und iOS

Lieferung inkl. 2x analoger Tastkopf, digitales Tastkopf-kabel und USB-Kabel

Bestell-Nr. 12 37 24 € 219,<sup>95\*</sup>

\*Tagesaktueller Preis bei der Bestell-Nr. im ELVshop

ELV journal Ausgabe 2/2017  
 Leser-Bewertung 1,5  
 elvjournal.de



## Mit vielseitiger PC-Auswertesoftware – Akku-Lade-Center ALC1800PC



Lieferung ohne Akkus

Abm. (B x H x T): 170 x 48,5 x 142 mm, Gewicht: 650 g

Dieser NiCd-/NiMH-Akku-Lader ist vielseitig einsetzbar für alle gängigen Rundzellen, 9-V-Blöcke und Geräte mit USB-Ladeport! Über die Software und die PC-Schnittstelle lassen sich zudem viele Daten auswerten.

- Für bis zu 4 Rundzellen der Bauformen, sowie einen 9-V-Block
- Ladestrom für jeden Ladeschacht einzeln einstellbar, max. 1,8 A
- Beleuchtetes Multifunktions-Display mit Einzelschachtübersicht
- Akku-Defekterkennung, Erkennung falsch eingelegter Zellen
- Individuell auswählbares Ladeprogramm für jeden Ladeschacht

- Wählbare Programme: Laden, Entladen, Auffrischen, Testen (Kapazitätsermittlung), Impuls-Erhaltungsladung
- Individuelle Abfrage der Akku-Parameter: Spannung, Kapazität, Ladezeit, Ladestrom
- Weltweiter Einsatz durch Weitbereichs-Netzteil und Bordnetz-Anschlusskabel (12 V)
- Zusätzlicher 5-V-USB-Lade-Ausgang, bis 1 A

Lieferung inkl. Steckernetzteil, Kfz-Ladeadapter/-kabel mit Hohlstecker (1,8 m) und Micro-USB-Kabel (1,5 m)

Bestell-Nr. 14 49 43 € 79,<sup>95</sup>

## Vielseitig – Schaltnetzteil-Modul SPM1505



MONTAGE



Abm. (L x B): 72 x 44 mm

Das kompakte Schaltnetzteilmodul kann u. a. die Grundlage für den Aufbau eines eigenen Labornetzteils bilden.

Bei einer Eingangsgleichspannung von 17 bis 30 V<sub>DC</sub> gibt das Modul eine einstellbare Gleichspannung von 1 bis 15 V bei einer Belastbarkeit bis 5 A (Strombegrenzung 0,5–5 A einstellbar) aus. So kann man sich z. B. mit einem ausgedienten Laptop-Netzteil sehr einfach ein kleines Labornetzteil bauen, das selbst unter Dauervolllast keine zusätzlichen Kühlmaßnahmen benötigt.

- Eingangsspannung: 17–30 V<sub>DC</sub>
- Ausgangsleistung: max. 60 VA
- Einstellbar: Ausgangsspannung : 1–15 V<sub>DC</sub> Laststrombegrenzung: 0,5–5 A
- Dauerkurzschlussfest
- Anschlussmöglichkeit für Panelmeter
- LED-Anzeigen für Betrieb und aktivierte Strombegrenzung
- Kompakte Ausführung durch Schaltnetzteiltechnik ohne voluminöse Kühlkörper

Komplettbausatz Bestell-Nr. 15 14 72 € 27,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Bezeichnung	SPM1505
Ausgangsleistung	Max. 60 VA (bei ungehinderter Luftkonvektion)
Eingangsspannung	17–30 V <sub>DC</sub>
Ausgangsspannung	Einstellbar von 1 bis 15 V
Strombegrenzung	Einstellbar von 0,5 bis 5 A
Ausgangsripple (Spannungsregelung)	< 50 mV <sub>eff</sub> bei Volllast
Ausgangsripple (Strombegrenzung)	< 200 mV <sub>eff</sub>
Temperaturbereich	-10 bis +35 °C
Anzeige	LED-Betrieb, LED-Strombegrenzung
Bedienelemente	Einstellpoti Spannung und Strombegrenzung

## Leistungsstark und schnell programmierbar – High-Power-Labornetzgeräte



Programmierbar über USB-Anschluss

Leichte und kompakte Bauform

Ausgangsleistung bis 600 VA

Anwendungsbeispiel

Abm. (B x H x T): 200 x 80 x 208 mm, Gewicht: 2,4 kg

Der Allrounder für jeden Werkstatttisch – die Netzgeräteserie HCS-3xxx deckt nahezu alle denkbaren Aufgaben des täglichen Strom- und Spannungsbedarfs auf dem Labor- und

Werkstatttisch ab – Ausgangsspannungen von 1 bis 60 V und Ströme bis 10 A, automatischer Konstantspannungs-/Konstantstrombetrieb, drei Festwertspeicher, ein Fernsteuer-

eingang sowie PC-Anbindung über USB lassen kaum Wünsche offen.

Dazu kommen eine präzise Netz- und Lastausregelung und sehr geringe Rest-

welligkeit für einen stabilen Betrieb. Zum HCS-3102 finden Sie einen Produkttest unter Webcode #70009 (aus unserem ELVjournal 5/2013). Weitere Infos im ELVshop.

Modell	HCS-3102	HCS-3202	HCS-3204	HCS-3404
Eingangsspannung	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Ausgangsspannung	1–36 V <sub>DC</sub>	1–36 V <sub>DC</sub>	1–60 V <sub>DC</sub>	1–60 V <sub>DC</sub>
Ausgangsstrom	0–5 A	0–10 A	0–5 A	0–10 A
Ausgangsleistung	max. 180 VA	max. 360 VA	max. 300 VA	max. 600 VA
Bestell-Nr.	10 67 65	10 67 66	10 67 67	12 52 18
Preis	€ 144,95	€ 169,95	€ 179,95	€ 259,95



## Professionelle Wetterdatenauswertung via PC und App – WiFi-Wetterstation WS980WiFi

ELV



Abm. (B x H x T): 175 x 145 x 55 mm

Abm. (B x H x T):  
400 x 300 x 150 mm  
(Lieferung ohne Mast)Weather Underground-Oberfläche  
Lieferung ohne Smartphone

Die leistungsfähige Wi-Fi-Wetterstation WS980WiFi mit Funk-Kombi-Außensensor lässt Sie die erfassten Wetterdaten via App und mit der PC-Auswertesoftware WeatherSmartIP auswerten. Ihre Messwerte können Sie zudem über Wetter-Online-Dienste wie z. B. Weather Underground publizieren und einsehen und Sie können Automatisierungsregeln via IFTTT anwenden.

- Wetterprognose mit gängigen Wettersymbolen, einstellbarer Alarm

- PC-Auswertesoftware WeatherSmartIP (CSV-Datenexport möglich)
- Display-Anzeige für Windgeschwindigkeit, Windrichtung, UV-Index, Hitzeindex, Niederschlag, Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchte, Taupunkt, Regenmenge, Lichtstärke, Mondphase, Windchill
- Min./Max.-Speicher für Temperatur, Regenmenge, Wind, Luftdruck
- Fortlaufende Anzeige des Luftdruckverlaufs
- Funk-Kombi-Außensensor für Temperatur, Luftfeuchtigkeit,

- Regenmenge, Windrichtung/Windstärke, Helligkeit
- Funkreichweite bis 100 m (Freifeld)
- Kabellose Einbindung ins Drahtlosheimnetzwerk

- Batteriegestützter Solar-Außensensor (2x Mignon), Station: 5 VDC

Bestell-Nr. 25 04 08 \_\_\_\_\_ € 159,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

	Auflösung	Genauigkeit	Messbereich
Temperatur – Innen	0,1 °C	±1 °C	-10 °C bis +50 °C
Temperatur – Außen	0,1 °C	±1 °C	-40 °C bis +60 °C
Luftfeuchtigkeit – Innen	1 %	5 %	10 bis 99 %
Luftfeuchtigkeit – Außen	1 %	5 %	10 bis 99 %
Windgeschwindigkeit	1 m/s	±10 %	0 bis 50 m/s
Niederschlag	1 mm	±10 %	0 bis 9999 mm
Licht	1 lux	±15 %	0 bis 200.000 lux
Luftdruck	1 hpa	–	300 bis 1100 hpa

## Warnt rechtzeitig vor Schadstoffen in der Raumluft – Smarter 9-in-1-Luftgütesensor

Schlechte Raumluft beeinträchtigt Wohlbefinden und Gesundheit. Der smarte Luftgütesensor überwacht 9 wichtige Werte der Raumluft in Echtzeit.

Möbel, Bodenbeläge, Vorhänge, Anstriche, Reinigungsmittel und elektronische Geräte können Schadstoffe an die Raumluft abgeben. Organische Schadstoffe wie z. B. Formaldehyd und Phenole werden unter dem Begriff VOC (volatile organic compounds = flüchtige organische Verbindungen) zusammengefasst. Bei Überschreitung von individuell einstellbaren Grenzwerten alarmiert der uHoo-Sensor mit Push-Nachrichten auf das Smartphone. Über die Cloud können Sie sich außerdem jederzeit mobil über die Raumluftgüte informieren.

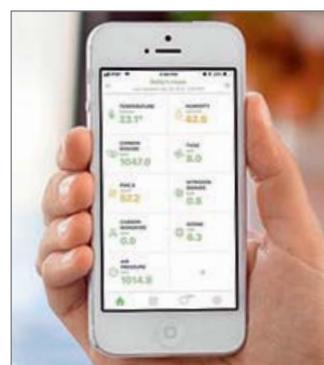
Der Luftgütesensor unterstützt den Web-Diensteanbieter IFTTT (If This Then That), mit dem Sie über einfache Befehle Web-Anwendungen verknüpfen können.

- Überwacht die Raumluft in Echtzeit
- Alarmiert bei Grenzwertüberschreitung mit Push-Nachricht auf das Smartphone
- Einbindung ins Heimnetz via Drahtlosnetz 802.11b/g/n (2,4 GHz)
- Stromversorgung via USB-Netzteil
- Kostenlose uHoo-App (Android/iOS) zeigt Echtzeitmesswerte und historische Werte in Stunden-, Tages- und Monatsübersicht an
- Geeignet für Tischaufstellung

Bestell-Nr. 25 08 88 \_\_\_\_\_ € 299,-



Kompatibel mit Homematic und Homematic IP durch Mediola



App-Ansicht

Lieferung ohne Smartphone



Abm. (ø x H): 85 x 165 mm

### TECHNISCHE DATEN

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Temperatur	-40 bis +85 °C	0,1 °C	± 0,5 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	0–100 %	0,1 %	± 3 %
Luftdruck	300–1100 mBar	0,1 mBar	± 1 mBar
Staubpartikel PM2.5	0–200 µg/m <sup>3</sup>	0,1 µg/m <sup>3</sup>	± 20 µg/m <sup>3</sup>
Kohlendioxid	400–10.000 ppm	1 ppm	± 50 ppm
Kohlenmonoxid	0–1000 ppm	0,1 ppm	± 10 ppm
Stickstoffdioxid			
Ozon	0–1000 ppb	1 ppb	± 10 ppb
VOC (flüchtige organische Verbindungen)			



# Retten Sie Ihre analogen Videoschätze

## Video-Digitalisierer Grabstar AV



Abm. (B x H x T):  
160 x 75 x 25 mm, Gewicht: 156 g

Bestell-Nr.  
25 09 52

€ 99,99

Mit dem Grabstar AV digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre alten Videoschätze direkt auf externe Speichermedien. Sie können ihn mit nahezu allen analogen Videoquellen verbinden: Videorecorder (VHS, Video 8, Betamax), Camcorder, Kameras u. v. m.. Die Digitalisierung mit dem qualitativ besseren S-Video-Signal ermöglicht hochwertige Ergebnisse.

- Geeignet für analoge Quellen mit Composite- oder S-Video-Ausgang (z. B. Camcorder, VHS, Video 8, Betamax, Camcorder u. v. m.)
- Speichert Aufnahmen direkt auf SD/SDHC-Speicherkarte, USB-Stick oder externe USB-Festplatte

- Unterstützt FAT32/NTFS (max. 4 GB/File) und exFAT (>4 GB/File)
- Aufnahmeauflösungen: 720 x 576i, 720 x 480p/PAL und NTSC
- RCA-Steckverbinder (3x Cinch) und S-Video-Eingang mit getrennter Y/C-Signalübertragung (Luminanz/Chrominanz)
- Auto-Stopp-Aufnahme: 60/90/120/150 min
- Großes 8,9-cm-Farbdisplay (3,5")
- Integrierter Videoplayer kann via HDMI-out-Anschluss digitalisierte Aufnahmen direkt am TV wiedergeben
- Integrierter Lautsprecher für Tonwiedergabe am Gerät
- Betrieb via Netzteil 5 V/1 A



## Retten Sie Ihre Bilder aus Fotoalben, Dias und Negative – 4-in-1-Kombi-Scanner BD400



Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Bilder aus dem Fotoalbum, ohne diese zu entnehmen, und vermeiden Sie so Beschädigungen am Fotomaterial.

- Scan erfolgt mit 14-Megapixel-Bildsensor (4416 x 2944 Pixel)
- Speichert Scans direkt auf SD-Speicherkarte (bis zu 32 GB)
- Digitalisiert Fotos in den Formaten (cm): 9 x 13, 10 x 15, 10 x 10, 10,7 x 8,1 und 8,6 x 5,3
- Scannt Negativstreifen: 135 (3:2), 110 (4:3), 126 (1:1)
- Digitalisiert 135er-Dias (3:2)

- Scan-Geschwindigkeit: ca. 2 s/Bild
- 6-cm-LC-Display (2,4") mit Vorschaufunktion
- Akkubetrieb (1050 mAh) möglich
- Auflösung: Dias/Negative (3200 dpi) und Fotos (800 dpi)
- LED-Beleuchtung als Belichtungsquelle
- Belichtung manuell regulierbar
- USB-2.0-Anschluss für Dateitransfer zum PC

Bestell-Nr. 14 40 37 € 159,95

## Halbautomatisches Digitalisieren von Negativ-Filmen – reflecta PF 135 Filmscanner



Dieser Filmscanner ermöglicht das einfache, schnelle und hochwertige Digitalisieren großer Mengen von Negativen. Er scannt automatisch bis zu 60 Bilder auf einen Scanbeleg ein.

- Filmscanner für 35-mm-Filmstreifen, Negativ/Positiv, Schwarzweiß/Farbe
- Automatische Stapelverarbeitung von bis zu 10 Filmstreifen zu je 6 Bildern möglich
- Scandauer ca. 24 s/Bild (5-MP-Bild)/ bis zu 4 min. bei höchsten Scaneinstellungen

- CCD-Bildsensor, 4 Zeilen, Scanbereich 24 x 36 mm
- Inklusive CyberView-Scansoftware für Windows und MacOS
- Auflösung bis 3600 dpi (ca. 24 Megapixel), Farbtiefe 48 Bit, Maximaldichte 3.2 Dmax
- MagicTouch-Technologie – entfernt Staub und Kratzer im Bild über IR-Belichtung beim Scan
- MultipassXposure-Technologie – Bild-Detailverbesserung durch mehrere Scandurchläufe

Bestell-Nr. 25 10 58 € 799,-

## 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:

**Deutschland:** ELV, Reparatur-Service, 26789 Leer

**Österreich:** ELV, Reparatur-Service, Paketfach ELV 1, 5005 Salzburg

**Schweiz:** 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 abgepackt 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> (Montags bis Freitags 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>	de.elv.com	at.elv.com	ch.elv.com
<b>E-Mail</b>	bestellung@elv.com	bestellung@elv.com	bestellung@elv.com
<b>Versandkosten</b>	€ 3,99	€ 3,99	CHF 5,99
<b>Versandkostenfrei*</b>	ab € 29,-	ab € 29,-	ab CHF 59,-

### Technische Beratung

 (Montags bis Freitags 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.com	technik@elv.com	technik@elv.com

### Kundenservice

 (Montags bis Freitags 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.com	kundenservice@elv.com	kundenservice@elv.com

### Kontostand

	Deutschland	Österreich	Schweiz
<b>E-Mail</b>	konto@elv.com	konto@elv.com	konto@elv.com
<b>Fax</b>	0491/6008-316	0662/624-157	061/9711-341

\* siehe rechts: „Lieferrn schnell und sicher“

Weitere Infos unter: [www.elv.com](http://www.elv.com)

## Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

Welche eigenen kreativen Anwendungen und Applikationen haben Sie mit den ELV Haustechnik-Systemen, aber auch anderen Produkten und Bausätzen realisiert? Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELVJournal mit Nennung des Namens vorgestellt.

## Leserwettbewerb



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

**Warengutschein**  
**€ 200,-**

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themenrelevanten 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@elv.com](mailto:leserwettbewerb@elv.com)

## 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 2019) gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zzgl. evtl. Versandkosten, Zollgebühren.

Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Euro-Preis für Österreich/Schweiz zur Verrechnung.

Für die Schweiz erfolgt die Rechnungsstellung 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 „ELVJournal“ bzw. eines 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 Deutschland: [de.elv.com/agb](http://de.elv.com/agb) Österreich: [at.elv.com/agb](http://at.elv.com/agb) Schweiz: [ch.elv.com/agb](http://ch.elv.com/agb) oder Sie können diese telefonisch anfordern.**

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

### Bankeinzug (Deutschland und Österreich)

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 (Deutschland)

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 (Deutschland und Österreich)

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

Unser Unternehmen prüft 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 € 29,- (Österreich unter € 29,-/Schweiz unter CHF 59,-) berechnen wir eine Versandkostenspauschale von € 3,99 (Österreich € 3,99, Schweiz: CHF 5,99).

Ab einem Warenwert von € 29,- in Deutschland (Österreich ab € 29,-/Schweiz ab CHF 59,-) trägt die ELV Elektronik AG die Versandkostenpauschale in Höhe von € 3,99 (Österreich € 3,99, Schweiz: CHF 5,99).

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

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 Versicherungsleistungen 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.

### Batteriegelgesetz – 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.

# Das ELVjournal im Abonnement



Alle Infos dazu finden Sie unter: [www.elvjournal.com](http://www.elvjournal.com)

## 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 zurückzuzahlen, 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.com](mailto:widerruf@elv.com)

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 abwegene 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 Mahle 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 Missbrauchsabwehr 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.com](mailto:info@elv.com) ELV Elektronik AG, Österreich, Postfach 15, 5021 Salzburg, Telefax-Nr. 0662/624-157, [info@elv.com](mailto:info@elv.com) ELV Elektronik AG, Schweiz, Postfach 100, 4313 Möhlin, Telefax-Nr. 061/9711-341, [info@elv.com](mailto:info@elv.com)

### 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: [de.elv.com/sicherheit-datenschutz](http://de.elv.com/sicherheit-datenschutz); [at.elv.com/sicherheit-datenschutz](http://at.elv.com/sicherheit-datenschutz); [ch.elv.com/sicherheit-datenschutz](http://ch.elv.com/sicherheit-datenschutz)

## Impressum

### Herausgeber:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer, Deutschland  
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016  
E-Mail: [redaktion@elvjournal.de](mailto:redaktion@elvjournal.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:

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,  
Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Inf.  
Andreas Gabel, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß,  
Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. (FH) Fredo  
Hammediers, Lothar Harberts, Volkmar  
Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm,  
Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof,  
Hilko Meyer (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Thorsten  
Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß,  
Dipl.-Wi.-Inf. (FH) Frank Sanders, Dipl.-Ing.  
(FH) Lothar Schäfer, Bastian Schmidt  
(B. Eng.), Udo Schoon (M. Eng.), Dirk Stüben,  
Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thole, Stefan Weber  
(M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemken,  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenborg, Dipl.-Ing.  
Wolfgang Willinghöfer, Florian Wilms (M. Sc.),  
Sebastian Witt (B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH)  
Matthias Yskler

### 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: COBADEFFXXX  
IBAN: DE11 2844 0037 0491 3406 00,  
Postbank Hannover, BIC: PBNKDEFF  
IBAN: DE55 2501 0030 0335 8163 08

### Urheberrechte:

Die in diesem Magazin veröffentlichten  
Beiträge einschließlich der Platinen sind ur-  
heberrechtlich geschützt. Eine auch auszugs-  
weise 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 war-  
zeichenmäßig benutzt werden dürfen.

### Eingesandte Beiträge:

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unver-  
langt eingesandene 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 Empfangs-  
einrichtungen sind zu beachten.

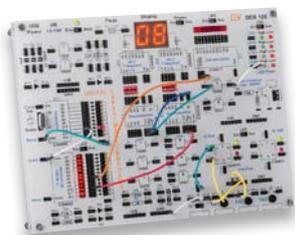
### Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für  
die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltun-  
gen und sonstigen Anordnungen sowie für die  
Richtigkeit des technischen Inhalts der ver-  
öffentlichten Artikel und sonstigen Beiträge.



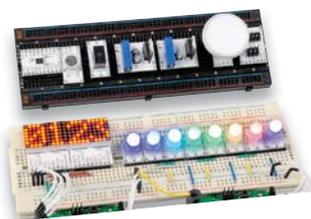
### LED-Stopuhr LSU200

Die neunstellige LED-Stopuhr mit weithin sichtbarer Großanzeige (56-mm-Ziffernhöhe, Anzeigehelligkeit einstellbar) ist sehr universell einsetzbar. Neben der normalen Stoppuhrfunktion bis 99 h, 59 m, 59 s, 999 ms mit Rundenzwischenzeiten verfügt das Gerät über eine DCF-77-geführte und RTC-gestützte Uhrzeit-/Datumsanzeige, einen programmierbaren Zähler/Timer, einen programmierbaren Relais-Schaltausgang für die externe Signalisierung (z. B. bei Start oder Endwert) sowie zwei externe Schalteingänge für z. B. externe Start-/Stopp-Taster, Lichtschranke, Startblock etc. Optional ist ein 8-Kanal-Schaltempfänger HmIP-MOD-OC8 für die Funkfernsteuerung der Stoppuhr integrierbar. Über einen USB-Port ist eine Auswertung z. B. von Rundenzeiten per mitgelieferter PC-Software möglich.



### Digital-Experimentierboard DEB100 Anwendungsbeispiel: Sounderzeugung mit Logikschaltkreisen

Mit unserem Digital-Experimentierboard DEB100 haben wir ein ideales Werkzeug, um Logikschaltungen, deren Funktionsweisen und Hintergründe zu verstehen. In diesem Anwendungsbeispiel zeigen wir Schritt für Schritt, wie man mit den auf dem Board vorhandenen CMOS-Bauteilen CD4060, CD4040 und CD4011 ein pulsierendes Signal auf einem Piezo-Summer generiert.



### Prototypen-Adapter digital PAD4

Mit dem nächsten Set von Prototypen-adaptern, dem PAD4, erweitern wir unser bisheriges System um digitale Komponenten. Neben den acht RGB-LEDs sind zwei Anzeigemodule (Dot-Matrix), je ein Spannungs- und Stromregler, eine Relaisplatine, ein Dreh-Inkrementalgeber mit Tastfunktion, ein hochwertiger Temperatur-/Feuchtesensor, ein 6- und 10-poliger ISP-Adapter sowie ein bidirektionaler achtkanaliger Level-Shifter enthalten.



### Homematic IP Drehtaster/Rotary Button HmIP-WRCR

Die intuitive Alternative zum konventionellen Bedientaster. Der batteriebetriebene Drehtaster, der nahtlos in 55-mm-Installationssysteme integrierbar ist, verfügt über drei vielfältig im Homematic IP System nutzbare Kanäle, etwa zum Dimmen oder auch zum Einstellen der Lamellenposition von Jalousien.



### Homematic IP Regensensor HmIP-SRD

Mit dem neuen HmIP-Regensensor HmIP-SRD steht ein superschneller Sensor zur Verfügung, der bereits auf kleinste Regenmengen reagiert. Er ist perfekt für Sofortsignalisierung bei Regen (z. B. über Signalgeber oder die eigene Hausautomations-App), für die Automation einer Markisensteuerung, die Gartenbewässerung oder die Regenauffangananlage einsetzbar.

### MicroPython für den ESP32, Teil 3

Nachdem wir erarbeitet haben, wie man Sensoren oder einen Servo mit dem ESP32 in MicroPython lokal ansteuert bzw. auswertet, kommen wir im nächsten Teil zur Einbindung des ESP32 in ein WLAN. Dann lassen sich die Werte drahtlos zu einem Router übertragen und zentral auswerten. Aber auch der umgekehrte Weg ist möglich. Mit Python-Programmen kann man LEDs, oder über Leistungstransistoren/Relais auch beliebige Geräte oder Anlagen steuern. Der Anwendung des ESP32 als universellem Steuergerät steht dann nichts mehr im Wege.

### Moderne Fahrzeuglichtsysteme

LEDs und selbst Lasersysteme sind aus der modernen Fahrzeugbeleuchtung nicht mehr wegzudenken. Wir stellen Beleuchtungslösungen, ihre Steuerung und Integration in aktuelle Connectivity-Verbünde vor.

### Einführung in die Akustik, Teil 7

Der nächste Teil der Serie befasst sich mit der langen Entwicklungsgeschichte der Lautsprecher bis zur heutigen weiten Verbreitung der Neodym-Lautsprecher, neuer Membranmaterialien und raumakustischen Lösungen.

### Homematic und mediola, Teil 7

Nach der Szenenintegration in unsere mediola-Oberfläche geht es im nächsten Teil um mehrere Erweiterungen für die Hauptseite der Fernbedienung.

### Homematic Funk-Schaltaktor HmIP-FSI16

Der kompakte Funk-Unterputzaktor ist ein leistungsstarker Einkanal-Schaltaktor für das Schalten von Lasten bis 16 A (230 V). Zusätzlich verfügt er über einen Schalteingang für Installations-Schalter/-Taster, sodass er nahtlos hinter einem normalen Installations-taster in eine vorhandene Elektroinstallation integriert werden kann.



# Detailscharfe Visualisierung Ihrer Wetter- und Klimadaten

## Wi-Fi-Wetterstation WeatherScreen PRO



Abm. (B x H x T) Außensensor:  
400 x 300 x 150 mm



Lieferung ohne Smartphone



Abm. (B x H x T) Sensor:  
40 x 120 x 18 mm



Abm. (B x H x T) Station:  
175 x 145 x 55 mm

NEU

Bestell-Nr.  
25 10 64

€ 249,-

**Die hochwertige Wi-Fi-Wetterstation mit Solarsender und TFT-Display verbindet eine übersichtliche Anzeige aller relevanten Wetter- und Raumklimadaten mit umfangreichen Speicher- und Visualisierungsmöglichkeiten. Sie ist mit bis zu 9 Raumklimasensoren erweiterbar.**

Die Wetterstation bietet eine Wettervorhersagefunktion mit einfach erfassbaren Wettersymbolen und einer Gewitterwarnfunktion. Zusätzlich ist es möglich, die Wetterdaten per WLAN in Wetterportale zu laden und so mobil auszuwerten bzw. anderen Nutzern zur Verfügung zu stellen. Die Anzeige des hochwertigen 17,8-cm-TFT-Farbdisplays ist – je nach individuellem Geschmack – umschaltbar zwischen dunklem und hellem Hintergrund.

### Funk-Außen-Kombisensor mit Solarpanel

Der solarbetriebene Sender (batteriegestützt) überträgt die Messdaten der Sensoren an die Basisstation. Im Freifeld sind Funkreichweiten bis zu 100 m möglich. Der Sensor sendet alle 16 s die Daten für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit/-richtung, Helligkeit, UV-Index und Niederschlagsmenge.

### Ausbaubares Raumklimasensoren-System

Die Wetterstation kann die Daten von bis zu 9 Raumklimasensoren (1 Mastersensor im Lieferumfang, 8 optionale Sensoren) alle 60 s empfangen und auswerten und so jeden Raum im Haus überwachen.

- Funk-Wetterstation mit 17,8-cm-Farb-TFT-Display
- Klimaerfassung mit bis zu 9 Raumklimasensoren möglich
- Upload-Funktion für Wetterportale (z. B. „Ecowitt Weather“, „Weather Underground“, „WOW“, „Weathercloud“)
- Integriertes Solarpanel für Stromversorgung des Kombi-Senders, Batterieunterstützung mit 2x Mignon (AA/LR6)
- Stromversorgung: Station via Netzteil (inkl.), Raumsensor via Batterien (2x Mignon/AA/LR6, nicht inklusive)
- Sensoren für Niederschläge, Windgeschwindigkeit/Windrichtung, Innen-/Außenluftfeuchtigkeit, Luftdruck, Innen-/Außentemperatur, Beleuchtungsstärke/UV-Index
- WLAN-Verbindung mit Smartphone via Wetterportal-Apps
- Wetterdatenaufzeichnung mit wählbaren Intervallen sowie tabellarische und grafische Auswertungen
- Alarm: Gewitterwarnung, Temperatur, Feuchtigkeit, gefühlte Temperatur, Taupunkt, Regenfall, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Sturmböen
- Min./Max.-Wert-Anzeigen mit Zeitstempel-Hinterlegung
- Kalibriermöglichkeit mit Referenzmessgeräten
- Für Tischaufstellung und Wandmontage geeignet



Gleich mitbestellen – Zusatz-Thermo-/Hygrosensor für Raumklimafunktion

Bestell-Nr.	Preis
25 09 54	€ 14,99

# Preisgünstiger Einstieg in den SLA-3D-Druck

## Mini SLA-/Resin-3D-Drucker MP Mini SLA



NEU



Bestell-Nr.  
25 10 40

€ 269,-

Der preiswerte 3D-Drucker für den einfachen und schnellen Druck hochdetaillierter glatter 3D-Objekte mit UV-Licht und lichtsensitivem Flüssigharz (Resin). Zur Projektion dient ein hochauflösendes LC-Display mit einer Auflösung von 2560 x 1440 Bildpunkten. Der Drucker verfügt über eine integrierte Web-Benutzeroberfläche, die Modelldateien schneiden und drucken kann, ohne dass ein separates Softwarepaket erforderlich ist.

Der Druck benötigt außer dem Einfüllen des Flüssigharzes in den Drucker keine weiteren Vorbereitungen – die magnetisch gelagerte Druckplattform wird bei jedem Druck automatisch nivelliert. Die Bedienung erfolgt sehr einfach über ein kleines Tastenfeld und eine übersichtliche LCD-Anzeige. Die Druckdaten werden über eine mitgelieferte microSD-Speicherkarte, die bereits Musterdateien und eine Bedienungsanleitung enthält, auf den Drucker übertragen. Alternativ kann das Gerät per WLAN angesteuert werden. Dabei sorgt ein integrierter Web-Server für hohen Komfort und eine genaue Profilanpassung – mit integriertem Slicer, Layerkontrolle und direkter Datenübertragung per WLAN.

- Hochauflösender SLA-3D-Drucker mit 2K-LCD-Display (2560 x 1440), komplett montiert, sofort einsatzfähig

- Bauraum 118 x 65 x 118 mm
- Hohe Auflösung:  
X/Y-Achse 0,05 mm; Z-Achse 0,025 mm
- Leistungsstarkes 57-W-UV-LED-Parallel-Array (405 nm) für hohe Druckqualität
- Schicht-Auflösung 25–100 µm
- Magnetisch aufgehängte Druckplattform, selbstnivellierend
- Resin-Tank abnehmbar, FEP-Folie wechselbar
- Aufklappbares Schutzgehäuse mit UV-abweisenden Sichtscheiben
- Einfache Bedienung über 8,9-cm-LC-Display und Tastenfeld
- Datenzuführung per WLAN oder über microSD-Speicherkarte (im Lieferumfang enthalten)
- Passende Slicer: Intern, Creation Workshop, ChiTuBox 64 (verarbeiten SLT- und OBJ-Dateien)

 MONOPRICE

Weitere Infos im ELVshop

Gleich mitbestellen: Resin/Kunstharz (500 ml)

Farbe	Schwarz	Weiß	Transparent	Gelb	Rot
Bestell-Nr.	25 10 59	25 10 61	25 10 60	25 10 63	25 10 62
Preis	€ 24,95	€ 24,95	€ 24,95	€ 24,95	€ 24,95

Einen spannenden Bericht zu diesem SLA-Drucker finden Sie in diesem ELVjournal auf Seite 48