



ELV<sup>®</sup> journal  
Dez./Jan. 2020  
Mehr Wissen in Elektronik

# ELV<sup>®</sup>

www.elvjournal.de ...at ...ch

# journal

Mehr Wissen in Elektronik

## Design-Uhr Fibonacci-Clock



BAUSATZ

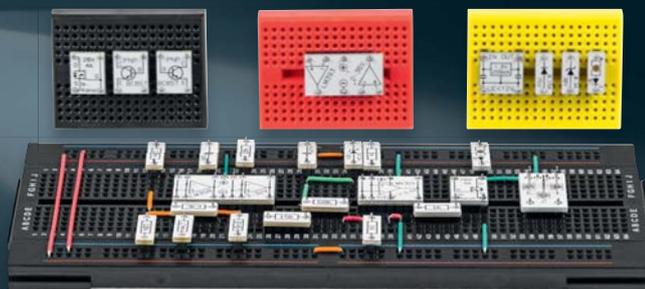


BAUSATZ

- ▶ **ESP32: Einstieg in MicroPython**
- ▶ **Akustik: Alles über Mikrofone**
- ▶ **Wissen: Steckerfertige Solaranlagen**

## Feinstaub-Messgerät

Weitere neue Bausätze



Prototypen-Adapter linear PAD2



Homematic IP  
Schaltaktor HmIP-DRS14 und  
Jalousie-/Rollladenaktor HmIP-DRBLI4

# Das Team für Ihre Lötprojekte

## 8-W-LED-Lupenleuchte



Bestell-Nr.  
12 41 68

€ 59,95

NEU



180-W-Lötstation LS-180D+

Bestell-Nr.  
25 09 71

€ 249,-

## 8-W-LED-Lupenleuchte

ELV

Egal ob Elektronik, Feinmechanik, Modellbau – diese kräftige, vielfach verstellbare Lupenleuchte leuchtet nicht nur Ihr Arbeitsfeld hell aus, sie verfügt auch über eine starke Lupe mit 2,25-facher Vergrößerung.

- Helles, kaltweißes LED-Arbeitslicht (6500 K), 60 SMD-LEDs
- Nur 8 W Leistungsaufnahme – ca. 70 % weniger Energieverbrauch gegenüber einer vergleichbaren Kaltlicht-Lupenleuchte mit 22-W-Leuchtstoffring
- Kein Flackern, sofort volles Licht, gleichmäßig verteilt
- Langlebige LEDs – bis zu 28.000 Betriebsstunden (halten mehr als 30 Jahre bei 2,5 h Betrieb am Tag)
- Stabiler Gelenkarm, 90 cm lang
- Robuste Tischplattenklemme bis 65 mm
- Wartungsfreies und stabiles Haltefedersystem – kein ungewolltes Absinken des Lupenkopfes
- Klare Echtglaslupe,  $\varnothing$  152 mm, 2,25-fache Vergrößerung
- Schutzabdeckung für die Linse
- Verzerrungsarme Vergrößerung über die komplette Linsenfläche
- Direktbetrieb an 230 V (kein Transformator)

Weitere Infos im ELVshop

## 180-W-Lötstation LS-180D+ ELV

Diese leistungsfähige Elektronik-Lötstation wird bequem über das große, farbige Display mit Touchbedienung eingestellt.

Die Lötstation LS-180D+ ermöglicht die fachgerechte Ausführung der verschiedensten Lötarbeiten im Leistungsbereich bis 180 W. Sie vereint eine hohe Leistung mit extrem kurzer Aufheizzeit und einfacher, ergonomischer Handhabung. Ihre Leistungscharakteristik sowie das Spitzenmaterial des LötKolbens sind auf RoHS-konformes Arbeiten mit bleifreiem Lot zugeschnitten.

- Hochgenaue, kalibrierbare Temperaturregelung (Sensor integriert, Regelgenauigkeit  $\pm 3$  °C)
- Galvanisch netzgetrennte elektronische Nullspannungs-Regelschaltung für Lötarbeiten an empfindlichen Bauteilen, 36 V LötKolbenversorgung
- Schnelle und exakte Temperatureinstellung per Touchbedienung über das Display
- Ergonomischer, leichter LötKolben – innenbeheizte Lötspitze
- Schnelles Aufheizen (400 °C in 15 s)
- Löttemperatur zwischen 100 und 500 °C einstellbar

Weitere Infos im ELVshop

## Lieber Elektronik-Freund,

wenn Sie dieses ELVjournal in den Händen halten, ist die Zeit des Jahres gekommen, in der man gewöhnlich Bilanz zieht: Was war, was ist, was wird? Unser Haus hat sich Anfang des Jahres 2019 viel vorgenommen, die Richtung hieß und heißt: praktische Elektronik für jeden, vom Einstieg bis zum praktischen Hilfsmittel, das auch der professionelle Elektroniker gern einsetzt. Resultat sind mehrere Entwicklungen aus unseren Laboren, die eine große Resonanz bei Ihnen gefunden haben, allen voran die beiden Experimentierboards EXSB1 und DEB100, gefolgt von der in diesem Journal fortgeführten Prototypen-Adapter-Reihe PAD und weiteren praktischen Laborhilfen wie der Batteriehalter-Aufsteckplatine, den Batteriedummys oder der Präzisionsspannungsreferenz. Bausätze sind schon seit 40 Jahren unsere Kernkompetenz – und wir haben uns auch für das Jahr 2020 viel vorgenommen. Dass wir hier auf dem richtigen Weg sind, haben die zahlreichen Besucher auf den großen Maker Faires dieses Jahres mit ihrem großen Interesse gerade an diesen Bausätzen bestätigt.

Ein Blick in diese Ausgabe des ELVjournals zeigt auch deutlich eine weitere ELV Kernkompetenz – die Entwicklung hochwertiger Mess- und Labortechnik. Ein Beispiel dafür ist das auf ausgefeilter Sensortechnik basierende Feinstaub-Messgerät PM2.5, das hinsichtlich des Preis- Leistungs-Verhältnisses seinesgleichen sucht. Immerhin ist es in der Lage, Partikelkonzentrationen ab PM1.0 zu erfassen!

Unsere Entwickler lassen sich auch immer wieder Originelles einfallen. Dieses Mal ist es die Fibonacci-Uhr, die jedes Ablesen der Uhrzeit zu einem kleinen Rechenspaß macht. Verblüffen Sie Ihre Lieben und Gäste damit!

Wie gestalten Sie eigentlich Ihre persönliche Energiewende? Wir zeigen in einem umfassenden Beitrag, wie nahezu jeder mit einer steckerfertigen Solaranlage problemlos selbst Strom für den eigenen Bedarf produzieren kann.



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker

## Unser Leserwettbewerb – teilen Sie Ihr Lieblingsprojekt!

### Machen Sie mit!

Jede veröffentlichte Anwendung 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.

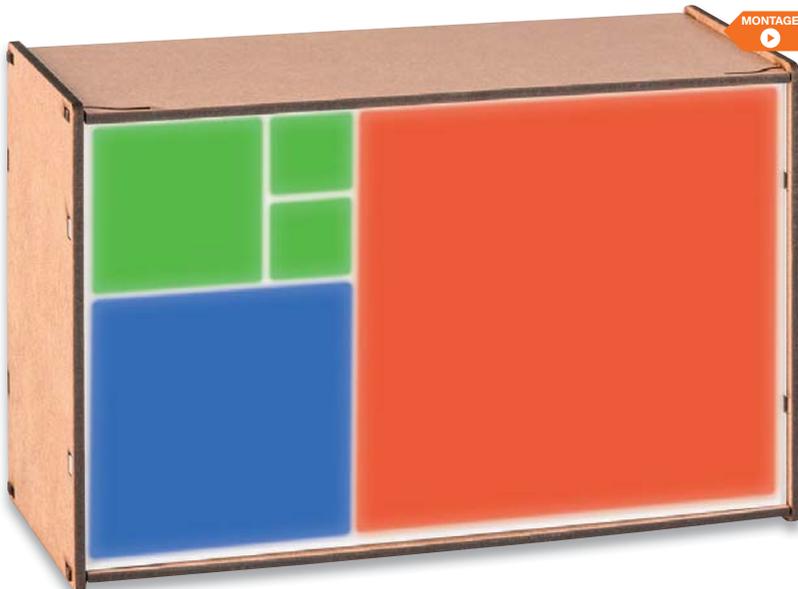
Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** 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)**



MONTAGE

## 6 Design-Uhr Fibonacci-Clock FC1

Ein mathematisches Phänomen als Design-Uhr – die Uhrzeit in fünf LED-Anzeigefeldern in der mathematischen Fibonacci-Zahlenfolge dargestellt. Mit Echtzeituhr, Lichtsensor, Netzausfallüberbrückung und selbst herstellbarem Gehäuse



MONTAGE

## 30 Verschmutzte Luft?

Genau und langzeitstabile Feinstaubmessungen mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5



### Haustechnik

- 6 Design-Uhr Fibonacci-Clock FC1**  
Mathematikphänomen „Fibonacci-Folge“ in außergewöhnliches Uhrendesign umgesetzt



### Werkstatt/Löttechnik

- 16 Kleine Helferlein – Prototypenadapter linear PAD2**  
Anlage/lineare Bausteine für den direkten und übersichtlichen Einsatz auf dem Steckbrett



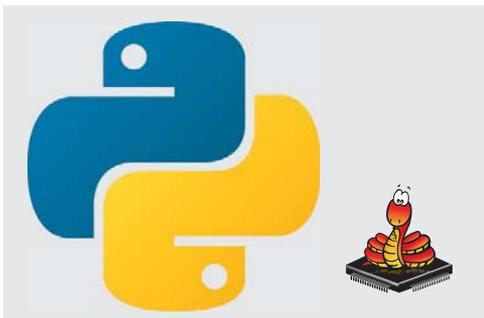
### Hausautomation – Smart Home

- 93 Neue Bausätze kurz vorgestellt**  
Homematic IP Hutschienen-Schaltaktor HmIP-DRSI4 und Hutschienen-Jalousie-/Rollladenaktor HmIP-DRBLI4



### Messtechnik

- 30 Verschmutzte Luft? Genau Messungen mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5**  
Präzise Bestimmung von Feinstaubkonzentration und Partikelgröße bis herab auf PM1.0



- 48 ESP32: Einstieg in MicroPython**  
Programmierung ganz einfach!



- 55 Intelligente Funk-Türöffner-Kombi**  
Fingerabdruckscanner ekey



- 81 Mikrofone**  
Vom Studio- bis zum Subminiaturmikrofon



**16 Kleine Helferlein – Prototypenadapter linear PAD2**  
Schaltungen blitzschnell zusammengesteckt – steckbrettkompatible Platinenmodule mit Operationsverstärkern, Transistoren, Spannungsreglern und Dioden



**56 Firmware-Update für den Kreis-LED-Wecker-Bausatz**  
Der beliebte Bausatz mit neuen Features: Datums-, Temperatur- und DCF-Statusanzeige, erweiterte Einstellmöglichkeiten und mehr

**93 Neue Bausätze kurz vorgestellt**  
Wir informieren über neue Homematic IP Bausätze: Homematic IP Hutschienen-Schaltaktor HmIP-DRSI4 und Hutschienen-Jalousie-/Rollladenaktor HmIP-DRBLI4



**So funktioniert's**

- 48 ESP32: Einstieg in MicroPython**  
Python – der neue Star am Programmiersprachen-Himmel?
- 55 Intelligente Funk-Türöffner-Kombi**  
Funk-Fingerabdruckscanner ekey uno und Türschlossantrieb eqiva BT Smart
- 56 Kommt Zeit, kommt KLW1**  
Firmware-Update für den Kreis-LED-Wecker-Bausatz

- 59 Direkt ins Hausnetz gespeist**  
Die eigene Solarstromversorgung für jeden
- 66 Von der Idee zum Objekt**  
Einstieg in das Computer-Aided Design, Teil 3
- 81 Mikrofone**  
Vom Studio- bis zum Subminiaturmikrofon Akustik-Serie, Teil 5
- 88 Schickes Smart Home**  
Visualisierung mit AIO CREATOR NEO und der Smart Home Zentrale CCU3
- 94 Homematic verbindet**  
7. Homematic User-Treffen Österreich

**Spezial**

- 14 Experten antworten**
- 27 Leser testen und gewinnen**
- 80 Technik-News**

**Rubriken**

- 96–97 Die Neuen**
- 112–113 Service Bestellhinweise Impressum**
- 114 Vorschau**



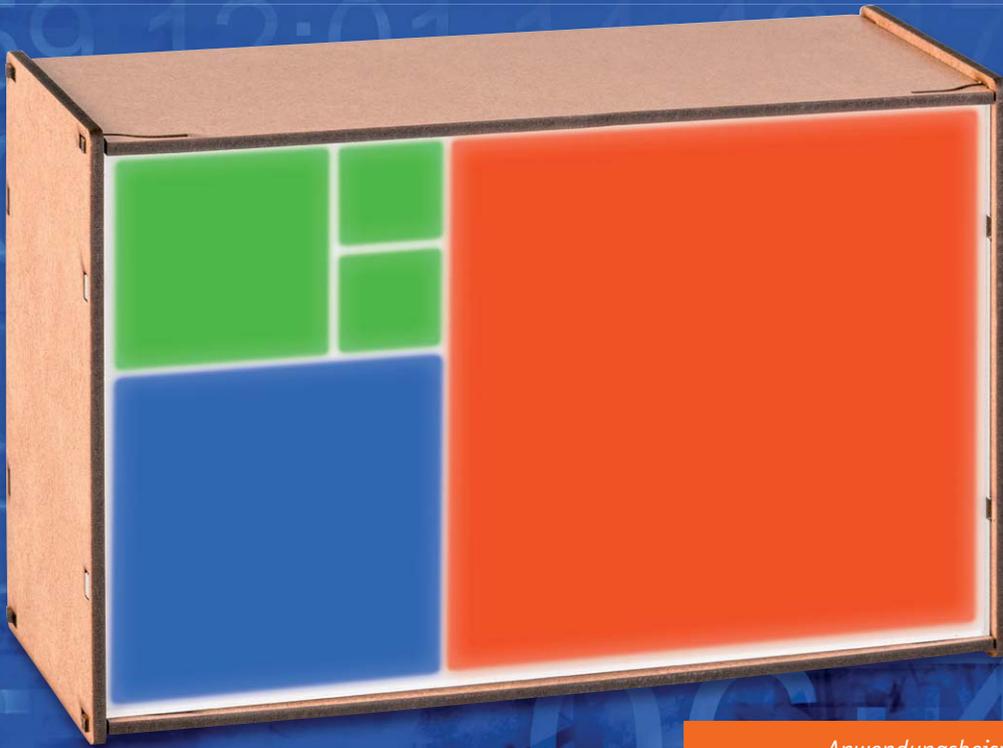
**59 Direkt ins Hausnetz gespeist**  
Die eigene Solarstromversorgung für jeden



**66 Von der Idee zum Objekt**  
Mit CAD entwerfen, zeichnen und konstruieren, Teil 3



**88 Schickes Smart Home**  
Smart Home Visualisierung leicht gemacht



Anwendungsbeispiel –  
Gehäusevorlage frei zum Download verfügbar

# Mathematische Zeit

## Design-Uhr Fibonacci-Clock FC1

Unser neuer Bausatz ist mehr als nur eine Uhr. Angelehnt an einen der bedeutendsten Mathematiker des Mittelalters – Leonardo Fibonacci – haben wir mit der Fibonacci-Clock ein Zeitmesser-Designstück entworfen. Mittels 10 RGB-LEDs wird die Uhrzeit anhand der Fibonacci-Folge angezeigt. Ein Real-Time-Clock-IC, Lichtsensor und Puffer-Batterie sind zusätzlich integriert, um Zeit und Helligkeit automatisch anzupassen. Im Lieferumfang befindet sich nur die Platine (siehe Bild 4a/4b), den Gehäusebau kann man individuell vornehmen oder dazu unsere Design-Dateien kostenlos herunterladen.

FC1

Bestell-Nr.  
15 47 78Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:[www.elv.com](http://www.elv.com)

### Infos zum Bausatz FC1



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
1 h



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



**Besondere Werkzeuge:**  
LötKolben, Holzbearbeitungs-  
werkzeug oder idealerweise  
Lasercutter oder 3D-Drucker



**Löterfahrung:**  
ja

101010110  
110101011  
111101011  
011010100

**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
nein

### Beliebte Uhren

Uhren sind nach wie vor eines der beliebtesten Elektronik-Selbstbauprojekte. In der 40-jährigen Geschichte von ELV wurden bereits viele Projekte zu diesem Thema veröffentlicht. Dazu zählen verschiedene Kreis-LED-Uhren, Binär-Uhren, DCF-Uhren, Drehspulinstrument-Uhren und viele mehr [1]. Da alle Zeitmesser in der ELV Geschichte stets auf große Beliebtheit gestoßen sind, führen wir die erfolgreiche ELV Uhren-Serie mit der hier vorgestellten Fibonacci-Clock FC1 fort.

Im Gegensatz zu den meisten bisherigen Modellen verfügt die FC1 nicht über eine Ziffernanzeige. Die Uhrzeit wird stattdessen mit unterschiedlich großen Leuchtfeldern, welche in 3 verschiedenen Farben aufleuchten können, angezeigt. Es handelt sich also um eine Uhr, die nicht jeder auf Anhieb lesen kann. Aber gerade dies und das besondere Design machen diese Uhr so interessant.



Bild 1: Fibonacci-Folgen in der Natur



## Fibonacci

Um die Uhrzeit ablesen zu können, muss dem Ablesenden die Fibonacci-Folge bekannt sein, da die Anzeige der Uhrzeit auf selbiger beruht. Die Fibonacci-Folge ist nach dem Mathematiker Leonardo Fibonacci benannt und wie folgt definiert:

$$f_n = f_{(n-1)} + f_{(n-2)} \quad \text{für } n \geq 3 \text{ mit } f_1 = f_2 = 1$$

Es handelt sich also um ein rekursives Bildungsgesetz. Vereinfacht ausgedrückt beruht die Fibonacci-Folge darauf, die letzten beiden Ziffern einer unendlichen Zahlenfolge zu addieren, um die nächste Ziffer zu erhalten:

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 \text{ usw.}$$

Die aus dieser Folge resultierende Spirale findet sich auch erstaunlich oft in der Natur wieder. Beispiele dafür sind Schneckenhäuser, das menschliche Ohr, Hurrikane, Sonnenblumen, Tannenzapfen, Ananas und viele mehr (Bild 1).

Doch wie ist die Anzeige der Uhrzeit mithilfe der Fibonacci-Folge möglich? Bei genauer Betrachtung der FC1 fällt die spiralförmige Anordnung der 5 Quadrate – ähnlich wie bei einem Schneckenhaus – ins Auge. Diese Anordnung entspricht den ersten 5 Ziffern der Fibonacci-Folge 1, 1, 2, 3, 5 (siehe Bild 2). Die Seitenlängen der 5 Quadrate stimmen also mit den ersten 5 Ziffern der Fibonacci-Folge überein.

In Abhängigkeit der aktuellen Uhrzeit leuchten die quadratischen Flächen wie folgt in unterschiedlichen Farben auf:

Stunden:	Rot
Minuten:	Grün
Stunden/Minuten:	Blau
Ignore:	Weiß

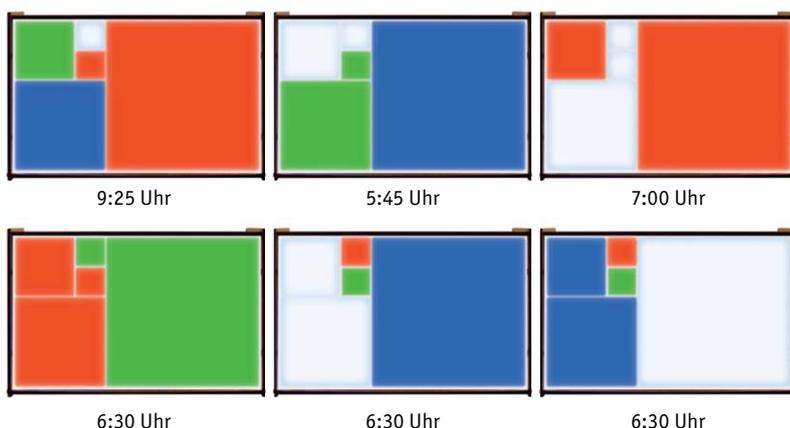
## Bestimmung der Uhrzeit

### 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, da die Uhrzeit in Fünferschritten angezeigt wird

Anzeige-Beispiele:



Für einige Uhrzeiten existieren mehrere Anzeigemöglichkeiten. Die Auswahl der unterschiedlichen Anzeigemöglichkeiten für eine Uhrzeit erfolgt zufällig, um den Schwierigkeitsgrad des Ablesens noch etwas zu erhöhen.

Die FC1 verfügt über 3 Bedientasten, mit deren Hilfe eine Navigation durch das Menü möglich ist. Die Helligkeit der LEDs ist einstellbar, ein integrierter Lichtsensor kann die Anzegehelligkeit anhand der aktuellen Umgebungshelligkeit anpassen und automatisch nachführen. Durch die Nachführung der LED-Leuchtstärke wirkt die Uhr insbesondere

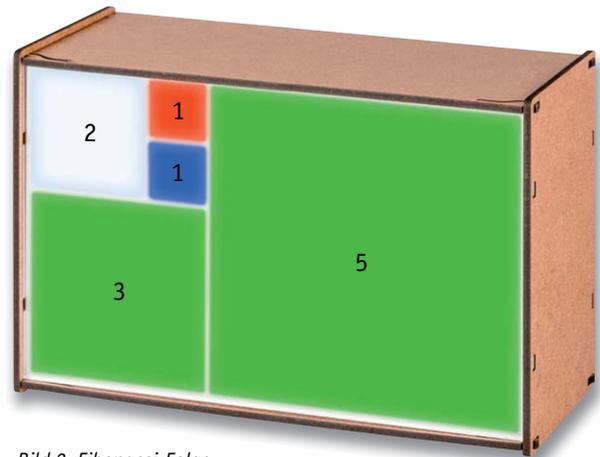


Bild 2: Fibonacci-Folge

in dunklen Räumen wie z. B. im Schlafzimmer nicht störend. Über die auf der Rückseite vorhandene USB-Buchse wird die FC1 mittels eines geeigneten Micro-USB-Netzteils versorgt. Neben der Stromversorgung kann die USB-Buchse im Zusammenspiel mit einem PC auch zur Übertragung verschiedener Befehle genutzt werden. In der Grundversion wird die Uhr von einem Quarztakt gesteuert, eine separate, bereits integrierte, batteriegepufferte Echtzeituhr (RTC) sorgt für das Nachstellen bzw. den Datenerhalt bei ausgefallener Stromversorgung. Durch deren internen Kalender entfallen auch alle Zeitumstellungen (Sommer-/Winterzeit).

## Schaltungsbeschreibung

Das komplette Schaltbild der FC1 ist in Bild 3 dargestellt. Die einzelnen Funktionsblöcke der Schaltung werden im Folgenden beschrieben.

### Spannungsversorgung

Für den Betrieb der FC1 werden 2 Spannungsebenen benötigt. Die Eingangsspannungsversorgung +UB der FC1 wird über die USB-Buchse BU1 bereitgestellt und beträgt zirka 5 V. Mit dieser Spannung werden dann die einzelnen RGB-LEDs D1 bis D10 und der Linearregler vom Typ S-1206B33-U3T1G IC6 versorgt. Der Spannungsregler erzeugt daraus eine Spannung von 3,3 V, mit der neben dem Mikrocontroller IC1 auch die restliche Peripherie versorgt wird. Durch den Einsatz der USB-Buchse ist automatisch ein Verpolungsschutz gegeben.

### USB- und USART-Datenschnittstelle

Für die Datenverbindung der FC1 mit einem Terminalprogramm muss das vom Computer ankommende differenzielle USB-Datensignal in ein für den Mikrocontroller verständliches Format umgewandelt werden. Hierzu wird das Bauteil IC5, ein CP2102N von Silicon Labs, als USB-USART-Wandler eingesetzt. Mit diesem Baustein werden die Daten mit einer Geschwindigkeit von 115,2 Kbit/s zwischen der FC1 und dem Computer ausgetauscht. Die Datenverbindung ist auf dem Computer als virtueller COM-Port definiert, sie erfordert lediglich die Installation eines VCP-Treibers für den CP2102N auf dem Computer (wird je nach System auch automatisch installiert).

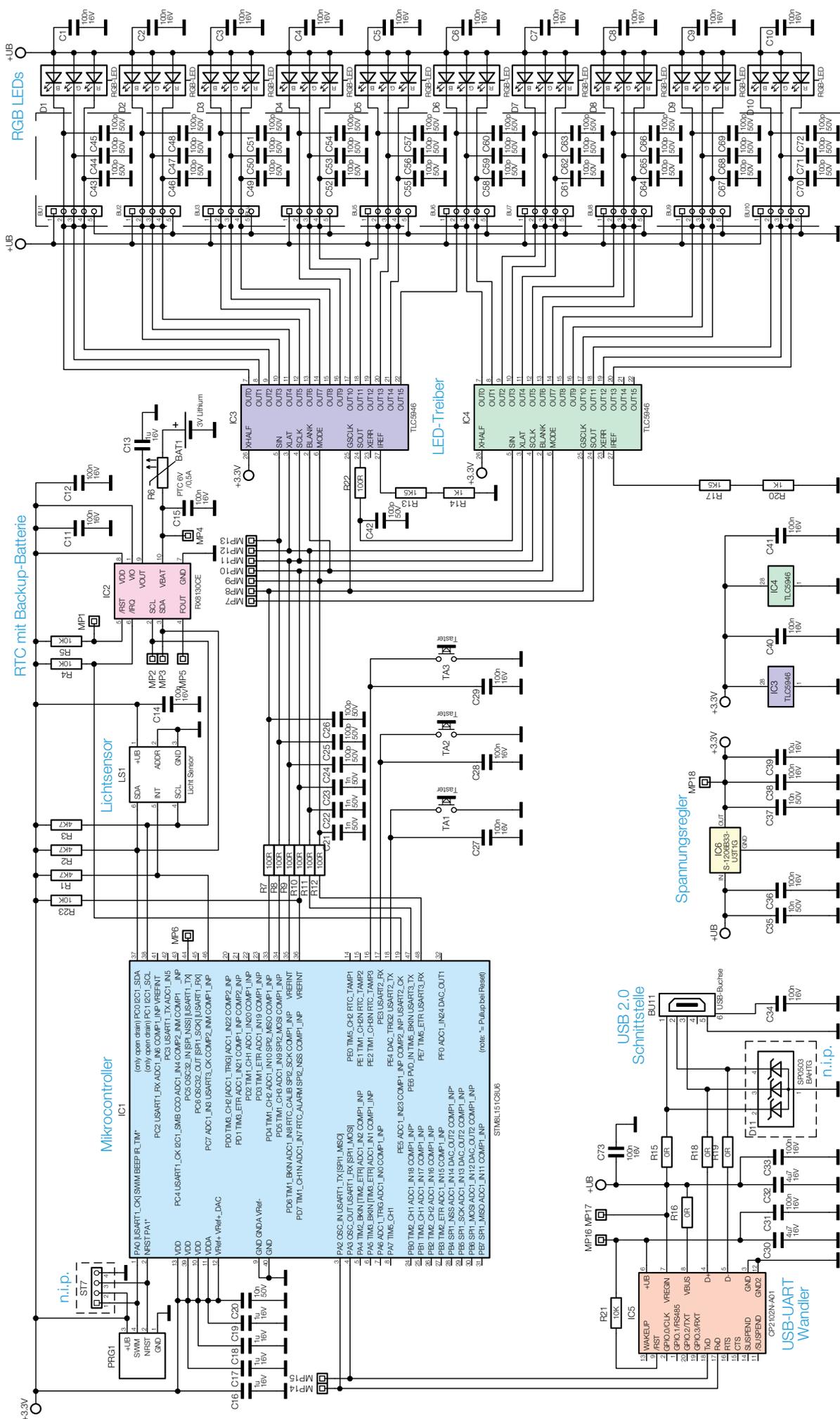


Bild 3: Das komplette Schaltbild der Fibonacci-Clock FC1



### Mikrocontroller und Bedienelemente

Für die Steuerung und Überwachung der angeschlossenen Komponenten wird in der FC1 der Mikrocontroller IC1 vom Typ STM8L151C8U6 eingesetzt. Dieser bietet trotz seiner kompakten Bauform eine Fülle an Port-Pins und Funktionen. Der Mikrocontroller arbeitet bei der FC1 mit einem internen RC-Oszillator und benötigt aus diesem Grund keinen externen Quarz. Die 3 Tasten TA1 bis TA3 sind direkt am Mikrocontroller über die Port-Pins 16 bis 18 angeschlossen und werden so auch direkt überwacht. Durch das Drücken eines Tasters wird der Spannungspegel an den jeweiligen Port-Pins von IC1 auf das Massepotential gebracht, und der Controller erkennt so eine Betätigung.

### RTC mit Back-up-Batterie

Über die I<sup>2</sup>C-Schnittstelle des Mikrocontrollers IC1 ist die batteriegestützte Echtzeituhr IC2 angeschlossen und kann so gelesen und beschrieben werden. Durch den Einsatz einer Lithium-Batterie bleibt im Falle einer Spannungsunterbrechung die Uhrzeit über Jahre erhalten, sofern die Back-up-Batterie BAT1 eingelegt und diese über eine Spannung von mehr als 1 V verfügt. Solange die FC1 über die USB-Buchse angeschlossen ist, erfolgt die Spannungsversorgung der Echtzeituhr über die 3,3 V des Linearreglers. Die für eine Uhr benötigte Genauigkeit wird durch den internen Uhrenquarz der RTC gewährleistet.

### Umgebungslichtsensor

Zusätzlich zu einer fest vorgewählten Helligkeit der LEDs, die über die entsprechenden Menüpunkte eingestellt werden kann, ist es mit dem Lichtsensor LS1 möglich, ähnlich wie bei aktuellen Fernsehern oder Monitoren, eine dynamische Helligkeitssteuerung zu realisieren. Dadurch passt sich die Helligkeit der LEDs der Umgebungshelligkeit entsprechend an. Der hierzu eingesetzte Lichtsensor vom Typ OPT3001 der Firma Texas Instruments ist ein digitaler Sensor, der über die I<sup>2</sup>C-Schnittstelle des Mikrocontrollers angesprochen und ausgelesen wird. Um die dynamische Helligkeitsregelung zu starten, muss diese Funktion im Menü aktiviert werden.

### LED-Treiber

Die LEDs D1 bis D10 werden durch die Low-Side-Treiber (Stromsenken) IC3 und IC4, welche vom Controller IC1 angesteuert werden, getrieben. Diese Treiberbausteine sind hochwertige 16-Kanal-LED-PWM-Treiber des Typs TLC5946 von Texas Instruments, die speziell zur Ansteuerung von LED-Anzeigen entwickelt wurden und die neben einer Konstantstromregelung (max. 40 mA/Kanal) auch über 6-Bit-Weißabgleichsregister und 12-Bit-PWM-Helligkeitsregister verfügen. Die Höhe der Ströme, die IC3 und IC4 pro Kanal bereitstellen, wird gemeinsam für alle Kanäle über die Widerstände R13/R14 und R17/R20 definiert.

## Bedienung und Konfiguration

Neben den direkten Tastenfunktionen sind einige Funktionen über die einzelnen Menüpunkte zu erreichen. Das Menü der FC1 ist über die Taste TA2 (Mode) durch einen langen Tastendruck von mehr als 1 s zu öffnen. Eine Übersicht des Menüs mit zusätzlichen Erklärungen wird als PDF-Dokument auf der Produktseite [2] zur Verfügung gestellt.

Innerhalb des Menüs werden die einzelnen Menüpunkte mittels der Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) angewählt und mit einem kurzen Tastendruck der Taste TA2 bestätigt.

Zum Verlassen eines geöffneten Menüpunkts ist die Taste TA2 ebenfalls 1 s lang zu betätigen. Zum Verlassen des kompletten Menüs ist die Taste TA2 3 s lang zu drücken. Die Darstellung der Menüeinträge und der Werte erfolgt über die Leuchtfelder der Fibonacci-Anzeige. Die Nummerierung der einzelnen Menüpunkte wird durch Addition der Wertigkeiten gemäß der Fibonacci-Folge zur Anzeige gebracht.

### Uhrzeit und Datum

Die Eingabe des Datums und der Uhrzeit kann entweder direkt am Gerät

oder über ein Terminal-Programm via USB eingestellt werden. Die Schnittstellenbeschreibung der seriellen Schnittstelle erfolgt weiter unten. Zur Einstellung des Datums und der Uhrzeit befinden sich im Menü der FC1 die beiden Punkte „Datum“ und „Zeit“. Die jeweiligen Menüs werden nach einem langen Tastendruck von TA2 anhand von grünen Quadraten (Menü 1, 2 oder 3, siehe [2]) angezeigt.

#### Einstellung des Datums:

- Den Menüpunkt „Datum“ mit der Taste TA2 bestätigen/öffnen
- Auf der Anzeige wird in Rot die Zehner-Stelle des einzustellenden Jahres angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Zehner-Stelle des Jahres einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Grün die Einer-Stelle des einzustellenden Jahres angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Einer-Stelle des Jahres einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Blau die Zehner-Stelle des einzustellenden Monats angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Zehner-Stelle des Monats einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Rot die Einer-Stelle des einzustellenden Monats angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Einer-Stelle des Monats einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Grün die Zehner-Stelle des einzustellenden Tages angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Zehner-Stelle des Tages einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Blau die Einer-Stelle des einzustellenden Tages angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Einer-Stelle des Tages einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen

Nach der letzten Bestätigung übernimmt die FC1 das eingegebene Datum. Die Einstellung des Datums dient der automatischen Anpassung z. B. an die Sommer-/Winterzeit. Angezeigt werden kann das Datum nicht.

#### Einstellung der Uhrzeit:

- Den Menüpunkt „Zeit“ mit der Taste TA2 bestätigen/öffnen
- Auf der Anzeige wird in Rot die Zehner-Stelle der einzustellenden Stunde angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Zehner-Stelle der Stunde einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Grün die Einer-Stelle der einzustellenden Stunde angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Einer-Stelle der Stunde einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Blau die Zehner-Stelle der einzustellenden Minute angezeigt



- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Zehner-Stelle der Minuten einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen
- Auf der Anzeige wird in Rot die Einer-Stelle der einzustellenden Minuten angezeigt
- Mit den Tasten TA1 (+) oder TA3 (-) die Einer-Stelle der Minuten einstellen
- Die Eingabe mit der Taste TA2 (Mode) bestätigen

Nach der letzten Bestätigung übernimmt die Fibonacci-Clock FC1 die eingegebene Zeit. Zeitgleich werden hierbei die Sekunden auf den Wert null gesetzt.

### Anzeigeeinstellungen

Die Helligkeit der LEDs kann entweder fest eingestellt oder über den Lichtsensor dynamisch angepasst werden. Die Aktivierung des Lichtsensors und damit die dynamische Regelung wird im Menü über den Punkt „Lichtsensor->Status“ gesteuert.

Bei deaktiviertem Sensor erfolgt die Einstellung der Helligkeit direkt über die Tasten TA1 (+) und TA3 (-). Wenn die Sensorfunktion aktiviert ist, werden 2 weitere Menüpunkte aktiv, mit denen sich das Regelverhalten des Sensors anpassen lässt.

Der Punkt „Offset“ verschiebt die minimale Helligkeitseinstellung. Wenn also nachts bei Dunkelheit die Anzeige zu hell erscheint, kann man dies durch eine Reduzierung des Werts hier anpassen.

Der Punkt „Einfluss“ ändert die Steilheit zum Erreichen der maximalen Helligkeit. Wenn also tagsüber die Anzeige zu dunkel erscheint, kann mit einer Erhöhung des Werts eine Anpassung erfolgen.

### Werksreset

Um die FC1 wieder in den Werkszustand zu versetzen, befindet sich im Menü der Punkt „Werkseinstellung“. Wird dieser ausgewählt, muss eine zusätzliche Sicherheitsabfrage bestätigt werden. Anschließend startet das Gerät mit den Werkseinstellungen neu.

### Bootloader

Die Firmware der Fibonacci-Clock ist über die USB-Schnittstelle des Computers aktualisierbar. Hierzu wird dann im entsprechenden Fall eine Update-Software mit dazugehöriger Anleitung auf der Produktseite zur Verfügung gestellt.

Über den Menüpunkt „Bootloader“ kann die FC1 im gegebenen Fall in den Bootloader-Modus versetzt werden. Im Bootloader ist die Anzeige inaktiv.

### Schnittstellenbeschreibung

Wird die FC1 nicht an einem USB-Netzteil betrieben, sondern an einem PC, besteht die Möglichkeit, verschiedene Kommandos über einen virtuellen COM-Port zur FC1 zu senden. Dazu wird auf dem PC ein Terminal-Programm mit folgenden Schnittstelleneinstellungen benötigt:

Baudrate: 115200 bd  
 Datenbits: 8  
 Stopbits: 1  
 Parität: keine

Das vergleichsweise einfache Protokoll ist in der Tabelle aufgeführt:

Befehl		Parameter	Rückgabewert	Beispiel
v	Ausgabe der Applications- und Bootloaderversion		App: vA.B.CCC Boot: vA.B.CCC	App: v1.0.011 Boot: v1.0.003
T	Angabe der einzustellenden Zeit im Format hh:mm:ss	hh Stunden mm Minuten ss Sekunden		T15:30:45
D	Angabe des einzustellenden Datums im Format TT.MM.JJ	TT Tag MM Monat JJ Jahr		D01.01.17
t	Ausgabe der aktuellen Zeit im Format hh:mm:ss		hh:mm:ss	Time: 15:30:45
d	Ausgabe der aktuellen Zeit im Format TT.MM.JJ		TT.MM.JJ	Date: 01.01.17
L	Leuchten-Modus: Leuchtfelder können ein- und ausgeschaltet und deren Farbe im Format FRGB bestimmt werden	F Feld: 0-4 R Rot aktiv: 0-1 G Grün aktiv: 0-1 B Blau aktiv: 0-1		L4001 5. Leuchtfeld leuchtet blau
S	Leuchten-Modus wird verlassen, und die aktuelle Uhrzeit wird angezeigt			
X	Werksreset			
!	Starte Bootloader			

### Nachbau

Der Nachbau beschränkt sich auf wenige Arbeitsschritte, da die meisten Bauteile – insbesondere die SMD-Bauteile – bereits werkseitig vorbestückt sind. Der Aufbau erfolgt anhand der Platinenfotos (Bild 4a und 4b) samt zugehörigen Bestückungsplänen, Stückliste und Bestückungsdruck.

Die Bestückung ist schnell bewerkstelligt, da das einzige zu bestückende und zu verlötende Bauteil der Batteriehalter für die CR2032-Lithium-Knopfzelle BAT1 ist.

Nachdem der Batteriehalter verlötet worden ist, kann die Knopfzelle eingesetzt werden, indem diese seitlich bis zum Anschlag in den Halter geschoben wird (Bild 5). Beim Einsetzen der Batterie ist auf die Polung zu achten (Plus-Pol nach oben). Abschließend müssen noch die 3 Tasterkappen auf die 3 Taster TA1 bis TA3 gedrückt werden (Bild 6).



### Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz

Bei den verwendeten Bauteilen der Fibonacci-Clock FC1 handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloßes 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.



### Wichtiger Hinweis:

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.



Bevor die fertig bestückte Leiterplatte in ein Gehäuse eingebaut wird, sollten die Bestückung und die Lötstellen nochmals kontrolliert und ein erster Funktionstest durchgeführt werden. Für den Test ist die Uhr einfach an ein USB-Netzteil oder an einen freien USB-Port an einem PC anzuschließen. Direkt nach dem Einschalten führt die Uhr einen Display-Test

durch, indem sie in allen 3 Farben (RGB) die Leuchtfelder gemäß der Fibonacci-Folge hochzählt. Nach dem Display-Test wird die in der RTC gespeicherte Uhrzeit angezeigt. Zur Einstellung der Uhrzeit siehe Kapitel „Bedienung und Konfiguration“.

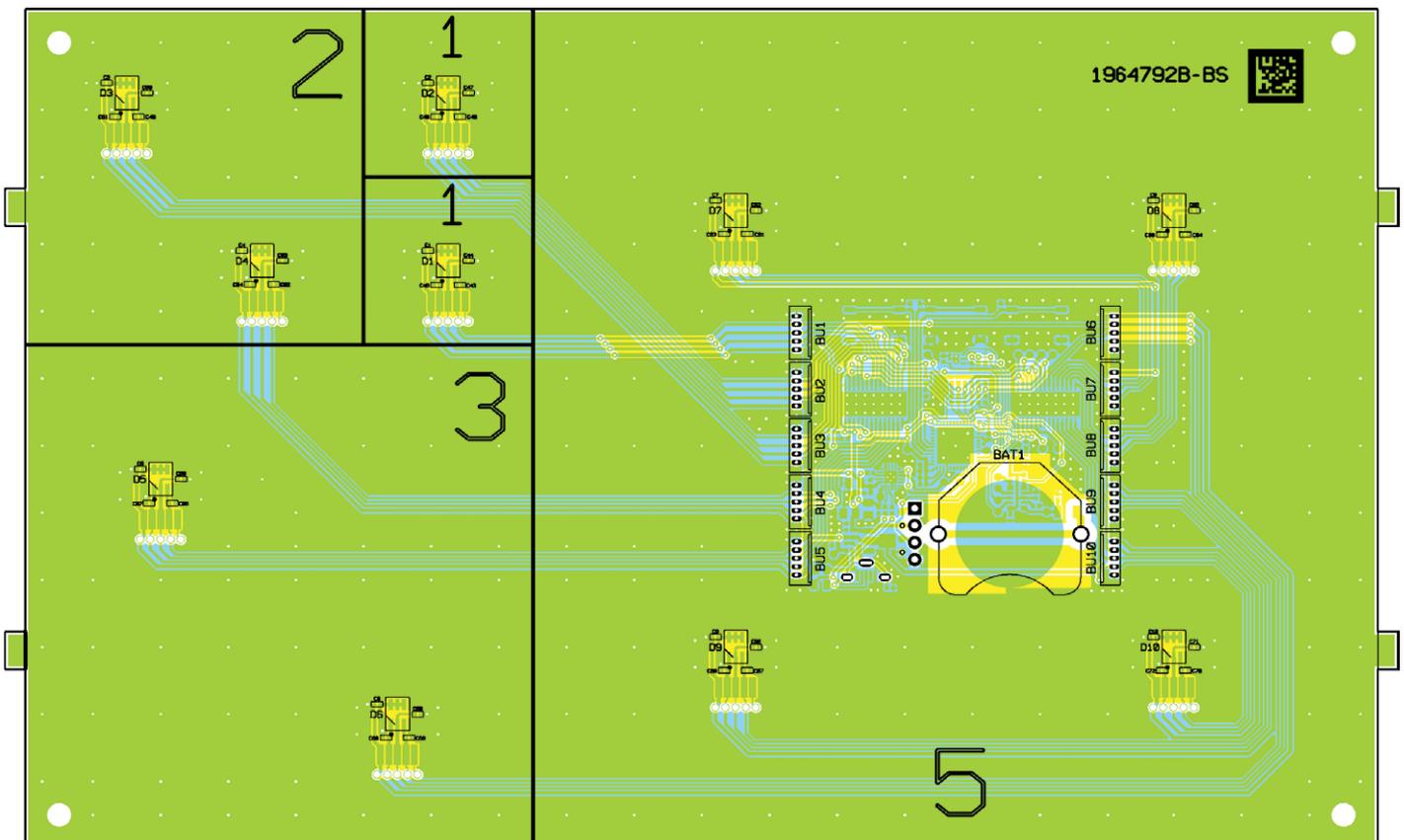
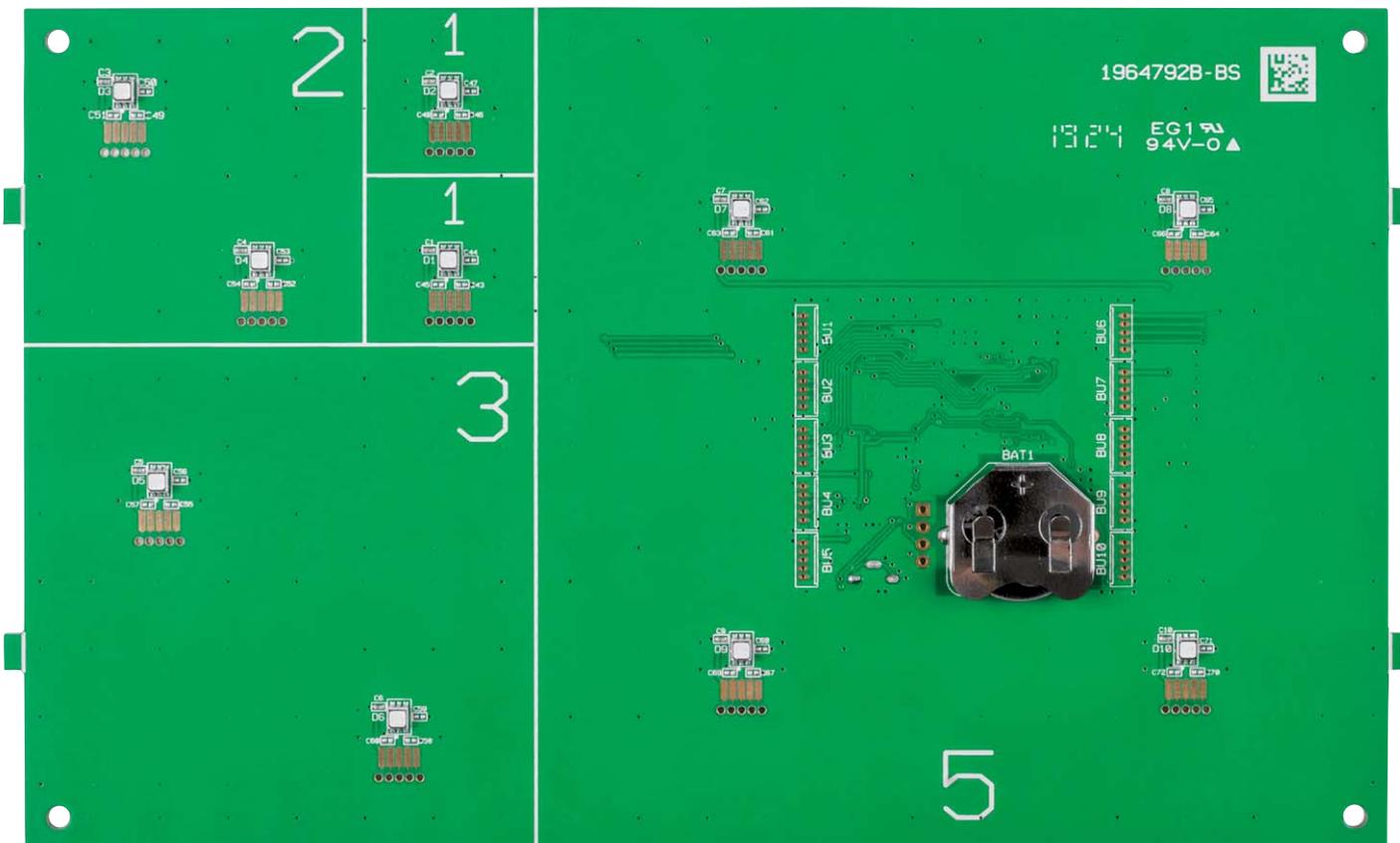


Bild 4a: Platinenfoto und Bestückungsplan der fertig bestückten Platine von der Bestückungsseite (Darstellung 90 % der Originalgröße)

## Gehäuse

Der weitaus größere Arbeitsaufwand beim Nachbau dieser Uhr ist im Vergleich zum Aufbau der Elektronik die Konstruktion eines geeigneten Gehäuses. Auf dem Titelbild ist ein Gehäuse zu sehen, welches mithilfe eines Lasercutters aus einer MDF-Platte (Holzfaser-

platte) ausgeschnitten worden ist. Die Zeichnungen sowie die Montageanleitung dieses Gehäuses stehen zum Download auf der Produktseite [2] bereit, sodass ein identischer Nachbau möglich ist.

Falls ein Lasercutter zur Verfügung steht, können die einzelnen Gehäuseteile am einfachsten mit dem Laser und den heruntergeladenen Files ausgelasert werden.

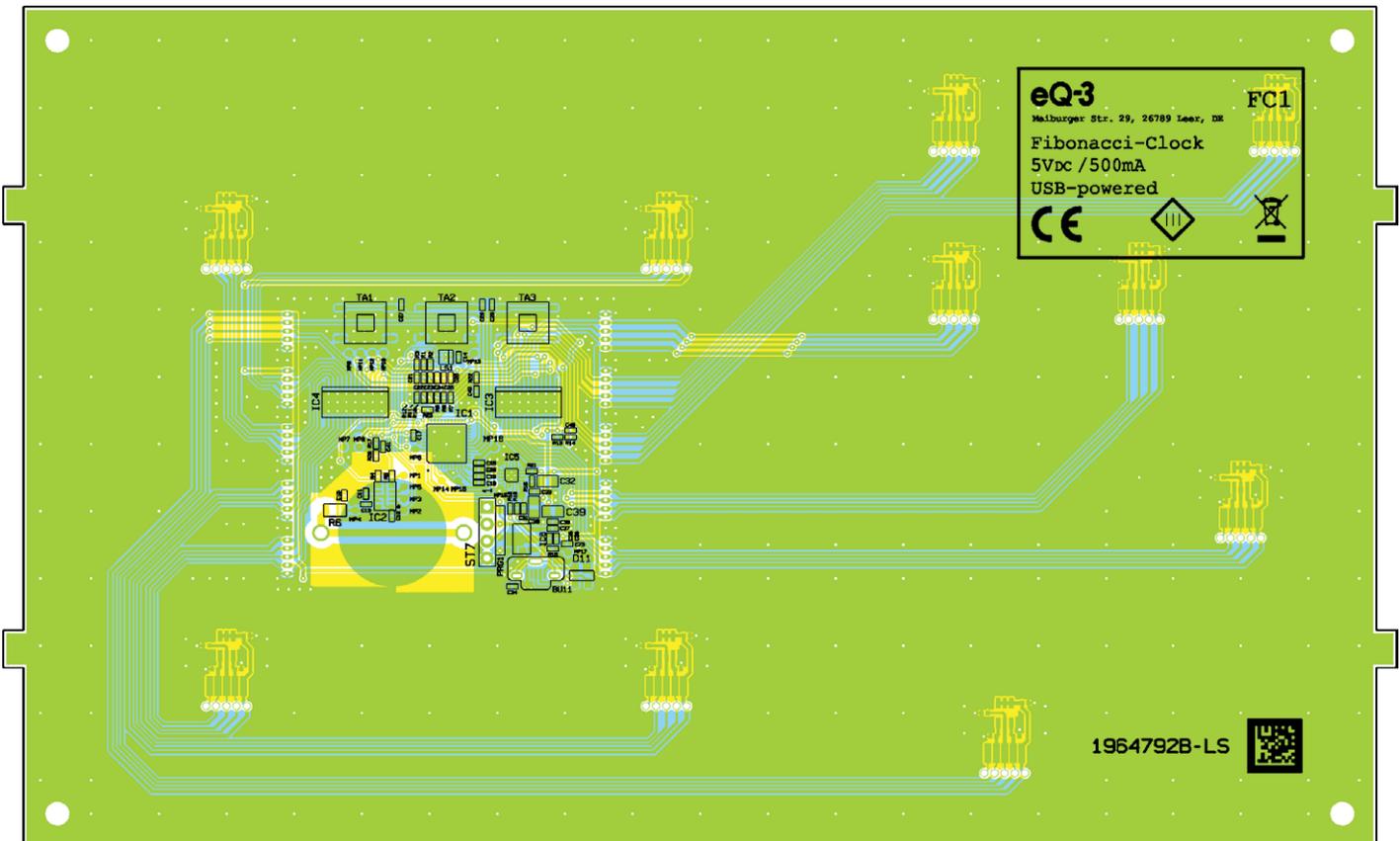
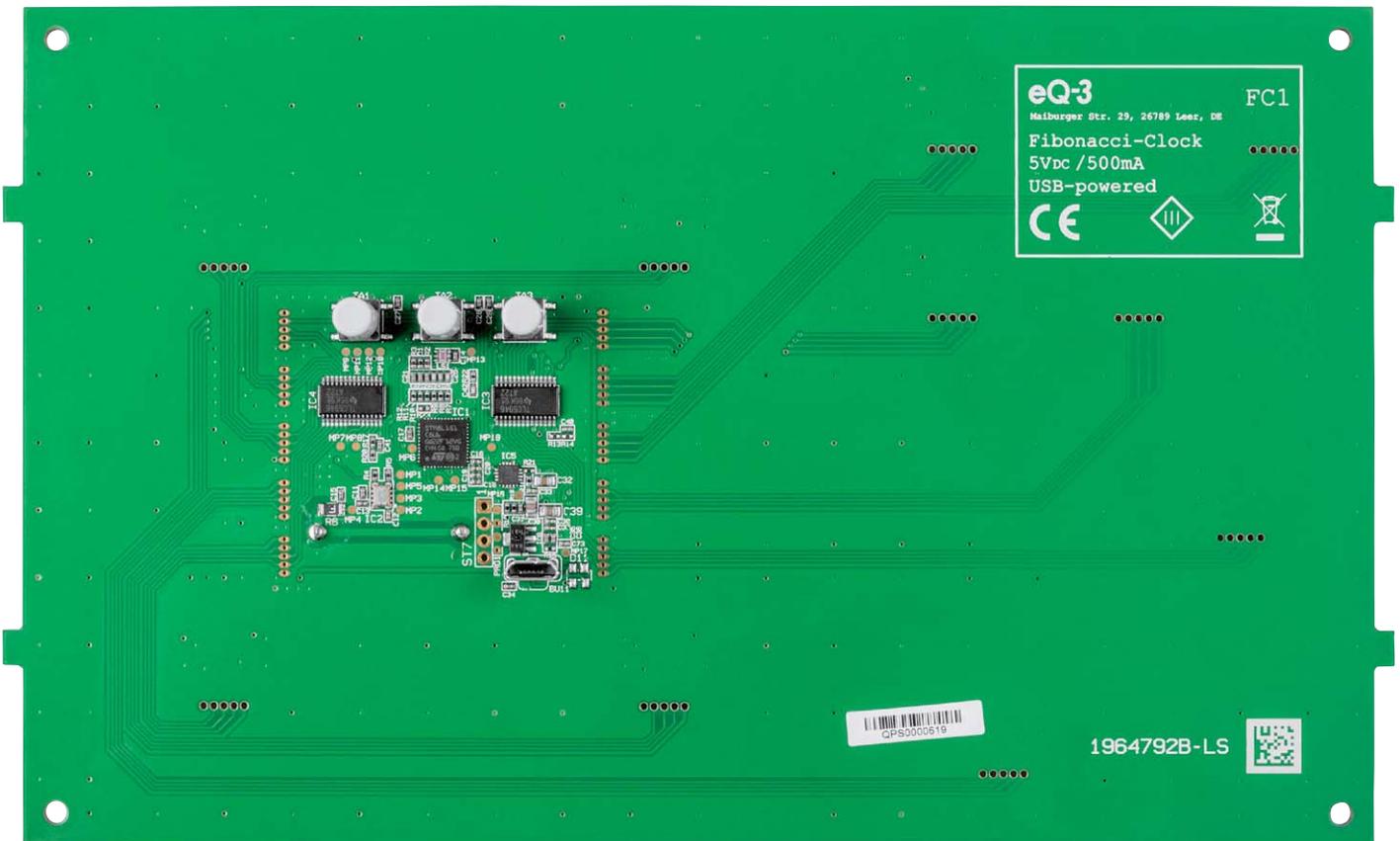


Bild 4b: Platinenfoto und Bestückungsplan der fertig bestückten Platine von der Lötseite (Darstellung 90 % der Originalgröße)



## Wichtiger Hinweis:

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.

Neben MDF oder Sperrholz kann auch lichtundurchlässiges Acrylglas, welches in verschiedenen Farben erhältlich ist, eingesetzt werden. Holz bietet allerdings den Vorteil, dass es nach eigenem Belieben lackiert werden kann. Des Weiteren ist Holz im Vergleich zu Acrylglas unempfindlicher gegenüber Klebstoffen beim Zusammenkleben der Komponenten.

Im Gegensatz zu den Seitenteilen muss die Frontplatte lichtdurchlässig sein. Damit die einzelnen Quadrate gleichmäßig ausgeleuchtet werden, ist für eine geeignete Lichtverteilung zu sorgen. Hierfür bieten sich milchige (opalweiße) Acrylglasplatten an. Eine weitaus bessere Lichtverteilung bei gleichzeitig höherer Lichtdurchlässigkeit bieten sogenannte Leuchtkastenfolien, welche speziell für LED-Leuchten konzipiert worden sind. Eine solche Leuchtkastenfolie kommt bei unserem Gehäusebeispiel zum Einsatz (Bezugsquelle siehe [3]). Eine klare Acrylglasscheibe dient der Fixierung der Folie.

**ELV**



Bild 5: Beim Einsetzen der Batterie auf die Polung achten

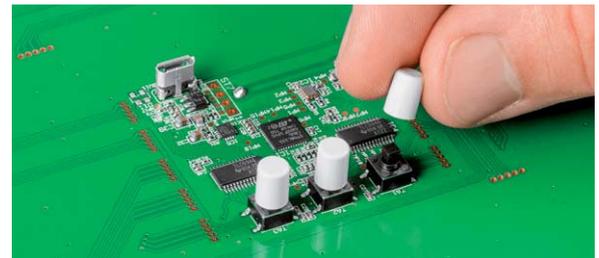


Bild 6: Aufsetzen der Tasterkappen

### Stückliste

#### Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R15, R16, R18, R19
100 Ω/SMD/0402	R7–R9, R10–R12, R22
1 kΩ/SMD/0402	R14, R20
1,5 kΩ/SMD/0402	R13, R17
4,7 kΩ/SMD/0402	R1–R3
10 kΩ/SMD/0402	R4, R5, R21, R23
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R6

#### Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C24–C26, C42
1 nF/50 V/SMD/0402	C21–C23
10 nF/50 V/SMD/0402	C20, C35, C37
100 nF/16 V/SMD/0402	C1–C9, C10–C12, C14, C15, C27–C29, C31, C33, C34, C36, C38, C40, C41, C73
1 µF/16 V/SMD/0402	C13, C16–C19
4,7 µF/16 V/SMD/0805	C30, C32
10 µF/16 V/SMD/0805	C39

#### Halbleiter:

ELV191697/SMD	IC1
32,768-kHz-Real-Time-Clock/ RX8130CE/SMD	IC2
TLC5946PWP/SMD	IC3, IC4
ELV191698/SMD	IC5
S-1206B33-U3T1G/SMD	IC6
LED/RGB/SMD	D1–D9, D10

#### Sonstiges:

Lichtsensor OPT3001	LS1
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1–TA3
Tastkappendeckel FSC8 (Jive)	TA1–TA3
USB-Buchse, Micro B, stehend, SMD	BU11
Batteriehalter für CR2032	BAT1
Lithium-Knopfzelle CR2032	BAT1

### 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-Lichtsensors
Schnittstelle:	USB 2.0
Softwareanbindung:	rudimentäre Steuerungsbefehle mittels Terminalprogramm
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T):	206 x 125 x 18 mm
Gewicht (ohne Gehäuse):	100 g



## Weitere Infos:

- [1] Komplettbausätze
- Kreis-LED-Wecker KLW1: Bestell-Nr. 15 02 61
  - Binär-Uhr BU1 mit Frontplatte: Bestell-Nr. 08 47 74
  - Binär-Uhr BU2 mit LED-Anzeigen: Bestell-Nr. 09 85 22
  - LED-Stoppuhr LSU 100: Bestell-Nr. 08 43 76
  - DCF-Uhr mit LED-Anzeigen DCF-7SEG: Bestell-Nr. 09 83 69
  - NixieCron M4 Uhr: Bestell-Nr. 25 06 51
- [2] FC1 Komplettbausatz: Bestell-Nr. 15 47 78
- [3] [www.modulor.de](http://www.modulor.de)



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.

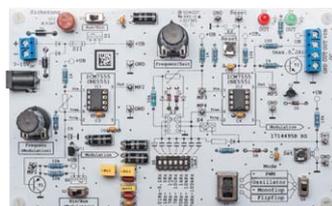
de.elv.com/forum

## 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 Herr Geppert zum NE555-Experimentier- und Anwennerboard (Bestell-Nr. 15 08 07/08):

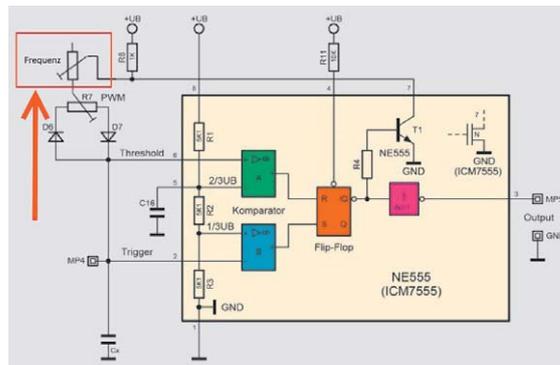
Im ELVjournal 3/2017, Seite 62 lese ich in der Grundschaltung-PWM-Generator: "Eine variable Frequenzeinstellung ist hier nicht vorgesehen." Ich hätte diese Schaltung mit dem NE555 jedoch gerne mit einer variablen Frequenzeinstellung. Wie könnte ich das realisieren? Geben Sie mir bitte einen Tipp bzw. nennen Sie mir eine Schaltung, um das zu machen.

**Antwort** von ELV: Die gewünschte Frequenzeinstellung lässt sich mithilfe eines zusätzlichen Trimmwiderstandes realisieren, welcher zwischen

dem Schleifer des Trimmwiderstandes R7 und dem Widerstand R8 und dem Pin 7 des NE555 geschaltet wird. Durch diesen Trimmwiderstand lässt sich die Auf- und die Entladedauer des Kondensators Cx verändern.

Durch den Trimmwiderstand R7 lässt sich lediglich das Verhältnis zwischen der Auf- und der Entladezeit ändern, wobei die Gesamtdauer von Auf- und Entladen gleich bleibt.

Die Frequenz lässt sich übrigens auch durch die Verwendung eines Kondensators mit größerer oder kleinerer Kapazität für die Bauteilposition Cx verändern.





**Frage**

**Oft gestellte Frage zu der Homematic CCU3 Zentrale (Bestell-Nr. 15 19 65):**

Irrtümlicherweise habe ich den NEO-Server gelöscht. Wie lässt sich der NEO-Server wieder in der CCU3 Zentrale installieren?



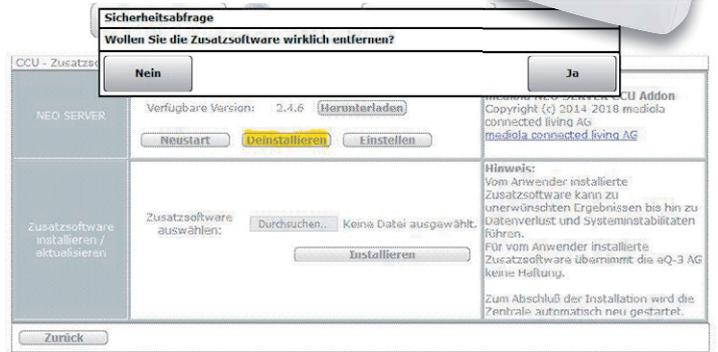
**Antwort**

**von ELV:** Durch die Betätigung des Buttons „Deinstallieren“ und der anschließenden Bestätigung wird der NEO-Server nicht von der CCU3 Zentrale gelöscht.

Es wird lediglich die optische Anzeige des Servers in der WebUI ausgeblendet. Diese Anzeige lässt sich durch das folgende Skript wieder einblenden:

```
string stdout;
string stderr;
system.Exec("rm /etc/config/neoDisabled", &stdout, &stderr)
```

Das Skript unter *Programme und Verknüpfungen* -> *Programm-erstellung & Zentralenverknüpfungen* -> *Skript testen* einfügen und ausführen. Danach die CCU neu starten. **ELV**



**Frage**

**von Herrn Koehler zur Homematic IP App:**

Wie ist es möglich, in der Homematic IP App für iOS die Reihenfolge der Räume zu ändern?

**Antwort**

**von ELV:** Die in der Homematic IP App angelegten Räume werden auf der Startseite der App alphabetisch sortiert angezeigt. Eine eigene Reihenfolge lässt sich realisieren, indem vor dem Raumnamen eine Zahl zugefügt wird. Die Sortierung wird dann in steigender Reihenfolge beginnend mit der "1" angezeigt.

Beachten Sie hierzu auch die nebenstehenden Beispiele. **ELV**



**Frage**

**von Herrn Thießen zum Telefonwählgerät GTW-20 (Bestell-Nr. 12 02 49):**

Beim Test des Telefonwählgerätes konnte ich feststellen, dass nach Alarmauslösung das Anrufen weiterer Teilnehmer nicht mehr erfolgt, obwohl ich 3 Rufnummern programmiert habe, welche im Alarmfall angerufen werden sollen.

Wie lässt es sich einrichten, dass sichergestellt ist, dass im Alarmfall auch die weiteren Rufnummern angerufen werden?

**Antwort**

**von ELV:** Das GTW-20 Telefonwählgerät unterstützt die Triggermodi  
 - LEVEL TRIGGER  
 - EDGE TRIGGER

Im Mode LEVEL TRIGGER wird das Anrufen der Alarmwahlnummern gestoppt, wenn der Alarm nicht mehr anliegt (z. B. der Alarmkontakt nicht mehr geschlossen ist).

Im Mode EDGE TRIGGER wird das Anrufen der Alarmwahlnummern weiter aufgeführt, auch wenn der Alarm nicht mehr anliegt (z. B. der Alarmkontakt schon wieder geöffnet worden ist).

In Ihrem Fall war das Telefonwählgerät wahrscheinlich auf den Mode LEVEL TRIGGER eingestellt und Sie haben bei dem Test den Alarmkontakt nicht durchgehend geschlossen gehalten. Stellen Sie das Telefonwählgerät um auf den Modus EDGE TRIGGER. **ELV**



**Ihr Kontakt zur ELVjournal-Redaktion**



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

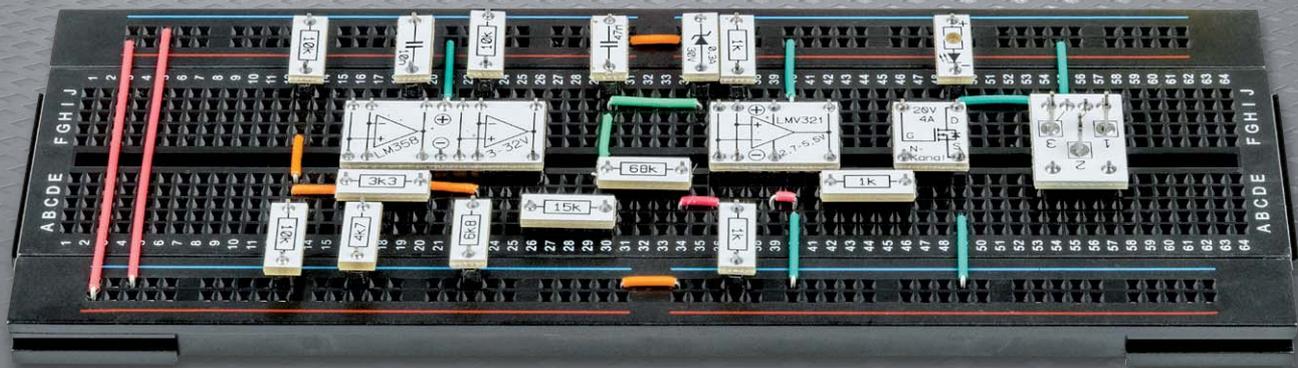
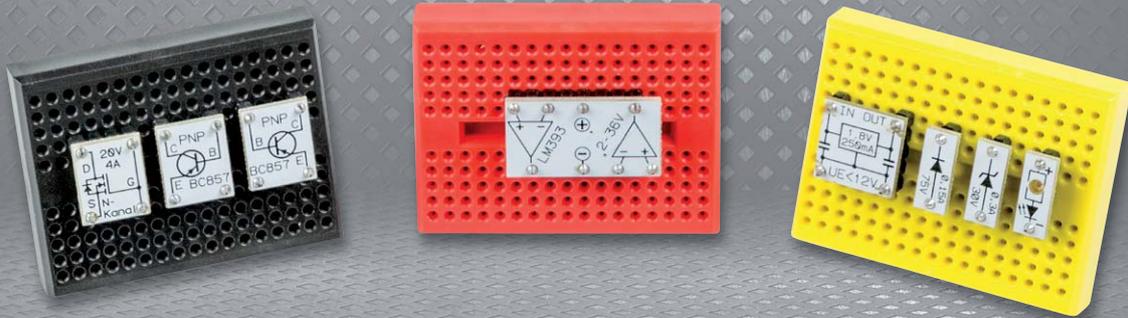
**ELV** forum  
[de.elv.com/forum](http://de.elv.com/forum)

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

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

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

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



# Kleine Helferlein

## Prototypen-Adapter linear PAD2

Mit den hier vorgestellten Platinenmodulen können Operationsverstärker, Transistoren, Spannungsregler und Dioden bequem mittels kleiner Adapter auf Steckboards eingesetzt werden. Dabei ist neben der Steckbarkeit der Module mit aufgelöteten SMD-Komponenten die aufgedruckte Anschlussbelegung der Bauteile ein wesentliches Feature.

### PAD2

Bestell-Nr.  
15 47 12

Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:



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



### Infos zum Bausatz PAD2



#### Schwierigkeitsgrad:

leicht



#### Ungefähre Bauzeit:

3 h



#### Verwendung SMD-Bauteile:

SMD-Teile sind bereits  
komplett bestückt



#### Besondere Werkzeuge:

LötKolben



#### Löterfahrung:

ja



#### Programmierkenntnisse:

nein



#### Elektrische Fachkraft:

nein

### Kleine Helferlein ...

Nachdem wir im ELVjournal 6/2018 das PAD1 für den Einsatz von mechanischen Bauteilen mittels Adapterplatinen auf Steckboards vorgestellt haben, widmen wir uns mit dem PAD2 den linearen und aktiven, diskreten Bauteilen. Hierzu zählen Operationsverstärker (OPs), Transistoren, Spannungsregler und Dioden.

Nun wird sich manch einer fragen: Wozu brauche ich eine Adapterplatine, wenn ich das Bauteil doch direkt auf das Steckboard stecken kann? Dieses Argument ist natürlich vollkommen richtig, doch wer häufiger Schaltungen auf Steckboards aufbaut, wird die Prototypen-Adapter zu schätzen wissen. Ein Blick auf [Bild 1](#) verdeutlicht den Unterschied zwischen den beiden Vorgehensweisen. Im rechten Teil ([Bild 1](#)) ist das Bauteil (als Beispiel hier ein Operationsverstärker) direkt auf das Steckboard gesteckt. Um den Operationsverstärker nutzen zu können, ist in der Regel ein Anschlusschema (Pinbelegung) erforderlich, wie in unserem Beispiel das Datenblatt mit Schaltbild. Bei der Verwendung eines Platinenadapters ist das Anschlusschema hingegen auf der Platinenoberfläche aufgedruckt. Die Ein- bzw. Ausgänge des Operationsverstärkers sind ohne Zuhilfenahme eines Datenblatts ersichtlich. Dies erleichtert das Arbeiten mit Operationsverstärkern, zudem wird die „gesteckte“ Schaltung deutlich übersichtlicher.

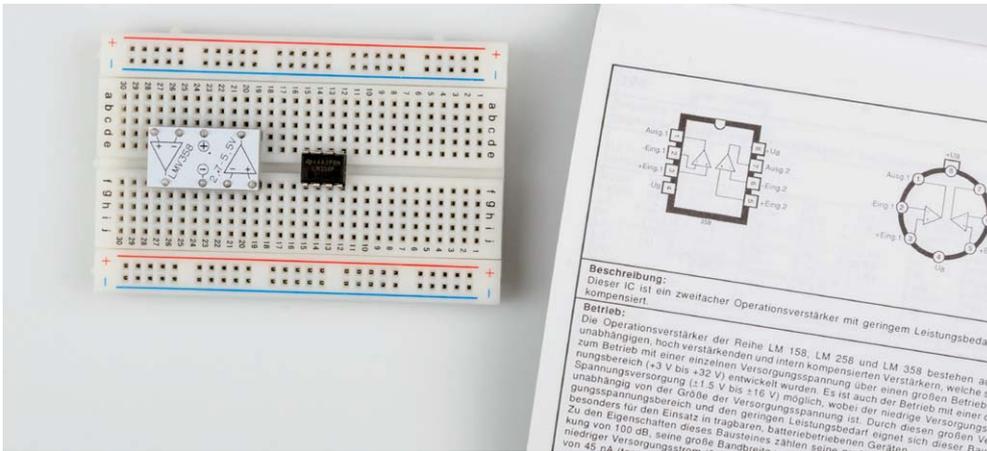


Bild 1: Unterschied zwischen einem PAD-Adapter und einem IC im DIP-Gehäuse

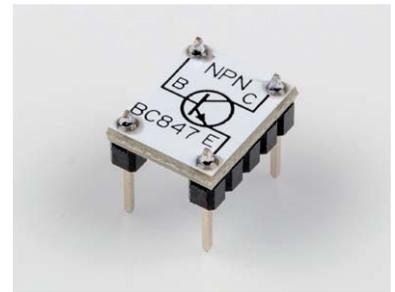


Bild 2: Transistor als PAD-Adapter

Auch bei Transistoren, Dioden und Widerständen sind solche Adapter sehr nützlich (Bild 2). In Bild 3 ist die Beispielschaltung einer Blinkschaltung zu sehen. Im linken Teil ist ein astabiler Multivibrator (einfache Blinkschaltung) mit Bauteilen der PADx-Reihe realisiert. Der erfahrene Elektroniker erkennt sofort, um was für eine Schaltung es sich hier handelt. Im rechten Teil von Bild 3 ist die identische Schaltung auf konventionelle Weise mit bedrahteten Bauteilen aufgebaut.

Hinweis: Die abgebildeten Adapterplatinen für Widerstände und Kondensatoren gehören zum Bausatz PAD3, der im ELVjournal 1/2020 vorgestellt werden wird.

### Operationsverstärker – Beschreibung und Erläuterungen zu den technischen Daten

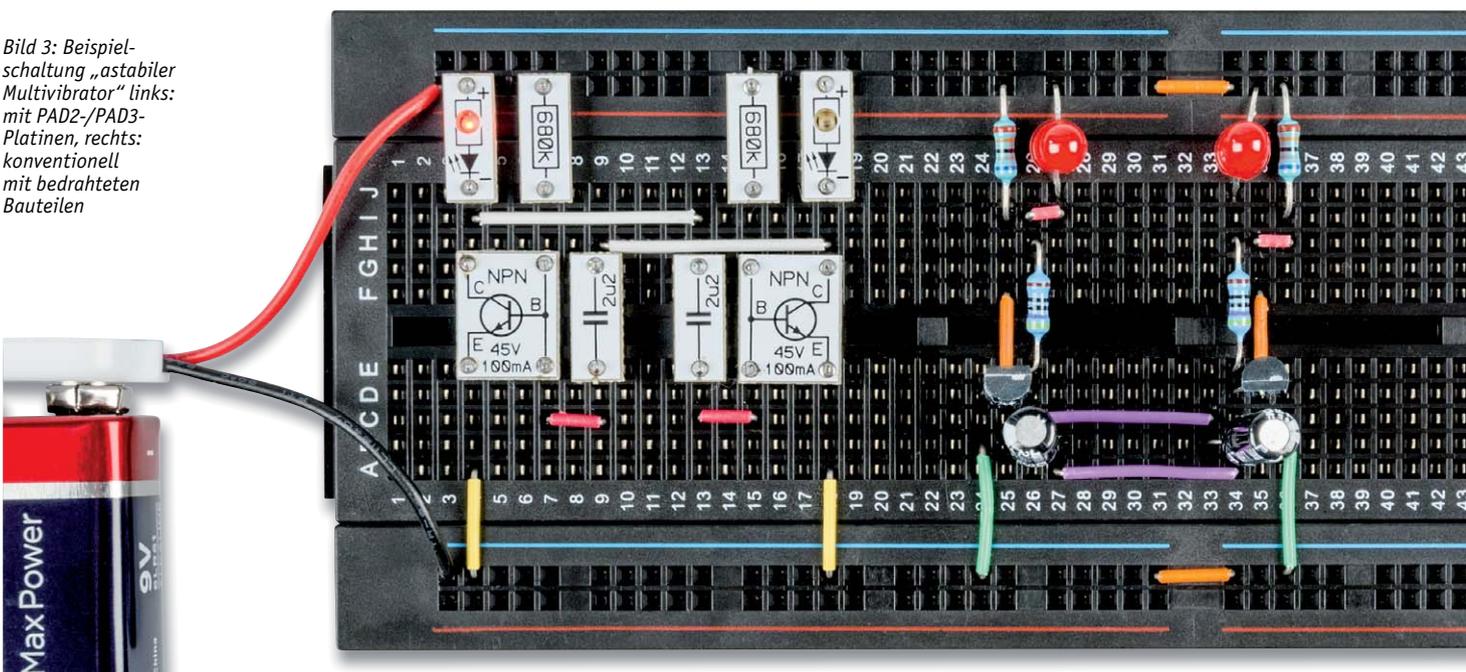
Zu den Operationsverstärkern, die sich auf dem PAD2 befinden, sind im Folgenden die wichtigsten technischen Daten in Kurzform angegeben. Weitere detaillierte Daten sind dem Datenblatt des Herstellers zu entnehmen. Die Links zu den Datenblättern befinden sich am Ende des Artikels [1]. Hier die Erklärungen und Hinweise zu den technischen Daten:

- **Spannung UB:** Die Versorgungsspannungsgrenzen für das Bauteil. Die Spannungsgrenzen müssen unbedingt eingehalten werden.

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)

Inhalt PAD2

Bild 3: Beispielschaltung „astabiler Multivibrator“ links: mit PAD2-/PAD3-Platinen, rechts: konventionell mit bedrahteten Bauteilen





- **Stromaufnahme  $I_R$ :**  
Bei Operationsverstärkern bezieht sich dieser Wert auf die Stromaufnahme für einen einzelnen Operationsverstärker.
- **Ausgangstrom  $I_{out}$ :**  
Der maximale Strom, mit dem der Ausgang belastet werden darf. Bei Transistoren ist dies der maximal zulässige Strom.
- **Frequenz ( $f_T$ ):**  
Bei Operationsverstärkern: Gibt den Frequenzgang (unity gain) bei einer Verstärkung von  $V=1$  an. Wird der Verstärkungsfaktor erhöht, verringert sich dieser Wert.  
Bei Transistoren ( $f_T$ ): Gibt die maximale Arbeitsfrequenz eines Transistors an, gemessen bei einem Verstärkungsfaktor von  $h_{FE}=1$ .
- **Eingangsoffset ( $I_{UEO}$ ):**  
Gibt die Offsetspannung (Fehlspannung) an, die zwischen den beiden Eingängen anliegt, wenn der Ausgang auf 0 V liegt.
- **Rail to Rail:**  
Dieser Begriff kann sich auf den Eingang oder Ausgang eines Verstärkers beziehen. Rail to Rail sagt aus, dass die Spannung am Ein- bzw. Ausgang sehr nahe (ca. 100 mV) an die Versorgungsspannungsgrenzen heranreichen kann bzw. darf. Mit einem Verstärker der einen Rail-to-Rail-Eingang aufweist, lassen sich sehr kleine Spannungen, mit Bezug auf Masse- oder Versorgungsspannungspotenzial, messen.
- **Anwendungsbereiche:**  
Hier werden spezielle Anwendungsbereiche aufgeführt. Wenn sich ein Verstärker z. B. besonders gut für den Einsatz in Videoverstärkern eignet, steht hier „Video“.

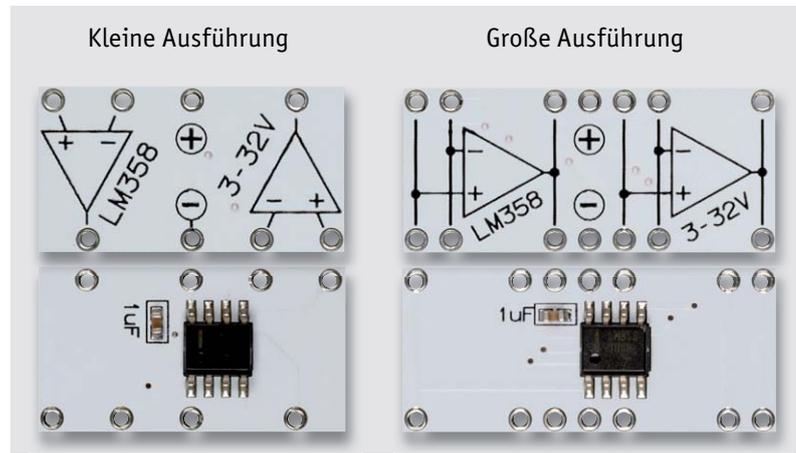


Bild 4: Beispiel für unterschiedliche Platinenversionen

Auf dem PAD2 befinden sich sieben unterschiedliche Operationsverstärker und ein Komparator. Die Auswahl des richtigen Verstärkers ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Es gibt viele Kriterien und Anforderungen, die an einen Operationsverstärker gestellt werden. Eine der wichtigsten Anforderungen ist der Versorgungsspannungsbereich. Hiermit beginnt das erste Merkmal zum Ausschlussverfahren. Als Nächstes würde man sich vielleicht den Frequenzgang anschauen, aber auch die Stromaufnahme kann von großer Bedeutung sein. Möchte man eine Schaltung für Batteriebetrieb entwickeln, ist die Stromaufnahme ein wichtiges Merkmal. In der [Tabelle 1](#) sind alle Operationsverstärker des PAD2 mit den wichtigsten Daten aufgelistet und ermöglichen einen direkten Vergleich der Daten.

Einige Hersteller bieten den gleichen Operationsverstärker in unterschiedlichen Gehäusevarianten an. Dabei kann ein Gehäuse ein, zwei oder auch vier identische OPs enthalten. In der Regel wird dies aus Platzgründen gemacht. Ein 1-fach-Verstärker kann in einem sehr kleinen SOT23-5-Gehäuse untergebracht werden, wie das Beispiel des LMV321 zeigt ([Bild 5](#)). Im LM358 hingegen sind zwei OPs untergebracht, also zwei

### Technische Daten: Operationsverstärker und Komparator

Typ	Funktion	UB	$I_R$	$I_{out}$	$f_T$	$I_{UEO}$	Anwendungsbereiche	Besonderheiten
LM358	1-fach-OP	3–32 V	500 $\mu$ A	40 mA	1 MHz	2 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio</li> <li>• Messtechnik</li> <li>• allgemeine Anwendung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• niedriger Leistungsbedarf</li> </ul>
LMV321	1-fach-OP	2,7–5,5 V	130 $\mu$ A	25 mA	1 MHz	1,7 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• universell</li> <li>• Audio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• niedriger Leistungsbedarf</li> <li>• Single-Version des LMV358</li> </ul>
LMV358	2-fach-OP	2,7–5,5 V	130 $\mu$ A	25 mA	1 MHz	1,7 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• universell</li> <li>• Audio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• niedriger Leistungsbedarf</li> <li>• Doppelversion des LMV321</li> </ul>
LM393	2-fach-Komparator	2–36 V	1 mA	16 mA		1 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fensterkomparator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• für Batteriebetrieb geeignet</li> </ul>
TL062	2-fach-OP	5–36 V	0,4 mA	100 mA	1 MHz	3 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filter</li> <li>• Audio</li> <li>• Messtechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JFET-Eingänge</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• für Batteriebetrieb geeignet</li> </ul>
TLV272ID	2-fach-OP	2,7–16 V	550 $\mu$ A	100 mA	3 MHz	0,5 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solartechnik</li> <li>• Messtechnik</li> <li>• universell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedrige Stromaufnahme</li> <li>• für Batteriebetrieb geeignet</li> <li>• CMOS-Eingänge</li> </ul>
NE5532	2-fach-OP	6–40 V	8 mA	35 mA	10 MHz	0,5 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr rauscharm</li> </ul>
TSH80IYDT	1-fach-OP	4,5–12 V	10 mA	55 mA	100 MHz	1,1 mV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoverstärker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail-to-Rail-Ausgang</li> <li>• niedriger Klirrfaktor (0,1 %)</li> <li>• speziell für Video</li> </ul>



LMV321. Wie man in der [Tabelle 1](#) erkennt, sind die technischen Daten vom LMV321 und LM358 identisch. Es gibt auch eine 4fach-Version, die sich dann LMV324 nennt.

Wie man in [Bild 4](#) erkennt, sind auf dem Nutzen des PAD2 zwei Ausführungen für Doppel-OPs verfügbar. Bei der großen Ausführung sind die Eingänge doppelt herausgeführt. Dies kann nützlich sein, wenn die periphere Schaltung sehr umfangreich ist, wie z. B. bei Filterschaltungen. Was man auf dem Platinaufdruck nicht erkennt: Zwischen den Versorgungsspannungsanschlüssen ist ein Keramikkondensator 1  $\mu$ F/50 V geschaltet. Durch sehr kurze Verbindungsleitungen zu den Gehäuseanschlüssen ergibt sich eine gute Blockung der Versorgungsspannung. Im Folgenden sollen noch einige spezielle Bauteile näher beschrieben werden.

### Komparator LM393

Ein Komparator ist ein spezieller Operationsverstärker, der auf das Vergleichen von Spannungen ausgelegt ist. Wir haben uns für den universellen LM393 entschieden, der zwei separat nutzbare Komparatoren enthält. Im Gegensatz zu einem Operationsverstärker kennt der Komparator nur zwei Ausgangszustände: High oder Low.

Der Ausgangszustand ist abhängig vom Spannungspotenzial der beiden Eingänge. Die Spannungen an den Eingängen werden miteinander verglichen, und abhängig davon wird der Ausgang geschaltet. Der Ausgang ist als „Open Collector“ ausgelegt. Beim Experimentieren mit dem LM393 wird diese Eigenschaft gern übersehen. Schließt man keinen Pull-up-Widerstand oder eine Last an den Ausgang, ist auch keine Spannungsänderung am Ausgang messbar. Das Beispiel in [Bild 6](#) zeigt eine Low-Bat-Erkennung mit dem LM393. Die Batteriespannung wird mit dem Spannungsteiler R2/R3 „heruntergeteilt“ und mit dem nichtinvertierenden Eingang des LM393 verbunden. Eine Referenzspannung, gebildet von der 1,235-V-Diode LM385, liegt am invertierenden Eingang an. Sinkt die

Batteriespannung unterhalb von 6 V, ist die Spannung am Spannungsteiler kleiner als die Referenzspannung, und infolgedessen schaltet der Ausgang des LM393 auf Masse – die LED leuchtet.

### Allround-OP TLV272

Den TLV272 kann man als Multitalent bezeichnen. Neben dem großen Versorgungsspannungsbereich ist auch der relativ weite Frequenzbereich von 3 MHz zu erwähnen. Dieser moderne OP in CMOS-Technik hat sehr hochohmige Eingänge und zeichnet sich dadurch besonders für Messaufgaben aus, wo Sensoren ausgewertet werden sollen. Auch hier steht je nach Beschaltung eine kleine und große Platinenversion zur Verfügung.

### Videoverstärker TSH80

Der TSH80 ist ein spezieller Verstärker für Videoanwendungen. Sein Hauptvorteil ist der hohe Frequenzgang von 100 MHz und der 150- $\Omega$ -Ausgangstreiber. Der Ausgang liefert einen maximalen Strom von 55 mA, sogar noch bei einer Frequenz von 100 MHz (-3 dB). Ein Ausgangstreiber für 150  $\Omega$  bedeutet, dass hiermit eine Last von 75  $\Omega$  oder 50  $\Omega$  getrieben werden kann. Nach dem Prinzip der Leistungsanpassung müssen der Innenwiderstand einer Quelle und der Lastwiderstand identisch sein.

Aus diesem Grund muss ein Verstärker für Impedanzen von 75  $\Omega$  (Videotechnik) in der Lage sein, den entsprechenden Strom für eine Last von 150  $\Omega$  (75  $\Omega$  + 75  $\Omega$ ) zu liefern. In [Bild 8](#) ist ein einfacher Videoverstärker auf einem Steckbrett realisiert. Die Buchsen



Bild 5: Platine des LMV321

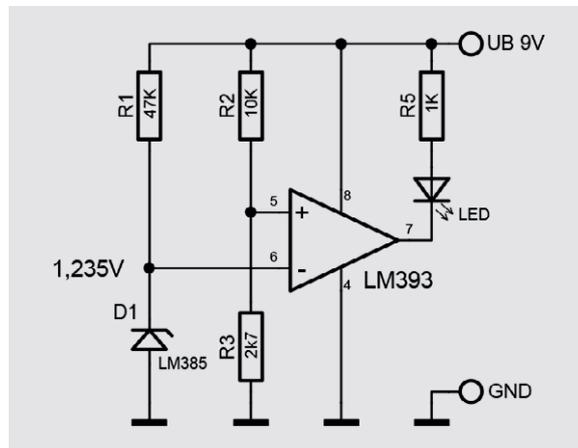


Bild 6: Beispiel für einen Spannungsvergleich

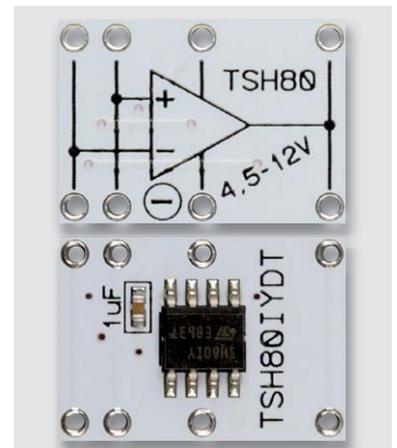


Bild 7: Platine des TSH80-Adapters

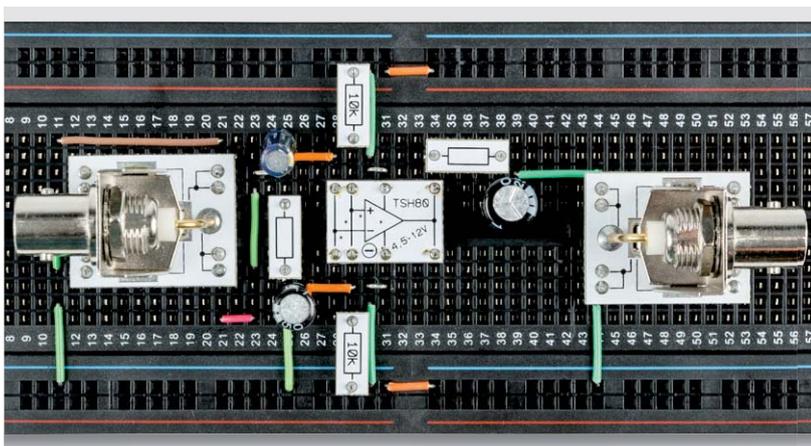
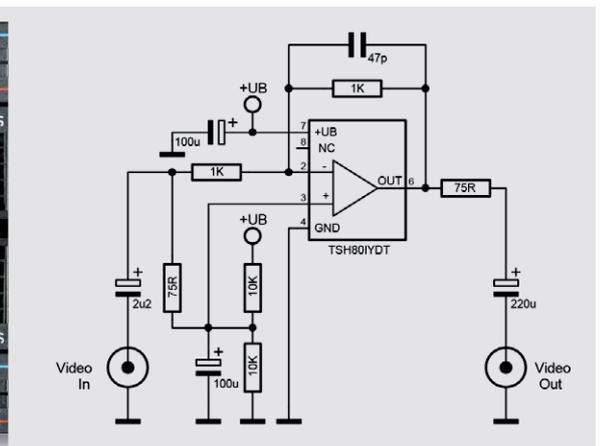


Bild 8: Beispielschaltung mit dem TSH80 als Videoverstärker





entstammen dem PAD1 [2], wobei die Widerstände und Kondensatoren dem PAD3 entstammen, der im nächsten ELVjournal vorgestellt wird.

In Bild 7 ist die Ober- und Unterseite des TSH80-Adapters dargestellt. Dieser Verstärker ist nur im SMD-Gehäuse erhältlich und zeigt, dass es Fälle gibt, in denen eine Adapterplatine unausweichlich ist, möchte man solche Bauteile auf Steckboards einsetzen.

### Rauscharmer Audioverstärker NE5532

Der NE5532 ist ein 2-fach-OP mit sehr niedrigem Rauschen und speziell für Audioanwendungen ausgelegt.

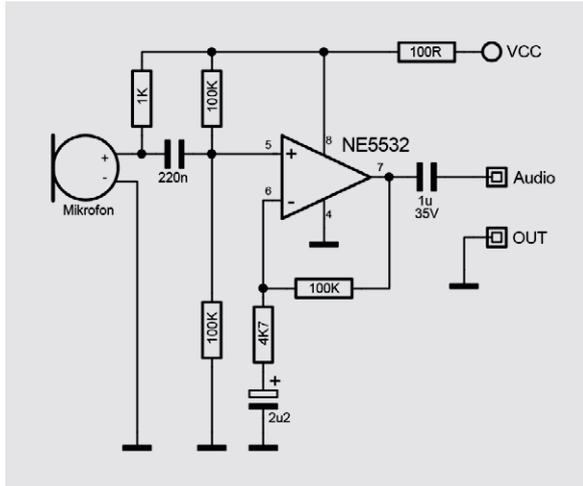


Bild 9: Beispiel für einen rauscharmen Mikrofonverstärker mit dem NE5532

In Bild 9 ist eine Beispielschaltung für einen rauscharmen Mikrofonverstärker zu sehen. Bedingt durch die relativ niedrigen Beschaffungskosten ist der NE5532 für den Einsatz in Audioschaltungen sehr beliebt. Natürlich gibt es noch rauschärmere Verstärker (OPs), die dann aber kostenintensiver sind.

### Leerplatinen für Operationsverstärker

Für diejenigen, die gerne „eigene“ Operationsverstärker auf Adapterplatinen verwenden möchten, stehen Leerplatinen in unterschiedlichen Versionen zur Verfügung. Voraussetzung hierfür sind Erfahrung mit dem Löten von SMD-Bauteilen. In Bild 10 sind die unterschiedlichen Platinenversionen dargestellt. OPs im S08-Gehäuse sind in der Regel Doppel-OPs, d. h. zwei OPs in einem Gehäuse, und weisen ein einheitliches Anschlusschema auf (siehe Bild 10). Die Gehäuseform S08 ist für erfahrene Elektroniker recht einfach aufzulöten, da der Pinabstand (Pitch) 1,28 mm beträgt.

Für OPs im SOT23-5-Gehäuse sind zwei unterschiedliche Platinenversionen vorhanden, die mit V1 und V2 gekennzeichnet sind. In der Gehäuseform SOT23-5 ist, bedingt durch die wenigen Anschlüsse, immer nur ein OP vorhanden. Die Anschlussbelegung gibt somit vor, welche Platinenversion zu verwenden ist. Wie bei allen anderen Adapterplatinen vom PAD2 auch ist der Blockkondensator (1  $\mu$ F/50 V) schon auf der Platine vorhanden.

### Timer-Baustein ICM7555 (NE555)

Wenn es um analoge elektronische Schaltkreise geht, darf der bekannte NE555 nicht fehlen. Mit diesem universellen Timer-IC lassen sich zahlreiche Schaltungen realisieren, die nicht nur auf Timerfunktionen beschränkt sein müssen. Im Internet finden sich diverse Schaltungsvorschläge zum Thema NE555. Im Journalartikel „NE555-EXB“ [3] haben wir uns intensiv diesem Thema gewidmet und ein eigenes Experimentierboard für diesen Baustein vorgestellt. Auf dem PAD2 kommt der mo-

### Leerplatinen für Operationsverstärker

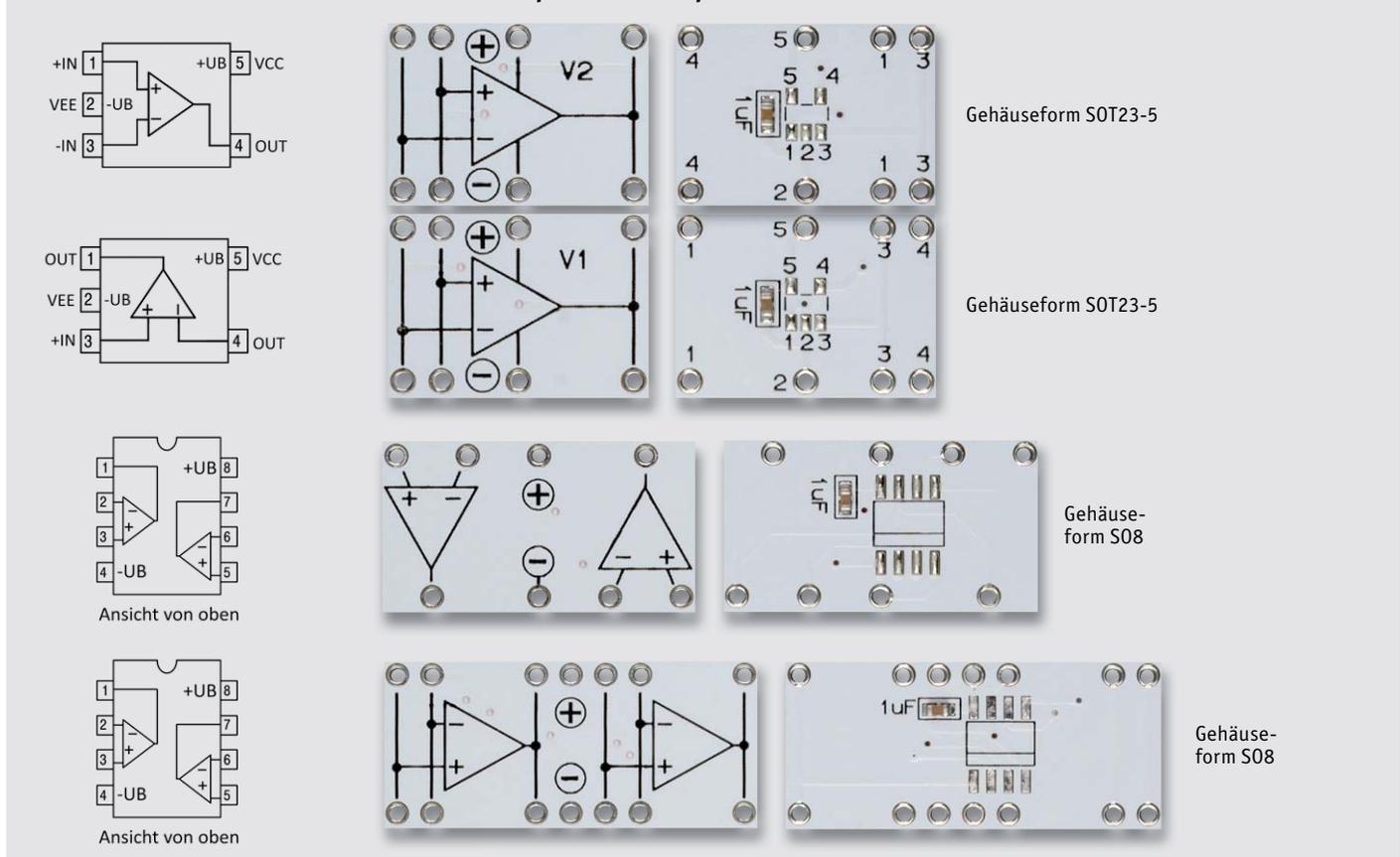


Bild 10: Für die händische Bestückung von Operationsverstärkern stehen vier unterschiedliche Platinenversionen zur Verfügung.



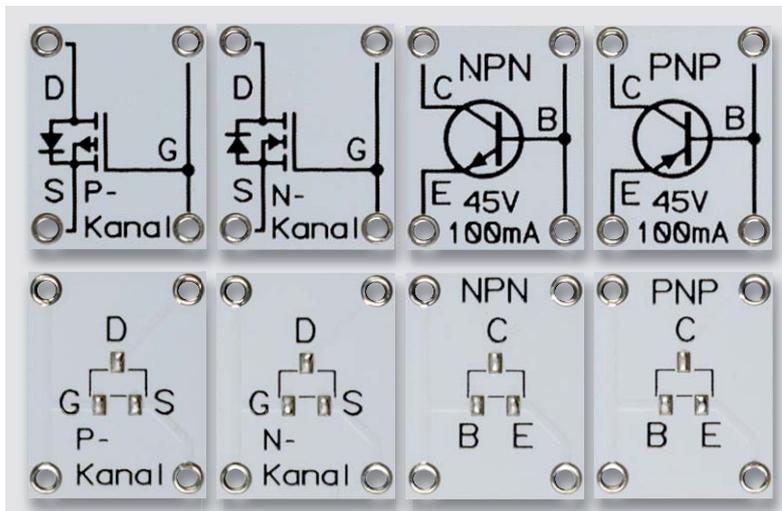


Bild 14: Leerplatinen für Transistoren

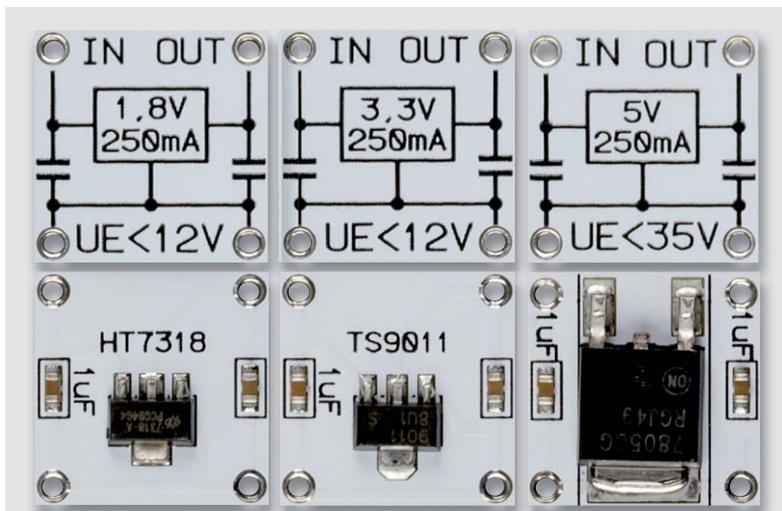


Bild 15: Die Adapterplatinen der Spannungsregler

Die MOSFET-Transistoren sind vom Typ IRLML2502 (N-Kanal) und IRLM6402 (P-Kanal). Diese Transistoren sind vorwiegend zum Schalten von Lasten, wie z. B. Motoren, großen Relais oder Power-LEDs gedacht. Obwohl das Gehäuse im SOT23-Gehäuse recht klein ist, können Ströme von 3 A geschaltet werden. Bei einer maximalen Spannung von 20 V ergibt sich so eine Schaltleistung von beachtlichen 60 W. In der [Tabelle 2](#) sind die wichtigsten technischen Daten der Transistoren angegeben.

Für die Bestückung von eigenen bzw. anderen Transistortypen sind einige Leerplatinen vorhanden, erkennbar daran, dass auf der Platinenoberfläche die Daten für Spannung und Strom fehlen.

Bei der Bestückung ist unbedingt auf die richtige Anschlussbelegung zu achten. Mit einigen Ausnahmen ist das Anschlussbild bei Transistoren einheitlich, so wie es auf dem PAD2 verwendet wird. In [Bild 14](#) sind alle verfügbaren Leerplatinen für Transistoren dargestellt.

### Spannungsregler

Da der Bedarf nach einem Spannungsregler in Experimentierschaltungen eigentlich immer vorhanden ist, sind auf dem PAD2 Spannungsregler mit drei unterschiedlichen Ausgangsspannungen vorhanden. In der [Tabelle 3](#) sind die technischen Daten der verwendeten Typen ersichtlich. [Bild 15](#) zeigt die dazugehörigen Platinen mit dem Aufdruck auf der Oberseite und dem Bauteil auf der Unterseite. Die notwendigen Kondensatoren (1  $\mu$ F/50 V) an Ein- und Ausgängen des Spannungsreglers sind schon auf der Platine bestückt. Vom Hersteller wird immer verlangt, dass diese Kondensatoren so nahe wie möglich an die Pins des Gehäuses platziert werden müssen. Dies ist durch die vorbebestückten SMD-Kondensatoren gegeben. Zusätzliche Kondensatoren auf dem späteren Einsatzort (Steckboard) können deshalb entfallen.

Zum Bestücken eigener Spannungsregler (beispielsweise für andere Spannungen) sind zwei Leerplatinen zur Bestückung von ICs im SOT89-Gehäuse vorhanden, die in [Bild 16](#) dargestellt sind.

#### Technischen Daten der verwendeten Transistoren

Typ	BC847C	BC857C	IRLML2502	IRLML6402
Technologie	Silizium bipolar		MOSFET	
Typ	NPN	PNP	N-Kanal	P-Kanal
Spannung ( $U_{CE}$ )	45 V	45 V	20 V	20 V
Strom $I_C/I_{DS}$	100 mA	100 mA	3 A	3 A
$R_{DS(on)}$			0,045 $\Omega$	0,065 $\Omega$
Frequenz ( $f_T$ )	300 MHz			
Verstärkung ( $h_{FE}$ )	600	600		
Anwendungsbereiche	universell		Schalttransistor bis 3 A	
Datenblatt	<a href="https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds11108.pdf">https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds11108.pdf</a> <a href="https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds11207.pdf">https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds11207.pdf</a>		<a href="https://www.infineon.com">https://www.infineon.com</a>	

Tabelle 2

#### Technischen Daten der Spannungsregler

Typ	HT7318	TS9011	MC7805
Eingangsspannung $U_E$	2–12 V	4–12 V	7–35 V
Ausgangsspannung $U_{out}$	1,8 V	3,3 V	5 V
Ausgangsstrom $I_{out}$	250 mA max.	250 mA max.	250 mA max.
Datenblatt	<a href="https://www.holtek.com/documents/10179/116711/HT73xxv180.pdf">https://www.holtek.com/documents/10179/116711/HT73xxv180.pdf</a> <a href="https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MC7800-D.PDF">https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MC7800-D.PDF</a> <a href="https://www.taiwansemi.com/products/datasheet/TS9011_H1608.pdf">https://www.taiwansemi.com/products/datasheet/TS9011_H1608.pdf</a>		

Tabelle 3



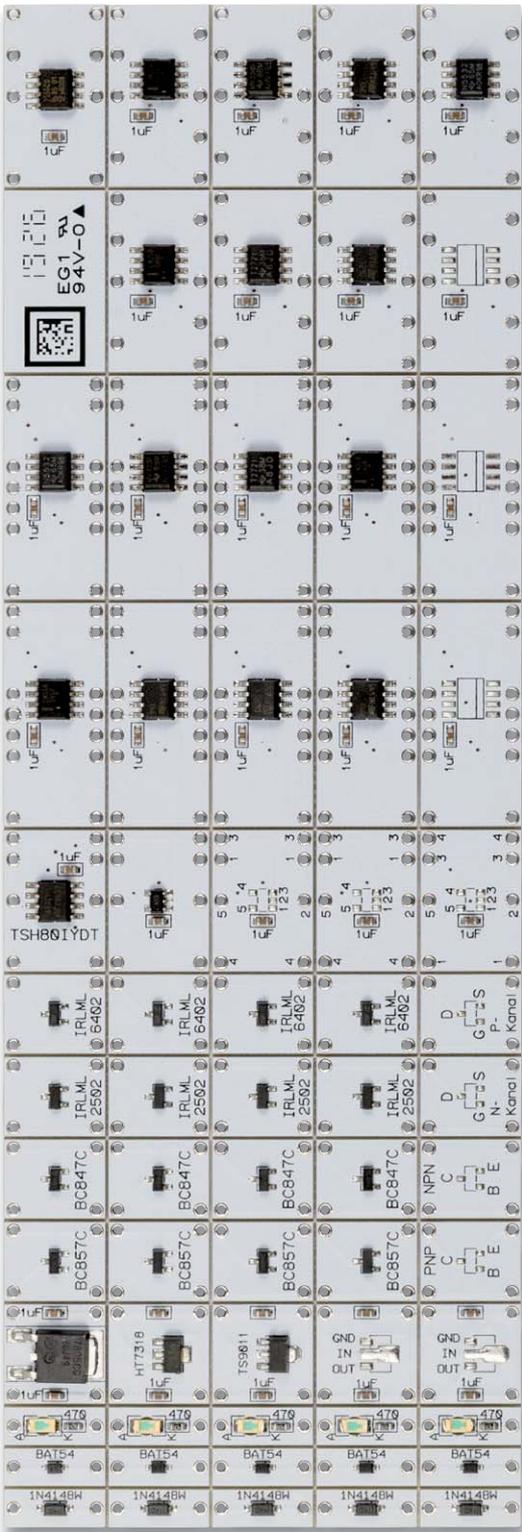


Bild 18b: Nutzen des PAD2 – Rückseite

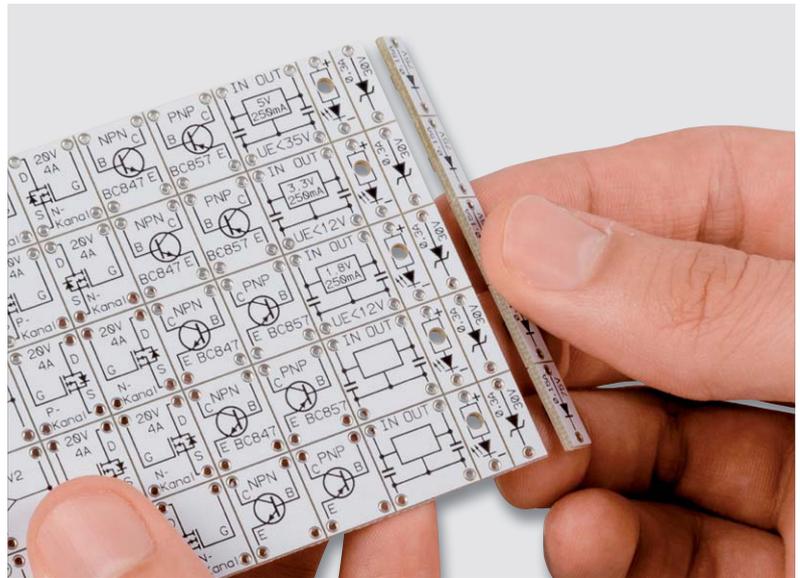


Bild 19: So werden die Platinenabschnitte vom Nutzen getrennt.

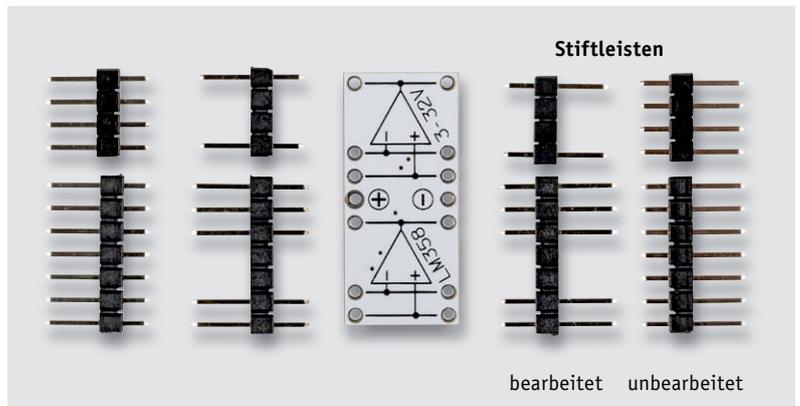


Bild 20: Die 11-pol. Stiftleiste setzt sich aus einer 4-pol. und einer 7-pol. Stiftleiste zusammen. Die Stiftleisten sind bearbeitet und nicht bearbeitet dargestellt.

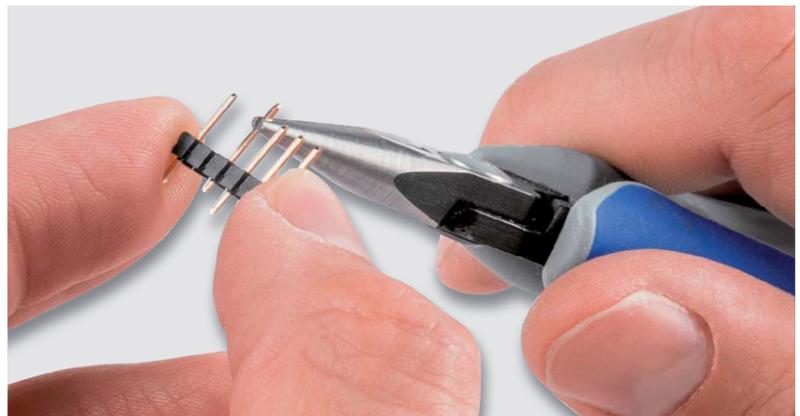


Bild 21: So kann man einzelne Stifte aus einer Stiftleiste herausziehen.

Da die SMD-Bauteile schon vorbestückt sind, besteht der Nachbau aus dem Bestücken und Verlöten der Stiftleisten. Die einzelnen Platinenabschnitte können einfach von Hand auseinandergebrochen werden (Bild 19). Dies sollte ausschließlich mit der Hand erfolgen, und z. B. nicht mit einer Flachzange, da hierdurch die empfindlichen kleinen SMD-Bauteile beschädigt werden können.

Nun besteht die Aufgabe darin, die entsprechenden Stiftleisten aufzulöten. In der Regel sind die passenden Stiftleisten in der entsprechenden Polzahl vorhanden und müssen somit nicht gekürzt werden. Für die benötigte 11-polige Stiftleiste wird eine 4- und eine 7-polige Stiftleiste verwendet (Bild 20). Die nicht benötigten einzelnen Stifte werden mit einer Zange entfernt (herausgezogen), wie es in Bild 21 dargestellt ist. Die so vorbereitete Stiftleiste wird nun von der Platinenunterseite, auf der sich die SMD-Bauteile befinden, eingesetzt. Das Verlöten geschieht auf der Platinenoberfläche, auf der auch das Symbol für das jeweilige Bauteil aufgedruckt ist. Bild 22 zeigt ein fertig aufgebautes Modul.

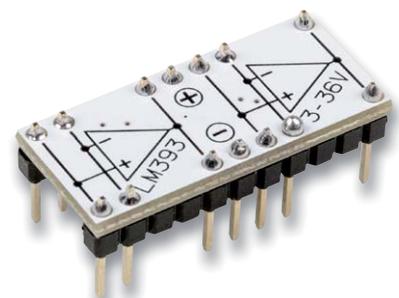


Bild 22: Beispiel für ein fertig aufgebautes Modul



Bild 23: Mit einer Feile wird die Stiftleiste bearbeitet. Dabei ist ein kleiner Schraubstock sehr hilfreich.

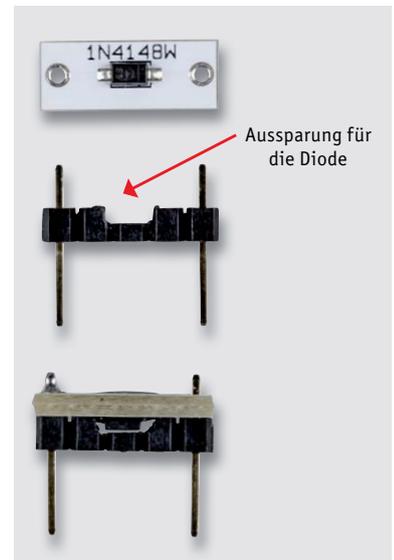


Bild 24: Für die Dioden muss der Körper der Stiftleisten bearbeitet werden.

Für die Dioden und LEDs wird eine 5-pol. Stiftleiste verwendet, die das eigentliche Bauteil auf der Platinenunterseite abdeckt. Da die Bauteile eine gewisse Bauhöhe aufweisen, muss der Kunststoffkörper der Stiftleiste zuvor bearbeitet werden.

Wie in Bild 23 dargestellt, wird mit einer Feile eine Kerbe in Größe des Bauteils eingearbeitet (Bild 23 und Bild 24). Diese Kerbe muss so groß sein, dass die Diode darin Platz findet. Da die Platinen für die Dioden relativ klein sind, empfiehlt sich ein kleiner Schraubstock als nützlicher Helfer. Die beiden Anschlüsse werden, nach der Bestückung, auf der Platinenoberseite angelötet (Bild 25).

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, oder noch besser, mit einem speziellen Reiniger (z. B. Fluxfrei, Bild 26) 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 27).

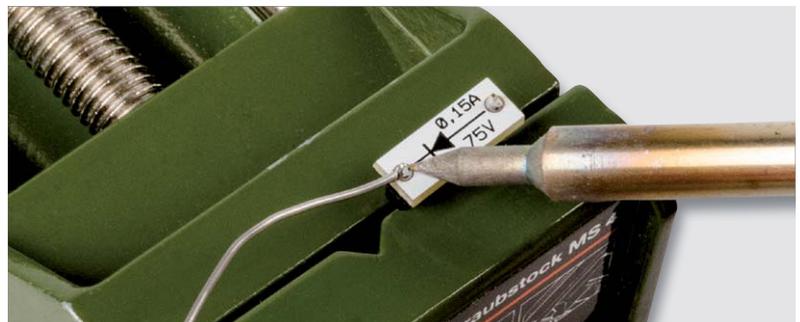


Bild 25: So werden die Anschlüsse der Stiftleiste angelötet.

### Individuelle Bestückung der Platinen

Einzelne Platinenmodule sind nicht mit Bauteilen bestückt, das ist erkennbar daran, dass auf der Platinenoberseite die Typenbezeichnung fehlt. Diese Platinenmodule sind für die eigene individuelle Bestückung gedacht. Sollen andere als die auf dem Board befindlichen Bauteile verwendet werden, können diese von Hand aufgelötet werden. Allerdings gilt hier zu beachten, dass zum Auflöten der SMD-Bauteile sehr viel Erfahrung notwendig ist. Die entsprechenden Hinweise gibt es in der Beschreibung der einzelnen Module.

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



Bild 26: Spezieller Reiniger für Platinen

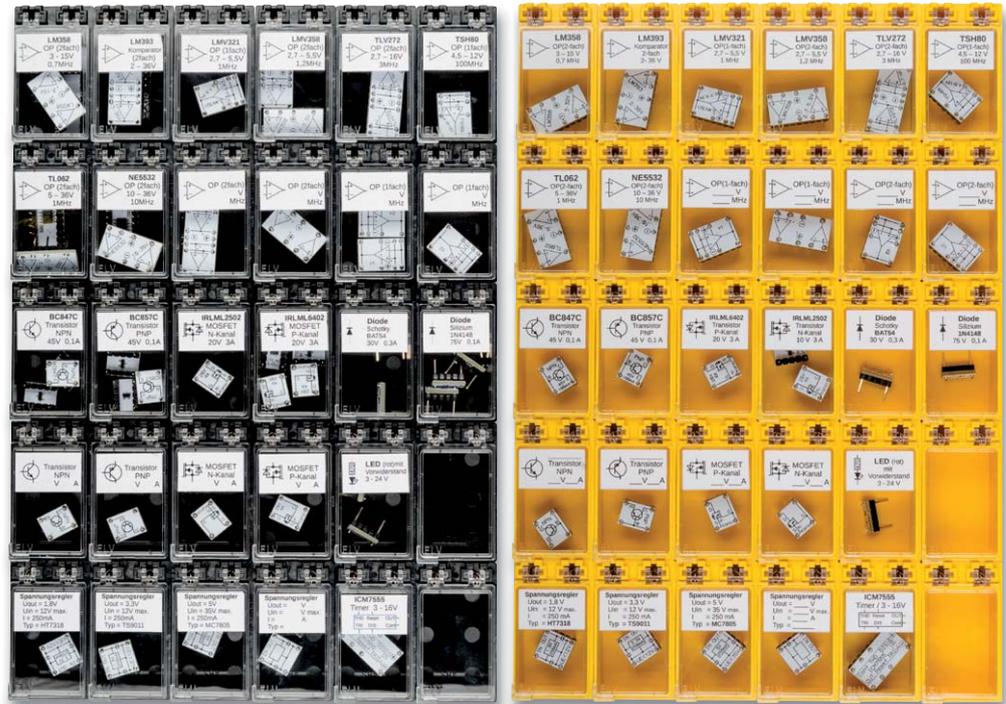


Bild 27: Mit einer Zahnbürste und einem Reiniger werden Rückstände vom Flussmittel entfernt.



## Lagerung der Module

Für die Lagerung der angefertigten Module empfehlen wir die in **Bild 28** dargestellten SMD-Boxen. Natürlich können auch entsprechend große Sortimentskästen verwendet werden. Die gezeigten SMD-Boxen bieten jedoch den Vorteil, dass diese individuell, entsprechend der benötigten Anzahl an Boxen, zusammengesetzt werden können. Im linken Teil von **Bild 28** sind schwarze antistatische SMD-Boxen gezeigt, die vor elektrostatischen Entladungen schützen sollen. Normale Operationsverstärker sind bei vorsichtigem Umgang recht robust und bedürfen keiner speziellen antistatischen Box. Auch MOSFET-Transistoren haben in der Regel interne Schutzdioden, die vor statischen Entladungen schützen.



**Bild 28:** SMD-Boxen in mittleren Größen eignen sich hervorragend zur Archivierung der einzelnen Module vom PAD1. Die durchsichtigen Deckel sind mit Typenschildern gekennzeichnet. Die schwarzen Boxen auf der linken Seite sind aus antistatischem Material.

<b>LM358</b> OP(2-fach) 3 – 32 V 1 MHz	<b>LMV358</b> OP(2-fach) 2,7 – 5,5 V 1 MHz	<b>TLV272</b> OP(2-fach) 2,7 – 16 V 3 MHz	<b>TSH80</b> OP(1-fach) 4,5 – 12 V 100 MHz	<b>TL062</b> OP(2-fach) 5 – 36 V 1 MHz	<b>LMV321</b> OP(1-fach) 2,7 – 5,5 V 1 MHz	<b>LM393</b> Komparator 2-fach 2 – 36 V
<b>NE5532</b> OP(2-fach) 10 – 36 V 10 MHz	<b>BC847C</b> Transistor NPN 45 V, 0,1 A	<b>BC857C</b> Transistor PNP 45 V, 0,1 A	<b>IRLML6402</b> MOSFET P-Kanal 20 V 3 A	<b>IRLML2502</b> MOSFET N-Kanal 20 V 3 A	<b>Spannungsregler</b> U <sub>out</sub> = 1,8 V U <sub>in</sub> = 12 V max. I = 250 mA Typ = <b>HT7318</b>	<b>Spannungsregler</b> U <sub>out</sub> = 3,3 V U <sub>in</sub> = 12 V max. I = 250 mA Typ = <b>TS9011</b>
<b>ICM7555</b> Timer / 3 – 16V THD Reset OUT TRI DIS Cont	Transistor NPN __ V __ A	Transistor PNP __ V __ A	MOSFET P-Kanal __ V __ A	MOSFET N-Kanal __ V __ A	<b>Spannungsregler</b> U <sub>out</sub> = 5 V U <sub>in</sub> = 35 V max. I = 250 mA Typ = <b>MC7805</b>	<b>Spannungsregler</b> U <sub>out</sub> = __ V U <sub>in</sub> = __ V max. I = __ A Typ = __
<b>LED (rot)</b> mit Vorwiderstand 3 – 12 V	<b>Diode</b> Schottky <b>BAT54</b> 30 V 0,3 A	<b>Diode</b> Silizium <b>1N4148W</b> 75 V 0,15 A	OP(1-fach) __ V __ MHz	OP(1-fach) __ V __ MHz	OP(2-fach) __ V __ MHz	OP(2-fach) __ V __ MHz

**Bild 29:** Mit den selbstklebenden Typenschildern lassen sich die Fächer von SMD-Boxen oder anderen Sortierboxen auf einfache Weise beschriften.

Wer ganz sicher gehen möchte, kann natürlich solche speziellen Boxen verwenden.

Im Normalfall reichen Standardboxen (gelb), wie sie im rechten Teil von **Bild 28** dargestellt sind.

Zur Beschriftung liegt dem Bau-satz ein Bogen mit selbstklebenden Typenschildern bei (**Bild 29**). Hierdurch wird die Archivierung perfekt, und alle Teile sind sofort griffbereit. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] Links zu den technischen Daten der Operationsverstärker:  
LM358: [www.ti.com/lit/an/sloa277/sloa277.pdf](http://www.ti.com/lit/an/sloa277/sloa277.pdf)  
LMV358: <http://www.ti.com/lit/gpn/LMV358>  
NE5532D: <http://www.ti.com/lit/gpn/NE5532A>  
LM393: <http://www.ti.com/lit/gpn/LM2903>  
TLV272ID: <http://www.ti.com/lit/gpn/tlv272>  
TSH80IYDT: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/tsh80.pdf>  
TL062: <http://www.ti.com/lit/gpn/tl062>  
LMV321: <http://www.ti.com/lit/gpn/LM321>  
LM358: <http://www.ti.com/lit/gpn/LM358>
- [2] ELVjournal 6/2018: Bestell-Nr. 25 05 87  
Komplettbausatz PAD1: Bestell-Nr. 15 37 61
- [3] Komplettbausatz NE555-EXB: Bestell-Nr. 15 08 07



# MITMACHEN & GEWINNEN

# ELVjournal Leser testen und gewinnen

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

## 5x ELV Digital-Multimeter DM500, TrueRMS



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.



Bestell-Nr. 25 07 15

Wert € 169,95

## 5x dnt Video-Digitalisierer Grabstar AV mit Vorschaudisplay



Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre alten Videoschätze direkt auf externe Speichermedien. Sie können den dnt Video-Digitalisierer Grabstar AV mit nahezu allen analogen Videoquellen verbinden: Videorecorder (VHS, Video 8, Betamax), Camcorder, Kameras u. v. m. – Hauptsache, das Quellgerät hat einen Composite- (CVBS/FBAS) oder S-Video-Ausgang. Das Digitalisieren mit dem qualitativ besserem S-Video-Signal ermöglicht hochwertige Digitalisierungsergebnisse.



Bestell-Nr. 25 09 52

Wert € 99,95

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

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern 5x das ELV Digital-Multimeter DM500 und 5x den dnt Video-Digitalisierer Grabstar AV. **Bewerben Sie sich jetzt!**

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

**Einsendeschluss: 08.12.2019**

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

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

Sie erhalten zum Testprodukt eine ausführliche Bedienungsanleitung, gegebenenfalls weitere Informationen zum Produkt und einen Fragebogen, den Sie innerhalb von 4 Wochen nach Erhalt des Produkts und nach Abschluss des Tests an uns zurücksenden müssen.

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

### Die Gewinner zur Verlosung im ELVjournal 5/2019:

#### ELV digitales Pocket-Multimeter DM100



Stefan Wulfekotte, Wietmarschen  
 Michael Volpert, Staufenberg  
 Axel Vollmer, Aachen  
 Marita Keil, Fronhausen  
 Birgit Rappenecker, Biberach  
 Hartwig Wander, Bad Wiessee  
 Brunhilde Worm, Salzgitter  
 Georg Rötzer, Eschlkam  
 Falk Erler, Freiberg  
 Peter Weiß, Rosenkopf



#### Smarter 9-in-1-Luftgütesensor



Eduard Weissenburger, Lauingen  
 Markus Fröhlich, Mühlhausen  
 Hermann Weinzingler, Groißenbrunn



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



Unsere Leser testeten

**ELV Batterie-LED-Fluter mit 2 ausrichtbaren Spots****ELV**

Montage/Bedienung/Anleitung



Helligkeit/Ausleuchtung



Batterielaufzeit



Einstellmöglichkeiten



Unsere Leser bewerteten

**1,8**

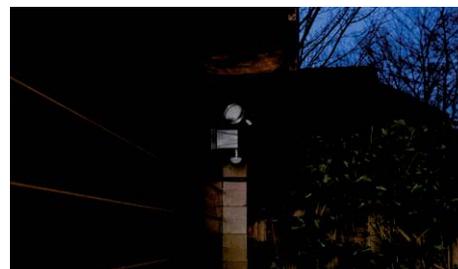
Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

**Hermann Weinzinger:**

„Die Lichtmenge ist für eine Batterieleuchte sehr gut ...“

25 05 95

€ **29,95**

**Der LED-Fluter mit Batteriebetrieb ist die Beleuchtungslösung für alle Orte, an denen weder ein Stromnetz zur Verfügung steht, noch eine Solarversorgung möglich ist. Er bringt durch zwei individuell einstellbare Fluter helles, tageslichtweißes Licht genau dahin, wo man es benötigt. Die Ansteuerung erfolgt durch einen integrierten Bewegungsmelder, der durch einen einstellbaren Dämmerungsschalter unterstützt wird. Die Einschaltdauer nach einer Bewegungserkennung ist einstellbar. Der LED-Fluter arbeitet sehr sparsam – ein Batteriesatz ermöglicht bis zu 1800 Auslösungen zu je 10 s Leuchtdauer. 10 Leser haben das Gerät für uns getestet – im Folgenden eine Zusammenfassung der eingesandten Berichte.**

Ein ausschließlich batteriebetriebener LED-Fluter für die dunklen Ecken kann in vielen Fällen ein echter Problemlöser sein – genau das ist der Zweck dieser Leuchte. Die Tester haben die Leuchte auch ganz wesentlich daraufhin und in zahlreichen Details bewertet. Sie hoben dann auch übereinstimmend die flexiblen Einsatzmöglichkeiten sowie das sehr helle und flexibel abstrahlbare Licht hervor.

Herausragende Bewertungen des umfangreichen Fragebogens erhielten die Bedienungs- und Montageanleitung, der Ausleuchtungsbereich des Fluters, die Einstellmöglichkeiten und besonders die Lichtfarbe. Hier vergaben die Tester Durchschnittsnoten von 1,4 bis 1,5. Besonders hervorgehoben wurden die hohe Lichtintensität der relativ kleinen Strahler und die Sicherheit schaffende Lichtfarbe (Tageslichtweiß).

Geteilt waren die Meinungen zur Optik der Leuchte, dem Einen gefiel die Optik ausnehmend gut, der

andere hält die Optik für nicht zeitgemäß, die Materialanmutung eher einfach und den Batteriewechsel zu umständlich.

Insgesamt erhielt die Verarbeitung dennoch eine gute 2,2 als Durchschnittsbewertung aller Tester – einer brachte es auf den Punkt. „...noch Luft nach oben.“

Deutlich bessere Noten erhielten die praktischen Eigenschaften wie die Batterielaufzeit, die Ausrichtbarkeit und die Abstrahleigenschaften der beiden Strahler sowie die Funktion und die Einstellmöglichkeiten des Bewegungsmelders. Hier steht durchweg eine Eins vor dem Komma.

Dass die Tester sich ausführlich mit dem Strahler beschäftigt haben, sieht man an den Antworten auf unsere Fragen, was besonders gefiel, was nicht und was man sich wünschen würde.

Die Tester hoben folgende Pluspunkte hervor: Ortsunabhängigkeit, sehr helles, gut platzierbares Licht, hohe Sensor-Reichweite, einfache Montage und Einstellung.

Was gefiel den Testern weniger und was wünschen sie sich? Ein Tester hätte sich eine Fokussiermöglichkeit für die Lichtkegel gewünscht, um damit etwa Wege auch auf längerer Strecke beleuchten zu können. Mehrere Tester schlugen als Alternative zu Batterien die Möglichkeit des Akkubetriebs oder eine Anschlussmöglichkeit einer externen Strom-/Ladequelle vor. Die Tester konnten sich sogar angesichts der guten sonstigen Eigenschaften eine Variante für ausschließlichen Netzanschluss gut vorstellen.

Einige Tester vermissten eine Empfindlichkeitseinstellung des PIR-Bewegungsmelders, um Fehlauslösungen an ungünstigen Standorten zu vermeiden.

**Fazit:** Den Test als echter Problemlöser für besondere Beleuchtungs- und Standortsituationen hat die Leuchte mit einer guten Gesamtbewertung bestanden. Insbesondere die Lichtstärke trotz kompakter Abmessungen, die Flexibilität des Einsatzes und die Einstellmöglichkeiten gefielen den Testern.

**ELV**



Unsere Leser testeten

## ELV Automatik-Bewässerungssystem mit 10 Tropfstellen **ELV**

Bedienung/Anleitung



Verarbeitung/Display



Lieferumfang



Einstellmöglichkeiten\*



Unsere Leser bewerteten

# 1,5

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

**Thomas Heuer:**

„... perfekt geeignet, um im Urlaub ohne größeren Aufwand die Pflanzen zu versorgen“

25 06 85

€ 29,95



\* Erhebliche Abwertung durch einen von 8 Testern, restliche Tester: ø 2,0

„Das System, das Sie im Urlaub vertritt und Ihre Zimmerpflanzen automatisch bewässert – dabei genügt bereits eine einfache Getränkeflasche oder ein Wassereimer als Vorratsstank!“ Der Satz aus unserer Werbung beschreibt es. Der kompakte und preisgünstige Bewässerungscontroller kann einfach auf eine handelsübliche, mit Gießwasser gefüllte Getränkeflasche mit Schraubverschluss oder ein anderes Vorratsgefäß wie einen Eimer gesetzt werden und versorgt dann bis zu 10 Tropfstellen zu einer programmierbaren Zeit mit einem ebenfalls programmierbaren Bewässerungsintervall. Der Standort ist dank Batteriebetrieb frei wählbar, alternativ kann ein handelsübliches USB-Netzteil als Stromversorgung dienen. Bei leerem Vorratsbehälter warnt ein akustisches Signal, so kann z. B. der Bürokollege den Vorrat nachfüllen. 10 Leser haben das Gerät für uns getestet – im Folgenden eine Zusammenfassung der eingesandten Berichte.

Die sehr gute Gesamtnote macht es bereits deutlich: Mit diesem Produkt präsentieren wir punktgenau einen echten Problemlöser. Denn das Bewässerungsproblem kennen irgendwie alle – entweder bei längerer Abwesenheit oder als „Gießmuffel“. Dennoch haben die Tester das Produkt auch durchaus kritisch bewertet, darauf kommen wir noch.

Mit perfekten Noten zwischen 1,2 und 1,4 haben die Tester den Gesamteindruck, die Bedienungsanleitung, Verarbeitung, Display, Lieferumfang und die Qualität bewertet – angesichts des günstigen Preises ein wirklich herausragendes Ergebnis. Besonders erwähnt wurden der Lieferumfang, die kompakte

und leichte Bauform, die einfache Handhabung und immer wieder die tolle Idee, als Vorratsbehälter (PET-)Flaschen aller Größen mit Standardschraubgewinde (hier muss man nur die Standfestigkeit bei leer werdendem Behälter beachten) oder aber einen einfachen Wassereimer einsetzen zu können. Auch die universelle Stromversorgung wurde positiv bewertet: Batteriebetrieb steht für absolut standortunabhängigen und unbeaufsichtigten Betrieb, der Netzteilanschluss für längere Betriebsdauer über den kurzen Urlaub hinaus. Der ebenfalls empfohlene Betrieb an einer USB-Powerbank muss von Fall zu Fall erprobt werden, denn viele dieser Geräte schalten sich bei zwischenzeitlich geringer Stromentnahme ab. Das gute Preis-Leistungs-Verhältnis und die sehr geringe Geräuschentwicklung der Pumpe wurden ebenfalls herausgehoben.

Eine genaue Prüfung ergibt auch Kritik und Wünsche: Für die Bewältigung von Höhenunterschieden zwischen verschiedenen hohen Pflanzbehältern wünschen sich die Tester ein zusätzliches Rückschlagventil, ebenso die konkrete Angabe der Durchflussmenge eines einzelnen Tropfers, um die Menge für Pflanzen mit unterschiedlichem Wasserbedarf besser kalkulieren zu können, z. B. durch Einsatz mehrerer Tropfer je Pflanze. Auch die Tauglichkeit für echten Betrieb im Außenbereich fehlte manchem Tester, ebenso wünschen sich die Tester eine freie Programmierung der Gießzeiten und Intervalle unabhängig von der jeweiligen Zeit, zu der man die Einstellung vornimmt, eine Speicherung der Programmierung bei Batteriewechsel, die Möglichkeit, einen Feuchtfühler anschließen zu können, und einen Tabellenaufdruck der Zeitparameter auf das Gerät für noch intuitivere Bedienung.

**Fazit:** Ein fast perfektes, kleines Bewässerungssystem für Urlaub und Abwesenheit mit sehr gutem Preis-Leistungs-Verhältnis, einfacher Bedienung und einer originellen und sehr praktischen Lösung für den Gießwasservorrat!

**ELV**

**Sie wollen es genau wissen?**

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



# Verschmutzte Luft: Feinstaub

Genauere Messungen mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5

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 sind für uns Menschen relevant, da sie ein hohes Gesundheitsrisiko darstellen. Mit unserem neuen Bausatz lässt sich die Feinstaubbelastung sehr genau messen und dies sowohl mobil als auch am PC. Zum Einsatz kommt dabei der neue Feinstaubsensor des bekannten Schweizer Sensorherstellers Sensirion, der sich durch eine lange Lebensdauer und hohe Messgenauigkeit auszeichnet.

PM2.5  
Bestell-Nr.  
15 46 18  
Bausatz-  
beschreibung,  
Montagevideo  
und Preis:

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

**i Infos zum Bausatz PM2.5**

- Schwierigkeitsgrad:** mittel
- Ungefähre Bauzeit:** 1,5 h
- Verwendung SMD-Bauteile:** SMD-Teile sind bereits komplett bestückt
- Besondere Werkzeuge:** Schraubendreher Torx T6
- Lötterfahrung:** ja
- Programmierkenntnisse:** nein
- Elektrische Fachkraft:** nein

## Grundlagen

PM ist die Abkürzung für Particulate Matter (Feinstaub). Hierbei handelt es sich um ein Gemisch aus schwebenden festen Partikeln und mikroskopisch feinen Tröpfchen (Aerosole) in der Umgebungsluft, die eingeatmet werden können und je nach Zusammensetzung das Potenzial haben, ernsthafte Gesundheitsprobleme zu verursachen.

Feinstaub wird in Kategorien untergliedert, die sich auf die Partikelgröße beziehen. Die Angabe der Kategorien erfolgt nach allgemein üblicher Nomenklatur mit PM für Particulate Matter, gefolgt von der maximalen Partikelgröße. Somit beschreibt PM10 Partikel mit einem maximalen Durchmesser von 10 µm und PM2.5 Partikel unterhalb 2,5 µm. Diese beiden Kategorien sind die wichtigsten Messgrößen zur Ermittlung der Feinstaubkonzentration. Partikel < 2,5 µm können durch Inhalation tief in die Lunge eindringen und bieten somit das größte Risiko für Gesundheitsprobleme.

Das ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5 arbeitet auf Laserbasis und dient zur Erfassung der Feinstaubkonzentration in der Luft. Dabei werden die Partikelkonzentrationen PM1.0, PM2.5, PM4.0 und PM10 in der Luft erfasst und angezeigt.



Bild 1: Partikel im Größenvergleich zum menschlichen Haar (Quelle: Sensirion)

Feinstaub besteht aus einer komplexen Mischung fester und flüssiger Partikel von organischen und anorganischen Stoffen, die als Schwebepartikel in der Luft verteilt sind. Ob die Partikel gesundheitsschädlich sind oder nicht, hängt von deren Zusammensetzung ab, bzw. wo sie emittiert werden.

Es geht bei Feinstaub also um Partikel < 10 µm, die inhaliert werden können – Bild 1 verdeutlicht die Größenordnung im Vergleich zu einem menschlichen Haar.

In Ballungszentren sind nicht nur Dieselmotoren, sondern auch Brems-, Reifen- und Straßenabrieb sowie allgemeine Staubaufwirbelungen für die Emission erhöhter Feinstaubkonzentrationen verantwortlich. Je kleiner die Partikel sind, desto besser können diese in die Lunge eindringen und daher ist für die Gesundheit eine geringe Konzentration an kleinen Partikeln mit einem Durchmesser von < 2,5 µm besonders wichtig. Weitere Informationen zum Thema Feinstaub gibt es unter [1] vom Sensorhersteller Sensirion [2].

## Öffentliche Diskussionen zum Thema Feinstaub

Aufgrund der VW-Dieselfläre ist in den letzten Jahren die Feinstaubbelastung und die Positionierung von Messstationen stark in den öffentlichen Fokus geraten. Allerdings können je nach Interessenlage deutlich unterschiedliche Ergebnisse bei der Bewertung der Belastungen herauskommen.

Um eigene Messungen durchführen zu können, ist ein Sensor erforderlich, der in belasteter Umgebung über einen langen Zeitraum zuverlässige Ergebnisse liefert. Sensoren im Niedrigpreissegment aus Fernost können das häufig nicht leisten.

Mit dem ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5 kann z. B. auch sehr schnell der Feinstaubausstoß von Kraftfahrzeugen gemessen werden, um zu prüfen, ob bei Dieselfahrzeugen der Ruß-Partikelfilter noch einwandfrei funktioniert.

Während bei modernen Euro-6-Dieselfahrzeugen (je nach Motorbelastung) weniger Feinstaub aus dem Auspuff kommt, als vom Motor aus der Umgebungsluft angesaugt wird, steigt die Konzentration in der Nähe eines Kfz-Auspuffs mit Euro-4-Diesel (selbst mit Partikelfilter) deutlich an.

## Grenzwerte für Feinstaub

Durch nationale Umweltschutzbehörden wurden unterschiedliche Grenzwerte festgelegt, wie in Tabelle 1 zu sehen. Für Feinstaub mit einer Partikelgröße < 10 µm (PM10) gilt seit 2005 in der Europäischen Union ein Tagesgrenzwert von 50 µg/m³, und dieser Wert darf nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden. Der zulässige Jahresmittelwert darf 40 µg/m³ nicht überschreiten. Für die besonders kritischen Partikel < 2,5 µm besteht ein Grenzwert von 25 µg/m³ Luft im Jahresmittel. Dieser Wert reduziert sich ab 01.01.2020 auf 20 µg/m³ Luft.

Unterschiedliche nationale Grenzwerte für Luftqualitätswerte

Luftqualitätswerte (AQI)		Stufen zur Bewertung der Gesundheitsgefährdung	PM2.5 24-h-Mittelwerte µg/m³			PM10 24-h-Mittelwerte µg/m³		
			Europa	USA	China	Europa	USA	China
0-50	gut	Die Qualität der Luft ist zufriedenstellend. Die Luftverschmutzung stellt ein geringes oder gar kein Risiko dar.	0-15	0-12	0-35	0-20	0-54	0-50
51-100	mäßig	Die Luftqualität ist insgesamt akzeptabel. Bei manchen Schadstoffen bestehen jedoch für einen sehr kleinen Personenkreis, der außergewöhnlich empfindlich auf Luftverschmutzung reagiert, eventuell Gesundheitsbedenken.	15-30	12,1-35,4	35-75	21-35	55-154	50-150
101-150	ungesund für empfindliche Personengruppen	Bei empfindlichen Personengruppen können gesundheitliche Auswirkungen auftreten. Die allgemeine Öffentlichkeit ist höchstwahrscheinlich nicht betroffen.	30-55	35,5-55,4	75-115	36-50	155-254	150-250
151-200	ungesund	Erste gesundheitliche Auswirkungen können sich bei allen Personengruppen einstellen. Bei empfindlichen Personengruppen können ernsthafte gesundheitliche Auswirkungen auftreten.	55-110	55,5-150,4	115-150	51-100	255-354	250-350
201-300	sehr ungesund	Gesundheitswarnung aufgrund einer Notfallsituation. Die gesamte Bevölkerung ist voraussichtlich betroffen.	>110	150,5-250,4	150-250	101-150	355-424	350-420
300+	gesundheitgefährdend	Gesundheitsalarm: Jeder könnte ernstere Auswirkungen auf die Gesundheit verspüren.		>250,4	>250	>150	>424	>420

Tabelle 1

## Feinstaubsensoren und Messverfahren

Die Qualität eines Feinstaub-Messgeräts ist wesentlich vom eingesetzten Sensor abhängig. Beim ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5 kommt – wie bereits erwähnt – ein besonders hochwertiger Sensor der Firma Sensirion aus der Schweiz zum Einsatz, der für mindestens 8 Jahre Dauerbetrieb in belasteter Umgebungsluft ausgelegt ist. Durch das Strömungsdesign werden alle optischen Komponenten des Sensors auch in stark belasteter Umgebung sauber gehalten.

Feinstaubwerte werden üblicherweise als „Massekonzentration“ in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen, wobei diese Angabe eigentlich auf ältere Messmethoden zurückzuführen ist. Für Echtzeitmessungen werden moderne optische Partikelzähler eingesetzt, die auf Streuung von Licht an den in der Luft schwebenden Partikeln basieren. Mittlerweile ist die Streulichtmessung die am häufigsten genutzte Messmethode. In diesen Geräten werden Partikel gezielt durch den Strahl einer Lichtquelle (üblicherweise durch einen Laserstrahl) geführt, und das dabei verursachte Streulicht wird von einer Fotodiode erfasst und ausgewertet.

Die Qualität der Massebestimmung hängt natürlich auch stark von den Algorithmen des Sensor-Herstellers zur Konvertierung des optischen Messsignals in die Massekonzentration des Feinstaubes ab. Darüber hinaus hat die interne Strömungsführung einen starken Einfluss auf die Langzeitstabilität des Sensors, da sich Partikel, bei einer schlechten Strömungsauslegung, an den optischen Komponenten (Laser, Fotodiode, Strahlfalle) absetzen können und damit die Messgenauigkeit im Laufe der Zeit verschlechtern. Die Auswahl eines Sensors von einem erfahrenen Hersteller ist eines der wichtigsten Kriterien für ein langzeitstabiles Messgerät.

Beim Sensirion-Sensor wird die Partikelkonzentration bezogen auf die Größen direkt über eine UART-Schnittstelle ausgegeben. Ein im Sensor integrierter Lüfter sorgt für eine definierte Luftmenge im Erfassungszeitraum und ermöglicht darüber hinaus eine automatische Reinigungsfunktion.

## Arbeitsprinzip des Sensirion-Feinstaubsensoren

Das Arbeitsprinzip des Sensirion-Feinstaubsensoren basiert auf einem optischen Verfahren, in dem die Streuung von Laserlicht mithilfe eines optischen Sensors (Fotodiode) ausgewertet wird, wie im Blockschaltbild (Bild 2) zu sehen ist. Ein geregelter Lüfter sorgt für einen definierten Luftstrom durch den Sensor. Im Luftstrom enthaltene Partikel erzeugen in der Messkammer Streulicht, das wiederum von einer Fotodiode in elektrische Signale gewandelt wird (siehe auch [Elektronikwissen](#)). Entscheidend ist, dass der Laserstrahl im Erfassungsbereich stark fokussiert ist, um eine Bewertung der Partikelgröße zu ermöglichen. Bild 3 verdeutlicht die prinzipiellen Zusammenhänge.

Ein bereits im Sensirion-Feinstaubsensor integrierter Mikrocontroller verarbeitet die gewandelten Signale, und mithilfe von proprietären Sensirion-Algorithmen erfolgt die Erzeugung der Ausgabewerte für die Massen- und Mengenkonzentrationen. Die Al-

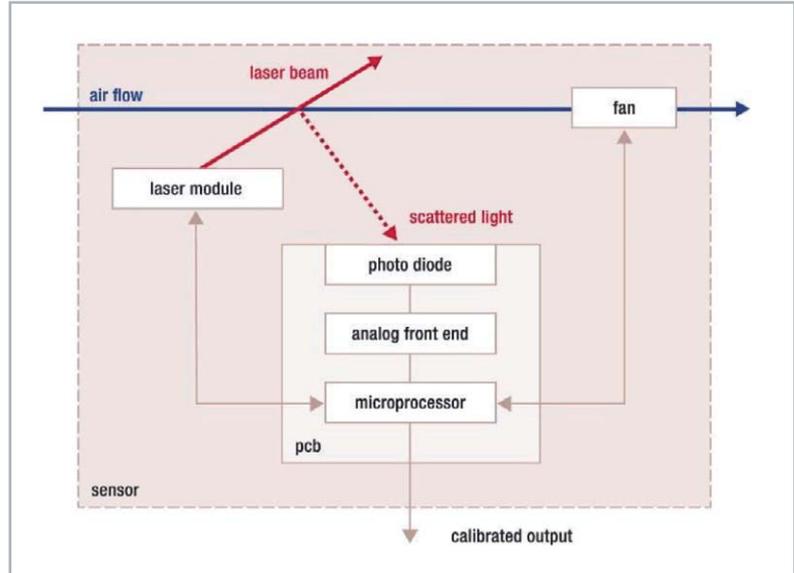


Bild 2: Blockschema des Feinstaubsensoren (Quelle: Sensirion)

gorithmen des Sensorherstellers in Verbindung mit dem Frontend-Design sind somit die entscheidenden Voraussetzungen für eine zuverlässige Langzeitfunktion. Hier unterscheidet sich der Sensirion-Sensor deutlich von Feinstaubsensoren im Niedrigpreissegment. Im Sensor schützt eine ausgeklügelte Strömungsführung alle für die zuverlässige Messung erforderlichen optischen Komponenten im Betrieb vor Verschmutzung. Die Sensirion-Algorithmen ermöglichen die Bestimmung der Größenklassen unabhängig vom Partikeltyp, wobei die Genauigkeit des Sensors bei einer Massenkonzentration von  $0-100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit  $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und von  $100-1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit  $\pm 10 \%$  angegeben ist.

## Grundsätzliche Funktionen

Beim Feinstaub-Messgerät PM2.5 handelt es sich um ein komfortables Handmessgerät, dessen Funktionen über die eines einfachen Feinstaubsensoren weit hinausgehen.

Von folgenden Partikeln können die Massenkonzentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und die Mengenkonzentration (Partikelanzahl/ $\text{cm}^3$ ) gemessen werden:

- Massenkonzentration: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
- Mengenkonzentration: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0

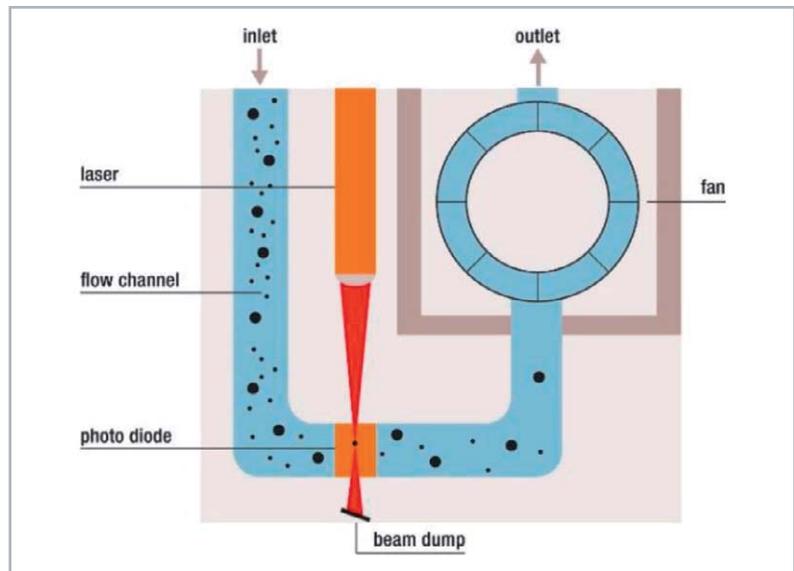


Bild 3: Arbeitsprinzip des Sensors (Quelle: Sensirion)



Durch den Einsatz eines OLED-Farb-Grafikdisplays 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“ [3] grafisch und tabellarisch dargestellt respektive exportiert werden.

Da aufgrund des Energiebedarfs des Feinstaubensors das Messgerät mit einem wiederaufladbaren Lithium-Akku ausgestattet ist, erfolgt über die Micro-USB-Buchse auch die Ladung des integrierten Lithium-Polymer-Akkus.

Eine Datenlogger-Funktion mit Datenspeicher rundet den Funktionsumfang ab.

Untergebracht ist das Gerät im ELV Schiebegehäuse, und die komfortable Menüführung erfolgt mithilfe eines Drehimpulsgebers.

## Bedienung

Die Menüführung mithilfe eines Drehimpulsgebers mit Tastfunktion sowie die beiden zusätzlichen Schnellwahltasten sorgen für eine sehr komfortable Bedienung des PM2.5. Zur grafischen und numerischen Darstellung der Messwerte stehen unterschiedliche Anzeigemodi zur Verfügung. Neben der Darstellung der Partikelkonzentrationen bezogen auf die jeweilige Partikelgröße kann die Darstellung der Partikelverteilung in Form von Balkendiagrammen angezeigt werden.

Nach dem Einschalten des Messgeräts wird nach Anzeige des Startbildschirms zuerst ein Reinigungsprozess des Sensors mit einem erhöhten Luftstrom durchgeführt, um den kompletten Strömungspfad sauber zu halten. Auf dem Bildschirm erfolgt ein entsprechender Hinweis (Bild 4). Danach wird direkt die PM2.5-Partikelkonzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angezeigt. Wie in Bild 5 zu sehen, liefert eine farbige Balkenanzeige Hinweise zur Bewertung des Messergebnisses.

Bei einer Versorgung per Akku wird der Ladestatus in der oberen linken Ecke des Hauptbildschirms dargestellt.

Die Aufzeichnung der Messdaten wird durch das Drücken der Kombination des Tasters F2 in Verbindung mit der Drehimpulsgebertaste „Select/

Menu“ gestartet bzw. gestoppt. Eine aktive Aufzeichnung wird in der oberen rechten Ecke des Displays durch den roten Schriftzug „REC“ angezeigt. Zudem blinkt in diesem Betriebsmodus die rote „aktive“ LED im 10-Sekunden-Takt. Bei einer laufenden Aufzeichnung kann das Hauptmenü des PM2.5 nicht aufgerufen werden.

Mittels der beiden Schnellwahltaster F1 und F2, die als Softkeys (Taste, die abhängig von einer zugehörigen Bildschirmanzeige unterschiedliche Funktionen ausführt) fungieren, können unterschiedliche Menüs und Funktionen aufgerufen werden, wobei nach dem Einschalten die Funktionstaste F1 automatisch aktiv ist. Die jeweils aktive Funktionstaste wird im Display gelb angezeigt.

Mit dem Drehimpulsgeber können nun nacheinander folgende Funktionen aufgerufen werden:

- Massenkonzentration bezogen auf die ausgewählte Partikelgröße (Bild 5)
- Mengenkonzentration bezogen auf die ausgewählte Partikelgröße (Bild 6)
- Typische Partikelgröße (Bild 7)
- Partikelverteilung bezogen auf die Massenkonzentration (Bild 8)
- Partikelverteilung bezogen auf die Mengenkonzentration

Wenn die Funktionstaste F2 aktiviert wird (gelb im Display angezeigt), kann mit dem Drehimpulsgeber die Auswahl der anzuzeigenden Partikelgröße erfolgen.

Durch Betätigen des Tasters



Bild 4: Reinigung des Sensors



Bild 5: Massenkonzentration bezogen auf die ausgewählte Partikelgröße



Bild 6: Mengenkonzentration bezogen auf die ausgewählte Partikelgröße

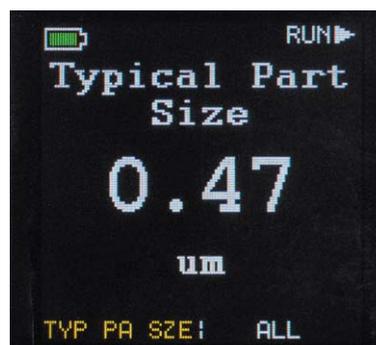


Bild 7: Typische Partikelgröße

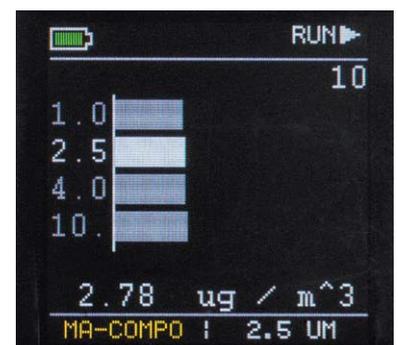


Bild 8: Partikelverteilung bezogen auf die Massenkonzentration

„Select/Menu“ kann das Hauptmenü des PM2.5 aufgerufen werden (Bild 9). Die einzelnen Menüpunkte werden durch Drehen des Drehimpulsgebers (Inkrementalgeber) ausgewählt und durch den Taster „Select/Menu“ bestätigt.

Mit dem Menüpunkt POWER OFF erfolgt das Ausschalten des Feinstaub-Messgeräts PM2.5. Die einzige Komponente, die in diesem Betriebszustand aktiv bleibt, ist die Echtzeituhr-Einheit, wodurch der Akku nur mit einem sehr geringen Strom belastet wird. Dies hat den Vorteil, dass kein erneutes Einstellen der Uhrzeit bei einem Neustart des Geräts erforderlich ist. In der Grundkonfiguration schaltet sich das Gerät automatisch nach 10 Minuten ab, sofern keine Messung gestartet wurde, damit der Akku nicht unnötig entladen wird, falls eine ungewollte Aktivierung des PM2.5 stattgefunden hat.

Uhrzeit sowie Datum kann man bei Bedarf (beispielsweise nach der Erstinbetriebnahme) unter dem Punkt DEVICE einstellen (Bild 10).

Im Hauptmenü kann unter MEASURE das Messintervall (Sampling-Rate: 1 Sekunde, 10 Sekunden, 1 Minute, 10 Minuten, 30 Minuten, 60 Minuten) ausgewählt werden (Bild 11).

Unter dem Menüpunkt DISPLAY kann das LCD TIMEOUT verändert werden, d. h., es sind jeweils die Zeitspannen festlegbar, nach denen sich das

Display im Akku- bzw. USB-Betrieb deaktivieren soll, um Energie zu sparen (Bild 12).

Unter dem Menüpunkt SENSOR wird die Seriennummer des Sensors angezeigt, und zusätzlich kann man hier ein zyklisches Reinigungsintervall des Sensors vorgeben (Bild 13). Damit ist sichergestellt, dass auch bei Dauerbetrieb eine automatische Reinigung des Strömungspfad erfolgt.

Die Einstellungen unter den Menüpunkten im Hauptmenü werden dauerhaft nach dem Verlassen der entsprechenden Menüpunkte gespeichert, sodass diese auch nach einem Gerätestart oder einer Unterbrechung der Spannungszufuhr erhalten bleiben.

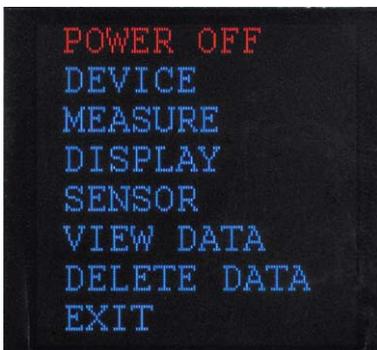


Bild 9: Hauptmenü des PM2.5



Bild 10: SET DATE, Uhrzeit und Datum einstellen



Bild 11: Sampling-Rate einstellen

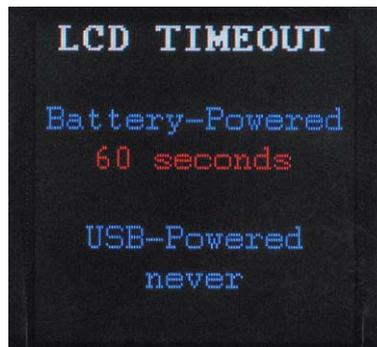


Bild 12: Menüpunkt DISPLAY zur Einstellung des Timeout bei Akku- oder USB-Versorgung

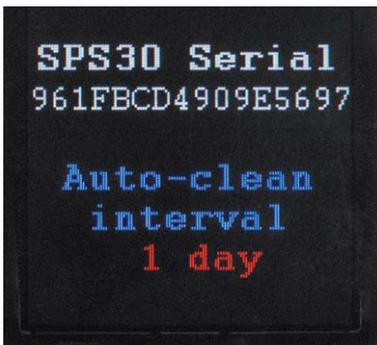


Bild 13: Auswahl des Reinigungsintervalls unter dem Menüpunkt SENSOR

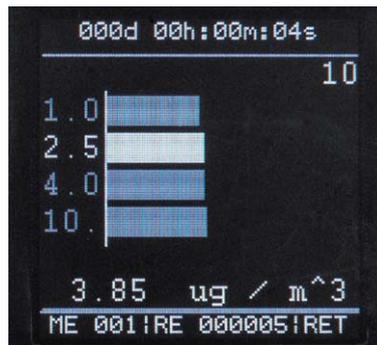


Bild 14: Aufgezeichnete Messdatensätze



Bild 15: Aufgezeichnete Messdatensätze löschen



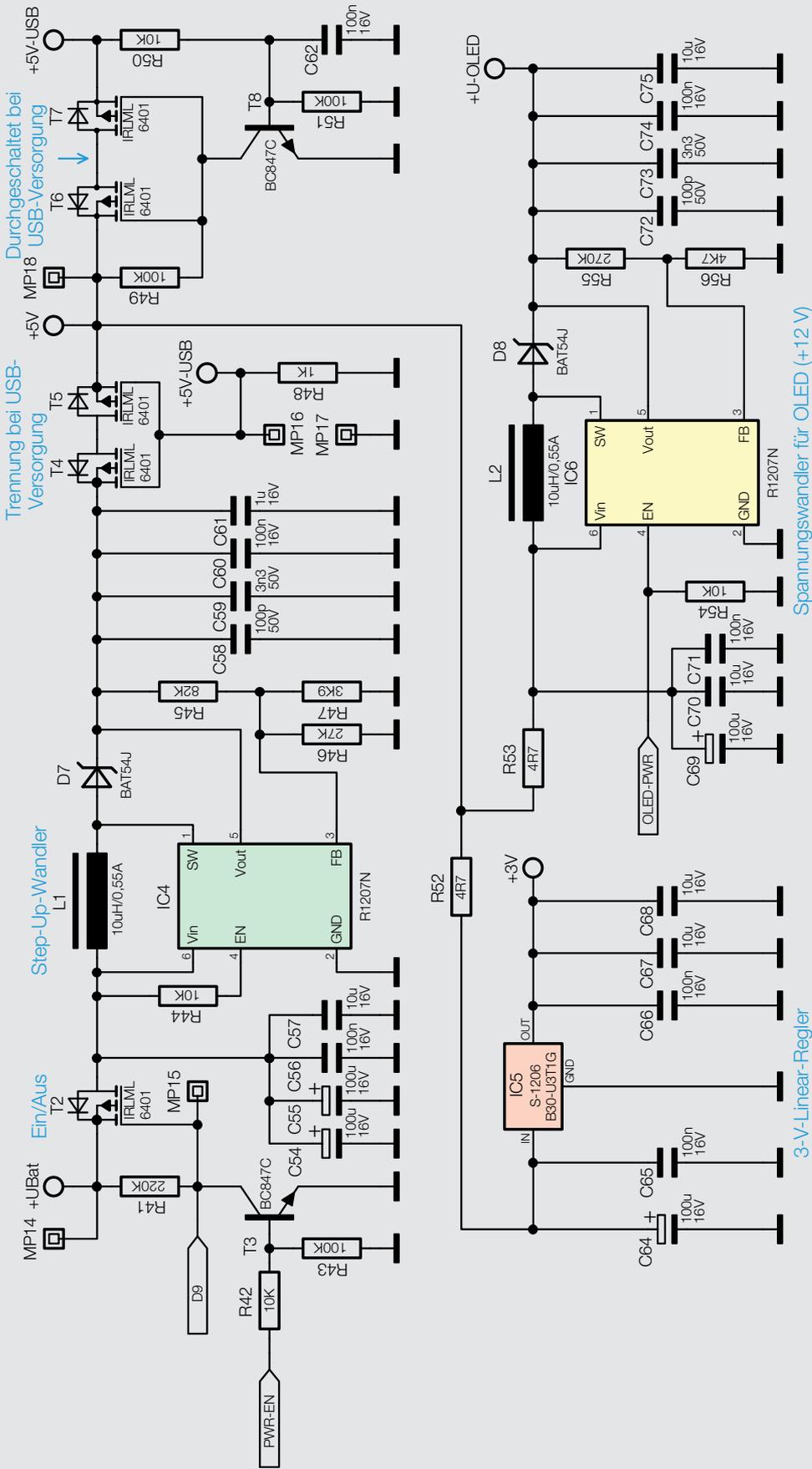


Bild 17: Spannungsversorgung des Feinstaub-Messgeräts PM2.5

Für das PM2.5 gibt es folgende Versorgungssituationen:

- Gerät ist ausgeschaltet (Sleep-Modus)
- Gerät ist Akku-versorgt im Messmodus
- Gerät ist Akku-versorgt im aktiven Modus
- Gerät ist USB-versorgt

Im ausgeschalteten Zustand wird nur die Echtzeituhr-Einheit des Mikrocontrollers durch den Akku mit Spannung versorgt, da die Batteriespannung an Pin 1 des Mikrocontrollers immer zugeführt wird. Sobald man den Taster des Inkrementalgebers TA1 betätigt, wird das Gate des Transistors T2 im Spannungsversorgungsteil über die Diode D3 und den Widerstand R18 (Bild 18, Mikrocontroller-Einheit) auf Low gezogen. T2 schaltet durch, und der Controller nimmt in diesem Moment seine komplette Arbeit auf. Der Controller steuert dann die Basis von T3 an, wodurch dieser leitend wird und als Selbsthaltung fungiert. Das Gate des MOSFET T2 wird dann unabhängig von der Betätigung des Inkrementalgeber-Tasters auf Massepotential gezogen.

Der Eingang des Schaltreglers IC4 ist mit Spannung versorgt, und dessen Ausgangsspannung gelangt über T4 und T5 und den Widerstand R52 auf den Eingang des Linearreglers IC5. Die am Ausgang von IC5 zur Verfügung stehende Spannung dient zur Versorgung des Mikrocontrollers mit Peripherie.

Der mit IC6 aufgebaute und über R53 versorgte Schaltregler dient zur Erzeugung der Spannung für das Displaymodul. Dieser Schaltregler benötigt zusätzlich ein Enable-Signal vom Mikrocontroller, wenn das Display zugeschaltet werden soll (OLED-PWR).

Sobald man das Feinstaub-Messgerät über USB mit Spannung versorgt, erkennt dies der Mikrocontroller über den 5-V-toleranten Eingang an Pin 45 (+5V-USB). Da der Mikrocontroller die anliegende USB-Spannung detektiert hat, kann dieser nun mittels des Transistors T3 den FET T2 sperren. In diesem Betriebszustand wird der Akku nicht mehr nennenswert belastet.



### Mikrocontroller-Einheit

Die Mikrocontroller-Einheit ist in Bild 18 zu sehen, wobei der Controller IC1 die komplette Steuerung übernimmt. Im PM2.5 kommt der 32-Bit-Mikrocontroller STM32F107RC in ARM-Cortex-M3-Architektur zum Einsatz. Der Controller ist für den Betrieb mit einer Spannung von 1,8 V bis 3,6 V ausgelegt. Mittels des externen 24-MHz-Quarzes Q1 wird der Grund-

takt des Controllers erzeugt. Dabei erzeugt der Controller intern mittels PLL seinen 72-MHz-Arbeitstakt.

Durch den externen 32,768-kHz-Uhrenquarz (Q2) wird der Takt für die Echtzeituhr-Einheit vorgegeben, so ist im Sleep-Modus ein extrem stromsparender Betrieb möglich. Der 4-MBit-Datenspeicher (IC2), in dem

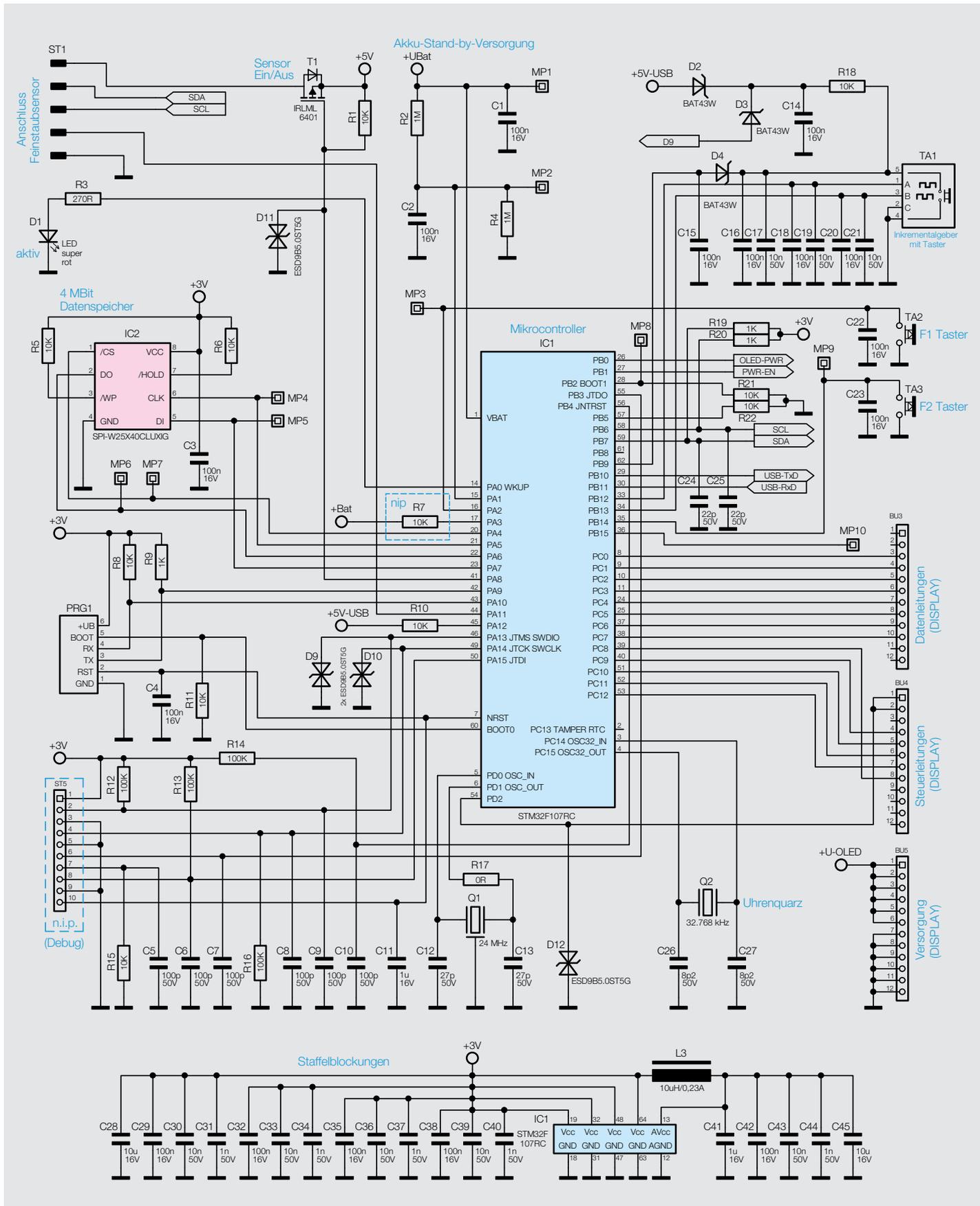


Bild 18: Mikrocontroller-Einheit des Feinstaub-Messgeräts PM2.5

die Messwerte gespeichert werden, ist über eine SPI-Schnittstelle direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Hierfür nutzen wir die Datenleitungen D0, DI, CLK sowie Chip-Select.

Der Sensirion-Feinstaubsensor verfügt über eine I<sup>2</sup>C-Schnittstelle. Der Sensor ist über ST1 mit dem I<sup>2</sup>C-Bus des Mikrocontrollers verbunden.

Zur Bedienung des PM2.5 stehen ein Inkrementalgeber mit Tastfunktion (TA1) und 2 separate Tasten zur Verfügung, die direkt am Mikrocontroller angeschlossen sind. Die Kondensatoren parallel zu den Tasten und zu den Anschlüssen des Drehimpulsgebers (C15 – C23) dienen dabei zur Entprellung und Störunterdrückung. Die Status-LED D1 wird über den Widerstand R3 vom Mikrocontroller angesteuert.

### OLED-Displayeinheit

Zur Visualisierung der Messwerte des PM2.5 dient ein OLED-Displaymodul, dessen Schaltung in Bild 19 dargestellt ist. Das OLED-Modul wird auf die Buchsenleisten BU3 bis BU5 gesteckt und hierüber mit Daten sowie den erforderlichen Spannungen von 3 V und 12 V versorgt.

Neben den 3 V für den Displaycontroller, welche über die Pins 1 und 2 der Buchsenleiste BU4 von Port PD2 des Controllers zugeführt werden, benötigt das OLED-Display eine zusätzliche 12-V-Spannung für das Panel. Diese „Panel-Spannung“ wird dem OLED-Modul über die Pins 1 bis 6 der Buchsenleiste BU5 zur Verfügung gestellt. Auf der Displayplatine befinden sich lediglich die zum Betrieb des OLEDs benötigten Bauteile sowie die drei Stiftleisten, die die Verbindung zur Basisplatine herstellen.

### Sensirion-Feinstaubsensor

Der Sensirion-Feinstaubsensor, der bereits die aufbereiteten Messdaten liefert, wird an die 5-polige Stiftleiste ST1 angeschlossen. Die 5-V-Spannungsversorgung des Sensors kann über den Transistor T1 geschaltet werden.

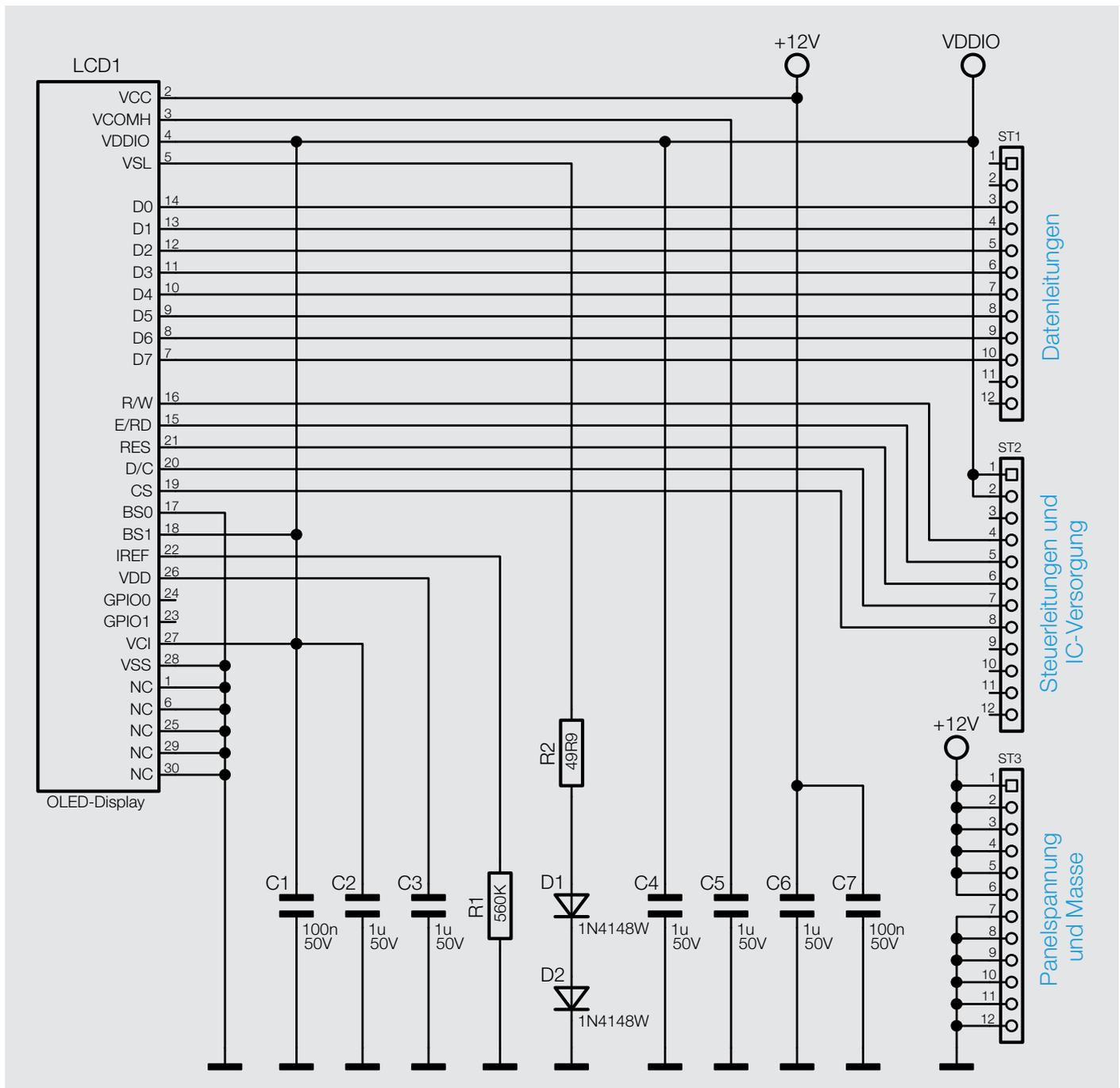


Bild 19: OLED-Displayeinheit

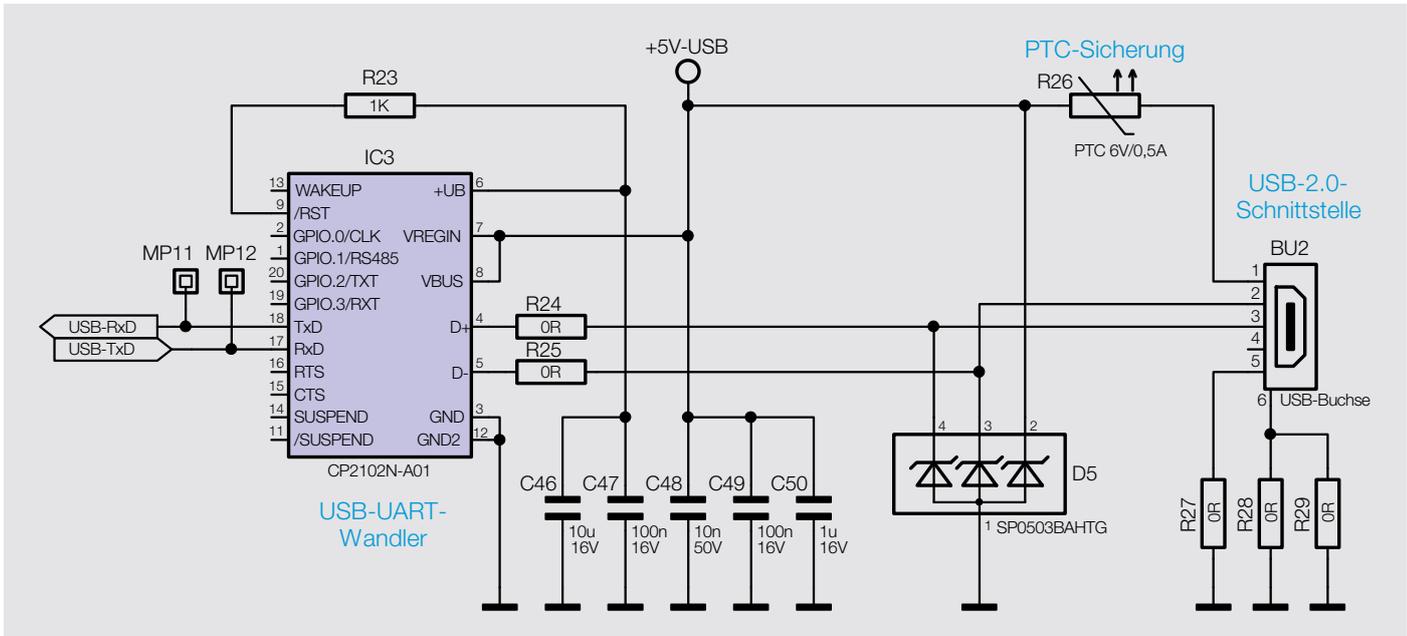


Bild 20: USB-Schnittstelle des Feinstaub-Messgeräts PM2.5

**USB-Schnittstelle**

In Bild 20 ist die USB-Schnittstelle des Feinstaub-Messgeräts PM2.5 zu sehen, wo der Schnittstellenwandler IC3 vom Typ CP2102 die gesamte Konvertierung der Datensignale übernimmt. An Pin 4 (D+) und Pin 5 (D-) erfolgt der Anschluss an den USB-Port.

IC-intern erfolgt die Umsetzung der differenziell ankommenden Datensignale in UART-Signale, die dann an den entsprechend bezeichneten Ausgängen zur Verfügung stehen. Von Interesse sind in unserem Fall aber nur die beiden Datensignale „RxD“ und „TxD“ an Pin 17 und Pin 18.

Ein vom USB-Port kommendes Datensignal liegt am Ausgang „TxD“ von IC3 an und gelangt dann direkt zum Mikrocontroller IC1. Umgekehrt gelangt das USB-TxD-Signal vom Mikrocontroller direkt auf Pin 17 des Schnittstellenwandlers (IC3).

Trotz der sehr komplexen Funktion des eigentlichen Schnittstellenwandlers (IC3) benötigt dieser zum Betrieb nur wenige externe Bauteile. Die über die USB-Buchse BU1 zugeführte USB-Spannung gelangt über den PTC R26 zum Wandler-Baustein und zur USB-Versorgung der gesamten Schaltung des Feinstaub-Messgeräts (+5V-USB). Die Kondensatoren C46 bis C50 dienen zur Pufferung und zur Störunterdrückung im Bereich der USB-Schnittstelle.

**Nachbau**

Auch wenn es sich beim Feinstaub-Messgerät PM2.5 um ein recht komplexes Gerät handelt, ist der praktische Aufbau erstaunlich einfach, da bis auf TA1 alle Bauelemente in SMD-Ausführung sind und diese bei ELV Bausätzen bereits werkseitig vorbestückt sind.

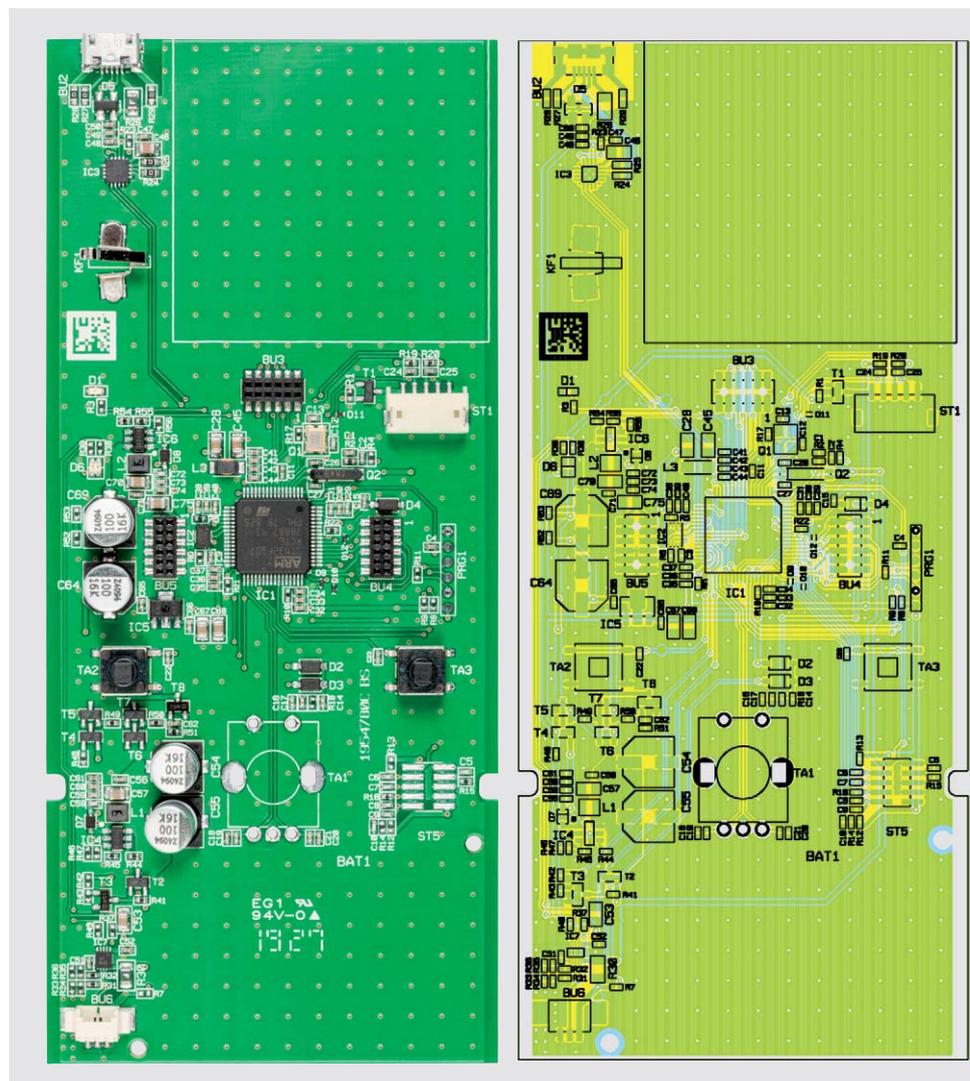


Bild 21: Leiterplatte des Feinstaub-Messgeräts von der Platinenoberseite mit zugehörigem Bestückungsplan

Der Nachbau beschränkt sich daher im Wesentlichen auf den Zusammenbau. **Bild 21** zeigt die Platine im Auslieferungszustand von der Oberseite (Bestückungsseite) mit zugehörigem Bestückungsplan und in **Bild 22** ist die Platine von der Unterseite zu sehen (hier befinden sich keine Bauteile).

Das einzige zu bestückende bedrahtete Bauteil ist der Inkrementalgeber mit Tastfunktion (TA1) (**Bild 23**). Dazu muss das Bauteil in die vorbereiteten

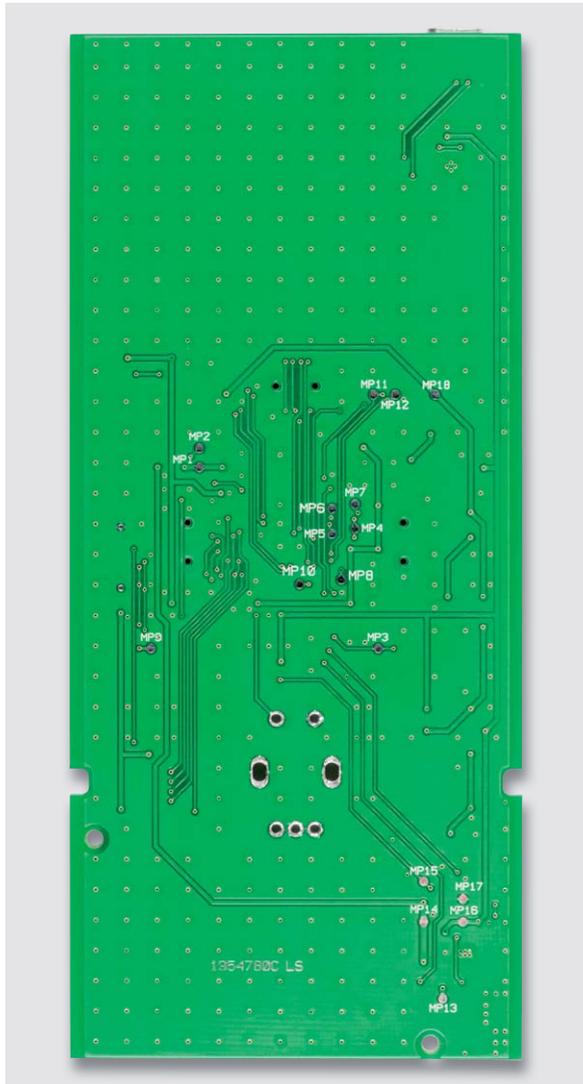


Bild 22: Leiterplatte des Feinstaub-Messgeräts von der Platinenunterseite

Löcher gesteckt und eingerastet werden, sodass das Bauteil plan auf der Platine aufliegt. Letztendlich sind alle sieben Anschlusspins auf der Lötseite sorgfältig zu verlöten. Überstehende Anschlüsse sind, falls erforderlich, auf eine maximale Länge von etwa 3 mm zu kürzen (**Bild 24**).

### Zusammenbau Displaymodul

Die einzelnen Schritte zum Zusammenbau des Displaymoduls sind in **Bild 25** zusammengefasst. Auch hier sind alle SMD-Bauteile vorbestückt und auf dem beiliegenden Displayrahmen sind bereits zwei Klebestreifen angebracht. Der Rahmen besitzt einige Rastnasen, die in die entsprechenden Öffnungen der Displayplatine passen, um somit ein falsches Montieren zu verhindern. Dies sollte im Vorfeld bereits einmal getestet werden, da ein nachträgliches Entfernen eines klebenden Displayrahmens sehr schwierig ist.

Damit dieser Displayrahmen auf die Displayplatine montiert werden kann, muss zunächst der Schutzfilm von dem auf der Unterseite befindlichen Klebestreifen entfernt und der Rahmen anschließend unter Zuhilfenahme der Rastnasen auf die Oberseite des Moduls gedrückt werden. Der nächste Schritt ist das Befestigen des eigentlichen OLED-Displays an dem Rahmen. Zunächst wird der Kontaktanschluss auf der Unterseite des Moduls geöffnet, indem der kleine Hebel umgelegt wird und damit senkrecht zur Platine steht. Nun kann die Kontaktfolie des Displays in den Anschluss gesteckt und der Hebel wieder heruntergedrückt werden. Dabei ist in diesem Schritt unbedingt darauf zu achten, dass das Display nicht falsch herum eingesteckt wird. Anhand von **Bild 25** kann man die korrekte Montage kontrollieren. Zuletzt wird nun der Schutzfilm des zweiten Klebestreifens entfernt und der Glaskörper des OLEDs mit leichtem Druck in den Rahmen geklebt.

Nachdem die Displayplatine fertig aufgebaut ist (**Bild 26**), kann diese später auf die Basisplatine aufgesteckt werden.



Bild 23: Inkrementalgeber mit Tastfunktion

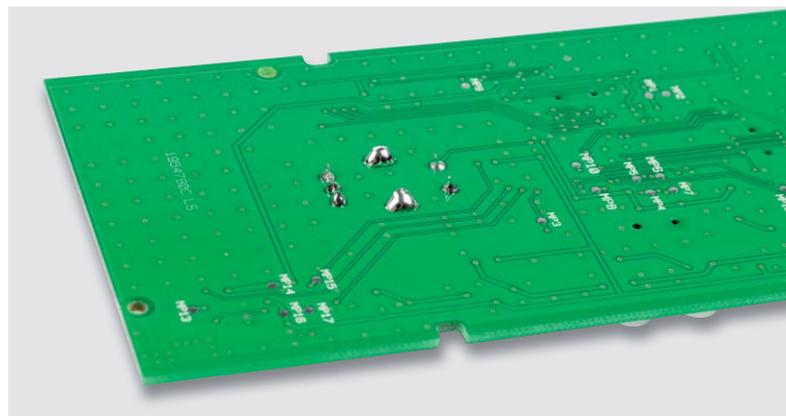
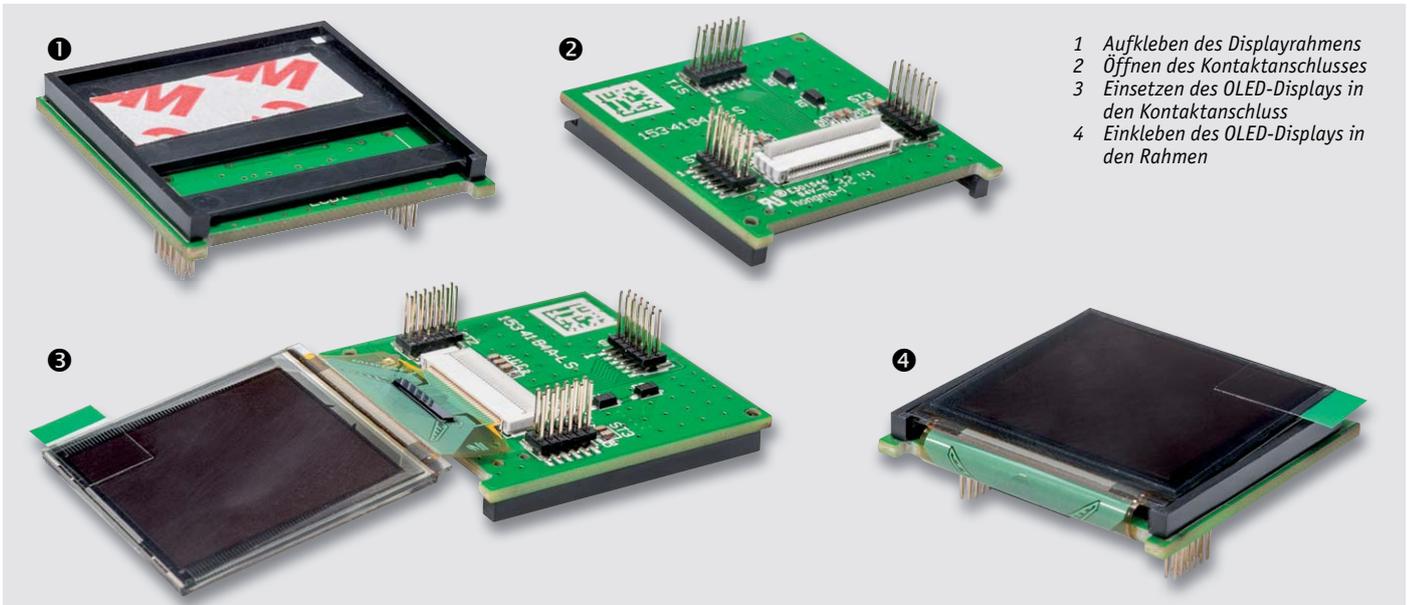


Bild 24: Verlöten des Inkrementalgebers mit Tastfunktion an der Platinenunterseite



- 1 Aufkleben des Displayrahmens
- 2 Öffnen des Kontaktanschlusses
- 3 Einsetzen des OLED-Displays in den Kontaktanschluss
- 4 Einkleben des OLED-Displays in den Rahmen

Bild 25: Die einzelnen Montageschritte beim Zusammenbau des OLED-Displaymoduls

### Montage des Akkus

Der Lithium-Akku mit Steckverbinder ist im ersten Arbeitsschritt in das dafür vorgesehene Schutzgehäuse einzusetzen, d. h., der Akku wird mit einem doppelseitigen Klebebandabschnitt in die Unterschale des Akku-Gehäuses geklebt. Die Verschraubung beider Gehäusehälften erfolgt später bei der Montage des Akkus auf der Platine. Bild 27 zeigt die dafür erforderlichen Montageschritte. Das Akku-Gehäuse dient zum Schutz des Akkus, um alle normativen Anforderungen an Lithium-Akkus zu erfüllen.



Bild 26: Fertig aufgebautes Displaymodul

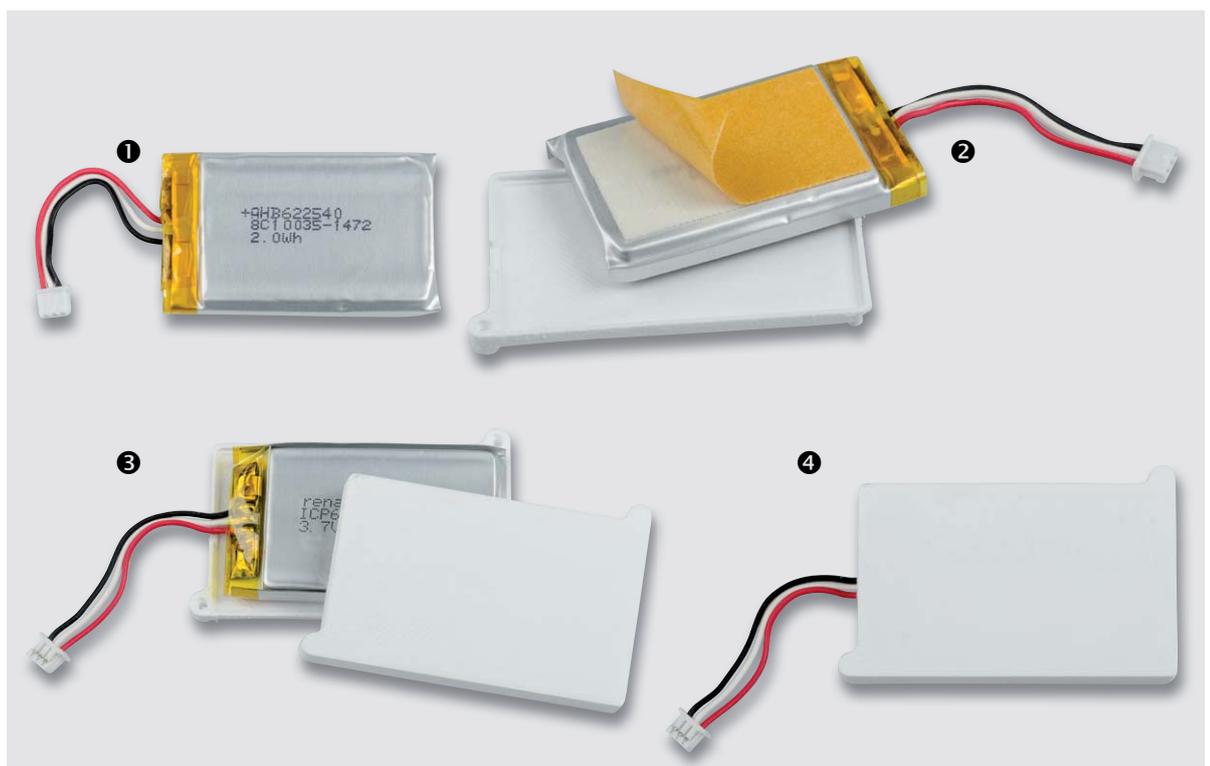


Bild 27: Die einzelnen Montageschritte zum Einbau des Lithium-Akkus in das Schutzgehäuse

### Montage des Feinstaubsenors

Zur Montage des Feinstaubsenors ist zunächst die Kontaktfeder KF1 entsprechend Bild 28 in die endgültige Position zu biegen. Letztendlich muss dieser Kontakt federnd gegen das Metallgehäuse des Feinstaubsenors drücken, um zum ESD-Schutz eine Masse-Kontaktierung herzustellen.

Danach wird die Schutzfolie des Feinstaubsenors komplett entfernt (Bild 29) und eine doppelseitige Schaumstoff-Klebefolie entsprechend Bild 30 aufgeklebt. Das 5-polige Anschlusskabel des Sensors (Bild 31) ist sorgfältig an den Feinstaubsensor anzuschließen.



Bild 29: Entfernen der Schutzfolie vom Feinstaubsensor

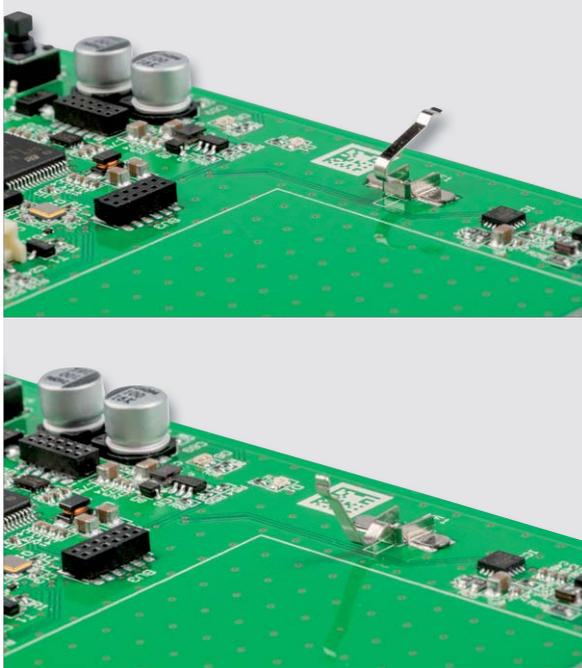


Bild 28: Biegen der Kontaktfeder KF1 in die endgültige Position



Bild 30: Anbringen einer doppelseitigen Schaumstoff-Klebefolie am Sensor

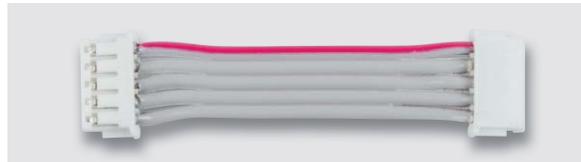


Bild 31: 5-poliges Anschlusskabel des Sensors

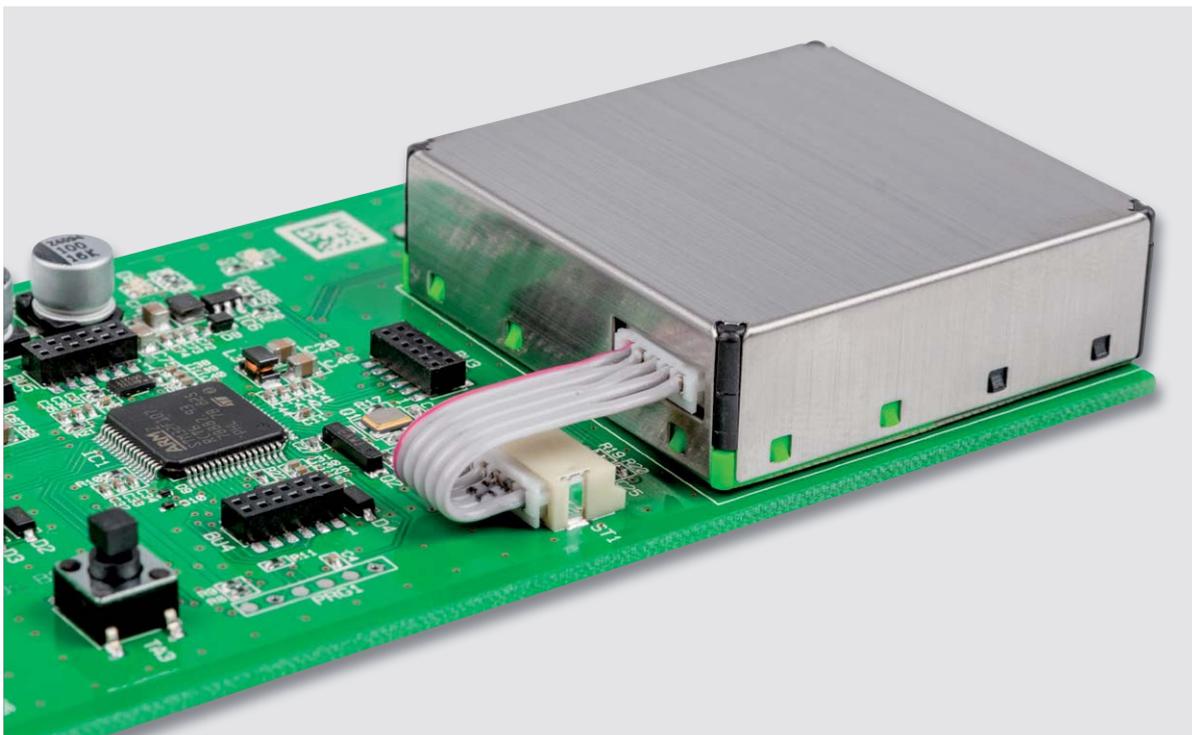


Bild 32: Anschließen des Sensorkabels an die Leiterplatte



Im nächsten Schritt wird der Sensor auf die Leiterplatte geklebt, wobei der auf der Leiterplatte aufgedruckte Rahmen zur Orientierung dient. Zur Montage des Sensors ist es ratsam, das Displaymodul kurz aufzustecken, da das Sensormodul direkt am Display anliegen muss. Besondere Sorgfalt ist angebracht, da die Stiftleisten sehr empfindlich sind und leicht verbiegen können. Nach dem Aufkleben des Sensormoduls wird das Displaymodul zunächst wieder abgezogen. Das andere Ende des Anschlusskabels wird, wie in Bild 32 zu sehen, an ST1 der Leiterplatte angeschlossen.

### Endmontage des Feinstaub-Messgeräts

Zur Endmontage sind die Tastkappen für die Taster TA2 und TA3, wie in Bild 33 zu sehen, mit etwas Druck aufzusetzen. Danach wird das Display endgültig aufgesteckt. Man muss darauf achten, dass die Stiftleisten nicht versetzt aufgesteckt werden, dies führt bei der Inbetriebnahme zur Fehlfunktion bzw. zur Zerstörung von Bauteilen. Das Drehrad des Drehimpulsgebers besteht aus zwei Teilen und ist entsprechend Bild 34 zusammenzusetzen und dann mit etwas Druck auf TA1 zu drücken.

Nun ist der Akkuhalter mit den beiden zugehörigen Schrauben auf die Platine zu schrauben und entsprechend Bild 35 an BU6 anzuschließen. Über die beiden LED-Lichtleiter im Gehäuseoberteil wird jeweils ein 13 mm langer Isolierschlauchabschnitt geschoben (wie in Bild 36 zu sehen), damit keine gegenseitige Beeinflussung erfolgt.

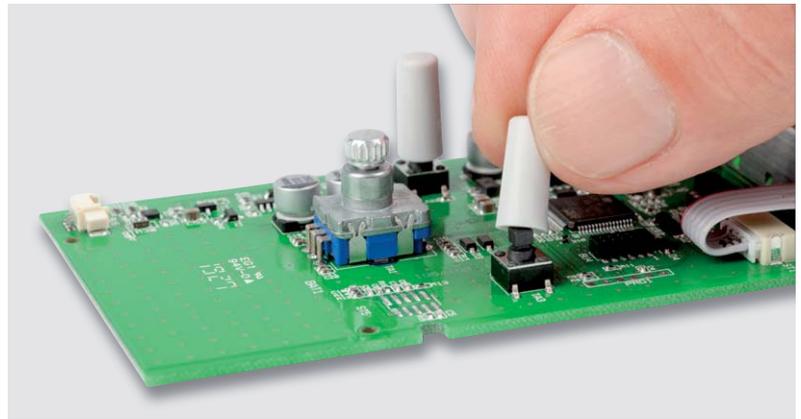


Bild 33: Aufpressen der Tastkappen auf die Taster TA2 und TA3

Bild 34: Zusammen-  
setzen des Drehrads  
für den Drehimpuls-  
geber

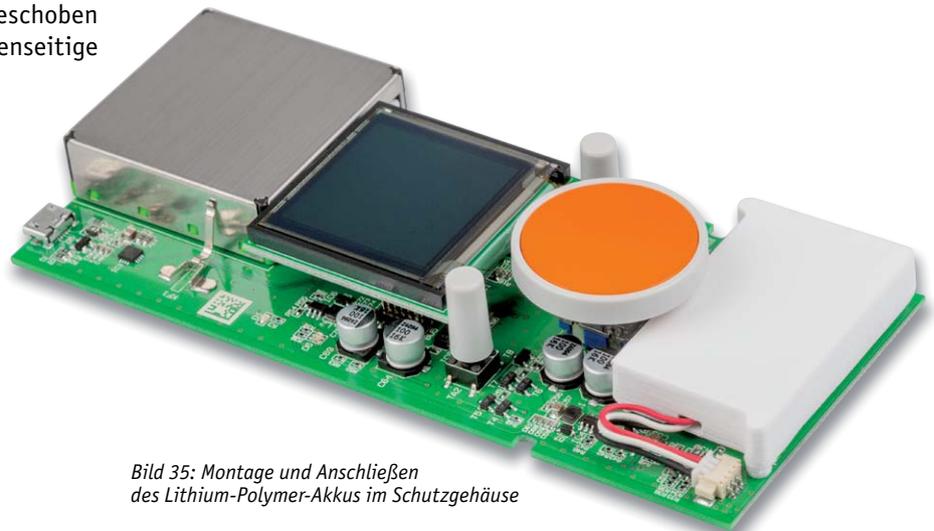


Bild 35: Montage und Anschließen  
des Lithium-Polymer-Akkus im Schutzgehäuse



### Wichtiger Hinweis:

Bei der Verwendung eines externen Netzteils am USB-Anschluss muss es sich zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.



Bild 36: Montage der Isolierschlauchabschnitte zur Verhinderung von gegenseitigen Beeinflussungen

Widerstände:	
0 Ω/SMD/0402	R17, R32
0 Ω/SMD/0603	R24, R25, R27–R29
4,7 Ω/SMD/0402	R52, R53
270 Ω/SMD/0402	R3
1 kΩ/SMD/0402	R9, R19, R20, R23, R48
1,5 kΩ/SMD/0402	R38, R39
3,3 kΩ/SMD/0402	R34
3,9 kΩ/SMD/0402	R47
4,7 kΩ/SMD/0402	R56
6,8 kΩ/SMD/0402	R36
10 kΩ/SMD/0402	R1, R5, R6, R8, R10, R11, R15, R18, R21 R22, R31, R37, R40, R42, R44, R50, R54
27 kΩ/SMD/0402	R46
82 kΩ/SMD/0402	R45
100 kΩ/SMD/0402	R12–R14, R16, R43, R49, R51
220 kΩ/SMD/0402	R41
270 kΩ/SMD/0402	R55
470 kΩ/SMD/0402	R35
1 MΩ/SMD/0402	R2, R4
PTC/0.5 A/6 V/SMD/0805	R26, R30
Kondensatoren:	
8,2 pF/50 V/SMD/0402	C26, C27
22 pF/50 V/SMD/0402	C24, C25
27 pF/50 V/SMD/0402	C12, C13
100 pF/50 V/SMD/0402	C5–C9, C10, C58, C72
1 nF/50 V/SMD/0402	C31, C34, C37, C40, C44
3,3 nF/50 V/SMD/0402	C59, C73
10 nF/50 V/SMD/0402	C17, C19, C21, C30, C33 C36, C39, C43, C48
100 nF/16 V/SMD/0402	C1–C4, C14–C16, C18, C20, C22, C23, C29, C32, C35, C38, C42, C47, C49, C51, C52, C56, C60, C62, C65, C66, C71, C74
1 μF/16 V/SMD/0402	C11, C41, C50, C61
10 μF/16 V/SMD/0805	C28, C45, C46, C53, C57, C67, C68, C70, C75
100 μF/16 V/SMD	C54, C55, C64, C69
Halbleiter:	
ELV191693/SMD	IC1
W25X40CLUXIG/USON-8	IC2
ELV191694/SMD	IC3
R1207N823B/SMD	IC4, IC6

S-1206B30-U3T1G/SMD	IC5
AAT3693IDH-AA-T1/SMD	IC7
IRLML6401/SMD	T1, T2, T4–T7
BC847C/SMD	T3, T8
BAT43W/SMD	D2–D4
BAT54J/SMD	D7, D8
SP0503BAHTG/SMD	D5
ESD9B5.0ST5G/SMD	D9–D12
LED/rot/SMD/0603	D1
Duo-LED/rot/grün/SMD	D6
Sonstiges:	
Speicherdrosseln, SMD, 10 μH/550 mA	L1, L2
Speicherdrossel, SMD, 10 μH/230 mA	L3
Quarz, 24.000 MHz, SMD	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q2
Inkrementalgeber mit Achse und Tastschalter, 20 Impulse/360°, 20 (18°) Schritte, print, liegend	TA1
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA2, TA3
USB-Buchse, Micro B, SMD	BU2
Buchsenleisten, 2x 6-polig, SMD	BU3–BU5
Steckverbinder, Stiftleiste, PicoBlade-Serie, SMD	BU6
Steckverbinder, Stiftleiste, ZH-Serie, SMD	ST1
Federkontakt, print, bearbeitet	KF1
Feinstaubsensor	
Klebeband, doppelseitig für Sensor	
3 cm Gewebeisolierschlauch, ø 3 mm	
3 cm Sensor-Anschlusskabel, konfektioniert	
Lithium-Polymer-Akku mit Anschluss- leitung und Stecker (ICP622540PMT-01)	BAT1
Klebeband, doppelseitig für Akku	
Akkugehäuse-Oberteil, grau	
Akkugehäuse-Unterteil, grau	
Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 8 mm, Torx T6	
Gehäuseoberteil bearbeitet und bedruckt	
Gehäuseunterteil bearbeitet und bedruckt	
Displayscheibe	
Tastkappen	
Gehäusefüße, 5 x 1,6 mm, selbstklebend, schwarz	
Handdrehrad	
Handdrehradkappe, glänzend orange mit Schutzlack lackiert	

Widerstände:	
49,9 Ω/SMD/0402	R2
560 kΩ/SMD/0402	R1
Kondensatoren:	
100 nF/50 V/SMD/0603	C1, C7
1 μF/50 V/SMD/0603	C2–C6
Halbleiter:	
1N4148W/SMD	D1, D2

Sonstiges:	
OLED-Modul UG-2828GDEDF11, 128 x 128 Pixel, Vollgrafik, RGB	LCD1
FFC/FPC-Verbinder, 30-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	LCD1
Displayrahmen, schwarz	LCD1
Klebeband, doppelseitig, 12 x 0,1 mm, transparent	
Stiftleisten, 2x 6-polig, 8,8 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD	ST1–ST3



Danach ist die Platine so in das Schiebegehäuse einzulegen, dass die Gehäusezapfen in die Platinen-Aussparungen ragen (Bild 37). Durch das Ineinanderschieben von Ober- und Unterteil ist das Gehäuse zu schließen. Mit dem Ankleben der vier Gehäusefüße an der Gehäuseunterseite ist der Aufbau abgeschlossen und das Gerät einsatzbereit (Bild 38). **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] Hintergrundinformationen zum Feinstaub:  
<https://www.sensirion.com/de/ueber-uns/newsroom/sensirion-fachartikel/particulate-matter-sensing-for-air-quality-measurements/>
- [2] Sensorhersteller Sensirion:  
<https://www.sensirion.com/de/>
- [3] Download LogView-Software  
<http://www.logview.info>



Bild 37: Korrektes Einsetzen der Leiterplatte in das Oberteil des Schiebegehäuses



Bild 38: Ankleben der 4 Gehäusefüße an der Gehäuseunterseite



## Wichtige Hinweise:

### Vorsicht!

Explosionsgefahr bei unsachgemäßem Austausch des Akkus. Ersatz nur durch denselben Typ (Renata ICP622540PMT-01 oder einen gleichwertigen vom Hersteller zugelassenen Typ).

### Achtung!

Akkus nicht übermäßiger Wärme wie direkter Sonnenbestrahlung oder dergleichen aussetzen!  
Akkus nicht ins Feuer werfen!  
Akkus nicht kurzschließen!  
Es besteht Explosionsgefahr!

### 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 µg/m <sup>3</sup>
Mengenkonzentration:	0–3000 µg/cm <sup>3</sup>
Auflösung Massenkonzentration:	1 µg/m <sup>3</sup>
Anzeigefunktionen:	grafische Balkenanzeigen, numerische Anzeigen
Lebensdauer des Sensors:	8 Jahre bei Dauerbetrieb
Spannungsversorgung:	3,7-V-Lithium-Polymer-Akku oder USB 5 V
Stromaufnahme:	max. 200 mA
Anzeige:	OLED-Farbdisplay mit 128 x 128 Pixel, rote Status-LED, Duo-LED für Ladestatus
Bedienelemente:	2 Taster, Inkrementalgeber mit Tastfunktion
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	63 x 142 x 25 mm
Gewicht:	157 g

### Feinstaubsensor

Die grundsätzliche Funktionsweise von optischen Feinstaubsensoren ist vergleichbar, wobei aber feine Unterschiede einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität und Langzeitstabilität haben.

Der im ELV Feinstaub-Messgerät PM2.5 verwendete Sensor von Sensirion arbeitet mit einem scharf fokussierten Laserstrahl im Erfassungsbereich im Gegensatz zu ähnlichen Produkten, die unter Umständen nur mit einer LED als Lichtquelle arbeiten.

Eine Unterscheidung der Größenfraktionen wird erst durch die scharfe Fokussierung des Laserstrahls (Bild A) in Verbindung mit speziellen Algorithmen möglich. Wenn der Lichtstrahl im Erfassungsbereich die zu messende Partikelgröße überschreitet, ist keine Unterscheidung mehr möglich (Bild B).

Um die Messgenauigkeit und Langzeitstabilität zu erhalten, müssen die optischen Komponenten auch bei starker Belastung möglichst sauber gehalten werden.

Der Sensirion-Sensor verfügt über eine einzigartige und patentierte Verschmutzungsresistenz-Technologie. Dadurch wird eine Lebensdauer von mehr als acht Jahren im Dauerbetrieb bei einer Nutzung von 24 Stunden/Tag erreicht.

Der Strömungspfad der Luft ist so ausgebildet, dass die optischen Komponenten immer durch ein Polster aus sauberer Luft geschützt sind. Bild C und Bild D verdeutlichen dieses einzigartige Funktionsprinzip.

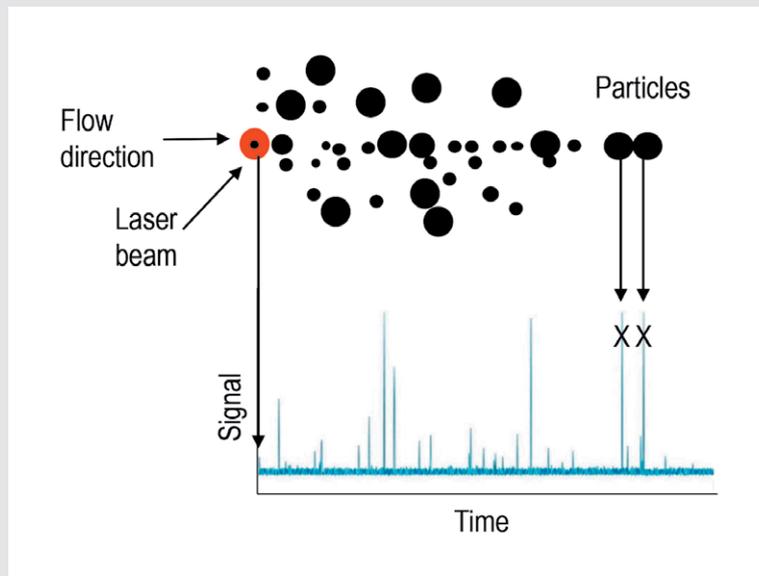


Bild A: Erfassung der Partikel mit fokussiertem Laserstrahl (Quelle: Sensirion)

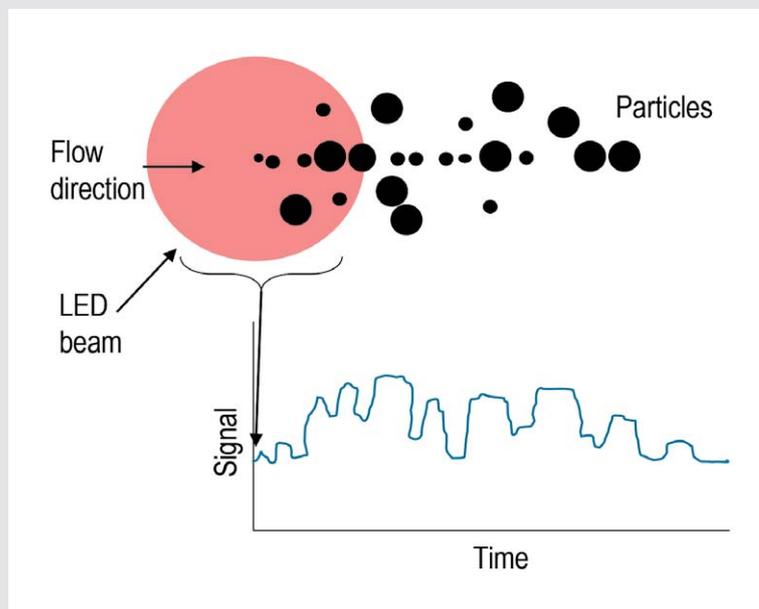


Bild B: Erfassung der Partikel mit LED-Licht (Quelle: Sensirion)

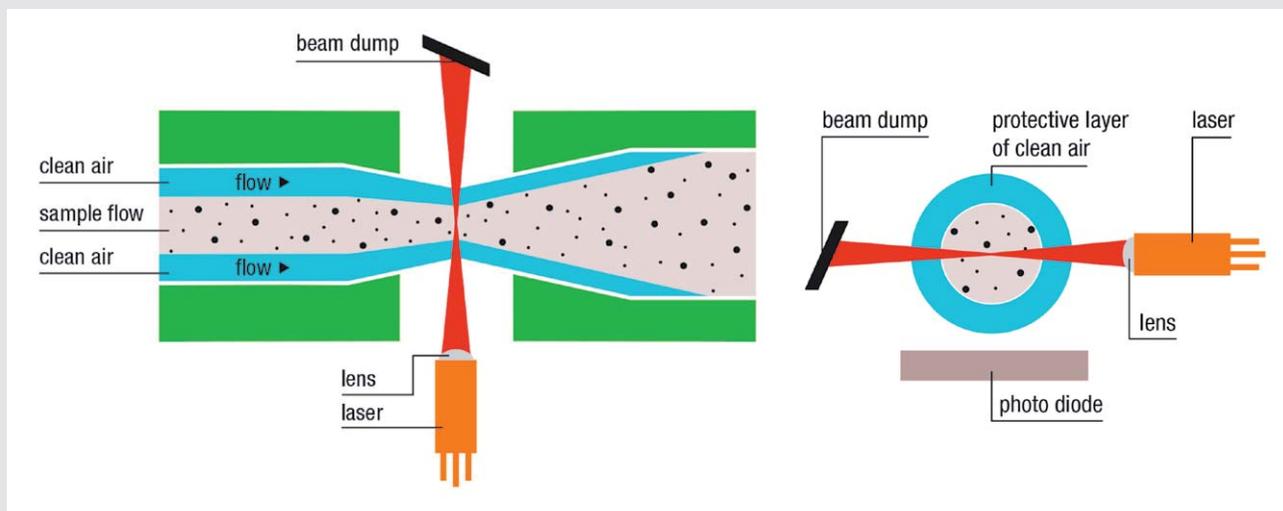


Bild C: Funktionsweise der patentierten Verschmutzungsresistenz-Technologie aus seitlicher Ansicht (Quelle: Sensirion)

Bild D: Luftpolsterschutz der optischen Komponenten vom Lufteintritt aus gesehen (Quelle: Sensirion)

**Schnittstelleneinstellungen:**

Baudrate:	115.200 kbit/s
Datenbytes:	8
Parität:	keine
Stoppzeichen:	1

**Befehlstabelle:**

Befehlscode	Beschreibung
S	Startbefehl für die Liveübertragung im eingestelltem Messraster
J	Startbefehl für die Liveübertragung im „Json“-Format (im eingestelltem Messraster)
E	Übertragung der aktuell gemessenen Daten stoppen
X	Löschen aller aufgezeichneten Messdaten inkl. Reset aller Geräteeinstellungen
D	Löschen aller aufgezeichneten Messdaten
L	Anzahl der aufgezeichneten Messwerte im Gerät auslesen
R	Auslesen aller aufgezeichneten Messwerte
!	Starten des Geräte Bootloaders
V	Auslesen der Firmware-Version
N	Auslesen der Sensorseriennummer des SPS30
A	Auslesen des Intervalls für automatische Sensorselbstreinigung

**Beispiel für eine Ausgabe der Messwerte im „Json“-Format per Liveübertragung:**

Ausgabe	Beschreibung	Einheit
{		
"device": "PM2.5",	Gerätename	
"sps serial": "COA012F92339FEDF",	Sensorseriennummer des SPS30	
"measured values":	Messwerte	
{		
"pm1.0": 4.23,	Massenkonzentration PM1.0	µg/m <sup>3</sup>
"pm2.5": 4.42,	Massenkonzentration PM2.5	µg/m <sup>3</sup>
"pm4.0": 4.42,	Massenkonzentration PM4.0	µg/m <sup>3</sup>
"pm10.0": 4.42,	Massenkonzentration PM10	µg/m <sup>3</sup>
"nc0.5": 29.19,	Partikelkonzentration PM0.5	#/cm <sup>3</sup>
"nc1.0": 33.71,	Partikelkonzentration PM1.0	#/cm <sup>3</sup>
"nc2.5": 33.82,	Partikelkonzentration PM2.5	#/cm <sup>3</sup>
"nc4.0": 33.82,	Partikelkonzentration PM4.0	#/cm <sup>3</sup>
"nc10.0": 33.82,	Partikelkonzentration PM10	#/cm <sup>3</sup>
"tps": 0.47	Typische Partikelgröße	µm
}		
}		

## 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 ausgezahlt 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



# ESP32: Einstieg in MicroPython

## Python – der neue Star am Programmiersprachen-Himmel?

Python ist inzwischen eine der am häufigsten verwendeten, einfachsten und am leichtesten zu erlernenden Programmiersprachen. Das Aufkommen von MicroPython macht die Programmierung von Mikrocontroller-Systemen sehr einfach und unkompliziert. Damit ist die Programmiersprache auch für Einsteiger hervorragend geeignet.

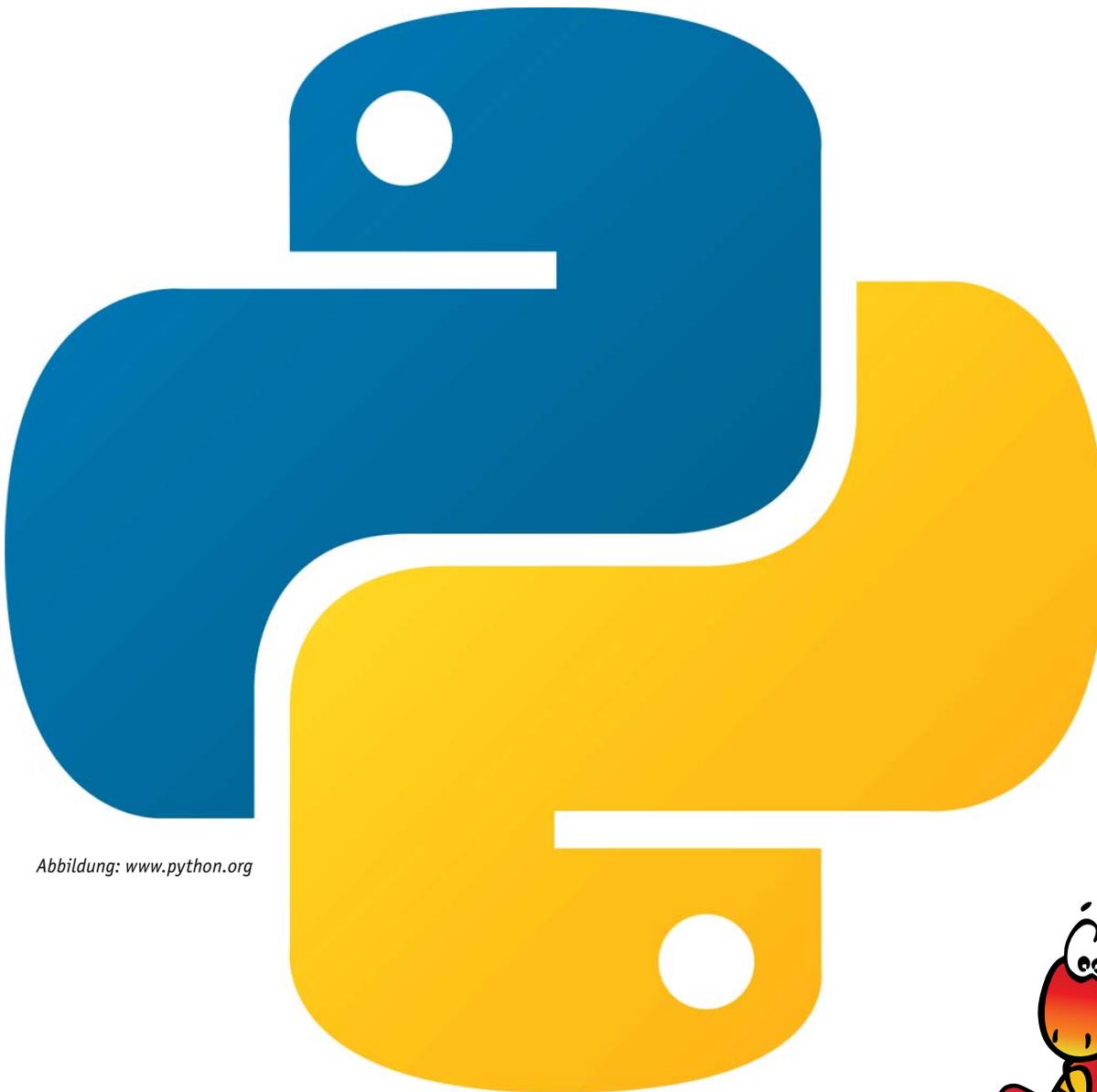


Abbildung: [www.python.org](http://www.python.org)

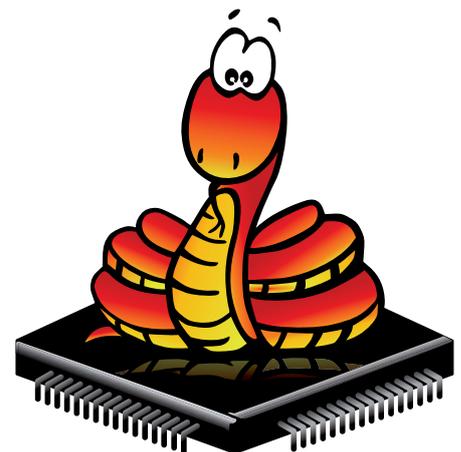


Abbildung: User „Neon22“ auf <https://github.com>



## Einfacher Einstieg

Ein Ziel von MicroPython [1] ist es, die Programmierung digitaler Elektronik so einfach wie möglich zu gestalten. Die Sprache soll von einem möglichst großen Anwenderkreis verwendet und nutzbringend eingesetzt werden können. MicroPython wird von Hobbyanwendern und Pädagogen verwendet und kommt sowohl im wissenschaftlichen Bereich als auch bei professionellen Entwicklern zum Einsatz. Bei den Schwergewichten der IT-Branche wie etwa Google zählt Python seit Langem zu den bevorzugten Sprachen – aber auch viele britische Schüler lernen beispielsweise MicroPython mit dem BBC micro:bit.

Durch vielfältige Zusatzmodule wie SciKit [2], NumPy [3] oder SciPy [4] stehen umfangreiche Möglichkeiten zur Verfügung, die von wissenschaftlicher Datenanalyse bis hin zu Machine-Learning und künstlicher Intelligenz reichen. Durch die einfache Syntax ist Python dennoch einsteigerfreundlich und leicht zu verstehen. So ist der Programmcode, um eine LED zum Blinken zu bringen, auch ohne Programmierkenntnisse leicht verständlich:

```
from machine import Pin
from time import sleep

led = Pin(2, Pin.OUT)

while True:
    led.on()
    sleep(1)
    led.off()
    sleep(1)
```

Ein besonderes Merkmal von MicroPython ist die Ausstattung mit einer interaktiven REPL-Konsole (**R**ead-**E**valuate-**P**rint-**L**oop). Befehle sind damit direkt auf dem Zielsystem ausführbar. Auf diese Weise kann ein Code schnell getestet werden, ohne dass nach jeder Programmänderung neu kompiliert oder Programme erneut hochgeladen werden müssen.

## (Micro)Python vs. C++

Im direkten Vergleich von Python mit C/C++ wird inzwischen immer häufiger Python der Vorzug gegeben. So belegt Python in den Ranglisten der beliebtesten Programmiersprachen häufig den ersten Platz, während C/C++ auf die hinteren Ränge abgerutscht ist. Gründe für diese Beliebtheit sind unter anderem:

- Einsteigerfreundlichkeit
- eine Fülle von Tutorials und Beispielcodes für Python
- umfangreiche Bibliotheken (Libraries)
- aktive Foren

Insbesondere durch die aktive Community finden auch Einsteiger sehr schnell Antworten auf ihre Fragen. Dies ist ein wichtiger Vorteil gegenüber anderen Sprachen, die weniger beliebt sind oder von ihren Benutzern nicht so ausführlich im Internet diskutiert werden.

## Unterschiede zwischen Python und C/C++

Sowohl Python als auch C/C++ wurden als universelle Programmiersprachen konzipiert. Dennoch unterscheiden sie sich in vielerlei Hinsicht voneinander. Bei C/C++ muss der Programmcode zunächst in eine für Maschinen verständliche Version übersetzt werden (Kompilierung), die dann vom Prozessor abgearbeitet wird.

Python dagegen wird interpretiert. Das bedeutet, dass der ursprüngliche Programmcode direkt vom Zielprozessor abgearbeitet wird. Eine Kompilierung ist daher nicht erforderlich. Python bietet daher die Möglichkeit, ein einmal geschriebenes Programm auf den verschiedensten Systemen auszuführen. Dazu muss lediglich ein entsprechender Interpreter installiert sein.

Python-Code kann also sowohl auf klassischen Computern unter Windows oder Linux als auch auf kleinen Einplatinensystemen wie dem Raspberry Pi ausgeführt werden. Vor allem die Verwendung auf dem populären Raspberry Pi hat mit zur zunehmenden Beliebtheit von Python beigetragen.

Mit neuen leistungsstarken Controllern wie beispielsweise dem ESP32 ist es nun sogar möglich geworden, Python auch in diesem Bereich effizient und komfortabel einzusetzen. Zu diesem Zweck wurde sogar eine eigene Variante, das sogenannte MicroPython entwickelt.

## Python – Pro und Contra

Python ist bekannt für seine Einfachheit und die ausgezeichnete Lesbarkeit des Programmcodes. Fest integrierte Konstrukte sorgen dafür, dass Programme sowohl im kleinen als auch im großen Maßstab problemlos entwickelt werden können. Python ist damit hervorragend skalierbar. Die mögliche Kapselung von Daten und Programmcode in übersichtlichen, wiederverwendbaren Modulen, sogenannten „Objekten“, macht Python zu einer vollständig objektorientierten Programmiersprache. C++ wird heutzutage im Allgemeinen vor allem in der hardwarenahen Programmierung verwendet. Klassische Python-Varianten waren dazu bislang nicht gut geeignet. Mit MicroPython wird diese Lücke nun geschlossen.

C++ umfasst neben Clientanwendungen auch leistungsstarke Serverapplikationen sowie Gerätetreiber und eingebettete Treiberkomponenten. Der Anwendungsbereich erstreckt sich also von der Systemsoftware bis hin zur Anwendungsprogrammierung. Da Python im Vergleich zu C eine noch relativ junge Programmiersprache ist, hat es noch nicht diese universelle Verbreitung in allen Teilbereichen der Informationstechnik gefunden. Allerdings zeigt sich, dass Python auf praktisch allen Gebieten im Vormarsch ist.

Python wird mit einer Vielzahl integrierter Standardbibliotheken geliefert. Diese Funktionen machen es zu einer Sprache mit hoher Benutzerfreundlichkeit. Interpreter für Python sind für praktisch alle wichtigen Betriebssysteme verfügbar.

Für den Einsteiger hat Python einige Vorteile zu bieten. So kann eine Variable direkt ohne Deklaration verwendet werden. In den meisten anderen Sprachen muss der Datentyp deklariert werden, bevor die Variable verwendbar ist. Zudem verfügt Python über eine integrierte Speicherbereinigung und einen dynamischen Zuweisungsprozess, der eine effiziente Speicherverwaltung ermöglicht. Man muss daher kaum auf Zeiger (engl. pointer) oder ähnliche, für den Einsteiger meist schwer verständliche Konstrukte zurückgreifen.

Die **Tabelle 1** fasst die Vor- und Nachteile der beiden in der Controller-Programmierung vorherrschenden Sprachen zusammen. Der Vollständigkeit halber wurde auch noch die Arduino-IDE mit aufgenommen, da diese eine sehr beliebte Alternative zur Programmierung mit Python darstellt.

## MicroPython für den ESP32

MicroPython (µP) ist eine spezielle Implementierung von Python 3 für Mikrocontroller und Embedded Sys-



tems. Da die Micro-Version dem klassischen Python, das auf PCs und Laptops benutzt wird, sehr ähnlich ist, sollten routinierte Programmierer mit dem Umstieg keine Probleme haben.

Um mit  $\mu$ P auf einem Controller arbeiten zu können, muss dort zunächst ein Interpreter installiert werden, da Python ja nicht kompiliert wird. In diesem Abschnitt wird erläutert, wie die MicroPython-Firmware auf den ESP32 geladen werden kann. Mit der hier verwendeten  $\mu$ PyCraft-IDE (Integrated Development Environment – integrierte Entwicklungsumgebung [5]) sind die meisten ESP-basierten Boards programmierbar. Nach dem Durcharbeiten dieses Abschnittes sind bereits viele Funktionen des ESP-Controllers nutzbar. Insbesondere können die einzelnen Ports aktiviert und damit z. B. LEDs angesteuert werden.

Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Leistungsmerkmale und Funktionen von Python auch in  $\mu$ P verfügbar. Der größte Unterschied besteht darin, dass die Micro-Version für den Einsatz auf Mikrocontroller-Systemen konzipiert wurde und daher die klassischen, nur für den PC erforderlichen Routinen fehlen.

Aus diesem Grund enthält MicroPython auch nicht die vollständige Standardbibliothek, sondern nur die für Mikrocontroller relevanten Teile. Dafür sind

alle für den Zugriff auf die verwendete Hardware erforderlichen Module vorhanden. Mit den entsprechenden Bibliotheken kann man daher sehr einfach auch auf die GPIOs zugreifen. Speziell für den ESP32 sind außerdem Module zur Unterstützung von Netzwerkverbindungen WiFi und Bluetooth verfügbar.

Folgende Boards werden unterstützt:

- ESP32
- ESP8266
- PyBoard
- Teensy 3.X
- WiPy – Pycom
- andere ESP32-basierte Boards

Obwohl noch nicht alle Funktionen des ESP-Controllers in MicroPython vollständig verfügbar sind, enthalten die Bibliotheken die wichtigsten Befehle und Routinen. Daher können viele Projekte und Anwendungen problemlos umgesetzt werden. Zudem schreitet die Implementierung der noch fehlenden Features rasch voran, sodass auch dieser kleine Schönheitsfehler in absehbarer Zeit beseitigt sein wird.

Auf PC-Seite muss zunächst die  $\mu$ PyCraft-IDE installiert werden. Diese ist für die wichtigsten Betriebssysteme wie

- Windows PC
- Mac OS X
- Linux Ubuntu

### Vor- und Nachteile der in der Controller-Programmierung vorherrschenden Sprachen

	Python	Arduino-IDE	C/C++
Aktuelle Version	3.7.3 und 2.7.16	1.8.9	z. B. GCC 9.2
Verfügbarkeit	Windows, Linux, Mac OS, AIX, IBM i, iOS, z/OS, Solaris, VMS	Windows, Linux, Mac OS	Windows, Linux, Mac OS u. a.
Einsteigerfreundlichkeit	Hoch, viele Tutorials Ausführliche Dokumentationen IDE verfügbar	Sehr gut Sehr einfache und intuitiv zu bedienende IDE	Gering, da komplexe Toolchain erforderlich (aufwendige IDE, Linker etc.)
Syntax	Klar und einfach lesbar Keine zusätzlichen Sonderzeichen wie Semikolons und geschweifte Klammern etc. Funktionale Leerzeichen sorgen für konsistente Einrückungen Verwendung natürlicher englischer Wörter wie „und“ und „oder“, und damit weniger undurchsichtige Symbole	Eng an C angelehnt Vereinfacht durch spezielle Funktionen wie <code>digitalWrite()</code> , <code>loop</code> etc.	Komplexe Syntax Verwendung von Sonderzeichen ( <code>++</code> , <code>&gt;&gt;</code> , <code>  </code> etc.), dadurch für Einsteiger schwer lesbarer Code
Bibliotheken und Libraries	Große Standardbibliothek Umfangreiche Applikations-Libraries frei verfügbar	Umfangreiche Applikations-Libraries frei verfügbar	Standardbibliothek verfügbar Professionelle Libraries z. T. kostenpflichtig
Community	Aktive und hilfreiche Communities stehen zur Verfügung	Sehr viele Communities, allerdings meist nur im nicht professionellen Bereich	Communities oft auf professionelle Anwendungen beschränkt
Anwendungsbreite	Professioneller und nicht-professioneller Einsatz Z. B. eine der Hauptsprachen bei Google Interfaces mit anderen Sprachen wie C	Überwiegend Hobby und Maker-Szene Für professionelle Projekte weniger geeignet	Industrielle und professionelle Anwendungen
Zukunftssicherheit	Kaum Unterstützung für Parallelität Version 2.x immer noch aktiv, da viele Libraries vorhanden Für zukunftssichere Projekte mit Version 3.x starten	Eingeschränkt, da überwiegend im Hobbybereich eingesetzt	Unsicher Langfristig abnehmende Tendenz
Programmstruktur	Python-Programme sind im Vergleich zu Code in C++ meist deutlich kürzer Schnelles Prototyping und effiziente Codierung möglich	Einfach	Komplex Vergleichsweise langer Code
Ablaufgeschwindigkeit	Python ist langsamer als C++	Deutlich langsamer als C++, aufgrund der aufwendigen Zusatzfunktionen	Sehr schnell und effizient
Installation	Vergleichsweise aufwendige Installation unter Windows	Sehr einfach	Aufwendige und komplexe Installation

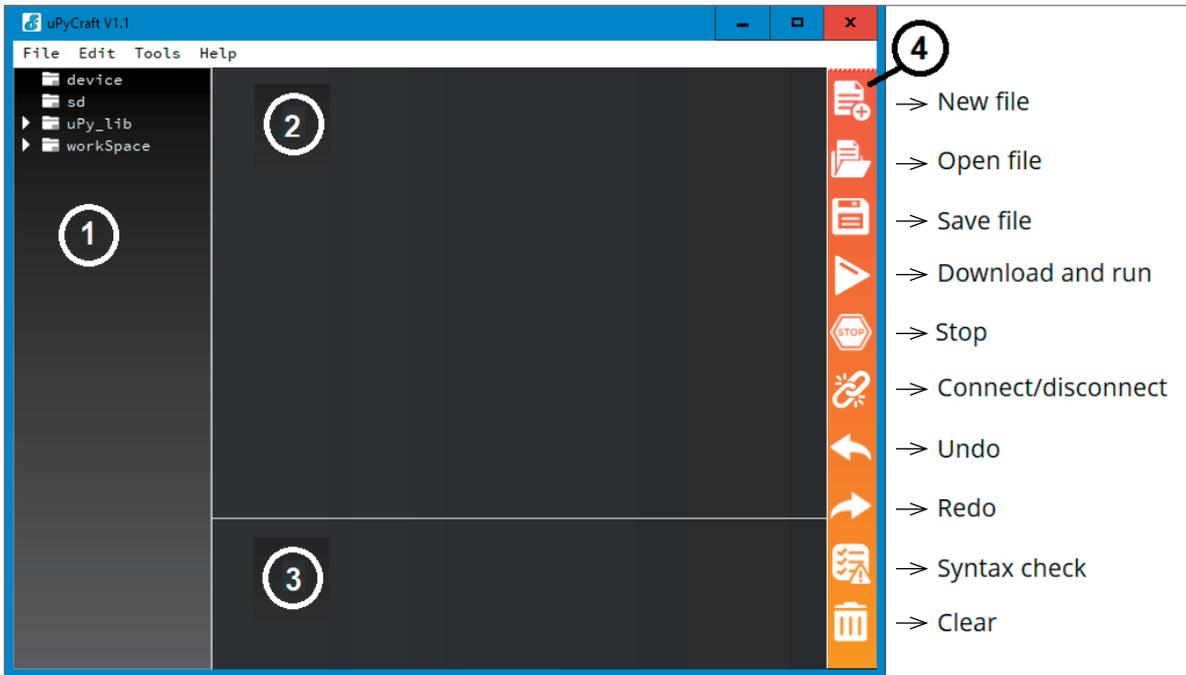


Bild 1:  $\mu$ PyCraft-IDE  
(Beschreibung der  
Fenster siehe Text)

Falls es bei der Installation oder Verwendung von  $\mu$ PyCraft Probleme geben sollte, steht mit der Thonny-IDE [6] eine gute Alternative zu Verfügung. Im Folgenden wird jedoch die PyCraft-Version verwendet, da diese bereits weit verbreitet ist. Zudem ist sie einfach und intuitiv zu bedienen und bestens für den Einsatz von ESP-Boards geeignet. Welche der beiden Varianten gewählt wird, bleibt aber letztendlich dem Anwender überlassen.

Der MicroPython-Interpreter ist nicht standardmäßig auf dem ESP32 verfügbar. Daher muss die Anwendung zunächst auf das Board geflasht werden. Hierfür kann die auf einem PC oder Laptop installierte uPyCraft-IDE genutzt werden. Nachdem die MicroPython-Firmware auf Ihrem ESP32 installiert wurde, kann man auch sehr einfach beispielsweise zur Arduino-IDE zurückkehren. Hierzu ist lediglich der neue C-Code mit der Arduino-IDE auf den Controller zu laden. Ein spezielles Lösungsverfahren ist nicht erforderlich. Soll anschließend jedoch wieder MicroPython verwendet werden, ist die MicroPython-Firmware neu zu flashen.

Vor der Installation von  $\mu$ PyCraft-IDE sollte die neueste Version von Python 3.7.X auf dem verwendeten Computer installiert sein. Wenn dies nicht der Fall ist, kann dies mit den folgenden Anweisungen nachgeholt werden:

1. Herunterladen der Installationsdatei von der Python-Downloadseite unter [www.python.org/downloads](http://www.python.org/downloads)
2. Nach dem Download sollte sich auf dem Computer eine Datei mit dem Namen `python-3.7.X.exe` befinden. Ein Doppelklicken auf die Datei startet die Installation
3. Option „Add Python 3.7 to PATH“ auswählen und auf die Schaltfläche „Install Now“ klicken
4. Der Installationsvorgang sollte nach einigen Sekunden mit der Meldung „Setup was successful“ abgeschlossen sein. Danach kann das Fenster geschlossen werden.

Nun kann die  $\mu$ PyCraft-IDE für Windows oder auch ein anderes Betriebssystem unter

<http://docs.dfrobot.com/upycraft/>  
als `uPyCraft_V1.x.exe` heruntergeladen werden.

Nach dem Klick auf die `.exe`-datei öffnet sich die  $\mu$ PyCraft-IDE (Bild 1).

**Tip:** Unter Umständen erscheint beim Start des Programms als Fehlermeldung, dass die Schrift SourceCodePro nicht vorhanden ist. Diese kann mit einer Internet-Suche nach SourceCodePro-Fonts gefunden und heruntergeladen werden. Unter Windows muss dann die Datei `SourceCodePro-Regular.ttf` in `SourceCodePro.ttf` umbenannt und per Rechtsklick **für alle Benutzer** installiert werden. Dann verschwindet der Hinweis auf die fehlende Schrift beim nächsten Start der  $\mu$ PyCraft-IDE.

Nachdem die IDE auf dem Computer installiert ist, kann die ESP32-Firmware auf den Chip geladen werden. Die aktuellste Version der MicroPython-Firmware für den ESP32 findet sich unter

<http://micropython.org/download#esp32>

Dort scrollt man zum Abschnitt „ESP32“. Der Link zum Herunterladen der aktuellen ESP32-Datei sieht zum Beispiel so aus:

`esp32-20190529-v1.11.bin`

**Tip:** Im Folgenden arbeiten wir mit der JOY-iT Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32 (Bild 2, [7]) – andere Boards mit dem ESP32 sollten aber ebenfalls in der beschriebenen Form arbeiten. Gegebenenfalls muss hier aber der Pin, an der die LED angeschlossen ist, geändert werden.

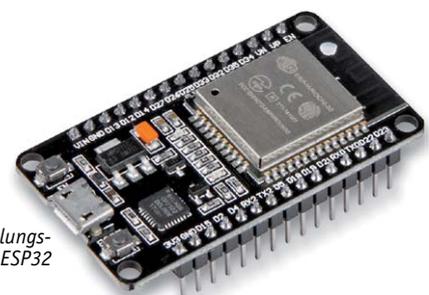


Bild 2: JOY-iT Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32



Nun kann man in der µPyCraft-IDE unter  
Tools → Serial  
den ESP32-COM-Port auswählen, hier z. B. als COM12:

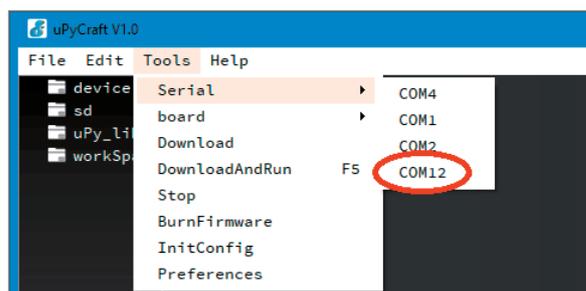


Bild 3: Auswahl des Ports

Wenn das ESP32-Board an den Computer angeschlossen ist, der ESP32-Port jedoch nicht in der µPyCraft-IDE erscheint, könnte eventuell der passende USB-Treiber fehlen. In diesem Fall muss dieser nachinstalliert werden. Ein entsprechender Treiber findet sich unter

<https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

Danach kann unter

Tools → Board

die Option „esp32“ gewählt werden:

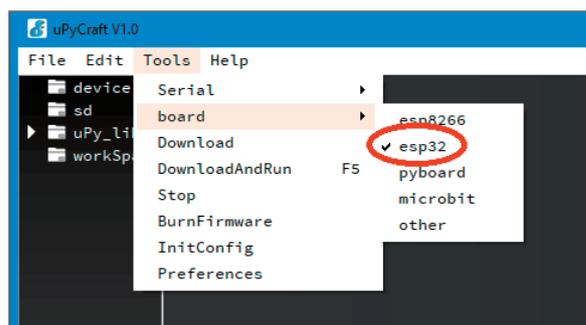


Bild 4: Auswahl des Boardtyps

Nun kann über

Tools → BurnFirmware

der MicroPython-Interpreter auf ESP32 geschrieben werden. Die passenden Optionen dazu lauten:

board: esp32

burn\_addr: 0x1000

erase\_flash: yes

COM: COMX (hier COM12, siehe oben)

Unter „Users“ wird die heruntergeladene ESP32-BIN-Datei ausgewählt, dann auf „ok“ geklickt.

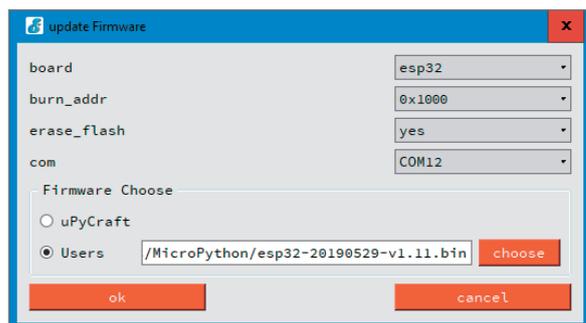


Bild 5: Die Parameter zum Flashen der Firmware

Wenn alle Einstellungen korrekt ausgewählt sind, wird die Taste "Boost" auf dem ESP32-Modul gedrückt – bei manchen Modulen (z. B. LOLIN D32) startet das Flashen automatisch. Sobald der Vorgang „EraseFlash“ beginnt, kann die Taste losgelassen werden. Nach einigen Sekunden sollte die Firmware auf das ESP32-Board geflasht sein.

Falls die Anzeige „EraseFlash“ nicht startet oder die Fehlermeldung „Erase false“ angezeigt wird, ist es oftmals hilfreich, die beschriebenen Schritte zu wiederholen. Auch die Taste "Boost" ist erneut zu drücken, um sicherzustellen, dass der ESP32 in den Flashmodus wechselt.

## Laden des ersten MicroPython-Programms

Bevor das erste Anwendungsprogramm auf den ESP geladen wird, sollte man sich mit der µPyCraft-IDE vertraut machen. Diese enthält, analog zu vielen anderen Programmierertools, die folgenden Unterfenster (siehe Bild 1):

1. Ordner und Dateien
2. Editor
3. MicroPython Shell/Terminal
4. Werkzeuge

Die einzelnen Fenster haben die folgenden Funktionen und Aufgaben:

### ① Ordner und Dateien

Der Geräteordner („device“) zeigt die Dateien an, die derzeit auf dem ESP-Board gespeichert sind. Wenn das Board über eine serielle Verbindung mit uPyCraft\_IDE verbunden ist, sollten beim Öffnen des Geräteordners alle gespeicherten Dateien geladen werden. Standardmäßig ist hier nur eine boot.py-Datei sichtbar.

Um den Anwendungscode auszuführen, wird empfohlen, eine main.py-Datei zu erstellen.

boot.py: wird ausgeführt, wenn das Board gestartet wird

main.py: Dies ist das Hauptskript, das den Anwendungscode enthält.

Es wird unmittelbar nach boot.py ausgeführt.

Der SD-Ordner ist für den Zugriff auf Dateien vorgesehen, die auf SD-Karten gespeichert sind. Dieser ist nur auf Boards mit einem SD-Kartensteckplatz verfügbar.

In der uPy\_lib werden die integrierten IDE-Bibliotheksd Dateien angezeigt.

Schließlich ist unter „workspace“ ein Verzeichnis zum Speichern von Anwendungsdateien vorhanden. Diese Dateien werden auf dem Computer in einem vom Anwender festgelegten Verzeichnis gespeichert. Hier können alle aktiven Dateien griffbereit abgelegt werden. Wenn µPyCraft zum ersten Mal verwendet wird, empfiehlt es sich daher, ein geeignetes Arbeitsverzeichnis zu erstellen.

### ② Editor-Bereich

Hier wird der Code für die .py-Anwendungsprogramme erstellt. Der Editor öffnet für jede Datei eine neue Registerkarte.

### ③ MicroPython Shell/Terminal

Die in der MicroPython-Shell eingegebenen Befehle werden sofort vom ESP-Board ausgeführt. Das Terminal liefert auch Informationen über den Status eines laufenden Programms. Hier erscheinen zudem eventuelle Syntaxfehler im aktuellen Programm oder Fehlermeldungen beim Hochladen usw.

### ④ Werkzeuge

Mit den Symbolen ganz rechts können Aufgaben schnell und direkt ausgeführt werden. Die Schaltflächen haben die folgenden Funktionen:

- New File: Erstellt eine neue Datei im Editor
- Open File: Öffnet eine Datei auf dem Computer
- Save File: Speichert eine Datei
- Download and run: Code auf das ESP-Board hochladen und ausführen



- Stop: Beenden der Code-Ausführung. Dies entspricht der Eingabe von STRG + C in der Shell
- Connect/Disconnect: Verbinden oder Trennen der seriellen Schnittstelle. Der serielle Anschluss kann unter Extras → Serial ausgewählt werden
- Undo: Macht die letzte Änderung im Code-Editor rückgängig
- Redo: Letzte Änderung im Code-Editor wiederholen
- Syntaxcheck: Überprüft die Syntax des aktuellen Codes
- Clear: Löscht die Shell/Terminal-Fenstermeldungen

## Starten des ersten Python-Programms

Um mit dem Erstellen eines Programms und dem Ausführen von Codes auf dem ESP32 vertraut zu werden, soll im Folgenden ein kurzes Python-Programm entwickelt und ausgeführt werden, welches eine LED blinken lässt.

Zunächst muss dazu die Kommunikation mit dem ESP-Board hergestellt werden:

1. Über Tools → Board das aktuelle Board auswählen
2. In Tools → Port den COM-Port auswählen, mit dem das ESP-Board verbunden ist
3. Die Connect-Taste stellt dann die serielle Kommunikation mit dem ESP32-Modul her
4. Nach einer erfolgreichen Verbindung mit dem Board wird „>>>“ im Shell-Fenster angezeigt. Nun kann ein Print-Befehl eingegeben werden, um zu testen, ob die Kommunikation korrekt funktioniert:  
`>>> print („Test“)`

Darauf hin sollte die Antwort

Test

>>>

im Terminal-Fenster erscheinen.

Wenn die Meldung ausgegeben wird, ist alles in Ordnung. Andernfalls muss geprüft werden, ob die serielle Kommunikation mit dem Board hergestellt ist und ob die MicroPython-Firmware erfolgreich auf das Board geflasht wurde.

Nun kann eine main.py-Datei auf dem Board erstellt werden:

1. Auf die Schaltfläche „New File“ klicken, um eine neue Datei zu erstellen
2. Die neue Datei wird in main.py umbenannt (Schaltfläche Save) und auf dem Computer im vorher festgelegten Workspace gespeichert
3. Nun wird in der uPyCraft-IDE ein neuer Eintrag mit der Datei main.py angezeigt.

Jetzt kann das Blink-LED-Skript hochgeladen werden. Dazu wird

1. der Code aus der ersten Seite des Artikels in den Editor in der Datei main.py geschrieben
2. dann wird durch anklicken der Schaltfläche „Stop“ ein eventuell noch laufendes Skript angehalten
3. Mit einem Klick auf die Schaltfläche „DownloadAndRun“ wird das Skript auf den Controller geschrieben
4. Im Shell-Fenster sollte nun die Meldung „download ok“ angezeigt werden

```
>>>
Ready to download this file, please wait!
..
download ok
exec(open('boot.py').read(),globals())
```

Bild 6: Erfolgreicher Download des ersten Programms

und die integrierte LED des ESP32-Boards sollte im Sekundentakt blinken.

Damit wurde das erste Python-Programm erfolgreich auf den Controller übertragen und unverzüglich ausgeführt.

## Fehlerbehandlung

Insbesondere wenn man neu in die Arbeit mit  $\mu$ P einsteigt, können immer wieder Probleme und Fehlermeldungen auftauchen.

In vielen Fällen behebt ein Neustart des ESP-Controllers über die Tasten EN/RST (enable/reset) das Problem. Alternativ kann in der  $\mu$ PyCraft-IDE die Schaltfläche „Stop“ angeklickt und die gewünschte Aktion wiederholt werden.

Falls dies nicht weiterhilft, liegt eventuell einer der folgenden Fehler vor.

Die Meldungen:

```
>>>
Select Serial Port could not open port ,COM2':
FileNotFoundError(2, ,The system cannot find the
file specified.', None, 2)
```

oder

```
>>>
could not open port ,COM2': PermissionError(13, ,A
device attached to the system is not functioning.',
None, 31)
```

deuten auf ein Problem mit der Kommunikationsschnittstelle hin. In diesem Fall sollte das ESP-Board kurz vom USB-Anschluss getrennt und anschließend wieder verbunden werden. Zudem sollte überprüft werden, ob im Menü

Extras → Serial

der richtige serielle Anschluss ausgewählt ist. Über „Verbinden/Trennen“, kann die serielle Kommunikation neu gestartet werden.

Dieser Fehler kann auch bedeuten, dass der serielle Anschluss zum ESP in einem anderen Programm (wie z. B. einem seriellen Terminal oder der Arduino-IDE) verwendet wird. Daher sollten alle Programme geschlossen werden, die eventuell eine serielle Kommunikation zum ESP32 aufbauen.

Falls beim Laden eines neuen Skripts die Meldung

```
>>> already in download model, please wait.
```

erscheint, sollte in der uPyCraft-IDE die Schaltfläche „Stop“ angeklickt werden. Damit wird der aktuell ausgeführte Code angehalten. Anschließend nochmals auf die Schaltfläche „DownloadAndRun“ klicken, um das neue Skript auf den ESP32 zu laden.



Wenn nach dem Hochladen eines neuen Skripts die Meldung

```
>>>
Ready to download this file,please wait!
...
download ok
os.listdir('.')
Traceback (most recent call last):
File „<stdin>“, line 1, in <module>
NameError: name ,os' isn't defined
```

oder

```
>>>
Ready to download this file,please wait!
...
download ok
os.listdir('.')
OSError: [Errno 98]
```

angezeigt wird, bedeutet dies, dass die neue Datei zwar erfolgreich auf das Board hochgeladen wurde, allerdings wurde das Programm nicht automatisch gestartet. In diesem Fall muss der Downloadmodus des angeschlossenen Boards durch Drücken der Taste EN (enable) oder RST (reset) manuell aktiviert werden.

Erscheint beim Neustart des ESP-Controllers, beim Ausführen eines neuen Skripts oder beim Öffnen der seriellen Schnittstelle die Meldung:

```
>>> Brownout detector was triggered
```

deutet dies auf ein Problem mit der Spannungsversorgung hin. Dies kann folgende Ursachen haben:

- USB-Kabel minderer Qualität haben oft einen zu hohen Kabel- oder Kontaktwiderstand
- Das USB-Kabel ist zu lang
- Auf der ESP32-Platine sind Defekte wie etwa schlechte Lötstellen vorhanden
- Der USB-Anschluss des verwendeten Computers oder Laptops ist fehlerhaft oder liefert zu wenig Strom. Insbesondere Laptops sind oft nicht in der Lage, ausreichend Strom für die zuverlässige Versorgung des ESP32-Boards zu liefern

Die Verwendung von möglichst kurzen USB-Kabeln hoher Qualität behebt hier oftmals das Problem. Auch ein hochwertiger USB-Hub mit einem externen Netzteil kann weiterhelfen. Probeweise sollte man das Board auch an einem anderen Rechner betreiben, um sicherzustellen, dass die Ursache nicht der USB-Port des Computers ist.

Es kommt immer wieder vor, dass beim Aufbau einer seriellen Kommunikation zwischen PC und ESP32 das Fenster „Update Firmware“ angezeigt wird. In diesem Fall wird eventuell ein Skript ausgeführt, das den Kommunikationsaufbau aufgrund hoher Prozessorauslastung verhindert. Hier kann es sinnvoll sein, zu versuchen den COM-Port mehrmals zu öffnen oder den ESP neu zu starten.

Insbesondere wenn eine Wi-Fi-Verbindung aktiv ist, ein Energiesparmodus verwendet wird oder mehrere Tasks parallel ausgeführt werden, empfiehlt es sich, den Verbindungsaufbau probeweise mehrfach zu starten. Falls alle Versuche fehlschlagen, kann es hilfreich sein, die neueste MicroPython-Firmware auf den Controller zu laden.

## Ausblick

Nachdem in diesem Artikel erläutert wurde, wie man den ESP32-Controller mit MicroPython programmieren kann, soll im nächsten Beitrag auf verschiedene Anwendungen eingegangen werden. Dabei soll zunächst die Erfassung und Auswertung von Sensordaten im Vordergrund stehen.

Der ESP32-Chip verfügt über zwei unabhängige Analog-Digital-Wandler (ADC), die über Multiplexer bis zu 18 verschiedene Analogsignale simultan erfassen können.

Aber auch Sensoren mit digitalen Ausgängen können über unterschiedliche Bussysteme wie I2C oder One-Wire ausgewertet werden. Kommt noch ein einfaches Display hinzu, entsteht schnell und ohne großen Aufwand ein universell einsetzbares Messsystem, das in der Elektronik-Werkstatt oder in der Hausautomatisierung verschiedene Aufgaben übernehmen kann. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] MicroPython: <https://www.micropython.org>
- [2] SciKit : <https://scikit-learn.org/stable/>
- [3] NumPy: <https://numpy.org/>
- [4] SciPy: <https://www.scipy.org/>
- [5] µPyCraft-IDE: <http://docs.dfrobot.com/upycraft/>
- [6] Thonny-IDE: <https://thonny.org/>
- [7] JOY-iT Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32, Bestell-Nr. 14 51 64

## 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**

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.





# Intelligente Funk-Türöffner-Kombi

## Funk-Fingerabdruckscanner ekey uno und Türschlossantrieb eqiva BT Smart

Elektronische Zugangskontroll- und Türöffnungssysteme erfreuen sich auch im privaten Bereich zunehmender Beliebtheit. Wenn man jedoch weder einen RFID-Chip mitführen noch sich einen Zifferncode merken will, kommt man an einer biometrischen Zugangskontrolle kaum vorbei. Fingerabdruckscanner sind heute eine sehr zuverlässige und sichere Lösung für eine Zugangssteuerung. Die einfach installierbare und per Funk kommunizierende Kombination des Fingerabdruckscanners ekey uno mit dem bewährten eqiva-Türschlossantrieb macht das Türöffnen per Fingerabdruck ganz einfach – kabellos, ohne Bauschmutz, einfach eine sehr gute Nachrüstlösung!

### Funk statt Draht

WLAN und Bluetooth sind heute allgegenwärtig. Laufend erscheinen neue Anwendungen auch für die Haustechnik. Genau damit arbeitet das Gespann des österreichischen Spezialisten für Fingerprint-Zugangssysteme ekey biometric systems und des europäischen Smart Home Marktführers eQ-3, der den bewährten und äußerst universell einsetzbaren eqiva-Funk-Türschlossantrieb beisteuert. Beide Geräte verbinden die oben genannten Funktechniken auf intelligente Weise, sodass zusammen mit den zugehörigen Mobilgeräte-Apps ein sehr komfortables und vielfältig nutzbares Zutrittskontrollsystem entstanden ist.

Der im ekey uno eingesetzte Flächen-Fingerabdruckscanner besitzt eine hohe Auflösung, höchste Fälschungssicherheit und ist im Betrieb sehr zuverlässig.

Beide Geräte werden kabellos betrieben. Der ekey uno arbeitet dabei mit einem wiederaufladbaren Akku, der bis zu 6 Monate autarken Betrieb ermöglicht, während der eqiva-Funk-Türschlossantrieb von Batterien, die ca. ein Jahr halten, versorgt wird. So ist der Montage- und Installationsaufwand minimal. Der wetterfest ausgeführte Fingerabdruckscanner (IP54) wird per Schraubmontage und einer gesicherten Wandhalterung in Bluetooth-Reichweite zum Türschlossantrieb montiert, der Türschlossantrieb innen auf einen entsprechend langen Standard-Schließzylinder aufgesetzt. Er lässt sich jederzeit von innen per Hand öffnen und schließen, und auch die Bedienung von außen mit einem normalen Schlüssel bleibt erhalten.

Die Ansteuerung des Türschlossantriebs erfolgt per Bluetooth – sowohl im Ursprung über das Smartphone per eigener App als auch nach der Grundkonfiguration durch den Fingerabdruckscanner. Man benötigt die eqiva-App also nur noch für die Konfiguration, der eigentliche Betrieb erfolgt später allein über die Bluetooth-Verbindung zwischen Fingerabdruckscanner und Türschlossantrieb. Natürlich kann man die Tür auch nach wie vor per eqiva-Smartphone-App entriegeln, öffnen und verriegeln.



### Smarte Zugangsverwaltung

Die Einrichtung des Fingerabdruckscanners erfolgt über eine Einbindung in das heimische WLAN und die zugehörige App auf dem Smartphone. Hierüber werden bis zu 200 Fingerabdrücke bzw. bis zu 20 Benutzer erfasst, denen Zutrittsberechtigungen, Zeitfenster (z. B. für Reinigungspersonal) usw. zugeteilt werden. Diese Konfiguration wird ebenso wie die aus der eqiva-App übermittelten eqiva-Zugangsdaten auf dem Fingerabdruckscanner hinterlegt. Auch die ekey-uno-App wird später nur noch zur Administration des Systems benötigt.

Dass sowohl die WLAN-Verbindung als auch die Bluetooth-Verbindung hoch verschlüsselt sind, versteht sich von selbst.

Die WLAN-Konfiguration des Fingerabdruckscanners hat auch einen sehr komfortablen Nebeneffekt – man kann hinterlegte Fingerabdrücke auch aus der Ferne aktivieren, z. B. temporär, oder genauso sperren und ist somit sehr flexibel in der Administration.

Die Kommunikation des Fingerabdruckscanners mit dem Benutzer erfolgt allein über eine Reihe optischer Signale des LED-Rahmens oben auf dem Scanner (Bild 1).

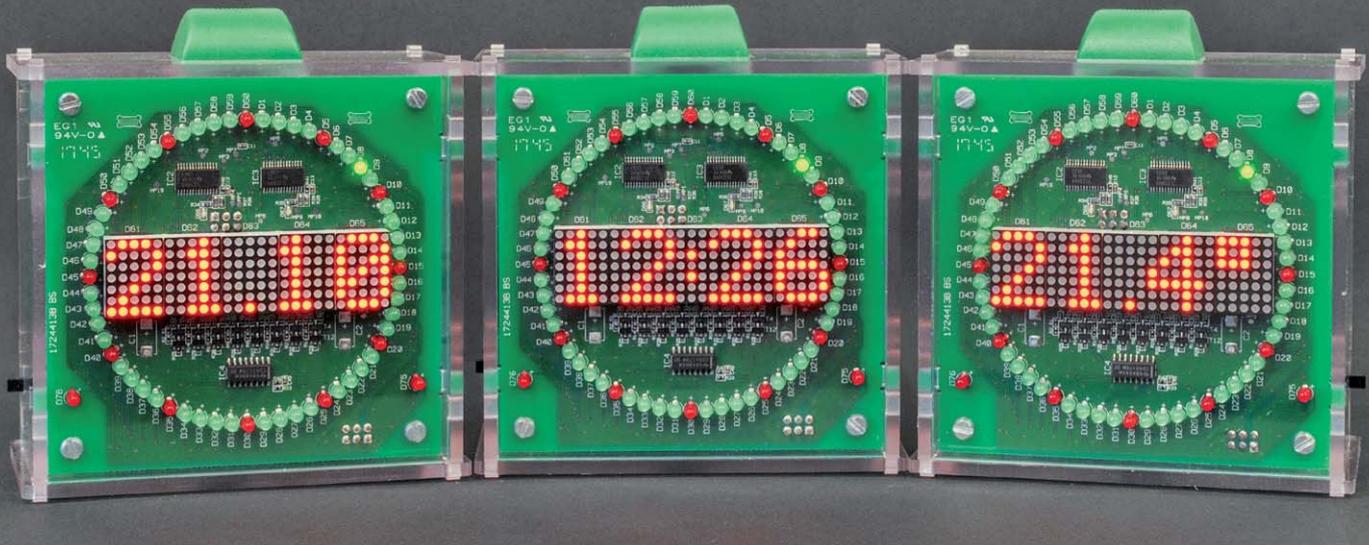
### Fazit

Mit der intelligenten Kombination von Funk-Fingerabdruckscanner und Funk-Türschlossantrieb erhält man ein sehr einfach installierbares Zugangskontrollsystem mit flexibler Administration per Smartphone-App und hoher Zugangssicherheit.



Bild 1: Eindeutige Kommunikation über die LED-Anzeige des Fingerabdruckscanners

Das Produkt finden Sie im ELVshop unter der Bestell-Nr. 25 09 40



# Kommt Zeit, kommt KLW1

## Firmware-Update für den Kreis-LED-Wecker-Bausatz

Der Kreis-LED-Wecker (vorgestellt im ELVjournal 2/2017) ist nicht nur eine schöne Anzeige für die Uhrzeit, sondern auch ein beliebtes Bausatzprojekt. Mit dem neuen Firmware-Update sind wir auf zahlreiche Kundenwünsche eingegangen, die seit dem Verkaufsstart an uns herangetragen wurden. Zu den neuen Funktionen gehören unter anderem die Anzeige des Datums, der Temperatur und des DCF-Status. Außerdem kann man die Echtzeituhr manuell kalibrieren, es gibt zusätzliche Einstellmöglichkeiten über die USB-Schnittstelle sowie weitere Funktionen.

### Update mit neuen Funktionen

Uhren-Bausätze von ELV sind ein immer wieder gern umgesetztes Projekt für Elektronik-Begeisterte. Dies beweist der beliebte Kreis-LED-Wecker-Bausatz KLW1, der von uns in diesem Jahr auch auf den Maker Faires [1] vorgestellt und von den Besuchern immer wieder bestaunt wurde.

Der seit Anfang 2017 erhältliche Bausatz erhielt bereits mit der Version V1.1 ein Firmware-Update, in dem es inhaltlich jedoch mehr um Fehlerbehebungen und Verbesserungen ging. Im jetzigen Update V1.2 wurde der Fokus auf neue Funktionen gelegt. Wir sind dabei auf die zahlreichen Kundenwünsche eingegangen, die uns entweder direkt über das ELVforum [2] oder über unsere Technische Kundenberatung [3] mitgeteilt wurden.

Natürlich sind neben den gewünschten neuen Funktionen auch erforderliche Verbesserungen und Fehlerbehebungen in das Update eingeflossen, diese werden jedoch hier im Text nicht näher erläutert. Eine Auflistung aller Punkte ist in den Release-Notes des KLW1-Update-Pakets auf der Produktseite [4] unter Downloads zu finden.

### Anpassung bei der Anzeige von Stunden

Eine der kleineren Neuerungen, die mit dem Update der KLW1-Firmware Einzug gehalten haben, betrifft die

Anzeige von Stunden. Bei der Darstellung der Uhrzeit wird nun die führende Null bei einziffrigen Stunden, also zwischen 0:00 Uhr bis 9:59 Uhr, nicht mehr angezeigt (Bild 1). Dieser von unseren Kunden eingebrachte Wunsch dient einer besseren Ablesbarkeit der Uhrzeit.

### Anzeige des aktuellen Datums oder der aktuellen Temperatur

Ein weiterer Wunsch der Kunden war die Möglichkeit zur Anzeige des aktuellen Datums. In den bisherigen Firmware-Versionen wurde das Datum zwar eingegeben, konnte aber außer im Eingabemenüpunkt nicht dargestellt werden.

Mit dem Update auf die Version V1.2 kann das aktuelle Datum nun mit einem kurzen Tastendruck auf die Taste TA1 direkt dargestellt werden (Bild 2). Das Datum wird dann für 5 Sekunden angezeigt, die Anzeige wechselt danach wieder zur aktuellen Uhrzeit.

Eine weitere Neuerung ist die Anzeige der aktuellen Temperatur (Bild 3). Und was lag näher, als nun auch die Taste TA3 mit dieser sinnvollen Funktion zu belegen. Damit ist dann auch eine identische Bedienung für diese neue Anzeige möglich. Durch einen erneuten Tastendruck der Taste TA1 oder TA3 innerhalb der 5 Sekunden wechselt die Anzeige sofort wieder auf die aktuelle Uhrzeit.

### Anzeige der eingestellten Alarmzeit

Um die jeweilig eingestellte Alarmzeit für die beiden ersten Alarmkanäle anzeigen zu lassen, genügt jetzt ein kurzer Tastendruck auf die Taste TA4 bzw. TA5 (Bild 4) und auf dem Display wird diese nun für 5 Sekunden angezeigt. Bislang gelangt man mittels des kurzen Tastendrucks direkt zur

Alarmzeiteingabe, nach dem Update erfolgt dies mit dem langen Tastendruck. Durch diese einfache Anpassung wird nun auch ein versehentliches Verstellen der Alarmzeit unterbunden.

Eine weitere Möglichkeit zur Darstellung der eingestellten Alarmzeit ist die einfache Aktivierung des Alarmkanals mittels des zugeordneten Schiebeschalters. Auch hier ist die 5-sekündige Darstellung durch einen erneuten Druck der Taste oder dem Zurückschieben des Schalters möglich.

## Alarmzeit an bestimmten Wochentagen

Apropos Alarmzeit: Viele Kunden haben sich gewünscht, dass die Alarmzeiten nicht nur zu bestimmten Uhrzeiten ausgelöst werden, sondern auch nur an bestimmten Tagen, um so z. B. eine Unterscheidung von Werk- zu Wochenendtagen zu ermöglichen. Mit dem Update folgt nun zusätzlich nach der Eingabe der Uhrzeit des Alarms noch die Eingabe der Wochentage. Hierbei hat man generell zwei Möglichkeiten, diese Tage zu markieren:

### Möglichkeit 1 – Bereiche auswählen

Wird der Punkt „Bereiche“ ausgewählt, werden auf dem Display die Abkürzungen von zwei Wochentagen angezeigt (Mo–So), wobei der momentan einstellbare Wochentag blinkt, ähnlich der Eingabe von Stunden und Minuten bei den Uhrzeiten. Es kann nun der Starttag und nach der Bestätigung mit der Taste TA2 der Endtag des Bereichs gewählt werden, an denen die Alarmzeit aktiv ist. Die Auswahl der Tage erfolgt wie gewohnt mit den Tasten TA1 und TA3.

### Möglichkeit 2 – Individuelle Tage markieren

Wird der Punkt „Individual“ ausgewählt, werden auf dem Display nun nacheinander die einzelnen Wochentage mit der Abfrage „J“ für Ja und „N“ für Nein aufgelistet. Für alle mit Ja bestätigten Tage wird dann später die Alarmzeit an diesen Tagen aktiv sein.

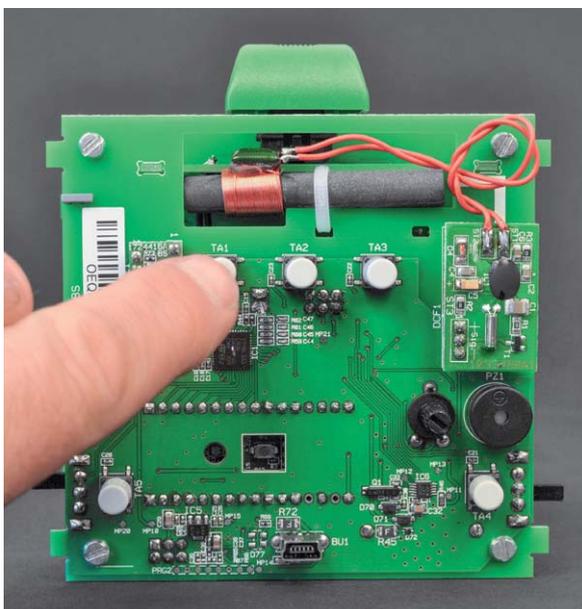


Bild 4: Über die Taster TA1 bis TA5 lässt sich die KWL1 leicht einstellen.



Bild 1: In der neuen Firmware-Version wird die Uhrzeit ohne führende „0“ dargestellt.

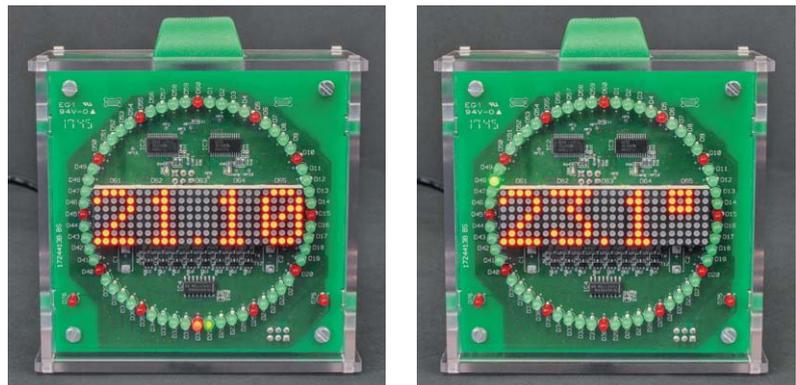


Bild 2: Mit einem kurzen Tastendruck auf die Taste TA1 wird das Datum für fünf Sekunden angezeigt.

Bild 3: Hinzugekommen ist auch die Möglichkeit der Temperaturanzeige.

## Funktion des Lichtsensors überprüfen

Die KWL1 ist in der Lage, die Lichtstärke der LEDs der Umgebungshelligkeit anzupassen. Dazu liegt der KWL1 ein digitaler Helligkeitssensor bei, der auf einer zusätzlichen Platine mit Stiftleisten montiert wird (Bild 5). Um sicherzugehen, dass dieser Sensor korrekt funktioniert, wird ab Firmware-Version V1.2 eine grundlegende Kontrolle des Sensors beim Start der KWL1 durchgeführt. Falls nun ein Fehler beim Sensor erkannt wird, wird automatisch die zyklische Kommunikation zum Sensor unterbrochen und die automatische Helligkeitsanpassung deaktiviert. Es ist dann also die Helligkeit aus der manuellen Einstellung aktiv.

Wird der Sensor fehlerfrei erkannt, kann im Menüpunkt „Lichtsensor“ nun auch ein neuer Unterpunkt mit dem Namen „Lux“ gefunden werden. Wird dieser angewählt, zeigt das Display die aktuell gemessene Helligkeit des Sensors im Raster von 100 ms.

## Info über den DCF-Synchronisationsstatus

Ein sehr häufig nachgefragtes Thema bei der KWL1 war der Status der DCF-Synchronisation. Bisher war es leider nicht erkennbar, ob der Wecker bei der letzten Synchronisationsphase ein vollständiges DCF-Protokoll empfangen hat und somit die Uhrzeit auch aktualisiert wurde. In der neuen Firmware-Version ist dies nun möglich.

Dazu muss zunächst im Menüpunkt „DCF-Empfänger“ der Untermenüpunkt „DCF-Info“ aktiviert werden. Solange nun keine Synchronisation stattgefunden hat oder wenn diese wieder verloren geht, wird im Display ganz links die mittlere LED im Sekundentakt blinken. Nach einer erfolgreichen Synchronisation erlischt das Blinken im Display. So hat man jederzeit den DCF-Status im Überblick.

## Kalibrierung der Echtzeituhr

In manchen Situationen ist der Empfang des DCF-Signals einfach nicht möglich, dies kann bedingt durch bauliche Abschirmung oder durch stö-

rende Signale anderer Geräte in der Umgebung gegeben sein. Dadurch ist die regelmäßige Synchronisation mit dem DCF-Zeitsystem unter Umständen nicht möglich. Die K LW1 läuft dann komplett auf dem von der Echtzeituhr genutzten Quarzsignal. Da jedoch jeder eingesetzte Quarz eine bauteilabhängige Abweichung von der gewünschten Oszillatorfrequenz aufweist, gehen damit betriebene Uhren über kurz oder lang falsch. Eine sehr nützliche Funktion ist dann die manuelle Kalibrierung der Echtzeituhr, welche mit dem Update bereitgestellt wird (Bild 6).

Das Prinzip der Kalibrierung beruht darauf, dass Sie über einen zeitlichen Abstand von mindestens 14 Tagen zwei Uhrzeiteingaben machen. Diese beiden Uhrzeiten synchronisieren Sie mit einer Ihnen zur Verfügung stehenden Referenzzeit, dies kann z. B. die Uhrzeit ihres PCs sein oder eine andere DCF-Uhr. Anhand der eingetretenen zeitlichen Differenz kann ein Korrekturfaktor berechnet werden, der in der Echtzeituhr zu einer Kompensation des Fehlers genutzt wird und die Abweichung auf kleiner 1 ppm ermöglicht.

Für eine manuelle Kalibrierung stellen Sie zunächst das aktuelle Datum und anschließend die Uhrzeit über die bekannten Menüpunkte ein. Nutzen Sie bei der Eingabe der Uhrzeit den Minutenwechsel Ihrer Referenzzeit um die Eingabe mit der Taste TA2 zu bestätigen. Durch die Eingabe der Uhrzeit wird ein Synchronisierungszeitpunkt in der K LW1 gespeichert.

Warten Sie nun mindestens 14 Tage ab. Innerhalb dieses Zeitraums soll die Uhrzeit der K LW1 ungestört laufen. Nach den 14 Tagen gehen Sie in das Menü und rufen den Unterpunkt „RTC-Kalibrierung“ auf. Hier geben Sie nun erneut das Datum und die Uhrzeit Ihrer Referenzzeit ein. Anhand der gemachten Eingaben kann die K LW1 nun die Abweichung des Quarzes berechnen und die Kompensation vornehmen.

### Zeitpunkt der DCF-Synchronisation

Der bisher fest auf 3 Uhr nachts eingestellte Zeitpunkt für die tägliche DCF-Synchronisation kann nun frei definiert werden. Die Grundeinstellung, also nach einem Werksreset, ist bei 3 Uhr nachts geblieben. Für die Einstellung des neuen Zeitpunkts wählen Sie im Menüpunkt „DCF-Empfänger“ den neuen Unterpunkt „DCF-Sync-Zeit“. Dort kann jetzt in gewohnter Weise eine Uhrzeit eingestellt werden. Die neu eingestellte Uhrzeit zur DCF-Synchronisation wird dann im Gerät gespeichert.

### Akustische Bestätigung

Eine weitere kleine Erweiterung ist die akustische Bestätigung von Eingaben im Menü. Werden Eingaben wie z. B. die Helligkeit oder das Datum über die entsprechende Menüfunktion am Ende der Eingabe mit der TA2 quittiert, so wird dies jetzt akustisch bestätigt. Auch der Abbruch einer Eingabe mittels langen Tastendruck von TA2 wird nun mit einem akustischen Signal verdeutlicht.

### Einstellungen über die USB-Schnittstelle

Neben der Möglichkeit, Eingaben über das Menü zu machen, gab es für das Datum und die Uhrzeit auch schon in der Version V1.1 der K LW1-Firmware einen

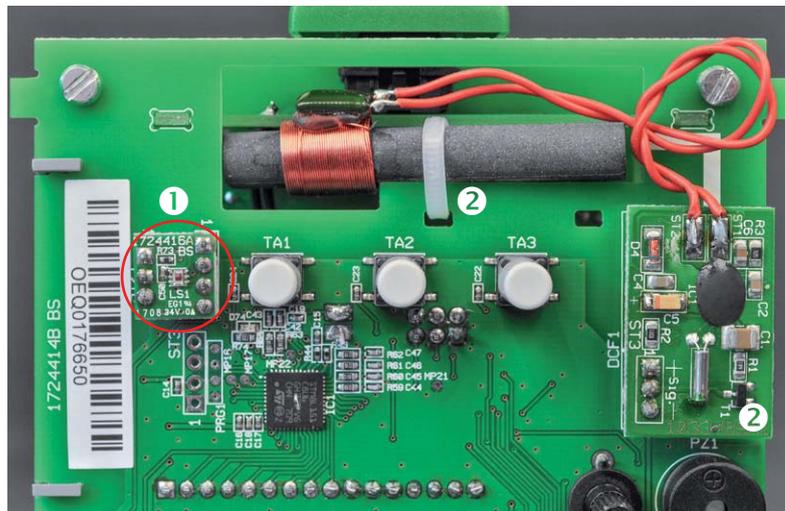


Bild 5: Der Lichtsensor der K LW1 ① und das DCF-Modul mit Antenne und Platine ②

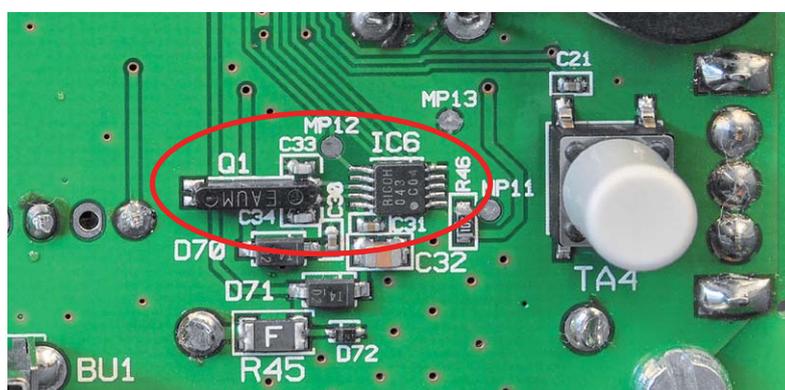


Bild 6: Der RTC-Baustein (IC6) mit Quarz (Q1) kann nun manuell kalibriert werden.

Weg, dies über die serielle Schnittstelle zu realisieren. In der Version V1.2 wurden die Möglichkeiten nun erweitert. Hier eine Auflistung der aktuell unterstützten Funktionen:

- Ausgabe der Applikations- und Bootloader-Version
- Uhrzeit lesen und schreiben
- Datum lesen und schreiben
- Letzten Synchronisierungszeitpunkt auslesen
- Quarzkorrekturfaktor lesen und schreiben
- Werksreset starten
- Bootloader der K LW1 starten

Nähere Infos zu der Steuerung über die serielle Schnittstelle gibt es in einem aktualisierten PDF-Dokument auf der Produktseite [4] zum Download.

**ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Maker Faire Ruhr: <https://de.elv.com/elv-trifft-maker-maker-faire-ruhr-6000-besucher-bei-der-premiere-von-elv-250841>  
Maker Faire Berlin: <https://youtu.be/dELEDEzzK2I>
- [2] ELVforum: <https://de.elv.com/forum/>
- [3] Technische Kundenberatung ELV: <https://de.elv.com/kontakt-support>
- [4] Kreis-LED-Wecker K LW1: Komplettbausatz Bestell-Nr. 15 02 61



# Direkt ins Hausnetz gespeist

## Die eigene Solarstromversorgung für jeden

Die eigene Solarstromversorgung wird mit kleinen, leicht zu installierenden Solaranlagen immer attraktiver. Eine besonders einfach zu realisierende Variante ist die sogenannte „Stecker-Solaranlage“, die es inzwischen in großer Vielfalt und auch zunehmend mit Batteriespeicher gibt. Ein Exkurs durch die derzeit verfügbare und kommende Technik und die gesetzlichen Anforderungen an den Betreiber.



## Strom vom Balkon – für die Grundlast oft ausreichend

Sie werden „Balkon-Kraftwerk“, „Bürger-Solaranlage“, „Mini-PV“ oder „Stecker-Solaranlage“ genannt, in den Anfangszeiten dieser Technik auch „Guerilla-Solar“. Offiziell heißen sie „steckerfertige PV-Anlage“ – kleine Solaranlagen, meist nur mit einem Modul, das man einfach auf dem Balkon, auf der Garage oder im Garten aufstellen bzw. an der Fassade aufhängen kann und deren Wechselrichter direkt in das 230-V-Hausnetz einspeist. In vielen Ländern, insbesondere Entwicklungsländern, ist diese Technik inzwischen bewährt und oft die einzige Quelle für elektrischen Strom. In Deutschland musste die Technik einen inzwischen jahrelangen Kampf mit Gesetzgeber, Behörden, Industrievereinen und Energieversorgern bestehen, um nun endlich legal – freilich unter gewissen Voraussetzungen, auf die wir noch eingehen – betrieben werden zu können.

Der Aufbau einer solchen Anlage ist im Prinzip einfach, **Bild 1** zeigt dies und die Einbindung in das Hausnetz. Ein leistungsstarkes Solarmodul, heute gilt hier 300 W als üblich, wird direkt an einen kleinen Wechselrichter (der ist meist sogar direkt am Solarmodul verbaut) angeschlossen. Dieser erzeugt 230 V Wechselspannung, synchronisiert sich mit dem Hausnetz, an das er mit einem speziellen Sicherheitsstecker angeschlossen wird, und entlastet so den Haushalt um die vom Solarsystem gelieferte Strommenge, die nicht vom Energieversorger bezogen werden muss. Soweit, aber nicht so einfach. Denn es gibt zahlreiche zu bewältigende Hürden und einige Vorschriften, an die man sich als Betreiber einer solchen Anlage zu halten hat.

Doch zunächst die Frage: „Was bringt das?“ Eine 300-W-Anlage erzeugt je nach geografischer Lage und mit technischen Verlusten 200 bis 280 kWh Strom im Jahr. Das kann allerdings durchaus schon die Grundlast eines Durchschnitts-Haushalts sein, also aller Geräte, die durchgehend laufen – vom Kühlschrank bis zum Internet-Router. Je nach Anschaffungspreis der Anlage und eventuellen Nebenkosten wie z. B. eine notwendige Reparatur des Wechselrichters amortisiert sich diese vielleicht erst in zehn Jahren, erst danach verdient sie Geld. In erster Linie geht es also bis zur Amortisation, wie im Übrigen auch bei den „richtigen“ Photovoltaikanlagen mit direkter Netzeinspeisung um die Einsparung von Strom, der nicht in

irgendeinem zentralen Kraftwerk erzeugt und bis in den Haushalt transportiert werden muss – auch ein ganz kleiner, privater Beitrag zur Energiewende. Immerhin kann eine 300-W-Anlage schon bis zu 10 Prozent des Jahresstrombedarfs eines Vier-Personen-Haushalts erzeugen.

Die Stecker-Solaranlage weist jedoch gegenüber der „großen“ PV-Anlage auf dem Dach die Besonderheit auf, dass sie fast ausschließlich allein dazu da ist, Strom in das interne Hausnetz einzuspeisen, nicht in das öffentliche Netz.

Dass der an das Solarmodul angeschlossene Wechselrichter die Bedingungen erfüllt, die an eine Einspeisung gestellt werden, allem voran netzsynchroner Betrieb, also hochgenaue Netzkopplung, ist heute technisch kein Problem und gehört ebenso zum Einmaleins des Entwickler-Know-hows wie der Schutz vor Ausgabe der Netzspannung, bevor der Wechselrichter sicher angeschlossen ist. Das Hauptproblem liegt beim eigentlichen Anschluss an das Hausnetz, das werden wir noch ausführlich diskutieren.

## 2018/2019 – grünes Licht vom VDE und die Normen

Wie bereits angeschnitten – viele Jahre gab es namentlich in Deutschland große Widerstände, besonders von der Seite der Stromversorger (EVUs) und der mit ihnen verbundenen Verbände und Politiker her, gegen diese Technik. Während die genannten Akteure sich inzwischen zur PV-Technik mit direkter Einspeisung ins öffentliche Netz bekennen, immerhin betreiben sie heute selbst PV-Anlagen in großem Stil und handeln auch mit dem von den privaten Einspeisern produziertem Strom, ist die Einstellung zur steckerfertigen Mini-PV-Anlage von den damit befassten Akteuren erst in jüngster Zeit liberaler geworden. Freilich kann man deren Argumente nachvollziehen, soweit es um das Thema Sicherheit geht, denn ein gewisser Wildwuchs auf dem freien Anlagenmarkt sorgt im Extremfall sogar dafür, dass es inzwischen Anlagen mit offenen Kabelenden für den Anschluss ans Hausnetz für Jedermann statt allein für die Fachkraft zu kaufen gibt. Ergo entzündete sich ein jahrelanger Streit zwischen Anbietern solcher Anlagen, potenziellen Betreibern (siehe einschlägige Solartechnik-Foren) und normgebenden Verbänden, befeuert vom Widerstand der Energielieferanten, zuletzt festgemacht an der Anschluss- und Einspeisetechnik.

Auf der anderen Seite gibt es erheblichen Druck auf alle Beteiligten zum Thema Energiewende. Denn erstmals ist es mit der steckerfertigen PV-Anlage möglich, auch an Standorten, die nicht viel Platz bieten, eben etwa der städtischen Miet- oder Eigentumswohnung ohne eigene Dachfläche, Solarstrom für den Eigenbedarf zu erzeugen. Und da könnte dann fast jeder seinen kleinen Beitrag zur Energiewende leisten – hier wartet ein riesiges Ertragspotenzial auf seine Erschließung. Die EU schuf mit der Norm HD 60364-5-551:2010 bereits vor vielen Jahren die Voraussetzungen zur Errichtung solcher Anlagen, die im Übrigen von zahlreichen europäischen Ländern schon lange genutzt werden.

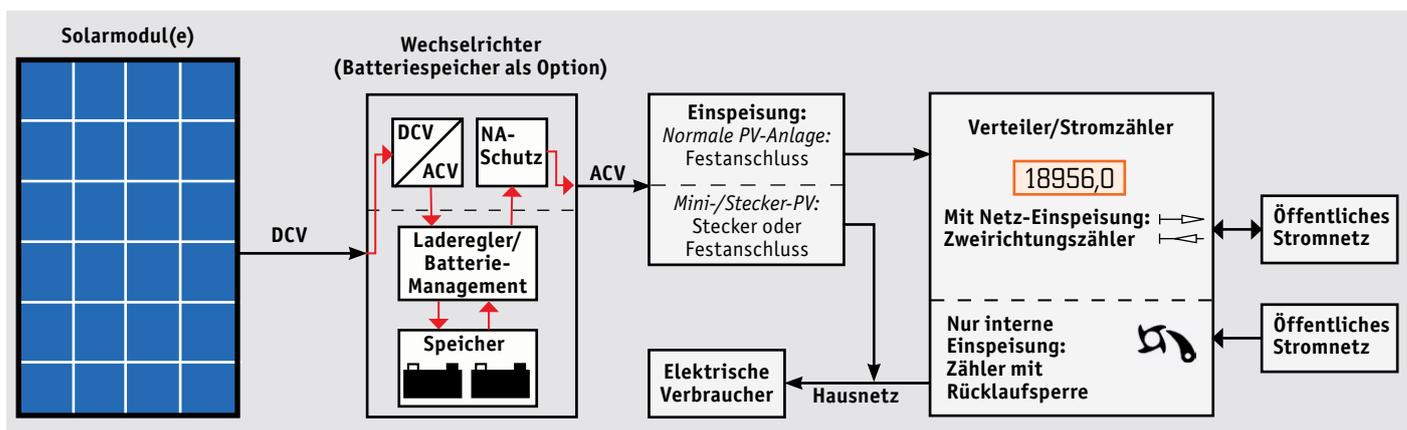


Bild 1: Der grundsätzliche Aufbau einer PV-Anlage. Die Besonderheit der Mini-PV-Anlage besteht im Anschluss an das Hausnetz über eine Steckdose statt einer festen Installation.



Im Jahr 2018 war es dann endlich, nach diversen Vorarbeiten des VDE seit 2016, auch in Deutschland soweit, mit der DIN-(Vor-)Norm DIN VDE V 0100-551:2018-05 [1], die sich mit dem Errichten von Niederspannungsanlagen befasst. Mit der Anwendungsregel VDE-AR-N 4105 gibt es nun einen Kompromiss bzw. Konsens zwischen den divergierenden Interessen mit einem Vorschriftenwerk, das die „Anforderungen an die Art des Anschlusses von Stromerzeugungseinrichtungen, die parallel zu einer Stromquelle ... betrieben werden“ regelt. Konkret findet man die Anforderungen zur Anschlussstechnik in der von der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE) erarbeiteten „DKE/UK 542.4 Industriesteckvorrichtungen“ und in der Vornorm DIN VDE V 0628-1.

Demnach ist die Einspeisung in Deutschland derzeit nur fest oder mit speziellen Steckvorrichtungen („Energiesteckdose“) zulässig. Das ist aus technischer Sicht zunächst nachvollziehbar und richtig, denn hier einfach ohne weitere Sicherheitsvorkehrungen einen Schutzkontaktstecker herzunehmen, an dem die vom Wechselrichter erzeugte Spannung offen anliegt, ist tödlich-fahrlässig. Allerdings gibt es z. B. von Seiten der Verbraucherzentralen oder der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS, [2]) Forderungen nach dem deutlich vereinfachten Einsatz dieser Anlagen, der auch den Anschluss per Schutzkontaktstecker erlaubt. Denn nur dieser macht den benutzerfreundlichen Anschluss wie ein normales Elektrogerät möglich, ohne eine Elektrofachkraft bemühen zu müssen. Viele Wechselrichter beherrschen den sicheren Anschluss per Schutzkontaktstecker, sodass eine Zulassung auch dieser Anschlussart in Deutschland wohl nur eine Frage der Zeit ist. Viele Anlagen werden sowohl mit Sicherheitsstecker als auch mit Schutzkontaktstecker angeboten.

Mit den o. a. Normen, deren Anwendung im Übrigen freiwillig ist – man muss allerdings die Verantwortung seines Handelns tragen –, ist also nun der Weg frei für die steckerfertige Solaranlage, wenn man einige Bedingungen beachtet.

### Was ist zu beachten?

Nach wie vor gibt es unangemessene Verbote einiger EVUs, solche Anlagen an das Hausnetz und erst recht zur Einspeisung an das öffentliche Netz anzuschließen. Bei fachgerechtem Anschluss, Erfüllung der notwendigen Meldepflichten und Installation eines Zweirichtungs-Stromzählers kann ein EVU aber selbst eine Einspeisung gemäß EEG nicht verwehren. Diese ist technisch und gesetzlich zulässig, wenn auch eher selten der Fall, da die realisierbare Anlagenleistung doch begrenzt ist.

Die DGS hat dazu, basierend auf inzwischen langjährigen positiven Erfahrungen aus den Niederlanden, Österreich, Luxemburg und der Schweiz, wo bisher mehr als 200.000 dieser Anlagen ohne Zwischenfälle laufen, einen eigenen Standard (DGS 0001:2017-08) erarbeitet, der praxiserfahrene Sicherheitsvorschriften zum Anschluss und Betrieb beinhaltet [3]. Allerdings sind hier auch die technisch umstrittenen Schutzkontaktstecker Inhalt – eine offiziell in Deutschland (noch) gesetzliche Grauzone. In anderen Ländern wie eben den Niederlanden, Österreich und der Schweiz ist diese Technik eingeführt und mit einer Leistungsgrenze von 500 bis 800 W bei der Einspeisung versehen. Die DGS schlägt auch hier max. 2,6 A vor, also knapp 600 W, was zwei 300-W-Solarmodulen entsprechen würde.

### Verhältnisse geklärt?

Prinzipiell darf jeder solch eine Anlage etwa auf dem Balkon errichten. Spätestens aber dann, wenn die Solarmodule von außen sichtbar angebracht werden sollen, gibt es eine Grenze: der Vermieter oder die Eigentümergemeinschaft muss das Einverständnis geben. Die Anbieter haben inzwischen eine unglaublich große und sicher montierbare Vielfalt an Solarmodulhalterungen im Portfolio, sodass diese Module bei entsprechender Genehmigung auch an Balkongeländern oder Fassaden sicher montierbar sind. Hier entscheidet dann lediglich das Verständnis von Vermieter oder Gemeinschaft für die veränderte Optik, eher weniger Sicherheits-

bedenken. Ob die elektrische Anlage der Wohnung für eine Einspeisung geeignet ist (man denke hier nur an Uralt-Anlagen im Mietshaus), muss der Vermieter verantworten und die Einspeisung ausdrücklich genehmigen – als Mieter also die Genehmigung einholen!

### Anmelden?

Laut VDE, bezogen auf die „Niederspannungsanschlussverordnung, VDE-AR-N 4105“, ist eine Anmeldung beim EVU notwendig. Die offizielle Begründung: „Netzbetreiber müssen wissen, wo Mini-PV-Anlagen betrieben werden, um beim Auftreten unzulässiger Netzrückwirkungen schnell die Ursachen ermitteln zu können.“ Das gilt im Übrigen auch für den Anschluss von Notstromaggregaten – im Katastrophenfall wohl eher ein Wunschdenken. In der liberalisierten Neufassung dieser Anwendungsregel darf aber nun der Anlagenbetreiber selbst, nicht wie zuvor ein zwingend hinzuzuziehender Elektroinstallateur, die Anmeldung in einem vereinfachten Verfahren (viele Anbieter fordern inzwischen lediglich Namen, Adresse, Leistung und Fabrikat der Anlage) anmelden, sofern die Anlage nicht mehr als 600 W erzeugt. Dies haben die Netzbetreiber nun ausnahmslos zu akzeptieren. Verbraucherschutzorganisationen und Umweltverbände fordern auch hier eine Befreiung von der Anmeldung, wie es beispielsweise in Luxemburg für Anlagen bis 800 W gehandhabt wird, um die Verbreitung und Akzeptanz dieser Anlagen schneller zu erweitern.

Auf jeden Fall muss man die Anlage bei der Bundesnetzagentur [4] im sogenannten Markstammregister anmelden, in dem alle Solaranlagen – im Übrigen zu einem Stichtag auch bestehende Inselanlagen – vorwiegend für statistische Zwecke, angemeldet werden müssen, da ausnahmslos alle PV-Anlagen unter das EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) fallen.

Viele Markenanbieter von Mini-PV-Anlagen sind bei den notwendigen Anmeldungen behilflich oder erledigen dies gar für ihre Kunden.

### Der Stromzähler

Zum Thema Einspeisung ins öffentliche Netz haben wir ja bereits den dann notwendigen Zweirichtungs-Zähler erwähnt, der erst eine Abrechnung der Vergütung laut EEG ermöglicht. Aber auch wer nicht einspeist, muss einen Blick auf seinen Zähler werfen. Insbesondere ältere Ferraris-Zähler haben keine Rücklaufsperrung. Solch ein Zähler kann bei genügend Einspeisung auch rückwärts laufen und somit die Menge des bisher aus dem Netz bezogenen Stroms zählermäßig reduzieren. Dies wäre ungesetzlich, es läge eine strafbewehrte Zählermanipulation vor. Also muss der Zähler eine Rücklaufsperrung haben. Bild 2 zeigt die entsprechende Kennzeichnung des Zählers. Hat man bereits einen modernen digitalen Zähler, liegt man auf der sicheren Seite, da diese elektronischen Zähler eine Rücklaufsperrung haben.



Bild 2: Die Kennzeichnung von Zählern mit Rücklaufsperrung (links) und von Zweirichtungs-zählern (rechts)



Bild 3: Der NA-Schutz nach VDE-AR-N 4105:2018-11 kann auch extern installiert werden, hier der LINETRAXX® von BENDER. Bild: BENDER GmbH & Co.

### Der Wechselrichter

Der Wechselrichter muss natürlich einen präzisen Netzkopplungsbetrieb gewährleisten, das tun faktisch alle diese Geräte. Gefordert ist auch ein Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz), der den Wechselrichter bei Störungen wie Stromausfall, Über- und Unterspannungen, Netzfrequenzschwankungen oder Trennen des Wechselrichters vom Netz sicher abschaltet. Der NA-Schutz kann auch extern installiert werden (Bild 3), hierzu ist aber nur ein Elektroinstallateur („Elektrofachkraft“) berechtigt – der ist samt zu verbauender Technik mitunter teurer als eine ganze Anlage. Denkt man bei der zu errichtenden Anlage auch an die Wirtschaftlichkeit, machen solche Zusatzinvestitionen den Amortisationseffekt weitgehend zunichte – also beim Kauf des Wechselrichters auf das Feature „Integrierter NA-Schutz“ (Bild 4) achten!

### Muss der Elektroinstallateur kommen?

In der DIN VDE V 0100-551-1 ist auch geregelt, welche Anforderungen die Elektroanlage erfüllen muss, damit sie mit einer Mini-PV-Anlage gekoppelt werden darf. Ist man sich hier nicht hundertprozentig sicher



Bild 5: So erfolgt in den meisten Fällen die Einspeisung mit Sicherheitsstecker und Einspeisesteckdose. Bilder: WIELAND Electric GmbH



Bild 4: Viele Mikrowechselrichter haben bereits einen integrierten NA-Schutz, hier der INV250-45 von AEconversion. Bild: AEconversion GmbH & Co. KG

(das können eigentlich nur Eigentümer bzw. Vermieter sein, die die Ausführung der Anlage genau kennen), muss ein Elektroinstallateur hinzugezogen werden, um z. B. eine Brandgefahr durch unterdimensionierte oder nicht mehr der Norm entsprechende Elektroanlagen auszuschließen. Der VDE spricht hier sogar von einer generellen Pflicht, eine Fachkraft hinzuzuziehen.

Auch für die Installation der derzeit vorgeschriebenen Einspeisesteckdose, Bild 5 zeigt eine solche samt zugehörigem Sicherheitsstecker, ist, ebenso wie bei einem Festanschluss an das Hausstromnetz, allein die Elektro-Fachkraft zuständig, laut Gesetz darf man dies nicht als Laie tun. Deshalb sollte man beim Kauf einer Mini-PV-Anlage derzeit strikt darauf achten, dass diese einen Einspeisestecker nach DIN VDE V 0628-1 (meist nach dem Hersteller als Wieland-Stecker bezeichnet, es gibt u. a. auch Stecksysteme von Hirschmann) besitzt. Hier ist dafür gesorgt, dass die Steckerkontakte nicht ohne Weiteres berührbar sind. Zusammen mit einer zuverlässigen Erkennung einer Unterbrechung durch den Wechselrichter gibt es hier keine Stromschlaggefahr. Zudem sind die Stecker noch mechanisch verriegelt, also nicht einfach bzw. versehentlich abziehbar. Ist bereits eine passende Einspeisesteckdose vorhanden, darf auch der Laie die Anlage über den Einspeisestecker selbst anschließen.

### Mehrere Anlagen parallel betreiben?

Wenn die Leistung der Anlage begrenzt ist, könnte man auf den Gedanken kommen, mehrere davon einzusetzen und diese einzeln ins Hausnetz einzuspeisen. Wenn das Hausnetz die Last entsprechend tragen kann, spricht nichts dagegen. Aber jede Anlage muss tatsächlich einzeln über jeweils eine o. a. Einspeisesteckdose bzw. feste Installation angeschlossen werden. Eine Einspeisung über eine Mehrfachsteckdose in eine Einzelsteckdose ist wegen Überlast- und Brandgefahr generell nicht zulässig.

### Welche Leistung darf eingespeist werden?

Setzt man eine normgerechte Installation per Festanschluss oder o. a. Einspeisesteckdose sowie ein entsprechend belastbares Stromnetz im Haus voraus, dürfen je Einspeisung bis zu 16 A, also 3680 W, eingespeist werden. Bei Einspeisung per Schuko-Stecker gelten die bereits diskutierten 2,6 A/600 W als derzeitige Maximalgrenze.

### Mini-PV-Anlagen – Technik, Angebote, Preise

In Bild 1 ist es bereits angedeutet, eine Mini-PV-Anlage besteht im Wesentlichen nur aus zwei Komponenten: einem Solarmodul und einem kleinen Wechselrichter, der wiederum an das häusliche Stromnetz angeschlossen wird. Ein komplettes, kleines „Balkonkraftwerk“ kann man so schon für ungefähr 300 Euro erwerben, wie es das Beispiel unter [5] zeigt. Die Anbieter dieser Anlagen offerieren auch eine große Vielzahl an Montagemöglichkeiten wie Bodenaufsteller, Fassaden- oder Balkonbrüstungsbefestigungen und bieten entsprechende Montagesätze an.



Bild 6: Mikrowechselrichter der SEEYES-Serie von Envertech erfreuen sich bei Anwendern hoher Beliebtheit. Sie sind Bestandteil vieler Mini-PV-Kits. Bild: ENVERTECH

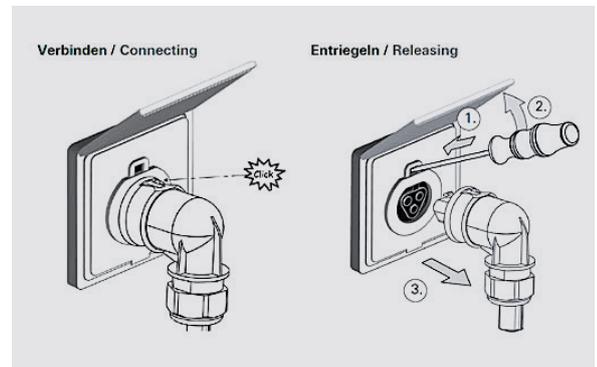


Bild 7: Wesentliches Merkmal der Sicherheits-Steckvorrichtung – Lösen ohne Werkzeug nicht möglich. Bild: WIELAND Electric GmbH

Hat man vielleicht schon ein oder mehrere Solarmodule, kann man diese auch problemlos mit einem passenden Wechselrichter ergänzen. Eine regelrechte Legende sind hier inzwischen die bewährten SEEYES-Mikrowechselrichter von Envertech (Bild 6, [6]), die technisch ausgereift sind und den kinderleichten Anschluss von Solar modul(en) und Stromnetz ermöglichen. Sie nutzen nicht nur dank MPPT-Technik die jeweils aktuelle Leistung der Solarmodule effektiv, sind dank IP67 direkt am Solar modul montierbar, sie entsprechen auch allen aktuellen Normen und Anforderungen, die den Netzanschluss regeln, so eben auch die der VDE-AR-N 4105. Sie erfüllen auch die Anforderungen an die Einspeisung ins öffentliche Netz, können per App bzw. online gemanagt werden und sie sind sehr weit kaskadierbar, sodass man Schritt für Schritt auch eine größere Anlage aufbauen kann. So bieten sie sich auch für Hausbesitzer an, die nur wenige Module, etwa auf dem Garagendach, installieren können, für Ferienhausbesitzer, Boote oder Caravans. Die Mikrowechselrichter werden sowohl für den Anschluss per Schuko-Stecker als auch mit Wieland-Stecker angeboten.

Wie sieht der bereits mehrfach erwähnte Wieland-Stecker eigentlich aus, wie sicher ist er? Bild 5 und Bild 7 zeigen eine typische Wieland-Stecker-Steckdosen-Kombination mit den Steckvorrichtungen des Programms Wieland gesis® RST-CLASSIC [7]. Die Anbieter der Mini-PV-Anlagen bieten Stecker, konfektionierte Kabel und Steckdosen meist als Zubehör an. Einen solchen eingesteckten Stecker kann man nicht werkzeuglos öffnen, hier benötigt man einen Schraubendreher, um die Verbindung zu lösen. Damit ist der Anschluss auch kindersicher.

### Ein Schritt weiter – Mini-PV mit Speicher

Denkt man über die Nutzung der selbst gewonnenen Solarenergie nach, kommt man unweigerlich zur Frage: Was ist, wenn ich mehr Strom erzeuge, als ich benötige, aber nicht ins öffentliche Netz einspeisen will?

Richtig – die Speicherung. Bei den relativ geringen Erträgen, über die wir hier reden, ist freilich ein ausgeklügeltes Energiemanagement nötig, um Verluste so gering wie möglich zu halten. Der Fall, dass man mehr Strom erzeugt, als man gerade benötigt, tritt bereits bei der erwähnten 600-W-Anlage gar nicht so selten ein, man denke nur an die Kombination aus intensiver Sonnenstrahlung im Sommer und Abwesenheit, also sehr wenig Stromverbrauch, am Tage.

Innovative Anbieter arbeiten inzwischen auch an solchen Lösungen, die allerdings technisch recht anspruchsvoll sind. Denn einerseits soll ja nach wie vor die Solaranlage steckerfertig sein und keinen weiteren Eingriff in das Stromnetz erfordern. Auf der anderen Seite muss das in die Anlage integrierte Energiemanagement erkennen, ob gerade Solarstrom im Hausnetz benötigt wird oder nicht. Denn im letzteren Fall kann der überschüssige Strom ja in einen Energiespeicher fließen. Dieser wiederum gibt Strom dann ab, wenn kein Solarstrom erzeugt wird.

Entsprechend komplex ist die Aufgabe für das Energiemanagement, denn die Anlagen erfassen ja eben nicht direkt am Stromzähler – hier wäre die Aufgabe einfach. Bisher gibt es im deutschsprachigen Raum überhaupt nur zwei Firmen, die solche Anlagen bereits liefern können bzw. kurz vor der Markteinführung stehen.

Da wäre zum einen die österreichische Firma EET Efficient Energy Technology GmbH aus Graz [8], die bereits ihr System „SolMate“ (Bild 8) verkauft, ein



Bild 8: Mini-PV-Solarsystem mit Energiemanagement und Akku-Speicher – die SolMate-Anlage von EET. Bilder: EET – Efficient Energy Technology GmbH



Bild 9: Das Mini-PV-Solarsystem von SolarInvert und indielux beherbergt einen LiFePO<sub>4</sub>-Akku und ein hochentwickeltes, dezentrales Energiemanagementsystem, das auch das Einspeisen höherer Leistungen möglich macht. Bilder: SolarInvert GmbH/indielux UG

Komplettsystem aus Solarzellen, Steuer-/Invertereinheit und 960-Wh-LiFePO<sub>4</sub>-Akku. Die gemeinsam mit dem Akku in einem kompakten Gehäuse untergebrachte Steuereinheit beherbergt eine sogenannte NetDetection – hier wird ermittelt, wie viel Strom gerade im Hausnetz benötigt wird, wieviel in den Speicher gehen kann bzw. ob dieser Strom liefern soll.

Das Ganze ist per WLAN-Schnittstelle über eine App kontrollier- und steuerbar. EET spricht davon, dass diese Kombination bis zu 25 % des Strombedarfs eines Haushalts liefern kann. Die Anlage kann bis zu 500 W liefern, sowohl netzgeführt als auch als Insel arbeitend, die Solarpaneele sind besonders leicht und z. B. wie ein Sichtschutz am Balkongeländer installierbar.

Das System ist ausgereift und so überzeugend, dass sich zwei österreichische EVUs nicht nur mit Feldtests an der Entwicklung beteiligt haben, sondern die Anlage inzwischen selbst vermarkten. Wer übrigens schon einige Solarzellen besitzt, kann die Speicher- und Steuereinheit auch als „SolMate Naked“ erwerben und seine Solaranlage so aufrüsten. Ach ja, „SolMate“ speist über einen Schukostecker ein – es funktioniert also doch!

Ebenfalls mit einem speicherunterstützten System steht zum anderen die deutsche Firma „Solarinvert“ [9] kurz vor der Markteinführung (Stand September 2019). Sie setzt die patentierte „ready2plugin“-Technologie der Berliner Firma indielux [10] ein, um damit auch leistungsstärkere Anlagen bis 1,8 kW realisieren zu können, ohne dass das Hausnetz überlastet werden kann. Hier wird das Energiemanagement erweitert und erfasst über Induktionsclips Daten auch am Zähler des Hauses, die drahtlos an die Management-Einheit des Wechselrichters übermittelt werden.

Damit ist eine dynamische Steuerung der gesamten Solaranlage inklusive der im Speicher zur Verfügung stehenden Energie möglich. Das System überwacht gleichzeitig die Stromflüsse am Zähler und im Hausnetz. Es regelt dabei den Wechselrichter dynamisch entsprechend des aktuellen Strombedarfs, der Belastbarkeit des Hausnetzes und der zur Verfügung stehenden Energiereserve zum Laden bzw. zur Nutzung des Systemakkus. Solarinvert wird dieses System (Bild 9) als steckerfertiges Komplettsystem mit einem LiFePO<sub>4</sub>-Akku bis 5 kWh und je nach Anschlussart mit 600 W oder 1820 W Ausgangsleistung anbieten. Das gesamte System arbeitet mit ungefährlicher Schutzkleinspannung und trägt deshalb auch „SELV“ (Safety Extra Low Voltage) im Namen. Es wird etwa Ende 2019/Anfang 2020 auf dem Markt erscheinen und so die erste steckerfertige, Akku-unterstützte Mini-PV-Anlage aus Deutschland und in der 1,8-kWh-Version die derzeit leistungsstärkste Stecker-Solaranlage mit Akku-Unterstützung sein.

### Fazit

Auf dem Markt der Mini-PV-Anlagen tut sich derzeit eine Menge. Mit den hier angebotenen Anlagen kann sich nahezu jeder eine kleine Solaranlage aufbauen und diese sehr einfach in seinem häuslichen Stromnetz betreiben. Die Zukunft wird dabei wohl den Anlagen gehören, die zudem überschüssige Energie speichern können und so jedes Watt, das die Sonne liefert, tatsächlich nutzbar machen. Eine sehr gute Marktübersicht liefert das Fachmagazin „pv magazine“ unter [11], hier sind alle derzeit aktiven Angebote mit allen wesentlichen Parametern und Links zu den Anbietern sorgfältig zusammengetragen. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] DIN-Norm VDE V 0100-551  
<https://www.vde-verlag.de/normen/0100460/din-vde-v-0100-551-1-vde-v-0100-551-1-2018-05.html>
- [2] Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.  
<https://www.dgs.de/service/solarrebell/pvplug/>
- [3] DGS-Standard DGS 0001:2017-08  
<https://www.pvplug.de/standard/>
- [4] Anmeldung Bundesnetzagentur  
<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- [5] Balkonkraftwerke von 275 W bis 3720 W:  
<https://www.alpha-solar.info/basic-170/balkonkraftwerke-selbstabholung/>
- [6] Mikrowechselrichter von Envertec:  
<http://www.envertec.com/de/>
- [7] Wieland-Stecker:  
<https://eshop.wieland-electric.com/categorie/de/rst-classic-serie/1000008685>
- [8] EET Efficient Energy Technology GmbH:  
<https://www.eet.energy>
- [9] Solarinvert GmbH:  
<https://solarinvert.de>
- [10] Indielux:  
<http://ready2plugin.com/>
- [11] Produktdatenbank Stecker-Solar-Geräte:  
<https://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/produktdatenbank-stecker-solar-geraete/>

Hilfe bei der Anmeldung von PV-Anlagen: <https://machdeinenstrom.de/>

## ELV® Unsere Social-Media-Kanäle

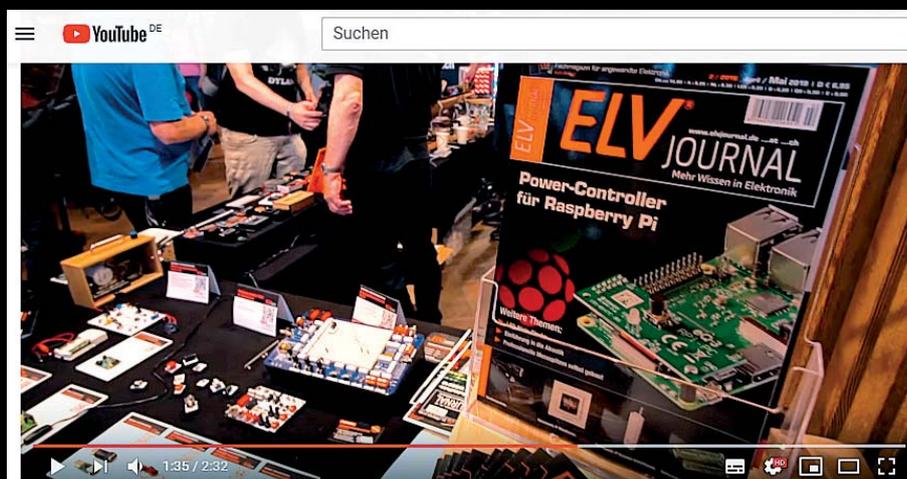
Den Kontakt zum ELVjournal finden Sie nicht nur über unsere E-Mail-Adresse [redaktion@elvjournal.de](mailto:redaktion@elvjournal.de) oder die Postanschrift ELV Elektronik AG · Redaktion ELVjournal · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer, sondern auch über unsere Social Media-Kanäle.

Hier erfahren Sie außerdem Neuheiten zu Bausätzen, Angeboten oder neuen Produkten im Sortiment von ELV. Auch interessante Nachrichten werden hier veröffentlicht. So waren wir mit unseren Entwicklern auf der 5. Maker Faire in Berlin. Von diesem DIY-Festival mit 14.000 Besuchern haben wir einen kleinen Film gemacht.

 Youtube



[www.youtube.com/user/elvelektronikde/](http://www.youtube.com/user/elvelektronikde/)



 Facebook



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

 Twitter

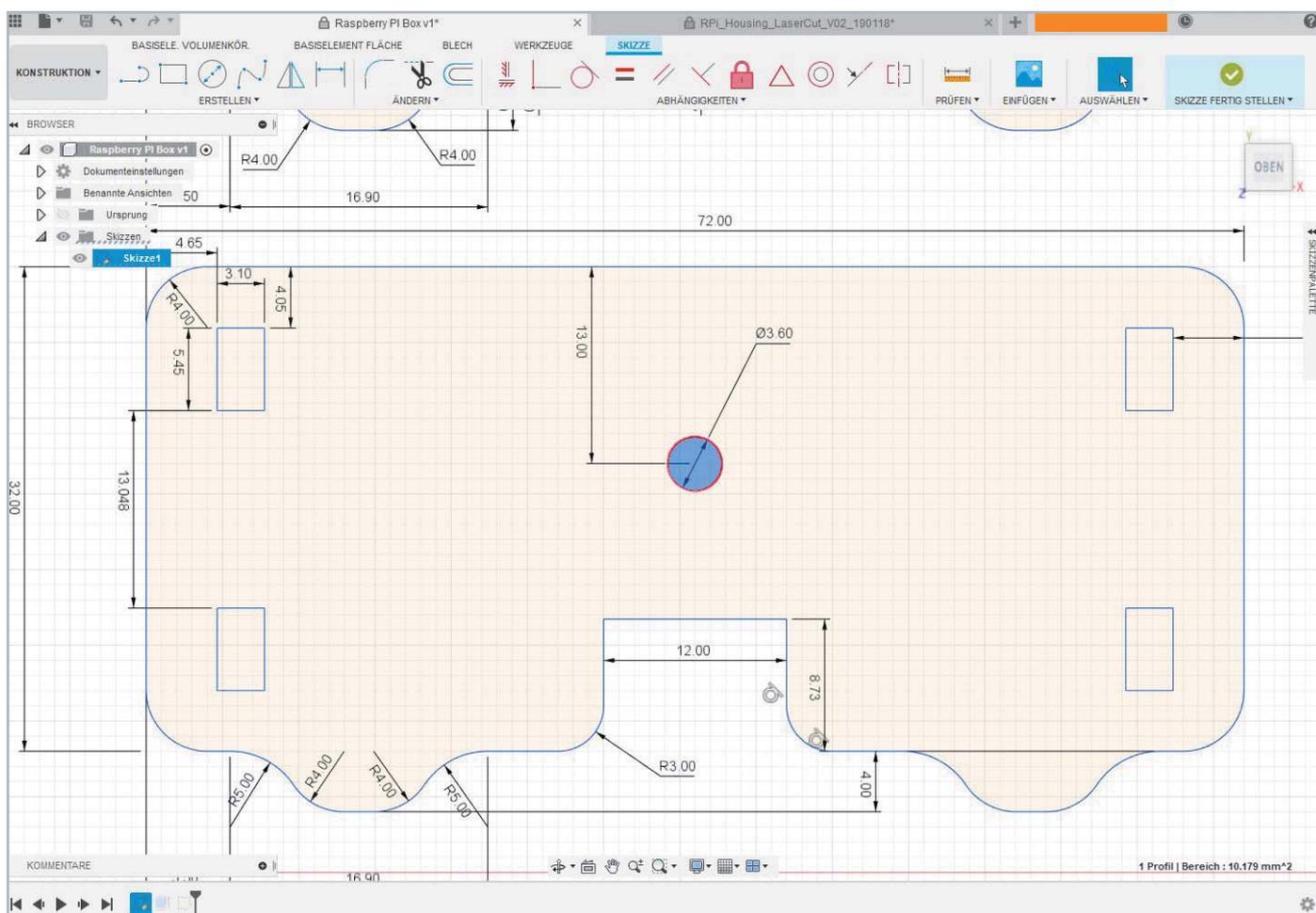


[www.twitter.com/elvelektronik](http://www.twitter.com/elvelektronik)

# Von der Idee zum Objekt

## Einstieg in das Computer-Aided Design (CAD) Teil 3

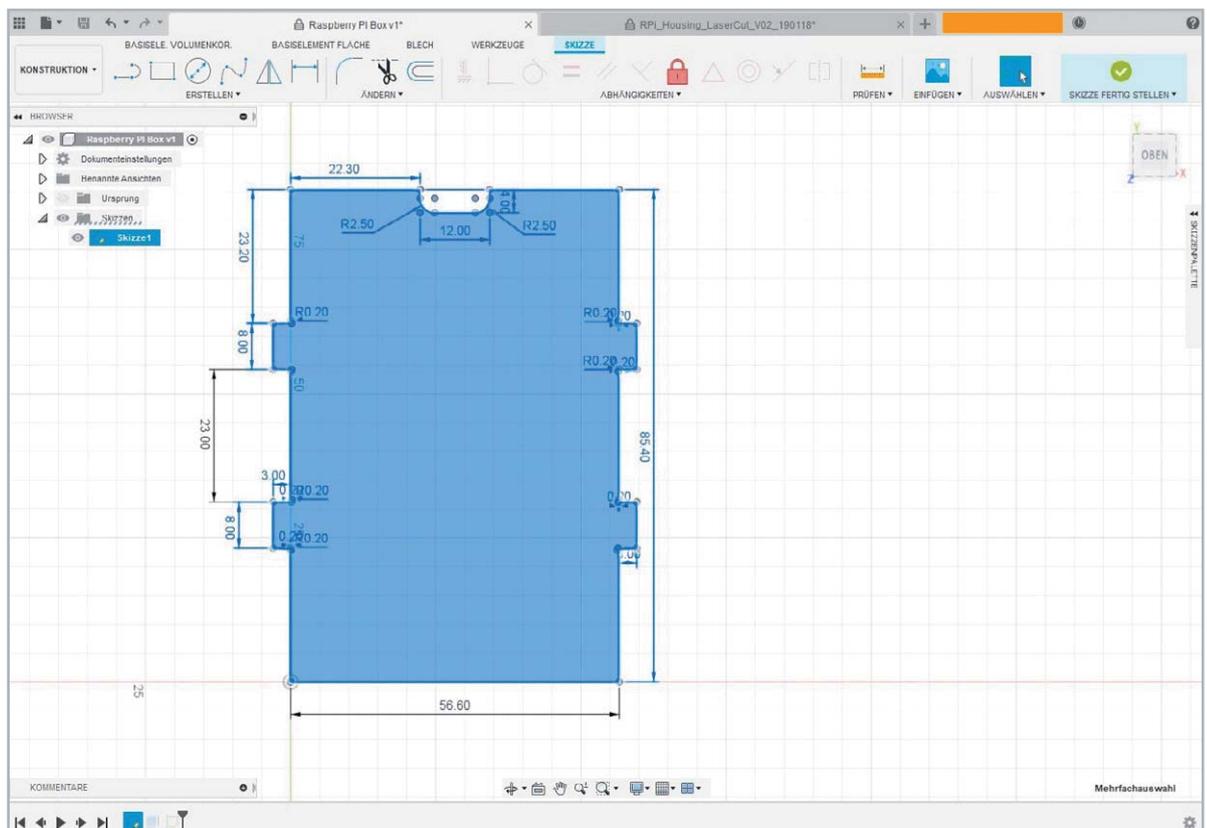
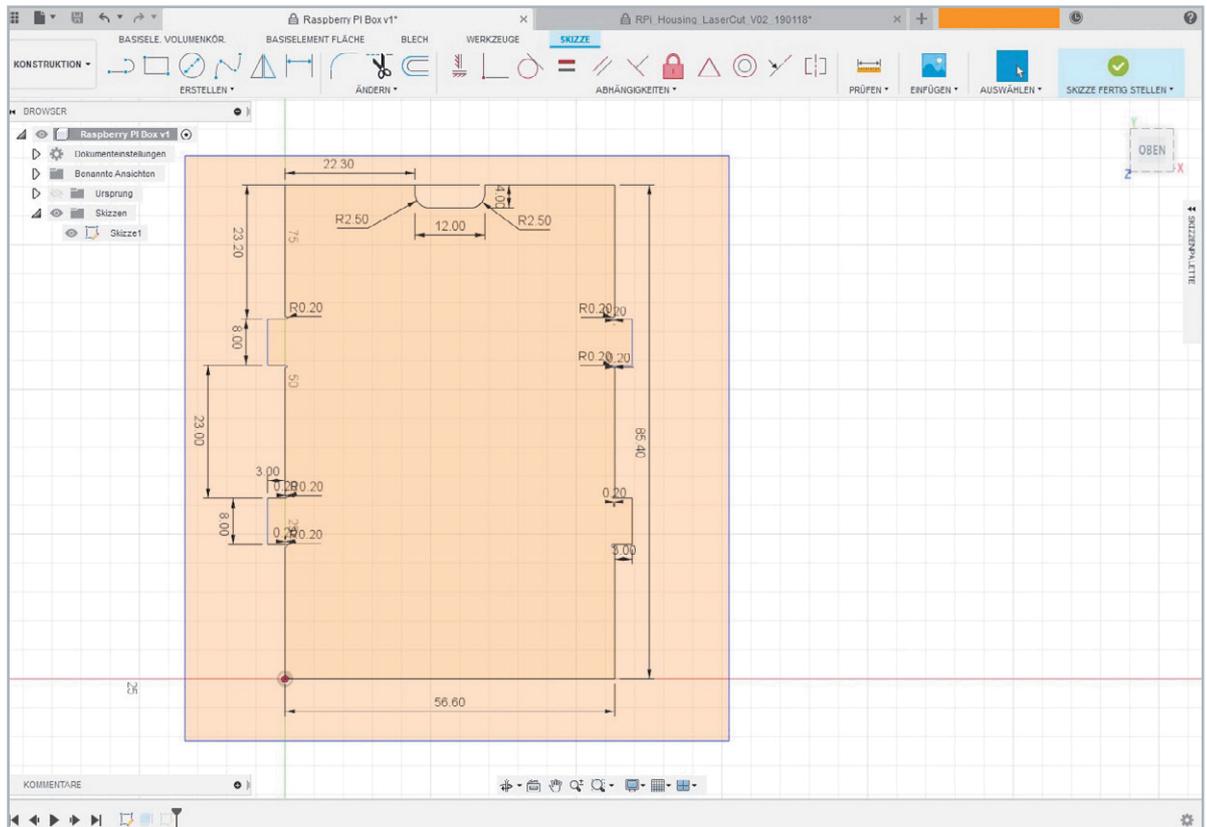
Viele mechanische Teile und Formteile in der Industrie und in immer mehr Hobbykellern, Makerspaces und Fablabs werden heute mit CNC-Fräsen, Lasercuttern und 3D-Druckern erstellt. Im ELVjournal beschreiben wir anhand eines konkreten Projekts Schritt für Schritt den Weg zu einem selbst erstellten Objekt. Unser Vorhaben: die Konstruktion eines Gehäuses für den Raspberry Pi Power-Controller aus dem ELVjournal 2/2019. In dieser Folge führen wir weitere Schritte der Konstruktion durch und werfen einen Blick auf das Open-Source-Programm OpenSCAD.



In diesem Teil zeigen wir Ihnen, wie Sie weitere Bauteile unseres Raspberry-Pi-Gehäuses herstellen. Zunächst erstellen Sie die Frontplatte bzw. die Oberseite des Gehäuses. Dazu öffnen Sie wieder die zuvor ([in Teil 2 der Artikelreihe \[1\]](#)) erstellte Skizze.



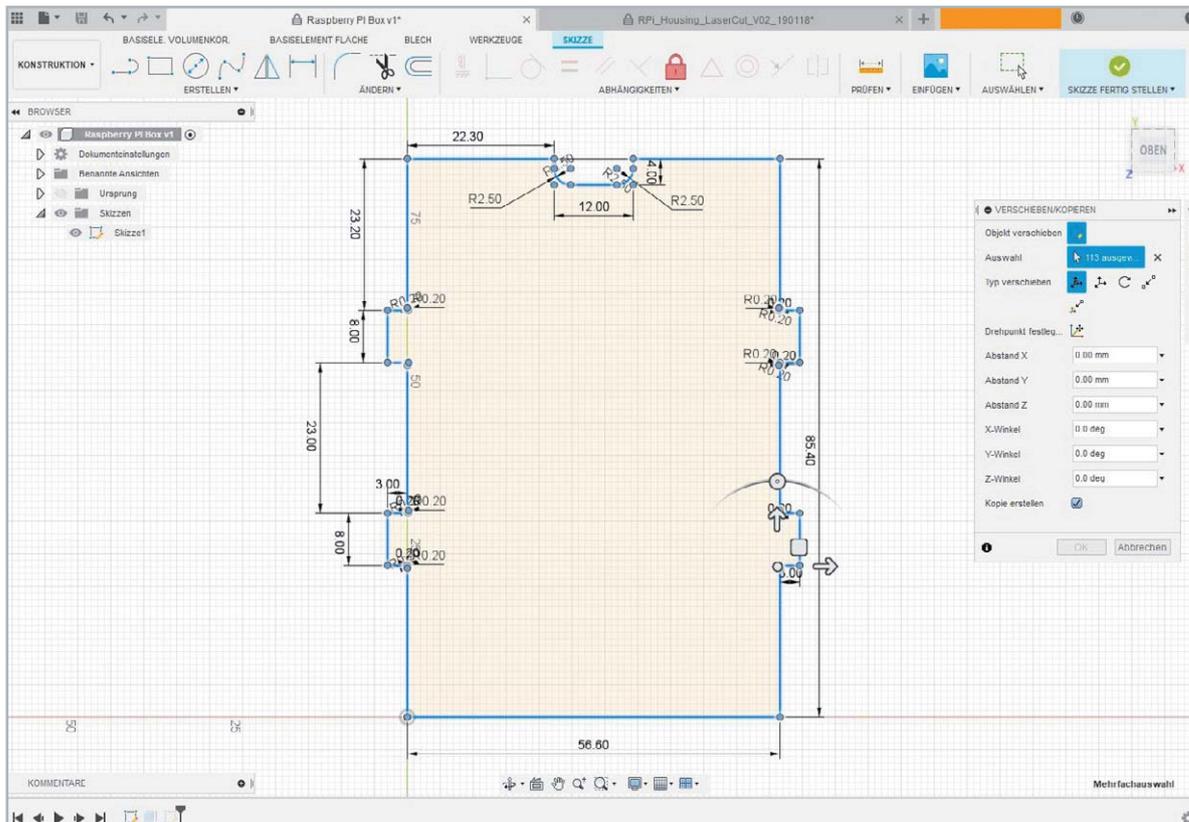
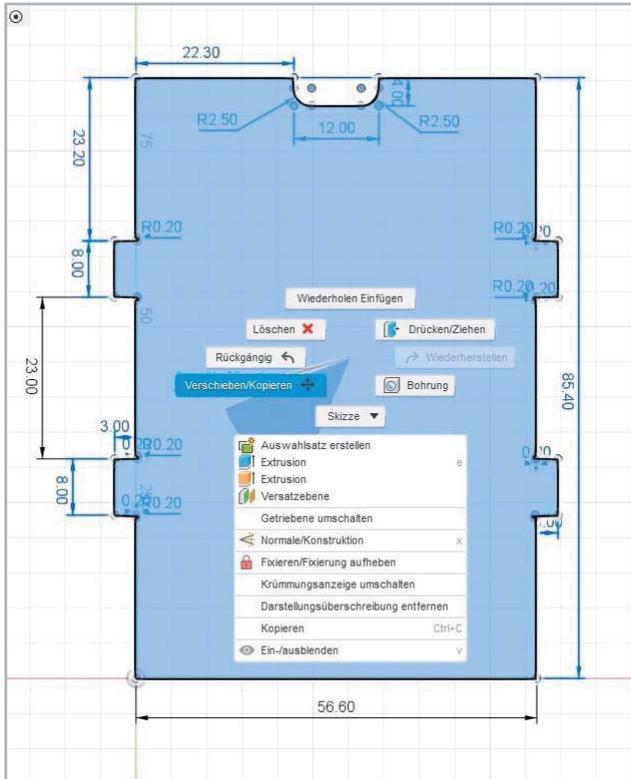
- 1 Sie markieren die gesamte Skizze, indem Sie oberhalb und neben der Skizze ins Feld klicken und die Maus gedrückt halten. Beim Bewegen des Cursors entsteht ein oranges Rechteck. Dieses ziehen Sie über die gesamte Skizze und lassen dann links unten, außerhalb des skizzierten Bereichs, die Maustaste los. Die Skizze ist komplett ausgewählt, wenn sie blau eingefärbt ist.





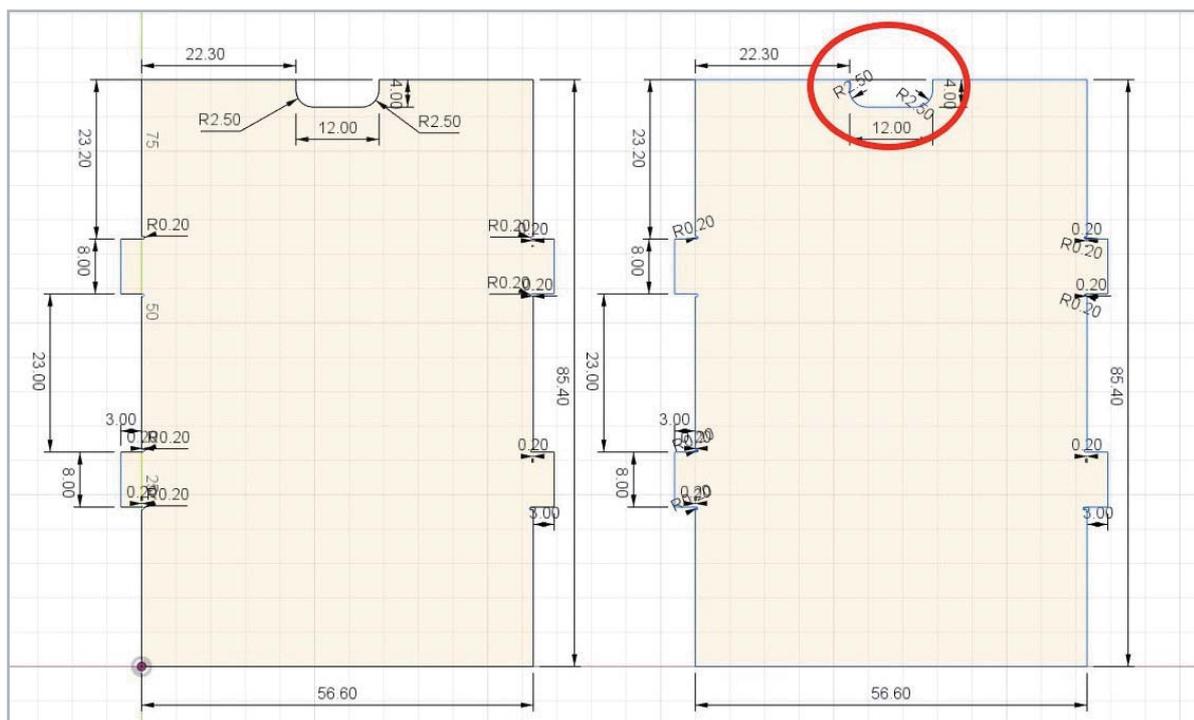
## 2 Nach erfolgter Skizzenauswahl kopieren wir die gesamte Skizze:

Dazu klicken Sie auf die rechte Maustaste, wählen *Verschieben/Kopieren* an. Nun erscheint im Bildschirmbereich ein Fenster *Verschieben/Kopiere*, wo sie einen Haken beim Punkt *Kopie erstellen* setzen. Dann können Sie durch die an der Skizze erscheinenden Pfeile die Kopie nach links ziehen. Zuletzt tippen Sie auf Enter, um das Kopieren zu bestätigen.



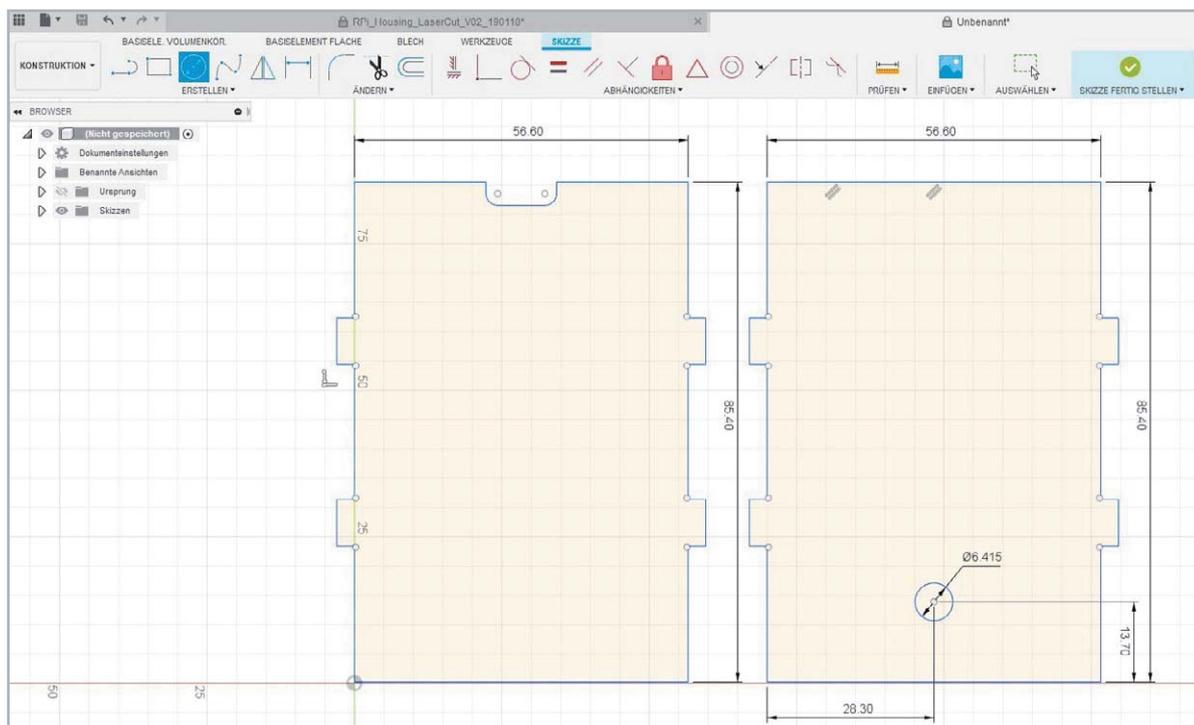


- 3 Die erstellte Kopie verwenden wir nun zum Erstellen der Deckplatte. Anders als zur Unterseite benötigen wir den Ausschnitt an der Oberkante der Skizze nicht. Deshalb löschen Sie mit *Stutzen* (Sie können dafür auch das Scheren-Symbol aus der Menüleiste oben auswählen) die nicht benötigten Linien.



- 4 Nun muss die Skizze mittels einer Linie (Erstellen → Linie) wieder geschlossen werden. Erstellen Sie eine Linie und schließen Sie damit die offene Kontur. Die noch vorhandene Skizzenbemaßung können Sie durch Markieren und Löschen mit der Entfernen-Taste ausblenden.

- 5 Jetzt erstellen wir den Ausschnitt für den Taster des Moduls. Dazu wählen Sie *Kreis* aus dem Menü *Erstellen*. Dann platzieren Sie den Cursor relativ mittig unten in der Skizze und klicken. Dann ziehen Sie den Mauszeiger etwas und geben als Durchmesser für den Kreis 6,415 mm an. Dann positionieren Sie den Kreis ganz genau über die Skizzenbemaßung (Kürzel D auf der Tastatur oder Erstellen → Skizzenbemaßung, danach wählen Sie den Kreis und die jeweiligen Linien unten/an der Seite aus und geben die Maße ein). Der Kreis liegt auf einer Höhe von 13,7 mm und hat einen Abstand zur Außenlinie links unten von 28,3 mm.

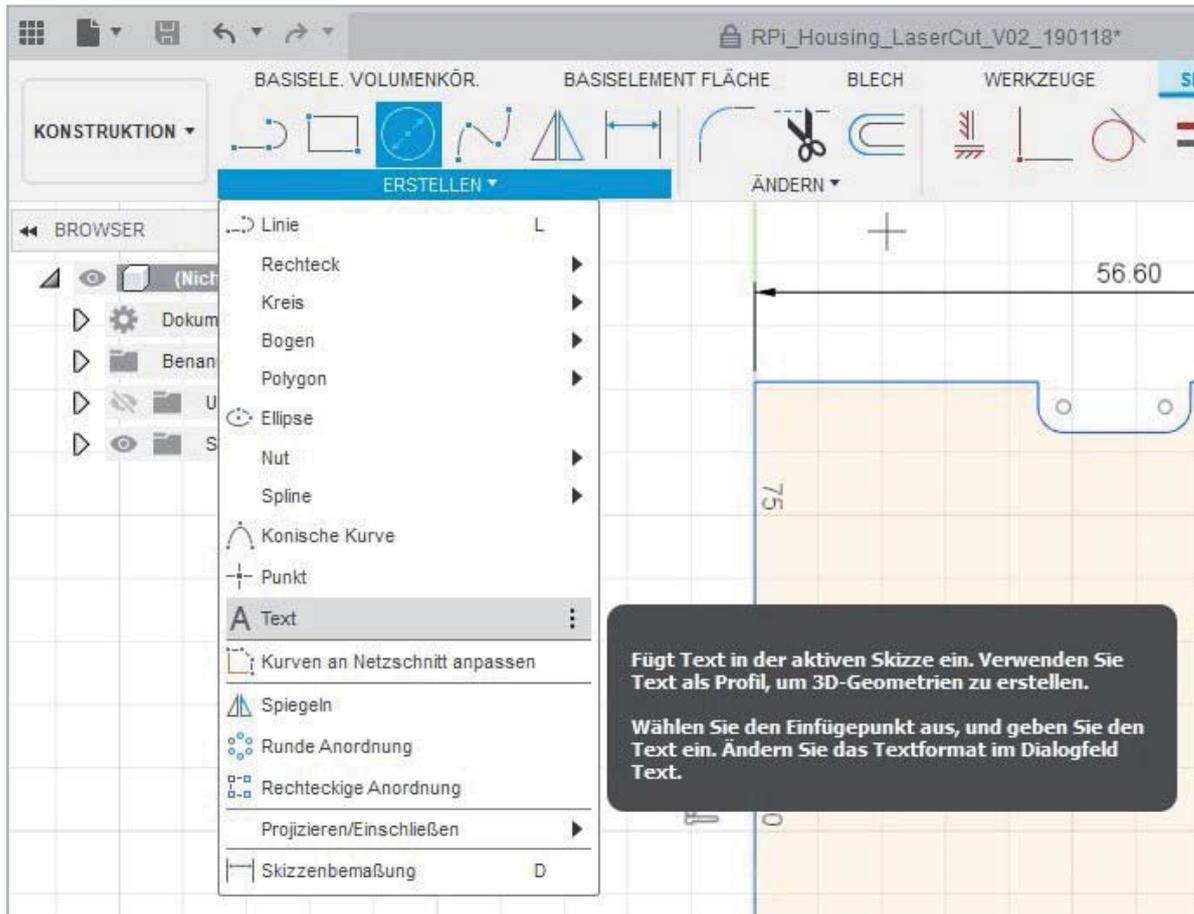


**Tipp:** Um sich die Skizze etwas übersichtlicher zu gestalten, kann man die Bemaßung im Menü *Skizzenpalette* (im Bildschirm vorwiegend rechts angeordnet) ausblenden.

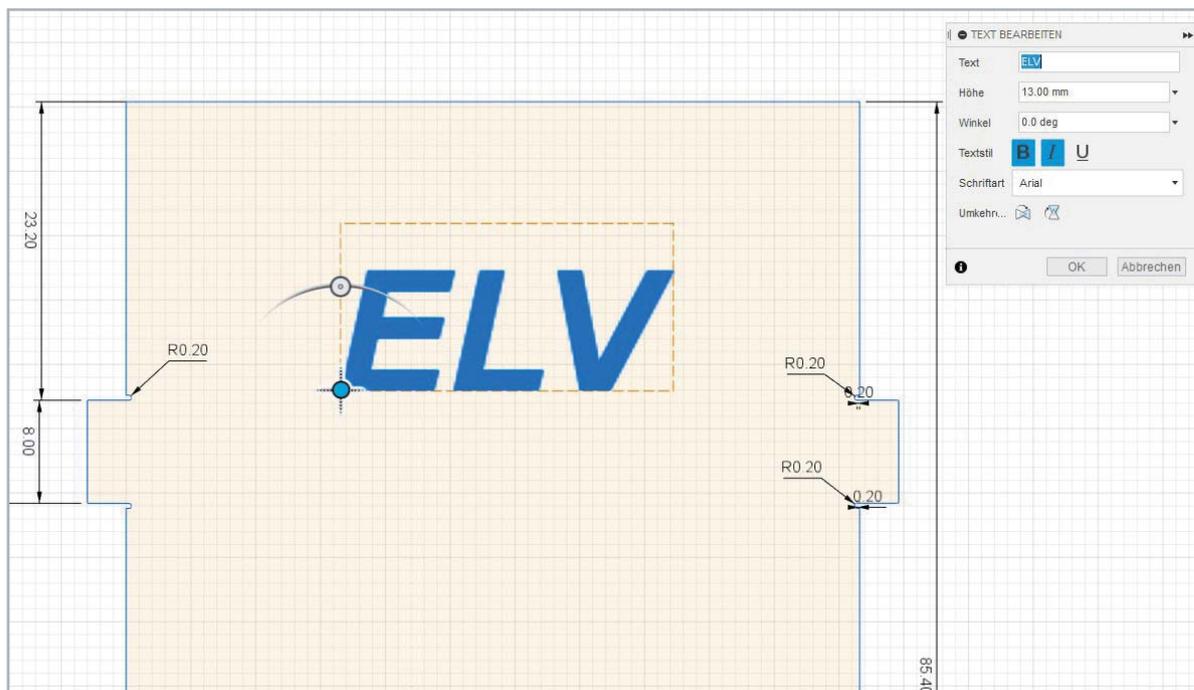


6 Es fehlen noch das Logo bzw. eine Aufschrift. Dieser Schritt ist optional und wird für das Gehäuse nicht zwingend benötigt. Sie können alternativ auch direkt bei Punkt 8 weitermachen.

7 Zunächst wählen Sie unter *Erstellen* den Punkt *Text*.



Danach klicken Sie in die Skizze und es erscheint das Menü *Text bearbeiten*. In der ersten Zeile geben Sie Ihren Text ein. Dann bestimmen Sie noch die Textgröße und Schriftart und drücken anschließend auf Enter.



Damit der Lasercutter Linien zum Entlangfahren erkennen kann, müssen Sie den Text in Pfade bzw. Vektorlinien umwandeln. Klicken Sie auf die rechte Maustaste und wählen Sie *Explosionsansicht der Zeichenfolge*.

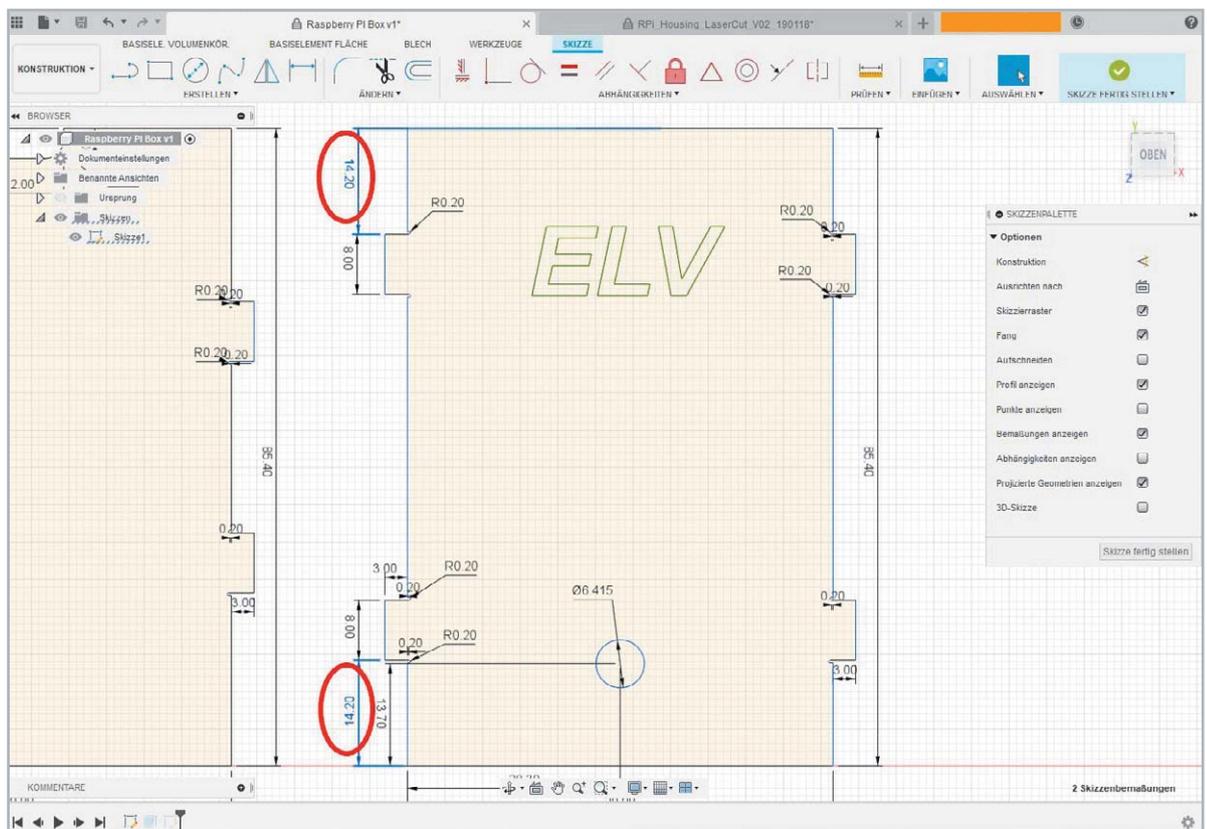


8 Zu guter Letzt kümmern wir uns noch um die Finger-Joints. Anders als die Grundplatte des Gehäuses brauchen diese nicht so weit mittig zu liegen. Damit eine Bemaßungsänderung nicht zu ungewollten Skizzenveränderungen führt, kontrollieren wir die Abhängigkeiten der Linien. Dazu (falls noch nicht vorhanden) lassen Sie sich unter dem Menü *Skizzenpalette* (meist rechts im Bildschirm) die Abhängigkeiten anzeigen. Sie können über Abhängigkeiten Beziehungen zu einzelnen Linien oder Radien erstellen. Wenn Sie z. B. an einer Linie ein Maß angegeben haben und wollen, dass eine andere Linie das gleiche Maß hat, müssen Sie nicht über Skizzenbemaßung ein Maß angeben, sondern können über das Menü *Abhängigkeiten* gleich der Linie dasselbe Maß hinzufügen.



Ein anschauliches Video zu diesem Thema finden Sie auf der Autodesk-Website [2].

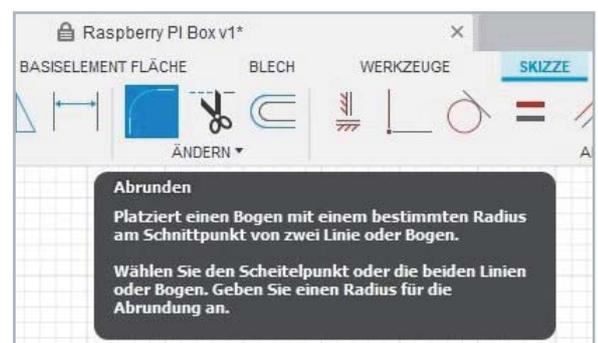
9 Verändern Sie nun das Abstandsmaß der Finger-Joints zu der horizontalen Ober- und Unterlinie der Skizze von 23,2 mm auf 14,2 mm.



Wenn Sie die Abhängigkeiten korrekt erstellt haben, verschieben sich die gespiegelten Finger-Joints an der rechten Seite der Skizze automatisch mit.

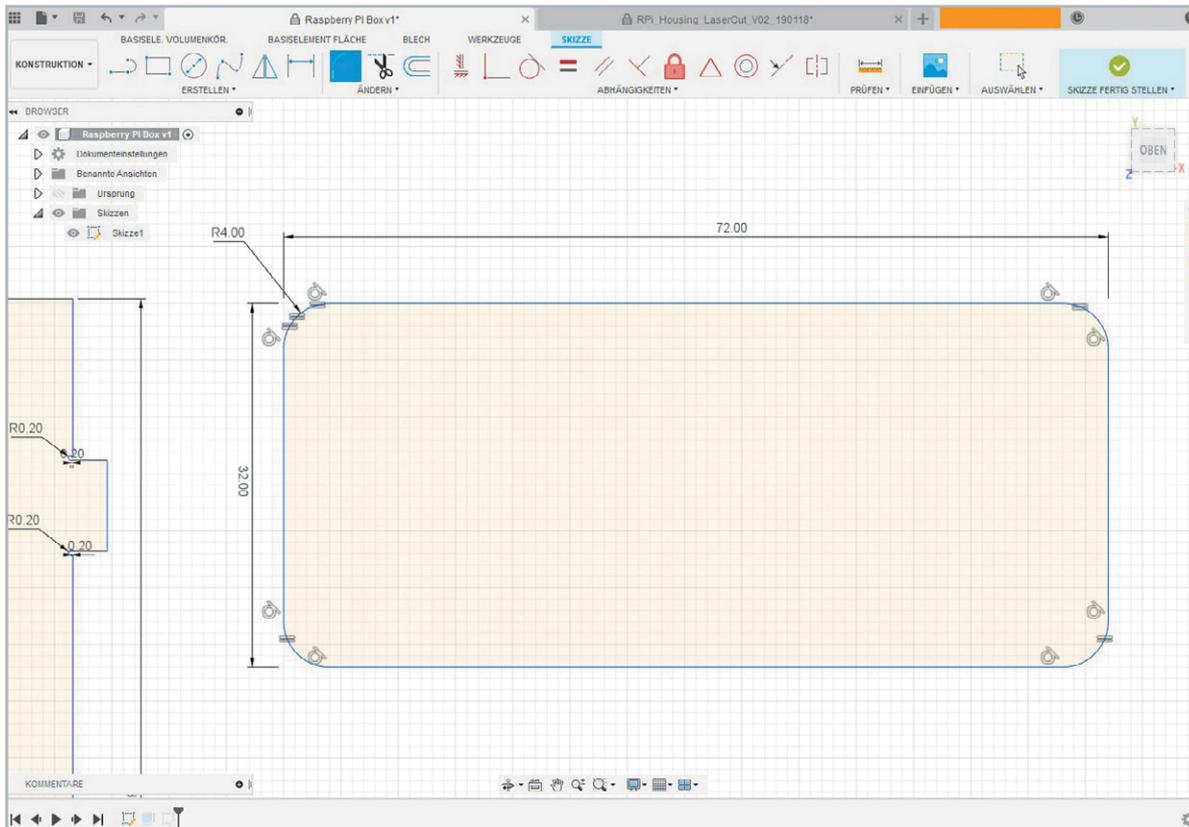
Die Oberseite der Box ist nun fertiggestellt, jetzt machen wir mit den Seitenteilen weiter.

10 Erstellen Sie ein Rechteck mit den Maßen 72 mm x 32 mm und verrunden anschließend die Ecken über *Ändern/Abrunden*. Klicken Sie alle Ecken des Rechteckes nacheinander an.

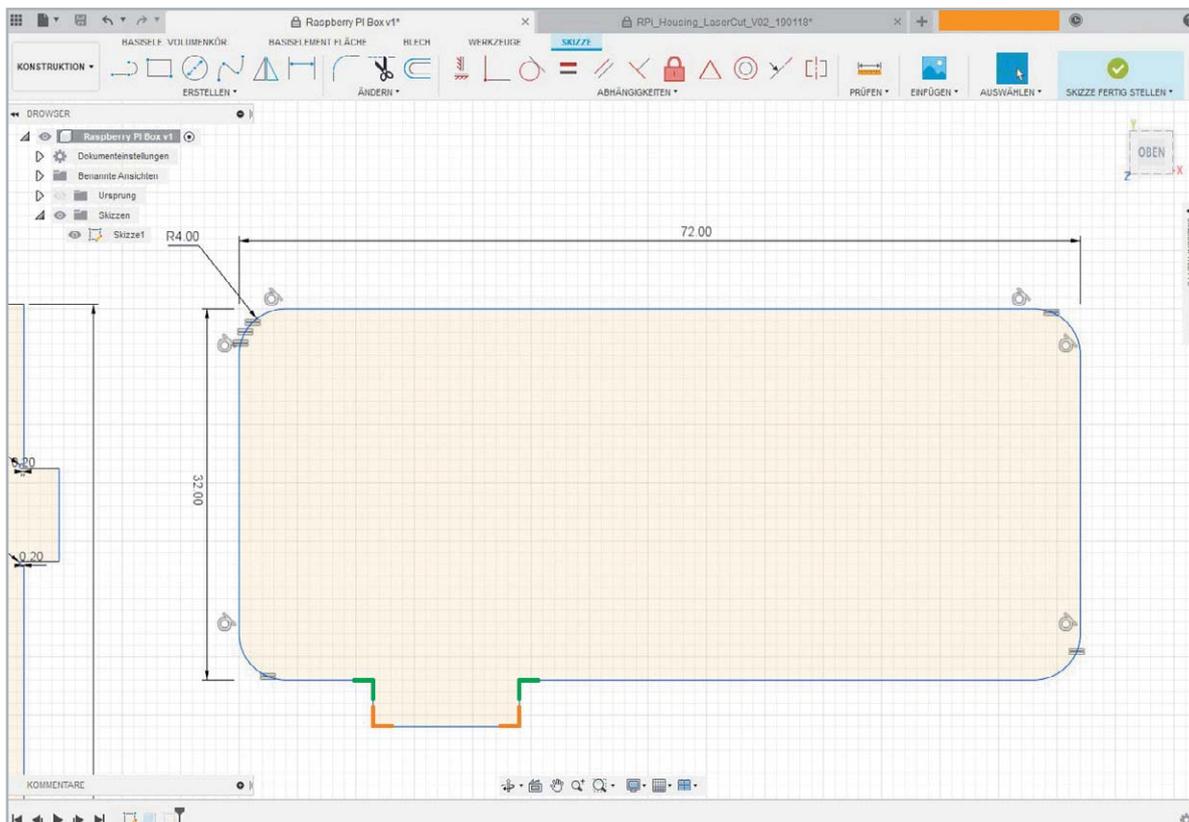




Wenn alle Ecken ausgewählt sind, geben Sie den Radius von 4 mm in das aufpoppende Feld ein.

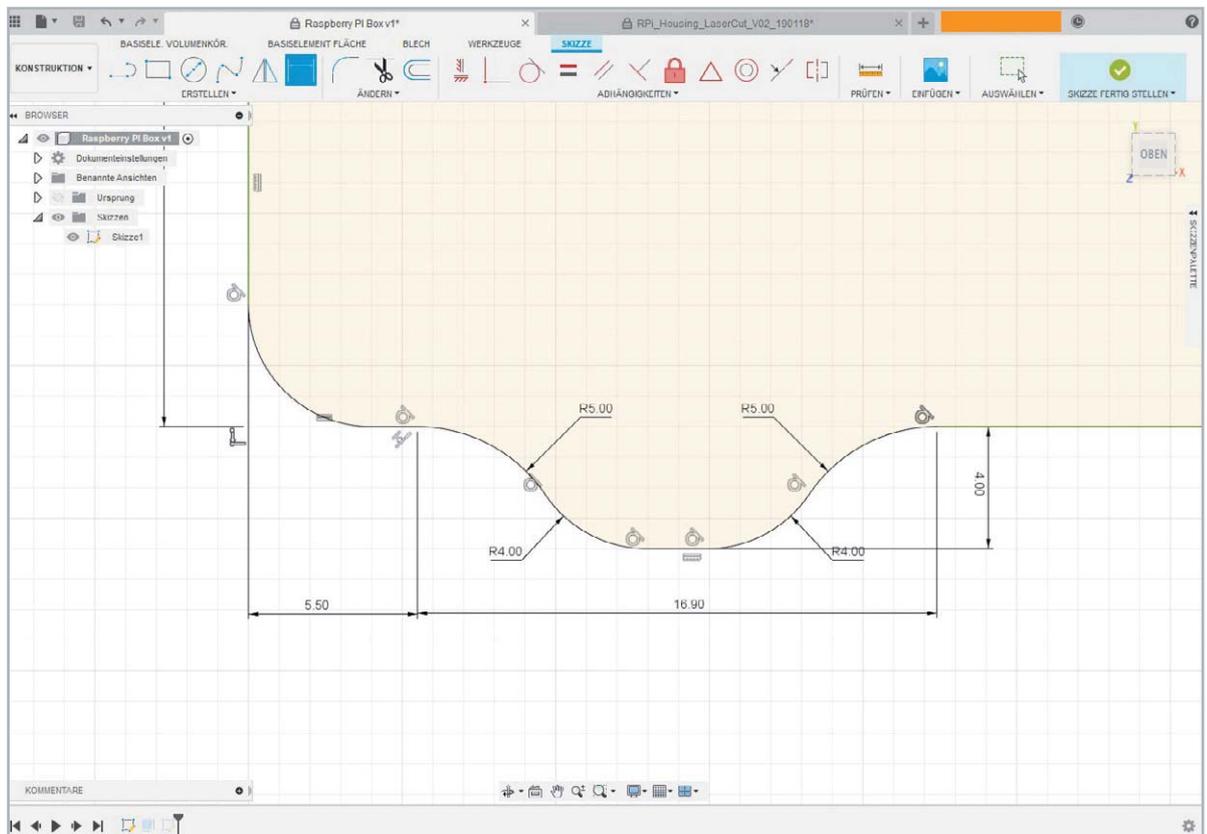


11 Für die Standfüße des Gehäuses erstellen Sie ein Rechteck, welches Sie wieder im Nachhinein spiegeln. Über *Erstellen/Rechteck* fügen Sie ein Rechteck an die Unterkante des zuvor erstellten größeren Rechteckes an. Dieses lassen Sie zunächst ohne Maße. Durch die Funktion *Stutzen* erstellen Sie eine durchgängige Außenkontur. Das Ganze sollte dann wie folgt aussehen:





Nun fügen Sie wieder Eckenabrundungen zunächst an den inneren (grün), mit Radius 5 mm, dann an den äußeren Ecken (orange), mit Radius 4 mm, an.  
Zuletzt bemaßen Sie den verrundeten Fuß mit folgenden Werten (klicken Sie dabei auf die kleinen Punkte an den Bezugsstellen): Breite des Fußes = 16,9 mm, Höhe = 4,0 mm, Abstand zur linken Außenkante = 5,5 mm.  
Der fertige erste Fuß sieht dann wie folgt aus:



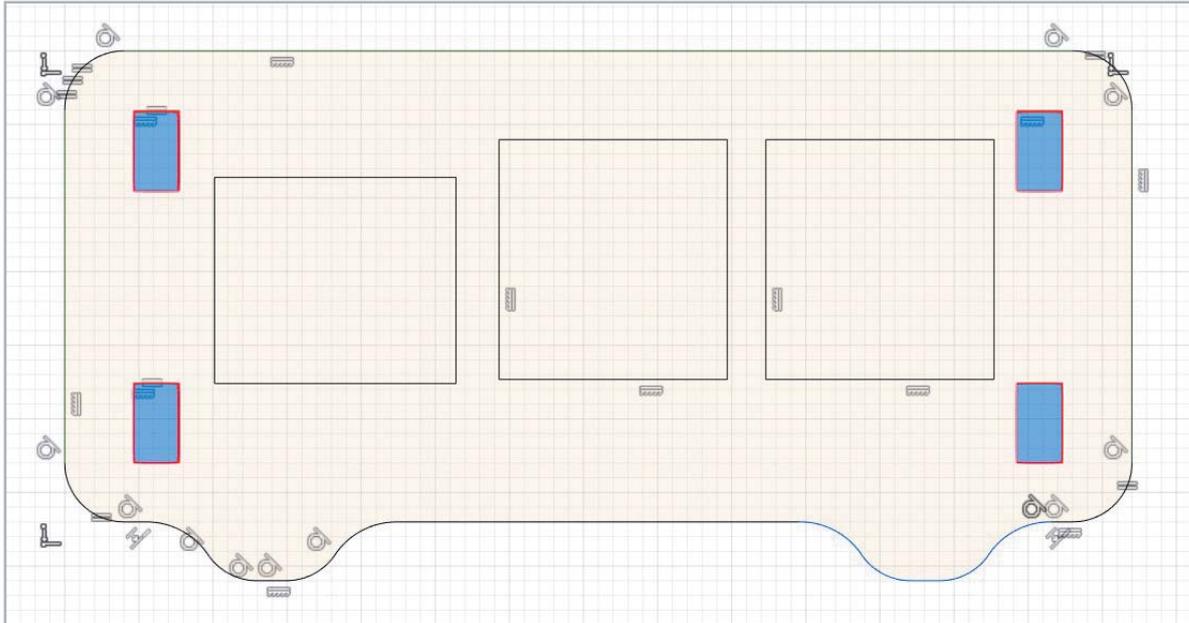
Nun erstellen Sie wieder eine vertikale Mittellinie, spiegeln den Fuß in der Skizze und stützen auch hier wieder die Linien, so dass eine durchgehende Außenkontur entsteht.

12 Es fehlen noch die Ausschnitte für die Anschlüsse am Raspberry-Pi-Controller. Dazu setzen Sie drei Rechtecke nebeneinander in die Skizze. Die Rechtecke können zunächst frei platziert werden. Wichtig ist nur, dass etwas Abstand zueinander entsteht. Anschließend bemaßen Sie die Ausschnitte wie in nachfolgendem Bild. Wichtig: Verwenden Sie beim Bemaßen wieder Abhängigkeiten. So machen Sie es sich etwas übersichtlicher in der Skizze.





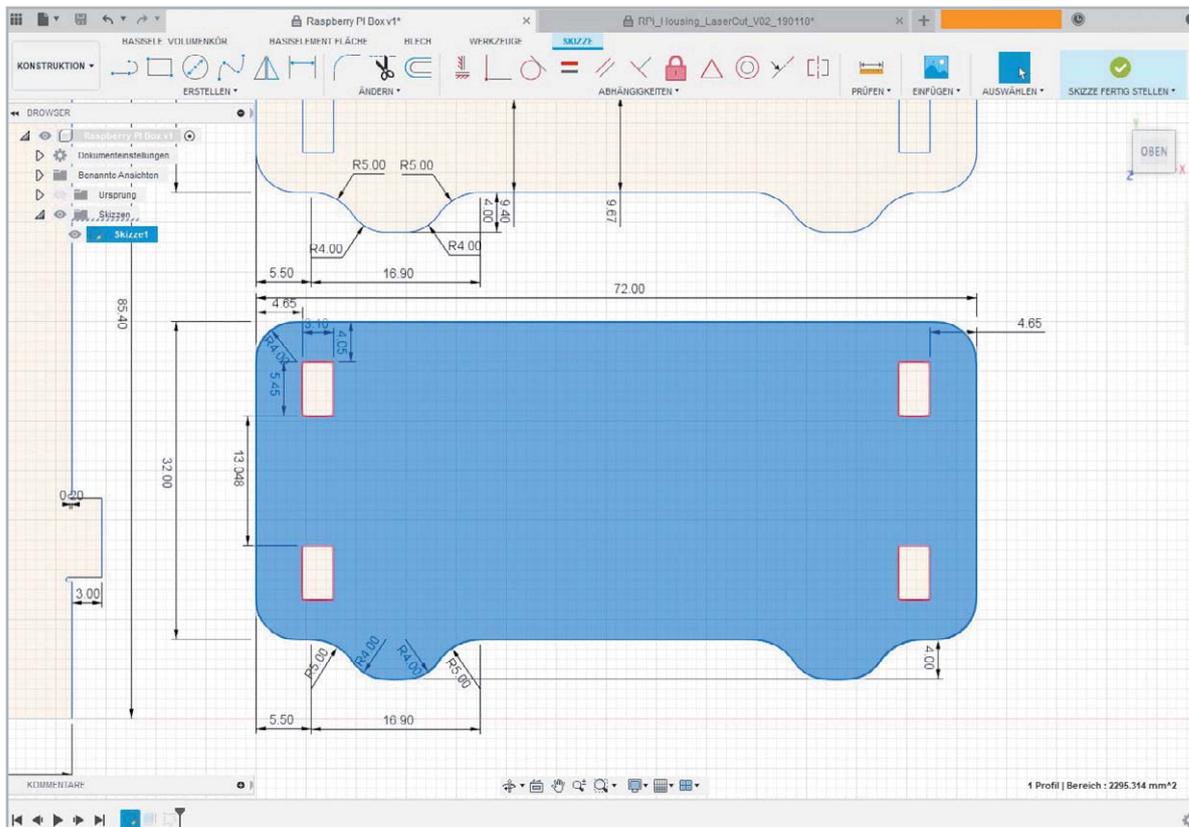
Als Nächstes erstellen wir die Ausschnitte, um die Teile der Box ineinanderstecken zu können: Sie erstellen wieder vier Rechtecke. Zwei links und zwei rechts innerhalb der Skizze.



Das Rechteck oben links wird mit der Breite = 3,1 mm und Länge = 5,45 mm bemaßt. Der Abstand zum Rechteck darunter ist 13,048 mm und der Abstand zur Außenkante links ist 4,65 mm. Nun können Sie über die Spiegeln-Funktion oder über Abhängigkeiten die Rechtecke rechts gleich bemaßen.

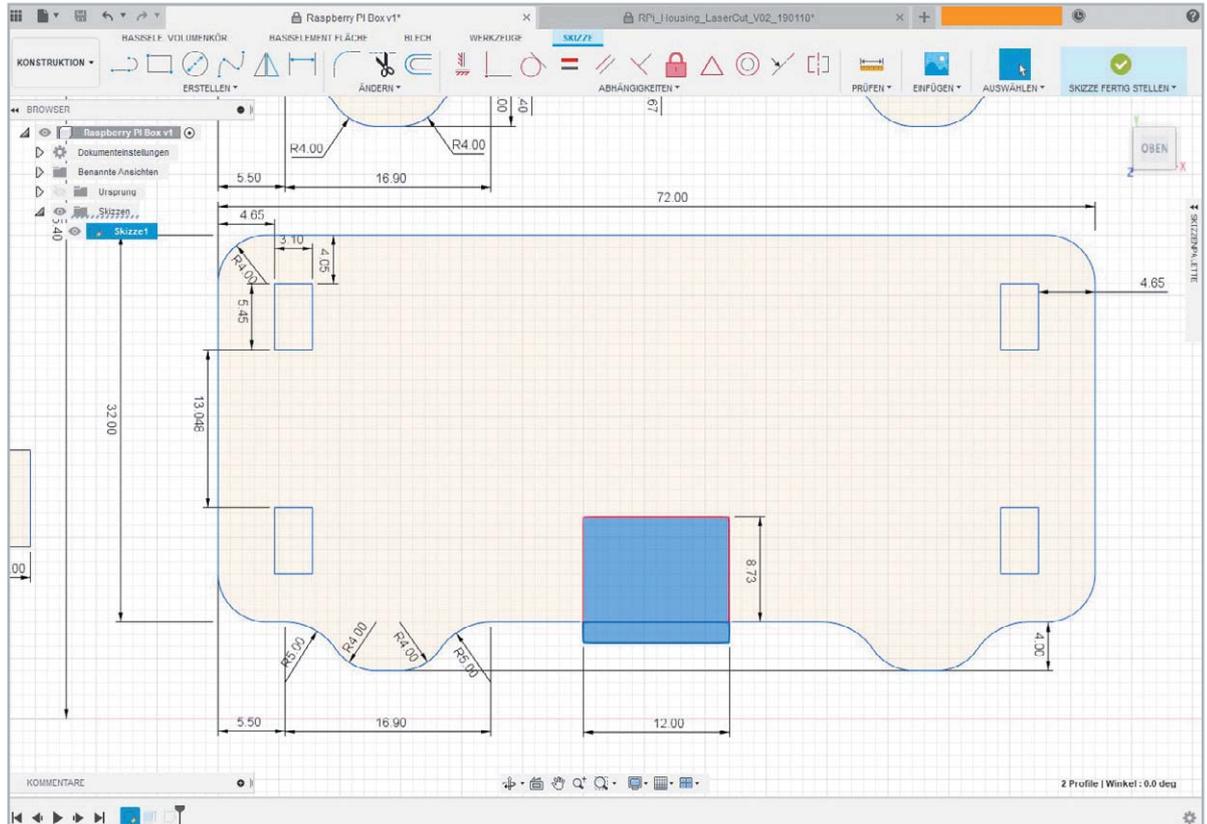
Nun haben wir das erste Seitenteil erstellt. Davon können wir wieder die zweite kurze Seite ableiten.

13 Ähnlich wie in Schritt 1 dieses Teils kopieren wir auch hier wieder die gesamte Skizze des Seitenteils und fügen diese unterhalb als Kopie ein. Dann entfernen Sie in der Kopie die drei mitkopierten Rechtecke für die Anschlüsse.

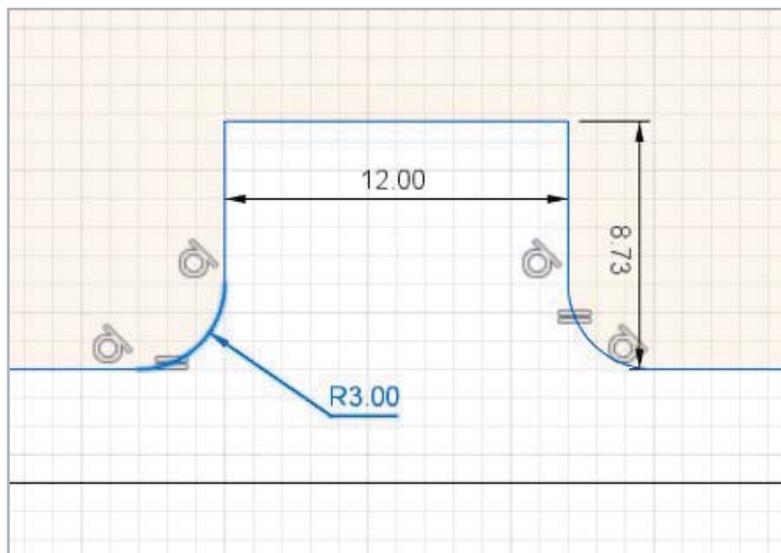




Als Nächstes zeichnen Sie ein weiteres Rechteck. Beginnen Sie zwischen den Füßen, lassen Sie es in die Skizze hineinlaufen und bemaßen Sie es mit 12 mm x 8,73 mm.

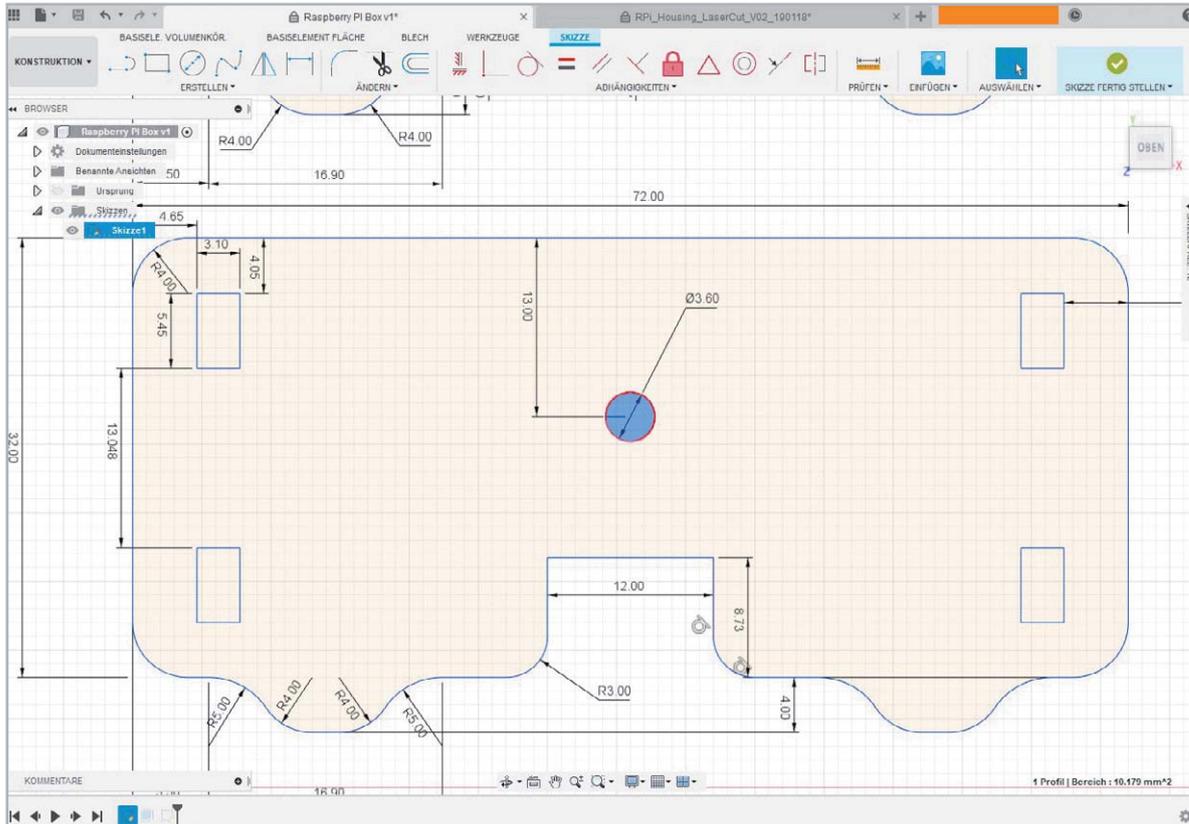


Dieses Rechteck stützen Sie so, dass nur eine Außenkontur bleibt. Wieder verrunden Sie die Ecken mit  $R = 3$  mm.





- 14 Zuletzt fehlt dem Seitenteil noch der Ausschnitt für die Diode. Dazu erstellen Sie einen Kreis mit einem Durchmesser von 3,6 mm in der Skizzenmitte. Der Abstand zur Oberkante der Skizze beträgt genau 13 mm.



## Ausblick

Im nächsten und letzten Teil des Gehäuse-Designs für unseren Raspberry Pi Power-Controller konstruieren wir die langen Seitenteile mit den Ausschnitten für die Micro-USB- und anderen Schnittstellen des Einplatinenrechners. Außerdem zeigen wir eine Technik, mit der man Rasthaken bzw. Federn per CAD erstellt. Mit deren Hilfe können wir das Gehäuse am Ende ohne Klebstoff fest zusammenfügen und außerdem zerstörungsfrei wieder auseinandernehmen. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] ELVjournal 5/2019: Bestell-Nr. 25 10 06
- [2] <https://knowledge.autodesk.com/de/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/DEU/Fusion-Sketch/files/GUID-BF6D00B3-DBC4-456F-B591-01FBFD174475-htm.html>



## OpenSCAD – das etwas andere CAD-Programm

Wenn man sich mit CAD-Nutzern unterhält, gibt es einige, die bezweifeln, dass es sich bei OpenSCAD [1] um ein „richtiges“ CAD-Programm handelt. Die Konstruktion in OpenSCAD geschieht nämlich in Form eines Programm-Codes, der das Objekt beschreibt – sie kann im Gegensatz zu anderer Software aus diesem Bereich nicht aus modellierten Grundformen oder per (interaktiver) Zeichnung durchgeführt werden.

### Open Source

Die Open-Source-Software OpenSCAD gibt es für die wichtigsten Betriebssysteme (Windows, Linux, Mac OS) und ist vor allem bei Programmieren beliebt, die ohnehin schon mit Software zu tun haben. Für sie ist der Einstieg besonders einfach, denn es lassen sich mit wenigen Zeilen „Programm“-Code komplexe Objekte erstellen.

***Tipp:** Konstruktionen, die im OpenSCAD-Format vorliegen, lassen sich im Vergleich z. B. zu STL-Dateien (siehe Elektronikwissen „CAD-Dateiformate“ in ELVjournal 5/2019) leicht anpassen. Auf Thingiverse [2] findet man häufiger Konstruktionen, bei denen die Dateien im \*.scad-Format vorliegen.*

Öffnet man OpenSCAD, so bekommt man eine dreigeteilte Ansicht: links den Editor, rechts oben die die Vorschau/das Rendering des Objekts und rechts unten die Ausgabe der Konsole für Status- und Fehlermeldungen (Bild A).

Im Editor lassen sich die wichtigsten 2D-/3D-Grundformen anhand von definierten Funktionen erstellen. So erzeugt beispielsweise `square([width,height], center)` ein 2D-Rechteck mit den entsprechenden Abmaßen, für die 3D-Variante wäre es `cube([width,depth,height])`. Hängt man als letzten Parameter noch ein `center=true` an, wird das Objekt mit dem Mittelpunkt auf den Achsen platziert. In dem „CheatSheet“ auf der OpenSCAD-Webseite [3] findet man hierzu eine Übersicht unter 2D bzw. 3D.

Will man aus vorhandenen Formen beispielsweise etwas ausschneiden, nutzt man die boolesche Operation `difference()`. Ein rundes 2 mm großes (Bohr-)Loch (Kreis mit 1 mm Radius) in der Mitte eines Rechtecks mit 5 x 10 mm entsteht so z. B. mit:

```
$fn = 50;
difference() {
    square([5,10], center=true);
    circle(1);
}
```

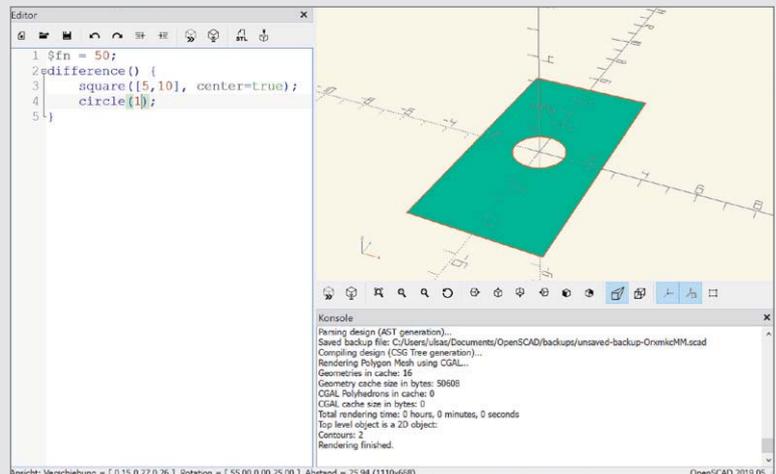
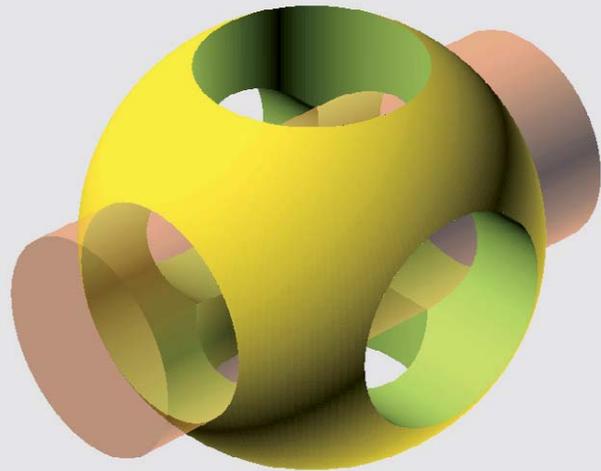


Bild A: Grundformen in OpenSCAD

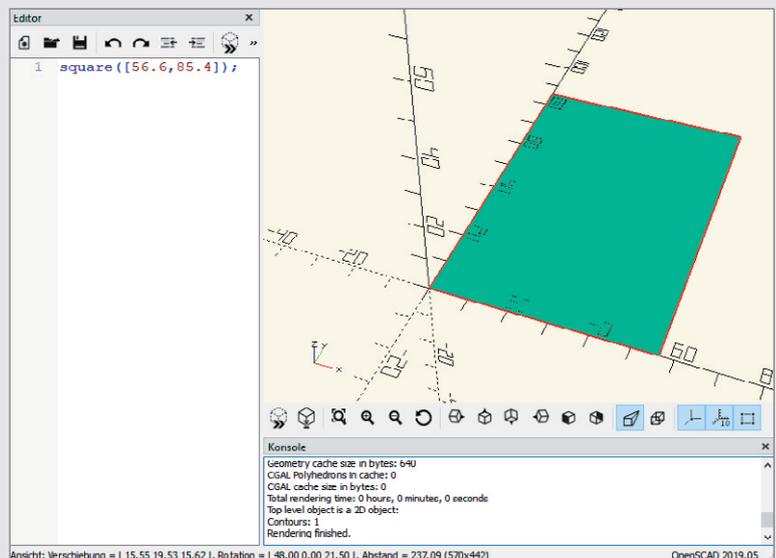


Bild B: Code zum Erzeugen der Grundplatte des Raspberry Pi Power-Controllers in OpenSCAD

Dabei wird die zweite Form von der ersten in der Konstruktion subtrahiert (herausgeschnitten) und es entsteht das Bohrloch mit 2 mm Durchmesser (Bild A).

**Tip:** In OpenSCAD erzeugt man nach Eingabe des Codes mit F5 eine Vorschau und rendert das Objekt mit F6. Dabei kann man die Auflösung des Objektes mit der Variablen \$fn ( $n$ =Anzahl der Fragmente) bestimmen. Je höher diese Zahl, desto feiner sind z. B. Rundungen. Das ist beispielsweise beim 3D-Druck für die Detailtreue des Objekts wichtig.

OpenSCAD wird mit nur wenigen Funktionen geschickt eingesetzt bereits recht mächtig, wenn es um die Konstruktion auch von komplizierteren Formen geht.

### Konstruktionsbeispiel

Unsere Grundplatte ( $B = 56,6$  mm,  $L = 85,4$  mm) für das Gehäuse des Raspberry Pi Power-Controllers wird in OpenSCAD mit diesem Code erzeugt (Bild B):

```
square([56.6,85.4]);
```

Will man jetzt die Finger-Joints aus unserem Konstruktionsbeispiel wie in Fusion 360 erzeugen, muss man die kleinen Rechtecke per Transformation mit der Funktion `translate([x, y, z])` an die richtige Stelle bringen (Bild C).

```
square([56.6,85.4]);
translate([-3,62.2]){
    square([3,8]);
}
```

Mit `translate` verschiebt man das in der geschweiften Klammer enthaltene Objekt (Rechteck mit  $3 \times 8$  mm) um die entsprechenden Beträge. 3 mm nach links für die Breite des Finger-Joints und 62,2 mm vom Nullpunkt nach oben, da der Finger-Joint 23,2 mm von der oberen, linken Kante platziert sein soll.

Bereits hier werden wahrscheinlich vor allem Software-Entwickler von OpenSCAD begeistert sein, weil die Möglichkeiten der Parametrisierung für den nächsten Schritt deutlich werden und man die bei der Programmierung ungeliebten „Magic Number“ durch Variablen und entsprechende Ausdrücke ersetzen kann (Bild D):

```
// Variablen für die Grundplatte vom
// Raspberry Pi Power Controller Gehaeuse
grundplatte_breite = 56.6;
grundplatte_hoehe = 85.4;
finger_joint_breite = 3;
finger_joint_hoehe = 8;
abstand_finger_joints = 23.2;

//Grundplatte
square([grundplatte_breite,grundplatte_hoehe]);

//finger joint links oben
translate([-finger_joint_breite,grundplatte_hoehe-abstand_finger_joints]){
    square([finger_joint_breite,finger_joint_hoehe]);
}

//finger joint links unten
translate([-finger_joint_breite,abstand_finger_joints]){
    square([finger_joint_breite,finger_joint_hoehe]);
}

//finger joint rechts oben
translate([grundplatte_breite,grundplatte_hoehe-abstand_finger_joints]){
    square([finger_joint_breite,finger_joint_hoehe]);
}

//finger joint rechts unten
translate([grundplatte_breite,abstand_finger_joints]){
    square([finger_joint_breite,finger_joint_hoehe]);
}
```

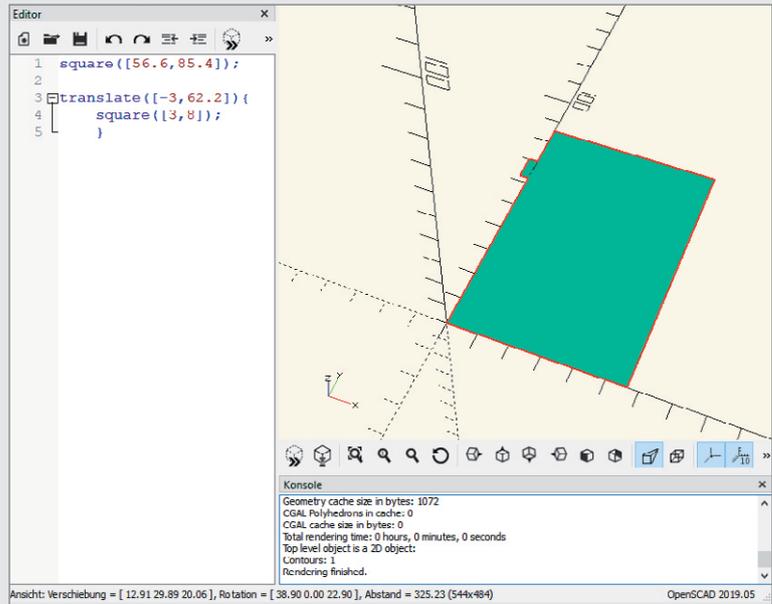


Bild C: Grundplatte mit einem Finger-Joint

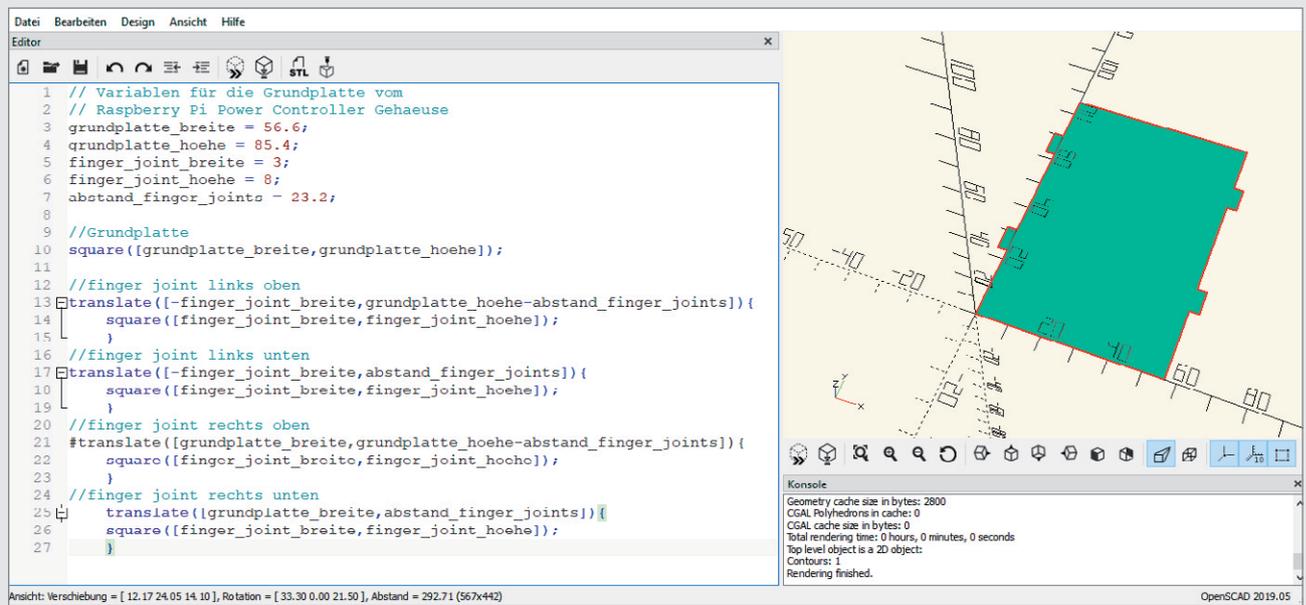


Bild D: Aus Zahlen werden Variablen – so schnell ist die Grundplatte erzeugt.

Verändern sich jetzt die Parameter des Objekts, so kann man einfach die den Variablen zugeordneten Werte verändern. In OpenSCAD kann man neben Variablen noch Schleifen und Funktionen nutzen – eine Übersicht über die wichtigsten Funktionen findet man hier [3].

Das so konstruierte Objekt lässt sich nun in verschiedene Formate exportieren. In der vorliegenden Form kann man bereits eine DXF-Datei zur Bearbeitung mit einer CNC-Maschine exportieren. Fügt man dem obigen Beispiel noch eine Materialstärke von 3 mm hinzu (Z-Achse), kann man eine STL-Datei erzeugen und diese dann mit einem entsprechenden Programm für den 3D-Druck verarbeiten.

### ScorchCAD für mobiles CAD

Für Android Smartphones gibt es mit ScorchCAD [4] übrigens noch einen Klon von OpenSCAD für mobile Geräte. Dabei kann man wie im Original per Code Objekte konstruieren. Das Modell wird per Touch und einem Finger rotiert, mit 2-Finger-Pinch gezoomt und verschoben (Pan) mit drei Fingern.

Die beiden Anwendungen nutzen nicht den gleichen Source-Code und nicht alle Funktionen sind in der mobilen CAD-Version vorhanden. In Bild E ist die Ansicht unserer Raspberry Pi Power-Controller Gehäuse-Grundplatte in ScorchCAD zu sehen.

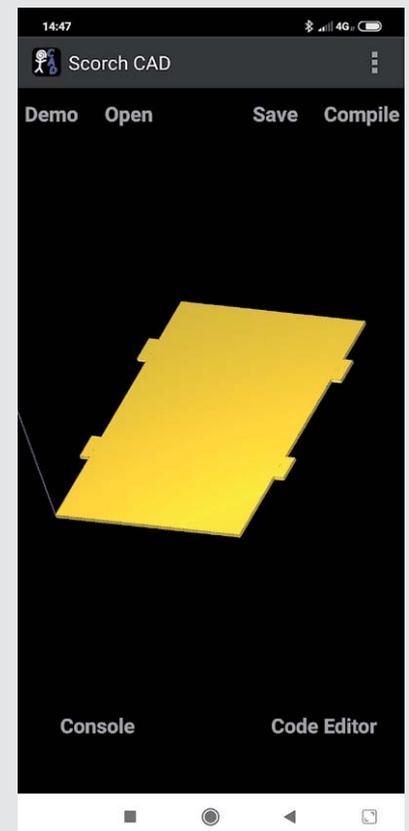


Bild E: OpenSCAD-Klon für mobile Android-Geräte: ScorchCAD

[1] OpenSCAD: <https://www.openscad.org/>

[2] Thingiverse: <https://www.thingiverse.com>

[3] OpenSCAD CheatSheet: <https://www.openscad.org/cheatsheet/index.html>

[4] ScorchCAD: <https://www.scorchworks.com/ScorchCAD/scorchcad.html>



# Technik-News

Die aktuellsten Trends aus der Welt der Technik

## ESP32-Einstieg – sofort in die Praxis mit M5GO

ESP32-Module sind derzeit das System, mit dem sich immer mehr Elektroniker beschäftigen, denn hier wird hohe Rechenleistung, verbunden mit einfacher Konnektivität und sehr einfacher Softwareentwicklung, per Arduino-IDE oder UIFlow (Blockly/Python) geboten. Damit auch Kinder, Jugendliche und Auszubildende besonders einfach mit dieser Technik samt ihrer Peripherie umgehen können, hat sich M5STACK das M5GO IoT-System ausgedacht. Basis ist immer ein ESP32, der samt Basis-Peripherie in derzeit 10 verschiedenen Gehäuse-Cores angeboten wird, die zum Teil sogar mechanisch direkt LEGO-kompatibel sind. Die Cores enthalten mehrere Ports für Erweiterungsmodule, so sind sie u. a. mit den verbreiteten GROVE-Modulen von SEEED erweiterbar, aber auch mit einer riesigen Anzahl eigener Module, die man dank LEGO-Löchern einfach in LEGO-Aufbauten integrieren kann. Um M5GO hat sich schon eine große Community gebildet, die laufend neue realisierte Projekte auf der M5STACK-Webseite präsentiert. <https://m5stack.com>

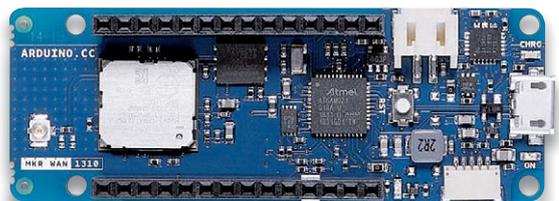


## Neue professionelle Entwicklungsumgebung für Arduino – Arduino Pro IDE

Auf der Maker Faire in Rom stellten Massimo Banzi und Luca Cipriani die Alpha-Preview-Version der Arduino Pro IDE vor, einer komplett überarbeiteten IDE mit neuer Architektur. Zwar soll die Einfachheit der bisherigen IDE beibehalten werden, die neuen Werkzeuge aber auch den fortgeschrittenen Entwickler ansprechen. Neu ist zunächst das Erscheinungsbild, das man nun auch im übersichtlichen Dark-Mode und in drei verschiedenen Versionen aufrufen kann: Classic Mode (wie Classic Arduino IDE), Pro Mode (Dateisystemansicht) und Dual-Mode. Boardmanager, Bibliotheksmanager und serieller Monitor sind neu gestaltet, es gibt eine Git-Integration und eine einfache automatische Vervollständigung. Das Anwendungs-Frontend basiert auf der Open Source IDE von Eclipse Theia. In die jetzige Version sind zahlreiche Anwenderwünsche eingeflossen, zukünftig soll es Features wie die Sketch-Synchronisation mit dem Arduino Create Editor, Debugger, vollständige Öffnung für Drittanbieter-Plug-Ins und die Unterstützung anderer Sprachen als C++ geben. <https://blog.arduino.cc/2019/10/18/>

## Arduino-Board mit LoRa onboard – MKR WAN 1310

Mit dem MKR WAN 1310 erweitert Arduino die MKR-Reihe um ein LoRa-Board, das die preisgünstige und dank Batterie-/Akkubetrieb ortsunabhängige Daten-Kommunikation über lange Strecken erlaubt. Das Board basiert auf dem Cortex M0+ des Typs Atmel SAMD21, verfügt über 2 MByte Flash-Speicher, einen ECC508-Crypto-Chip für verschlüsselte Übertragung und arbeitet mit dem murata CMWX1ZZABZ-LoRa-Modul. Ein interessantes Feature ist neben der weitreichenden LoRa-Technik der extrem geringe Stromverbrauch mit nur 104 µA – damit sind auch lang andauernde Akku-Versorgungen oder die Akku-Ladeerhaltung per kleiner Solarzelle möglich. Ein Ladecontroller ist ebenfalls auf dem Board vorhanden. Die Anbindung ist sowohl an Arduino Create als auch das eigene LoRa-Netzwerk via Arduino Pro Gateway oder existierende LoRaWAN-Infrastrukturen möglich. Der große 2-MByte-Flash ermöglicht u. a. den Datenlogger-Betrieb sowie OTA-Funktionen. <https://blog.arduino.cc/2019/10/10/>



### Weitere News

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



[de.elv.com/journal/technik-news/](https://de.elv.com/journal/technik-news/)



# Mikrofone

Akustik-Serie Teil 5

## Vom Studio- bis zum Subminiaturmikrofon

Im vorigen Teil dieser Reihe wurden elektroakustische Wandler, ihre Prinzipien und Gesetze behandelt. Im nachfolgenden Beitrag sind ausschließlich Mikrofone Gegenstand der Betrachtungen, und zwar sowohl allgemein übliche Standardmikrofone als auch Spezialausführungen, beispielsweise Lavaliermikrofone, Boundary- oder Grenzflächenmikrofone, drahtlose Mikrofone oder auch Kleinstmikrofone, wie sie z. B. bei Hörhilfen zum Einsatz kommen. Natürlich gehört zu diesen Betrachtungen unter anderem auch ein Hinweis auf die in der Praxis üblichen elektrischen Speisarten bei Mikrofonen.

### Elektrodynamische Studio- und andere Mikrofone

Bei Aufnahmemikrofonen kommen heute im Wesentlichen nur das elektrodynamische und das elektrostatische Wandlerprinzip zur Anwendung. Bei Hörgeräte-Mikrofonen ist es heute ausschließlich das elektrostatische Prinzip, und zwar in Form von Elektretmikrofonen. Vor über 40 Jahren kamen dort auch noch elektromagnetische und piezokeramische Kleinstmikrofone zum Einsatz.

Beginnen wir diesen Beitrag zunächst mit einem sehr bekannten, elektrodynamischen Studio-Richtmikrofon, dem MD 441 (von Sennheiser), an dessen Beispiel die wichtigsten Eigenschaften dieses Mikrofontyps erläutert werden können, siehe dazu [Bild 1](#).

Das elektro-dynamische Wandlerprinzip wurde bereits im vierten Teil dieser Beitragsserie erläutert. Das Thema Richtmikrofone wurde bisher aber noch nicht behandelt; daher hier ein kleiner Nachtrag. Elektrodynamische Mikrofone sind meist als sogenannte Tauchspulmikrofone im Einsatz. Diese Bezeichnung rührt her vom Aufbau derartiger Mikrofone. Sie be-

stehen im Wesentlichen aus einer leichten, durch kugelsegmentförmige Pressung versteiften Membran (z. B. aus Aluminiumfolie) mit einer daran befestigten, freitragenden Schwingspule, die in den Luftspalt eines permanenten Topfmagneten eintaucht. Spule und Membran bilden gemeinsam ein schwingfähiges System mit einer Eigenresonanz  $f_{res}$ .

Im vorherigen Teil dieser Beitragsserie wurde bereits darauf hingewiesen, dass man Schallempfänger, also Mikrofone, neben dem Wandlerprinzip auch noch nach derjenigen Schallfeldgröße unterscheidet, die eine Kraft auf die Mikrofonmembran ausübt, und das kann entweder der Schalldruck  $p$  sein oder der Schalldruckgradient  $grad p$ .

Demzufolge unterscheidet man Mikrofone auch als (Schall-)Druckempfänger oder aber als (Schall-)Druck-Gradientenempfänger. Letztere sind stets Richtmikrofone. Druckmikrofone unterscheiden sich rein konstruktiv von Gradientenempfängern dadurch, dass bei ihnen der Schall nur eine Seite der Membran erreicht, siehe [Bild 2a](#).

Sorgt man dafür, dass die geometrischen Abmessungen des Mikrofons, insbesondere des Membrandurchmessers, klein gegenüber der kleinsten noch zu empfangenden Schallwellenlänge  $\lambda$  sind, so hat der aus allen Richtungen einfallende Schall die gleiche Wirkung auf die Membran. Der Schallempfang erfolgt somit ungerichtet. Die Richtcharakteristik ist folglich eine Kugel, und das (zweidimensionale) Richtdiagramm hat die Form eines Kreises.



## Zur Information:

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

Diese Themengebiete werden wir beleuchten:

- Akustische Grundbegriffe – Schallfeldgrößen, Pegel, Resonatoren
- Schallausbreitung – Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption
- Elektromechanische Analogien – Analogie erster und zweiter Art, Ersatzschaltbilder
- Elektroakustische Wandler – Wandlerprinzipien und ihre Gesetze
- **Mikrofone – vom Studiomikrofon bis zum Subminiaturmikrofon**
- Kopfhörer – elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer
- Lautsprecher – von den Anfängen bis zur Bassreflexbox
- Beschallungstechnik – gerichtete Schallabstrahlung, Linienstrahler
- Raum- und Bauakustik – Sabinesches 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.

### Richtmikrofone

Beim Gradientenmikrofon dagegen werden beide Seiten der Mikrofonmembran vom einfallenden Schall gleichermaßen getroffen, siehe [Bild 2b](#). Die Membran wird somit nur durch die Druckdifferenz  $\Delta p = p_2 - p_1$  in Bewegung versetzt. Die Kraftwirkung ist dabei am größten bei einem Schalleinfall in Richtung der akustischen Achse, d. h. bei  $\theta = 0^\circ$  und  $180^\circ$ . Bei seitlichem Schalleinfall ( $\theta = 90^\circ$  und  $270^\circ$ ) zeigt ein solches Mikrofon – im Idealfall – keine Reaktion; die Membran bewegt sich nicht. Das Richtdiagramm hat die Form der Zahl Acht. Man spricht hier auch von einem Achterdiagramm.

Verkleinert man eine der beiden Schalleintrittsöffnungen in geeigneter Weise ([siehe Bild 2c](#)), so bekommt man einen gerichteten Schallempfänger mit nur einer Hauptempfangsrichtung. Das [Bild 2d](#) zeigt drei typische, auf diese Art erreichbare Richtdiagramme, die unter der Bezeichnung a) Niere oder Cardioid, b) Superniere oder c) Hypernieren bekannt sind. Durch Hinterlegung des hinteren Schalleintritts mit Dämpfungsmaterial kann des Weiteren Einfluss auf die Form des Richtdiagramms genommen werden.

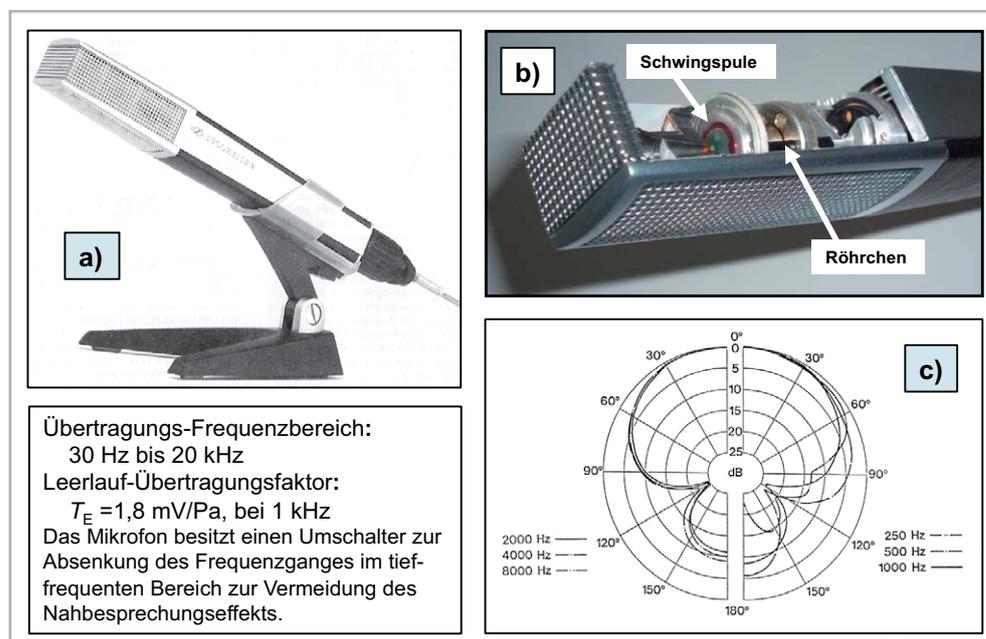
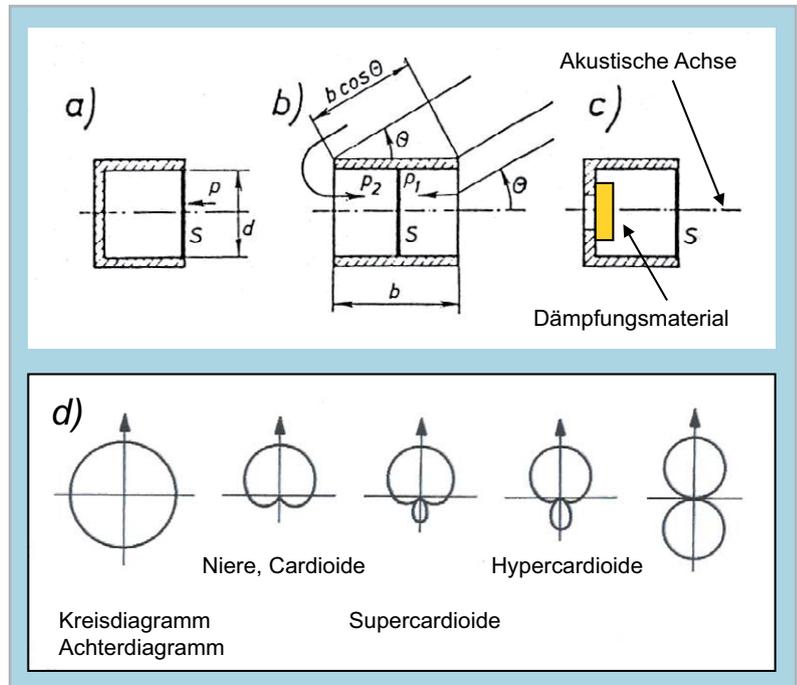


Bild 1: Elektrodynamisches Mikrofon (Typ MD 441; Sennheiser) mit Supernieren-Richtdiagramm  
a) Gesamtansicht  
b) Teilansicht (geöffnet). Man erkennt darin die Schwingspule und ein Röhrchen zur Begradigung des Frequenzganges.  
c) Richtdiagramme für Frequenzen zwischen 250 Hz und 8 kHz



Bild 2: Prinzipielle Darstellung  
 a) eines Schalldruck-Mikrofons (omnidirektionales Kreisdiagramm),  
 b) eines Schalldruckgradienten-Mikrofons (Achterdiagramm) und  
 c) eines kombinierten Richtmikrofons (Kardioid, Supercardioid, Hypercardioid).  
 d) Typische Diagrammformen. Trägt man die gerichteten Diagramme in logarithmischem (dB-)Maßstab auf, so erfährt ihr Aussehen optisch eine gedrängtere Form, siehe Bild 1c.  
 $S$  = Membranfläche



Übrigens, trägt man die Richtdiagramme, mit Ausnahme des Kreisdiagramms, in einem logarithmisch geteilten dB-Maßstab auf, so erfährt ihr Aussehen eine leicht gedrängte Form, siehe Bild 1c.

Bevorzugten Einsatz finden Richtmikrofone bei der Schallübertragung in geschlossenen Veranstaltungsräumen, um akustische Rückkopplungen zu vermeiden. Ferner ist die mit ihnen aufgenommene Sprache, aber auch Musik, weitgehend befreit von störenden Nebengeräuschen.

### Frequenzgang

Von allen Mikrofonen, unabhängig vom Wandlerprinzip, erwartet man, dass ihr Übertragungs-Frequenzgang frequenzunabhängig ist. Das gilt natürlich auch für Tauchspulmikrofone. Bei elektrodynamischen Druckempfängern legt man die stets gedämpfte Eigenresonanz ( $f_{res}$ ) des schwingfähigen Systems in die Mitte des Übertragungsbereichs. Im Gesamtfrequenzgang des Mikrofons ist diese Resonanz nicht oder nur wenig zu erkennen, da die Membran durch davor und dahinter angeordnete, teilweise durch Schlitze oder Bohrungen angekoppelte Lufträume zu weiteren gedämpften Resonanzen gezwungen wird, siehe Bild 1b und Bild 3. Diese Resonanzen, im Bild 3 z. B. bei  $f_1$ ,  $f_2$  und  $f_3$ , begraden und erweitern den Frequenzgang nach unten und nach oben. Es gibt Tauchspulmikrofone, deren Frequenzgang demjenigen von Kondensatormikrofonen nahekommt.

Bei elektrodynamischen Druckgradientenmikrofonen dagegen, d. h. bei elektrodynamischen Richtmikrofonen, legt man die Eigenresonanz  $f_{res}$  des schwingfähigen Systems an das untere Ende des Übertragungsbereichs. Man spricht in diesem Falle auch von einer „Tiefabstimmung“. Der mit zunehmender Frequenz ansteigende Schalldruckgradient  $grad p \sim f$  sorgt nämlich letztlich wieder für den gewünschten geradlinigen Frequenzgang des Tauchspul-Richtmikrofons.

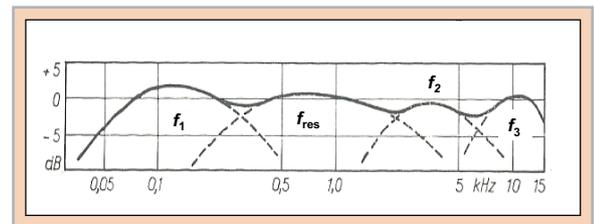


Bild 3: Schematischer Frequenzgang eines Tauchspul-Druckmikrofons mit seiner mechanischen Eigenresonanz  $f_{res}$  in der Mitte des Übertragungsbereichs  
 $f_{res}$  = gedämpfte Eigenresonanz des aus Schwingspule und Membran bestehenden schwingenden Systems  
 $f_1$  bis  $f_3$  = Resonanzen angekoppelter Luftvolumina

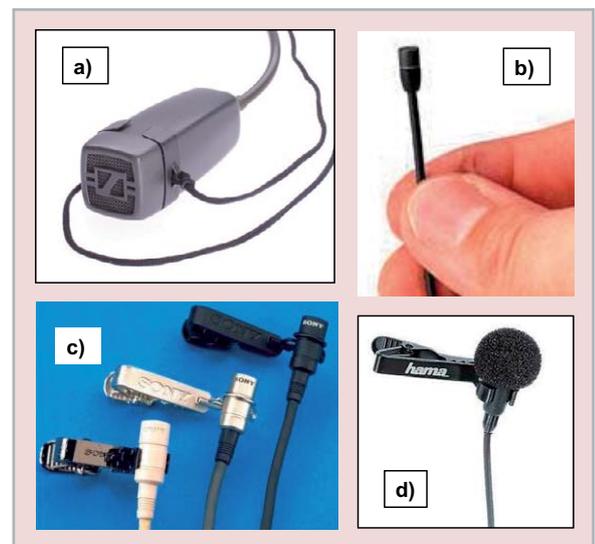


Bild 4: Lavaliermikrofone:  
 a) Tauchspul-Mikrofon MD 214 Sennheiser (1960er-Jahre) – Weitere Lavalier-Ansteckmikrofone, allerdings mit Elektretmikrofonkapsel  
 b) Sennheiser (heute)  
 c) Sony  
 d) Hama  
 Die Mikrofone b), c) und d) enthalten Elektretkapseln.

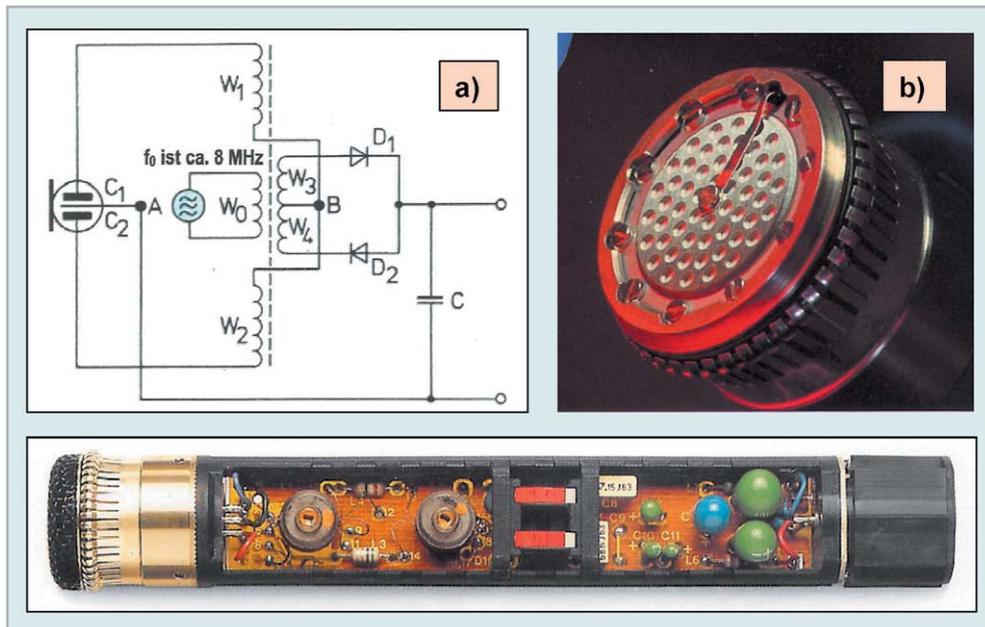


Bild 5: Hochfrequenz-Kondensatormikrofon  
 a) Prinzipielles Schaltbild. Die sich bei Beschallung im Rhythmus der Schallfrequenz ändernde Kapselkapazität lässt ein frequenzmoduliertes HF-Signal entstehen, das noch innerhalb des Mikrofons wieder demoduliert ( $D1/D2$ ) wird.  
 b) Gegentakt-Mikrofonkapsel mit einer Membran und zwei Gegenelektroden  
 c) Blick in das Innere eines HF-Kondensatormikrofons mit deutlich erkennbarem HF-Teil (links) und NF-Teil (rechts)

## Ansteckmikrofone

Ein anderes Tauchspulmikrofon, welches ein reiner Druckempfänger ist, war das seit den frühen 1960er-Jahren gern verwendete, elektrodynamische Lavaliermikrofon, siehe Bild 4a. Das war ein Druckempfänger, der heute von sehr kleinen und viel handlicheren Ansteck-Elektretmikrofonen abgelöst worden ist, siehe Bild 4b bis d. Es handelt sich dabei um ein Mikrofon kleiner Baugröße mit kugelförmiger Richtcharakteristik, d. h. ohne Richtwirkung, das im Fernsehen, bei Live-Moderationen, im Theater etc. verwendet wurde bzw. immer noch verwendet wird. Anfangs wurde es mittels einer Kordel um den Hals getragen (Bild 4a), heute sind das durchweg Ansteckmikrofone. Lavaliermikrofone können an oder unter der Kleidung relativ unauffällig getragen werden. Der Sprecher hat dadurch beide Hände frei. Wichtig ist dabei eine möglichst geringe Empfindlichkeit gegen Körperschall (z. B. Reibegeräusche an der Kleidung etc.).

Lavaliermikrofone, die vor der Brust getragen werden, müssen besondere Anforderungen erfüllen, und zwar hinsichtlich ihres Frequenzgangs. Lediglich zwei Korrekturen sind erforderlich, und zwar eine Tiefenabsenkung (um etwa 5 dB bei ca. 700 Hz), um den Einfluss der Brustraumresonanz zu mindern. Zum anderen ist eine Höhenanhebung (oberhalb von 4 kHz) um etwa den gleichen Betrag notwendig, um, trotz der ungünstigen Position des Mikrofons, bezogen auf den Mund des Sprechers, die

Stimme mit möglichst natürlichem Klang aufzunehmen. Die Bezeichnung „Lavalier“ kommt übrigens aus dem Französischen, man bezeichnete damit ursprünglich eine meist mit Edelsteinen besetzte Halskette.

Abschließend zu diesem Abschnitt noch ein wichtiger Begriff, den man kennen sollte, wenn man mit Richtmikrofonen arbeitet, nämlich der Nahbesprechungseffekt. Schon im ersten Beitrag dieser Reihe wurde erwähnt, dass das kugelförmige Schallfeld um eine Schallquelle herum aus einem Nahfeld und einem Fernfeld besteht. Im Nahfeld nimmt der Schalldruck  $p$  umgekehrt proportional zur Entfernung von der Quelle  $r$  ab ( $p \sim 1/r$ ), die Schallschnelle  $v$  dagegen ändert sich dort heftiger, nämlich proportional zu  $1/r^2$ . Das hat zur Folge, dass Gradientenmikrofone in diesem Bereich tiefe Frequenzen überproportional stärker aufnehmen und übertragen. Aus diesem Grunde besitzen gute Richtmikrofone Umschalter, um tiefe Frequenzen je nach Bedarf abzusenken. Bei Gesangdarbietungen, bei denen das Mikrofon sehr nahe am Mund gehalten

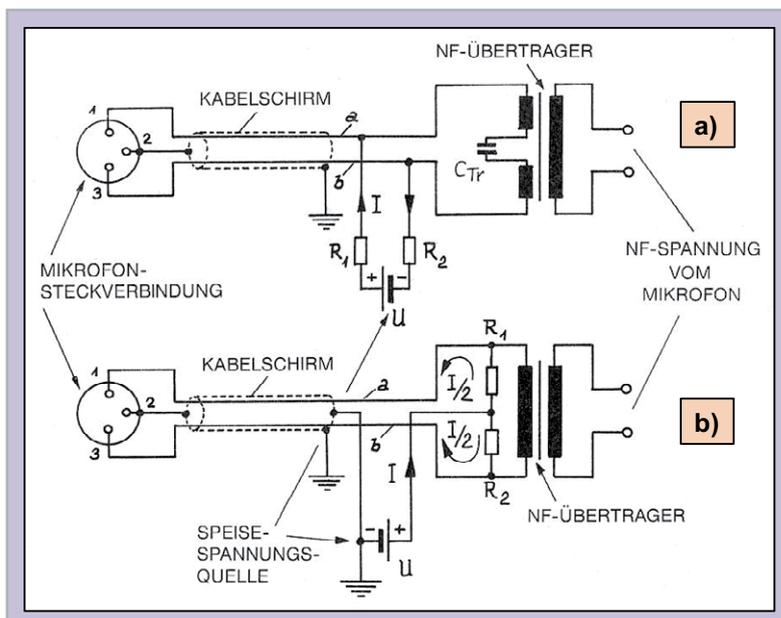


Bild 6: Speisemöglichkeiten für Mikrofone mit eingebauter Elektronik  
 a) Tonaderspeisung (nach DIN 45 595);  $U = 12 \text{ V} (\pm 1 \text{ V})$   
 b) Phantomspeisung (nach DIN 45 596);  $U = 12 \text{ V} (\pm 1 \text{ V})$ ,  
 $U = 24 \text{ V} (\pm 4 \text{ V})$ ,  
 $U = 48 \text{ V} (\pm 4 \text{ V})$



wird, würden tiefe Frequenzen sonst unnatürlich stark übertragen werden, siehe dazu auch [Bild 12](#).

### Elektrostatische Studio- und andere Mikrofone

Die Grundlagen elektrostatischer Schallempfänger, betrieben in klassischer NF-Schaltung, wurden bereits in [Teil 4](#) dieser Reihe behandelt, sodass auch hier, genau wie im vorausgegangenen Abschnitt, nur einige besonders interessante Mikrofon-Ausführungen behandelt werden sollen. Das sind konkret klassische Kondensatormikrofone, auch ohne Gleichfeld (d. h. in HF-Schaltung) und Elektretmikrofone (in sehr kleinen Ausführungen).

Eine nicht nur hochinteressante, sondern auch qualitativ außerordentlich hochwertige Kategorie von elektrostatischen Schallempfängern stellen Hochfrequenz-Kondensatormikrofone dar. Ihre Funktion ist im Prinzip folgende: Ein – meist quarzstabilisierter – HF-Generator schwingt mit einer bestimmten Frequenz, z. B. mit 8 MHz. Die Kapazität  $C$  der Mikrophonkapsel ist dabei in den Oszillatorschwingkreis mit einbezogen, sodass die bei Beschallung auftretenden Kapazitätsschwankungen die Frequenz des HF-Oszillators entsprechend modulieren. Die unmittelbar darauffolgende Demodulation liefert an ihrem Ausgang das gewünschte NF-Signal, [Bild 5](#). Für die praktische Ausführung gibt es verschiedene schaltungstechnische Varianten, allen gemeinsam ist jedoch die Steuerung eines HF-Oszillators durch eine beschallte Kondensatormikrophonkapsel mit nachfolgender Demodulation. Gegenüber der klassischen NF-Schaltung bietet das HF-Prinzip eine Reihe von Vorteilen. Neben dem Wegfall der Polarisationsspannung und damit spürbar geringeren Anforderungen an den Isolationsaufwand der Kapsel, sowie des übrigen Schaltungsaufbaus, können mit HF-Kondensatormikrofonen sehr tiefe Frequenzen übertragen werden. Zu den weiteren Vorteilen dieses Prinzips gehören u. a. ein extrem niedriges Eigenrauschen und hohe, verzerrungsfreie Aussteuerbarkeit.

### Stromversorgung für die HF-Schaltung

Zum Betrieb der HF-Schaltung ist allerdings eine Stromversorgung erforderlich. Da man bei Transistormikrofonen von Anfang an bestrebt war, nur ein zweiadriges abgeschirmtes Kabel zu verwenden, musste ein Weg gefunden werden, um den speisenden Gleichstrom über die zur Verfügung stehenden Leitungsadern zu leiten, gegebenenfalls auch unter Einbeziehung der Kabelabschirmung. Heute gibt es zwei Speisungsarten, die auch durch DIN-Vorschriften festgeschrieben sind. Es sind dies a) die Tonaderspeisung (DIN 45 595) und b) die Phantomspeisung (DIN 45 596), siehe [Bild 6](#). Bei der Tonaderspeisung wird die Speisespannungsquelle über zwei gleichgroße Vorwiderstände  $R_1$  und  $R_2$  an die Tonadern  $a$  und  $b$  angeschlossen. Zwischen beiden Tonadern liegt somit die volle Speisespannung. Die Primärseite des im [Bild 6](#) dargestellten NF-Übertragers ist daher durch einen Trennkondensator  $C_T$  gleichstrommäßig unterbrochen. Im Gegensatz zur Tonaderspeisung wird bei der Phantomspeisung der Gesamtstrom  $I$  je zur Hälfte



*Bild 7: Drahtloses Hochfrequenz-Mikrofon (SKM 4031, Sennheiser). Es besteht aus einem Elektretmikrofon mit frequenzmoduliertem HF-Sender und kurzer Antenne.*

( $I/2$ ) über jede der beiden Tonadern zum Mikrofon geleitet. Die Rückleitung erfolgt über den Kabelschirm, siehe [Bild 6 b](#). Beide Tonadern liegen auf gleichem Potential. An phantomgespeisten Mikrofonanschlüssen können daher auch andere Mikrofone betrieben werden, die normalerweise keine Speisung benötigen, z. B. elektrodynamische Mikrofone.

Kondensatormikrofone nach dem HF-Prinzip gehören heute zu den hochwertigsten Studiomikrofonen.

### Funkmikrofone

Neben den soeben behandelten Mikrofonen, bei denen Hochfrequenz zum Umwandlungsvorgang von Schall in ein weiter verwertbares NF-Signal benutzt wird, gibt es auch noch HF-Mikrofone, bei denen Hochfrequenz zur drahtlosen Überbrückung, z. B. der Strecke zwischen Mikrofon und Mischpult, zum Einsatz kommt. Bekannte Beispiele dafür sind Hörfunk und Fernsehen, wo der Wegfall von Anschlusskabeln Sängern oder Reportern die erforderliche Befreiheit gibt. Drahtlose Mikrofone enthalten neben dem eigentlichen Mikrofon auch noch einen HF-Sendeteil. In der Anfangszeit waren das frequenzmodulierte HF-Sender mit Trägerfrequenzen zwischen 30–45 MHz, 138–250 MHz und später sogar 460–960 MHz, mit einer sehr kurzen Antenne, siehe [Bild 7](#). Inzwischen hat sich auf diesem Gebiet sehr viel geändert. Hinsichtlich der Frequenzen ist heute die GHz-Grenze bereits überschritten. Bleiben wir hier aber weiter bei der Akustik.

### Elektretmikrofone

Neben den klassischen Kondensatormikrofonen mit Luftdielektrikum gehören heute Elektretmikrofone zu gleichberechtigten Aufnahmewandlern nach dem elektrostatischen Wandlerprinzip. Über die Funktion von Elektretmikrofonen wurde im vorherigen Beitrag bereits berichtet. Die nachfolgenden Betrachtungen befassen sich mit praktischen Ausführungen elektrostatischer Mikrofone. Einige Beispiele wurden bereits im [Bild 4](#) vorgestellt. Auch bei Elektretmikrofonen gibt es gerichtet empfangende Kapseln. Das im [Bild 7](#) gezeigte Mikrofon besitzt z. B. ein derartiges Super-nieren-Richtdiagramm, welches ihm eine sehr gute Rückkopplungssicherheit verleiht.

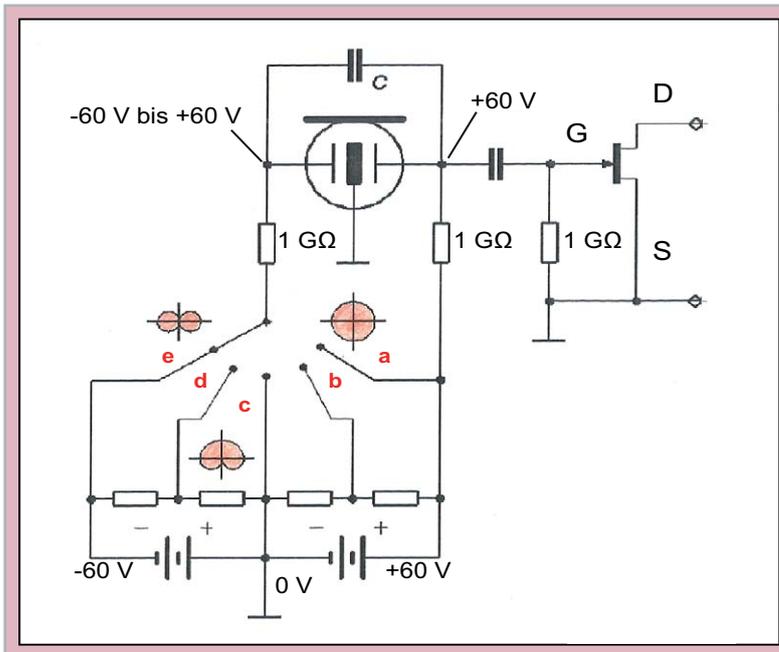


Bild 8: Prinzipschaltung eines Kondensator-Mikrofons mit zwei Membranen und elektrisch umschaltbarem Richtdiagramm, vom ungerichteten Kreisdiagramm über drei verschiedene Cardioiden bis hin zum Achterdiagramm

Es gibt aber auch Richtmikrofone mit umschaltbarem Richtdiagramm. Wie die Umschaltbarkeit funktioniert, zeigt das Bild 8 sehr anschaulich. Es handelt sich hierbei um eine Mikrophonkapsel mit zwei Membranen und einer gemeinsamen Gegenelektrode. Beide Teilmikrofone besitzen eine Cardioid- oder Nierencharakteristik. Die an beiden Membranen bei Beschallung entstehenden Wechselspannungen werden über den Kondensator  $C$  parallelgeschaltet, siehe Bild 9. Steht der Schalter in der Mitte (Stellung „c“;  $\pm 0$  V), so liefert die linke Kapselhälfte keinen zusätzlichen Spannungsbeitrag: Das Mikrofon besitzt die gleiche Nierencharakteristik wie die rechte Kapselhälfte. In der Schalterstellung „a“ (+60 V) sind bei Beschallung beide entstehenden Wechselspannungen parallelgeschaltet (Resultat: Kreisdiagramm), während in der Schalterstellung „e“ (-60 V) beide Wechselspannungen gegeneinandergeschaltet sind (Resultat: Achterdiagramm). Anstelle des Umschalters kann die Wahl des gewünschten Richtdiagramms auch kontinuierlich mittels eines Potentiometers vorgenommen werden.

Eine der wichtigsten Ausführungen von ungerichtet empfangenden, elektrostatischen Schallempfängern bilden Messmikrofone, deren typischen Aufbau das Bild 10 zeigt. Damit der damit gemessene Schalldruck unabhängig ist vom äußeren Luftdruck, haben Messmikrofone ein dünnes Kapillarröhrchen, das die hinter der Membran eingeschlossene Luft mit der Außenluft verbindet. Der Durchlasswiderstand dieses Röhrchens wird meist mittels eines Silberdrahtes so justiert, dass die untere Grenz-

frequenz des Mikrofons den im Datenblatt des jeweiligen Herstellers versprochenen Wert, z. B. von 2 Hz, einhält. Diesen Wert muss natürlich auch der nachfolgend notwendige Vorverstärker erreichen und einhalten. Andere Messmikrofone, z. B. zur Messung von Richtcharakteristiken anderer Schallwandler, oder für Messungen in der Raum- und Bauakustik mit rotierenden Befestigungen, folgen in einem weiteren Teil dieser Reihe.

### Grenzflächen- und Elektret-Kleinstmikrofone

Aus der Vielzahl weiterer, interessanter Mikrofonvarianten, z. B. Stereomikrofone, seien hier nur noch das sogenannte Grenzflächenmikrofon (Boundary-Layer-Microphone) und Elektret-Kleinstmikrofone erwähnt und vorgestellt.

Im Idealfall bestehen Grenzflächenmikrofone aus einer sehr kleinen Mikrophonkapsel mit kugelförmiger Richtcharakteristik, die in einer sehr großen, schallharten Fläche eingelassen ist. Damit möchte man die Tatsache ausnutzen, dass Schallwellen direkt oberhalb einer schallharten Oberfläche, infolge von Reflexionen, eine Verdopplung des Schalldrucks  $p$  bzw. eine Erhöhung des Schallpegels  $L_p$  um bis zu +6 dB erfahren können, und zwar im Vergleich zum freien Schallfeld. Außerdem stören dabei keinerlei Reflexionen an anderen Raumbegrenzungsflächen und man vermeidet somit die Ausbildung von Kammfiltereffekten. Grenzflächenmikrofone finden ihren Einsatz z. B. an Bühnenwänden im Theater oder bei Orchesteraufnahmen. Es gibt sie heute in handlicher Größe fertig ausgeführt von diversen Herstellern, siehe Bild 11.

Nun noch ein Blick auf Elektret-Mikrofone in Kleinstausführung, und zwar zunächst mit Achterdiagramm. Ein Beispiel dafür zeigt Bild 12. Alles wichtige dazu steht in der Bildunterschrift, so z. B. die Wirkung des weiter oben schon erwähnten Nahbesprechungseffekts. Ein weiteres Beispiel für Elektret-Kleinstmikrofone, und zwar für Hörgeräte, findet man im Bild 13. Auch hier ist alles wichtige in der Bildunterschrift zu finden.

Als Letztes noch ein Blick auf die Einzelteile eines sehr kleinen und extrem einfach aufgebauten Elektretmikrofons, Bild 14. Auch hier steht alles Wissenswerte in der Bildunterschrift. Die messtechnische Prüfung und Bewertung von Mikrofonen wird in einem späteren Beitrag behandelt.

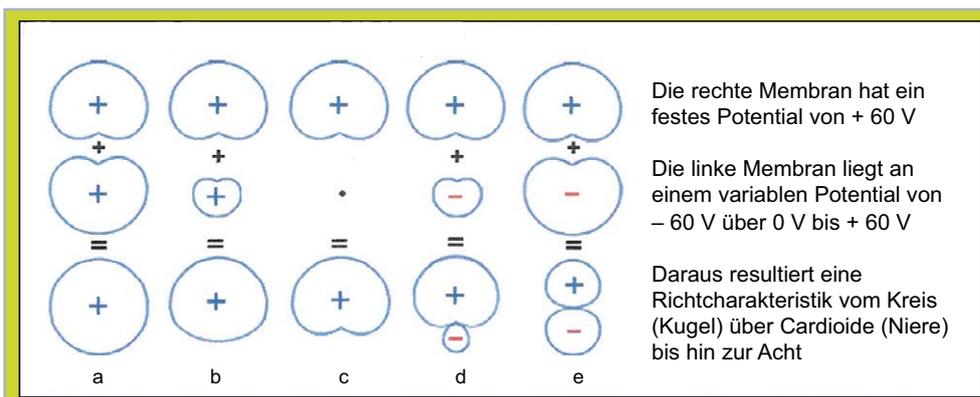


Bild 9: Mit einem einzigen Mikrofon gemäß Bild 8 durch Überlagerung von zwei Cardioiden (obere beide Bildreihen) herstellbare Richtdiagramme bzw. Richtcharakteristiken (untere Bildreihe). In sehr diffusen Schallfeldern mit großen Nachhallzeiten verliert jedes Mikrofon seine Richtwirkung.

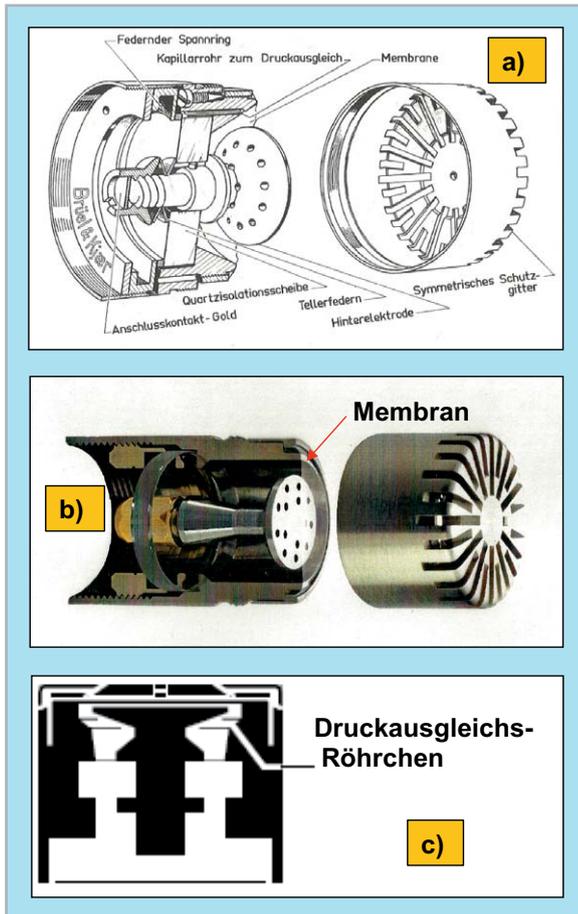


Bild 10: 1/2-Zoll-Kondensator-Messmikrofon mit kugelförmigem Richtdiagramm. Leerlauf-Übertragungsfaktor  $T_E$  je nach Ausführung: 12–50 mV/Pa, bei 1 kHz.

- a) Aufbau einer typischen Messmikrofonkapsel (Zeichnung) mit abschraubbarem Schutzgitter, ausgelegt für eine Polarisationsspannung von 200 Volt, die hier über einen vergoldeten Kontakt von außen zugeführt wird. Die Membran besteht aus nur wenige  $\mu\text{m}$  dickem Nickel, die zusammen mit der Gegenelektrode einen Kondensator bildet, dessen Kapazität sich bei Auslenkung (Beschallung) der Membran ändert
- b) Aufbau einer typischen Messmikrofonkapsel (Foto) mit abgeschraubtem Schutzgitter
- c) Kapillarröhrchen zum Ausgleich des statischen Luftdrucks

### Ausblick

Der hier vorliegende Beitrag befasste sich mit dem Thema Mikrofone, wobei nur das elektrodynamische und das elektrostatische Wandlerprinzip betrachtet wurden, einschließlich Elektretmikrofone. Behandelt wurden sowohl ungerichtet als auch gerichtet empfangende Mikrofone. Im nächsten, sechsten Teil dieser Serie sind Kopfhörer das zentrale Thema. Auch da wird im Wesentlichen nur von elektrodynamischen und von elektrostatischen Kopfhörern die Rede sein, und zwar sowohl in akustisch geschlossener als auch akustisch offener Ausführung. Natürlich wird auch über Kopfhörer mit aktiver Lärmkompensation berichtet. Selbstverständlich gehören auch die messtechnische Prüfung und Beurteilung der Übertragungseigenschaften von Kopfhörern zum Inhalt des nächsten Beitrages. Des Weiteren wird die Messung des Übertragungsfrequenzgangs, einschließlich des Übertragungsmaßes, sowie die Bestimmung und Beurteilung des Verzerrungsverhaltens, ausgedrückt durch den Klirrfaktor bzw. durch die Klirrdämpfung, im nächsten Beitrag behandelt. Erörtert wird auch die Messung mittels Messkuppler.

ELV



Bild 11: Grenzflächenmikrofon, auch: Pressure Zone Microphone (PZM) oder Boundary Layer Microphone (BLM) (Hier im Bild: BLM, Typ U851R, Audio Technica)

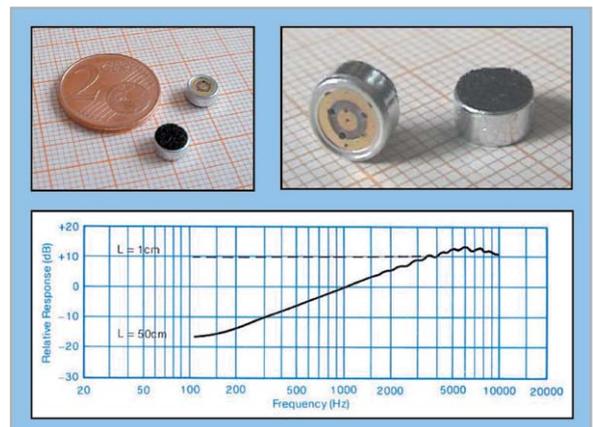


Bild 12: Kleines Elektretmikrofon mit achtförmigem Richtdiagramm (Panasonic, Typ WM 66 EC-103), Abmessungen:  $\phi$  6,0 x 2,7 mm. Man erkennt hier gut die rückwärtigen Schalleinlassöffnungen. L = Abstand zum Mikrofon



Bild 13: Beispiele für Subminiatur-Elektretmikrofone für Hörgeräte von der Firma Knowles Electronics (Illinois), aufgeklebt auf Werbematerial. Man erkennt bei allen Mikrofonen sehr deutlich die drei für Elektretmikrofone typischen elektrischen Anschlüsse.

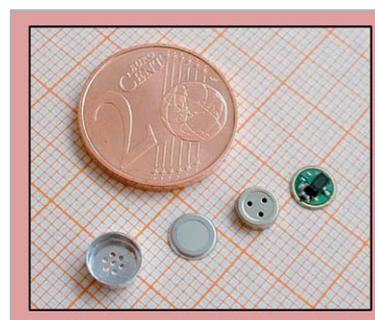


Bild 14: Bestandteile eines sehr kleinen, einfach aufgebauten Elektretmikrofons der Firma Hyesung, Typ HCM 6022

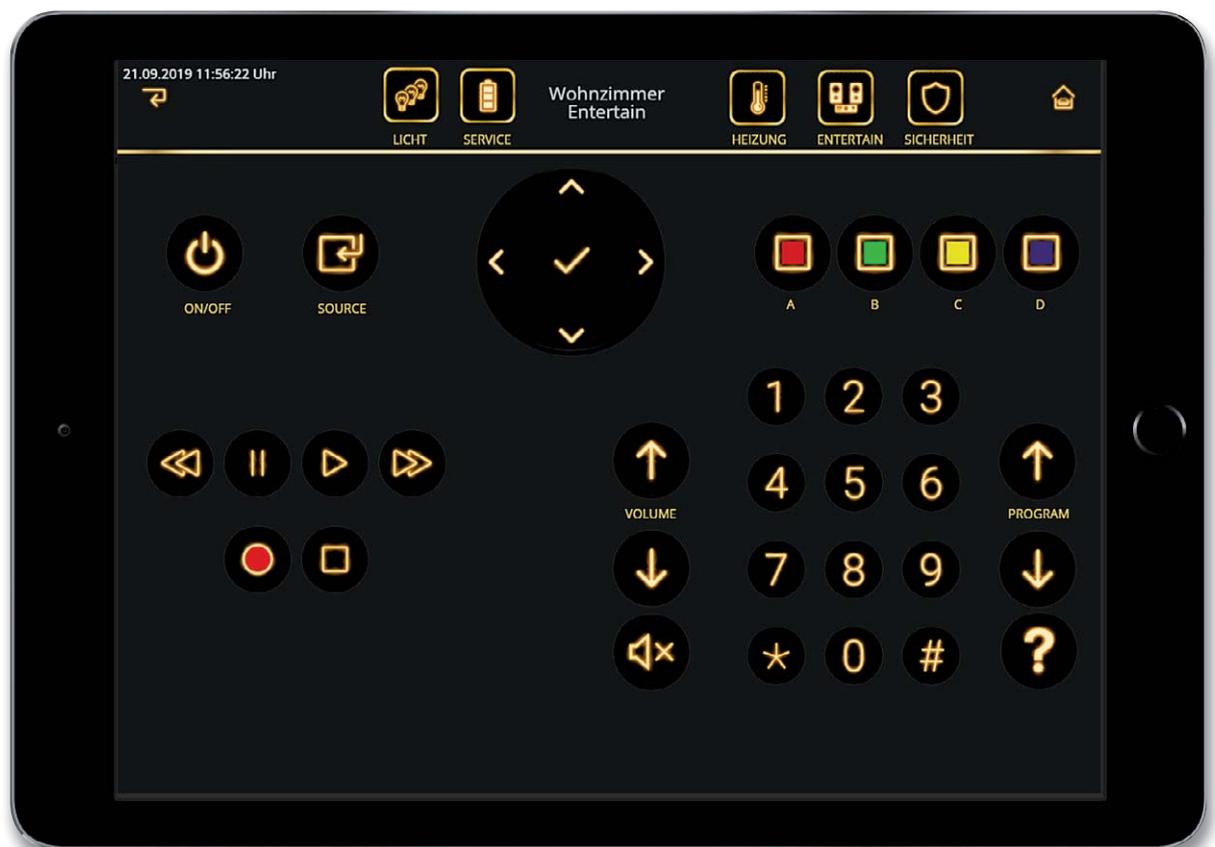


# Schickes Smart Home

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

Teil 5

In dieser Folge wollen wir auf die Möglichkeiten eines Mediola Gateways im Bereich der Infrarotsteuerung eingehen. Wir bauen uns eine Seite zur Steuerung eines Audio-/Videogerätes auf.





## Warum Infrarot?

Mittlerweile sind sehr viele Geräte im Audio- und Videobereich mit einem Netzwerkanschluss erhältlich. Sie lassen sich neben der Nutzung der TCP/IP-Verbindung als Medienquellen (Musik/Filme ...) in den meisten Fällen auch über TCP/IP steuern bzw. bedienen. Trotzdem sind in vielen Haushalten noch Geräte vorhanden, die mit Infrarotfernbedienungen gesteuert werden. Das gilt teilweise auch noch für Neugeräte.

Um solche Geräte in die Hausautomatisierung einzubinden, ist also eine Art „Umsetzer“ notwendig, der – quasi aus der Hausautomatisierung heraus – Infrarotsignale an die entsprechenden Geräte zur Steuerung senden kann.

Diese Aufgabe übernimmt bei mediola ein Gateway (Bild 1), das hierzu zum einen eine TCP/IP-Schnittstelle, zum anderen eine Infrarotschnittstelle in Form einer leistungsstarken Infrarot-Sende-LED sowie einer Infrarot-Empfangs-LED besitzt. Die mediola-Gateways der neuesten Generation können noch sehr viel mehr, in diesem Artikel wollen wir uns aber auf die Infrarot-Funktionalitäten beschränken.

Auf die Nachteile der Infrarotsteuerung von Geräten ist natürlich hinzuweisen: eine TCP/IP-Verbindung ist bidirektional, d. h., Informationen können sowohl zum zu steuernden Gerät übertragen als auch vom Gerät empfangen werden. So erkennt eine Fernbedienung, die bidirektional arbeitet, den Zustand, also die aktuellen Einstellungen, des Gerätes. Dies ist bei einer Infrarotfernbedienung nicht der Fall. Eine Erhöhung der Lautstärke über eine Taste auf einer Infrarotfernbedienung führt beispielsweise zu einer Erhöhung der Lautstärke, eine Information über die aktuelle eingestellte Lautstärke besitzt die Fernbedienung aber nicht. Ein weiterer Nachteil ist, dass eine Infrarotfernbedienung mit Licht im unsichtbaren Infrarotbereich arbeitet. Dies bedeutet, dass sich die Fernbedienung im gleichen Raum wie das zu steuernde Gerät befinden muss und dass optische Hindernisse die Qualität und Sicherheit der Übertragung stören können. Die Gateways von mediola sind deshalb mit sehr guten Infrarotdioden bestückt.

## Lernen

Die Infrarotfernbedienungen verschiedener Hersteller arbeiten zum Teil mit unterschiedlichen Infrarot-Codes. Ständig gibt es außerdem neue Geräte. So ist es notwendig, dass ein Gateway zur Infrarotfernsteuer-



Bild 1: mediola Gateway

ung lernfähig sein muss. Dazu ist in der Frontseite des Gateways eine Infrarotempfangsdiode eingebaut – der gewünschte Infrarotcode kann so einfach angelernt werden.

Zunächst muss aber das Gateway im AIO Creator NEO als Gerät eingerichtet werden. Dies geschieht über den Gerätemanager unter den Menüpunkt „Neues Gateway“ (Bild 2). Die exakte Vorgehensweise ist in den mediola Dokumentationen beschrieben.

Wenn das Gateway angelegt worden ist, muss als Erstes das zu steuernde Gerät angelegt werden (Bild 3). Dies kann ein Videogerät, ein Audiogerät etc. sein. In unserem Beispiel wollen wir ein TV-Gerät steuern: Wir wählen einen Namen für das Gerät, dessen Infrarot-Codes wir verarbeiten wollen, den Raum, dem das Gerät zugeteilt ist, das Gateway (das eben angelegte mediola Gateway), den Typ (in diesem Fall IR/RF-Code, da wir ja Infrarotsignale anlernen wollen)

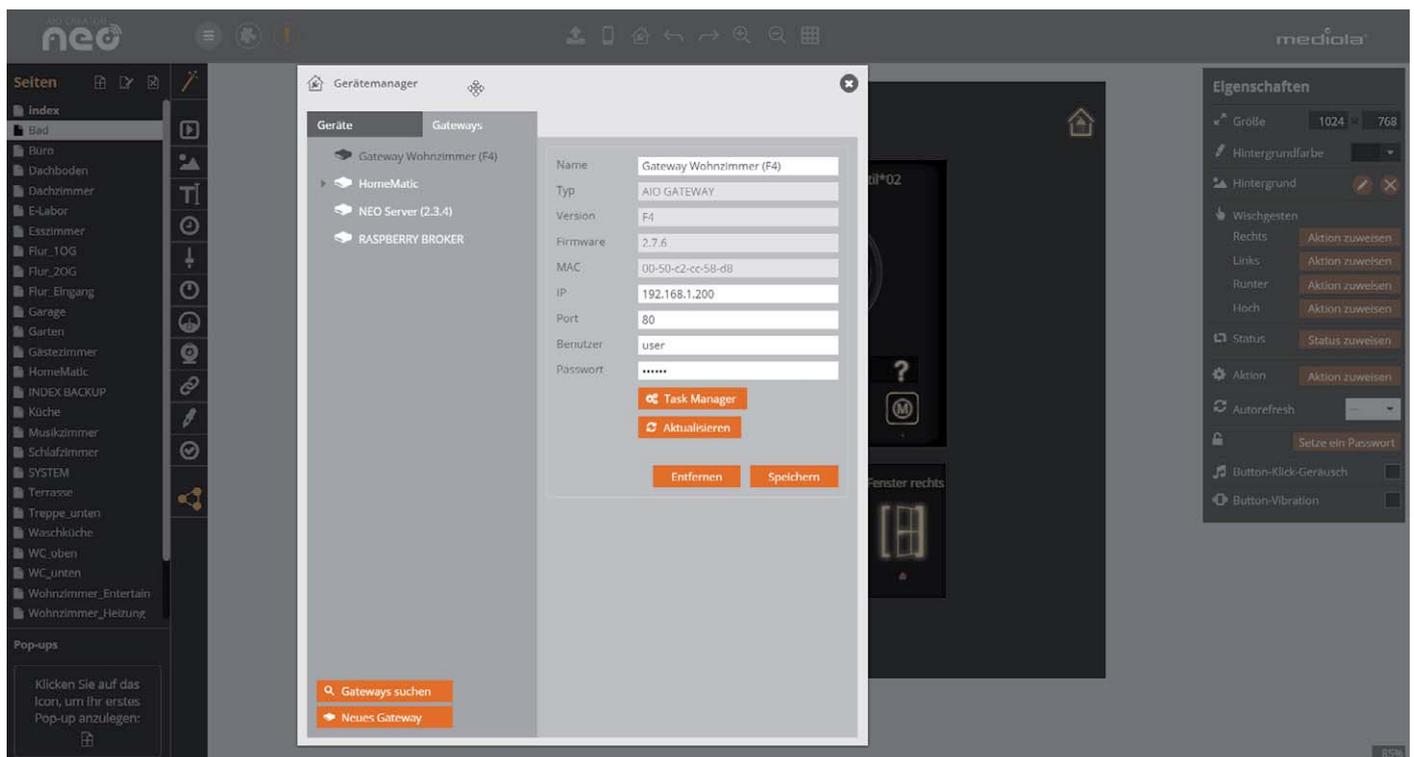


Bild 2: Gateway einrichten

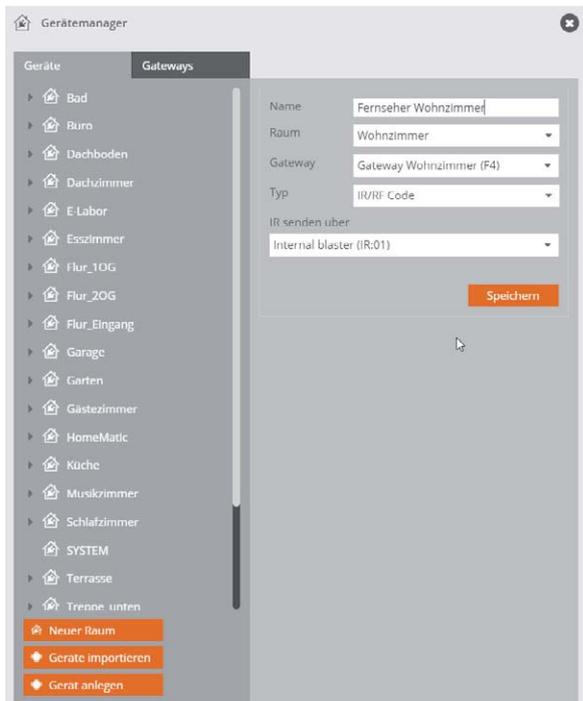


Bild 3: (Infrarot-)Gerät anlegen

und schlussendlich, worüber die Infrarot-Codes gesendet werden sollen. Hier wird üblicherweise „Internal Blaster“ gewählt. Dies ist die interne Infrarot-LED des Gateways in der Frontseite. Das mediola Gateway erlaubt den Anschluss von weiteren Sendeeinheiten:

- IR-Blaster = Interne IR-Dioden des AIO GATEWAY (Frontseite → sollte in den meisten Fällen zutreffen)
- Output 1/2/3 = Anschlüsse für externe IR-Dioden am AIO GATEWAY (Rückseite)
- Extender usw. = verschiedene als Extender einsetzbare Geräte

Sobald Sie das Anlegen mit Speichern bestätigt haben, sieht die Seite wie in Bild 4 zu sehen aus:

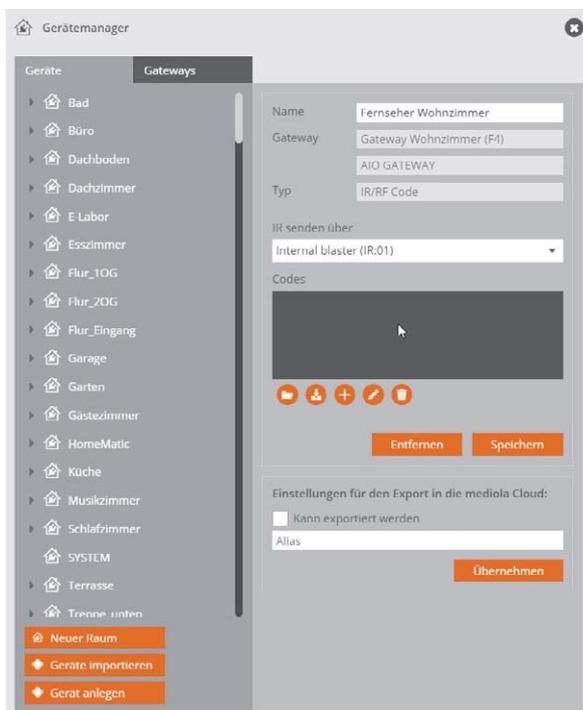


Bild 4: Infrarot-Code „Definitionsseite“

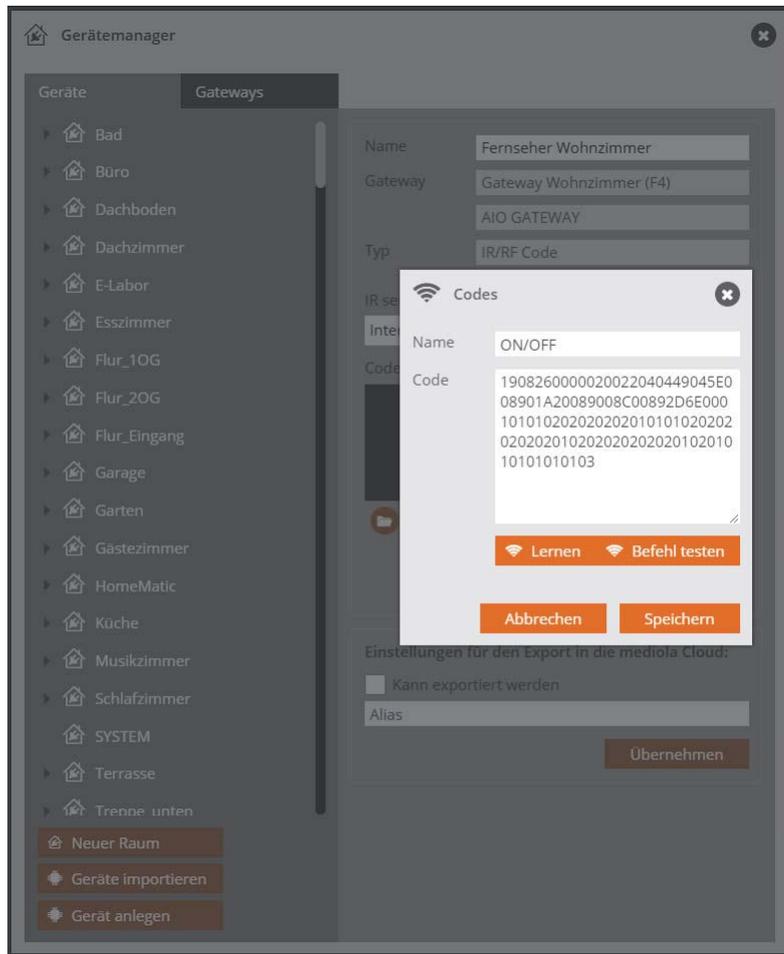


Bild 5: Infrarot-Codes anlernen

Mit der +-Taste kann nun eine Eingabe- und Anlernmaske für Infrarotfunktionen des Gerätes geöffnet werden (Bild 5).

Zum Anlernen geben Sie zunächst einen Namen für den anzulernenden Infrarot-Code ein (zum Beispiel „Taste 1“, „EIN/AUS“, „MUTE“ ...). Danach halten Sie die Fernbedienung, deren Codes verwendet werden sollen, ca. 30 bis 50 cm vor die Frontseite des Gateways, klicken danach die Taste „Lernen“ im AIO Creator NEO an und drücken auf Ihrer Infrarotfernbedienung die Taste, deren Code Sie anlernen wollen (Bild 6).

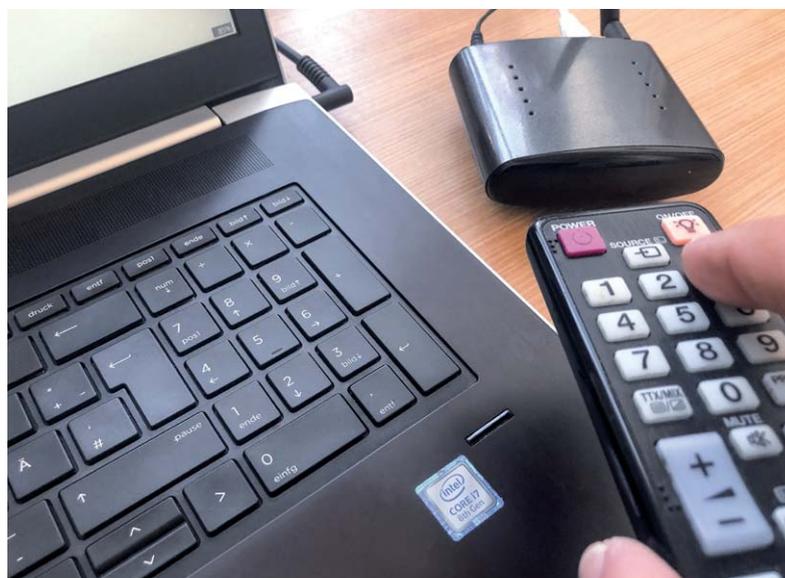


Bild 6: Anlernen der Fernbedienung



Bild 7: Aufruf der Entertain-Seite

Sobald der Code eingelesen wurde, erscheint er im Bereich „Code“ im CREATOR NEO.

Sie drücken zum Abschluss die Taste „Speichern“. Danach können Sie den nächsten Code einlesen.

Wenn alle Codes für das Gerät eingelesen sind, kann der Gerätemanager geschlossen und die angelernten Codes in der ersten Fernbedienungsseite für Entertain-Geräte (hier für den Fernseher Wohnzimmer) verwendet werden.

### Die Fernbedienungsseite in der Bedieneroberfläche

In der letzten Folge der Artikelserie hatten wir eine (Haupt-)Seite für das Wohnzimmer eingerichtet, in der neben der Bedienung von Lampen des Raumes auch Unterseiten aufgerufen werden können. Hier wurde auch ein Button „Entertain“ angelegt.

Mit Drücken dieses Buttons (Bild 7) wird eine Seite „Wohnzimmer\_Entertain“ angewählt. Auf dieser Seite wollen wir nun unsere Steuerungsseite für den Fernseher anlegen.

Dazu legen wir auf der noch leeren Seite als Erstes einen Zahlenblock für den Fernseher an. In der Steuerelemente-Bibliothek im AIO CREATOR NEO gibt es unter „Gruppen“ bereits einen fertigen vordefinierten Zahlenblock (Bild 8), den wir uns auf die Seite laden können.

Den Zahlenblock positionieren wir an der gewünschten Stelle der Seite. Danach definieren wir die einzelnen Tasten, d. h., wir weisen den Tasten die jeweils zugehörigen Infrarot-Codes zu, die wir vorher angelernt haben.

Im Beispiel (Bild 9) klicken wir die Taste 1 an und dann im AIO CREATOR NEO im Eigenschaftsfeld auf „Aktion zuweisen“.

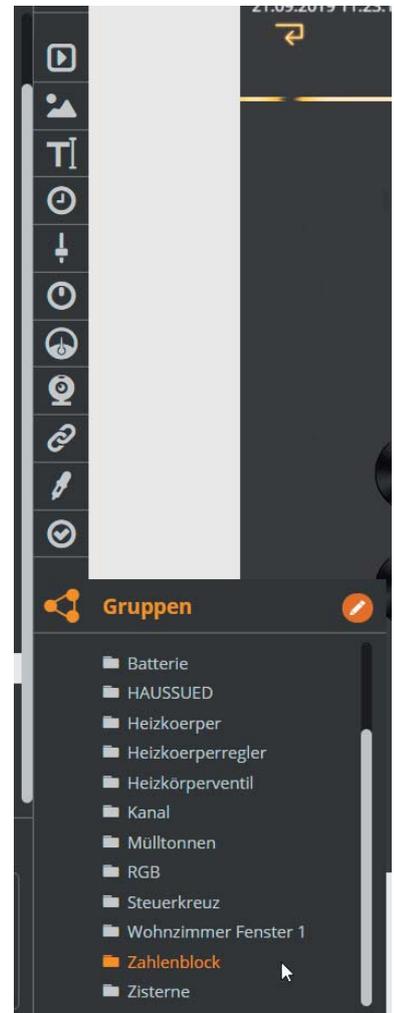


Bild 8: Zahlenblock auswählen und einfügen

**Tipp:** Wenn Sie das erste Mal auf die Taste mit der Zahl 1 klicken, wird der komplette Zahlenblock (als Gruppe) ausgewählt. Klicken Sie dann ein zweites Mal auf die Taste 1, dann wird nur die Taste ausgewählt.

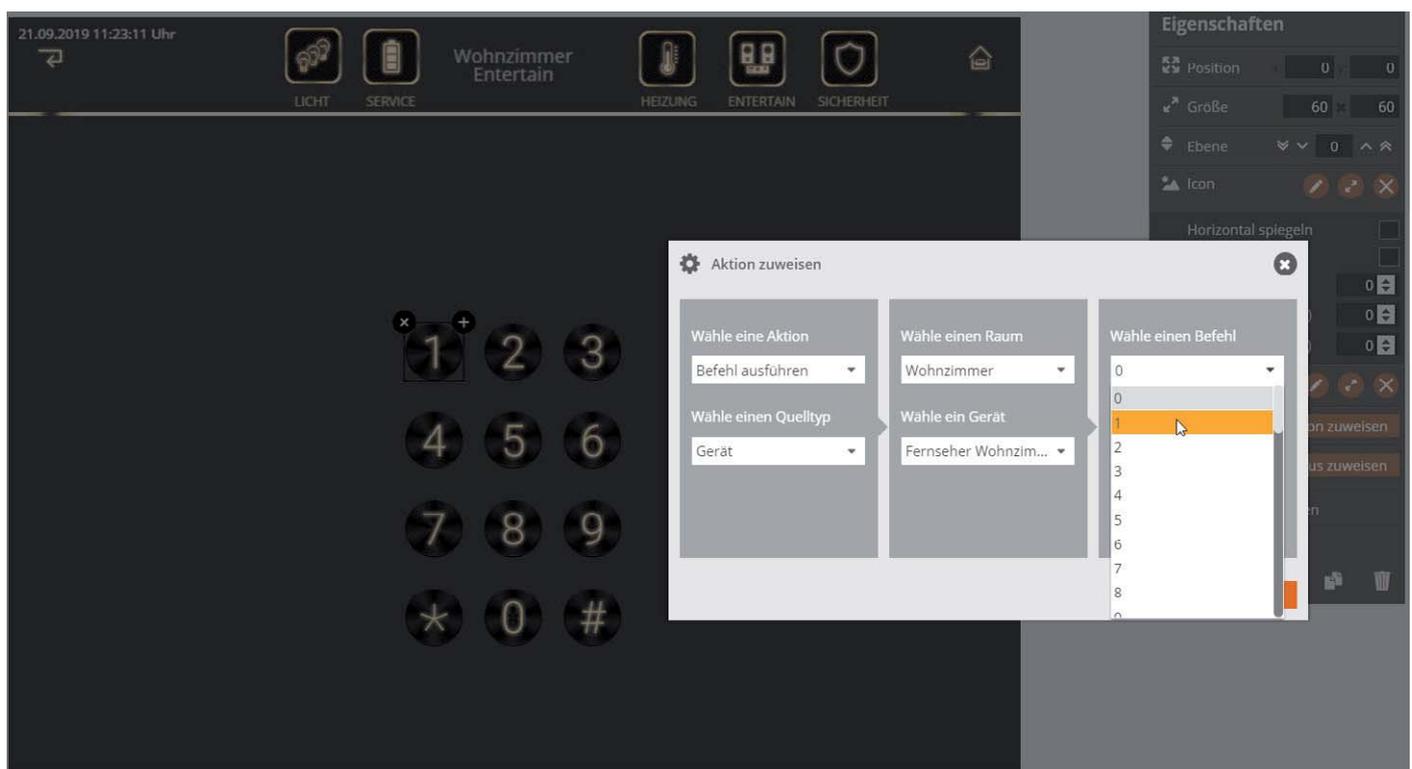


Bild 9: Taste definieren

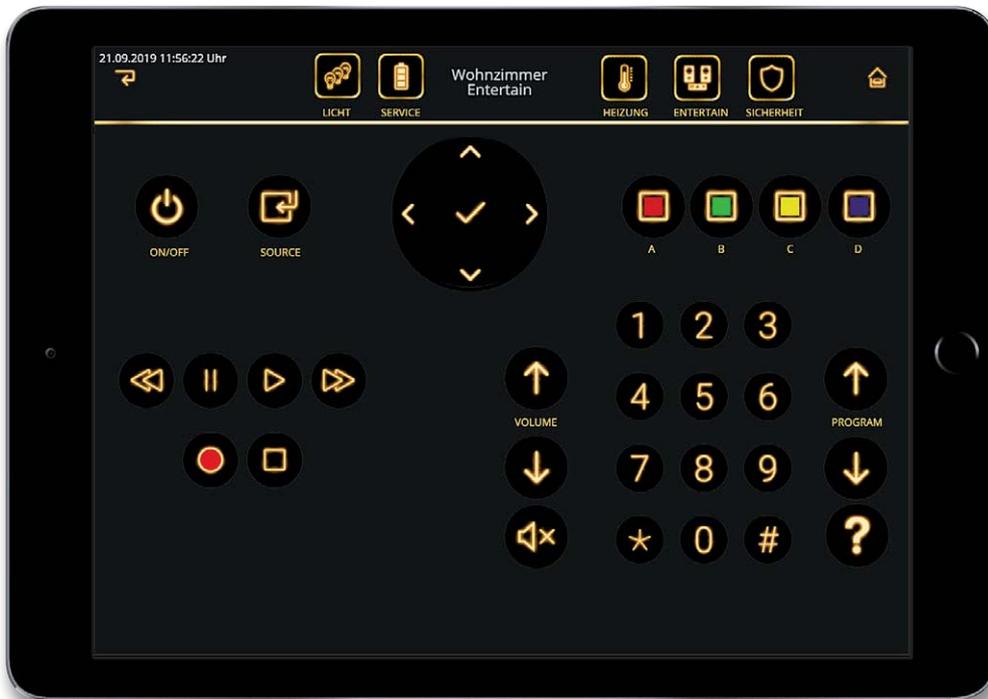


Bild 10: Die fertige Fernbedienung des Fernsehers auf der Seite „Wohnzimmer\_Entertain“

Nach dem Öffnen des Feldes „Eigenschaften“ können Sie in diesem die relevanten Daten einstellen:

- Aktion → Befehl ausführen
- Dateityp → Gerät
- Raum → Wohnzimmer
- Gerät → Fernseher Wohnzimmer
- Befehl → „1“ (oder eben „Taste 1“, je nachdem, wie Sie den Befehl beim Anlernen des Infrarot-Codes genannt haben)

Auf diese Weise werden nun Buttons für alle Funktionen der Fernbedienung der Seite hinzugefügt und definiert.

In den Icon-Bibliotheken von mediola findet sich eine große Anzahl an passenden Icons für die verschiedensten Funktionen.

Die fertige Seite für den Fernseher könnte dann beispielsweise so aussehen wie in [Bild 10](#).

Auf der Seite „Wohnzimmer\_Entertain“ ist nun natürlich lediglich ein Gerät (Fernseher) eingerichtet. Zum einen lassen sich durch entsprechende Aufteilung auch mehrere Geräte auf einer Seite einrichten, genauso gut kann man aber auch die Seite „Wohnzimmer\_Entertain“ wiederum als Auswahlseite für die Geräte gestalten ([Bild 11](#)):

Auf diese Weise kann man für jedes Gerät eine Seite erstellen, die Auswahl des gewünschten Gerätes erfolgt dann durch diese Auswahlseite.

### Ausblick

In der nächsten Folge beschäftigen wir uns mit der Erstellung von Makros, fügen eigene Icons hinzu und wenden beides in der Seite an, die wir in diesem Artikel erstellt haben. **ELV**



### Weitere Infos:

- [www.mediola.com](http://www.mediola.com)
- Smart Home Zentrale CCU3 inkl. AIO-CREATOR-Lizenz und NEO Plugin Automation Manager, Bestell-Nr. 25 04 07



# Komfortabel schalten und steuern Homematic IP Schaltaktor HmIP-DRSI4 und Homematic IP Jalousie-/Rolladenaktor HmIP-DRBLI4

Diese beiden Homematic IP Aktoren eröffnen eine weitere Gerätekategorie des funkbasierten Homematic IP Systems – die der komfortablen und vielseitigen Hutschienenaktoren. Sie basieren auf dem modernen Design der Homematic IP Wired Reihe und sind für die DIN-Hutschienenmontage in der Haus- oder Unterverteilung vorgesehen. Durch die Ansteuerung per Funk sind sie unmittelbar in das Homematic/Homematic IP System integrierbar. Zusätzlich zu den Schaltausgängen bieten diese Aktoren die Möglichkeit der drahtgebundenen Ansteuerung durch Taster.

Bisher hielt die Homematic IP Reihe in der Hauptsache Schalt- und Jalousie-/Rolladenaktoren in Form von einzelnen Unterputzaktoren und mobilen Steckdosenaktoren bereit. Aktoren für die zentrale DIN-Hutschienenmontage fehlten bisher.

Gegenüber den vorhandenen Hutschienenaktoren aus dem Homematic System weisen die neuen Aktoren zahlreiche Vorteile auf. So nehmen die HmIP Aktoren weit weniger Strom auf und sie verfügen z. B. über ein internes Wochenprogramm zum Programmieren von Schaltzeiten, die autark und unabhängig von einer CCU abgearbeitet werden. Zudem wurde die Systemsicherheit deutlich verbessert.

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



Abm. (B x H x T):  
72 x 90 x 69 mm (4 TE)

Der Schaltaktor HmIP-DRSI4 ist ein Vierkanal-Schaltaktor mit einer Gesamtschaltleistung von 64 A, er bildet den Nachfolger des erfolgreichen Homematic Funk-Hutschienenaktors HM-LC-Sw4-DR und entstand auf der Basis des Homematic IP Wired 4-fach-Schaltaktors HmIPW-DRS4.

Der Jalousien-/Rolladenaktor HmIP-DRBLI4 ist das Pendant zum entsprechenden 4-fach-Aktor aus der HmIPW Reihe, dem HmIPW-DRBL4. Er kann je Kanal eine Motorlast bis 2,2 A (500 W) ansteuern und auch Behanghöhen sowie Lamellenwinkel von Jalousien und Raffstores präzise einstellen.

Die per Funk angesteuerten Aktoren bieten zusätzlich zu den Schaltausgängen jeweils vier bzw. acht Schalteingänge an, die auch mit 230-V-Tastern belegt werden können. So kann man vorhandene Stromstoßschalter in der Hausverteilung problemlos ersetzen und die entsprechenden Taster zur manuellen Bedienung an Ort und Stelle belassen. Darüber hinaus sind die Eingänge auch universell konfigurierbar, also sowohl als Taster-, Schaltereingänge oder als Schaltkontakt-Interface mit Ansteuerung etwa durch Reedkontakte. **ELV**

Technische Daten

<b>Allgemein</b>	
Versorgungsspannung:	230 V~/50 Hz
Stromaufnahme:	25 mA max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	280 mW (Displaybeleuchtung aus)
Schaltspannung:	230 V~
Installation:	auf Tragschiene (Hutschiene, DIN-Rail) gemäß EN 60715
<b>HmIP-DRSI4</b>	
Relais:	Schließender, 1-polig, µ-Kontakt, bistabil
Strombelastbarkeit (Gerät):	Σ 64 A
Schalteingänge:	4
<b>HmIP-DRBLI4</b>	
Relais:	Wechsler, µ-Kontakt
Schaltspannung:	230 V~
Strombelastbarkeit (Kanal):	2,2 A
Schalteingänge:	8

### Die Vorteile der Homematic IP Hutschienenaktoren:

- Geringer Stand-by-Stromverbrauch – gegenüber Homematic nahezu halbiert
- Gehäuse für normgerechte DIN-Rail-/Hutschienenmontage, Montagebreite 4 TE
- Schraublose Klemmen für einfache Verdrahtung
- LC-Display statt LEDs:
  - Zeigt den Zustand der Ein- und Ausgänge
  - Anzeige des Duty-Cycle des Aktors – vor allem in Konfigurationsphasen wichtig
  - Anzeige der Temperatur im Geräteinnern
  - Kommunikationsanzeige (Empfang und Senden von Funktelegrammen)
- Zusätzliche 230-V-Eingänge, dadurch Ersatz von Stromstoßschaltern möglich
- Vollwertige Eingangskanäle:
  - Konfigurierbar als Taster-, Schalter- oder Schaltkontakt-Eingang
  - Mit anderen HmIP oder Homematic IP Wired Geräten (via Homematic IP Wired Access Point/CCU3) verknüpfbar
- Direkte Bedienung am Gerät zum Testen der Installation bzw. Verknüpfungen

**Komplettbausatz HmIP-DRSI4**  
Bestell-Nr. 15 43 94 \_\_\_\_\_ € 119,<sup>95</sup>

**Komplettbausatz HmIP-DRBLI4**  
Bestell-Nr. 15 43 89 \_\_\_\_\_ € 149,<sup>95</sup>



**HomeMatic**  
User-Treffen Austria 2019

## Homematic verbindet 7. Homematic User-Treffen Österreich

Das jährliche Homematic User-Treffen in Österreich ist inzwischen zur zentralen Anlaufstelle für Interessierte, Anwender und Experten geworden. Am 21. September 2019 traf man sich bereits zum siebenten Mal. Wie auch im Vorjahr wurden im Pirkhof's in St. Stefan ob Stainz zahlreiche Vorträge von eQ-3, weiteren Herstellern der Branche, von Fachleuten der TU-Graz und auch von privaten Anwendern gehalten.

### Steigendes Interesse am Thema Smart Home

Begonnen hat alles im Jahr 2013, als Robert Peißl (in der Homematic Szene auch als *peissl.at* bekannt) zum ersten Homematic Usertreffen für Österreich in

die Weststeiermark einlud. Inzwischen ist das jährliche Treffen ein fixer Eintrag im Kalender vieler Homematic Anwender geworden. Jedes Jahr werden interessante Vorträge geboten und die Veranstaltung von den Besuchern zum Kennenlernen und zum Netzwerken genutzt. Getreu dem Motto „Homematic verbindet“ trifft man nicht nur auf Teilnehmer aus Österreich, sondern auch aus Deutschland und der Schweiz.

Trotz des traumhaften Wetters (das eigentlich zum Wandern einlud), der gebratenen Maronen und des Schilchersturms (noch nicht ausgegorener neuer Wein), die um diese Jahreszeit viele Touristen anlocken, kamen in diesem Jahr mehr als 40 Teilnehmer zu dem Treffen. Die anhaltend große Teilnehmerzahl ist ein Beleg für das stetig steigende Interesse an den Themen rund ums Smart Home und Homematic.

Robert Peißl eröffnete die Veranstaltung mit einem Rückblick auf die bisherigen Treffen, um neuen Besuchern einen Einblick zu geben und die Teilnehmer auf den Ablauf des Tages einzustimmen.

Der erste Vortrag von Eugen Stall [1] (Bild 1) behandelte die intelligente Rollladensteuerung. Er vermittelte nicht nur Grundlagen zur Beschattungssteuerung, sondern ging von einfachen Programmbeispielen bis hin zu Details, wie die Berechnung des momentanen Sonnenstandes, ein.



Bild 1: Eugen Stall bei seinem Vortrag zur intelligenten Rollladensteuerung.



Danach hielt Frank Graß, Entwickler von eQ-3, der aus Ostfriesland angereist war, die traditionelle Keynote. Er präsentierte verschiedene neue Homematic IP Komponenten – vor allem die Wired-Serie wurde um zahlreiche neue Geräte erweitert – und zeigte auch Anwendungsbeispiele. Anhand der mitgebrachten Muster konnten sich die Besucher ein Bild der neuen Geräte machen und auch gleich Fragen direkt an Frank Graß stellen.

Robert Peißl bietet als Organisator den Besuchern in jedem Jahr – neben den zahlreichen Homematic-Themen – auch immer Vorträge über Grundlagen zur richtigen Anwendung an.

So referierte dieses Mal Frau Selina Vavřík-Kirchsteiger, Mitarbeiterin der TU Graz [2], über das Thema Bauphysik in der Praxis. Neben konkreten Tipps zu Beschattung, Lüftungs- und Heizungssteuerung ging sie auch auf die Gebäudedämmung ein. Ein tolles Anschauungsbeispiel war die Analyse des Wärmedurchganges von unterschiedlichen Materialien mit einer Wärmebildkamera, bei der ihr Christian Sabathi auf amüsante Art assistierte (Bild 2).

Robert Goldgruber, Produktmanager bei Evon Smart Home [3], sprach über Datensicherheit im Smart Home. Dabei beschrieb er zahlreiche Möglichkeiten, um von extern auf eine Smart Home-Zentrale zuzugreifen, sowie deren Vor- und Nachteile.

Robert Peißl selbst zeigte im ersten Teil seiner diesjährigen Präsentation die Einbindung von Netatmo-Raumsensoren direkt in die CCU. So ist es möglich, Messwerte wie den CO<sub>2</sub>-Gehalt, die Umgebungslautstärke oder den Luftdruck in eigenen Programmen zu nutzen. Auch die Steuerung von Netatmo-Überwachungskameras durch die CCU war Inhalt seines Vortrages. So lässt sich die Videoaufzeichnung von sensiblen Bereichen mit der Abwesenheit synchronisieren.

Im zweiten Teil beschrieb er seine ersten Erfahrungen im Umgang mit Node-RED. Am Beispiel von RedMatic zeigte er die einfache Installation auf der CCU3, den einfachen Austausch von Daten zwischen unterschiedlichen Smart Home-Systemen sowie die Anbindung von Homematic an Apples Homekit.

Daniel Rüdissler, Mitarbeiter bei AEE INTEC [4], einem steirischen Forschungsinstitut für nachhaltige Technologien, präsentierte eine Vergleichsuntersuchung von Infrartheizungen mit Radiatorsystemen. Die vom Land Steiermark beauftragte Studie [5] sollte man unbedingt lesen, wenn man sich eine Infrartheizung zulegen möchte.

Den Abschluss-Vortrag hielt Michael Nestler. Er stellte ein Projekt aus dem Homematic Forum vor. Mit dem AskSin-Analyzer ist es möglich, die Kommunikation zwischen den Homematic Komponenten sichtbar zu machen und auch als Klartext auszugeben.

Wie jedes Jahr bestand auch wieder die Möglichkeit, mitgebrachte Komponenten auf den neuesten Softwarestand zu bringen. Dafür hatte Frank Grass sein Equipment zum Flashen der Geräte dabei (Bild 3).



Bild 2: Selina Vavřík-Kirchsteiger demonstrierte anschaulich den Wärmedurchgang von unterschiedlichen Materialien

Zwischen den Vorträgen gab es immer wieder ausreichend Zeit für Gespräche und die kulinarischen Köstlichkeiten der Region, die das freundliche Team vom Pirkhof's [6] für die Gäste vorbereitet hatte.

Dank des Einsatzes von Thomas Exel von ETV [7] wird ein Großteil der Vorträge als Video im Youtube-Kanal von Homematic Inside [8] veröffentlicht.

Trotz der inzwischen beachtlichen Teilnehmerzahl gelingt es Robert Peißl immer wieder, den familiären Rahmen des österreichischen Usertreffens zu erhalten und zahlreiche interessante Vortragende für das Event zu mobilisieren.

Herzlichen Dank an Robert und alle Teilnehmer für dieses tolle Homematic Usertreffen und an eQ-3 für die Unterstützung. Bis zum nächsten Mal. **ELV**



Bild 3: Hat schon Tradition – Frank Graß von eQ-3 brachte Homematic Komponenten auf den neuesten Softwarestand



## Weitere Infos:

- [1] Homepage von Eugen Stall: <https://www.stall.biz>
- [2] TU Graz: <https://www.tugraz.at/arbeitsgruppen/lfb/labor-fuer-bauphysik-tu-graz/>
- [3] Homepage Evon Smarthome: <https://evon-smarthome.com/>
- [4] Homepage AEE INTEC: <https://www.aee-intec.at>
- [5] Studie zu IR-Heizungen:  
[http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11711220\\_58813567/366a74ee/2018-11-06\\_Abschlussbericht%20InfraMess\\_mit%20neuem%20Deckblatt\\_.pdf](http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11711220_58813567/366a74ee/2018-11-06_Abschlussbericht%20InfraMess_mit%20neuem%20Deckblatt_.pdf)
- [6] Die gastfreundliche Tagungsstätte: <http://www.pirkhofs.at>
- [7] Homepage von Thomas Exel: <http://www.exel.tv>
- [8] Youtube-Kanal Homematic Inside: <https://www.youtube.com/user/homematicinside/videos>

Bilder: Christian Schalk, Frank Graß und Robert Peißl

## 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!

**Stunden:** Rot  
**Minuten:** Grün  
**Stunden/Minuten:** Blau  
**Ignore:** Weiß

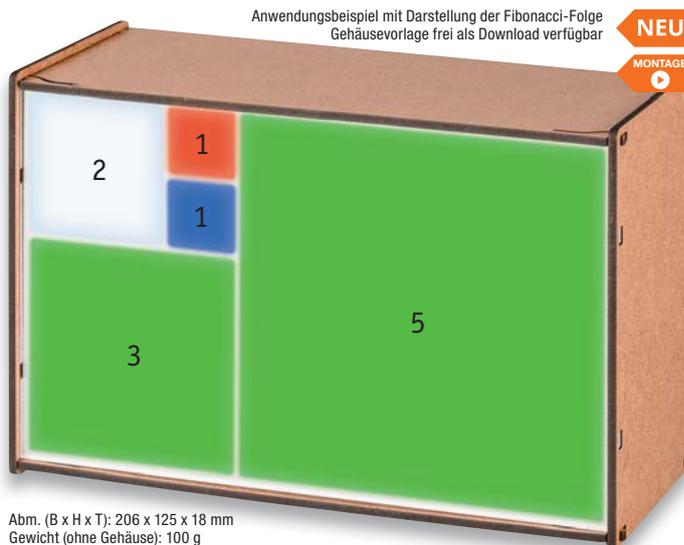
### Vorgehensweise zum Ablesen der Uhr:

**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**

- 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 ausgebar, 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>



Anwendungsbeispiel mit Darstellung der Fibonacci-Folge  
 Gehäusevorlage frei als Download verfügbar

ELV  
**NEU**  
 MONTAGE

Abm. (B x H x T): 206 x 125 x 18 mm  
 Gewicht (ohne Gehäuse): 100 g

TECHNISCHE DATEN	
<b>Geräte-Kurzbezeichnung</b>	FC1
<b>Versorgungsspannung</b>	5 VDC/USB-powered
<b>Stromaufnahme</b>	500 mA max.
<b>Anzeige</b>	5 Leuchtfelder, Ausleuchtung mit 10 RGB-LEDs
<b>Bedienelemente</b>	3 Tasten
<b>Echtzeituhr</b>	Quarzbetrieb mit Batteriepufferung, manuell einstellbar, 23 ppm
<b>Helligkeitsregulierung:</b>	feste Grundhelligkeit einstellbar in 256 Stufen, dynamische Helligkeitsregelung durch den Einsatz des OPT3001-Lichtensors
<b>Schnittstelle</b>	USB 2.0
<b>Softwareanbindung</b>	rudimentäre Steuerbefehle mittels Terminalprogramm
<b>Umgebungstemperatur</b>	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-µC-Schnittstelle
- Integrierter Sensorlüfter sorgt für definierte Luftmenge im Erfassungszeitraum und automatische Sensorreinigung
- OLED-Display für umfangreiche Datenanzeigen (Mengen- und Massekonzentration, Partikelgröße, Partikelverteilung, grafische Bewertung)
- Mess- und Sensor-Reinigungsintervall einstellbar
- Messwertespeicher für 10.000 Datensätze, per USB-Schnittstelle auslesbar
- Ausgelesene Datensätze über die freie Datenlogger-Software „Log View Studio“ auswerten 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,-

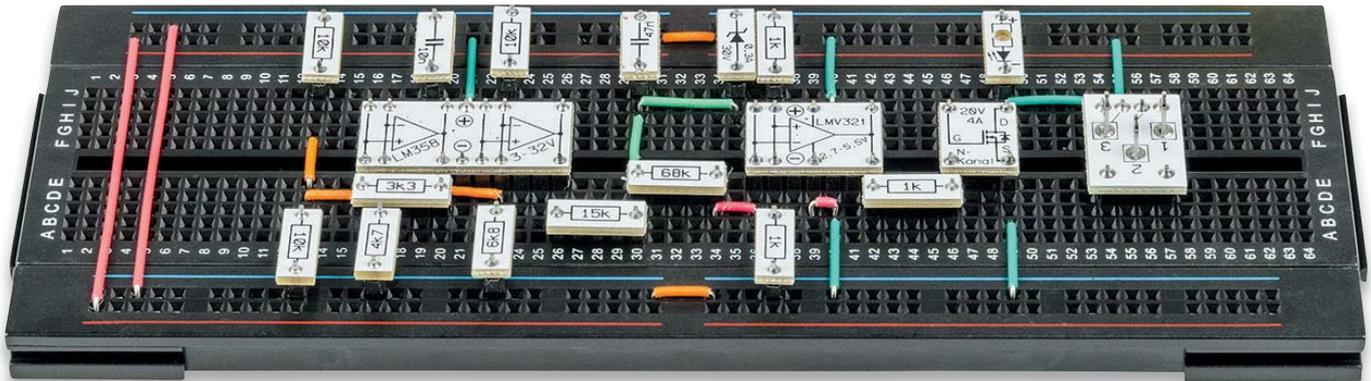
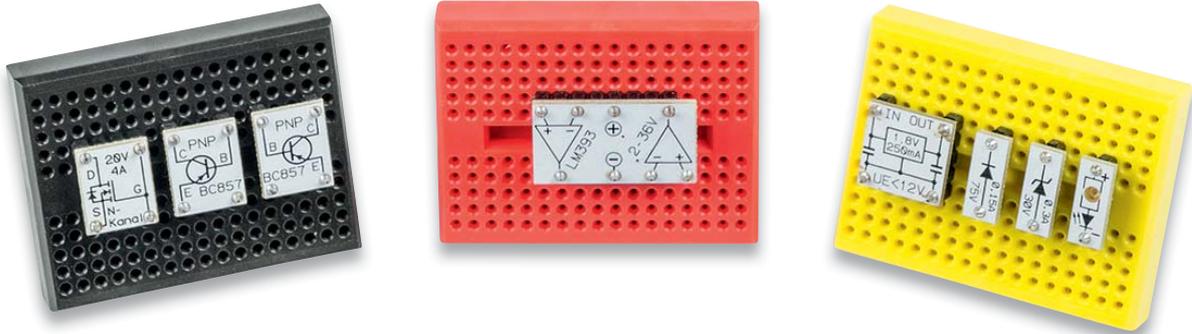


Abm. (B x H x T): 63 x 142 x 25 mm  
 Gewicht: 157 g

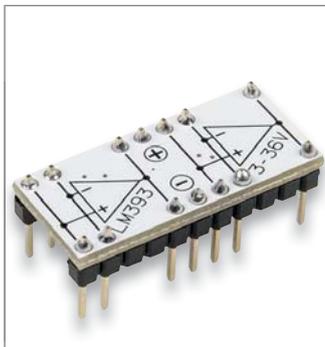
TECHNISCHE DATEN	
<b>Geräte-Kurzbezeichnung</b>	PM2.5
<b>Messfunktion</b>	
<b>Massenkonzentration</b>	PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
<b>Mengenkonzentration</b>	PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
<b>Messbereich</b>	
<b>Massenkonzentration</b>	0–1000 µg/m <sup>3</sup>
<b>Mengenkonzentration</b>	0–3000 µg/cm <sup>3</sup>
<b>Auflösung Massenkonzentration</b>	1 µg/m <sup>3</sup>
<b>Anzeigefunktionen</b>	grafische Balkenanzeigen, numerische Anzeigen
<b>Lebensdauer des Sensors</b>	8 Jahre bei Dauerbetrieb in belasteter Umgebung
<b>Spannungsversorgung</b>	3,7-V-Lithium-Polymer-Akku oder USB 5 V
<b>Stromaufnahme</b>	200 mA max.
<b>Anzeige</b>	OLED-Farbdisplay mit 128 x 128 Pixel, rote Status-LED, Duo-LED für Ladestatus
<b>Bedienelemente</b>	2 Taster, Inkrementalgeber mit Tastfunktion
<b>Schutzart</b>	IP20
<b>Umgebungstemperatur</b>	5 bis 35 °C

## Kleine Helfer – Prototypenadapter linear PAD2

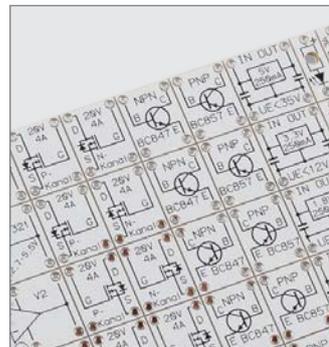
NEU  
MONTAGE



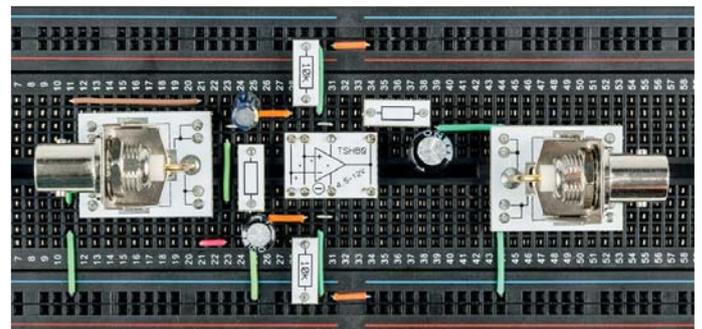
Anwendungsbeispiele – Lieferung ohne Steckboards



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, praxisingerechte 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,<sup>95</sup>

**Gleich mitbestellen**

	Bestell-Nr.	Preis
ELV Steckplatine 830 Kontakte, schwarz	25 09 86	€ 6,95
velleman Steckplatine 830 Kontakte, weiß	25 06 70	€ 5,95

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)

## Service

### Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren Technischen Kundendienst, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Damit es schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseite. Danke! Die Kontaktdaten finden Sie in der Tabelle unten.

### Reparatur-Service

Für ELV Markenprodukte, aber auch für Geräte, die Sie aus ELV Bausätzen selbst herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Artikelpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Die Kontaktdaten:

- ELV, Reparatur-Service, 26789 Leer
- ELV, Reparatur-Service, Paketfach ELV 1, 5005 Salzburg
- ELV, Reparatur-Service, Postfach 100, 4313 Möhlin

### Qualität/Sicherheit

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgeghen geliefert. Sämtliche ELV Bausätze und ELV Fertigergeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

### Hinweis

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, dass Spannung führende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

### Kontaktadressen

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

- **Kundennummer**    ► **Bestell-Nummer**    ► **Zahlungswunsch**

	Deutschland	Österreich	Schweiz
<b>Bestellen</b> (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

	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 Haus-Technik-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 realisiert 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 (Oktober 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.
- Die Rechnungsstellung erfolgt bis auf Weiteres in CHF. Die aktuellen Schweizer Preise entnehmen Sie bitte unserem ELV Shop ([www.elv.ch](http://www.elv.ch)). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen. Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Preis in Landeswährung zur Verrechnung.

Unsere Angebote sind freibleibend. Abbildungen, Abmessungen und Gewichtsangaben in unseren Angeboten sind unverbindlich. Druckfehler und Irrtümer sowie technische und preisliche Änderungen bleiben uns vorbehalten. Im Übrigen gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf der Rückseite einer jeden Rechnung abgedruckt sind.

Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELVJournal“ bzw. des ELV Katalogs verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV.

Vorab können Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen im Internet einsehen unter [de.elv.com/agb](http://de.elv.com/agb) [at.elv.com/agb](http://at.elv.com/agb) [ch.elv.com/agb](http://ch.elv.com/agb) oder telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

### Bankeinzug

Bei Zahlung per Bankeinzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankeinzug“ unter Angabe seiner Bankverbindung (IBAN und BIC) zu wählen. Der Rechnungsbetrag wird am Tag nach der Warenauslieferung vom Konto des Kunden abgebucht. Die Frist für die Vorabankündigung (Pre-Notification) wird auf einen Tag verkürzt. Die der ELV Elektronik AG gewährte Einzugsermächtigung ist jederzeit widerrufbar.

### Rechnung

Im Zusammenhang mit Klarna bieten wir Ihnen den Rechnungskauf als Zahlungsoption an. Bitte beachten Sie, dass die Klarna-Rechnung nur für Verbraucher verfügbar ist und dass die Zahlung jeweils an Klarna zu erfolgen hat. Bitte beachten Sie, dass die ELV Elektronik AG keine Finanzierung mit Klarna anbietet.

Beim Kauf auf Rechnung mit Klarna versendet die ELV Elektronik AG immer zuerst die Ware und Sie haben immer eine Zahlungsfrist von 14 Tagen. Die ELV Elektronik AG erhebt beim Rechnungskauf mit Klarna eine Gebühr von € 0,- pro Bestellung. Weitere Informationen zu den Geschäftsbedingungen von Klarna finden Sie unter [www.klarna.com/de](http://www.klarna.com/de).

Ihre Personenangaben werden in Übereinstimmung mit den geltenden Datenschutzbestimmungen und entsprechend den Angaben in den Klarna-Datenschutzbestimmungen behandelt, abrufbar unter [cdn.klarna.com/1.0/shared/content/legal/terms/0/de\\_de/privacy](http://cdn.klarna.com/1.0/shared/content/legal/terms/0/de_de/privacy).

### Vorkasse

Bitte senden Sie uns erst Ihren Auftrag und warten Sie auf die Rechnung, bevor Sie den Betrag überweisen. Vergessen Sie nicht, die Rechnungs-Nr. auf dem Überweisungsträger anzugeben.

### Nachnahme

Bei Lieferung per Nachnahme zahlen Sie direkt bei Annahme der Lieferung an den Zusteller. Das Nachnahmeentgelt (bei der Deutschen Post AG € 6,66) wird auf der Rechnung berücksichtigt. Die Nachnahmegebühren liegen nicht im Einflussbereich von ELV.

### Kreditkarte

Begleichen Sie Ihre Rechnung einfach mit Ihrer Master- oder Visa-Card. Bei Ihrer Bestellung geben Sie Ihre Kreditkarten-Nummer, die Gültigkeitsdauer und die Prüfziffer an.

### Informationen zum Datenschutz nach EU-DSGVO

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 Versandkostenpauschale 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 Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

### Auskünfte zu Zahlungsverhalten

Zur Auftragsabwicklung speichern wir die personenbezogenen Daten. Ggf. beziehen wir Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, D-41460 Neuss.

Wir behalten uns vor, Ihnen aufgrund der erhaltenen Informationen ggf. eine andere als die von Ihnen gewählte Zahlungsart vorzuschlagen. Alle Daten werden konform mit dem strengen Datenschutzgesetz vertraulich behandelt.

### Rücknahme von Elektro- und Elektronik-Altgeräten

Hersteller und Händler sind gesetzlich verpflichtet, Altgeräte kostenfrei wieder zurückzunehmen und nach vorgegebenen Standards umweltverträglich zu entsorgen bzw. zu verwerten. Dies gilt für betreffende Produkte mit nebenstehender Kennzeichnung.

Verbraucher/-innen dürfen Altgeräte mit dieser Kennzeichnung nicht über den Hausmüll entsorgen, sondern können diese bei den dafür vorgesehenen Sammelstellen innerhalb Ihrer Gemeinde bzw. bei den ÖRE (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger) abgeben. Verbraucher/-innen sind im Hinblick auf das Löschen personenbezogener Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich.

Unsere Rücknahmeverpflichtung nach dem ElektroG wickeln wir über die Fa. Hellmann Process Management GmbH & Co. KG (HPM) und die Fa. DHL Paket GmbH (DHL) ab. HPM übernimmt für uns die Entsorgung und Verwertung der Altgeräte über die kommunalen Sammelstellen. Zum Erstellen eines DHL-Retouren-Aufklebers für die Rücksendung Ihres Elektro- und Elektronik-Altgeräts benutzen Sie bitte unser DHL-Retouren-Portal im Internet. Weitere Informationen finden Sie unter [www.entsorgung.elv.de](http://www.entsorgung.elv.de). Unsere Registrierungsnummer lautet: WEEE-Reg. Nr. DE 14047296.

### Batteriegelsetz – BattG

Verbraucher(innen) sind zur Rückgabe von Altbatterien gesetzlich verpflichtet.

Mit nebenstehendem Zeichen versehene Batterien dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden, sondern sind einer getrennten Entsorgung zuzuführen. Verbraucher(innen) können Batterien nach Gebrauch unentgeltlich an unser Versandlager schicken oder dort abgeben.

Altbatterien können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder Ihre Gesundheit schädigen können. Batterien enthalten aber auch wichtige Rohstoffe, wie z. B. Eisen, Zink, Mangan oder Nickel und werden wiederverwendet.

Bedeutung chemischer Zeichen in Kennzeichnung: Hg = Quecksilber; Cd = Cadmium; Pb = Blei



= Symbol für die getrennte Erfassung von Elektro- und Elektronikgeräten



= Batterien sind schadstoffhaltige Produkte und dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

## ELVjournal Fachmagazin (gedruckte Ausgabe)

Einzelmagazin		€ 7,95	€ 8,95	CHF 13,95
Abonnement	Anzahl	Abo-Preis  D	Abo-Preis  A	Abo-Preis  CH
Schnupper-Abo	2 Fachmagazine	€ 9,95 (Preis Einzelkauf: € 15,90) <b>Sie sparen € 5,95 im Schnupper-Abonnement</b>	€ 13,95 (Preis Einzelkauf: € 17,90) <b>Sie sparen € 3,95 im Schnupper-Abonnement</b>	CHF 19,95 (Preis Einzelkauf: CHF 27,90) <b>Sie sparen CHF 7,95 im Schnupper-Abonnement</b>
		€ 39,95 (Preis Einzelkauf: € 47,70) <b>Sie sparen € 7,75 im Jahres-Abonnement</b>	€ 45,95 (Preis Einzelkauf: € 53,70) <b>Sie sparen € 7,75 im Jahres-Abonnement</b>	CHF 68,95 (Preis Einzelkauf: CHF 83,70) <b>Sie sparen CHF 14,75 im Jahres-Abonnement</b>
Jahres-Abo	6 Fachmagazine			

## ELVjournal Fachmagazin Online

Download	Artikel	Preis  D	Preis  A	Preis  CH
Einzelartikel	1 Fachbeitrag	€ 1,29	€ 1,29	CHF 1,39
Komplette Ausgabe	Alle Fachbeiträge	€ 7,95	€ 7,95	CHF 9,95
Flatrate inkl. App	Alle Fachbeiträge	€ 39,95	€ 39,95	CHF 45,95

Preise gültig ab 02.01.2020

## Alle Abonnement-Konditionen und aktuellen Preise (gültig bis 01.01.2020):



www.elvjournal.de ...at ...ch

## Widerrufsbelehrung

## Widerrufsrecht

Sie haben das Recht, binnen vierzehn Tagen ohne Angabe von Gründen diesen Vertrag zu widerrufen. Die Widerrufsfrist beträgt vierzehn Tage ab dem Tag, an dem Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht Beförderer ist, die letzte Ware in Besitz genommen haben bzw. hat. Um Ihr Widerrufsrecht auszuüben, müssen Sie uns, der ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, ELV Elektronik AG, Postfach 15, 5021 Salzburg; ELV Elektronik AG, Postfach 100, 4313 Möhlin mittels einer eindeutigen Erklärung (z. B. ein mit der Post versandter Brief, Telefax oder E-Mail) über Ihren Entschluss, diesen Vertrag zu widerrufen, informieren. Eine Vorlage für eine solche Erklärung finden Sie im Kasten rechts. Sie können das Muster-Widerrufsformular oder eine andere eindeutige Erklärung auch auf unserer Webseite <https://www.elv.de/widerrufsformular-1.html> elektronisch ausfüllen und übermitteln. Machen Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch, so werden wir Ihnen unverzüglich (z. B. per E-Mail) eine Bestätigung über den Eingang eines solchen Widerrufs übermitteln. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

## Folgen des Widerrufs

Wenn Sie diesen Vertrag widerrufen, haben wir Ihnen alle Zahlungen, die wir von Ihnen erhalten haben, einschließlich der Lieferkosten (mit Ausnahme der zusätzlichen Kosten, die sich daraus ergeben, dass Sie eine andere Art der Lieferung als die von uns angebotene, günstigste Standardlieferung gewählt haben), unverzüglich und spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag zurückzahlen, an dem die Mitteilung über Ihren Widerruf dieses Vertrags bei uns eingegangen ist. Für diese Rückzahlung verwenden wir dasselbe Zahlungsmittel, das Sie bei der ursprünglichen Transaktion eingesetzt haben, es sei denn, mit Ihnen wurde ausdrücklich etwas anderes vereinbart; in keinem Fall werden Ihnen wegen dieser Rückzahlung Entgelte berechnet. Wir können die Rückzahlung verweigern, bis wir die Waren wieder zurückerhalten haben oder bis Sie den Nachweis erbracht haben, dass Sie die Waren zurückgesandt haben, je nachdem, welches der frühere Zeitpunkt ist. Sie haben die Waren unverzüglich und in jedem Fall spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag, an dem Sie uns über den Widerruf dieses Vertrags unterrichten, an uns zurückzusenden oder zu übergeben. Die Frist ist gewahrt, wenn Sie die Waren vor Ablauf der Frist von 14 Tagen absenden. Wir tragen die unmittelbaren Kosten der Rücksendung der Waren. Sie müssen für einen etwaigen Wertverlust der Waren nur aufkommen, wenn dieser Wertverlust auf einen zur Prüfung der Beschaffenheit, Eigenschaften und Funktionsweise der Waren nicht notwendigen Umfang mit Ihnen zurückzuführen ist. Haben Sie verlangt, dass die Dienstleistungen während der Widerrufsfrist beginnen sollen, so haben Sie uns einen angemessenen Betrag zu zahlen, der dem Anteil der bis zu dem Zeitpunkt, zu dem Sie uns von der Ausübung des Widerrufsrechts hinsichtlich dieses

## Muster-Widerrufsformular

(Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden Sie es zurück.)

An  
ELV Elektronik AG  
Maiburger Str. 29-36  
26789 Leer  
Telefax: 0491/7016  
E-Mail: [widerruf@elv.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 abgewogene Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung des Vertragsverhältnisses genutzt. Im Bereich der **Kreditkartenzahlung** arbeiten wir zusammen mit der Concardis GmbH (Concardis), Helfmann Park 7, D-65760 Eschborn, vertreten durch ihre Geschäftsführer Mark Freese, Jens Mahke und Luca Zanotti. In diesem Rahmen werden neben Kaufbetrag und Datum auch Kartendaten an das oben genannte Unternehmen übermittelt. Sämtliche Zahlungsdaten sowie Daten zu eventuell auftretenden Rückbelastungen werden nur solange gespeichert, wie sie für die Zahlungsabwicklung (einschließlich der Bearbeitung von möglichen Rücklastschriften und dem Forderungseinzug) und zur Missbrauchsbekämpfung benötigt werden. In der Regel werden die Daten spätestens 13 Monate nach ihrer Erhebung gelöscht. Darüber hinaus kann eine weitere Speicherung erfolgen, sofern und solange dies zur Einhaltung einer gesetzlichen Aufbewahrungsfrist oder zur Verfolgung eines konkreten Missbrauchsfalls erforderlich ist.

## Hinweis zu § 31 Abs. 1 Nr. 4 BDSG

Zum Zweck der Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung eines Vertragsverhältnisses erheben oder verwenden wir Wahrscheinlichkeitswerte (Score-Werte), in deren Berechnung unter anderem Anschriftendaten einfließen.

Wir weisen gemäß § 31 BDSG darauf hin, dass wir die von unseren Kunden mitgeteilten Daten EDV-mäßig speichern. Die Behandlung der überlassenen Daten erfolgt auf Basis des BDSG und des TMG. Ihre uns mitgeteilten Daten nutzen wir ferner, um Sie über Bestellungen, Angebote und Dienstleistungen zu informieren. Sollten Sie keine Informationen über unsere Angebote und Dienstleistungen wünschen, genügt ein formloser Brief, Telefax oder eine E-Mail an ELV Elektronik AG, Deutschland, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, Telefax-Nr. (+49)491-7016, [info@elv.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 für 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 Preisreduzierungen 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@elv.de](mailto:redaktion@elv.de)

## Chefredaktion:

Prof. H.-G. Redeker

## Redaktionsleitung:

Markus Ulsaß, verantw.

## Anzeigen-Redaktion:

Meike vom Baur, verantw.

## Erscheinungsweise:

zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate  
Februar, April, Juni, August, Oktober,  
Dezember

## Technisches Layout:

Silvia Heller, Wolfgang Meyer, Annette  
Schulte, Dipl.-Ing. (FH) Martin Thoben

## Satz und Layout:

Fransiska 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 Busbom,  
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 Hammiediers, Lothar Harberts,  
Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. (FH)  
Christian Helm, Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH)  
Karsten Loof, Heiko-Tammo Meyer (M. Eng.),  
Hilko Meyer (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH)  
Thorsten Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH)  
Keno Reib, 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  
Willms (M. Sc.), Sebastian Witt (B. Eng.),  
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

## Lithografie:

KruseMedien GmbH, 48691 Vreden  
Telefon: 02564-5686110,  
Fax: 02564-5686190  
Verantwortlicher: Udo Wesseler

## Druck:

Vogel Druck und Medienservice,  
97204 Hückelberg

## 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 aus-  
sageweise 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 waren-  
zeichenmäßig benutzt werden dürfen.

## Eingesandte Beiträge:

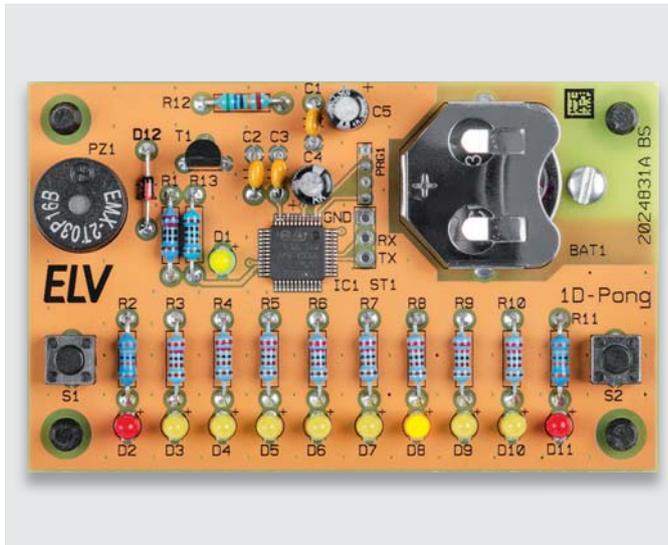
Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unver-  
langt eingesandte Manuskripte oder Geräte  
zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese  
Gegenstände nicht übernommen.

## Gesetzliche und postalische Bestimmungen:

Die geltenden gesetzlichen und postalischen  
Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung  
und Inbetriebnahme von Send- und Empfangs-  
einrichtungen sind zu beachten.

## Haftungsausschluss:

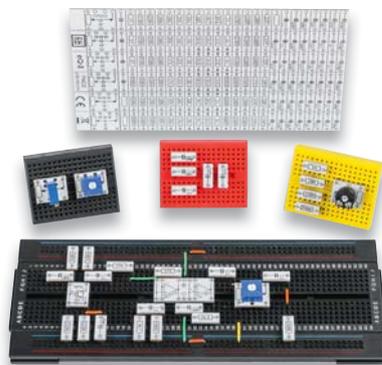
Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für  
die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltun-  
gen und sonstigen Anordnungen sowie für die  
Richtigkeit des technischen Inhalts der ver-  
öffentlichten Artikel und sonstigen Beiträge.



### 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 grundlegende Funktion und praktische Verarbeitung wir genauer erklären.

Das mikroprozessorgesteuerte und durch Batteriebetrieb mobile Spiel verfügt über zwei Spiele, „Pong“ und „Risiko“, die man allein oder zu zweit spielen kann, sowie einen Lauflichtmodus.



### Prototypen-Adapter passiv PAD3

Der PAD3 ergänzt die ELV Prototypen-Adapter für digitale und analoge Bausteine mit einem Bauteilsatz für den einfachen Einsatz von Widerständen, Kondensatoren und Widerstandstrimmern auf dem Steckbrett. Wesentliches Feature sind dabei wieder die aufgedruckten Bauteilwerte für übersichtliches Handling.

### SLA-Druck – höchste Präzision im 3D-Druck

Dank günstiger Belichtungstechnologie ist der SLA-Drucker heute ebenso erschwinglich wie ein FDM-Drucker. Wir stellen das Druckverfahren, die Technik, Materialien und den Workflow vor und testen preisgünstige SLA-Drucker.

### MicroPython für den ESP32, Teil 2

Im nächsten Beitrag wird auf verschiedene Anwendungen eingegangen. Dabei steht zunächst die Erfassung und Auswertung von Sensordaten im Vordergrund. Der ESP32-Chip verfügt über zwei unabhängige Analog-digital-Wandler, welche über Multiplexer bis zu 18 verschiedene Analogsignale simultan erfassen können. Aber auch Sensoren mit digitalen Ausgängen können über unterschiedliche Bussysteme wie I<sup>2</sup>C oder One-Wire ausgewertet werden.

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

Der Bausatz erkennt ein Klingelsignal und kann so via Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 z. B. Signalgeräte auslösen, sodass man überall im Haus bei einem Klingeln an der Haustür auf Besucher aufmerksam gemacht wird. Darüber hinaus ist das kleine Gerät universell als Signalsender für die Bedienung bzw. Auslösung von Tastern, Schaltern sowie Kontakten einsetzbar.

### Homematic IP Dimmaktor für Hutschienenmontage HmIP-DRDI3

Basis des nunmehr dritten Funk-Aktors der HmIP Hutschienen-Aktorserie ist der HmIP-DRDI3 aus dem Homematic IP Wired System, der um drei 230-V-Eingangskanäle ergänzt wurde. Die drei Dimmerkanäle (Phasenabschnitt) 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 direkte Bedienung möglich ist. Sie sind konfigurierbar und können als Taster, Schalter oder Schaltkontakteingang genutzt werden. Weitere Verknüpfungen sind zu HmIP oder HmIPW Geräten möglich. Das Gerät ist mit einem LC-Statusdisplay und schraubenlosen Klemmen ausgestattet und hat einen geringen Stand-by-Verbrauch.

### Von der Idee zum Objekt – Einstieg in das Computer-Aided Design, Teil 4

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.

### Einführung in die Akustik, Teil 6

Dieses Mal dreht sich alles um den Kopfhörer: Offene und geschlossene Systeme werden ebenso behandelt wie Lärmkompensation, messtechnische Prüfung und Beurteilung der Übertragungseigenschaften.

### Homematic und mediola, Teil 6

Schwerpunkt des sechsten Teils der Serie wird das Erarbeiten von Makros und das Erstellen eigener Icons sowie deren Einfügen in die bereits erstellte Oberfläche sein.



# 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**

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre alten Videoschätze direkt auf externe Speichermedien. Sie können den dnt Video-Digitalisierer Grabstar AV mit nahezu allen analogen Videoquellen verbinden: Videorecorder (VHS, Video 8, Betamax), Camcorder, Kameras u. v. m. – Hauptsache, das Quellgerät hat einen S-Video-Ausgang oder einen Composite-Ausgang (CVBS/FBAS). Die Möglichkeit, mit dem qualitativ besseren S-Video-Signal digitalisieren zu können, ermöglicht Ihnen hochwertige Digitalisierungsergebnisse.



Mit dem dnt Grabstar AV konvertieren Sie analoge Audio- und Video-Aufnahmen von Familienfeiern, Jubiläen, Urlauben und anderen Ereignissen in das digitale MP4-Format. Dank Videoplayer-Funktion und HDMI-Ausgang können Sie Ihre digitalisierten Videoschätze direkt bequem auf Ihrem Fernseher oder am Gerät selbst wiedergeben.

- Speichert digitalisierte Aufnahmen direkt auf SD/SDHC-Speicherkarte (bis 128 GB)\*, USB-Stick (bis 128 GB) oder externe USB-Festplatte (bis 4 TB)
- Unterstützte File-Systeme: FAT32/NTFS (max. 4 GB/File) und exFAT (>4 GB/File)
- Unterstützte Auflösungen (wählbar): 720x576i@50, 720x480p@60
- Verarbeitet PAL- und NTSC-Formate
- RCA-Steckverbinder (Cinch) und S-Video-Eingang mit getrennter Y/C-Signalübertragung (Luminanz/Chrominanz)
- Auto-Stopp-Aufnahme Funktion: 60/90/120/150 min
- Großes 8,9-cm-Farbdisplay (3,5") für Kontrolle und Wiedergabe der Aufnahmen
- Integrierter Gerätelautsprecher für Tonwiedergabe
- Kann digitalisierte Aufnahmen direkt am TV (via HDMI) oder am Kontrollbildschirm des Grabstar AV wiedergeben
- Gerätesteuerung via Bedientasten auf der Frontseite
- Betrieb via mitgeliefertem USB-Steckernetzteil (5 VDC/1A)
- Tisch- und Wandmontage möglich



\* Empfohlen wird eine SD/SDHC-Speicherkarte der Geschwindigkeitsklasse 10 oder höher.

Der Grabstar AV bietet Ihnen viele Anschlussmöglichkeiten

# Warnt rechtzeitig vor Schadstoffen in der Raumluft Smarter 9-in-1-Luftgütesensor



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

\* Flüchtige organische Verbindungen

Abm. (ø x H): 85 x 165 mm

**Aktionspreis bis 31.12.2019**

**Bestell-Nr.  
25 08 88**

**€ 299,-  
statt € 329,-**

**Sie sparen € 30,-**

**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. Bei Überschreitung von individuell einstellbaren Grenzwerten wie z. B. Feinstaub, Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid und VOC alarmiert der uHoo-Sensor mit Push-Nachrichten auf das Smartphone. Über die Cloud können Sie sich außerdem jederzeit mobil über die Raumluftgüte informieren.

### Komfortable Auswertung via App

Die uHoo-App stellt die gemessenen Luftgütwerte grafisch dar. So erkennen Sie Trends und können Maßnahmen für eine bessere Raumluft ergreifen. Steigt beispielsweise der Feinstaubanteil durch den morgendlichen Berufsverkehr stark an, sollten Sie zu anderen Zeiten lüften. Die grafischen Auswertungen zeigen Datenverläufe, die es Ihnen ermöglichen, Trends, Einsichten und Auswirkungen von Verhaltensweisen und Luftmustern zu erkennen und auszuwerten.

### Einbindung in IFTTT-Umgebungen

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
  - Misst 9 verschiedene wichtige Werte der Raumluft
  - Stromversorgung via USB-Netzteil
  - Kostenlose uHoo-App (Android/iOS) zeigt Echtzeitmesswerte und historische Werte in Stunden-, Tages- und Monatsübersicht an
  - Geeignet für Tischaufstellung
- Weitere Infos im ELVshop



Lieferung ohne Smartphone



**Jetzt anmelden!**



**Uhoo nun auch über mediola mit der CCU3 kompatibel – bald zeigen wir Ihnen wie!**

Melden Sie sich für unseren Newsletter an und erfahren Sie als Erster, wann Sie unser Online-Projekt im ELVshop finden. Jetzt anmelden unter [elv.com](http://elv.com) – Webcode #10302