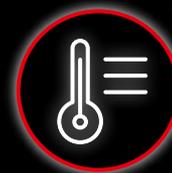


Klein, aber fein!

ELV Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor



∅ 43 mm



-10 bis +60 °C



1x 3 V CR2032



0-99 % rH



powered by **homematic** IP

Know-how: ELV Smart Hacks – Regelungsverfahren für Heizungsanlagen

Projekt: Entzückend, Baby! Aufbau einer Kojak-Sirene

Spezial: Smart-Home-Usertreffen 2024 in Österreich



ELV Basismodul Mikrocontroller



Solar-Powermodul



ELV PAD-Adapter RGB-LED mit Oxon

Smartes Heizen trifft klassisches Design



Leuchtende Boost-Taste
an der Vorderseite für ein
schnelles Aufheizen



NEU

homematic ^{IP}

Heizkörperthermostat – pure, HmIP-eTRV-3

- Energiesparendes, flexibles E-Paper-Display mit reduzierter Anzeige
- Hochwertiges Drehrad zur Einstellung der Raumtemperatur
- Bis zu drei einstellbare Heizprofile mit 13 Änderungen pro Tag
- LED-Farbe des Stellrads für verschiedene Aktionen direkt in der Homematic IP App konfigurierbar (in Verbindung mit einem Access Point oder der Home Control Unit)
- Bediensperre zum Schutz vor ungewollter Bedienung – einstellbar per App
- Für den Betrieb ist eine Home Control Unit, ein Access Point oder eine CCU3 notwendig

59,95 €

Artikel-Nr. 161046

[Zum Produkt](#)

Lieber Elektronik-Freund,

wir Techniker haben bekanntlich eine Leidenschaft dafür, Dinge ganz genau unter die Lupe zu nehmen. Daher dürfte so manchem Leser ein neuer Name aufgefallen sein, der schon in der vergangenen Ausgabe an prominenter Stelle im Impressum des ELV Journals zu finden war. Ich freue mich sehr, dass Holger Arends die redaktionelle Leitung des Magazins übernommen hat. Als Dipl.-Ing. Elektrotechnik, Hochschuldozent und begeisterter Tüftler bringt Herr Arends nicht nur fundierte Fachkenntnisse, sondern auch eine große Leidenschaft für Elektronikprojekte aller Art mit. Falls Sie Herrn Arends näher kennenlernen möchten, was ich Ihnen aufgrund seiner sympathischen Art nur ans Herz legen kann, schauen Sie doch einmal auf dem ELV Youtube-Kanal vorbei. Dort finden Sie ein [Vorstellungsvideo](#) unseres neuen Redaktionsleiters.

Und wenn Sie schon dort sind, sehen Sie sich auch gern die vielen weiteren interessanten Inhalte an, die unsere Redaktion für Sie vorbereitet hat. Zum Beispiel das Video zum Titelthema dieser Ausgabe, dem ELV Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor Kompakt. Diesen kleinen Sensor bringen Sie unauffällig an nahezu jedem Ort unter, von wo er wertvolle Informationen zur automatischen Steuerung Ihres Raumklimas liefert und einer Schimmelbildung vorbeugen kann.

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



Heinz-G. Redeker

Prof. Heinz-G. Redeker

Unsere Social-Media-Kanäle

Auf unseren Social-Media-Kanälen erfahren Sie Neuigkeiten zu Bausätzen, Angeboten oder neuen Produkten im Sortiment von ELV. Auch interessante Nachrichten werden hier veröffentlicht.



Über Facebook:

facebook.com/elvelektronik

Zu Facebook



Über Instagram:

instagram.com/elv_elektronik

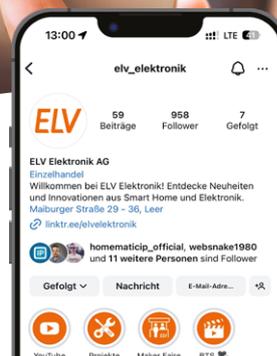
Zu Instagram



Über YouTube:

youtube.com/elvelektronikde

Zu YouTube





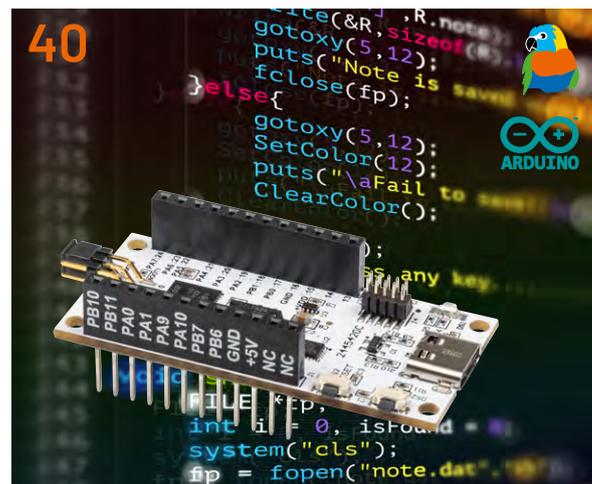
6 Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor



59 Solarenergie statt Batterie!
Solar-Powermodul SPM1500



22 RGB-LEDs ansteuern mit der Oxocard Connect



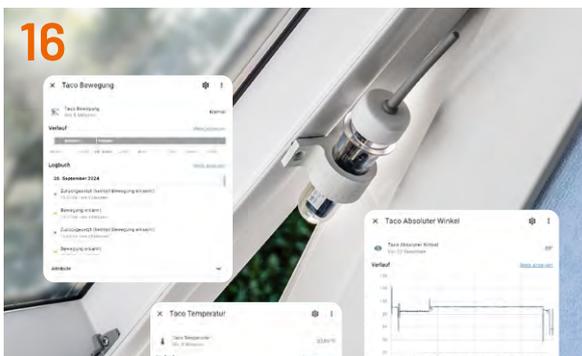
40 ELV Basismodul Mikrocontroller Unit

Bausätze

- 6 Klein, aber fein!**
Kompakter, präziser Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor für Ihr Smart Home – ELV-SH-CTH
- 22 Regenbogen-Animation mit der Oxocard Connect**
RGB-LEDs ganz einfach ansteuern
- 40 Aus Ideen mehr machen!**
Einfacher Einstieg in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung mit dem ELV-BM-MCU
- 59 Solarenergie statt Batterie!**
Solar-Powermodul SPM1500

Spezial

- 92 Smart Home Usertreffen 2024 in Österreich**
Eine starke Gemeinschaft mit breitem Interessengebiet trifft sich zum Fachsimpeln
- 108 Technik aus aller Welt**
Faszinierende Elektro-Konzepte vom Pebble Beach Concours d'Elegance



16 Praktische HELVerlein!



53 Projekte für Elektronikneinsteiger



92 Usertreffen Österreich 2024



35 PAD-PRO-EXSB-Anwendungsschaltungen



100 ELV Smart Hacks: Heizungsanlagen regeln



108 Technik aus aller Welt

Know-how

- 76 Python & MicroPython: Programmieren lernen für Einsteiger**
Grafikkunst mit Matplotlib
- 98 Buchbesprechung LoRaWAN® für Maker**
Sensoren auslesen, Daten teilen, Projekte umsetzen
- 100 ELV Smart Hacks**
Regelungsverfahren für Heizungsanlagen

Projekte

- 16 Praktische HELVerlein!**
Ungewöhnliche Anwendungsbeispiele für den ELV-SH-Taco
- 35 Entzückend, Baby! Aufbau einer Kojak-Sirene**
Anwendungsschaltungen mit dem Prototypenadapter-Professional-Experimentierset PAD-PRO-EXSB
- 53 Elektronische Heinzelmänner: Akustikschalter**
Projekte für Elektronikneinsteiger

Außerdem

- 3 Editorial**
- 74 Leser fragen – Experten antworten**
- 87 Leser testen und gewinnen**
- 112 Die Neuen**
- 116 Service, Bestellhinweise, Impressum**
- 118 Vorschau**



Klein, aber fein!

Kompakter, präziser Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor für Ihr Smart Home – ELV-SH-CTH

Behalten Sie das perfekte Raumklima mühelos und in Echtzeit mit dem ELV Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor ELV-SH-CTH im Blick. Der kleine, schlanke und energieeffiziente Sensor lässt sich unauffällig in jedes intelligente Eigenheim integrieren. Er misst präzise die Temperatur und Luftfeuchtigkeit in sensiblen Räumen und gibt die Messdaten an das Homematic IP System weiter. Sorgenfrei zu einem gesunden und angenehmen Wohnklima: lüften, heizen, kühlen und sogar die Pflanzen rundum glücklich machen

i Infos zum Bausatz ELV-SH-CTH



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,25 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein

Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Mit dem Homematic IP Sensor ELV-SH-CTH eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten, Ihr Zuhause effizienter und komfortabler zu gestalten. Daten sammeln wird dank des kompakten Sensors zum Kinderspiel: In allen Räumen kann er als kompakter und unscheinbarer Datenversorger eingesetzt werden. Die gewonnenen Informationen zur Temperatur und Luftfeuchtigkeit lassen sich in der Homematic IP App anzeigen und sind zudem mühelos in Diagrammen darstellbar. So können Werte unterschiedlicher Räume optimal miteinander verglichen werden. Halten Sie jederzeit den Überblick über das Raumklima und ergreifen Sie rechtzeitig Maßnahmen, wenn Abweichungen auftreten. Denn eine solche Abweichung kann vor allem in der kalten Jahreszeit schnell zum großen Problem werden, wenn sie sich in Form von Schimmelbildung äußert.

Niemand will sie haben, doch Schimmelsporen warten nur auf die richtige Gelegenheit, um sich im Badezimmer, der Küche, im Schlafzimmer oder im Keller auszubreiten. Ist die Luftfeuchtigkeit dauerhaft zu hoch und bewegt sich in Bereichen über 70 %, kann sich der unliebsame Schimmel festsetzen und ausbreiten. Schimmelpilze ziehen am Anfang die Feuchtigkeit aus der Luft und versorgen sich nach



Bild 1: Schimmelausbreitung wird insbesondere durch Feuchtigkeit begünstigt.

dem Festsetzen an Bausubstanzen durch die Materialfeuchtigkeit der Wände (Bild 1). Natürlich entsteht Luftfeuchtigkeit generell in belebten und bewohnten Räumen unvermeidlich allein durch Duschen, Kochen, feucht Wischen, aber sogar durch das Ausatmen der Bewohner. Ziel ist es jedoch immer, durch regelmäßige Lüftung oder andere technische Maßnahmen für eine Reduktion der Luftfeuchtigkeit zu sorgen, um Schimmelbildung zu minimieren. Der Sensor ELV-SH-CTH misst die Luftfeuchtigkeit in sensiblen Räumen und hilft bei der Vorbeugung der Schimmelbildung.

Über die Homematic IP App erhalten Sie unverzüglich eine Luftfeuchtwarnung, wenn eine bestimmte Schwelle überschritten wird. Über einen zusätzlichen Abgleich mit der Außenluftfeuchte ist zudem eine Lüftungsempfehlung möglich. Fenster öffnen oder lieber nicht? Sie sind bestens informiert und können rechtzeitig handeln. Im Smart Home lässt sich natürlich auch der Luftentfeuchter oder die Elektroheizung einschalten, um aktiv für eine Reduzierung der Luftfeuchtigkeit zu sorgen.

Im Sommer sorgt der Sensor hingegen dafür, dass Sie nicht ins Schwitzen kommen. Sobald die Temperatur einen bestimmten Wert überschreitet, kann eine automatische Beschattung ausgelöst werden, bei der Ihre Rollläden und Jalousien heruntergefahren werden, um die Räume vor Überhitzung zu schützen. Im Winter hingegen hilft diese Funktion, wertvolle Heizenergie im Raum zu halten. In Verbindung mit Komfortszenen lässt sich das Raumklima zusätzlich personalisieren. Abhängig von der Temperatur und Luftfeuchtigkeit können Sie Szenarien starten, wie z. B. das Aktivieren eines Luftbefeuchters für einen angenehmeren Schlaf. Denn auch im Sommer sollte die Luftfeuchtigkeit nicht vollkommen aus dem Blick geraten. Trockene Luft kann für eine Austrocknung von Schleimhäuten, Augen und Hautoberflächen sorgen und eine Infektion begünstigen.

Doch nicht nur für Ihr Wohlbefinden, sondern auch für das Ihrer Pflanzen sorgt der Sensor. In Ihrer grünen Oase schaffen Sie optimale Bedingungen für Ihre Zimmerpflanzen oder Ihr Gewächshaus.

Der kleine Sensor misst Temperatur und Luftfeuchte und meldet, wenn die gewünschten Grenzwerte über- oder unterschritten sind. Auch Ihr Gewächshaus kann smart sein. Mit einer einfachen [Smart Home Schaltsteckdose HmlP-PS-2](#) lässt sich z. B. eine Infrarotheizung automatisch zuschalten und so ein angenehmes Klima halten.

Diese Möglichkeiten bieten Ihnen eine optimale Nutzung Ihres Sensors in der Hausautomation und tragen zu einem effizienteren, komfortableren und gesünderen Raumklima bei.

Lieferumfang

Im Lieferumfang des ELV-SH-CTH (Bild 2) sind eine Platine mit Antenne, eine Gehäuseoberschale, ein Gehäuseboden, ein Klebepad sowie eine Knopfzelle CR2032 enthalten. Die Bestückung der Geräteplatine erfolgt bereits in unserem konzerneigenen Produktionswerk.

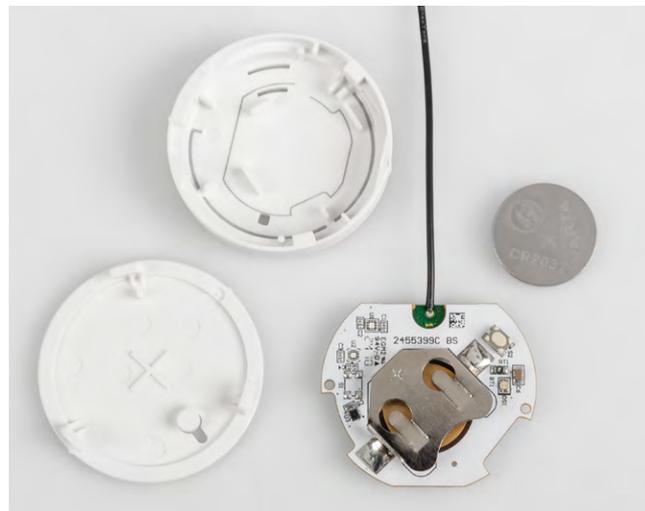


Bild 2: Bausatz aus nur vier Teilen – ganz ohne Löten!

Inbetriebnahme

Batterie einlegen und Sensor anlernen

Drehen Sie die Pluspol-Markierung der mitgelieferten Knopfzelle nach oben. Schieben Sie diese in das Batteriefach ein, wie in Bild 3 zu sehen. Sobald Sie die Batterie eingelegt haben, wechselt der Sensor für drei Minuten in den Anlernmodus und versucht sich mit der Homematic IP CCU3, der Home Control Unit oder dem Access Point zu verbinden. Die LED des Sensors leuchtet in dieser Zeit wiederholt kurz orange auf.

Starten Sie den Anlernmodus auf Ihrer eingesetzten Zentrale wie im Folgenden beschrieben. Bei erfolgreicher Anmeldung leuchtet die LED kurz grün auf und erlischt. Wenn die Anlernzeit abgelaufen ist, drücken Sie den Systemtaster S2 auf der Platine, um den Anlernmodus erneut für weitere drei Minuten zu starten.

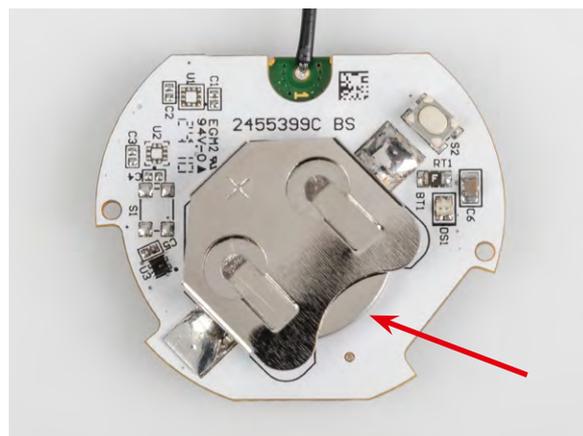


Bild 3: Knopfzelle mit der Plus-Seite nach oben in den Batteriehalter einschieben

Anlernen des Sensors am Access Point/der Home Control Unit

Wählen Sie den Eintrag „Gerät anlernen“ und folgen Sie dem Anmelde-Assistenten für die weitere Einrichtung des Sensors (Bild 4 bis 8). Nach Durchlauf des Assistenten ist der Sensor betriebsbereit. Sie können nun die aktuelle Temperatur und Luftfeuchte, z. B. Ihres Gewächshauses abrufen oder auch Diagramme erstellen (Bild 9 und 10).



Bild 4: Klicken Sie auf „Gerät anlernen“.



Bild 5: Drücken Sie ggf. die Taste am Sensor.

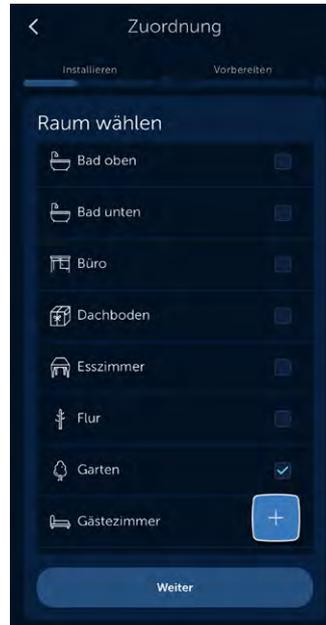


Bild 6: Ordnen Sie das Gerät einem Raum zu.



Bild 7: Vergeben Sie einen Namen.



Bild 8: Das Anlernen ist abgeschlossen.



Bild 9: ELV-SH-CTH als Home-Favorit

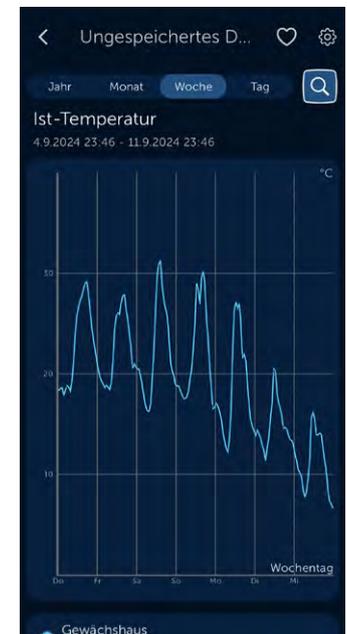


Bild 10: Temperatur-Diagramm



Bild 11: Zur Anzeige auf „Status und Bedienung“ klicken

Sensor an der CCU3 anlernen und konfigurieren

Loggen Sie sich auf der WebUI Ihrer CCU3 ein und klicken Sie oben rechts auf „Gerät anlernen“. Wählen Sie im Pop-up-Fenster „HmIP Gerät anlernen“, um den Anlernmodus für 60 Sekunden zu starten. Geben Sie im Folgedialog unter Posteingang die Beschriftung des Geräts und der Kanäle ein ([siehe WebUI Handbuch](#)).

Nach Anmeldung an der CCU3 kann der Sensor ausgelesen werden. Wählen Sie auf der Startseite „Status und Bedienung“ → „Geräte“ ([Bild 11](#)) und klicken Sie in der Liste auf den ELV-SH-CTH, um die aktuellen Werte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit anzuzeigen ([Bild 12](#)). Um den Sensor zu konfigurieren, wählen Sie unter „Einstellungen“ → „Geräte“ aus ([Bild 13](#)). Suchen Sie in der Geräteliste den zu konfigurierenden Sensor und klicken Sie auf „Einstellen“ ([Bild 14](#)).

Bild 12: Sensor wählen und Werte anzeigen lassen

Name	Raum	Gewerk	Letzte Änderung	Control	
B HmIP-BSL 001A5709B12E21					
ELV-SH-BM-S 0039E161C9CF 91					
ELV-SH-CTH 0 02C6BC2DC6C2 B				Temperatur: 19.6 °C	Luftfeuchtigkeit: 61 %
ELV-SH-CTV 0 04B20C2DC6D3 F					



Bild 13: Zur Konfiguration des Sensors auf „Einstellungen“ klicken

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

- Geräte - Posteingang
- Geräte**
- Räume
- Gewerke
- Diagramme
- Gruppen
- Geräte-Firmware - Übersicht
- Benutzerverwaltung
- Systemvariable
- Favoriten
- Systemsteuerung

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware
ELV-SH-CTH 002C6BC2DC6C2B	ELV-SH-CTH		ELV Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor Kompakt	002C6BC2DC6C2B	HmIP-RF	Version: 1.0.0

Kanalparameter [Parameterliste schließen](#)

Name	Kanal	Parameter
ELV-SH-CTH 002C6BC2DC6C2B:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input checked="" type="checkbox"/>  Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="0"/> (0 - 255) Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="0"/> (0 - 255) Low-Bat.-Schwelle <input type="text" value="2,2"/> V (0.0 - 25.2) Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/>  Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/> 
ELV-SH-CTH 002C6BC2DC6C2B:1	Ch.: 1	Temperatur-Offset <input type="text" value="0,0"/> °C 
ELV-SH-CTH 002C6BC2DC6C2B:2 Entscheidungswert Temperatur	Ch.: 2	Bei Unterschreitung des unteren Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/>  Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/> Bei Überschreitung des oberen Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/>  Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/> Gesendeter Entscheidungswert, wenn unterer Grenzwert unterschritten <input type="text" value="0"/> (0 - 255)  Gesendeter Entscheidungswert, wenn oberer Grenzwert überschritten <input type="text" value="200"/> (0 - 255)  Unterer Grenzwert <input type="text" value="26,0"/> °C (-20,0 - 80,0) Oberer Grenzwert <input type="text" value="27,0"/> °C (-20,0 - 80,0) Eventverzögerung <input type="text" value="3"/> Sekunden  Zufallsanteil <input type="text" value="1"/> Sekunde 
ELV-SH-CTH 002C6BC2DC6C2B:3 Entscheidungswert Feuchtigkeit	Ch.: 3	Bei Unterschreitung des unteren Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. <input type="checkbox"/>  Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/> Bei Überschreitung des oberen Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde. <input type="checkbox"/>  Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/> Gesendeter Entscheidungswert, wenn unterer Grenzwert unterschritten <input type="text" value="0"/> (0 - 255)  Gesendeter Entscheidungswert, wenn oberer Grenzwert überschritten <input type="text" value="200"/> (0 - 255)  Unterer Grenzwert <input type="text" value="70"/> % (0 - 100) Oberer Grenzwert <input type="text" value="80"/> % (0 - 100) Eventverzögerung <input type="text" value="3"/> Sekunden  Zufallsanteil <input type="text" value="1"/> Sekunde 

Bild 14: Hier können die Geräteparameter bei Bedarf angepasst werden (nur WebUI).

Zyklische Aktualisierung anpassen (nur für CCU3)

Im Auslieferungszustand ist die zyklische Aktualisierung deaktiviert. Wenn der Sensor seine Messwerte in kürzeren Abständen übermitteln soll, aktivieren Sie im Kanal 0 des Sensors das Feld „Zyklische Statusmeldung“.

Abhängig von der Anwendung kann es sinnvoll sein, aus Gründen der Stromersparnis oder der Einhaltung des Duty-Cycle eine bestimmte Anzahl von Statusmeldungen zu überspringen oder Meldungen auszulassen, wenn keine Veränderung bis zur nächsten Statusmeldung erfolgt.

Passen Sie die Werte „Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen“ sowie „Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen“ gegebenenfalls an. Bei der Wertekombination Null – Null ergibt sich eine ungefähre Aktualisierungsrate von zwei bis drei Minuten. Beachten Sie, dass eine höhere Aktualisierungsrate die Batterie deutlich schneller entleert. Weitere Informationen zu den Einstellungen der zyklischen Aktualisierung finden Sie im Screenshot in [Bild 15](#).

Die „Low-Bat-Schwelle“ stellt die Spannung dar, bei deren Unterschreitung der Sensor eine Batteriewarnung ausgibt. Darüber hinaus kann die Systemtaste des Sensors gegen Manipulation gesperrt werden. Bei Aktivierung dieser Option kann kein Werksreset am Gerät selbst mehr ausgelöst werden. Deaktivieren Sie die Checkbox „Routing aktiv“, falls keine Reichweitenverlängerung, siehe [Smart Hacks Beitrag](#), über Schaltsteckdosen gewünscht ist.

Im Kanal 1 des Sensors kann der Temperatur-Offset des gemessenen Temperaturwertes angepasst werden, um vorhandene Störgrößen zu berücksichtigen. Auf diese Weise lässt sich der Temperaturwert korrigieren, um genauere Messungen trotz externer Einflüsse zu gewährleisten.



Bild 16: So wird die Antenne in das Batteriefach geklemmt.

Jedes Gerät sendet seinen Status mindestens einmal am Tag. Ist der Parameter **Zyklische Statusmeldung** aktiviert, wird der Status **zusätzlich** in einem Zeitraster nach folgender Formel gesendet:

Zeit für eine Statusmeldung, wenn sich der Status ändert:
(A+1) x C Sekunden

In diesem Intervall werden Werte übertragen, die sich nur langsam ändern, z. B. Temperatur. Einstellungen einzelner Geräte-Kanäle zum Senden von Messwerten haben Vorrang.

Zeit für eine Statusmeldung, wenn sich der Status nicht ändert:
(A+1) x (B+1) x C Sekunden

In diesem Intervall werden Statusmeldungen gesendet, auch wenn sich der Status seit der letzten Sendung nicht verändert hat. Damit kann geprüft werden, ob das Gerät in Reichweite / in Betrieb ist.

Dabei gilt:

A = Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen

B = Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen

C = Zufällige Zeit zwischen 120 und 184 Sekunden

Bild 15: Zusammensetzung der zyklischen Aktualisierungsrate

Im Kanal 2 des Sensors erfolgt die Konfiguration für bedingte Schaltbefehle der Messgröße Temperatur. Diese Schaltbefehle werden ausschließlich im Rahmen optionaler direkter Geräteverknüpfungen wirksam. Analog zu Kanal 2 erfolgt in Kanal 3 des Sensors die Konfiguration für bedingte Schaltbefehle der Messgröße Luftfeuchtigkeit.

Einbau in das Gehäuse

Nachdem Sie den Sensor angelernt und konfiguriert haben, legen Sie die Geräteantenne in die Antennenführung ein, wie in [Bild 16](#) gezeigt. Drehen Sie die Platine so, dass diese mit der aufgedruckten grauen Linie in der Gehäuseoberfläche übereinstimmt, und legen Sie diese ein ([Bild 17](#)). Richten Sie den Gehäuseboden aus. Drehen Sie den Gehäuseboden auf die Gehäuseoberfläche über den leichten Widerstand hinweg, sodass die Gehäusenasen übereinanderstehen ([Bild 18](#)).

Sensor positionieren oder montieren

Sie können nun den Sensor einfach im Raum auf eine Ablage oder ein Regal legen. Optional hängen Sie diesen auf einen Nagelkopf (am Gehäuseboden ist eine Öffnung vorhanden) oder kleben den Sensor mit dem rückstandslos entfernbaren Powerstrip an die Wand. Der Montageort ist in allen drei Fällen flexibel: Unterschiedliche Untergründe wie Möbel, Türen oder Fenster sind unkompliziert nutzbar. Auch eine verdeckte Montage ist möglich.



Bild 17: Ausrichten der Platine gemäß der Markierung



Bild 18: Schließen des Gehäuses durch Verdrehen

Programmierbeispiele

Da der kompakte Sensor insbesondere als ein Helfer für gesundes Raumklima eingesetzt werden kann, stellen wir zwei konkretere Programmierbeispiele hierzu vor.

Lüftungsempfehlung mit Homematic IP App (Access Point oder Home Control Unit)

Anwender der Homematic IP App steht eine komfortable und einfache Möglichkeit zur geschickten Lüftung von Räumen zu Verfügung. Aktivieren Sie in

der Homematic IP App im Bereich „Mehr“ unter „Raumklimakonfiguration“ die „Luftfeuchtwarnung“. Legen Sie für beliebige Räume jeweils einen oberen und unteren Grenzwert für die Luftfeuchtigkeit fest und lassen Sie sich bei Über- bzw. Unterschreiten eine automatische Information per Push-Benachrichtigung senden.

Auch ein Vergleich mit der Außenluftfeuchtigkeit ist durch Auswahl eines Außensensors wie z. B. dem Wettersensor [HmIP-SW0-PR](#) oder der Online-Wetterdaten des zuvor eingestellten Standorts möglich. So erhalten Sie nach einer Luftfeuchteüber-/unterschreitung nicht nur eine Warnung, sondern zudem eine Empfehlung zum Lüften des Raumes in Abhängigkeit zur Außenluftfeuchtigkeit ([Bild 19 bis Bild 23](#)).



Bild 19: Wählen Sie „Raumklimakonfiguration“.



Bild 20: Klicken Sie auf „Luftfeuchtwarnung“.

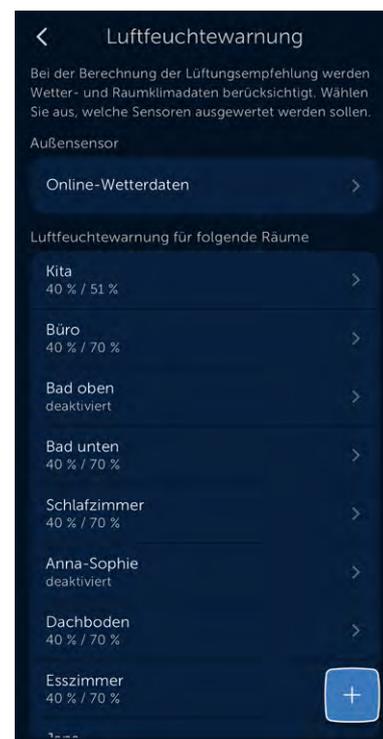


Bild 21: Mit „+“ eine Überwachung anlegen



Bild 22: Wählen Sie ggf. einen Außensensor.

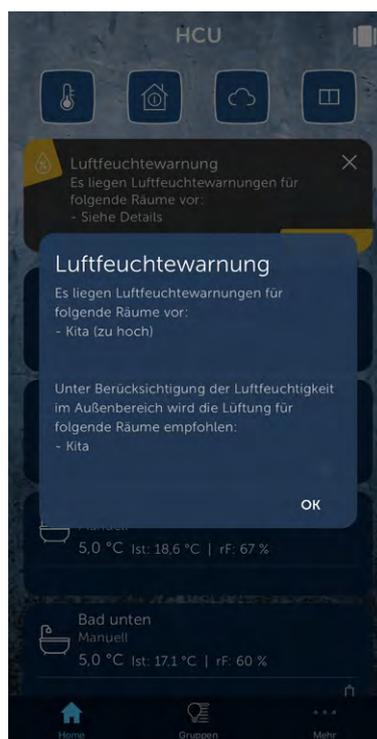


Bild 23: Automatische Benachrichtigung und Lüftungsempfehlung

Home Assistant (CCU3 und Access Point)

Der bei vielen Anwendern beliebte Home Assistant liefert über den HACS (Home Assistant Community Store) einen zur Lüftungsempfehlung besonders geeigneten Adapter namens „[Thermal Comfort](#)“ (Bild 24).

Der Adapter nimmt dabei gemessene Lufttemperatur- als auch Luftfeuchtwerte beliebiger im System vorhandener Sensoren auf und berechnet für diese unterschiedliche Indizes zur Luftqualität. Darunter sind u. a. die absolute Luftfeuchtigkeit (bezugnehmend auf die Raumtemperatur in Bild 25 sichtbar), Gefrierpunkt sowie Taupunkt als numerische Indizes enthalten, aber auch „Bio“-Indizes, die das Wohlfühlklima anhand verschiedenster statistischer Erhebungen beschreiben. Hierzu gehört beispielsweise der Humidex, der darstellt, wie sich die Kombination aus Wärme und Luftfeuchtigkeit für Perso-

nengruppen anfühlt. Ein weiteres interessantes Indiz liefert der Heat Index, der die gefühlte Temperatur auf Basis von Lufttemperatur und Feuchtigkeit in schattigen Bereichen beschreibt (Bild 26).

Anhand dieser Informationen lassen sich geschickte Automatisierungen erzeugen, die u. a. die absolute Luftfeuchtigkeit im Innen- sowie Außenbereich vergleichen und Lüftungsaktionen starten. Dies kann z. B. das vollautomatische Öffnen eines Fensters veranlassen, die Signalisierung über eine Kontroll-LED oder auch eine einfache Push-Benachrichtigung sein (Bild 27 und Bild 28).

Eine gute Zusammenfassung der Möglichkeiten finden Sie auch auf dem Youtube-Kanal von „[smart home & more](#)“.

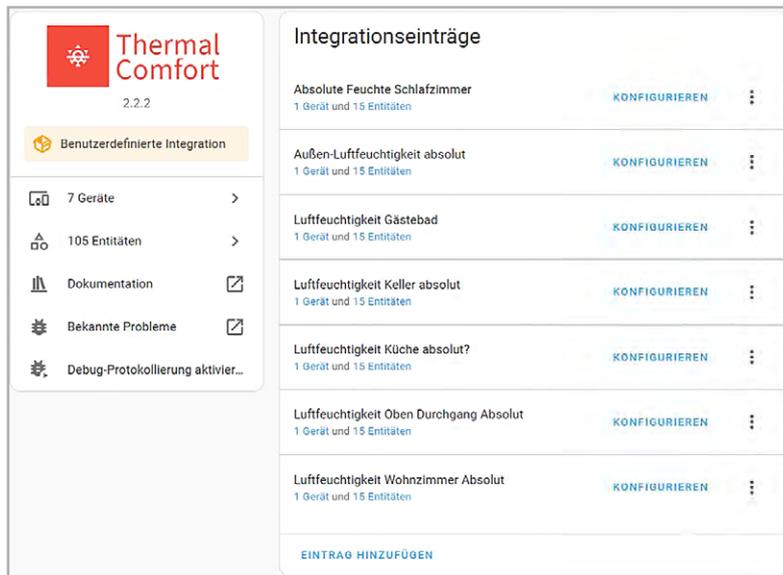


Bild 24: Hauptmenü des „Thermal Comfort“-Adapters



Bild 25: Absolute Luftfeuchtigkeit im Raum

Bild 26: Auflistung verwendbarer Sensorgrößen

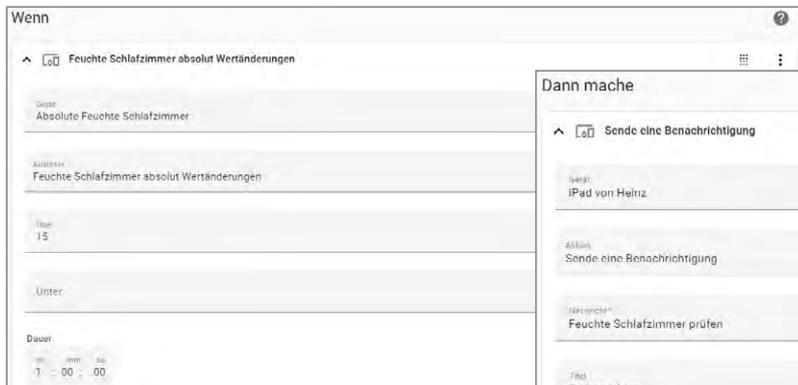


Bild 27: Zu hohe absolute Luftfeuchte ...

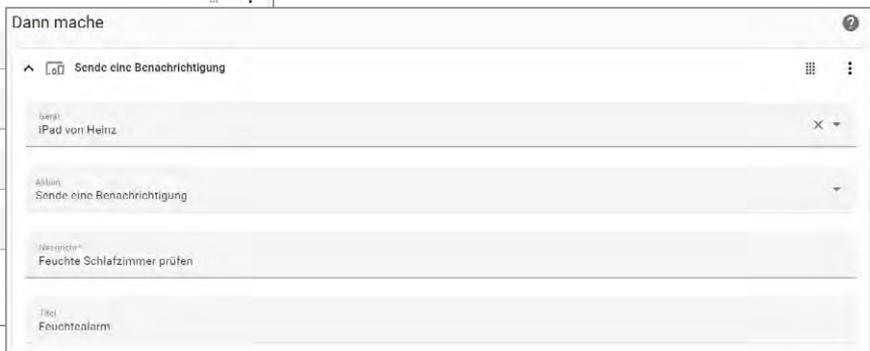


Bild 28: ... sorgt für Push-Benachrichtigung.



Schaltungsaufbau

Die Schaltung des ELV-SH-CTH (Bild 29) ist recht schnell erklärt. Wir beginnen mit der speziellen Sicherung RT1, die als selbststrückstellende Sicherung in Form eines PTCs (Positive Temperature Coefficient) ausgeführt ist. Wenn die Stromstärke den Auslösestrom übersteigt, geht die selbststrückstellende Sicherung durch die erhöhte Temperatur in einen hochohmigen Zustand über und unterbricht den Stromfluss entsprechend. Sobald die Temperatur wieder fällt und eine Abkühlung stattfindet, wird die rückstellende Sicherung niederohmig und damit wieder leitend. Dieses Verhalten entspricht im weitesten Sinne einer Sicherung mit selbstständiger Wiedereinschaltung des betroffenen Stromkreises.

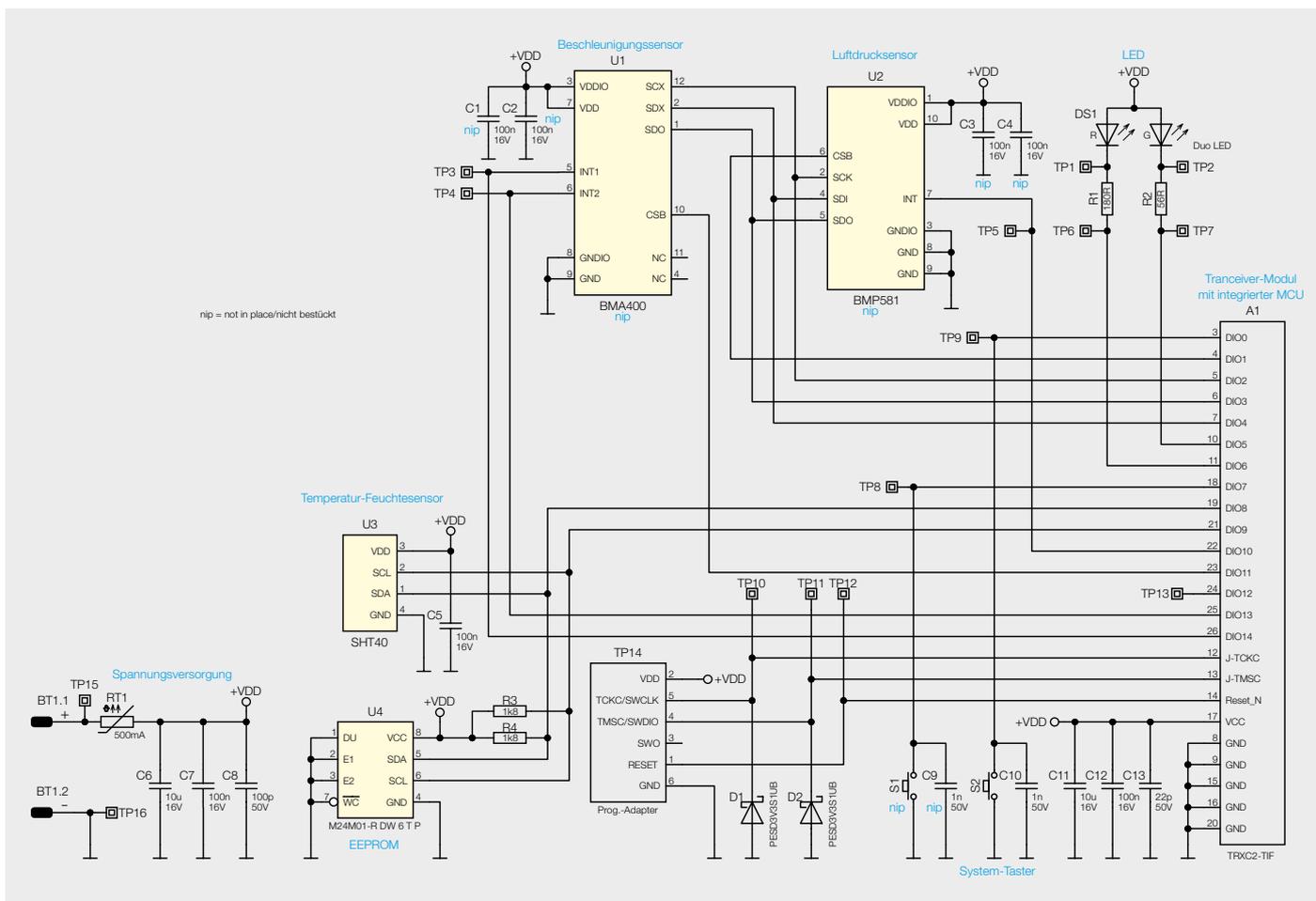
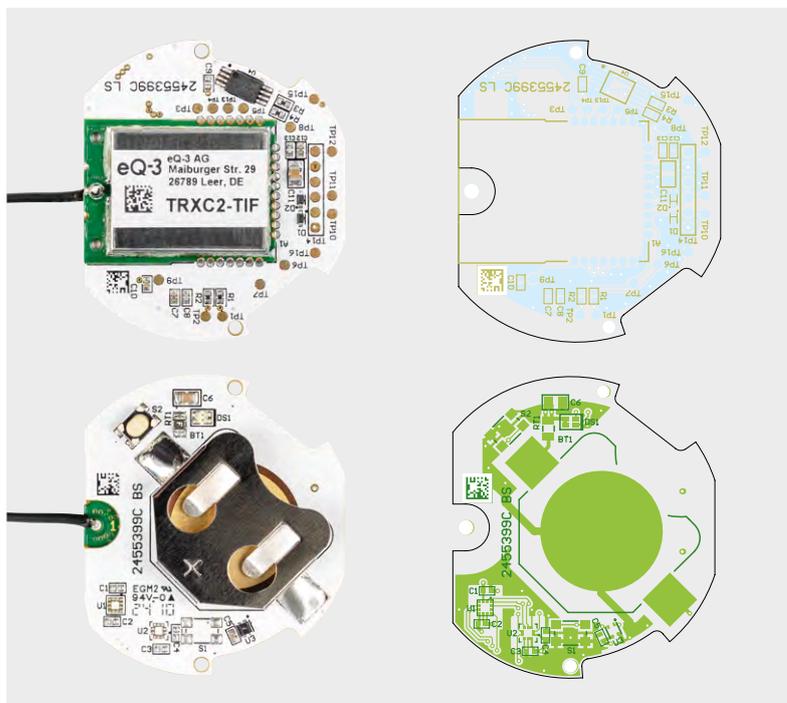


Bild 29: Schaltbild des kompakten Sensors



Die Platine von der Löt- und Bestückungsseite mit den zugehörigen Bestückungsdrucken

Herzstück der Schaltung ist das Transceiver-Modul TRXC2-TIF mit einem integrierten Mikrocontroller vom Typ Texas Instruments CC1310F128. Dieser ist über einen seriellen Bus mit dem EEPROM U4 verbunden, das Parameterdaten speichert und als Zwischenspeicher für Firmware-Updates dient. Die Kommunikation zwischen beiden Bauteilen erfolgt dabei über den I²C-Bus. Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Busbetriebs werden die Widerstände R3 und R4 als Pull-up-Widerstände eingesetzt. Die Kondensatoren C11 bis C13 dienen der Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung.

Die eigentliche Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfolgt über den Sensor SHT40 (U3) von Sensirion. Dieser ist ebenfalls über den I²C-Bus mit dem Mikrocontroller verbunden und besitzt mit C5 einen eigenen Abblockkondensator, der für eine störungsfreiere Spannungsversorgung sorgt. Der von Sensirion eingesetzte Sensor misst Temperaturen (0 bis 65 °C) mit einer Toleranz von ±0,2 °C und die Luftfeuchtigkeit (10 bis 90 % rH) mit einer Toleranz von ±2 %.

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-SH-CTH
Versorgungsspannung:	1x 3 V CR2032
Stromaufnahme:	40 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Messbereich:	Temperatur: -10 bis +60 °C Luftfeuchtigkeit: 0 bis 99 % rH
Funk-Frequenzband:	868,0-868,6 MHz/869,4-869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	130 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Schutzart:	IP20
Sensortoleranz Temperatur:	± 0,2 °C (0 bis 65 °C)
Sensortoleranz Luftfeuchtigkeit:	± 2 % (10 bis 90 % rH)
Abmessung (Ø x T):	43 x 12 mm
Gewicht (inkl. Batterie):	18 g

Widerstände:

56 Ω/SMD/0402	R2
180 Ω/SMD/0402	R1
1,8 kΩ/SMD/0402	R3,R4
PTC/0,5 A/6 V/SMD	RT1

Kondensatoren:

22 pF/50 V/SMD/0402	C13
100 pF/50 V/SMD/0402	C8
1 nF/50 V/SMD/0402	C10
100 nF/16 V/SMD/0402	C5, C7, C12
10 µF/16 V/SMD/0805	C6, C11

Halbleiter:

SHT40/SMD	U3
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	U4
PESD3V3S1UB/SMD	D1, D2
Duo-LED/rot/grün/SMD	DS1

Sonstiges:

Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	S2
Batteriehalter für 1x R2020 bis R2032, SMD	BT1
TRXC2-TIF eQ-3	A1
Gehäuseoberenteil, bedruckt (Laser)	
Gehäuseunterteil, bedruckt (Laser)	
Lithium-Knopfzelle, CR2032	

Des Weiteren findet sich im Schaltbild als wichtiges Bedienelement der Systemtaster S2, der zur Entprellung mit dem Kondensator C10 versehen ist. Zur Peripherie des Mikrocontrollers gehört außerdem die Duo-LED DS1, die zusammen mit den Widerständen R1 und R2 verschiedene Betriebszustände signalisiert, beispielsweise während der Inbetriebnahme, bei der Anmeldung an die Zentrale oder beim Senden an Verknüpfungspartner. Die LED signalisiert entsprechende Zustände durch die Farben Rot und/oder Grün.

Fazit

Mit dem Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor Kompakt (ELV-SH-CTH) bietet ELV einen besonders kompakten, vielseitigen und kostengünstigen Sensor an. Dieser lässt sich in allen sensiblen Innenräumen und sogar im Gewächshaus (Saison beachten) anbringen und bietet zahlreiche Konfigurationsmöglichkeiten.

Beugen Sie Schimmelbildung aktiv vor und sorgen Sie für ein echtes Wohlfühlklima für Mensch, Haustier und Pflanzen. 

ELV Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor ELV-SH-CTH

ELV

- **Vollumfängliche Integration:** voll kompatibel mit dem Homematic IP Access Point, der Smart Home Zentrale CCU3 oder der Home Control Unit
- **Kompakte Bauweise:** der Sensor ist äußerst platzsparend und kann unauffällig in jedem Raum installiert werden (Außen-Ø: nur 43 mm, Höhe nur 12 mm)
- **Präzise Messung:** liefert genaue Werte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die zuverlässig in der Hausautomation, z. B. als Luftfeuchtigkeitswarnung, genutzt werden können
- **Batteriebetrieben:** dank der Batterieversorgung wird eine flexible Positionierung ermöglicht
- **Benachrichtigungen:** Warnmeldungen bei über- oder unterschrittenen Schwellenwerten z. B. via Push-Nachricht
- Erreicht mit einer CR2032-Batterie eine Batterielaufzeit von 2 Jahren (typ.)


[Zum Produkt](#)

So können Sie den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor ELV-SH-CTH in Ihrem Smart Home einsetzen:

Luftfeuchtigkeitsüberwachung in Ihren Kellerräumen

Als Abstellraum wird der Keller häufig für die Lagerung von Gegenständen genutzt, die nicht so oft benötigt werden. Doch gerade Kellerräume sind häufig von zu hoher Luftfeuchtigkeit betroffen – ein großes Problem, da sich so Schimmel bilden kann, welcher die eingelagerten Gegenstände unbrauchbar macht. Abhilfe kann hier eine smarte Luftentfeuchtung sein. Bei zu hoher Luftfeuchtigkeit kann der ELV-SH-CTH – in Kombination mit einer [Homematic IP Schaltsteckdose](#) – einen Luftentfeuchter aktivieren und so der Schimmelbildung im Raum vorbeugen.



Das richtige Klima für die Pflanzen in Ihrem Gewächshaus

Im Sommer kann es in einem Gewächshaus zu Temperaturen kommen, die den Pflanzen schaden können. In diesen Fällen hilft es nur, die Temperatur herunterzuregulieren. Kombiniert mit einer [Homematic IP Schaltsteckdose](#) kann in diesem Fall eine Belüftung aktiviert und so für ausreichend Kühlung und Luftzirkulation gesorgt werden. Auch im Winter kann durch eine Kombination mit einer elektronischen Heizvorrichtung gegen zu niedrige Temperaturen im Gewächshaus vorgebeugt werden.



Bessere Schlafhygiene dank gesundem Raumklima

Für einen gesunden Schlaf ist es wichtig, dass im Schlafzimmer das richtige Raumklima vorherrscht. So können Sie über die Homematic IP App z. B. eine Lüftungsempfehlung zum Öffnen des Fensters erhalten, um bei Schlafbeginn ausreichend frische Luft im Raum zu haben. Auch hier lässt sich eine [Schaltsteckdose](#) mit einem Luftentfeuchter gegen Schimmelbildung einsetzen.



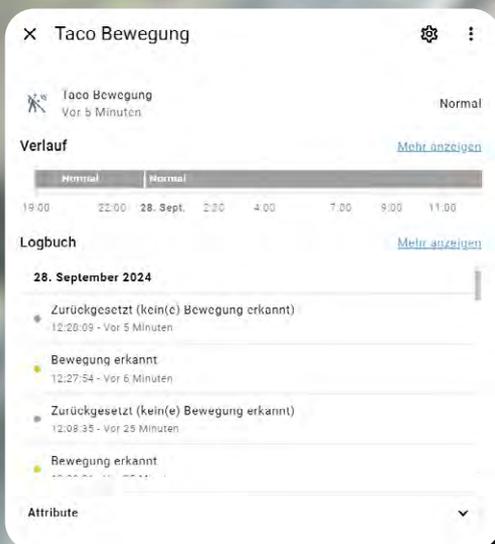
Praktische HELVerlein!

Teil 1

Ungewöhnliche Anwendungsbeispiele für den ELV-SH-Taco

Frostwächter für den Garten gesucht? Benachrichtigung bei Briefeinwurf gewünscht? Automatische Zisternenüberwachung inkl. Pumpensteuerung benötigt? In der neuen Rubrik „Praktische HELVerlein!“ möchten wir neue, aber auch bekannte Smart-Home-Produkte sowie Bausätze in verschiedensten, teils sehr ungewöhnlichen Anwendungsfällen darstellen. Den Anfang macht dabei der im ELVjournal 4/2024 vorgestellte Allrounder ELV-SH-Taco, der mit Cloud-Update Ende November 2024 zudem im Homematic IP Cloud-System allen Nutzern von Home Control Unit und Access Point zur Verfügung steht.

Jetzt auch in der Cloud mit Access Point und Home Control Unit verwendbar!



Einfacher Temperatur- und Lagesensor

Der unscheinbar in einem PET-Röhrchen verpackte Sensor hat seinen Ursprung im Aufgabenbereich der Temperatur- und Lageerfassung. So kann beispielsweise durch den zusätzlich [ausdruckbaren Wandhalter](#) schnell und kostengünstig ein Außenthermometer ([Bild 1](#)) für das eigene Smart Home hergestellt werden.

Die so gewonnenen Daten der Außentemperatur können dabei als Auslöser für Automatisierungsroutinen genutzt werden, um hier u. a. über eine LED vor Glätte oder starker Hitze zu warnen.



Bild 1: ELV-SH-Taco als klassisches Außenthermometer



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schaltaktor für Markenschalter mit Signalleuchte HmIP-BSL	Artikel-Nr. 152020	Zum Produkt

Für Anwendungen im Außenbereich wird empfohlen, ein UV- und witterungsbeständiges Filament wie ASA oder Polyamid zum Druck der Halterungen zu verwenden ([Bild 2](#)). Die Aufstellung bzw. Montage des Geräts sowie die Inbetriebnahme und Einbindung in das Homematic IP System sind ausführlich in der Montage- und Bedienungsanleitung des ELV-SH-TACO beschrieben, die auf der [Produktseite](#) verfügbar ist.



Bild 2: 3D-gedruckte Halterungen für den ELV-SH-TACO

Der Taco als Torwächter

Neben der Darstellung der Temperatur, Beschleunigung, Erschütterung kann auch eine Lageerkennung erfolgen, sodass z. B. Türen, Fenster oder sogar Garagentore auf ihre Position geprüft werden können. Dies ist vor allem dann interessant, wenn zur Ansteuerung des Garagentors ein [Homematic IP Garagentortaster](#) verwendet wird, da hier keine Auswertung der Torposition erfolgen kann ([Bild 3](#)).



Bild 3: Torerkennung durch Lageänderung, Tür-/Fensterbewegung durch Erschütterung



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt
1x	Homematic IP Garagentortaster/Schaltaktor HmIP-WGC, fernbedienbar	Artikel-Nr. 150586	Zum Produkt

Außergewöhnlicher Einsatz – der Taco in ungewohntem Terrain

Neben den zuvor genannten Klassikern gibt es insbesondere aus der ideenreichen Smart-Home-Community einige faszinierende Einsätze für den Sensor, die dieses Produkt zu einem echten „Schweizer Taschenmesser“ für universelle Anwendungen und Aufgaben macht.

Der Pool-Taco

Lösungen zur dauerhaften Messung der Wassertemperatur sind rar – häufig werden hierfür Sensoren verwendet, die entweder nur vor Ort abgelesen werden können oder aber nicht für den dauerhaften Betrieb unter Wasser geeignet sind (z. B. die abgesetzten NTC-Fühler des [HmIP-PCB-STE2](#)). Was liegt also näher als ein schwimmender PET-Rohling, der mit herausragender Antenne zyklisch und dauerhaft die Pooltemperatur an ein Smart-Home-System übergibt und hierbei Pumpenzeiten oder auch Poolheizungen ansteuert! Durch Kombination mit einem kleinen Schwimmkörper wie einem Styroporring und einer ordentlichen Abdichtung der herausgeführten Antenne wird der ELV-SH-Taco zum absoluten Profi-Schwimmer! In [Bild 4](#) und [Bild 5](#) haben wir exemplarisch Messwerte und den Schwimmbetrieb dargestellt.



Bild 4: Bademeister ELV-SH-TACO im Pooleinsatz

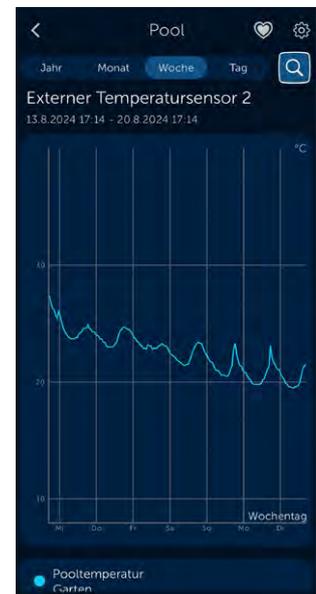


Bild 5: Exemplarische Messwerte



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt

Wohlfühltemperatur im Blumentopf

Beete im Außenbereich oder aber auch die Blumentöpfe auf der Fensterbank benötigen teils eine konstante Erdtemperatur für das optimale Wachstum. Da Blumen ja bekanntlich nicht sprechen können, kann ihnen mit dem ELV-SH-Taco eine Stimme verliehen werden!

Als Bodenwärmefühler eingesetzt ([Bild 6](#)), kann der ELV-SH-Taco Messwerte ermitteln oder auch eine optische bzw. akustische Alarmierung starten. Auch die Kombination mit automatisch eingeschalteten Kabel- oder Pflanzenheizungen ist möglich – so muss garantiert keine Pflanze mehr erfrieren!



Bild 6: Sympathischer Begleiter von Blumen und Beeten



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schaltaktor für Markenschalter mit Signalleuchte HmIP-BSL	Artikel-Nr. 152020	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schalt-Mess-Aktor HmIP-FSM, 5 A, Unterputz	Artikel-Nr. 142721	Zum Produkt
	oder		
1x	Homematic IP Smart Home Schaltsteckdose HmIP-PS-2	Artikel-Nr. 157338	Zum Produkt

Winter is coming – Frostwächter im Gartenteich

Die kalte Jahreszeit ist angebrochen und Hobbygärtner sollten sich schnellstens um ihre Teichanlagen kümmern! Ein vollständig zugefrorener Gartenteich stört den Gasaustausch und nimmt Fischen die Möglichkeit zu atmen. Mit einem im Teich schwimmenden ELV-SH-Taco kann



Bild 7: Einsatzvielfalt im Teich ...

hier schnellstmöglich auf Temperaturänderungen reagiert und den Fischen ein stressfreier Winter garantiert werden (Bild 7). Damit es den Fischen auch im Smart Home gut geht, ist der Sensor auch in einem Aquarium einsetzbar (Bild 8).



Bild 8: ... oder auch im Aquarium



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schaltaktor für Markenschalter mit Signalleuchte HmIP-BSL	Artikel-Nr. 152020	Zum Produkt

Licht aus, Spot an!

Abends nach Feierabend gemütlich auf die Couch setzen und vollautomatisch wird das Licht gedimmt, die Lieblingsmusik gestartet oder der Fernseher eingeschaltet – klingt nach einem schönen Smart-Home-Traum.

Mit einem ELV-SH-Taco im Sitzkissen des Sofas und der Erschütterungserkennung wird mit einer passenden Automatisierung dieser Traum zur Realität. Da der Sensor wasserdicht ist, eignet er sich natürlich auch hervorragend im Strandkorb für die Ambientebeleuchtung im Garten (Bild 9)!



Bild 9: Im Kissen versteckter Taco



Das benötigen Sie:

1x	ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO	Artikel-Nr. 160516	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP	Artikel-Nr. 140887	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schaltsteckdose HmIP-PS-2	Artikel-Nr. 157338	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Dimmaktor HmIP-BDT für Markenschalter	Artikel-Nr. 143166	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Rollladenaktor HmIP-BROLL-2 für Markenschalter	Artikel-Nr. 151322	Zum Produkt
1x	Homematic IP Smart Home Schalt-Mess-Aktor HmIP-BSM für Markenschalter	Artikel-Nr. 142720	Zum Produkt
1x	Erfal Smartcontrol Rollo by Homematic IP		Zum Sortiment

Eimer voll? Regentonne leer?

Manchmal benötigt man kurzzeitig Informationen zum Füllstand von Behältnissen, z. B. wenn es vom Dach in den darunterliegenden Eimer leckt oder ein Rohr nicht dicht ist. Durch die Lageerkennung des ELV-SH-Taco kann perfekt auf den Füllstand reagiert werden. Ohne Wasser im Behälter liegt der Taco auf dem Eimerboden (Bild 10), wohingegen er sich mit einem aus Styropor angebrachten Schwimmkörper zunehmend mit dem Wasserstand weiter aufrichtet! Besonders geschickte Anwender können dank der Winkelausgabe ggf. sogar den Wasserstand im Behälter ermitteln – und das ganz ohne abgesetzte Elektronik oder zusätzliche Befestigung. Einfach das Gerät in den Eimer werfen und schon geht es los. Natürlich lässt sich dieser Ansatz auch anders herum verwenden, z. B. in der Regentonne oder einer Viehtränke/Wasserstelle für die Versorgung der Tiere. Wird der Wasserpegel langsam niedriger, legt sich der Taco nach und nach in seine Schlafposition und informiert über die anstehende Ebbe im Behälter.



Bild 10: Eimer-Taco



Das benötigen Sie:

- | | |
|----|--|
| 1x | ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO |
| 1x | Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP |
| 1x | Homematic IP Smart Home Schaltsteckdose HmIP-PS-2 |

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| Artikel-Nr. 160516 | Zum Produkt |
| Artikel-Nr. 140887 | Zum Produkt |
| Artikel-Nr. 157338 | Zum Produkt |

Schützt nicht vor Diebstahl, informiert aber!

Zum Feierabend eben noch kurz eine Runde Handheld-Konsole zocken, aber die Tasche ist nirgends auffindbar? Abends eine sportliche Runde mit dem Fahrrad um den Block fahren, aber der Sohnmann hat mal wieder zum Elternrad gegriffen? Schnell mal schminken, aber das Kosmetikdöschen ist unauffindbar? Mit einem Taco in der Fahrrad-, Schminke- oder Konsolentasche (Bild 10) erhält man sofort eine Info, sobald eine Lageveränderung oder Erschütterung erfolgt. Dabei ist ein rascher Einsatz garantiert – einfach das PET-Röhrchen in die Tasche gesteckt und schon bleibt der Gebrauch nicht mehr unverborgen.

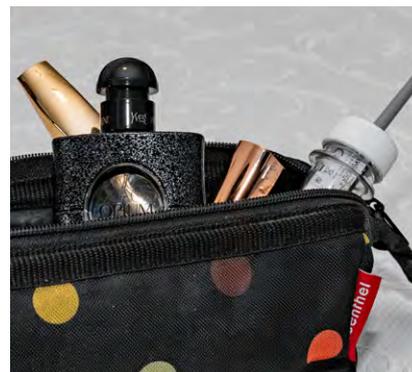


Bild 10: „Du nimmst mich nicht“-Taco

Auch der Sensor aus dem Pool kann schnell für einen anderen Einsatz verwendet werden. Besser sind natürlich zwei oder mehr Tacos zu Hause, denn der Taco ist ein echtes Herdentier!



Das benötigen Sie:

- | | |
|----|--|
| 1x | ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor ELV-SH-TACO |
| 1x | Homematic IP Smart Home Access Point HmIP-HAP |
| 1x | Homematic IP Smart Home Alarmsirene HmIP-ASIR-2, innen |

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| Artikel-Nr. 160516 | Zum Produkt |
| Artikel-Nr. 140887 | Zum Produkt |
| Artikel-Nr. 153825 | Zum Produkt |

Freude am Ideenreichtum

Für den [ELV-SH-Taco](#) gibt es unwahrscheinlich viele Einsatzmöglichkeiten – und sicherlich noch deutlich mehr als die hier beschriebenen, teilweise humorvollen Anwendungen.

Wir möchten auch zukünftig großartige Ideen für die Anwendung und Programmierung der unterschiedlichsten Produkte in ungewöhnlichen Situationen erhalten und diese hier veröffentlichen und freuen uns daher über zahlreiche Vorschläge an redaktion@elvjournal.com. Dabei muss es sich auch nicht ausschließlich um eine Smart-Home-Anwendung handeln.



redaktion@elvjournal.com



ELV Elektronik AG
Redaktion ELVjournal
Maiburger Str. 29–36
26789 Leer

Smart verknüpft!

ELV

Smart Home Temperatur-/ Beschleunigungssensor

ELV-SH-TACO

EXKLUSIV

BAUSATZ

39,95 €

Artikel-Nr. 160516

[Zum Produkt](#)

- Robuster PET-Rohling – besonders gut für Outdoor-Anwendungen geeignet
- Dank Temperaturmessung Pflanzen vor Bodenfrost schützen und per Push-Nachricht benachrichtigen lassen
- Versorgung durch eine langlebige Micro-Batterie (nicht inkl.) – extrem energiesparend, daher lange Batterielaufzeit (typ. 2 Jahre)
- Individuell konfigurierbare Meldeschwellen für Beschleunigung und Lageabweichungen
- 3D-Druckdateien zum Selbstanfertigen von Gerätehalterungen verfügbar
- Verwendbar mit Access Point, CCU3 und Home Control Unit



homematic ^{IP}

Schalt-Mess-Steckdose

HmIP-PSM-2

- Max. Schaltleistung (ohmsche Last) 13 A/3000 W
- Kann den Energieverbrauch angeschlossener Geräte präzise messen und auswerten
- Manuelles Schalten direkt am Gerät möglich
- Sehr geringer Eigenstromverbrauch (< 0,3 W)
- Für den Einsatz in trockenen Räumen (Schutzart IP20)
- Effektiv zur Reichweitenverlängerung des Funk-Signals einsetzbar
- Verwendbar mit Access Point, Home Control Unit und CCU3

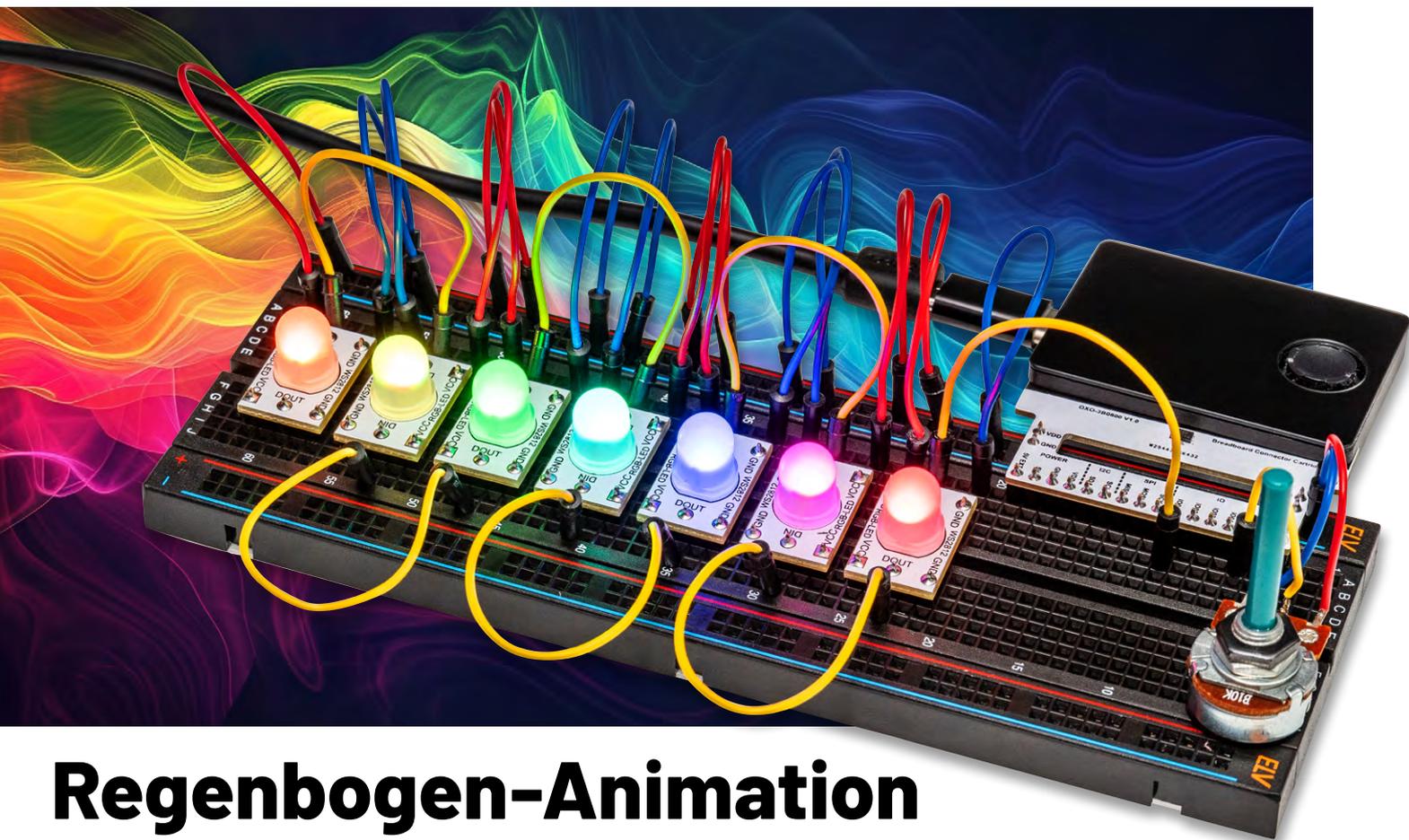


49,95 €

Artikel-Nr. 157337

[Zum Produkt](#)

Abm. (B x H x T):
70 x 70 x 39 mm



Regenbogen-Animation mit der Oxocard Connect

RGB-LEDs ganz einfach ansteuern

In diesem Anwendungsbeispiel zeigen wir, wie man auf einfache Weise mit der Experimentierplattform „Oxocard Connect“ serielle LEDs vom Typ WS2812 ansteuert. Neben der Hardwarekonfiguration betrachten wir anhand von Programmbeispielen, wie man einen Programmcode erstellt und diesen auf die Oxocard Connect überträgt.

Was ist eine Oxocard Connect?

Die Oxocard Connect stellt die nächste Generation kleiner Experimentierplattformen dar. Durch den universellen Cartridge-Steckplatz können fertige oder selbst entwickelte Platinen durch einfaches Einstecken sofort zum Leben erweckt werden. Jede Karte wird mit installierten Treibern und Demoprogrammen geliefert, die beim Einstecken automatisch geladen und gestartet werden.

Die kleine Experimentierplattform verfügt über einen Dual-Core-ESP32-Chip, WiFi, 2 MB PSRAM, 8 MB Flash, USB-C, Joystick und ein 240x240-Pixel-Display.

Um Programme auf die Oxocard Connect zu übertragen, muss diese mit einem Rechner verbunden werden. Dies kann drahtgebunden über USB oder drahtlos mittels WiFi erfolgen, wie in Bild 1 zu sehen ist. Sobald man sich im Heimnetz über WiFi verbunden hat, kann man von jedem Rechner in diesem Netzwerk auf die Oxocard Connect zugreifen und Daten übertragen. Im einfachsten Fall nutzt man eine drahtgebundene Verbindung per USB-Kabel.

Die Programmierung erfolgt über einen webbasierten Compiler und Editor. Der Vorteil hierbei ist, dass man keinen Compiler auf dem Rechner installieren muss, wie sonst üblich bei Mikroprozessorboards. Ein Besuch der Website editor.nanopy.io führt direkt zum NANOPY-

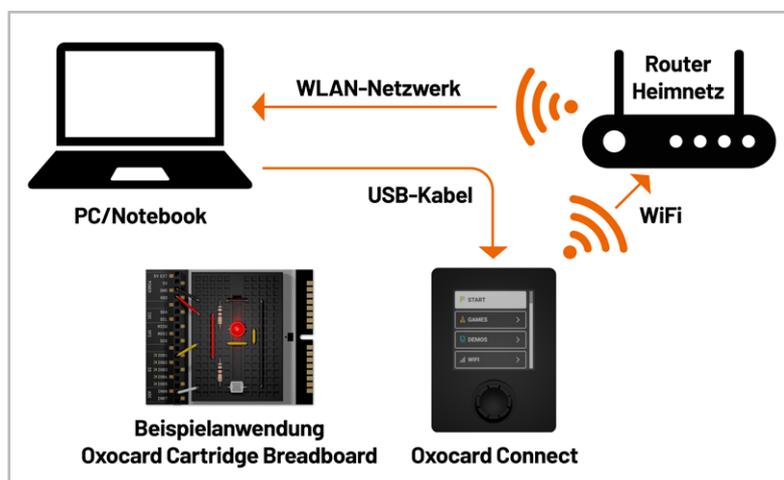


Bild 1: Oxocard Connect mit unterschiedlichen Verbindungsmöglichkeiten

Editor. Hier kann man fertige Beispiele laden oder auch selber Programme schreiben. In [Bild 2](#) ist ein Screenshot des NANOPY-Editors zu sehen.

Hinweis: Die Programme werden in der Oxocard Connect gespeichert, auch wenn die Versorgungsspannung unterbrochen wird. Sofern die WiFi-Verbindung nicht eingerichtet wurde, kommt nach Anlegen der Versorgungsspannung eine Fehlermeldung, die ignoriert werden kann. Nach Betätigen des Buttons „Start“ wird das gespeicherte Programm aktiviert.

Wir programmieren einen Regenbogen!

In diesem Artikel zeigen wir, wie man mithilfe der Oxocard RGB-LEDs ansteuern kann. Bei den LEDs handelt es sich um serielle LEDs vom Typ WS2812, für dessen Ansteuerung jeweils nur drei Leitungen benötigt werden. An VCC und GND wird die Versorgungsspannung angelegt. Am Eingang DIN der ersten WS2812-LED wird der Ausgabe-Pin der eingesetzten Oxocard – oder auch eines beliebigen anderen Arduino-Boards bzw. Mikrocontrollerboards – angeschlossen. Bei Verwendung weiterer WS2812-LEDs wird dann der Pin DOUT der vorherigen LED mit dem Pin DIN der nachfolgenden LED verbunden. So kann man mit nur drei Leitungen sehr viele LEDs gleichzeitig ansteuern, da diese alle in

Reihe geschaltet sind (siehe [Bild 3](#)). Diese digitalen LEDs werden mit einem speziellen Datenprotokoll angesteuert. Für jede einzelne Farbe der LED stehen dabei 8 Bit zur Verfügung, mit denen die Helligkeit der jeweiligen Farbe bestimmt wird. Dies ergibt eine Helligkeitsabstufung von 256 (2^8) Stufen. Da die RGB-LED aus drei LEDs (rot, grün, blau) besteht, beträgt die Länge des Datenprotokolls 24 Bit (3×8 Bit). Wer sich für detaillierte technische Daten und das Datenprotokoll interessiert, kann das [Datenblatt](#) herunterladen.

Eine Programmierung der seriellen Datenausgabe für diese WS2812-LED ist recht anspruchsvoll. Aus diesem Grund sind in NANOPY bereits fertige Ausgaberroutinen vorhanden, die einfach mit den gewünschten Helligkeitswerten aufgerufen werden können. Man muss sich also keine Gedanken über die Hardware-Programmierung machen.

Die hier aufgeführten LEDs gibt es in unterschiedlichen Gehäuseformen von SMD bis hin zur bedrahteten Version. Für die hier vorgestellte Experimentierschaltung nutzen wir einen speziellen PAD-Adapter, auf dem sich eine bedrahtete 8-mm-

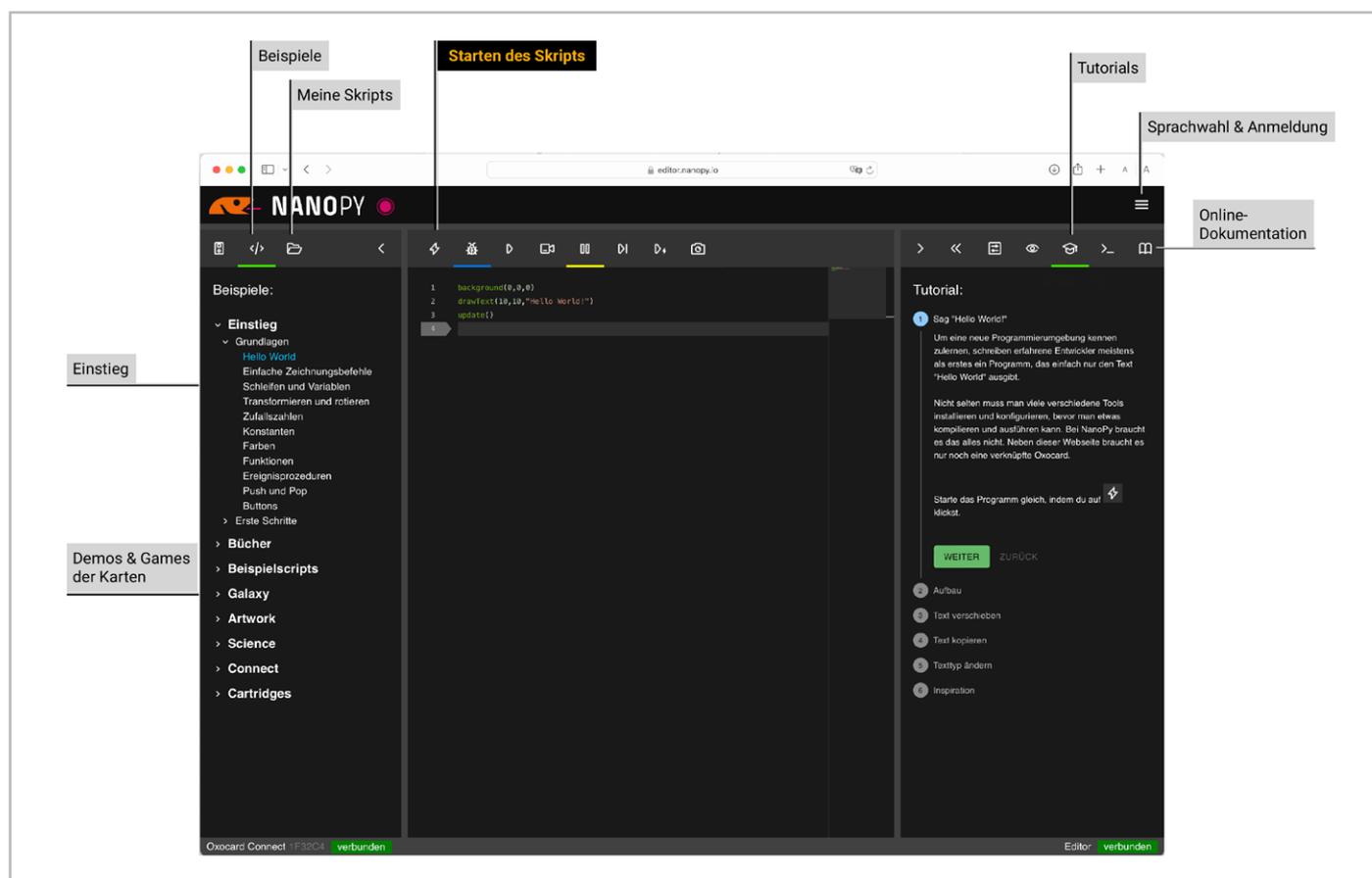


Bild 2: Screenshot vom NANOPY-Editor

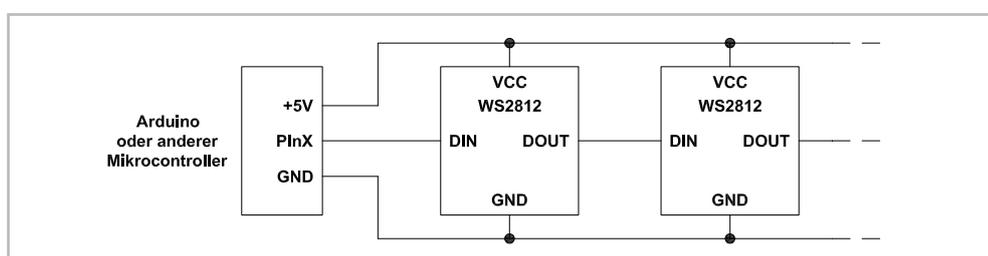


Bild 3: Schematischer Aufbau mehrerer WS2812-LEDs mit einem Mikrocontroller

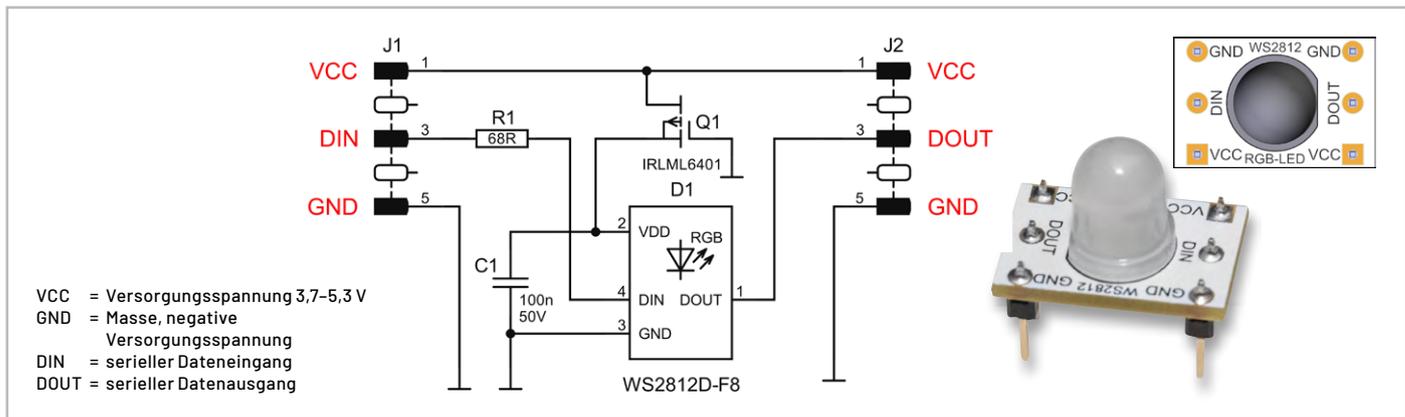


Bild 4: Schaltbild und Aufbau des PAD-RGB-LED-Adapters (CM-DL-RGB02)

LED befindet. Die Verwendung einer bedrahteten LED hat den Vorteil, dass die Farbmischung bereits im Gehäuse der LED erreicht wird. Bei einer SMD-Version müssen die Primärfarben hingegen durch einen Diffusor gemischt werden (additive Farbmischung). Diese und andere ELV PAD-Adapter basieren darauf, die eigentlichen Bauteile auf eine kleine

Platine zu setzen, wodurch eine bessere Handhabung erreicht wird, da z. B. die Anschlüsse auf der Platinenoberseite gekennzeichnet sind. In Bild 4 ist das Schaltbild und der Aufbau dieses Adapters zu sehen. Im Zusammenspiel mit der Oxocard Connect und fertigen Softwarebeispielen ergibt sich eine einfach einzubauende Experimentierschaltung, mit der schöne Farbeffekte produziert werden können. Schauen wir uns im Folgenden an, was hierzu alles benötigt wird und wie man die Oxocard Connect mit den Beispielprogrammen einrichtet.

Auflistung aller benötigten Teile

Menge	Beschreibung	Artikel-Nr.
1	Oxocard Connect	253844
1	Oxocard Connector Cartridge	254229
1	ELV Steckboard, 830 Kontakte	250986
1	Steckkabel-Set, Stecker auf Stecker, 65-teilig	145145
1	PAD-RGB-LED (WS2812), 10-teilig	161023
1	Potentiometer, 10 kΩ, 4-mm-Achse	095055
1	optional: USB-Typ-C-Netzteil, 18 W	251317

Tabelle 1

Hardwareaufbau

Wie schon erwähnt, wird die gesamte Hardware auf einem Steckboard (auch Breadboard genannt) aufgebaut. Bild 5 zeigt ein Foto und einen gezeichneten Anschlussplan der Schaltung. In Tabelle 1 sind

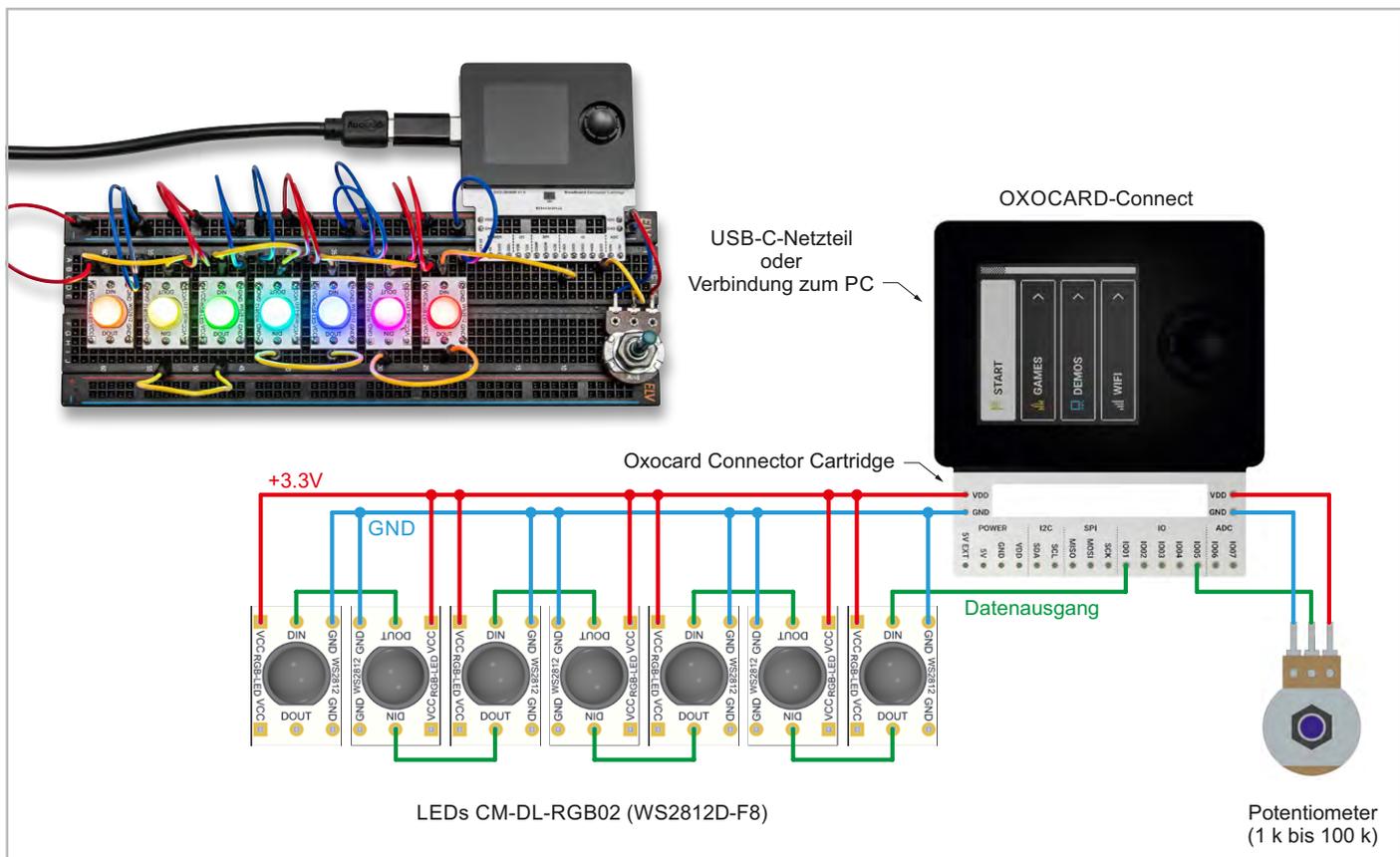
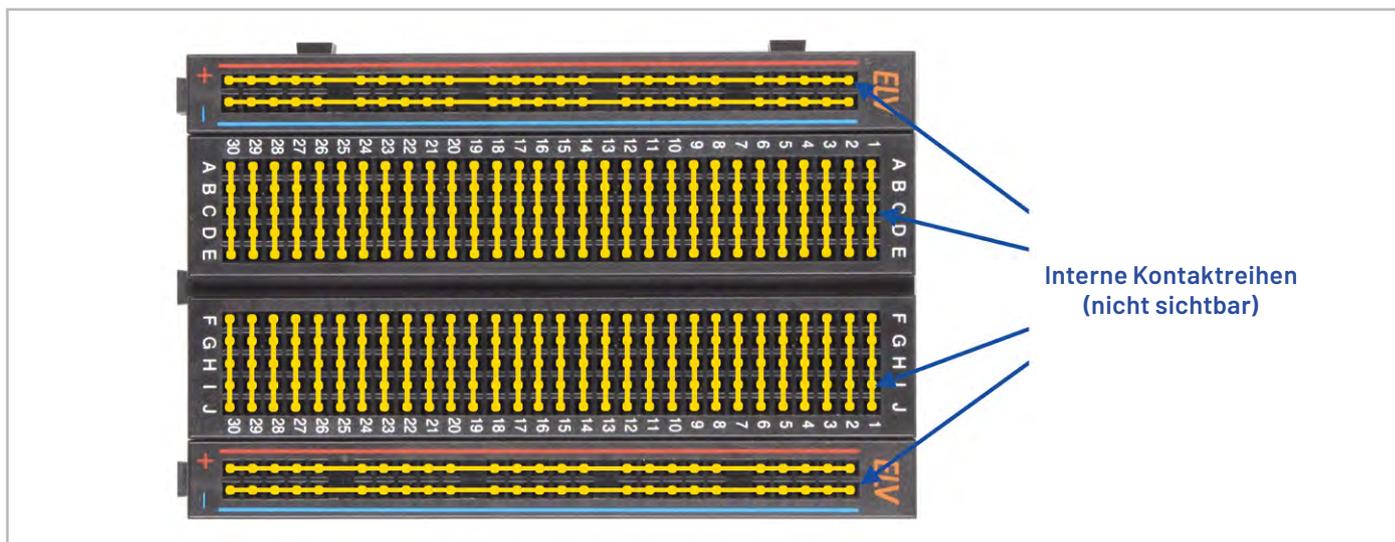


Bild 5: Foto und Anschlussplan der Schaltung



Interne Kontaktreihen
(nicht sichtbar)

Bild 6: Kontaktierung der Kontaktreihen bei einem Steckboard

alle Bauteile aufgelistet, die wir für den Aufbau benötigen. Wer es noch nicht kennt: Ein Steckboard dient der Aufnahme von einzelnen Bauteilen. Zur besseren Orientierung sind die Kontakte des Steckboards zudem nummeriert bzw. mit Buchstaben gekennzeichnet und auf eine spezielle Art miteinander verbunden. In Bild 6 ist dargestellt (gelb markiert), wie die Kontakte im Detail intern verbunden sind. An den Rändern befinden sich sogenannte Spannungsschienen, die komplett durchverbunden sind und in der Regel für die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung genutzt werden. Diese „Schienen“ sind farblich markiert: rot für Plus (+) und blau für Minus (-).

Wichtig! Das ELV Logo und damit die Nummerierung „1“ muss sich auf der rechten Seite befinden, damit die Oxocard Connect polrichtig mit den Spannungsschienen kontaktiert wird (siehe Bild 7)

Die Oxocard wird mittels eines [Adapters Oxocard Connector Cartridge](#) (Bild 8) mit dem Steckboard kontaktiert und ist als Bausatz verfügbar. Hier müssen lediglich die Stiftleisten aufgelötet werden,

was auch für Anfänger kein Problem darstellen sollte. Die RGB-LED-Modulplatten werden, wie in Bild 5 dargestellt, eingesetzt. Die Anzahl der LEDs kann frei gewählt werden, da die genaue Anzahl in den Beispielpogrammen exakt eingestellt werden kann. Beim Einsetzen sollte darauf geachtet werden, dass die LEDs immer abwechselnd um 180 Grad gedreht gesteckt werden. So kann mit einer kurzen elektrischen Leitung immer der Ausgang (DOUT) mit dem Eingang (DIN) der nächsten LED verbunden werden. Die erste LED auf dem Steckboard wird abschließend mit dem Datenausgang IO01 der Oxocard Connector Cartridge verbunden.

Die aufgezeigten elektrischen Verbindungen können entweder mit Steckbrücken oder Steckkabeln hergestellt werden. Die einfachste Handhabung erreicht man durch den Einsatz [flexibler Steckbrücken](#). Die Versorgungsspannung für die LEDs liefert die Oxocard Connect bereits über den Anschluss VDD. Laut Spezifikation kann die WS2812 mit einer Spannung von 3,7 bis 5,3 V versorgt werden, es hat sich aber in unserem Testaufbau gezeigt, dass auch die Spannungsversorgung von 3,3 V der Oxocard selbst für den Betrieb ausreichend ist. Diese Spannung ist nur auf der oberen Spannungsschiene verfügbar (siehe Bild 7), sodass auch von hier aus die LEDs mit Spannung versorgt werden. Beim Anschluss ist auf die richtige Polung zu achten: VDD = rot markierte Spannungsschiene, GND = blau markierte Spannungsschiene.

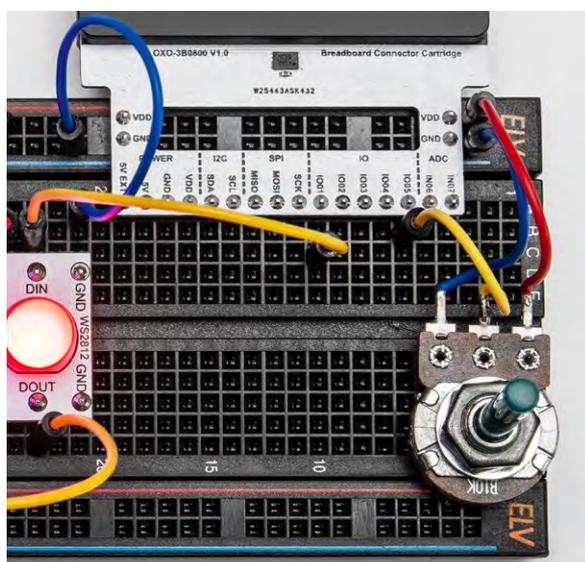


Bild 7: Die Oxocard Connect wird mittels der Oxocard Connector Cartridge mit dem Steckboard verbunden.

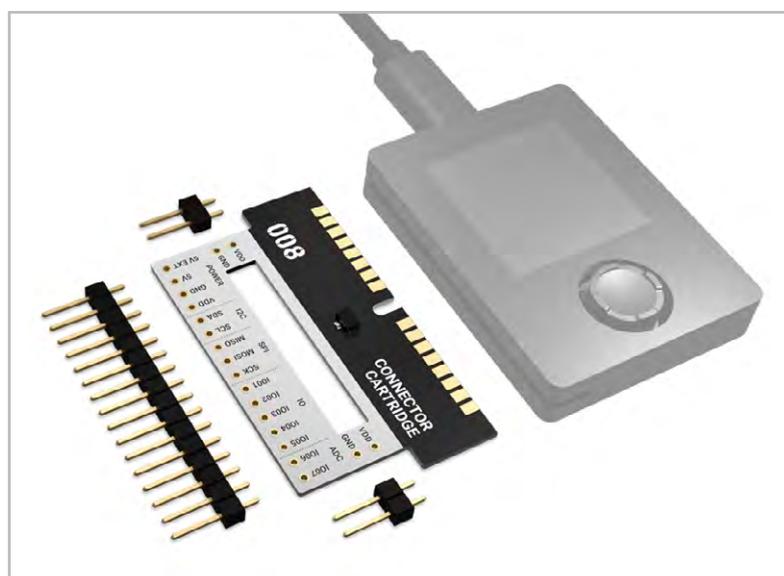


Bild 8: Oxocard Connector Cartridge als Bausatz (noch nicht aufgebaut)

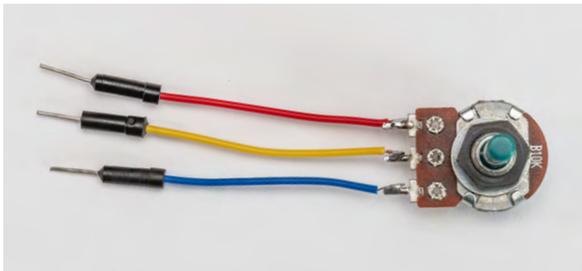


Bild 9: An das Potentiometer werden kurze Verbindungsleitungen angelötet.

Eines der folgenden Programmbeispiele verwendet unter anderem ein Potentiometer (Poti), mit dem die Helligkeit der LEDs verändert werden kann. Das Potentiometer liefert schaltungsseitig eine veränderbare Gleichspannung an den AD-Wandleranschluss IN07 der Oxocard. Für die Kontaktierung lötet man kurze Verbindungskabel an die drei Anschlüsse des Potentiometers wie in Bild 9 dargestellt. Hat man fertige Steckkabel zur Hand, können diese aufgetrennt werden, sodass ein Ende schon mit einem Stecker versehen ist. Alternativ können starre Schlitze verwendet werden, die ganz einfach ohne Stecker in das Steckboard eingeführt werden. Bild 7 zeigt, wie das Potentiometer (Poti) mit der Schaltung verbunden wird. Die beiden äußeren Anschlüsse des Potentiometers werden mit VDD und GND verbunden.

Die gesamte Schaltung bzw. die hier verwendete Oxocard Connect wird über USB mit Spannung versorgt. Verbindet man die Oxocard direkt über USB mit einem PC, erfolgt hierüber neben der Datenkommunikation auch die Spannungsversorgung. Andernfalls ist ein USB-Netzteil (Typ C) für den Betrieb zu verwenden.

Einrichten der Oxocard

Der Microcontroller der Oxocard ist das Herz unserer kleinen Experimentierplattform. Die Programmierung erfolgt über die bereits eingangs erwähnte kostenlose NANOPY-Entwicklungsumgebung. Wir zeigen in diesem Artikel, wie man die Karte konfiguriert und mit dem Browser verbindet. Dabei kann die Oxocard direkt über ein USB-Kabel oder drahtlos über WiFi mit dem PC verbunden verwendet. Die nachfolgende Beschreibung stellt die drahtlose Einrichtung dar.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung erscheint das in Bild 10.1 dargestellte Hauptmenü auf dem Display der Oxocard. Wir wählen hier den Menüpunkt WIFI. Nun stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung, wie die WiFi-Daten hinterlegt werden können. Wer kein Smartphone zur Hand hat, kann die Daten über CARD direkt auf der Karte eingeben, ähnlich wie man es von Spielekonsolen gewohnt ist (Bild 10.2). Es erscheint eine Übersicht der verfügbaren WLAN-Netze (Bild 10.3). Über eine Tastatur wird anschließend das Passwort zur ausgewählten SSID angegeben (Bild 10.4).

Alternativ kann man die Daten auch via Smartphone eintippen. Dazu wählen wir PHONE. Sobald die Anmeldung erfolgt ist, kann man im Browser mit dem Programmieren beginnen.

Nach dem Aufruf des [NANOPY-Editors](#) erscheint das in Bild 11 dargestellte Fenster. Das Oxocard Connect muss nun mit dem Editor verknüpft (paired) werden. Wählt man an der Oxocard den Menüpunkt „Pairing“ aus, erscheint auf dem Display ein 3-stelliger Code, den man im Fenster am PC eingibt. Bei einer reinen USB-Verbindung wählt man „Verbinden via USB“ aus. Sollte kein entsprechender Treiber für Windows zur Verfügung stehen, bekommt man Hinweise zur Installation angezeigt. Wir empfehlen die Webbrowser Chrome und Edge für die weitere Programmierung.

Nachdem diese Schritte erfolgt sind, erscheint das eigentliche Hauptfenster des NANOPY-Editors (Bild 2).

Im Hauptfenster können wir das Beispiel „Einführung“ „Hello World“ auswählen und finden ein Programm vor, das aus drei Zeilen besteht (Bild 12). Nach einem Klick auf den Blitz-Button in der Symbolleiste wird der Code auf die verbundene Oxocard Connect übertragen und automatisch ausgeführt. Es erscheint der Text „Hello World“ auf dem Bildschirm des Geräts.

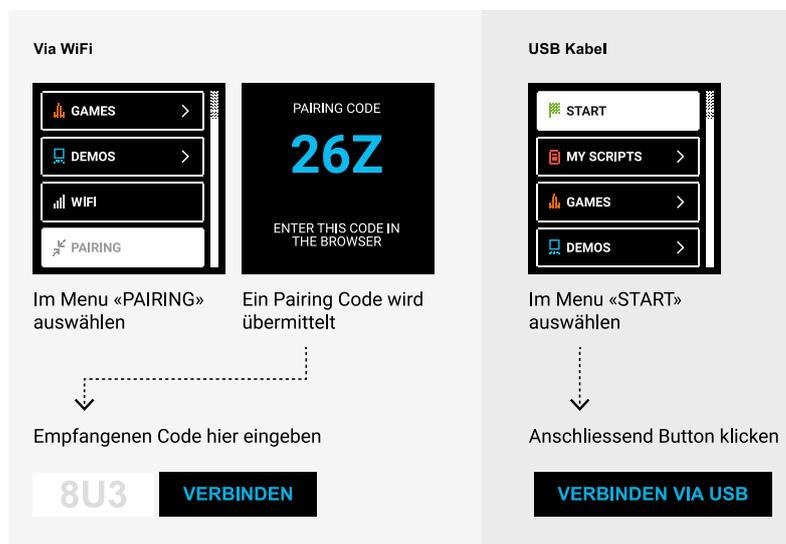


Bild 11: Screenshot des NANOPY-Editors

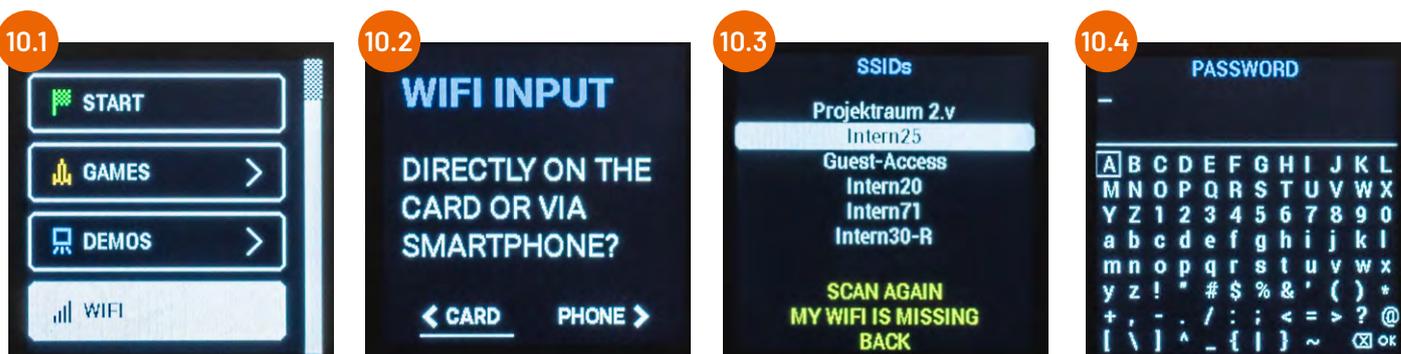


Bild 10: Einrichtung der WiFi-Verbindung

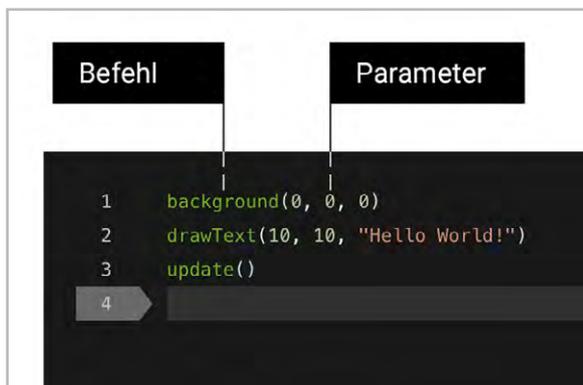


Bild 12: Befehle und Parameter

Ein Programm wie „Hello World“ ist eine Aneinanderreihung von Einzelanweisungen, die schrittweise vom Computer ausgeführt werden. Die Befehle sind in der Regel in Englisch geschrieben, sodass man sich auch als Einsteiger ungefähr vorstellen kann, was der Befehl bewirkt. In Klammern stehen jeweils Zusatzinformationen, meistens in Form von Zahlen, die Parameter genannt werden.

Kurze Einführung in die Welt der Programmierung

Da Microcontroller heute bereits für wenige Cents erhältlich sind, werden diese auch in trivialen Elektronikschaltungen eingebaut – ohne Programmierung läuft aber gar nichts. Wir geben hier einen kurzen Überblick in die wichtigsten Aspekte, bevor wir mit einem konkreten Projekt starten.

Die meisten Programmiersprachen basieren auf vier Grundkonzepten: Funktionen, Variablen, Schleifen und Bedingungen.

Die Funktionen sind die Essenz jedes Systems. Die Funktionen bestimmen, was wir mit dem Gerät machen können. Die Liste der verfügbaren Funktionen ist je System unterschiedlich. Diese sind in der Regel gut dokumentiert und Teil der Entwicklungsumgebung.

In der Mathematik ist eine Variable ein Platzhalter für eine Zahl. In der Computerwelt ist eine Variable ein Name für einen Speicherplatz, in dem eine Zahl oder auch was ganz anderes stehen kann.

Eine Schleife wiederholt eine Anweisung mehrere Male. Es gibt endlose Schleifen, Zählschleifen und Bedingungsschleifen.

Eine Bedingung ist eine Weiche, bei der man den Programmablauf umlenken kann. Dafür nutzen wir die Anweisung „if“ oder „while“ aus dem nächsten Abschnitt.

Das Beispiel im Bild 13 zeigt, wie die wichtigen Konzepte im Programm umgesetzt werden. Das Ergebnis dieser Programmierzeilen ist in Bild 14 zu sehen (blinkender Kreis).

Die Variable „on“ wird in der Zeile 1 mit einem Wert initialisiert. „while true“ bedeutet, dass sich alles endlos wiederholt, was eingerückt auf den nachfolgenden Zeilen 4–14 folgt. Die grün dargestellten Worte sind Befehle oder Funktionen, die dem Microcontroller Einzelanweisungen geben. Mit „if“ kann man eine Bedingung formulieren. Wenn die Bedingung erfüllt ist, wird der eingerückte Block ausgeführt, andernfalls wird der „else“-Block ausgeführt.

Obwohl Programmiersprachen ihren Ursprung in der Mathematik haben, brauchen wir beim Programmieren selbst ganz wenig Mathe-Wissen. In den meisten Fällen genügt das in der Grundschule gelernte Einmaleins, auch wenn die knappen Formulierungen und die häufig verwendeten Sonderzeichen es für Einsteiger etwas schwieriger ma-

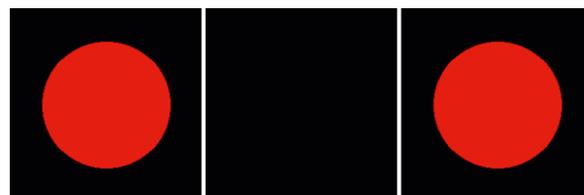


Bild 14: Das Beispielprogramm lässt einen roten Kreis aufblinken.

```

1  on = true
2
3  while true:
4      clear()
5      if on == true:
6          fill(255,0,0)
7          noStroke()
8          drawCircle(120,120,80)
9          on = false
10     else:
11         on = true
12
13     update()
14     delay(500)

```

Das ist eine endlose Schleife, die immer die eingerückten Zeilen 4 bis 15 durchläuft.

Die Variable "on" kann wahr (true) oder falsch (false) sein

Das ist eine Bedingung, die prüft, ob die Variable "on" wahr (true) ist.

Löscht den Bildschirm

Setzt die Füllfarbe auf Rot

Umrandung ausschalten

Zeichnet einen Kreis bei x=120, y=120 mit Radius 80

sonst (else) bezieht sich auf die Bedingung in Zeile 5. Was hier eingerückt wird, wird ausgeführt, wenn "on" nicht wahr d. h., falsch (false) ist.

Bildschirm aktualisieren

Eine halbe Sekunde (500 ms) warten

Bild 13: Programmbeispiel

chen. Mit etwas Geduld ist der Einstieg dennoch kein Hexenwerk, und die Programmiersprache ist leicht zu erlernen. Für den Anfang kann man aus Hunderten fertiger Programmbeispiele aus der NANOPY-Umgebung wählen, die sofort ausgeführt werden können. Wer also wenig Erfahrung mit Programmieren hat, lernt hier am effektivsten. Auch das LED-

Beispiel aus diesem Artikel muss nicht selbst entwickelt werden. Je nach eigenen Fähigkeiten kann es abgetippt oder einfach online heruntergeladen werden, dabei sind gegebenenfalls kleine Anpassungen vorzunehmen.

Programmieren

Schritt für Schritt hauchen wir jetzt der Elektronik (unserer aufgebauten Experimentierschaltung) mit etwas Programmierhandwerk Leben ein. Die fertigen Programmbeispiele sind im NANOPY-Editor unter Publikationen → ELVjournal zu finden (siehe Bild 15).

Zuerst starten wir mit einem kleinen Skript, um die grundsätzliche Funktionsweise der LEDs zu testen. In der NANOPY-Umgebung erstellen wir hierzu ein neues Skript (Bild 16). Der dabei automatisch generierte Demo-Code wird nicht benötigt. Durch Markieren und Löschen aller Zeilen erhalten wir einen leeren Skript-Editor (Bild 17).

Hinweis: Das fertige Beispiel findet man zudem im NANOPY-Editor unter „ELVjournal“ → „1 Intro“. Nachfolgend wird nun der in Bild 18 dargestellte Code eingegeben und das Programm gestartet.

Die Funktion „initDigitalLeds“ initialisiert zunächst den LED-Treiber. Wir definieren hier, dass unsere LEDs am Pin 01 angeschlossen sind („C_Pin_01“). Der zweite Parameter gibt die Anzahl der angeschlossenen LEDs an. In unserem Fall geben wir hier die Zahl 7 ein, da wir in unserer Schaltung sieben LEDs verwenden. Der dritte Parameter definiert den Typ, den wir verwenden, also „C_LED_Typ_WS2812B“. Mit der Funktion „setDigitalLed“ setzen wir nun für jede LED einen Farbwert. Hierzu sind vier Parameter notwendig. Zuerst bestimmen wir, welche Position der Liste verändert werden soll. Die LEDs sind hierbei aufsteigend durchnummeriert, wobei wir mit 0 für die erste LED starten und mit 1 für die zweite LED fortfahren. Die drei weiteren Zahlen stehen für den Rot-, Grün- und Blauanteil der Farbe. Jede Zahl kann einen Wert von 0 bis 255 annehmen. Eine 0 bedeutet, dass die Farbe nicht eingeschaltet ist, bei 255 haben wir die volle Ausleuchtung. Durch die Kombination der drei Farbanteile lassen sich diverse Farben mischen (Bild 19). Das System nennt sich RGB und ist in Grafikprogrammen und auch im Web sehr verbreitet.

Publikationen

ELVjournal

1 Intro

2 LEDs

3 Rainbow

4 Rainbow with poti

Bild 15: Hier befinden sich die fertigen Programmbeispiele.

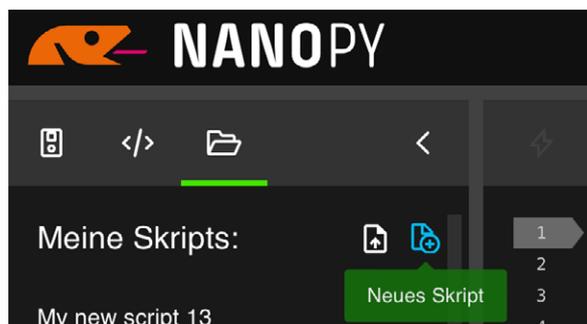


Bild 16: Neues Skript auswählen

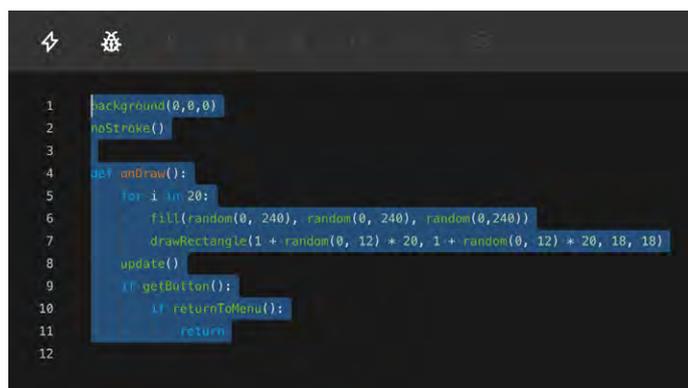


Bild 17: Skript markieren und löschen

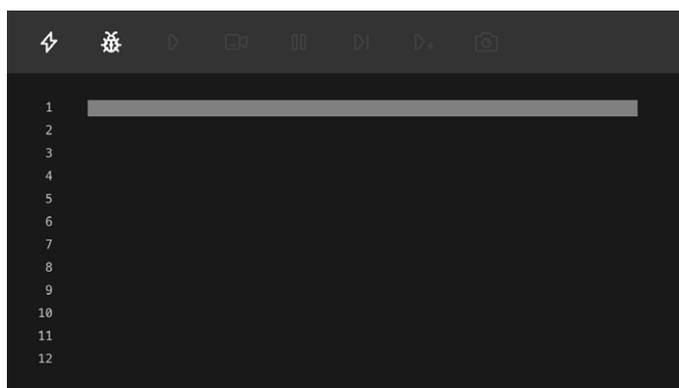
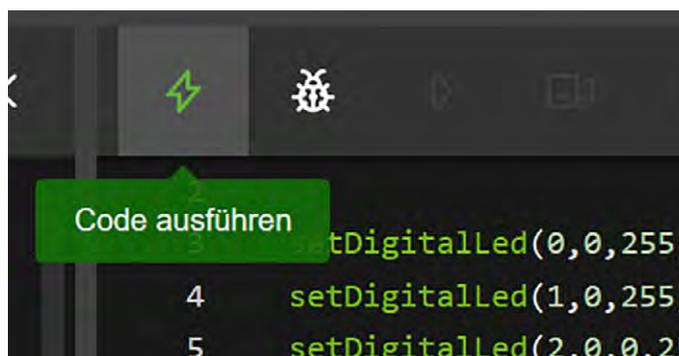


Bild 18: Beispielcode schreiben und anschließend Code ausführen



Mit „applyDigitalLeds“ werden die Farben an die LEDs übermittelt. Erkennbar ist zudem, dass die Programmzeilen 3-10 beinahe identisch sind. Für jede LED wurde eine Zeile definiert, in der eine bestimmte Farbe zugewiesen wird. Um Programmcodes zu sparen, kann dieses auch kürzer erfolgen, indem eine Schleife definiert wird.

Im folgenden Beispiel (Bild 20) erzeugen wir eine Schleife, die von 0 bis 7 zählt und bei jedem Durchgang die Zeilen 4-7 durchläuft. Innerhalb dieser Schleife setzen wir eine zufällige Farbe und geben diese an die LED mit der Schleifennummer „i“ aus.

Wenn wir das Skript starten, leuchtet jede LED in einer anderen Farbe. Erstmalig sehen wir des Weiteren in diesem Beispiel sogenannte Variablen. In diesem Fall kann man sich die Variable wie folgt vorstellen: Wir merken uns die aktuelle Runde eines Rennens auf einem Papier. Die Runde heißt bei uns „i“. Im ersten Durchgang trägt „i“ den Wert 0, im zweiten 1 etc. Die Variablen „red“, „green“ und „blue“ speichern den Rot-, Grün- und Blauanteil der LED. Wir setzen diese mit einer Funktion, die „random“ heißt und einen zufälligen Wert generiert. Wir geben als Parameter einen beliebigen Wertebereich an und erhalten eine zufällige Zahl aus dem Bereich. In Zeile 7 finden wir wieder die bereits bekannte Funktion. Der erste Parameter ist „i“, dann folgen die zufällig bestimmten Farbanteile für Rot, Grün und Blau.

Schleifen und Variablen sind abstrakte Konzepte, die zu Beginn etwas verwirrend erscheinen mögen. Dank des Debuggers können wir bei diesem Code jedoch hinter die Kulissen schauen und entdecken, was die Oxocard im Detail macht. Der Debugger dient der Analyse und Überwachung von Programmen. Hiermit lassen sich Programme sehr stark verlangsamt abspielen, sodass ein genaueres Beobachten ermöglicht wird. Wir starten den Debugger mit „Code debuggen“ (Bild 21). Das Programm ist jetzt gestartet und stoppt auf der ersten Programmzeile, die zudem farblich markiert wird. Mit „Schritt“ lässt sich nun das Programm Zeile für Zeile durchlaufen. Nach dreimaligem Klicken erhalten wir die Anzeige wie in Bild 22. In der rechts eingeblendeten Variablen-Anzeige sehen wir die Variablen „i“, „red“, „green“

und „blue“. Wenn wir die Zeile 4 durchlaufen, wird „red“ einen Wert zwischen 0 und 255 erhalten. Im nächsten Schritt wird „green“ gesetzt etc. Jeder Schritt führt eine Veränderung aus, die wir direkt durch den Debugger beobachten können. Das Programm lässt sich auch über den

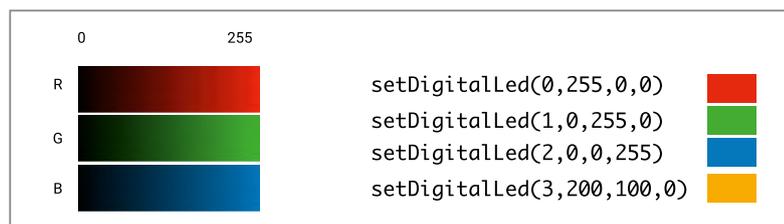


Bild 19: Durch die Kombination der drei Farbanteile lassen sich diverse Farben mischen.

```

1  initDigitalLeds(C_PIN_01, 7, C_LED_TYPE_WS2812B)
2
3  for i in [0..6]:
4      red = random(0,256)
5      green = random(0,256)
6      blue = random(0,256)
7      setDigitalLed(i,red,green,blue)
8
9  applyDigitalLeds()

```

Bild 20: So lässt sich der Code mittels einer Schleife verkürzen.

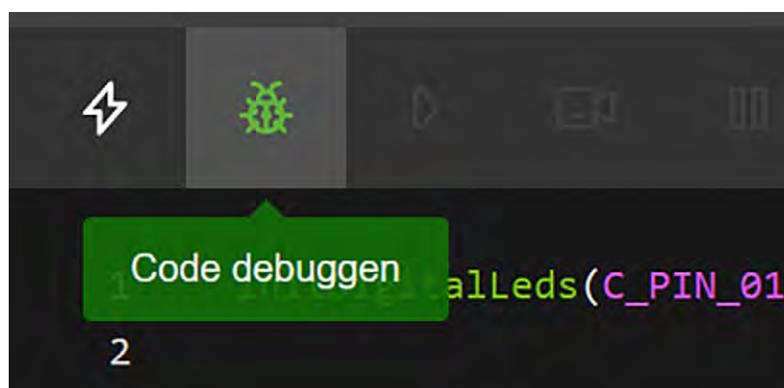


Bild 21: Start des Debuggers

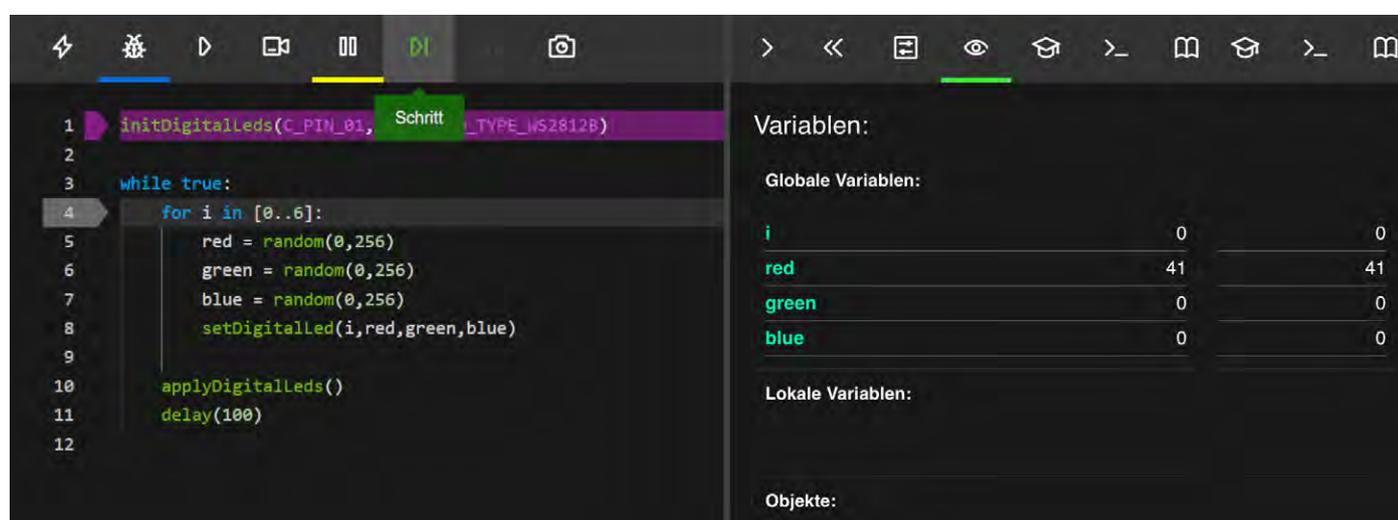
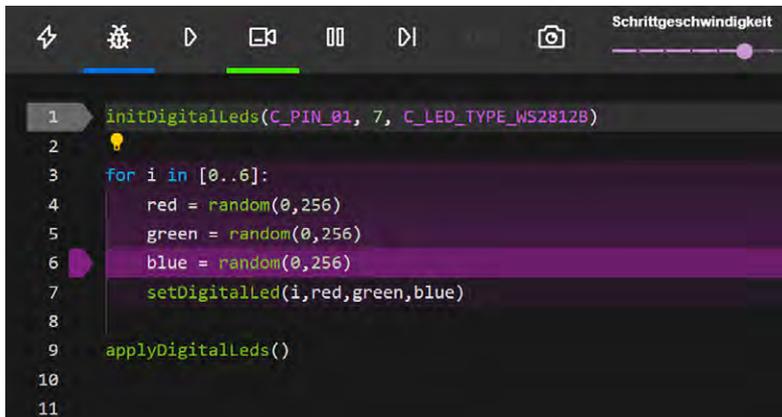


Bild 22: Ausgabe des Debuggers



```

1  initDigitalLeds(C_PIN_01, 7, C_LED_TYPE_WS2812B)
2
3  for i in [0..6]:
4      red = random(0,256)
5      green = random(0,256)
6      blue = random(0,256)
7      setDigitalLed(i,red,green,blue)
8
9  applyDigitalLeds()
10
11

```

Bild 23: Ausgabe des Debuggers mit dem Observer-Button

```

1  initDigitalLeds(C_PIN_01, 7, C_LED_TYPE_WS2812B)
2
3  while true:
4      for i in [0..6]:
5          red = random(0,256)
6          green = random(0,256)
7          blue = random(0,256)
8          setDigitalLed(i,red,green,blue)
9      applyDigitalLeds()
10     delay(100)

```

Bild 24: Wir ergänzen den Code um zwei Zeilen.

Observer-Button (Bild 23) ausführen. In diesem Modus läuft das Programm stark verlangsamt ab. Die letzten Zeilen werden farblich hervorgehoben. So sieht man deutlich, wie die Schleife der Zeile 3 nun für jede Zahl zwischen 0 und 7 den Codeblock 4-7 durchläuft.

Im nächsten Schritt ergänzen wir das Programm um zwei weitere Zeilen (Bild 24). In Zeile 3 fügen wir „while true“ ein und rücken den ganzen Rest des Programms mit der Tabulator-Taste eine Stufe ein.

In Zeile 10 ergänzen wir den Befehl „delay(100)“. Sofern alles richtig eingesetzt wurde, kann eine tolle Lichterketten-Animation beobachtet werden. Die Endlosschleife wird durch den Befehl „while true“ definiert, dabei wird alles, was eingerückt ist, immer wieder und endlos weiter ausgeführt. Das Skript setzt bei allen LEDs eine zufällige Farbe und fängt anschließend wieder von vorne an. Damit die Schleife nicht zu schnell abläuft, wird nach jedem Durchgang eine kurze Pause mit dem Befehl „delay(100)“ eingefügt, der den NANOPY 0,1 Sekunden war-

```

1  initDigitalLeds(C_PIN_01, 7, C_LED_TYPE_WS2812)
2  j:byte
3
4  while true:
5      for i in [0..6]:
6          c:color
7          c.hsv(j+(i*10),255,v)
8          setDigitalLed(i, c.r,c.g,c.b)
9          j++
10     applyDigitalLeds()

```

Bild 26: So wird der Regenbogen-Algorithmus im Programmcode eingefügt.

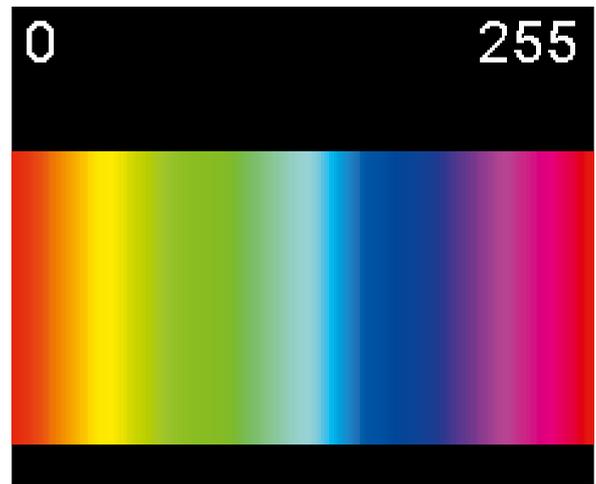


Bild 25: HUE-Wert, der die Grundfarbe bestimmt

ten lässt. Ein fertiges Beispiel ist hier zu finden: NANOPY-Editor unter „ELVJournal → 2 LEDs“ (siehe Bild 15).

Regenbogen-Animation

Wir verwenden jetzt das erarbeitete Beispiel, tauschen aber die zufälligen Farben durch einen Farbverlauf aus. Hierzu braucht es ein anderes Farbsystem und ein paar kleine Anpassungen. Es gibt unterschiedliche Arten, wie man Farben kategorisieren kann. In der analogen Welt geben wir den Farben Namen, bei Tausenden von Farbvarianten braucht es andere Kategorisierungsformen. Eine davon haben wir bereits mit dem RGB-System kennengelernt.

Für unseren Regenbogen verwenden wir das HSV-System. Bei diesem werden die Farben wieder mit drei Zahlen definiert. Der Hue-Wert(H)bestimmt die Grundfarbe. Beim Original haben wir hier einen Wertebereich von 0–360 Grad, bei der Oxocard haben wir nur 0–255, damit es einfacher wird. Der zweite Wert betrifft die Sättigung(S für Saturation). Dieser Wert kann wieder 0–255 annehmen und bestimmt die Stärke der Farbe. Mit dem dritten Wert „V“ (Value) kann man die Helligkeit der Farbe festlegen. In Kombination lassen sich wieder unzählige Farben realisieren(siehe Bild 25).

Wir passen unser bestehendes Programm (siehe NANOPY-Editor unter „ELV Journal → 3 Rainbow“) etwas an. In erster Linie ersetzen wir die zufälligen Farben durch den Regenbogen-Algorithmus(Bild 26) und ergänzen hierzu die Zeile 2. Die „while“- und „for“-Schleifen bleiben identisch, jedoch ersetzen wir den dazwischen gelagerten Code durch drei neue Zeilen. In Zeile 9 erhöhen wir die Zahl in der Variablen „j“ um eins. Es ist zu beachten, dass Zeile 9 nur einfach eingerückt ist, sodass „j“ erst dann erhöht wird, wenn alle LEDs einmal gesetzt sind. Sie ist dafür verantwortlich, dass sich die Farben bei jedem Durchgang etwas verschieben.

Wir verwenden hier den Befehl „color“, um einen Farbwert zu speichern. Hierzu besitzt die Klasse die internen Variablen, die „r“, „g“ und „b“ heißen und jeweils den Farbwert der Grundfarben enthält. Man

nutzt diese wie normale Variablen, wobei man den Variablennamen voranstellt und mit einem Punkt trennt:

```
c:color
c.r = 100
c.g = 100
c.h = 100
```

Interessant ist, dass diese Variablen auch Funktionen enthalten können. In unserem Fall gibt es die Funktion `hsv(h,s,v)` aus Zeile 7, mit der wir die Farbe über den HSV/HSB-Farbraum angeben können.

Der Regenbogeneffekt kommt jetzt wie folgt zustande: Die Variable „j“ wird in der Schleife immer um eins erhöht. Da die Variable vom Typ „byte“ ist, kann sie maximal den Wert 255 speichern und fängt dann wieder bei 0 an. Diese Iteration kann man gut mit dem Debugger verfolgen.

In der „for“-Schleife setzen wir die Werte für die fünf LEDs. Beim ersten Durchgang ist die Schleifenvariable 0, der Farbwert der ersten LED ist also gemäß Formel $j+(i*10) = 0 + 0 * 10 = 0$. Beim ersten Durchgang, d. h., wenn $j = 0$ ist, werden in den LEDs folgende Farben gesetzt:

j	i	$j+(i*10)$
0	0	0
0	1	10
0	2	20
0	3	30
0	4	40

Wir erhöhen dann „j“ um eins. In der zweiten Runde werden die Farben daher so gesetzt:

j	i	$j+(i*10)$
1	0	1
1	1	11
1	2	21
1	3	31
1	4	41

Jede der fünf Farben hat einen Abstand von 10. Durch die äußere Schleife „j“ werden die Farben langsam durchlaufen, was zu einem schönen sanften Effekt führt. Der Wert 10 wurde hierzu empirisch erhoben. Natürlich können auch andere Werte zum Experimentieren verwendet werden. So ist es auch denkbar, „j“ über 5 zu erhöhen oder z. B. auch nach 100 wieder von vorne zu beginnen. Anstelle des Farbwerts kann man auch den zweiten oder dritten Parameter der „hsv“-Funktion mit der Formel verändern, was andere interessante Effekte erlaubt.

Helligkeit ändern mit dem Potentiometer

Das zuvor bereits eingebaute Potentiometer unserer Schaltung liefert einen analogen Spannungswert. In der Schaltung (Bild 5) erkennen wir, dass wir den Pin IN07 als Eingang geschaltet haben. Dieser Pin kann einen analogen Wert wie eine Spannung in eine Zahl umwandeln. Dieses Verfahren nennt sich ADC und wird von einem Analog-Digital-Converter durchgeführt. Der Befehl zum Auslesen dieses Analogeingangs heißt „`readADC`“. Als ersten Parameter

```
1  initDigitalLeds(C_PIN_01, 7, C_LED_TYPE_WS2812)
2  j:byte
3
4  while true:
5      for i in [0..6]:
6          c:color
7          v = readADC(C_PIN_05, 100) / 16
8          c.hsv(j+(i*10),255,v)
9          setDigitalLed(i, c.r,c.g,c.b)
10     j++
11     applyDigitalLeds()
```

Bild 27: So sieht der fertige Programmcode aus.

führen wir dabei auf, an welchem Pin das Potentiometer angeschlossen ist. Der zweite Parameter bestimmt, ob die ADC-Funktionen einen Mittelwert aus einer Anzahl bestimmter Werte errechnen sollen. Da analoge Messungen immer gewissen Schwankungen unterliegen, nehmen wir 100 Werte auf und ermitteln davon den Durchschnitt.

Nun ergänzen wir unser Programm erneut, diesmal in Zeile 7. Hierzu erzeugen wir eine neue Programmzeile nach Zeile 6 und fügen die ADC-Routine ein. Dabei wird in den Übergabeparametern festgelegt, dass der Analogwert über Pin I005 eingelesen und über 100 Messwerte gemittelt wird. Der letzte Parameter beschreibt eine Abtastrate von 16 Bit. In der nachfolgenden Zeile setzen wir den Variablen-Wert „v“ nun in die Funktion „hsv“ ein (Bild 27). Wenn wir das Programm starten, können wir mit dem Poti die Helligkeit der Animation einstellen. Der Beispielcode findet sich hier: NANOPY-Editor unter „ELV Journal → 4 Rainbow with poti“.

Zusammenfassung

In diesem Artikel haben wir die Grundkonzepte des Programmierens kennengelernt. Vor allem Einsteiger profitieren von fertigen Programmen, die mit dem Debugger beobachtet und analysiert werden können.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen konnte durch einfachste Programmieranpassungen mit einer einfachen elektronischen Schaltung mit nur wenigen Zeilen Programmcode ein beeindruckender Lichteffekt erzielt werden. Programmieren mag zu Beginn etwas ungewohnt erscheinen, ist aber nicht besonders schwierig. Es bietet aber vor allem einen großen Vorteil: einen unglaublich leistungsfähigen Werkzeugkasten, der uns weitere kreative Freiheitsgrade gibt – schließlich haben wir nur etwas an der Oberfläche gekratzt.

In der Community gibt es unzählige, weitaus komplexere Beispiele, die Wetterdaten aus dem Internet holen, ChatGPT Fragen stellen oder auch kreative Games auf der Oxocard ermöglichen. Mit der Kombination aus leistungsfähiger Hardware, einer einfachen Scripting-Sprache und der Verschmelzung mit Elektronik sind uns kaum noch Grenzen gesetzt, was zu vielen weiteren spannenden Projekten einlädt. **ELV**



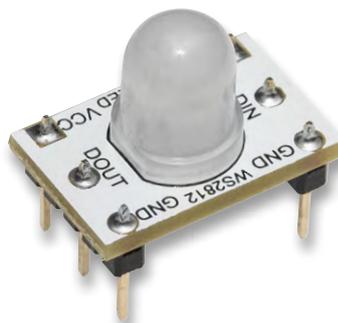
10er-Set PAD-Adapter RGB-LED (WS2812D-F8)

ELV

Die LEDs vom Typ WS2812D-F8 sind RGB-LEDs, die über ein spezielles serielles Protokoll angesteuert werden. Für eine bessere Handhabung sind die 8-mm-LEDs auf einer kleinen PAD-Platine untergebracht. So können diese PAD-Module einfach auf einem Steckboard (Breadboard) eingesetzt werden. Ein Verpolungsschutz sorgt für Sicherheit bei versehentlicher Verpolung der Betriebsspannung.


NEU
EXKLUSIV
14,95 €

Artikel-Nr. 161023

[Zum Produkt](#)


Technische Daten

Kurzbezeichnung:	CM-DL-RGB02
Versorgungsspannung:	3,7-5,3 V
Stromaufnahme	60 mA max.
LED-Typ:	WS2812D-F8
LED-Durchmesser:	8 mm
Protokoll:	seriell
Sonstiges:	Verpolungsschutz
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T) je Adapter:	12,7 x 21 x 20 mm



Verschiedene Farben der LEDs

OXON Elektronik-Experimentierplattform Oxocard Connect

- Kleiner Experimentiercomputer – fertige oder selbst entwickelte Platinen können durch einfaches Einstecken sofort zum Leben erweckt werden
- Mit Dual-Core-ESP32-Chip, WiFi, 2-MB-PSRAM, 8-MB-Flash, USB-C, Joystick und 240-x-240-Pixel-TFT-Display
- Zugang zur leistungsfähigen NanoPy-Entwicklungsumgebung editor.nanopy.io.
- Web-basierte Scripting-Umgebung mit über 100 Beispielen (inkl. diverser Spiele)
- Vorinstalliertes Betriebssystem mit diversen Spielen und Demoprogrammen
- Programmierung über WiFi oder USB
- Umfangreiche Bibliothek (File IO, Strings, Math)
- MQTT, HTTP/HTTPS-Kommunikation
- 2D- und 3D-Grafik-Engine
- Open-Hardware-Design


49,00 €

Artikel-Nr. 253844

[Zum Produkt](#)

 Die Basis:
Oxocard Connect

 Die Steckkarte:
Oxocard Cartridge

 Sofort loslegen – der Treiber und
der Democode sind vorinstalliert

OXON Steckkarte Oxocard Connector Cartridge

Mit diesem Adapter werden die Schnittstellenkontakte der Oxocard Connect auf Stiftleisten geführt, die zur Kontaktierung mit einem handelsüblichen Steckboard dienen. Somit dient die Cartridge auch als Schnittstelle zu unserem ELV-PAD-System. Der Bausatz ist sehr leicht aufzubauen, da nur die Stiftleisten eingelötet werden müssen.

Erfordert eine Oxocard Connect
(nicht im Lieferumfang enthalten)



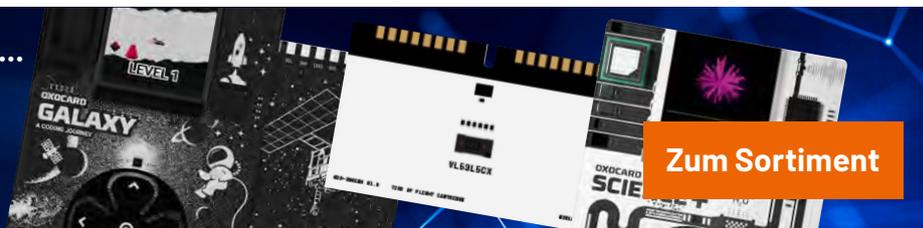
8,90 €

Artikel-Nr. 254229

[Zum Produkt](#)

Mehr aus der Welt der Oxocard ...

... wie z. B. Sensoren für die Luftgüte- oder Abstandsmessung oder auch Oxocards mit Spielen und Animationen finden Sie in unserem ELVshop.

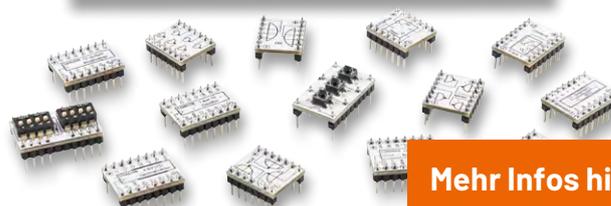
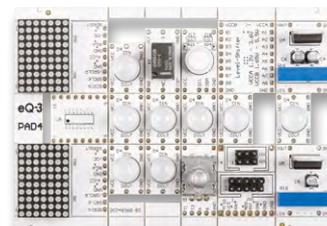


[Zum Sortiment](#)

EXPERIMENTIEREN für Profis

Prototypenadapter (PAD) sind ein praktisches Hilfsmittel zum professionellen Experimentieren auf dem Breadboard. Denn viele elektronische und mechanische Bauteile sind nicht Breadboard-kompatibel – die Anschlussdrähte sind zu dünn, zu kurz, zu lang, zu flexibel, nicht im Rastermaß oder haben die falsche Ausrichtung.

Prototypenadapter lösen dieses Problem. Auf ihnen sind die Bauteile jeweils auf einer kleinen Platine untergebracht, die wiederum über Stiftleisten verfügt, die in die Buchsenleisten der Steckboards passen. Die aufgedruckte Anschlussbelegung der Bauteile ist ein zusätzliches Plus bei den Prototypenadaptern. Um kompliziertere Bauteile nutzen zu können, ist in der Regel ein Anschlussschema erforderlich, z. B. aus einem Datenblatt mit entsprechendem Schaltbild. Bei der Verwendung eines Prototypenadapters ist die Pinbelegung hingegen auf der Platinenoberfläche aufgedruckt. Das erleichtert das Arbeiten sowohl mit komplexen als auch einfachen Bauteilen.

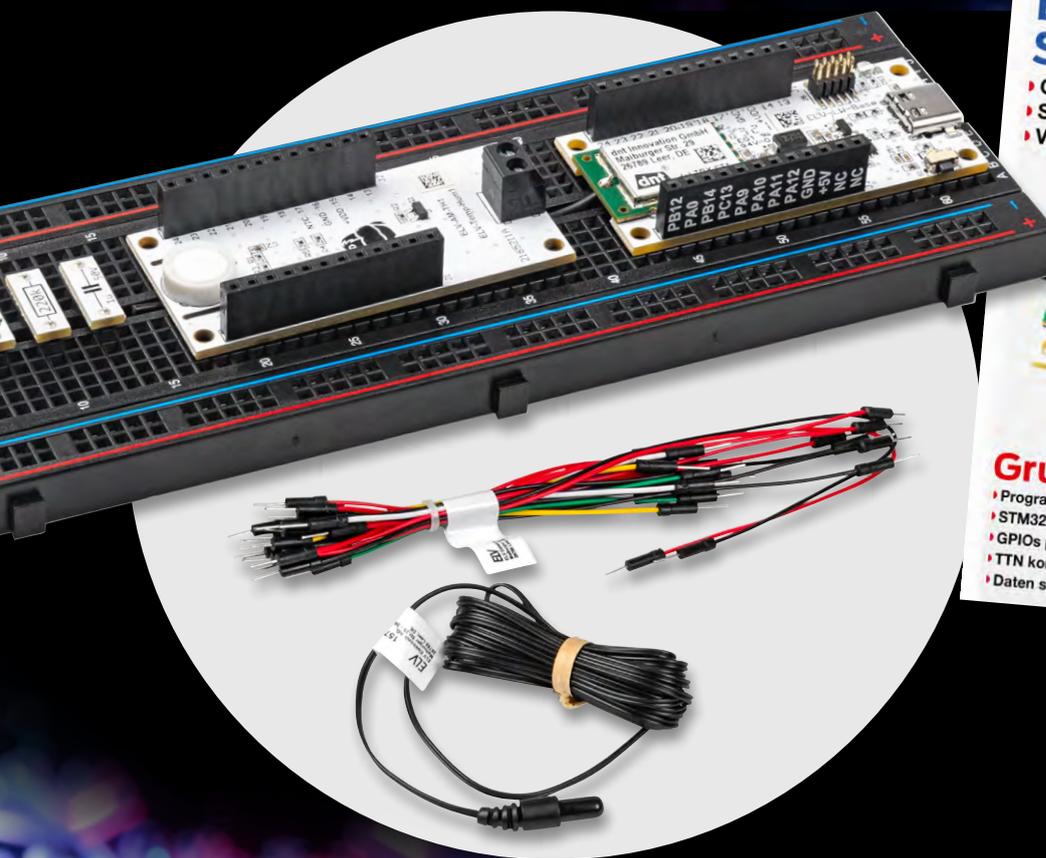


[Mehr Infos hier](#)

Experimentieren in der kalten Jahreszeit

Experimentierset – LoRaWAN®-Programmierung + Make-Sonderheft

Das LoRaWAN®-Experimentierset besteht aus einem Sonderheft und dem Hardware-Set. Es bietet eine umfassende Einführung in die fortgeschrittene C-Programmierung für ARM-Mikrocontroller. Dabei werden das Funkprotokoll LoRaWAN® und das ELV-Modulsystem genutzt, um stromsparende Sensoren für das Internet der Dinge (IoT) zu entwickeln.



64,90 €

Artikel-Nr. 254161

[Zum Produkt](#)

Inhalt des Sets

- 1x ELV-LW-Base ELV-BM-TRX1
- 1x ELV Applikationsmodul Temperatur Luftfeuchte ELV-AM-TH1
- 1x ELV Steckplatine 830 Kontakte – schwarz
- 1x Fotodioden-Platine BPW34-S (CM-SB-01)
- 1x LED-Platine – rot (CM-DL-R01)
- 1x Widerstandsplatine – 220 kΩ (CM-RF-224-A)
- 1x Kondensatorplatine – 1 µF (CM-CF-105-A)
- 1x Kabelset Typ 01

Experimentierset
LoRaWAN®-Programmierung, einzeln
Artikel-Nr. 160827 – 49,95 €

Interesse geweckt?

Weitere Make-Bundles mit Experimentierset und Make-Sonderheft finden Sie hier:

[Artikel-Nr. 253005](#)

[Artikel-Nr. 252102](#)



Entzückend, Baby! Aufbau einer Kojak-Sirene

Anwendungsschaltungen mit dem Prototypenadapter- Professional-Experimentiererset PAD-PRO-EXSB

Teil 8

In diesem Teil unserer Serie zeigen wir einen Klassiker aus dem Themenbereich der Hobbyschaltungen. Seit Jahrzehnten ist die Sirenschaltung, auch „Kojak-Sirene“ genannt, eine beliebte Schaltung zum Selberbauen – so auch mit dem PAD-PRO-EXSB Experimentiererset!

NE555 als Allroundtalent

Wer kennt sie nicht, die typischen Polizeisirenen aus amerikanischen Actionfilmen. Im Gegensatz zu europäischen Einsatzfahrzeugen haben amerikanische Polizeifahrzeuge seit den 1970er-Jahren einen typisch aufheulenden Signalton.

Ebenso hat sich seit dieser Zeit durch die Ausstrahlung der amerikanischen Fernsehserie „Einsatz in Manhattan“ mit Telly Savalas als Hauptdarsteller Lieutenant Kojak der Begriff „Kojak-Sirene“ etabliert – und genauso lange gibt es Nachbausaltungen für solche Kojak-Sirenen in allen möglichen unterschiedlichen Techniken.

Wir wollen hier eine solche Schaltung vorstellen, insbesondere um Elektronik mittels einer „Spaß“-Schaltung besser verstehen zu können. Unsere Schaltung wird jedoch nicht mit einer lautstarken Sirene, sondern mit einem kleinen Kopfhörer oder einem Lautsprecher betrieben. Die Frequenz lässt sich dabei so einstellen, dass entweder die genannte Kojak-Sirene oder bei sehr langsamer Frequenz eine klassische Alarmsirene simuliert wird.

Als Plattform zum Aufbau der Schaltung dient das Bauteileset [PAD-PRO-EXSB](#) und ein Experimentierboard wie z. B. das [ELV EXSB1](#). Alternativ kann auch ein gewöhnliches Steckboard verwendet werden.

Die Schaltung kann auch mit handelsüblichen Bauteilen auf Lochrasterplatten nachgebaut werden, vorzugsweise sollte man aber Steckboards verwenden, da es sich um Experimentierschaltungen und nicht um praxisorientierte Schaltungen handelt.

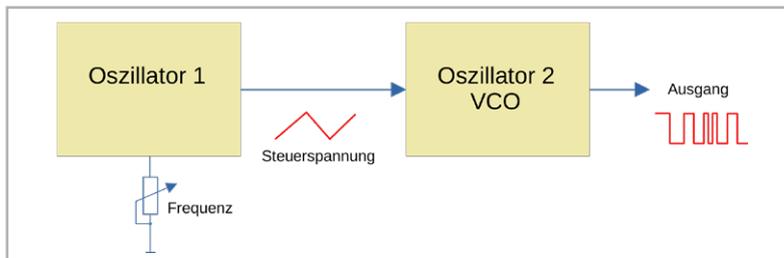


Bild 1: Blockschaltbild der Sirenschaltung mit VCO

Schaltung

Um einen auf- und abschwellenden Ton zu erzeugen, benötigen wir zunächst zwei Oszillatoren (siehe Bild 1). Der erste Oszillator erzeugt eine relativ niedrige Frequenz, mit der der zweite Oszillator wiederum in seiner Frequenz beeinflusst wird. Hierzu lässt sich der zweite Oszillator über eine Gleichspannung in der Frequenz steuern, ist also demnach ein spannungsgesteuerter Oszillator, häufig auch VCO (voltage controlled oscillator) genannt.

Durch Variieren der Steuerspannungsfrequenz kann der gewünschte Sirenen-Effekt eingestellt werden. Eine niederfrequente Steuer-

spannung bedeutet ein langsames Auf- und Abschwellen der Ausgangsfrequenz, wohingegen eine schnelle Steuerfrequenz einen „Wah-Wah-Wah-Effekt“ erzeugt, der einer „Kojak-Sirene“ ähnelt.

Wir verwenden den Timerbaustein ICM7555 (CMOS-Version des NE555) für die beiden benötigten Oszillatoren.

Wie ein Oszillator mit einem ICM7555 aufgebaut und realisiert wird, ist in [Teil 3 dieser Serie](#) ausführlich beschrieben, sodass wir hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichten. Im Schaltbild (Bild 2) erkennen wir einige Schaltungskomponenten wieder, andere sind hingegen neu hinzugekommen.

Der Oszillator 1 im linken Teil des Schaltbilds ist eine Standardoszillatorschaltung, bei der die Frequenz durch die Bauteile R1, R2, P1 und C1 bestimmt wird. Dieser Oszillator erzeugt eine relativ niederfrequente Steuerspannung, die wir zur Modulation des zweiten Oszillators nutzen. Mit dem Trimmer P1 kann die Frequenz verändert werden. Wie man erkennen kann, greifen wir das Ausgangssignal nicht an Pin 3

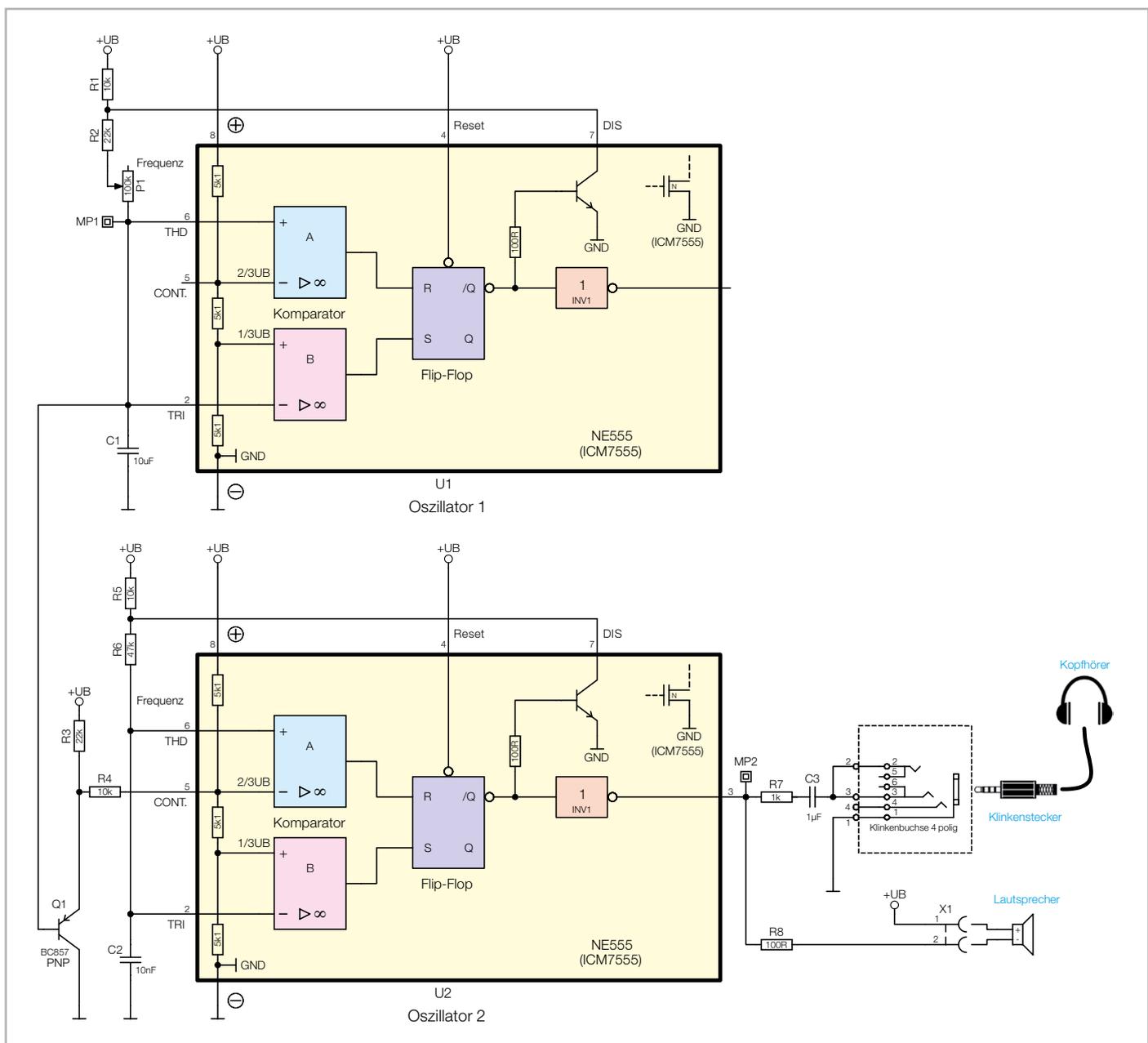


Bild 2: Schaltbild der Sirenschaltung

ab, sondern am Kondensator C1. Im Gegensatz zum „normalen“ Ausgang, der eine Rechteckspannung ausgibt, liegt am Kondensator C1 eine sägezahnförmige Spannung an. Eine echte Dreieckspannung ist es damit natürlich nicht, es zeigen sich die Auf- und Entladespannungen in Form einer E-Funktion. Im Schaltbild sind zwei Messpunkte aufgeführt, deren Oszillogramme in Bild 3 zu sehen sind. MP1 stellt die Spannung am Kondensator C1 dar.

Diese Spannung wollen wir zur Modulation des zweiten Oszillators nutzen. Um die Spannung an C1 nicht zu beeinflussen bzw. zu belasten, schalten wir einen Transistor (Q1) nach. Diese Transistorstufe ist als Spannungsfolger beschaltet. Das Ausgangssignal wird am Emittierwiderstand (R3) abgegriffen. Es findet keine Spannungsverstärkung, sondern eine Stromverstärkung statt. Durch diese Maßnahme wird die Eingangsseite nur minimal belastet, weshalb wir hier auch von einem Impedanzwandler sprechen.

Über den Widerstand R4 gelangt diese Spannung auf Pin 5 des zweiten Oszillators U2, der prinzipiell wie Oszillator 1 aufgebaut ist. Hier gibt es jedoch eine Besonderheit: Mit der Spannung an Pin 5 (CONT.) kann die Frequenz über eine zugeführte Spannung verändert werden. Wir sprechen von einem spannungsgesteuerten Oszillator, kurz VCO genannt. Wie man im Blockschaltbild des ICM7555 erkennt, führt Pin 5 auf den internen Spannungsteiler. Durch eine externe Spannung an Pin 5 werden die Schaltschwellen für die beiden internen Komparatoren verändert, was auch eine Frequenzänderung bewirkt. Dieser Oszillator schwingt, je nach Spannung an Pin 5 von U2, auf einer hörbaren Frequenz im Bereich von 1 bis 2 kHz. Zusammenfassend halten wir also fest: Mit dem Ausgangssignal von Oszillator 1 wird die Frequenz von Oszillator 2 verändert (moduliert).

Wie man im Schaltbild (Bild 2) zudem erkennt, gibt es zwei alternative Möglichkeiten, die erzeugte Ausgangsfrequenz hörbar zu machen. Im Set vom PAD-PRO-EXSB sind ein kleiner Kopfhörer und eine Klinkenbuchse vorhanden. Die Lautstärke für den

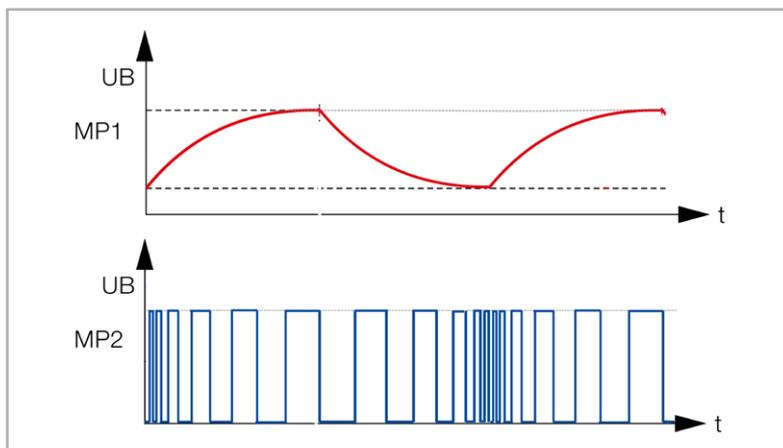


Bild 3: Oszillogramme in der Schaltung

Kopfhörer wird mit dem Widerstand R7 reduziert und der Kondensator C3 entkoppelt die Gleichspannungsanteile. Alternativ kann aber auch ein Lautsprecher mit möglichst hoher Impedanz (4Ω min) angeschlossen werden.

Da der ICM7555 am Ausgang strommäßig nicht stark belastet werden darf, wird ein Widerstand von 100Ω (R8) zwischengeschaltet. Die Lautstärke bleibt trotzdem ausreichend und kann durch Erhöhung der Betriebsspannung (auf max. 12 V) erhöht werden.

Aufbau der Beispielschaltung

Für unsere Beispielschaltung gibt es Aufbauvorschlage unter Zuhilfenahme des Experimentiersets PAD-PRO-EXSB. Zum Set, das alle notwendigen Bauteile enthält, wird zusätzlich eine Aufbauplattform benötigt, z. B. die Experimentierplattform EXSB1 oder ein „normales“ Steckboard.

Die Kontakte der Steckboards sind in der Regel nummeriert. Spalten sind von links nach rechts mit 1 bis 63 nummeriert, Reihen hingegen mit den Buchstaben A bis F. Dieses kann sich jedoch herstellerabhangig geringfügig unterscheiden. Anhand der Nummerierung kann man die Position der Bauteile und Brücken in den Bildern abzählen und auf die eigene Schaltung übertragen. Wichtig ist hierbei, dass das Steckboard so platziert werden muss, dass sich Pin 1 auf der rechten Seite befindet. Dreht man das Steckboard andersherum, so stimmen die Positionen nicht mehr mit den Bildern überein.

Die elektrischen Verbindungen werden mit starren und flexiblen Steckbrücken hergestellt, die im Experimentierset enthalten sind.

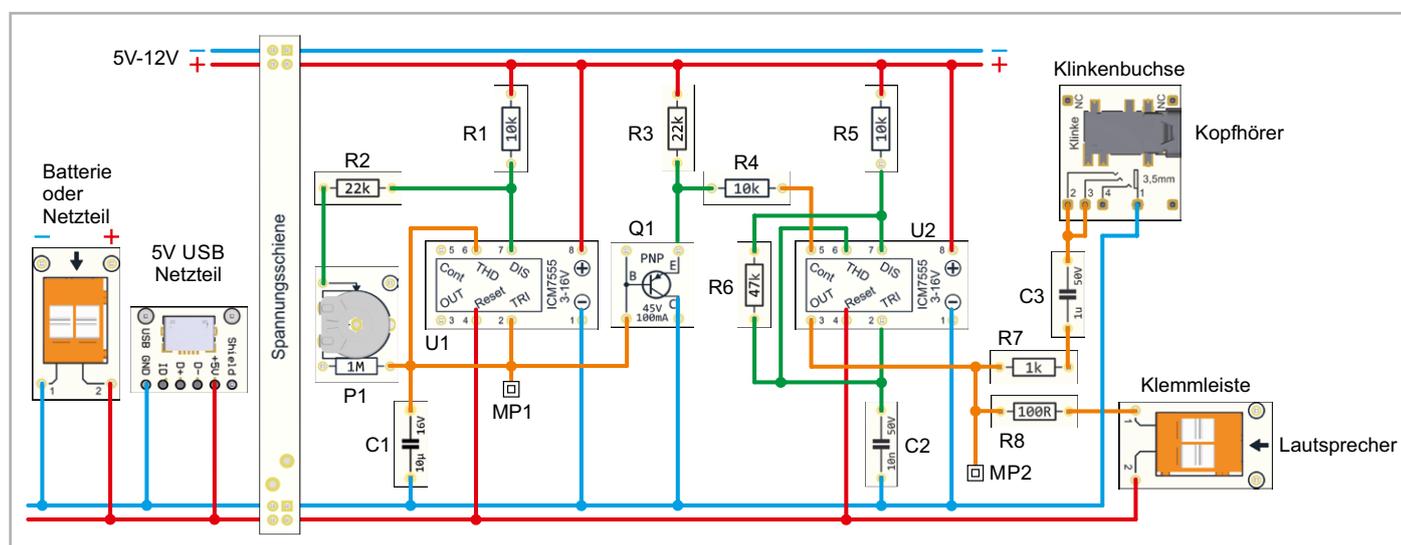


Bild 4: Anschlussplan Schaltung

Versorgungsspannung

Die Spannungsversorgung für diese Schaltungen ist recht unkritisch und sollte im Bereich von 5 bis 12 V liegen. Für das universelle Steckboard kann man auf unterschiedliche Spannungsversorgungsmöglichkeiten zurückgreifen (siehe [Bild 5](#)). So kann über eine USB-Buchse ein normales Steckernetzteil oder ein Ladegerät mit Micro-USB-Stecker als Spannungsquelle genutzt werden. Die Variante mit einer Klemmleiste dient zum Anschluss einer externen Spannungsversorgung wie z. B. einem Netzteil oder einer Batterie. Hierbei muss unbedingt auf die korrekte Polung geachtet werden. Eine sehr komfortable Lösung bietet auch das ELV Powermodul PM-SB1, das mit zwei Batterien ausgestattet ist und somit autark arbeitet.

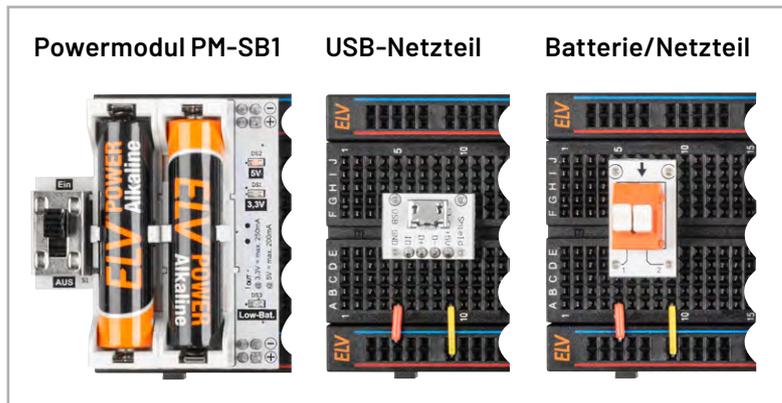


Bild 5: Oszillogramme in der Schaltung

Aufbau auf dem EXSB1 und einem universellen Steckboard

Für den Aufbau der Beispielschaltung „Sirenschaltung“ gibt es einen Aufbauvorschlag (siehe [Bild 7](#)) auf einem klassischen Steckboard. Der dazu passende Verdrahtungsplan ist in [Bild 4](#) zu finden.

Bei Verwendung des EXSB1 kann der in [Bild 6](#) gezeigte Verdrahtungsplan verwendet werden. Hierbei stehen zwei Optionen für das Ausgangssignal zur Verfügung. Wie bereits im Abschnitt „Schaltung“ beschrieben, gibt es für jede Variante (Lautsprecher oder Kopfhörer) eine andere, leicht abweichende ausgangsseitige Beschaltung.

Tip

Wer die hier vorgestellte Experimentierschaltung gerne bereits als fertig aufgebaute, kleine Platine nutzen möchte, dem legen wir den Bausatz [NE555-AWS](#) nahe. Die Anwendungsschaltung präsentiert sich äußerst kompakt und ist vollständig in SMD-Technik aufgebaut (siehe [Bild 8](#)).

Ähnlich wie unsere Experimentierschaltung kann diese Platine in unterschiedlichen Betriebsmodi verwendet werden. Die Konfiguration wird in diesem Fall über Lötbrücken eingestellt. So kann diese Schaltung einerseits als Oszillator, Monoflop, PWM-Timer oder eben auch als Sirenschaltung betrieben werden.

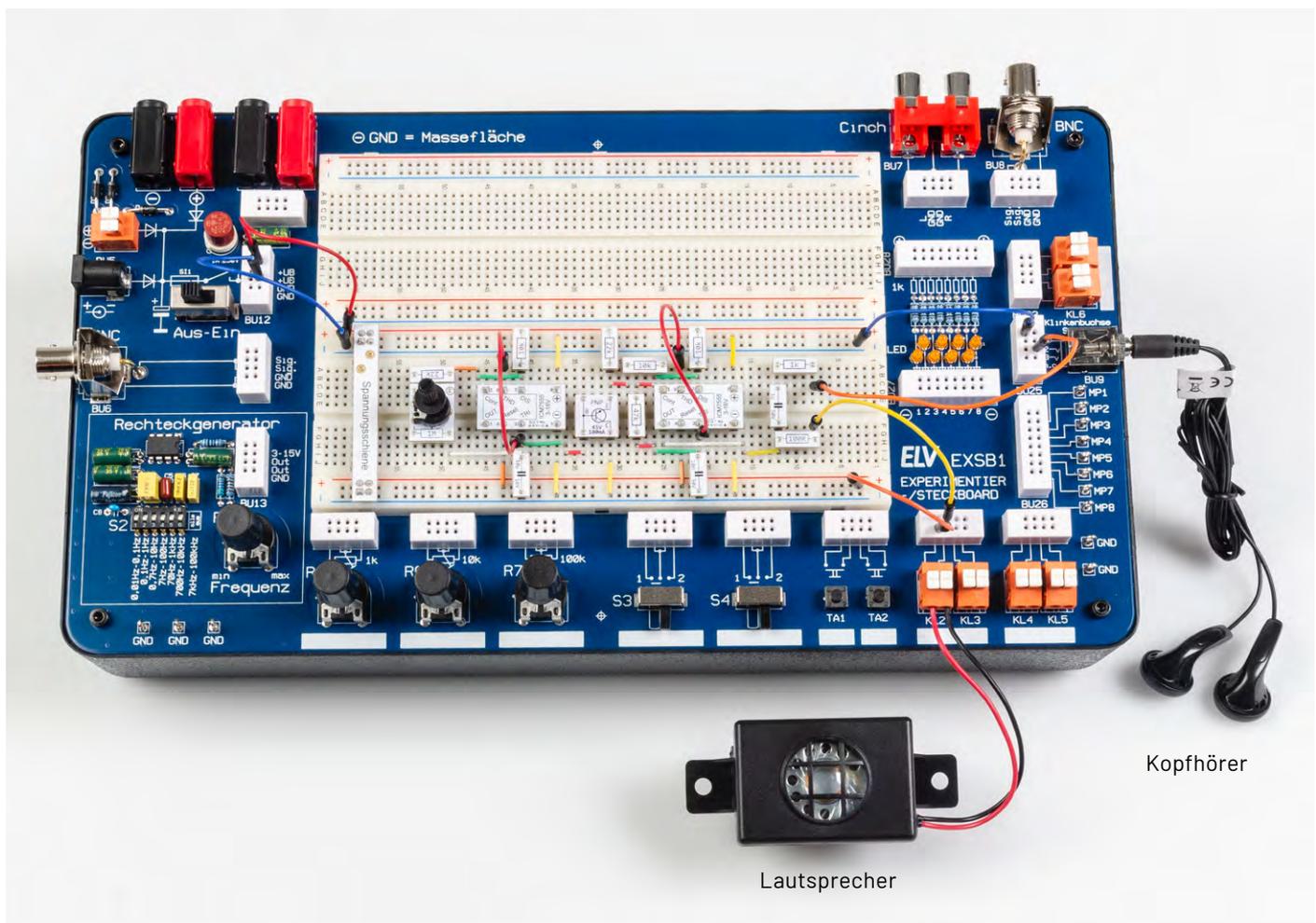
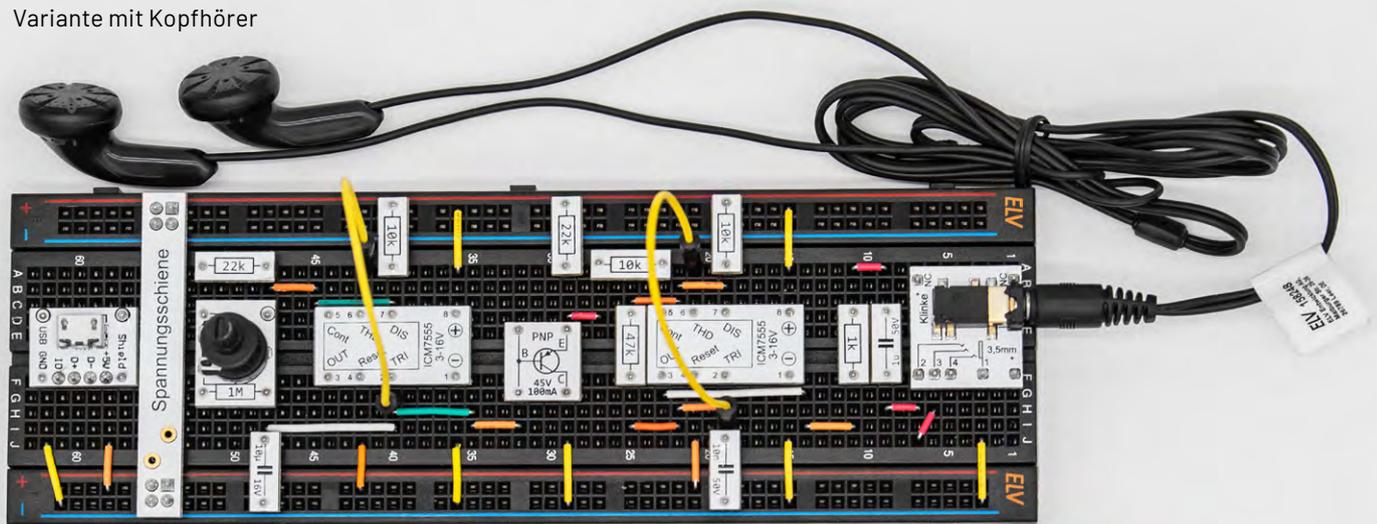


Bild 6: Aufbau der Sirenschaltung auf einem EXSB1 mit Lautsprecher und Kopfhörer

Variante mit Kopfhörer



Variante mit Lautsprecher

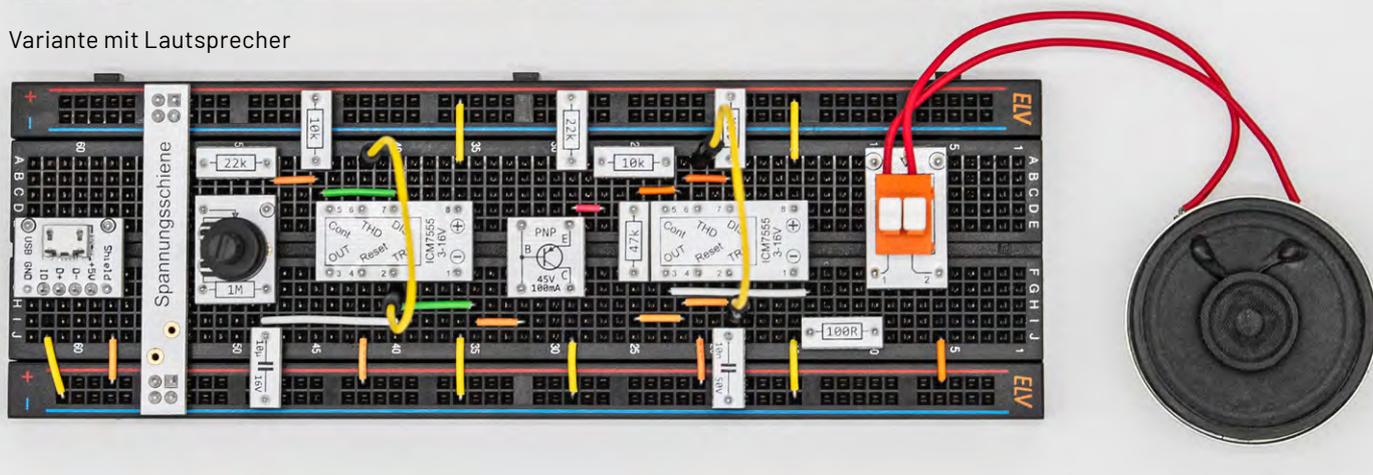


Bild 7: Beide Varianten der Sirenschaltung auf einem klassischen Steckboard mit Lautsprecher und Kopfhörer

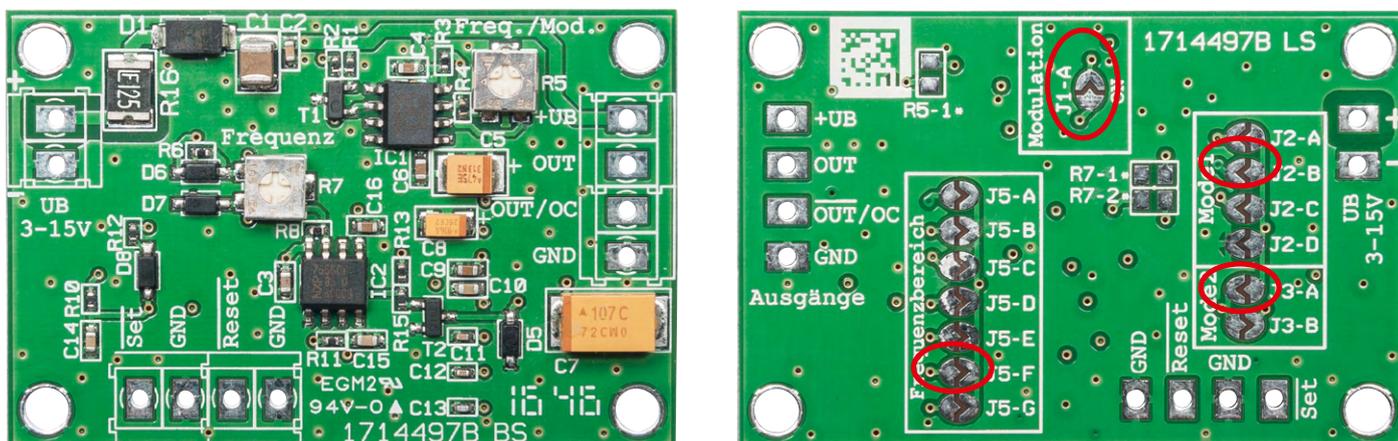
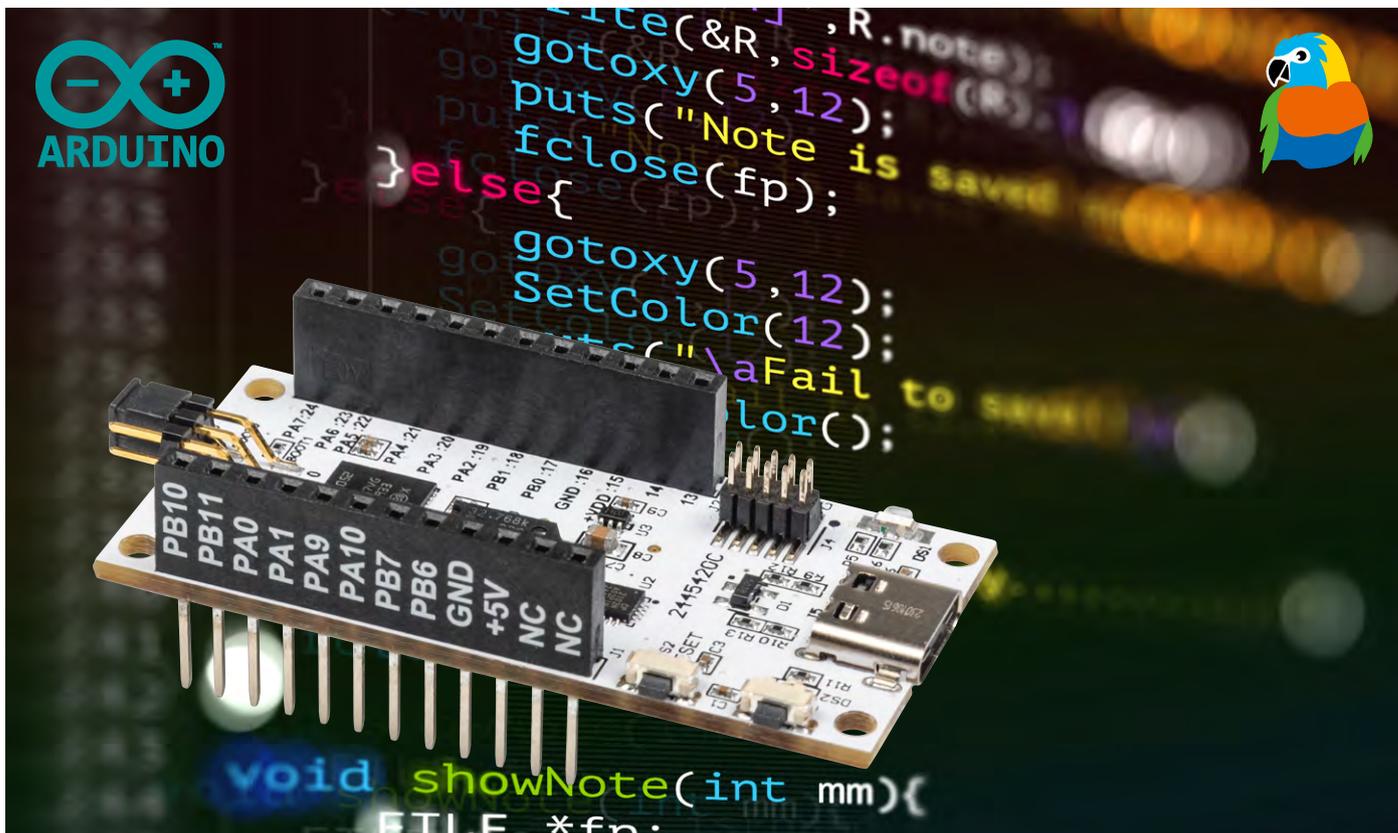


Bild 8: Anwendungsschaltung NE555-AWS

Alle bisher erschienenen Teile dieser Artikelserie zum PAD-PRO-Experimentierkit finden Sie im ELVshop:

ELVJournal 3/2023	Teil 1: Professionell experimentieren - Prototypenadapter-Professional-Experimentierkit PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 253473
ELVJournal 5/2023	Teil 2: Audioverstärker mit MEMS-Mikrofon - Anwendungsschaltung mit dem Prototypenadapter	Artikel-Nr. 253711
ELVJournal 6/2023	Teil 3: NE555-Grundsaltungen - Anwendungsschaltungen mit dem Prototypenadapter	Artikel-Nr. 253836
ELVJournal 1/2024	Teil 4: Anwendungsschaltungen mit dem Prototypenadapter - Professional-Experimentierkit PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 253948
ELVJournal 2/2024	Teil 5: LEDs richtig ansteuern - Anwendungsschaltungen mit dem PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 254100
ELVJournal 3/2024	Teil 6: Alarmanlage mit Vibrationsensor - Anwendungsschaltungen mit dem PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 254146
ELVJournal 5/2024	Teil 7: Komparatorschaltungen mit Operationsverstärkern - Anwendungsschaltungen mit dem PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 254212



Aus Ideen mehr machen!

Einfacher Einstieg in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung mit dem ELV-BM-MCU

Das ELV Basismodul Mikrocontroller ELV-BM-MCU bietet volle Kompatibilität zum beliebten ELV-Modulsystem, flexible Anschlussmöglichkeiten und eine hohe Energieeffizienz – perfekt für innovative DIY-Projekte und smarte Anwendungen!

In Zeiten, in denen Technologie und Kreativität Hand in Hand gehen, wird es immer wichtiger, Werkzeuge zu finden, die sowohl flexibel als auch vielseitig genug sind, um innovative Ideen Wirklichkeit werden zu lassen. Ob man als Tüftler, Entwickler oder Technikenthusiast an neuen Projekten und Ideen arbeitet – es braucht Lösungen, die einfach zu bedienen sind, aber gleichzeitig genügend Spielraum für komplexe Anwendungen bieten. Doch wie schafft man es, die eigenen Visionen auf das nächste Level zu heben? Diese Frage beantwortet das ELV Basismodul Mikrocontroller. Der verbaute STM32L052-Mikrocontroller bietet eine beeindruckende Kombination aus Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz, die ihn besonders für batteriebetriebene und mobile Projekte attraktiv machen. Im Vergleich zu vielen anderen Mikroprozessoren zeichnet er sich durch einen extrem niedrigen Stromverbrauch aus, ohne dabei an Funktionalität einzubüßen.

Die Programmierung des ELV Basismoduls Mikrocontroller erfolgt über die Arduino-Entwicklungsumgebung, die eine intuitive Oberfläche und zahlreiche Ressourcen bietet, um schnell in die Entwicklung einzusteigen. Außerdem steht sowohl hinter der STM32duino-Board-Bibliothek als auch hinter der Arduino-Entwicklungsumgebung eine große Community an Entwicklern und Enthusiasten, die ständig daran arbeiten, dass beide Komponenten immer besser werden. Insgesamt bietet das ELV-BM-MCU eine leistungsstarke und vielseitige Plattform, die besonders durch Energieeffizienz und Kompatibilität hervorsticht. Auf die einzelnen Bestandteile wird im Folgenden ausführlich eingegangen.

Vielfältige Schnittstellen

Der STM32L052 bietet zahlreiche Schnittstellen, die ihn zum ELV-Modulsystem kompatibel machen. Dazu gehören u. a. UART, I²C und SPI, was ihn ideal für Projekte macht, die die Kommunikation mit Modulen des Systems, aber auch mit anderen Geräten und Sensoren erfordern. Trotz seiner kompakten Bauweise liefert der Mikroprozessor genug Rechenleistung, um auch anspruchsvollere Aufgaben zu bewältigen.

Die Programmierung des ELV Basismoduls Mikrocontroller erfolgt über die Arduino-Entwicklungsumgebung, die eine intuitive Oberfläche und zahlreiche Ressourcen bietet, um schnell in die Entwicklung einzusteigen. Außerdem steht sowohl hinter der STM32duino-Board-Bibliothek als auch hinter der Arduino-Entwicklungsumgebung eine große Community an Entwicklern und Enthusiasten, die ständig daran arbeiten, dass beide Komponenten immer besser werden. Insgesamt bietet das ELV-BM-MCU eine leistungsstarke und vielseitige Plattform, die besonders durch Energieeffizienz und Kompatibilität hervorsticht. Auf die einzelnen Bestandteile wird im Folgenden ausführlich eingegangen.

Infos zum Bausatz ELV-BM-MCU

Schwierigkeitsgrad:
leicht

Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,5 h

Besondere Werkzeuge:
keine

Lötverfahren:
nein

Programmierkenntnisse:
ja

Elektrofachkraft:
nein

Schaltungsbeschreibung

Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung der ELV-MCU-Base erfolgt über die USB-Buchse J5 (USB 3.1, Typ C, 5V). Der USB-UART-Wandler CP2102 (U2) dient an dieser Stelle (neben seiner Hauptfunktion, siehe Konnektivität) als Spannungsregler, der die vom USB-Bus kommenden 5V auf 3,3V (typ.) herunterregelt. Mit dieser Spannung kann der Mikrocontroller U1 betrieben werden.

Um zu verhindern, dass eine fehlerhafte Spannung den UART-Wandler beschädigt, ist zwischen diesem und dem Mikrocontroller eine **ideale Diode** verbaut (U3). Dieses Bauteil sperrt, wenn an Pin 6 (VOUT) eine höhere Spannung anliegt als an Pin 1 (VIN). Vorteil gegenüber einer „echten“ Diode ist, dass über dieses Bauteil nur eine Spannung von etwa 0,02V abfällt und nicht wie bei einer Silizium-Diode von 0,7V.

Die Kondensatoren C7 bis C17 fangen Spannungsspitzen auf und puffern die Versorgungsspannung.

Mikrocontroller

Der namensgebende Mikrocontroller des ELV Basismoduls ist ein STM32L052 (U1). Dieser Mikrocontroller des Herstellers STMicroelectronics passt sich aufgrund seiner hervorragenden Low-Power-Eigenschaften und der einfachen Benutzbarkeit sehr gut in die Reihe der restlichen Basismodule des ELV-Modulsystems ein. Er besitzt eine Flash-Speichergröße von 64 KB und einen 8 KB großen RAM und wird von einem 32,768-kHz-Oszillator (Y1) mit einem externen Clock-Signal versorgt. Hiermit ist die Verwendung einer Real-Time-Clock (RTC) möglich. Die Kapazitäten C4 und C5 sorgen dafür, dass dieser Oszillator-Quarz anschwingen kann.

Details können dem Schaltbild des ELV-BM-MCU in **Bild 1** und den Platinenfotos mit den zugehörigen Bestückungsdrucken in **Bild 2** entnommen werden.

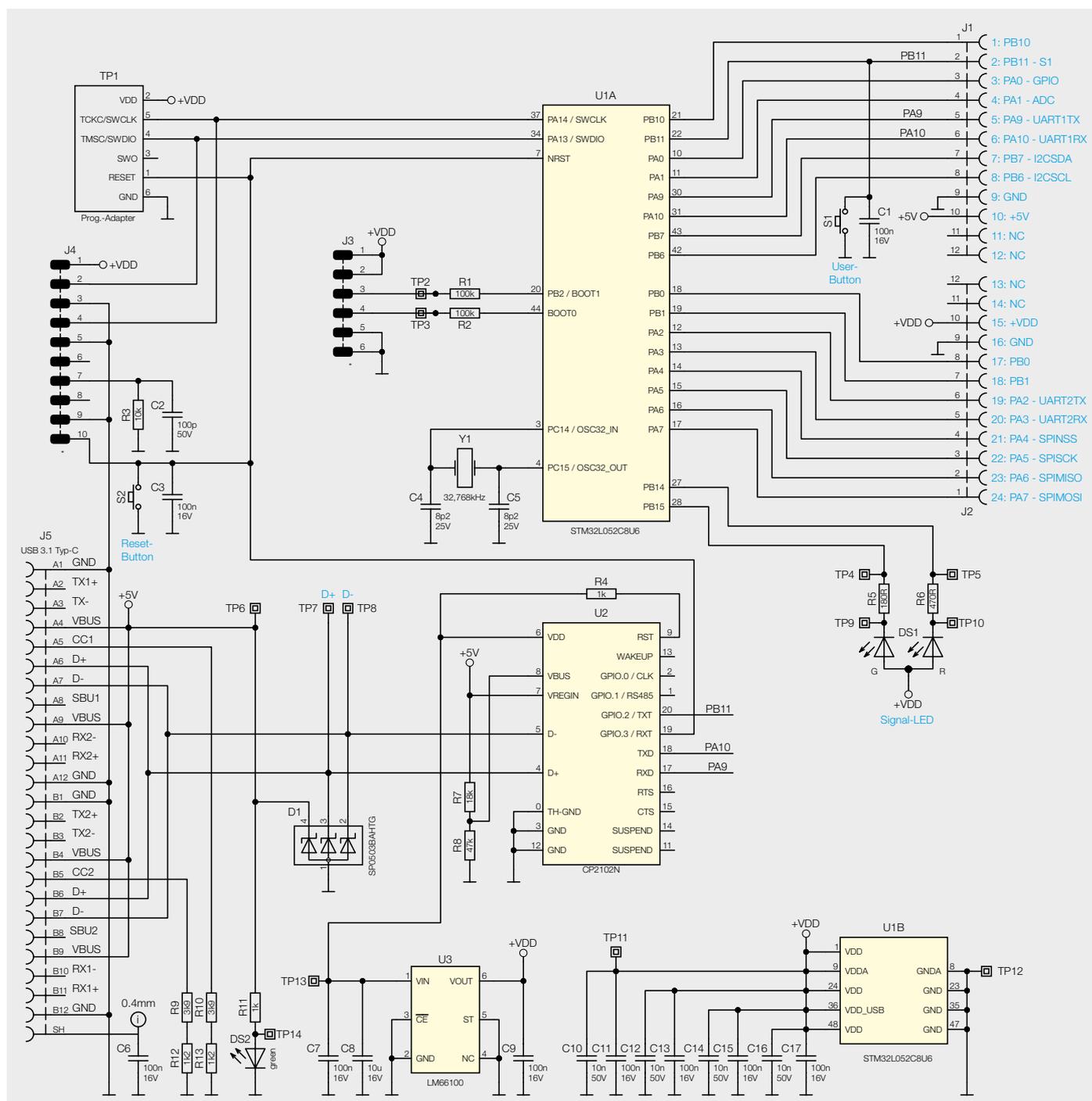


Bild 1: Schaltbild des ELV Basismoduls Mikrocontroller Unit ELV-BM-MCU

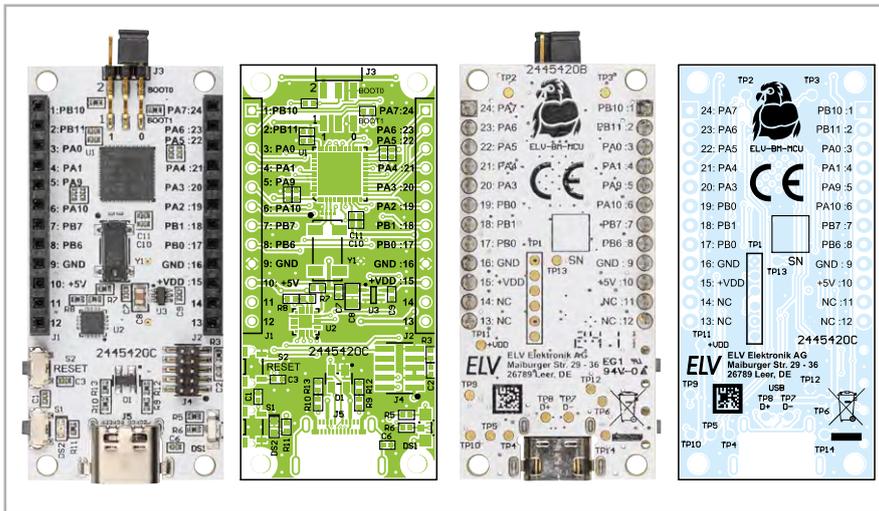


Bild 2: Die Platinen mit den zugehörigen Bestückungsdrucken

Konnektivität

Eine ganze Reihe an Pins des Mikrocontrollers ist mit den Stift-Buchsenleisten J1 und J2 verbunden. Hierbei sind einige Pin-Gruppen besonders hervorzuheben. Pin 5 und Pin 6 sind mit Pin PA9 und Pin PA10 des Mikrocontrollers verbunden und dienen standardmäßig als UART-Schnittstelle.

VORSICHT: Wenn Sie Pin PA9 und PA10 umkonfigurieren, ist keine Kommunikation mehr über die USB-Buchse mit dem Mikroprozessor möglich. Das bedeutet, dass auch über die serielle Schnittstelle keine Firmware mehr übertragen werden kann. Ein Neubspielen des Mikrocontrollers ist dann nur noch über die Programmierschnittstelle J4 möglich. Hierzu ist ein ST-Link-Programmieradapter notwendig.

Diese Pins sind ebenfalls mit dem UART-USB-Wandler verbunden und ermöglichen somit die Kommunikation mit dem Gerät über ein am Computer angeschlossenes USB-Kabel über einen virtuellen COM-Port.

Die Applikationsmodule des ELV-Modulsystems sind immer so konfiguriert, dass die I²C-Schnittstelle auf Pin 7 (PB7-I2CSDA) und Pin 8 (PB8-I2CSCL) der Stiftleisten liegen. Die Pins des Mikrocontrollers, die mit diesen Pins auf der Stiftleiste verbunden sind, sind als Standard-Pins des I²C-Bausteins des STM32L052 konfiguriert. Zur Kommunikation mit anderer Hardware über eine serielle Schnittstelle können Pin 19 (PA2-UART2TX) und Pin 20 (PA3-UART2RX) verwendet werden.

Zu guter Letzt gibt es noch ein weiteres gängiges Bussystem mit dem Namen SPI. Für dieses System sind die Pins 21–24 vorgesehen. Die bidirektionalen Busleitungen MISO und MOSI liegen auf den Pins 23 und 24, die Taktleitung auf Pin 22 und der dazugehörige Chip-Select auf Pin 21. Pin 2 ist direkt hardwareseitig mit dem User-Button S1 verbunden. Direkt neben dem User-Button befindet sich der Reset-Button S2. Dieser ist nicht mit der Stiftleiste verbunden, sondern direkt mit dem nReset-Pin (NRST) des Mikrocontrollers. Das Präfix *n* bedeutet, dass dieser Pin in der Logik umgekehrt ist, also nur ein Reset durchgeführt wird, wenn dieser Pin auf das Logik-Level LOW gebracht wird.

Alle Pins auf den Stiftleisten können als Standard-GPIOs konfiguriert werden und somit entweder als Inputs für Buttons und Schiebeschalter verwendet werden oder als Outputs für LEDs oder Schaltrelais. Beachten Sie bitte den Warnhinweis zu Pin PA9 und PA10.

Direkt neben dem Mikrocontroller U1 befindet sich die Stiftleiste J3. Diese ist ab Werk mit zwei Jumpern bestückt. Der Jumper in der Reihe, die sich näher an der Platine befindet, verbindet den wichtigen Steuer-Pin BOOT0 des Mikrocontrollers entweder mit der Masse oder der Versorgungsspannung (VDD). Die zweite Reihe der Stiftleiste J3 kann mit dem zweiten Jumper einen weiteren GPIO-Pin (PB2) nach Masse oder VDD überbrücken.

Lieferumfang

Im Lieferumfang des Bausatzes (Bild 3) sind neben dem Basismodul Mikrocontroller zusätzlich zwei Jumper für die Stiftleiste J3 enthalten. Die Jumper sind ab Werk aufgesteckt. Das ELV Basismodul Mikrocontroller wird vollständig montiert geliefert und kann sofort in Betrieb genommen werden.

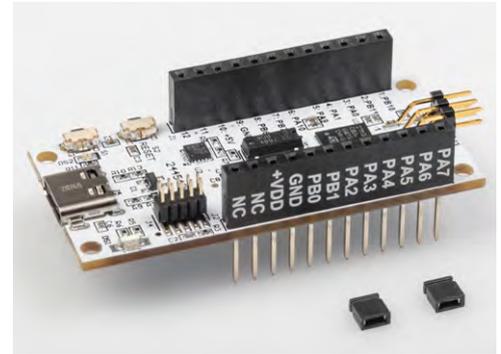


Bild 3: Lieferumfang des Bausatzes ELV-BM-MCU

Widerstände:

180 Ω/SMD/0402	R5
470 Ω/SMD/0402	R6
1 kΩ/SMD/0402	R4, R11
1,2 kΩ/SMD/0402	R12, R13
3,9 kΩ/SMD/0402	R9, R10
10 kΩ/SMD/0402	R3
18 kΩ/SMD/0402	R7
47 kΩ/SMD/0402	R8
100 kΩ/SMD/0402	R1, R2

Kondensatoren:

8,2 pF/25 V/SMD/0201	C4, C5
100 pF/50 V/SMD/0402	C2
10 nF/50 V/SMD/0402	C10, C12, C14, C16
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3, C6, C7, C9, C11, C13, C15, C17,
10 µF/16 V/SMD/0805	C8

Halbleiter:

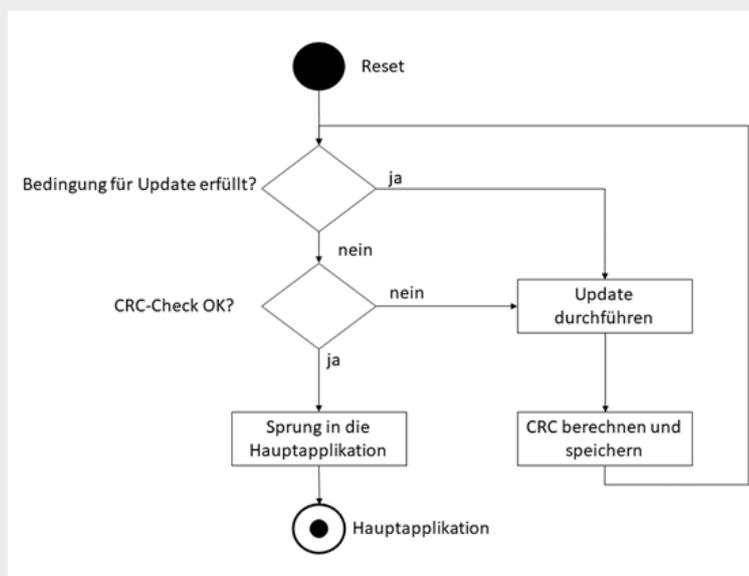
STM32L052C8U6/SMD	U1
CP2102N/SMD	U2
LM66100/SMD	U3
SP0503BAHTG/SMD	D1
Duo-LED/rot-grün/SMD	DS1
LED/grün/SMD/0603	DS2

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz, SMD	Y1
Taster mit 1,2-mm-Tastknopf,	
1x ein, SMD, 1,8 mm	S1, S2
Buchsenleisten, 1x 12-polig,	
10 mm Pinlänge, gerade	J1, J2
Stiftleiste, 2x 3-polig, abgewinkelt, SMD	J3
Stiftleiste, 2x 5-polig, 5,97 mm,	
gerade, RM = 1,27 mm, SMD	J4
USB-Buchse, Typ C, SMD	J5
Jumper, RM = 2,0 mm, schwarz, ohne Fahne	

Bootloader

Der Bootloader ist ein Programm, das ganz zu Beginn der Initialisierung eines Mikrocontrollers ausgeführt wird. Bei Ausführung werden grundlegende Peripherien des Controllers gestartet. Anhand mehrerer Kriterien wird überprüft, ob und an welche Speicheradresse nach Ausführung des Bootloaders gesprungen wird, um den Code der Applikationsfirmware auszuführen. Sollte diese Prüfung zum Ergebnis kommen, dass nicht in die Applikation gesprungen werden soll, kann nun der Speicherbereich der Applikationsfirmware gefahrlos überschrieben werden. So kann ein Firmware-Update durchgeführt werden. Zum Schluss kann noch durch eine CRC-Prüfung sichergestellt werden, dass die komplette Firmware überspielt wurde (Ablauf siehe Bild rechts).



Inbetriebnahme

Bevor Sie mit der Entwicklung auf der ELV-MCU-Base beginnen können, müssen Sie die neueste Version des VCP-Treibers installieren. Laden Sie den Treiber von der [Produktseite des ELV-Basismoduls Mikrocontroller](#) herunter und installieren Sie diesen.

Verbinden Sie nach Installation der Treiber ein USB-C-Kabel mit dem Mikrocontroller und Ihrem PC, um die Kommunikation über die serielle Schnittstelle mit dem Gerät zu ermöglichen. Sobald die ELV-MCU-Base mit einem PC verbunden ist, leuchtet die LED DS2 grün.

Bei dem in der ELV-MCU-Base verwendeten Mikrocontroller wird im Bootloader geprüft, ob der Flash-Speicher leer ist oder ob der BOOT0-Pin des Mikrocontrollers den Pin-Status HIGH hat. Dieser Pin ist auf der Stiftleiste J3 zu finden und kann mit einem der beiden beiliegenden Jumper entweder nach Masse (LOW) oder nach VDD (HIGH) überbrückt werden (siehe Bild 4).

Um eine neue Firmware einzuspielen, überbrücken Sie BOOT0-Pin und VDD, um den Update-Modus des Mikrocontrollers zu initialisieren.

Zur Programmierung der ELV-MCU-Base sind einige Software-Pakete notwendig. Installieren Sie Arduino IDE 2.3.3 sowie die Bibliothek STM32duino Board Library (Mindestversion 2.8.1).

Wie diese Bibliothek installiert wird, finden Sie in diesem [Fachbeitrag](#). Installieren Sie zudem den [STM32CubeProgrammer](#).

Ein guter Startpunkt ist die Beispiel-Firmware aus dem ELVshop. In dieser wird eine der LEDs regelmäßig ein- und ausgeschaltet und der Zustand dieser LED über die serielle Schnittstelle übertragen. Um diese in die Entwicklungsumgebung einzubinden, laden Sie die Zip-Datei herunter und entpacken Sie diese. Öffnen Sie die im Ordner enthaltene ELV-BM-MCU-Beispiel-Firmware.ino-Datei:

Codeblock 1

```

#include "ELV-BM-MCU.h"

void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  Serial1.begin(115200);
}

void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  Serial1.println("An");
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  Serial1.println("Aus");
  delay(1000);
}
  
```

Bevor die Datei übertragen werden kann, wählen Sie zunächst den korrekten Mikrocontroller aus. Klicken Sie im Menüband auf „Tools“ → „Board“ → „STM32 MCU based boards“ → „Generic STM32L0 series“. Wählen Sie anschließend unter „Tools“ → „Board part number“ die Option „Generic L052C8Ux“ aus. Zum Schluss wählen Sie unter „Tools“ → „Upload method“ noch „STM32CubeProgrammer (Serial)“ aus. Diese Einstellungen müssen zu Beginn der Entwicklung einmal ausgeführt werden, danach bleiben diese erhalten, bis sie geändert werden.

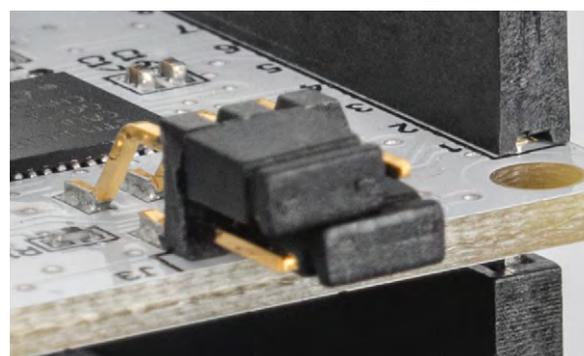
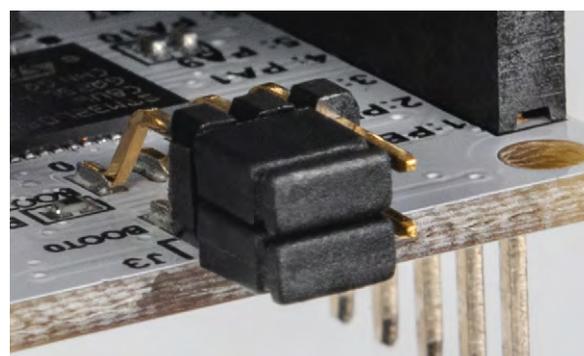


Bild 4: Oben: Pin BOOT0 ist nach GND überbrückt, bei Neustart des Geräts wird direkt in die Applikation gesprungen. Unten: Pin BOOT0 ist nach VDD überbrückt, bei Neustart des Geräts wird im Bootloader verblieben, und die Firmware kann neu aufgespielt werden.

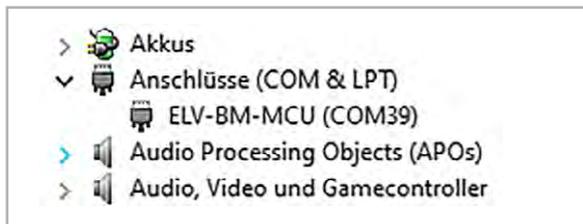


Bild 5: Das Gerät wird als COM-Anschluss im Gerätemanager erkannt.

Ist die ELV-MCU-Base über ein USB-Kabel mit dem PC verbunden, wird aber nicht korrekt vom Gerätemanager erkannt (Bild 5), installieren Sie die VCP-Treiber wie zu Beginn des Kapitels beschrieben.

Die letzte Einstellung vor dem Programmieren ist die Angabe des von Windows zugewiesenen COM-Ports in der Arduino IDE. Wählen Sie unter „Tools“ → „Port“ den entsprechenden COM-Port aus.

Übertragen von Firmware

Um den Code aus dem Code-Editor in Maschinencode zu übersetzen und diesen auf den Mikroprozessor zu übertragen, stellen Sie sicher, dass sich das Gerät im Bootloader befindet (BOOT0-Jumper in der korrekten Position, siehe Bild 4 unten). Drücken Sie anschließend auf den Reset-Button S2. Nun kann eine neue Firmware aufgespielt werden.

Klicken Sie auf den Upload-Button (siehe Bild 6 rechts), um die zuvor geschriebene Firmware auf das Gerät zu übertragen. Nach erfolgreicher Übertragung erteilt die Entwicklungsumgebung den expliziten Befehl, zum Beginn des Programms zu springen. Das Programm wird also direkt ausgeführt und die LED in DS1 blinkt grün.

Die Funktionalität lässt sich auch am seriellen Monitor (Bild 7) überprüfen. Um nach einem Neustart das Programm erneut zu starten, muss die Position des Jumpers des BOOT0-Pins entsprechend angepasst werden (siehe Bild 4 unten).

Klicken Sie in der rechten oberen Ecke des Programmfensters auf die Schaltfläche „Serial Monitor“.



Bild 6: Buttons zum Kompilieren und Übertragen der Firmware in der Arduino IDE



Bild 7: Um die Ausgabe über die serielle Schnittstelle auslesen zu können, wird der serielle Monitor der Arduino-Entwicklungsumgebung verwendet.

Nach der Übertragung des Programms und der Angabe der korrekten Baud-Rate (115200) werden die Ausgaben des Programms nun im unteren Bildschirmteil angezeigt. Diese zeigt nun für die Beispiel-Firmware den Status der LED an.

Programmieren mit Arduino

Die Grundstruktur eines Arduino-Programms besteht aus zwei voneinander getrennten Abschnitten. Im `setup()`-Teil wird ein Code eingefügt, der einmal zu Beginn der Applikation ausgeführt wird. Initialisierungen und Kalibrierungen von Sensoren oder Peripherien des Mikrocontrollers werden in der Regel im `setup()`-Teil ausgeführt. Der zweite Teil ist die `loop()`-Funktion. Diese wird immer wieder durchgeführt. Hier sollten Sensorabfragen oder Ausgänge geschaltet werden.

Beispiel Schaltrelais

Um mithilfe des ELV Basismoduls Mikrocontroller einen anderen elektrischen Verbraucher zu schalten, kann das [ELV Relais-Schaltmodul RSM1](#) verwendet werden. Dieses kann an einen Open-Collector-Ausgang angeschlossen werden. Da das RSM1 eine Schaltspannung von 12 V voraussetzt, ist zusätzlich ein [Step-up-Wandler](#) nötig. An die Eingänge des Spannungswandlers wird die 5-V-USB-Versorgungsspannung angeschlossen, und die Ausgänge werden mit den äußeren beiden Eingangsklemmen (+ und GND) des RSM1 verbunden. Des Weiteren wird an einem beliebigen GPIO-Pin hinter einem 10-k Ω -Widerstand die Basis eines NPN-Transistors angeschlossen. Der Collector dieses Transistors wird mit der Eingangsklemme OC (Open Collector) des Relais-Schaltmoduls und der Emitter mit der verbleibenden Masseklemme des RSM1 verbunden. Zuletzt wird als Auslöser noch ein Vibrations- bzw. Kugelsensor aus dem Prototypenadapter-Set PAD8 parallel zu einem 100-nF-Kondensator mit einem anderen Pin verbunden. Die gesamte Schaltung finden Sie in [Bild 8](#).

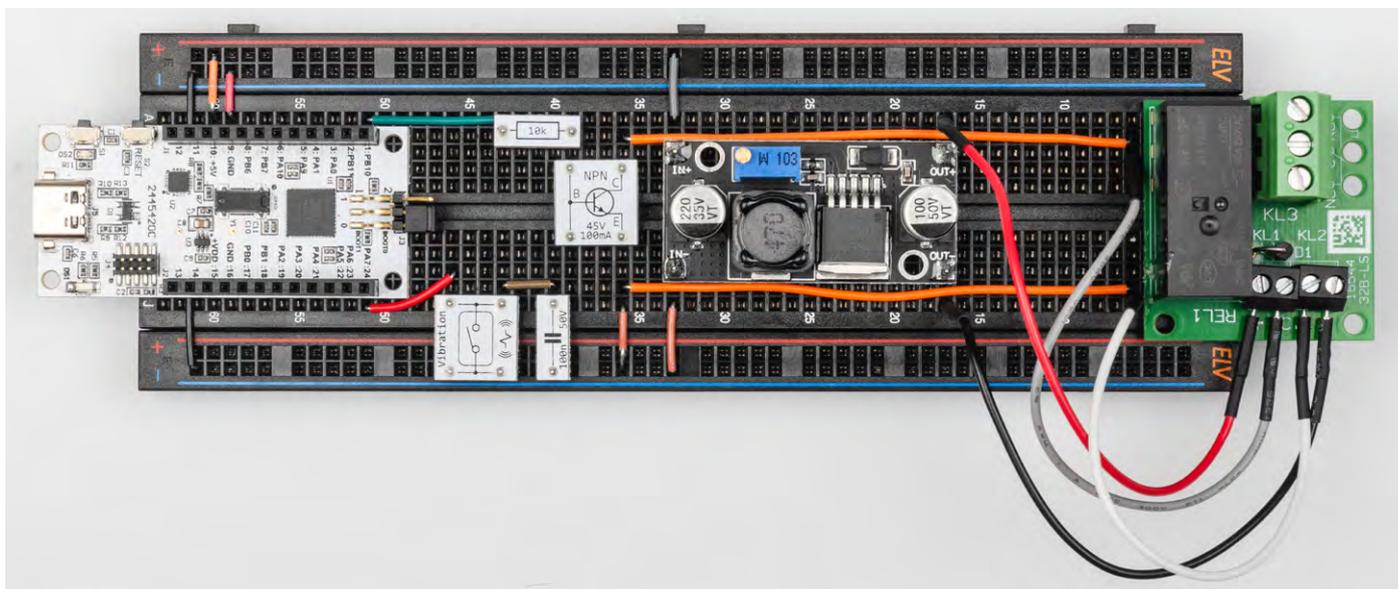


Bild 8: Das Relais-Schaltmodul kann mithilfe eines Spannungswandlers, der die USB-Spannung von 5 V auf 12 V erhöht, und einer Open-Collector-Schaltung verwendet werden.

Die Besonderheit dieser Schaltung ist der Vibrationssensor als Auslöser. Dieser legt ein elektronisches Verhalten an den Tag, das sich „prellen“ nennt. Beim „Prelen“ kommt es zu einem kurzzeitigen „Schwingen“ der Kontakte z. B. eines Tasters oder Schalters. Eine genauere Erklärung zum Prellverhalten des Kugelsensors finden Sie im Fachbeitrag [Viele kleine Helferlein – Prototypenadapter-Set PAD8](#). Auf dieses Verhalten kann sowohl mit Filterschaltungen als auch in

der Firmware reagiert werden. Hierfür kann das von Arduino bereitgestellte Codebeispiel „Debounce“ als Vorlage dienen. Um dieses zu öffnen, wählen Sie im Menüband der Entwicklungsumgebung „File“ → „Examples“ → „02. Digital“ → „Debounce“ aus. Um die Schaltung in [Bild 8](#) korrekt zu verarbeiten, sind Anpassungen im Beispiel nötig:

Codeblock 2: Debounce (modifiziert)

```

/*
  Debounce

  Each time the input pin goes from LOW to HIGH (e.g. because of a push-button
  press), the output pin is toggled from LOW to HIGH or HIGH to LOW. There's a
  minimum delay between toggles to debounce the circuit (i.e. to ignore
  noise).

  The circuit:
  - LED attached from pin 13 to ground through 220 ohm resistor
  - pushbutton attached from pin 2 to +5V
  - 10 kilohm resistor attached from pin 2 to ground

  - Note: On most Arduino boards, there is already an LED on the board
  connected
  to pin 13, so you don't need any extra components for this example.

  created 21 Nov 2006
  by David A. Mellis
  modified 30 Aug 2011
  by Limor Fried
  modified 28 Dec 2012
  by Mike Walters
  modified 30 Aug 2016
  by Arturo Guadalupi

  This example code is in the public domain.

  https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/Debounce
*/
#include "ELV-BM-MCU.h"
// constants won't change. They're used here to set pin numbers:
const int buttonPin = PIN24; // the number of the pushbutton pin
const int ledPin = PIN01; // the number of the LED pin

// Variables will change:
int ledState = HIGH; // the current state of the output pin
int buttonState; // the current reading from the input pin
int lastButtonState = HIGH; // the previous reading from the input pin

// the following variables are unsigned longs because the time, measured in
// milliseconds, will quickly become a bigger number than can be stored in an
// int.
unsigned long lastDebounceTime = 0; // the last time the output pin was
toggled
unsigned long debounceDelay = 50; // the debounce time; increase if the
output flickers

void setup() {
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // set initial LED state
  digitalWrite(ledPin, ledState);
}

void loop() {
  // read the state of the switch into a local variable:
  int reading = digitalRead(buttonPin);

  // check to see if you just pressed the button
  // (i.e. the input went from LOW to HIGH), and you've waited long enough
  // since the last press to ignore any noise:

  // If the switch changed, due to noise or pressing:
  if (reading != lastButtonState) {
    // reset the debouncing timer
    lastDebounceTime = millis();
  }

  if ((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay) {
    // whatever the reading is at, it's been there for longer
    // than the debounce
    // delay, so take it as the actual current state:

    // if the button state has changed:
    if (reading != buttonState) {
      buttonState = reading;

      // only toggle the LED if the new button state is LOW
      if (buttonState == LOW) {
        ledState = !ledState;
      }
    }
  }

  // set the LED:
  digitalWrite(ledPin, ledState);

  // save the reading. Next time through the loop, it'll be the
  lastButtonState:
  lastButtonState = reading;
}

// only toggle the LED if the new button state is LOW
if (buttonState == LOW) {
  ledState = !ledState;
}
}

// set the LED:
digitalWrite(ledPin, ledState);

// save the reading. Next time through the loop, it'll be the
lastButtonState:
lastButtonState = reading;
}

```

Fügen Sie zunächst die ELV-BM-MCU.h-Header-Datei (enthält die Zuordnungen der Pins vom Mikrocontroller zu den Stiftleisten) wie folgt hinzu:

Klicken Sie in der oberen rechten Ecke des Editors auf die Schaltfläche mit den drei Punkten, und wählen Sie die Option „New Tab“ aus. Geben Sie im Dialogfenster bei „Dateinamen“ ELV-BM-MCU.h ein. In diese Datei wird dann der Inhalt der gleichnamigen Datei aus dem Zip-Verzeichnis im [Downloadbereich](#) eingefügt.

Codeblock 3

```
#define PIN01 PB10
#define PIN02 PB11
#define PIN03 PA0
#define PIN04 PA1
#define PIN05 PA9
#define PIN06 PA10
#define PIN07 PB7
#define PIN08 PB8
#define PIN09 NC
#define PIN10 NC
#define PIN11 NC
#define PIN12 NC
#define PIN13 NC
#define PIN14 NC
#define PIN15 NC
#define PIN16 NC
#define PIN17 PB0
#define PIN18 PB1
#define PIN19 PA2
#define PIN20 PA3
#define PIN21 PA4
#define PIN22 PA5
#define PIN23 PA6
#define PIN24 PA7

#define LED_GREEN PB15
#define LED_RED PB14
#define LED_BUILTIN LED_GREEN

HardwareSerial Serial1(PA10, PA9);
```

Nach dem Hinzufügen dieser Datei können Sie den Konstanten `buttonPin` und `ledPin` die der Schaltung entsprechenden Werte zuweisen.

Konfigurieren Sie unbedingt den `buttonPin` in [Zeile 45](#) (Codeblock 2) mit einem Pull-up-Widerstand,

da ansonsten der Initialzustand des Sensors nicht definiert ist. Ändern Sie in [Zeile 75](#) (Codeblock 2) die Abfrage auf das Logiklevel `LOW` statt `HIGH`, da der Kugelsensor den verwendeten Pin mit der Masse verbindet.

In der `loop()`-Methode wird regelmäßig abgefragt, ob sich der Zustand des Buttons geändert hat. Ist dies der Fall, wird der aktuelle Zeitpunkt in einer Variable `lastDebounceTime` gespeichert ([Zeile 61–63](#)). Wenn die Zeitspanne seit dem letzten Mal, an dem sich der Zustand geändert hat, kürzer ist als das Intervall, das in [Zeile 42](#) (Codeblock 2) definiert wurde, wird der Zustand des Sensors als aktueller Zustand ignoriert. Das führt dazu, dass ein stetiges Hin- und Herwechseln des Logiklevels ignoriert wird, bis sich ein neuer Zustand konstant eingestellt hat.

Beispielapplikation UV-Ampel

Als Beispiel für die Verwendung digitaler Sensoren wird aus dem [ELV Applikationsmodul Optische Strahlungssensoren \(ELV-AM-ORS\)](#) eine UV-Ampel gebaut. Hierfür wird das Applikationsmodul einfach auf das Basismodul aufgesteckt. Zuletzt verbinden Sie jeweils noch Masse und Versorgungsspannung mit den entsprechenden Rails (siehe Beispielbild). Die gesamte Verschaltung ist in [Bild 9](#) abgebildet.

Für den AS7331-UV-Sensor gibt es bereits eine fertige Arduino-Bibliothek. Diese kann im Library Manager unter „SparkFun_AS7331_Arduino_Library“ installiert und im Code verwendet werden.

In der `Setup()`-Methode wird zuerst die serielle Schnittstelle initialisiert und eine initiale Ausgabe gemacht ([Zeile 34–36](#), Codeblock 4).

Danach wird über den Befehl `Wire.begin()`; die I²C-Schnittstelle initialisiert. Diese wird benötigt, um mit dem AS7331-UV-Sensor zu kommunizieren. Dann wird in den [Zeilen 41–45](#) (Codeblock 4) die Initialisierung des Sensors vorgenommen. War diese erfolgreich, wird der Sensor auf das Messen vorbereitet (Codeblock 4, [Zeilen 50–54](#)).

Zuletzt wird noch die Duo-LED in den [Zeilen 58 und 59](#) (Codeblock 4) initialisiert.

Während der `loop()`-Methode wird die Messung des Sensors mit dem Befehl `setStartState(true)`; gestartet. Nun wird so lange gewartet, bis die Messung fertig ist. Die Messwerte des Sensors werden übermittelt, ausgegeben und umgerechnet ([Zeile 72–80](#), Codeblock 4). Anhand dieser Werte wird anschließend die Farbe der LED gesetzt. Die LED zeigt rotes bzw. grünes Licht, wenn die beiden LEDs jeweils einzeln angesteuert werden. Wenn sie in Kombination angeschaltet werden, vermischt sich das Licht und es erscheint Orange-Gelb.

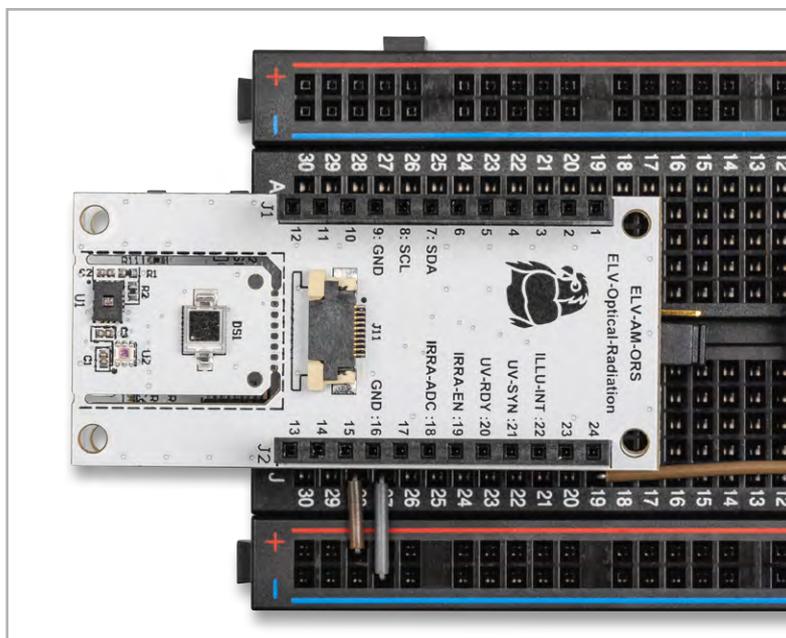


Bild 9: Unterhalb des ELV-AM-ORS befindet sich das ELV Basismodul Mikrocontroller.

Codeblock 4

```

/*
  Using the AMS AS7331 Spectral UV Sensor in Command/One Shot (CMD) Mode.

  This example shows how operate the AS7331 in the default CMD mode. The start
  command is sent, then delays until the conversion time has passed before
  reading out the UV values.

  By: Alex Brudner
  SparkFun Electronics
  Date: 2023/11/17
  SparkFun code, firmware, and software is released under the MIT License.
  Please see LICENSE.md for further details.

  Hardware Connections:
  IoT RedBoard --> AS7331
  QWIIC --> QWIIC

  Serial1.print it out at 115200 baud to serial monitor.

  Feel like supporting our work? Buy a board from SparkFun!
  https://www.sparkfun.com/products/23517 - Qwiic 1x1
  https://www.sparkfun.com/products/23518 - Qwiic Mini
*/

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SparkFun_AS7331.h>

#include "ELV-BM-MCU.h"

SfeAS7331ArdI2C myUVSensor;

void setup() {
  Serial1.begin(115200);
  while(!Serial1){delay(100);}
  Serial1.println("AS7331 UV A/B/C Command (One-shot) mode Example.");

  Wire.begin();

  // Initialize sensor and run default setup.
  if(myUVSensor.begin(kQuaternaryAS7331Addr) == false) {
    Serial1.println("Sensor failed to begin. Please check your wiring!");
    Serial1.println("Halting...");
    while(1);
  }

  Serial1.println("Sensor began.");

  // Set measurement mode and change device operating mode to measure.
  if(myUVSensor.prepareMeasurement(MEAS_MODE_CMD) == false) {
    Serial1.println("Sensor did not get set properly.");
    Serial1.println("Halting...");
    while(1);
  }

  Serial1.println("Set mode to command.");

  pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);
  pinMode(LED_RED, OUTPUT);
}

void loop() {

  // Send a start measurement command.
  if(kSTkErrOk != myUVSensor.setStartState(true))
    Serial1.println("Error starting reading!");

  // Wait for a bit longer than the conversion time.
  delay(2+myUVSensor.getConversionTimeMillis());

  // Read UV values.
  if(kSTkErrOk != myUVSensor.readAllUV())
    Serial1.println("Error reading UV.");

  int uv_gesamt = (myUVSensor.getUVA() + myUVSensor.getUVB() +
myUVSensor.getUVC())*0.025;
  Serial1.print("UVA:");
  Serial1.print(myUVSensor.getUVA());
  Serial1.print(" UVB:");
  Serial1.print(myUVSensor.getUVB());
  Serial1.print(" UVC:");
  Serial1.println(myUVSensor.getUVC());

  if(uv_gesamt < 3)
  {
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);
  }
  else if(uv_gesamt < 7)
  {
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(LED_RED, LOW);
  }
  else if(uv_gesamt < 11)
  {
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
    digitalWrite(LED_RED, LOW);
  }
  else
  {
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);
  }

  delay(2000);
}

```

Beispielapplikation Drehzahlmesser für die Windgeschwindigkeit

Als drittes Beispiel wird aus einem [Windrad](#), an dem ein Magnet befestigt wird, dem [ELV Applikationsmodul Hallsensor \(ELV-AM-Hall\)](#) und einer [7-Segment-Anzeige](#) ein Windgeschwindigkeitsdrehzahlmesser aufgebaut. Der Hallsensor wird hierzu einfach auf das Basismodul aufgesteckt und mit dem Windrad verbunden ([Bild 10](#) und [Bild 11](#)).

Anschließend stecken Sie die 7-Segment-Anzeige auf und verbinden diese wie in der Tabelle aufgezeigt.

Pins MCU-Base	Pins 7-Segment-Anzeige
21(PA4)	A(links)
22(PA5)	B(links)
24(PA6)	C(links)
24(PA7)	D(links)
7(PB7)	A(rechts)
3(PA0)	B(rechts)
2(PB11)	C(rechts)
1(PB10)	D(rechts)



Bild 10: Gesamtaufbau des Drehzahlmessers. Unterhalb des Anemometers befindet sich ein Magnet, der den Magnetsensor des ELV Applikationsmoduls Hallsensor auslöst.

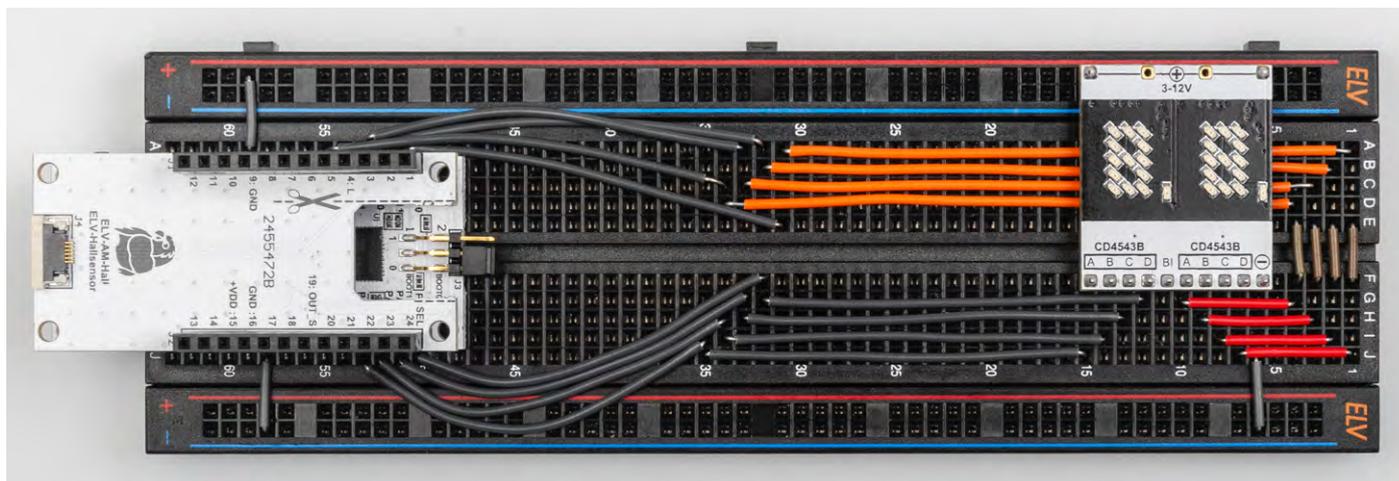


Bild 11: Detailaufnahme der Anschlüsse des Drehzahlmessers

In den vorherigen Beispielen wurde die normale Programmstruktur mit `setup()` und `loop()` verwendet. Nun gibt es in der Welt der Mikrocontroller Ereignisse, die ohne Wartezeit abgearbeitet werden müssen. Hierzu werden sogenannte Interrupts verwendet. Ein Interrupt kann, wenn bestimmte Bedingungen eintreten, das regulär laufende Programm anhalten (Interrupt Request IRQ) und die sogenannte Interrupt Service Routine (ISR) durchlaufen. Wenn diese fertig abgearbeitet wurde, wird das Hauptprogramm an der Stelle weitergeführt, an der es unterbrochen wurde.

Dieses Verhalten wird sich bei diesem Beispielaufbau zunutze gemacht. Der Ausgangspin des ELV Applikationsmoduls Hallsensor wird als externer Interrupt in [Zeile 41](#) von Codeblock 5 definiert.

Die Funktion `ISR1_anemometer_callback()` wird als ISR definiert, der Interrupt soll nur bei einer steigenden Spannungsflanke ausgelöst werden. In der definierten ISR wird eine Variable im Wert inkrementiert, also gezählt, wie oft der Interrupt ausgelöst wurde. In der Auswertung wird dieser Wert genommen und durch das Messintervall geteilt, um daraus die Drehzahl pro Minute über diesen Zeitraum im Mittelwert zu berechnen ([Zeilen 18–22](#), Codeblock 5).

Der reguläre Programmablauf ist, dass zu jedem Messintervall diese Drehzahl abgefragt wird, und dann die Ausgänge, die mit den Eingängen der 7-Segment-Anzeige aus dem PAD6-Set verbunden sind (siehe [Bild 11](#)) entsprechend den Messwerten geschaltet werden. Hierfür wird mithilfe des Modulo-Operators (`%`) die letzte Ziffer des Messwerts extrahiert und über die `bitRead()`-Funktion auf einzelne Binärkomponenten aufgeteilt ([Zeile 54–73](#), Codeblock 5).

Die 7-Segment-Anzeigen funktionieren so, dass sie ein 4-Bit-Signal an 4 Eingabepins entgegennehmen und diese dann in eine Anzeige umrechnen. Nachdem diese Prozedur für die „Einer“-Stelle der Drehzahl durchlaufen wurde, wird die Drehzahl ohne Rest durch 10 geteilt und wiederholt.

Codeblock 5

```
#include "ELV-BM-MCU.h"

unsigned int rotation_counter = 0;
const unsigned int measure_period_seconds = 10;

#define SEVEN_SEG_PIN_A1 PIN07
#define SEVEN_SEG_PIN_B1 PIN03
#define SEVEN_SEG_PIN_C1 PIN02
#define SEVEN_SEG_PIN_D1 PIN01

#define SEVEN_SEG_PIN_A2 PIN21
#define SEVEN_SEG_PIN_B2 PIN22
#define SEVEN_SEG_PIN_C2 PIN23
#define SEVEN_SEG_PIN_D2 PIN24

#define PIN_ELV_AM_Hall_LATCH PIN04

unsigned int calculateRotationsPerMinute()
{
    unsigned int rpm = (unsigned int)((float)rotation_counter /
    (float)measure_period_seconds * 60.0f);
    rotation_counter = 0;
    return rpm;
}

void ISR1_anemometer_callback()
{
    rotation_counter++;
}

void setup() {
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_A1, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_B1, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_C1, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_D1, OUTPUT);

    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_A2, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_B2, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_C2, OUTPUT);
    pinMode(SEVEN_SEG_PIN_D2, OUTPUT);

    pinMode(PIN_ELV_AM_Hall_LATCH, INPUT_PULLUP);
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PIN_ELV_AM_Hall_LATCH),
    ISR1_anemometer_callback, RISING);
}
```

```
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_A1, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_B1, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_C1, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_D1, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_A2, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_B2, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_C2, LOW);
digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_D2, LOW);
}

void setOutputToDigit(unsigned int decimal, unsigned int output_number)
{
    if((0 <= decimal) && (decimal < 10))
    {
        if(output_number == 1)
        {
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_A1, bitRead(decimal, 0));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_B1, bitRead(decimal, 1));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_C1, bitRead(decimal, 2));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_D1, bitRead(decimal, 3));
        }
        else if(output_number == 2)
        {
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_A2, bitRead(decimal, 0));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_B2, bitRead(decimal, 1));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_C2, bitRead(decimal, 2));
            digitalWrite(SEVEN_SEG_PIN_D2, bitRead(decimal, 3));
        }
    }
}

void loop() {
    delay(measure_period_seconds * 1000);
    noInterrupts();
    unsigned int rotations_per_seconds = calculateRotationsPerMinute();
    interrupts();
    if (rotations_per_seconds < 99)
    {
        setOutputToDigit(rotations_per_seconds%10, 1);
        setOutputToDigit((rotations_per_seconds/10)%10, 2);
    }
}
```

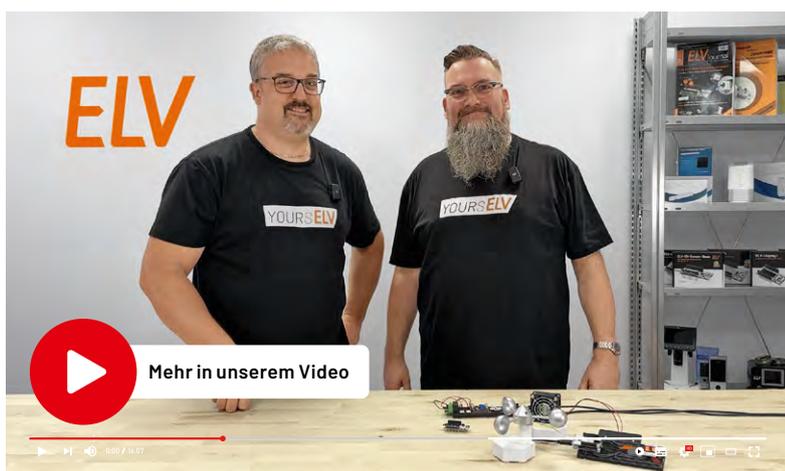
Fazit

Abschließend lässt sich festhalten, dass das ELV Basismodul Mikrocontroller Entwicklern eine leistungsfähige und vielseitige Plattform bietet. Die gezeigten Code-Beispiele verdeutlichen die Flexibilität des Boards und die einfache Programmierung des Controllers, was besonders bei der Entwicklung und dem Testen neuer Anwendungen von Vorteil ist.

Dank der breiten Unterstützung verschiedener Applikationsmodule und seiner umfassenden Peripherie-Ausstattung eignet sich das Board für eine Vielzahl von Projekten: von IoT-Lösungen bis hin zu industriellen Anwendungen. Es ermöglicht Entwicklern, ihre Ideen schnell und effizient in die Realität umzusetzen und dabei von einer stabilen, gut dokumentierten und erweiterbaren Hardwarebasis zu profitieren.



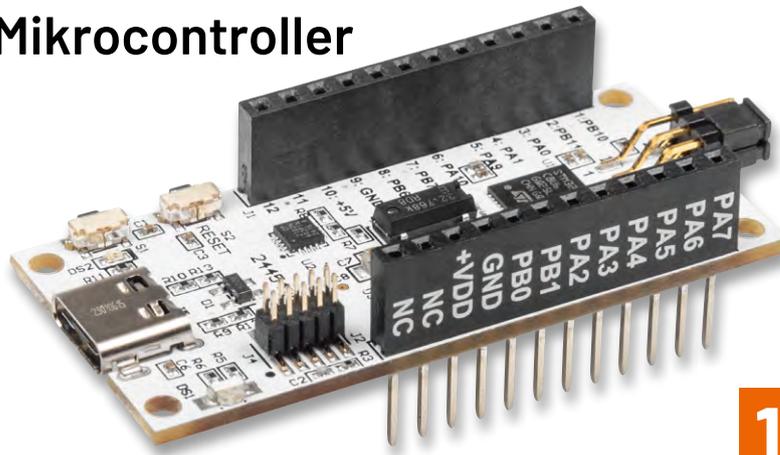
Alle Programmcodes finden Sie auch als Source-Datei im ELVshop bei diesem [Fachbeitrag](#) unter Downloads.



Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-BM-MCU
Stromaufnahme:	Stop Mode: typ. 3 µA Normal Mode: 2,9 mA
Versorgungsspannung:	3,0–3,3 VDC (Pin 15) 5 VDC (Pin 10) 5 VDC (USB-Powered)
Leitungslängen an J1 und J2:	max. 10 cm
Abmessungen (B x H x T):	26 x 59 x 19 mm
Gewicht:	9 g

ELV Basismodul Mikrocontroller ELV-BM-MCU


ELV

NEU

EXKLUSIV

BAUSATZ

19,95 €

Artikel-Nr. 160856

[Zum Produkt](#)

- Experimentier- und Lernplatte zur Programmierung von Mikrocontrollern
- Einfache Inbetriebnahme durch Nutzung der Arduino-Entwicklungsumgebung
- Energiesparmodus: Im Sleep-Modus verbraucht der Prozessor nur 3 μ A
- Kompatibel mit dem ELV-Modulsystem – mit ELV-PM-LR03 und ELV-EM-PP1 können eigene batteriebetriebene Prototypen entwickelt werden

Eigene Low-Power-Anwendungen entwickeln

+ ELV Powermodul LR03 ELV-PM-LR03

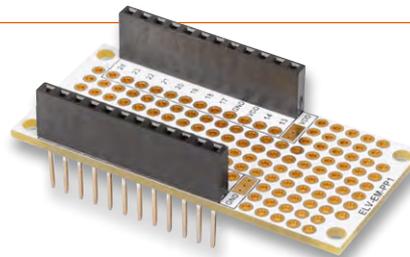
- Powermodul für das ELV-Modulsystem in kompakter Ausführung
- Betrieb mit einer Microzelle 1,5 V (LR03/AAA)
- Hocheffizienter Step-up-Wandler mit niedriger Anlaufspannung und geringer Ruhestromaufnahme
- Stand-alone-Betrieb für Experimentierzwecke möglich


ELV
12,95 €

Artikel-Nr. 158382

+ ELV Prototypenplatte ELV-EM-PP1

- Prototypenplatte für eigene Applikationen und einfache Einbindung in das ELV-Modulsystem
- Frei belegbares Lochrasterfeld
- System-Steckverbinder, beschriftet für das einfache Aufstecken z. B. auf die LoRaWAN®-Basis ELV-LW-Base

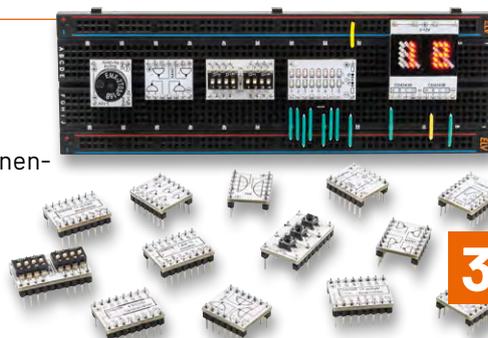

ELV
7,95 €

Artikel-Nr. 158396

Schnell auch komplexe Schaltungen aufbauen und testen

+ ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD6, CMOS-Logik

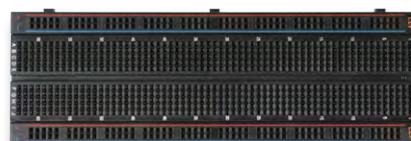
- 32-teiliges CMOS-Logiklevel-Modul- und Funktionsplatten-Set für Logikschaltungen auf dem Breadboard
- Gewährt die Steckboard-Kompatibilität von Bauteilen, die nicht im üblichen 2,54-mm-Rasterformat vorliegen oder nicht mechanisch passen
- Aufgedruckte Anschlussbeschriftung


ELV
39,95 €

Artikel-Nr. 155858

+ ELV Steckplatte/Breadboard mit 830 Kontakten

- Beliebig erweiterbar: mehrere Experimentier-Boards lassen sich einfach zusammenstecken
- Max. Betriebsspannung 30 V_{AC} bzw. 42 V_{DC}
- Abmessungen (B x H x T): 165 x 54 x 10 mm


ELV
6,95 €

Artikel-Nr. 250986

Kostenlose

Online- Fachseminare

Mit unseren Experten

Torsten Boekhoff

Teamleiter ELV Technical Support Center

Thomas Wiemken

ELV Entwicklung

Andreas Prast

ELV Technical Support Center

und

Holger Arends

Redaktionsleiter ELVjournal
und Homematic IP Experte

zu Themen rund um Smart Home,
Homematic IP und Bausätzen



Alle Online-Fachseminare finden **live**
auf unserem Youtube-Kanal statt:

youtube.com/@elvelektronik

Einfach kostenlos abonnieren und
kein Seminar mehr verpassen!



Unser nächstes Fachseminar:
Das ELV Weihnachtsseminar
Mittwoch, 11.12.2024 um 17.00 Uhr

Bleiben Sie stets auf dem Laufenden!
Alle Termine und bisherigen Seminare
finden Sie [hier](#).

Sicherheit zu Hause!



Kohlenmonoxid-Melder Ei208D

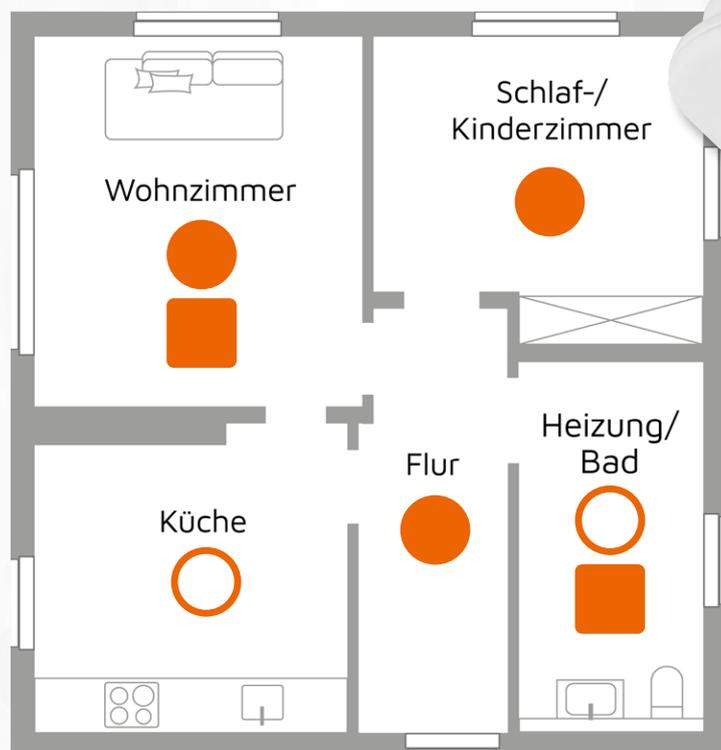
- Gibt symbolische Handlungsanweisungen für „Lüften“ und „Raum verlassen“
- Elektrochemischer Sensor, einzeln in CO-Umgebung kalibriert, 5 Jahre Herstellergarantie
- Visueller und akustischer Alarm bei entsprechender Grenzwertüberschreitung
- Wartungsarm dank fest eingebauter Lithium-Batterie – typ. 10 Jahre Haltbarkeit



38,99 €

Artikel-Nr. 120875

[Zum Produkt](#)



59,95 €

Artikel-Nr. 142685

[Zum Produkt](#)

homematic IP

Rauchwarnmelder HmIP-SWSD

- Smart-Home-Rauchwarnmelder mit Q-Label - hohes Qualitätsniveau der Richtlinie vfdb 14-01
- Selbsttest- und Batterieüberwachungsfunktion
- LED-Notbeleuchtung als Orientierungslicht
- Lange Batterielebensdauer von 10 Jahren
- Kann in Homematic IP Sicherheitslösungen auch als Alarmgeber eingesetzt werden

Hinweis: Homematic IP Access Point, CCU3 oder Homematic IP Home Control Unit vorausgesetzt



Hitze-/Wärmewarnmelder Ei630W

- Wartungsarm dank fest eingebauter Lithium-Batterie; typ. 10 Jahre Batterielaufzeit
- Geeignet für z. B. Küche, Garage, Heizungsraum, Bad, Dachboden
- Praktische Demontagesicherung gegen unbefugtes Entfernen
- Automatische Selbstüberwachung (Sensorik, Batterie, Elektronik)



39,99 €

Artikel-Nr. 253392

[Zum Produkt](#)

Elektronische Heinzelmänner: Akustikschalter

Projekte für Elektroneinsteiger

Teil 9

Akustikschalter, oft auch als „Klatschschalter“ bezeichnet, sind elektronische Geräte, die auf akustische Signale wie Klatschen, Pfeifen oder andere Geräusche reagieren. Die Schalter können verwendet werden, um Lampen oder Maschinen ein- und auszuschalten, ohne dass physischer Kontakt zur eigentlichen Schalteinheit nötig ist. Der Begriff „Elektronischer Heinzelmann“ spielt auf die unsichtbare Hilfe im Hintergrund an, die durch den Akustikschalter repräsentiert wird – angelehnt an die mythischen Heinzelmännchen, die im Verborgenen nützliche Arbeiten verrichten.



Über den Autor

Dr. Günter Spanner ist als Autor zu den Themen Elektronik, Sensortechnik und Mikrocontroller einem weiten Fachpublikum bekannt. Schwerpunkt seiner hauptberuflichen Tätigkeit für verschiedene Großkonzerne wie Siemens und ABB ist die Projektleitung im Bereich Entwicklung und Technologie-Management. Der Dozent für Physik und Elektrotechnik hat zudem zahlreiche Fachartikel und Bücher veröffentlicht sowie Kurse und Lernpakete erstellt.

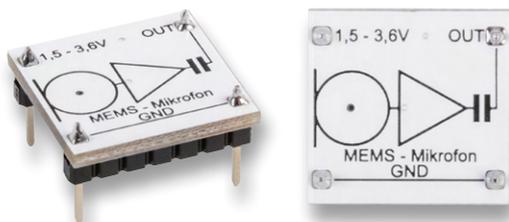


Bild 1: Mikrofon-Modul

Empfang akustischer Signale

Ein Akustikschalter basiert auf einem Mikrofon, das die zur Steuerung erforderlichen Schallwellen zunächst erfasst. Diese Schallwellen werden in elektrische Signale umgewandelt, die dann durch eine Signalverarbeitungseinheit analysiert werden. Wenn das Geräusch einem vorher definierten Muster entspricht, z. B. einem Klatschen, löst der Schalter eine Aktion aus – in der Regel das Ein- oder Ausschalten einer LED oder eines angeschlossenen Geräts. Der Klatschschalter ist in gewissem Sinne das Gegenstück zur Miniorgel aus dem letzten Beitrag. Dort wurden mithilfe elektronischer Oszillatoren Geräusche erzeugt. Nun werden manuell erzeugte Geräusche genutzt, um elektronische Schaltereignisse zu steuern.

Mikrofone als hochempfindliche elektronische Ohren

Mikrofone gehören zu den wichtigsten Komponenten in der modernen Elektronik und Kommunikationstechnologie. Jedes Mobiltelefon, jedes Tablet oder Notebook verfügt über mindestens eines dieser technischen Meisterwerke. Mikrofone sind seit vielen Jahren die hochempfindlichen „elektronischen Ohren“ der Technik. Egal ob humanoider Roboter, Ultraschallgeräte beim Arzt, in der Musikproduktion, der Sprachsteuerung in Smart-Home-Geräten oder der Schallanalyse in wissenschaftlichen und industriellen Bereichen – praktisch kein moderner Technikzweig kommt ohne effiziente Schallwandler aus.

Mikrofone wandeln Schallwellen in elektrische Signale um und ermöglichen so die Aufnahme und Übertragung von Tönen und Klängen. Diese Fähigkeit, selbst feinste Geräusche präzise zu erfassen und in elektronische Informationen umzuwandeln, macht Mikrofone zu unverzichtbaren Komponenten.



Bild 2: Knackfrosch als Fernbedienung

Mikrofone sind also häufig nicht nur einfache Aufnahmegeräte, sondern auch hochentwickelte Sensoren, die eine Schlüsselrolle in der akustischen und elektronischen Welt spielen.

Bild 1 zeigt ein Mikrofon-Modul wie es z. B. in dem PAD-Kit PAD7 „Audio“ oder im PAD-PRO-EXSB Professional-Set (siehe Abschnitt „Material“ am Ende des Artikels) enthalten ist. Das Besondere an diesem Modul ist, dass es ein sogenanntes MEMS-Mikrofon enthält. Diese Variante ist inzwischen in vielen Geräten zu finden. Diese Mikrofone basieren auf der sogenannten Micro-Electro-Mechanical-Systems-Technologie (MEMS), über die wir bereits im ELVjournal 05/2024 in der Rubrik „Innovative Bauteile“ berichteten, und sie haben die herkömmlichen Elektretmikrofone in vielen Bereichen ersetzt.

MEMS-Mikrofone überzeugen nicht nur durch ihre geringe Größe, sondern auch durch ihre technischen Eigenschaften. Sie bieten ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis, eine hohe Empfindlichkeit und einen sehr geringen Stromverbrauch. Für den effizienten Betrieb des MEMS-Mikrofons sind zwei Kondensatoren auf dem Modul vorhanden. Sie dienen zur Glättung der Versorgungsspannung bzw. als Koppelkondensator am Ausgang.

Das Modul verfügt über die folgenden Eigenschaften:

- Versorgungsspannung: 1,5–3,6 V
- Stromaufnahme: < 0,5 mA
- Frequenzgang: 100 Hz bis 80 kHz
- Ausgangsimpedanz: 400 Ω
- Modul-Platine (L x B): 18 x 16 mm

Ein interessanter Aspekt dieses Mikrofontyps ist seine hohe Bandbreite. Diese reicht weit in den Ultraschallbereich hinein. Übliche Mikrofone erreichen meist nur etwa 20 kHz, was der Hörgrenze eines jungen Menschen entspricht. Das MEMS-Mikrofon hingegen kann auch Ultraschallsignale bis zu einer Frequenz von ca. 40 kHz mit hoher Empfindlichkeit empfangen. Dadurch ergeben sich verschiedene Vorteile und Möglichkeiten bei der Anwendung als akustischer Sensor. So können etwa kurze hochfrequente Signalspitzen leichter erfasst werden.

Klatschen oder Knackfrosch?

Zum Aktivieren eines Akustikschalters wird ein möglichst prägnantes Schallsignal benötigt. Idealerweise ist dieses vergleichsweise laut und kurz. Intensive, impulsförmige Signale sind am besten in der Lage, einen elektronischen Schalter umzuschalten.

Die einfachste Möglichkeit, ein solches Signal zu erzeugen, ist lautes Händeklatschen. Hier entsteht der Schallimpuls durch die schnelle Bewegung der Hände und das Aufeinandertreffen der Handflächen. Dies erzeugt eine plötzliche Kompression der Luft, sobald sich die Handflächen treffen, was zu einem schnellen Anstieg des Luftdrucks führt. Durch die plötzliche Kompression wird die Luft um die Hände herum verdrängt, wodurch eine Druckwelle erzeugt wird. Diese Druckwelle breitet sich als Schallwelle im Raum aus.

Das charakteristische Geräusch des Händeklatschens ist also eine Folge der raschen Kompression der Luft, die durch das schnelle Zusammenbringen der Hände verursacht wird. Der so entstehende Schallimpuls ist bestens für unsere Zwecke geeignet. Ein Vorteil des Händeklatschens ist zudem, dass man dazu keinerlei spezielle Ausrüstung benötigt. Durch Klatschen kann ein Akustikschalter immer und jederzeit betätigt werden.

Eine andere Methode ist die Verwendung eines sogenannten „Knackfroschs“. Ein Knackfrosch ist ein einfaches mechanisches Spielzeug, das beim Drücken ein knackendes Geräusch erzeugt. Das Prinzip hinter dem Knackfrosch beruht auf der plötzlichen Freigabe mechanischer Spannungsenergie.

Ein typischer Knackfrosch besteht aus einem flachen, metallischen Streifen aus Federstahl, der in einem Kunststoffgehäuse unterge-

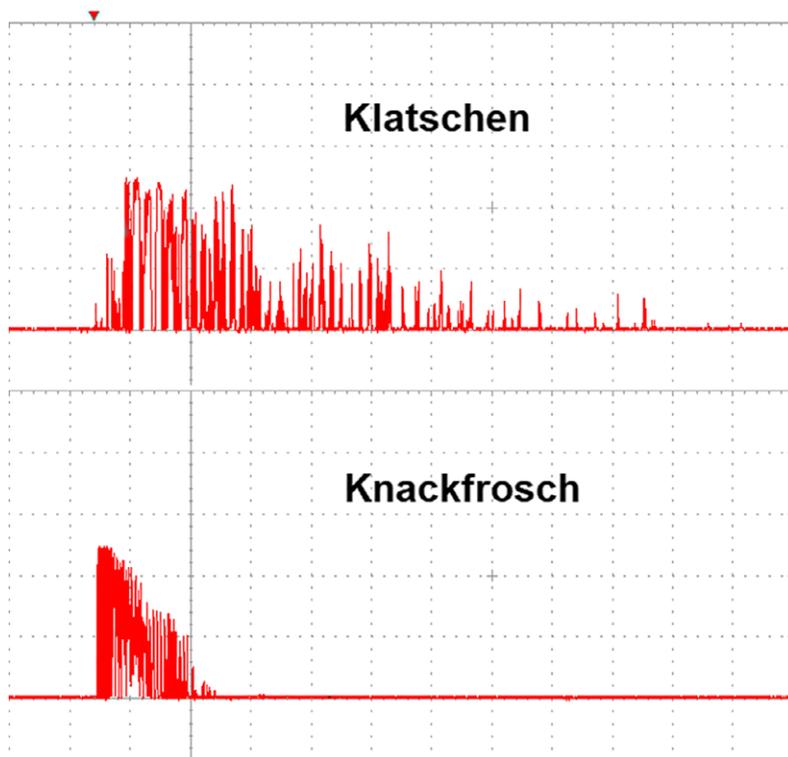


Bild 3: Schallsignal des Knackfroschs und beim Klatschen im Vergleich (2 V bzw. 5 ms/Skalenteil)

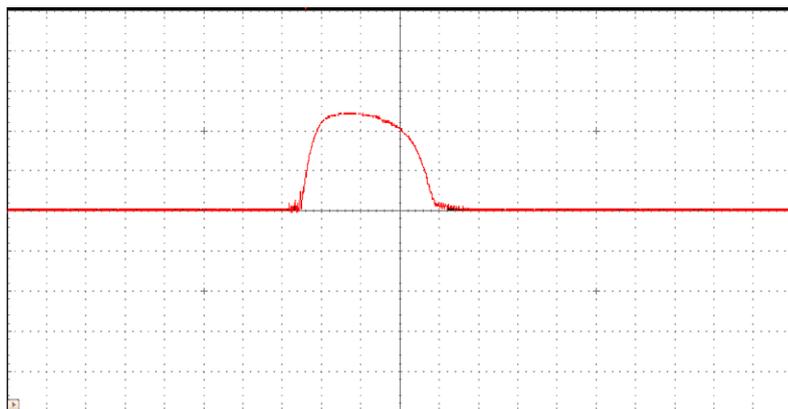


Bild 4: Schaltimpuls des Knackfrosches nach der Verstärkerstufe (2 V bzw. 5 ms /Skalenteil)

bracht ist. Dieser Streifen ist speziell gebogen. Wenn man auf den Knackfrosch drückt, entsteht Druck auf den Metallstreifen, wodurch er sich weiter biegt. Dadurch wird der Streifen in eine zunehmend gespannte Position gebracht. Sobald der Druck eine bestimmte Grenze überschreitet, schnellt der Streifen plötzlich um und wechselt in eine entgegengesetzte, entspannte Position. Dieser plötzliche Wechsel erzeugt eine rasche Bewegung des Metalls.

Das laute Knackgeräusch entsteht also durch die plötzliche Freisetzung der gespeicherten Energie im Metallstreifen. Diese schnelle Bewegung erzeugt eine Druckwelle in der Luft, die als lautes Knacken wahrgenommen wird.

Bild 2 zeigt ein Beispiel für einen Knackfrosch. Der Metallstreifen ist hier in einem froschförmigen Kunststoffgebilde untergebracht. Der Vorteil des Knackfroschs ist, dass er ein noch besser geeignetes Schallsignal als beim Händeklatschen abgibt.

Bild 3 zeigt einen Vergleich der beiden Signale. Man erkennt, dass das Knackfroschsignal noch kürzer und prägnanter ist als das Händeklatschen.

Verstärkung und Schalter

Nachdem sowohl beim Klatschen als auch beim Auslösen eines Knackfroschs am Ausgang des MEMS-Mikrofons ein geeigneter Schallimpuls zur Verfügung steht, steht dem Aufbau eines Klatschschalters nichts mehr im Weg. Prinzipiell könnte man das Schallsignal am Mikrofonausgang direkt zum Schalten verwenden. Es zeigt sich jedoch, dass eine zusätzliche Verstärkerstufe die Empfindlichkeit des Akustikschalters deutlich verbessert (Bild 4).

Durch einen Kondensator am Ausgang der Verstärkerstufe kann die Zuverlässigkeit der Schaltung zusätzlich erhöht werden. Aus dem stark strukturierten Schallsignal am Mikrofonausgang wird über den Kondensator ein klar definierter Schaltimpuls gewonnen. Dieser Impuls kann nun direkt zum Schalten des nachfolgenden elektronischen Umschalters verwendet werden. Das vollständige Schaltbild ist in Bild 5 dargestellt und der Aufbauvorschlag in Bild 6.

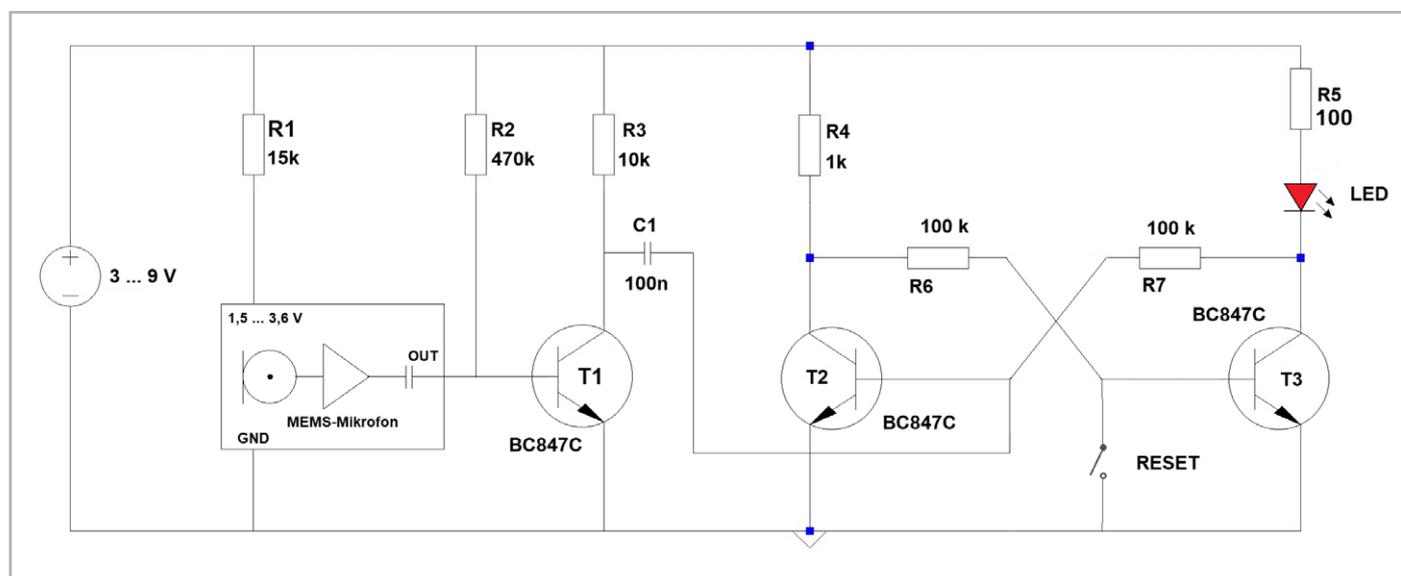


Bild 5: Schaltbild zum Klatschschalter

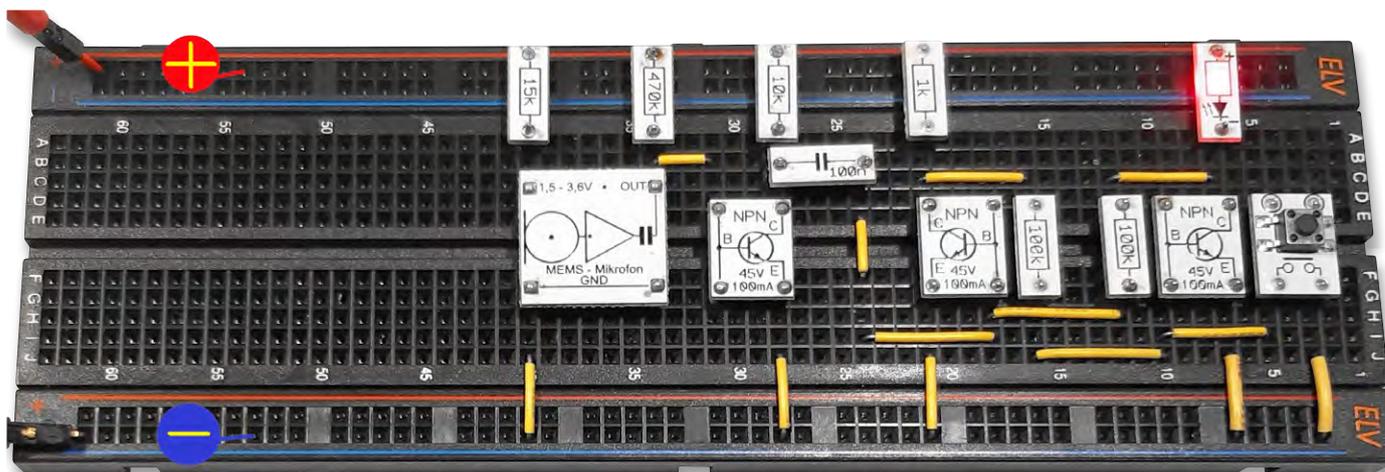


Bild 6: Aufbauvorschlag zum Klatschschalter

Flip-Flop mit nur einem Eingang

Wenn man sich die Schaltung des Akustikschalters genauer ansieht, erkennt man, dass die Schaltstufe ähnlich aufgebaut ist wie die klassische bistabile Kippstufe aus dem Artikel [„Geheimen sichern und Spione abwehren: Stiller Alarm“](#) (ELVJournal 2/2024). Bei Bedarf kann die genaue Funktionsweise der Schaltung dort nachgeschlagen werden.

Anstelle eines Reed-Relais-Signals wird nun jedoch das Schallsignal gemäß Bild 4 verwendet. Dies gewährleistet ein sicheres Schalten des Flip-Flops. Diese Version hat allerdings den Nachteil, dass man den Schalter nur ferngesteuert einschalten kann. Zum Ausschalten muss immer noch der Taster „Reset“ betätigt werden. In einigen Anwendungen spielt das keine große Rolle.

Bei anderen Aufgaben hingegen wäre es vorteilhaft, wenn man den Schalter durch Klatschen sowohl ein- als auch ausschalten könnte. Dies kann durch eine Erweiterung des einfachen Flip-Flops erreicht werden. Dazu muss dieses um die beiden Widerstände R6 und R7, zwei Dioden und zwei Kondensatoren ergänzt werden, dann kann der Klatschschalter durch Schallsignale sowohl ein- als auch ausgeschaltet werden (Bild 7).

Bei dieser Schaltungsvariante ist der Zustand der Leuchtdiode nach dem Einschalten zunächst unbestimmt, falls für R8 und R9 identische Werte gewählt werden. Warum es vorteilhaft sein kann, unterschiedliche Werte zu wählen (siehe Bild 7) wird im nachfolgenden Abschnitt erläutert. Wird ein Schallsignal empfangen, schaltet die LED entweder ein oder aus, je nach vorherigem Zustand.

Man kann hier erst einmal annehmen, dass z. B. T2 durchgeschaltet hat, dementsprechend T3 gesperrt ist und somit D3 nicht leuchtet. Wie bei der bistabilen Kippstufe wird die Basis von T2 weiter über R9 mit Strom versorgt und bleibt durchgesteuert. Die beiden Kondensatoren sind wegen R6–R8 bzw. R7–R9 entladen.

Wird nun ein Schallsignal registriert, öffnet T1, und über den Schaltimpuls kommt ein Stromfluss über D1 zum Kondensator C2 zustande. Dieser Strom

sorgt dafür, dass der Basis von T2 die Energie entzogen wird und dieser Transistor daraufhin sofort sperrt. Dies ermöglicht nun einen Strom über R6 und R8 zur Basis von T3. Der Transistor steuert durch und die Leuchtdiode kann aufleuchten.

Beim nächsten Schallimpuls sind die Spannungsverhältnisse genau umgekehrt zum ersten. Nun kann sich C3 aufladen, T2 sperrt, und die LED geht aus. T1 wird jetzt wieder durchgesteuert. Das Ganze kann nun beliebig oft wiederholt werden.

Für C1 und C2 kann man verschiedene Werte wählen. Welche Kapazitäten wirklich optimal sind, hängt von verschiedenen Parametern ab. Die besten Werte sollte man daher experimentell ermitteln. Mit den im Schaltbild angegebenen 10 μF erreicht man in der Regel jedoch ein recht zuverlässiges Schaltverhalten.

Der Aufbauvorschlag zu dieser Schaltung ist in Bild 8 zu sehen.

Festlegen der Startbedingung

Wird die Schaltung mit R8 = R9 = 10 k Ω in Betrieb genommen, kann man feststellen, dass es nicht vorhersagbar ist, ob die Leuchtdiode im Einschaltmoment leuchtet oder nicht. Diese Situation ist für viele Anwendungen natürlich nicht ideal. Oftmals ist ein definierter Einschaltzustand erforderlich. Wenn beispielsweise eine Maschine gesteuert werden soll, soll diese nicht nach Inbetriebnahme der Schaltung unvorhergesehen starten.

In diesen Fällen ist es auch möglich, eindeutige Startbedingungen festzulegen. Man muss nur dafür sorgen, dass eine Transistorstufe bei der Inbetriebnahme schneller durchschaltet als die andere.

Wird der Widerstand R9 gegen einen größeren Wert ausgetauscht (z. B. 22 k Ω), schaltet T2 schneller ein. T3 bleibt dagegen gesperrt, und dementsprechend bleibt die Leuchtdiode nach dem Einschalten zunächst aus. Erst mit dem ersten Schallereignis wird eingeschaltet. Danach arbeitet das Flip-Flop wieder genau wie oben beschrieben.

Ergänzungen und Anregungen

- Wie könnte man die Empfindlichkeit bzw. Reichweite des Akustikschalters weiter verbessern?
- Wie kann man die Betriebssicherheit eines Akustikschalters (mit und ohne digitale Hilfsmittel) erhöhen?
- Im Set PAD 7 ist ein klassisches Elektretmikrofon enthalten. Dieses kann ebenfalls im Klatschschalter verwendet werden. Wie ändert sich dann die Empfindlichkeit bei Verwendung verschiedener Schallquellen (Klatschen, Knackfrosch, Pfeifen etc.)?
- Welcher Wertebereich für die Kondensatoren C2 und C3 in Bild 8 erlaubt ein zuverlässiges Schalten? Welche Werte sind optimal?

Gut beleuchtet!



199,90 €

Artikel-Nr. 251085

[Zum Produkt](#)

● steinel

IP-Überwachungskamera mit LED-Scheinwerfer

XLED CAM1 S ANT

- Leistungsstarker LED-Strahler, 21 W, 2250 lm, warmweiß (3000 K), um 60° vertikal und 120° horizontal schwenkbar
- Integrierter Bewegungssensor, Reichweite 10 m, Erfassungswinkel 180°
- Einstellbarer Dämmerungsschalter (10-10000 lx) und Abschalttimer (60 s - 15 min)
- Einstellbares Nachtlicht mit 0-40 % Lichtleistung
- Schwenkbare WLAN-Kamera (2,4 GHz, HD 720p, Weitwinkel) mit Wechselsprechverbindung auf Mobilgeräte (WLAN)
- Interne Videoaufzeichnung auf microSD-Karte
- Kostenlose App (iOS, Android) für bequeme Konfiguration und praktischen Fernzugriff
- Für Innen- und Außenbetrieb, IP44
- Betrieb an 230 Vac

 EZVIZ

WLAN-Überwachungskamera mit integrierter LED-Leuchte

LC3

- Hochauflösende Aufnahmen in 2K-Auflösung, z. B. für Ihre Haustür oder Einfahrt
- Einfach mit z. B. dem Paketboten an der Haustür sprechen dank 2-Wege-Kommunikation
- Via App dimmbare Leuchte, warmweiß (3000 K), bis zu 700 lm Lichtstrom
- Sichert Aufnahmen auf fest integriertem 32-GB-eMMC-Speicher - alternativ EZVIZ Cloud (AWS)
- Kameraeinheit manuell ausrichtbar

works with  homematic IP

WORKS WITH  amazon alexa

works with  Google Assistant

Works with  IFTTT



129,99 €

Artikel-Nr. 252680

[Zum Produkt](#)



Solarenergie statt Batterie!

Solar-Powermodul SPM1500

Wer kennt es nicht, das lästige Wechseln von Batterien. Mit dem Solar-Powermodul SPM1500 lassen sich batteriebetriebene Sensoren, wie sie bei Wetterstationen oder in der IoT-Welt eingesetzt werden, in energieautarke Geräte verwandeln. Das SPM1500 stellt einen mit drei NiMH-Zellen betriebenen Energiespeicher bereit, der mittels Energy-Harvesting aus einer Solarzelle die NiMH-Zellen wieder mit Energie auflädt. Mit fünf verschiedenen Ausgangsspannungen ist es möglich, quasi jeden batteriebetriebenen Sensor umzurüsten. Damit fällt im Anschluss nicht nur das Wechseln leerer Batterien weg, sondern es werden auch Ressourcen geschont.

Infos zum Bausatz SPM1500



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,75 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein

Upgrade für Sensoren

Das Solar-Powermodul SPM1500 ist ein mit drei NiMH-Zellen betriebener Energiespeicher, der mittels eines intelligenten [Energy-Harvesting-ICs](#) (AEM10941) und einer Solarzelle die NiMH-Zellen mit Energie aufladen und überwachen kann. Mit dem vorhandenen programmierbaren Schaltregler stehen fünf verschiedene Ausgangsspannungen im Bereich von 1,8 V bis 5,0 Volt zur Nutzung bereit. Das SPM1500 kann bei allen Ausgangsspannungen einen Strom von bis zu 300 mA bereitstellen und verfügt über eine automatische Kurzschluss- bzw. Überstromerkennung. Im Ruhezustand hat das SPM1500 einen Eigenverbrauch von weniger als 5 μ A.

Mit dem SPM1500 können batteriebetriebene Geräte wie Wetterstationen oder IoT-Sensoren schnell und einfach so umgebaut werden, dass sie energieautark mit Sonnenenergie betrieben werden können. Dadurch kann zudem auf den Gebrauch von Batterien, die nach dem Verbrauch entsorgt werden müssen, verzichtet werden. Das schont die Umwelt und der lästige Batteriewechsel entfällt. Das Gerät wird komplett über zwei Tasten bedient und zeigt die eingestellte Ausgangsspannung über LEDs an. Mit einem passend verfügbaren Gehäuse ist das SPM1500 zudem auch ohne Probleme im Außenbereich nutzbar.

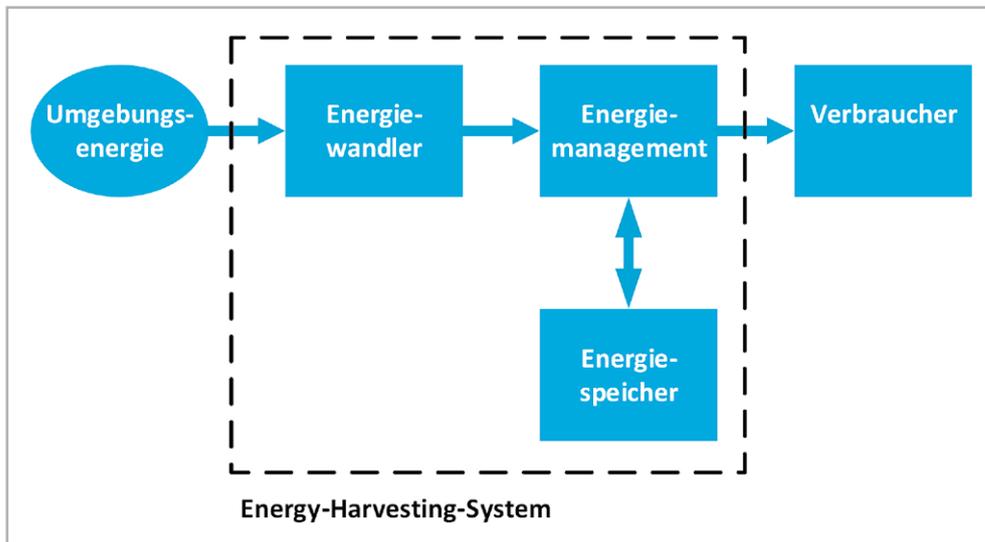


Bild 1: Energy-Harvesting von der Umgebungsenergie bis zum Verbraucher

Was ist eigentlich Energy-Harvesting?

Energy-Harvesting beschreibt allgemein das Sammeln von Energie aus der Umwelt und deren Umwandlung in elektrische Energie. Dieses Verfahren wird bereits seit vielen Jahren praktiziert – so werden z. B. Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen oder Wasserkraftwerke für die Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Der Fokus liegt hier aber auf einem maximalen Ertrag, sodass die Anlagen dementsprechend dimensioniert sind.

Beim Energy-Harvesting für Sensoren, die per stromsparender Funktechnologie wie Homematic IP, LoRaWAN® oder Ähnliches arbeiten und Daten senden und empfangen, kommt es nicht auf das bloße Wandeln großer Energiemengen an. Hier steht das Interesse im Vordergrund, eine bestimmte Anwendung energieautark betreiben zu können. Diese Technik wird bereits erfolgreich in unserem LoRaWAN® Wetterboard [ELV-EM-WB-B](#) genutzt, das sogar mehrere Sensoren aus dem ELV-Modulsystem gleichzeitig versorgen kann.

Bei geeigneter Kombination von Umgebungsenergie, Energiespeicher und angeschlossenem Gerät kann so unter Umständen der bisherige Betrieb mit Primärbatterien durch Energy-Harvesting vollständig ersetzt werden.

Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt die Funktionseinheiten eines Energy-Harvesting-Systems mit Energiequelle und Verbraucher.

Weitergehende Informationen zu den Grundlagen des Energy-Harvesting, von Energiewandlern und nützliche Informationen zur Solarzellentechnik finden Sie in unserem [Fachbeitrag zum Bausatz Universelles Energy Harvesting Modul UEH80](#) aus dem ELVjournal Ausgabe 2/2021.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des SPM1500 besteht aus insgesamt zwei Platinen, einer Akkuplatine und einer Controllerplatine. Die Schaltbilder der beiden Platinen sind in Bild 2 und Bild 3 dargestellt.

Auf der Akkuplatine werden die drei NiMH-Akkus als Energiespeicher in die vorhandenen Halterungen BT1 bis BT3 eingelegt. Für einen sicheren Betrieb, auch unter Outdoorbedingungen, empfehlen wir den Einsatz der bewährten [eneloop-Akkus](#).

Zum Schutz der Zellen gegen einen Kurzschluss befindet sich hier auch der PTC-Widerstand RT1, der als reversible Sicherung dient. Zum Verbinden der Akkuplatine mit der Controllerplatine wird ein FPC-Kabel verwendet. Hierzu befindet sich auf beiden Platinen jeweils ein FFC-/FPC-Verbinder, in den das FPC-Kabel eingesteckt wird.

Auf der Controllerplatine befinden sich die weiteren Komponenten, wie der Mikrocontroller, die Bedienelemente, das Power-Management-IC für das Energy-Harvesting, der Schaltregler und weitere Peripheriekomponenten, auf die wir nun im Weiteren detailliert eingehen.

Mikrocontroller

Für das SPM1500 wird als Mikrocontroller (U1) ein [EFM32PG22](#) der Firma Silicon Labs genutzt. Dieser Controller verfügt über einen 256-kB-Flash-Speicher, einen 32 kB großen RAM-Speicher und kann mit einer Taktfrequenz von bis zu 76,8 MHz betrieben werden. Auch wenn die technischen Daten beeindruckend mögen, sind sie nicht der Hauptgrund zum Einsatz des Controllers. Vielmehr ist es das sehr energiesparende Verhalten, wenn der Controller sich im Sleep-Mode, dem sogenannten EM4-Mode, befindet. In diesem Modus liegt der Stromverbrauch bei unter 1 µA und sorgt dafür, dass nur sehr wenig Energie aus dem Energiespeicher verbraucht wird.

An den Pins PC01 bis PC06 des Mikrocontrollers U1 sind die sechs LEDs DS1 bis DS6 mit den dazugehörigen Vorwiderständen angeschlossen. Diese LEDs werden für die Einstellung und Bedienung be-

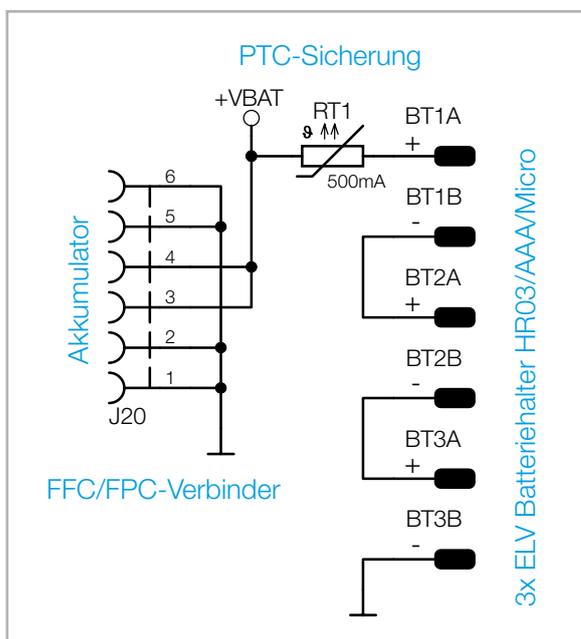


Bild 2: Das Schaltbild der Akkuplatine

nötigt, da hiermit zum einen die aktuell ausgegebene Ausgangsspannung angezeigt, zum anderen aber auch eine Fehleranzeige realisiert wird, wenn am Spannungsausgang DC-OUT ein Kurzschluss auftritt.

Für die Bedienung selbst, auf die wir später noch eingehen werden, sind die beiden Taster S1(Set) und S2(Select) an die Portpins PB01 und PB03 angeschlossen. Diese beiden Portpins sind insofern besonders, als dass sie den Mikrocontroller auch aus dem EM4-Mode aufwecken können.

Damit am Schaltregler U3 die gewählte Ausgangsspannung eingestellt werden kann, kommuniziert der Mikrocontroller per I²C-Schnittstelle mit dem Schaltregler. Dazu werden die beiden I²C-Leitungen SDA und SCL genutzt, an denen auch die zwei Pull-up-Widerstände R1 und R2 angeschlossen sind.

Über den Pin PA00 (OUTPUT-EN) kann der Mikrocontroller den NPN-Transistor Q5 schalten, der wie-

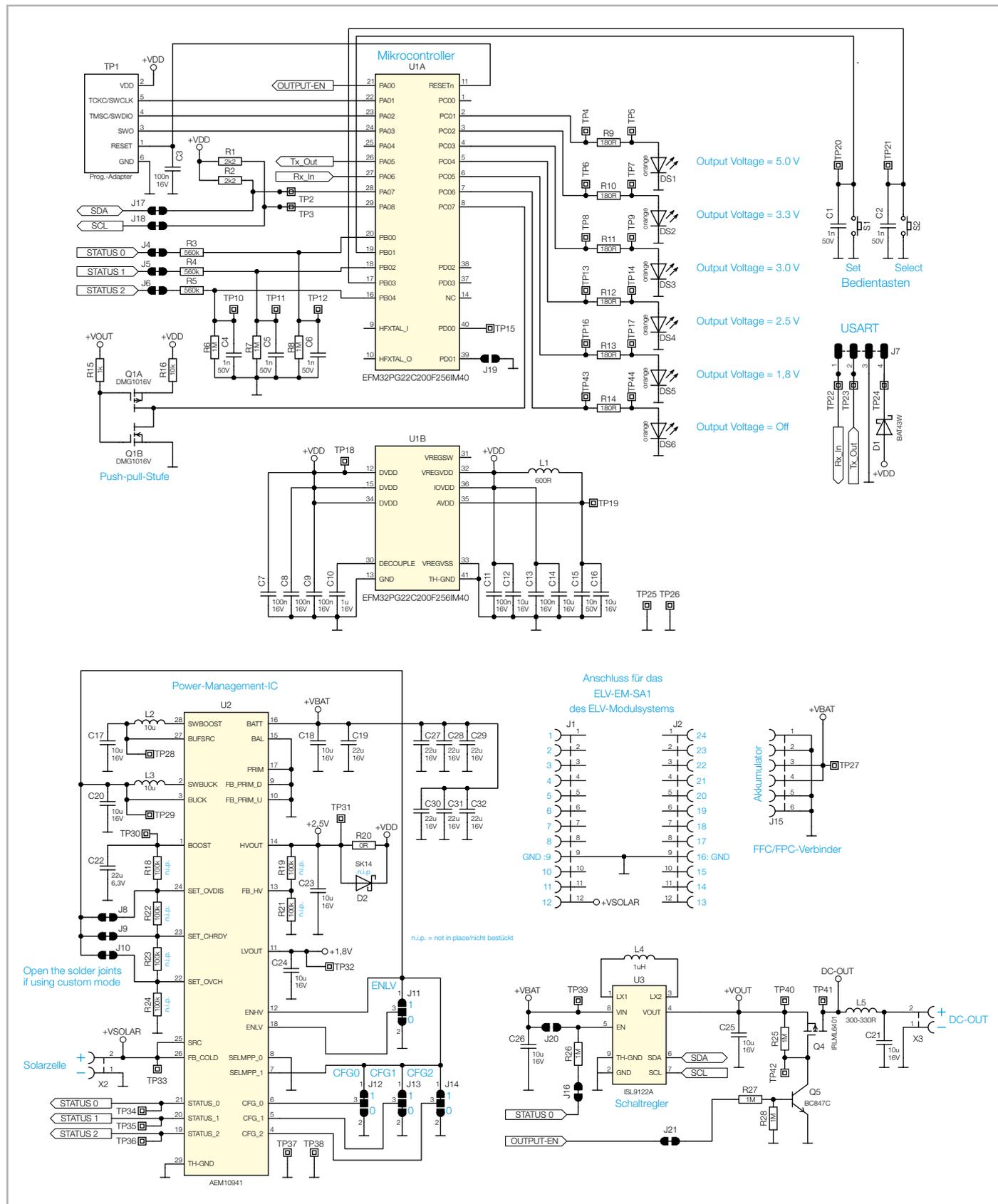


Bild 3: Das Schaltbild der Controllerplatine

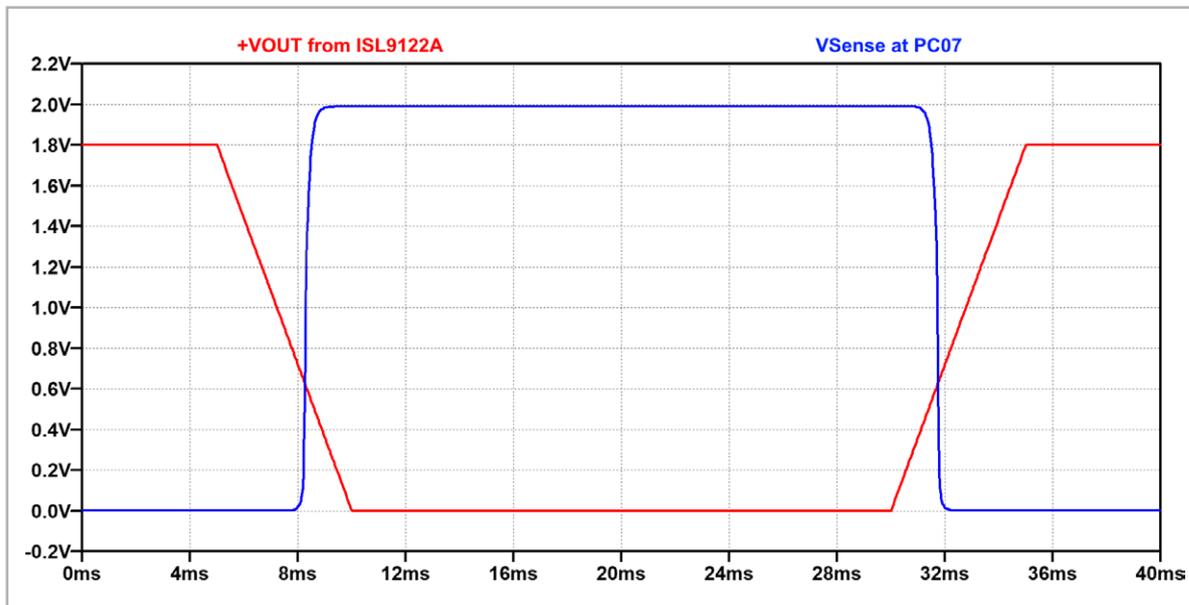


Bild 4: Signalverlauf der Spannung VSENSE am Pin PC07 in Abhängigkeit der Ausgangsspannung +VOUT

derum den MOSFET Q4 und damit die Freigabe der erzeugten Ausgangsspannung am Schaltregler U3 bestimmt.

Ein weiterer dieser speziellen Portpins, hier Pin PC07, wird auch zur Erkennung eines Kurzschlusses verwendet. Die Erkennung erfolgt mittels einer diskret aufgebauten Push-Pull-Stufe, die aus den MOSFET-Transistoren Q1A und Q1B und den Widerständen R15 und R16 besteht. Bei den MOSFET-Transistoren handelt es sich um je einen N-Kanal- und einen P-Kanal-MOSFET, deren Gate-Anschlüsse zusammen an dem Widerstand R15 und dann an die Ausgangsspannung +VOUT des Schaltreglers U3 angeschlossen sind. Ebenfalls sind die beiden Drain-Anschlüsse der MOSFETs verbunden und liegen gemeinsam auf dem speziellen Portpin PC07.

Abhängig von der anliegenden Ausgangsspannung +VOUT schaltet einer der beiden MOSFETs durch, während der andere sperrt. Der Umschalt- punkt liegt bei zirka 0,66 Volt, siehe dazu auch Bild 4.

Da die aktive Ausgangsspannung mindestens 1,8 Volt beträgt, liegt am Pin PC07 normalerweise eine Spannung von 0 Volt an. Erst wenn durch einen Kurzschluss die Spannung zusammenbricht und den Umschalt- punkt unterschreitet, wechselt der Spannungspegel auf zirka 2 Volt. Diese steigende Spannungsflanke wird zur Erkennung eines Kurzschlusses genutzt und lässt den Mikrocontroller aufwecken. Per I²C liest dieser nun den Fehler aus dem Schaltregler aus und sperrt über den Pin PA00 (OUTPUT-EN) die Freigabe der Ausgangsspannung an der Schraubklemme X3 (DC-OUT).

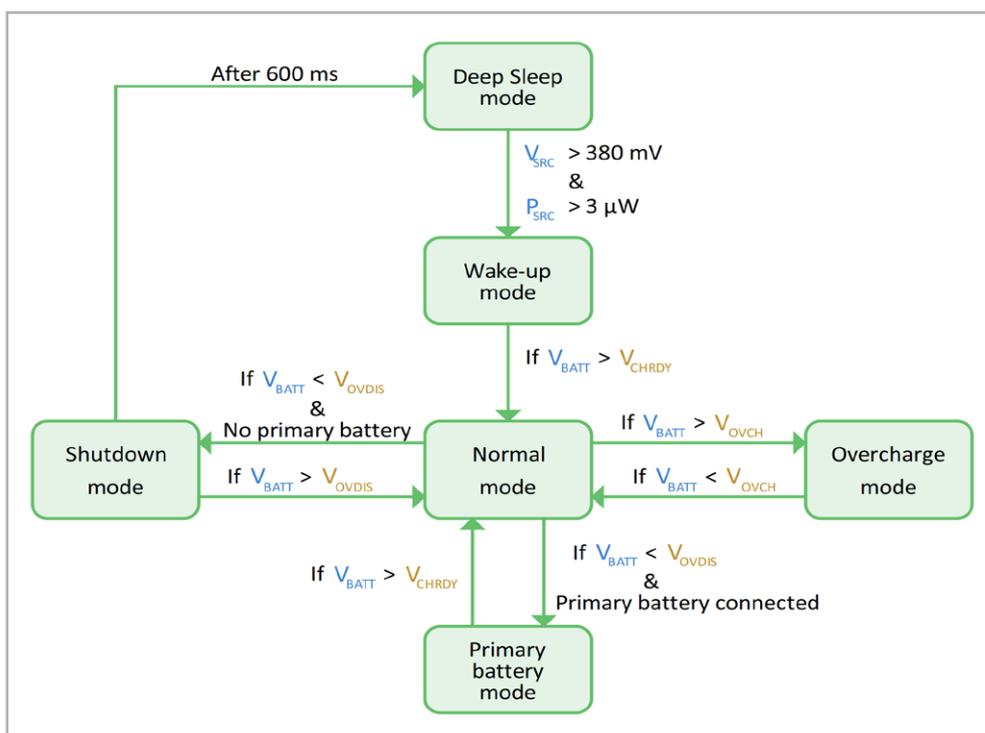


Bild 5: Operating Modes

Die Versorgung des Mikrocontrollers +VDD wird mit den aus dem Power-Management-IC U2 erzeugten 2,5 Volt, die am Pin 14 (HVOUT) von U2 bereitgestellt werden, realisiert. Mit den Kondensatoren C7–C16 und der Spule L1 wird für eine Spannungsstabilisierung und Filterung gesorgt.

An den Pins PB00, PB02 und PB04 sind jeweils über die Spannungsteiler, bestehend aus den Widerständen R3 bis R8 und den Kondensatoren C4 bis C6, die drei STATUS-Pins des Power-Management-ICs angeschlossen.

Power-Management-IC AEM10941

Das eigentliche Herzstück des SPM1500 ist der [AEM10941](#) (U2). Dieses Power-Management-IC (PMIC) von e-peas Semiconductors zeichnet sich durch einen weiten Eingangsspannungsbereich von 50 mV bis 5 V (110 mA max.), eine exzellente Kaltstart-Charakteristik mit einer minimal erforderlichen Kaltstart-Spannung von 380 mV bei einer gleichzeitigen minimalen Leistung von 3 μ W aus.

Die Spule L2 wird für den internen Step-up-Wandler und die Spule L3 für den internen Step-down-Wandler des AEM10941 benötigt. Der Kondensator C17 dient als Energiespeicher am Eingang des Step-up-Wandlers, C20 dient als Energiespeicher für den Step-down-Wandler und C22 als Pufferspeicher für den Step-up-Wandler. Diese Kondensatoren reduzieren zudem die Rippelspannungen, die in den Schaltmomenten der Regler entstehen. Die Kondensatoren C23 und C24 gewährleisten eine effiziente Lastregelung für die Low-Drop-Out-Spannungsregler (LDO), mit denen die beiden stabilisierten Ausgangsspannungen LVOUT und HVOUT bereitgestellt werden. In dieser Schaltung ist aktuell nur die Spannung HVOUT aktiv, die zur Versorgung des Mikrocontrollers dient, die Spannung LVOUT ist über den Jumper J11 (ENLV) deaktiviert.

Über die Pins 19 bis 21 des PMIC werden drei verschiedene Statusmeldungen durch den vorhandenen Spannungspegel (0 V oder +VBAT) beschrieben. Mit einem Spannungspegel von +VBAT gibt der STATUS 0 an, dass die internen LDOs für LVOUT und HVOUT bereit sind, ihre Spannung auszugeben. STATUS 1 signalisiert mit einem Pegel von +VBAT, dass der PMIC in zirka 600 ms in den „Shutdown mode“ geht. Über den STATUS 2 wird signalisiert, ob gerade eine interne Berechnung für den maximalen Leistungspunkt ([Maximum Power Point – MPP](#)) stattfindet, auf die wir hier aber nicht näher eingehen. Die drei STATUS-Pins sind, wie bereits zuvor erwähnt, mit dem Mikrocontroller U1 verbunden, der STATUS-0-Pin ist zusätzlich über den Widerstand R26 auch mit dem Schaltregler U3 kontaktiert.

Der PMIC arbeitet komplett eigenständig und sorgt dafür, dass der angeschlossene Energiespeicher wieder mit Energie geladen wird und wenn genügend Energie vorhanden ist, über die LDOs eine nutzbare Spannung ausgegeben wird. Dafür arbeitet der PMIC in verschiedenen Betriebsarten (Operating Modes), siehe [Bild 5](#).

Zunächst befindet sich der PMIC im „Deep Sleep mode“. Sobald der PMIC über die angeschlossene Solarzelle eine Spannung V_{SRC} von mindestens 380 mV und eine eingehende Energie P_{SRC} von mindestens 3 μ W registriert, wechselt dieser in den „Wake-up mode“.

In diesem Modus wird nun geprüft, ob die Spannung am Energiespeicher V_{BATT} die Spannung V_{CHRDY} erreicht hat. Wenn dies nicht der Fall ist, lädt der PMIC den Energiespeicher zunächst weiter auf. Wenn die Spannung V_{CHRDY} jedoch erreicht wurde, wechselt der PMIC in den „Normal mode“, was dazu führt, dass ab jetzt auch die LDOs freigeschaltet werden und ihre Spannung an den Anschlüssen LVOUT und HVOUT erzeugen. Zu diesem Zeitpunkt gibt es noch zwei weitere Möglichkeiten, wie der PMIC in der Schaltung arbeitet. Die Spannung am Energiespeicher V_{BATT} wird weiter aufgeladen, bis diese die maximale Ladespannung V_{OVCH} (Overcharge mode) erreicht hat, anschließend wird das Laden des Energiespeichers unterbrochen, bis die Spannung V_{OVCH} wieder unterschritten ist. Der PMIC wechselt wieder in den

„Normal mode“ und lädt den Energiespeicher – wenn möglich – wieder auf. Die zweite Möglichkeit ist, dass aus dem Energiespeicher immer weiter Energie entnommen wird, bis seine Spannung V_{BATT} unter die Entladeschlussspannung V_{OVDIS} sinkt.

Da in dieser Schaltung keine zusätzliche Primärbatterie eingesetzt wird, wechselt der PMIC nun in den „Shutdown mode“ und nach weiteren ca. 600 ms in den „Deep Sleep mode“.

Wichtig:

Aus dem Arbeitskontext des PMICs ist eine Sache besonders hervorzuheben. Damit die Schaltung für den ersten Betrieb über den PMIC mit Energie versorgt wird, müssen zwei Anfangsbedingungen vorhanden sein:

1. Der Energiespeicher muss mindestens Spannung V_{CHRDY} erreicht haben, also in der vorgegebenen Konfiguration mindestens 3,67 Volt.
2. Es muss über die Solarzelle mindestens einmal eine Spannung V_{SRC} von mindestens 380 mV und eine eingehende Energie P_{SRC} von mindestens 3 μ W anliegen.

Wenn diese Anfangsbedingungen nicht vorhanden sind, startet die Schaltung nicht.

Durch die Konfigurationsspins CFG0 bis CFG2 (J12 bis J14) und die optionalen Widerstände R18, R19 und R21 bis R24 kann die gewünschte Ausgangsspannung an den LDOs für HVOUT und LVOUT geändert und die Charakteristik des Energiespeichers konfiguriert werden. Wir empfehlen aber, die hier vorgenommene Einstellung zu nutzen. Nähere Informationen zu den Konfigurationsoptionen finden Sie in unserem [Fachbeitrag zu dem Bausatz Universelles Energy Harvesting Modul UEH80](#).

Der Energiespeicher sollte so gewählt werden, dass seine Spannung auch bei gelegentlichen Spitzen des Laststroms nicht unter die Entladespannung V_{OVDIS} fällt. Da bei kalten Temperaturen der Innenwiderstand von NiMH-Akkus ansteigt, wurden dem Energiespeicher die parallel geschalteten Kondensatoren C18, C19 und C27 bis C32 als zusätzlicher Energiepuffer bereitgestellt. So können Stromspitzen zunächst schnell aus diesen Zusatzpuffer bedient werden. Diese Kondensatoren haben einen weiteren Zweck. Pin 16 (BATT) von U2, an dem das Speicherelement angeschlossen ist, darf niemals potentialfrei bleiben. Wenn die Controllerplatine von der Akkuplatine getrennt wird, z. B. aufgrund eines vom Benutzer vorgenommenen Umbaus oder Akkuwechsels, sollte an diesem Pin eine Kondensatorkapazität von mindestens 150 μ F vorhanden sein.

Dabei sollte beachtet werden, dass der entstehende Leckstrom durch die verbauten Kondensatoren möglichst klein sein sollte, da Leckströme sich direkt auf den benötigten Ruhestrom auswirken. Aus diesem Grund wurden hier gezielt Kondensatoren verwendet, die bauartbedingt bereits extrem geringe Leckströme aufweisen. Zwar könnte man nun meinen, dass mehrere parallele Kondensatoren mehr Leckströme verursachen als ein großer Kon-

densator, aber auch dieser Umstand wurde im Vorfeld betrachtet. Entsprechend große einzelne Elektrolyt-, Tantal- oder Keramik Kondensatoren wiesen einen höheren Leckstrom auf als die Summe der hier verwendeten Kondensatoren. Zugleich wurde mit der Parallelschaltung auch noch der effektive Serienwiderstand der Kondensatorschaltung deutlich verringert, wodurch die Spitzenströme besser bedient werden können.

Anschlüsse für die Solarzelle

Das SPM1500 nutzt Solarzellen zum Sammeln der Umgebungsenergie, für deren Anschluss es zwei Varianten gibt. So kann eine Solarzelle über zwei Leitungen an den Schraubanschluss X2 angeschlossen werden, dabei sind aber die Kenndaten der Solarzelle zu beachten (siehe Kasten „Hinweis Solarzelle“).

Hinweis Solarzelle

Beim Einsatz einer anderen Solarzelle muss darauf geachtet werden, dass die Kenndaten der Solarzelle passend zu den maximalen Leistungsdaten des Power-Management-IC AEM10941 sind.

Folgende Daten müssen eingehalten werden:

- Leerlaufspannung: max. 5 V
- Kurzschlussstrom: max. 110 mA

Eine passende Solarzelle stellt z. B. die SOL-Expert Solarzelle SM480 dar, die im [ELVshop](#) erhältlich ist.

Alternativ kann auch das ELV Erweiterungsmodul Solar-Adapter 1 [ELV-EM-SA1](#) in die mittig auf der Oberseite der Controllerplatine vorgesehenen Buchsenleisten J1 und J2 eingesteckt werden.

Das ELV-EM-SA1 ist von seinen Kenndaten bereits passend für den Einsatz mit dem Power-Management-IC AEM10941 abgestimmt.

Der ISL9122A Buck-Boost-Converter

Kommen wir nun zum eingesetzten Schaltregler U3, den wir bereits im Abschnitt zum Mikrocontroller angesprochen haben. In dieser Schaltung kommt ein hochmoderner [Buck-Boost-Converter](#) der neuesten Generation mit sogenannter „4-switch“-Technologie zum Einsatz. Dieser Wandler kann Eingangsspannungen verarbeiten, die höher oder niedriger als die Ausgangsspannung sind. Der Wandler schaltet je nach Eingangsspannung automatisch zwischen den Betriebsmodi Step-up und Step-down um ([Bild 6](#)). Dies ist notwendig, da die Eingangsspannung +VBAT, also die Spannung der drei NiMH-Zellen, zwischen 3,01 Volt und 4,12 Volt und die Ausgangsspannung, eingestellt über die vorhandene I²C-Schnittstelle, in einem Bereich zwischen 1,8 Volt und 5,0 Volt liegen kann.

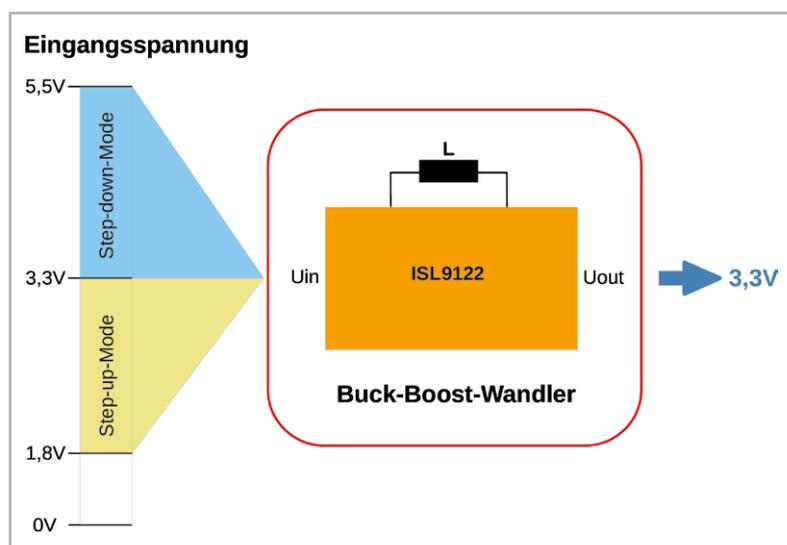


Bild 6: Funktionsweise des Buck-Boost-Wandlers

Diese Technologie gibt es bei anderen Spannungswandlern wie z. B. den [SEPIC-Typen](#) schon relativ lange, jedoch hat sich die Technik im Laufe der Zeit stark weiterentwickelt. In den ersten Wandlern dieses Typs wurde, wie in unserem Fall, keine einzelne Spule, sondern es wurden Transformatoren eingesetzt. Zudem musste die Energie vom Eingang zum Ausgang einen recht großen Koppelkondensator passieren.

In unserem Wandler U3 vom Typ ISL9122A des Herstellers Renesas/Intersil (siehe [Bild 7](#)) sind bis auf die externe Speicherspule alle Leistungskomponenten im Chip integriert. Sonst übliche Leistungsdioden sind durch interne MOSFET-Transistoren ersetzt worden. Dank dieser Maßnahmen wird die Verlustleistung stark minimiert, wodurch auch die Wärmeentwicklung reduziert wird.

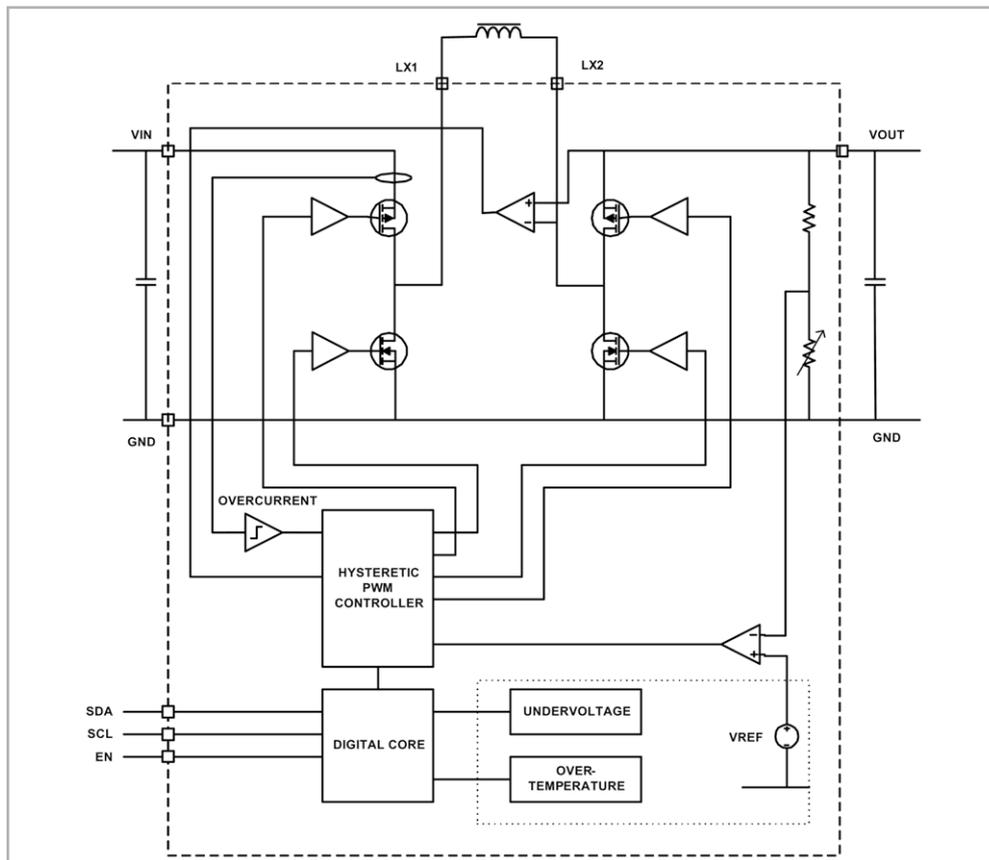
Die vier internen MOSFET-ICs dienen als Schalter und sorgen dafür, dass Energie in der Spule gespeichert und anschließend wieder an den Verbraucher abgegeben wird.

An Pin 5 (EN) des Schaltreglers U3 befindet sich der Widerstand R26, der mit Pin 21 (STATUS 0) des Power-Management-ICs verbunden ist. Wie zuvor erwähnt, wechselt dieser STATUS-0-Pin seinen Spannungspegel von 0 Volt auf die Spannung +VBAT, sobald alle Bedingungen erfüllt sind und die LDOs des Power-Management-ICs ihre Spannung ausgeben können. Durch das Anliegen des Spannungspegels +VBAT an Pin 5 (EN) des Schaltreglers U3 wird dieser automatisch aus dem Stand-by-Modus geholt und beginnt zu arbeiten. Zeitgleich wird auch der Mikrocontroller U1 mit Energie versorgt und nimmt somit seinen normalen Betrieb auf.

Der ISL9122A kommuniziert über seine I²C-Schnittstelle (SDA und SCL) mit dem Mikrocontroller U1, der damit die Ausgangsspannung des Schaltreglers einstellt. Ohne diese Kommunikation mit dem Mikrocontroller würde der Schaltregler zwar auch normal mit seiner Arbeit beginnen, aber die hier verwendete Variante des Schaltreglers ist so eingestellt, dass zunächst immer eine feste Ausgangsspannung von 3,3 Volt ausgegeben wird. Damit diese zunächst erzeugten 3,3 Volt nicht auf eine am Schraubanschluss X3 angeschlossene Hardware gelangt, die mit dieser Spannung nicht betrieben werden darf, wurde am Ausgang des Schaltreglers auch noch der MOSFET Q4 platziert. Dieser MOSFET wird über den NPN-Transistor Q5 und somit wieder über den Mikrocontroller U1 angesteuert. Damit kann der Mikrocontroller zunächst die gewünschte Ausgangsspannung einstellen und anschließend die Ausgangsspannung freigeben. Durch den Pull-down-Widerstand R28 an der Basis von Q5 wird gewährleistet, dass der NPN-Transistor während der Startphase des Mikrocontrollers gesperrt bleibt und somit auch der MOSFET Q4 die Freigabe der Ausgangsspannung verweigert.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Schaltphasen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Weitere Informationen zum ISL9122A und auch zur I²C-Schnittstelle des ISL9122A finden sich im [Datenblatt](#).

Bild 7: Blockschaltbild des ISL9122



Nachbau

Da bereits alle Bauteile montiert und verlötet sind, bestehen hier keine weiteren Aufgaben für den Anwender. Je nach Anwendung kann der SPM1500 auch in einem wetterfesten Gehäuse mit transparentem Deckel eingesetzt werden, sodass ggf. noch der Einbau in ein passendes

Elektronikgehäuse berücksichtigt werden muss. Hierauf gehen wir im nächsten Abschnitt ein.

Bild 8 zeigt die Platinen und die dazugehörigen Bestückungsdrucke der SPM1500-Controllerplatine.

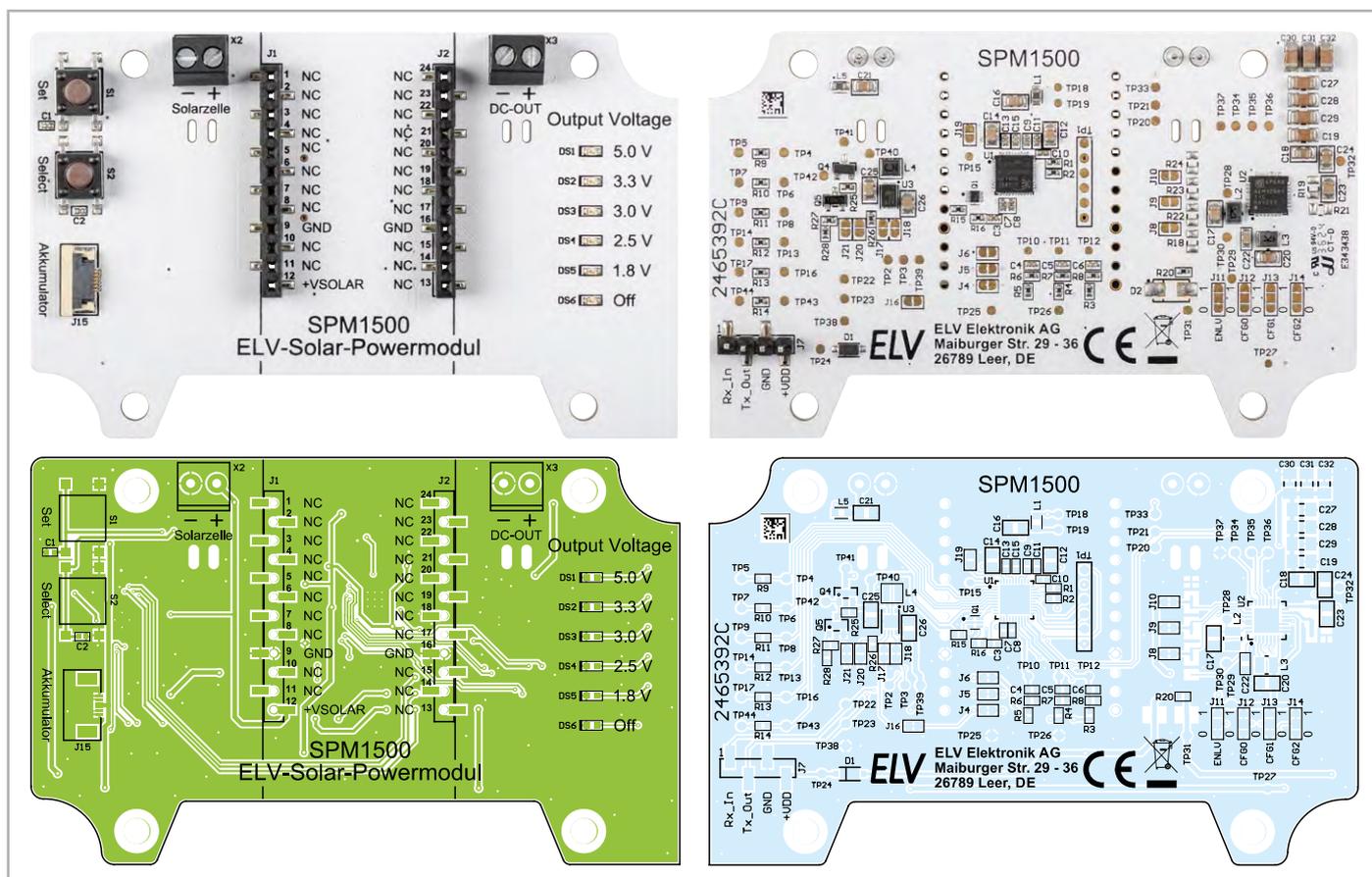


Bild 8: Platinenfotos und zugehörige Bestückungsdrucke der SPM1500-Controllerplatine (links Oberseite, rechts Lötseite)

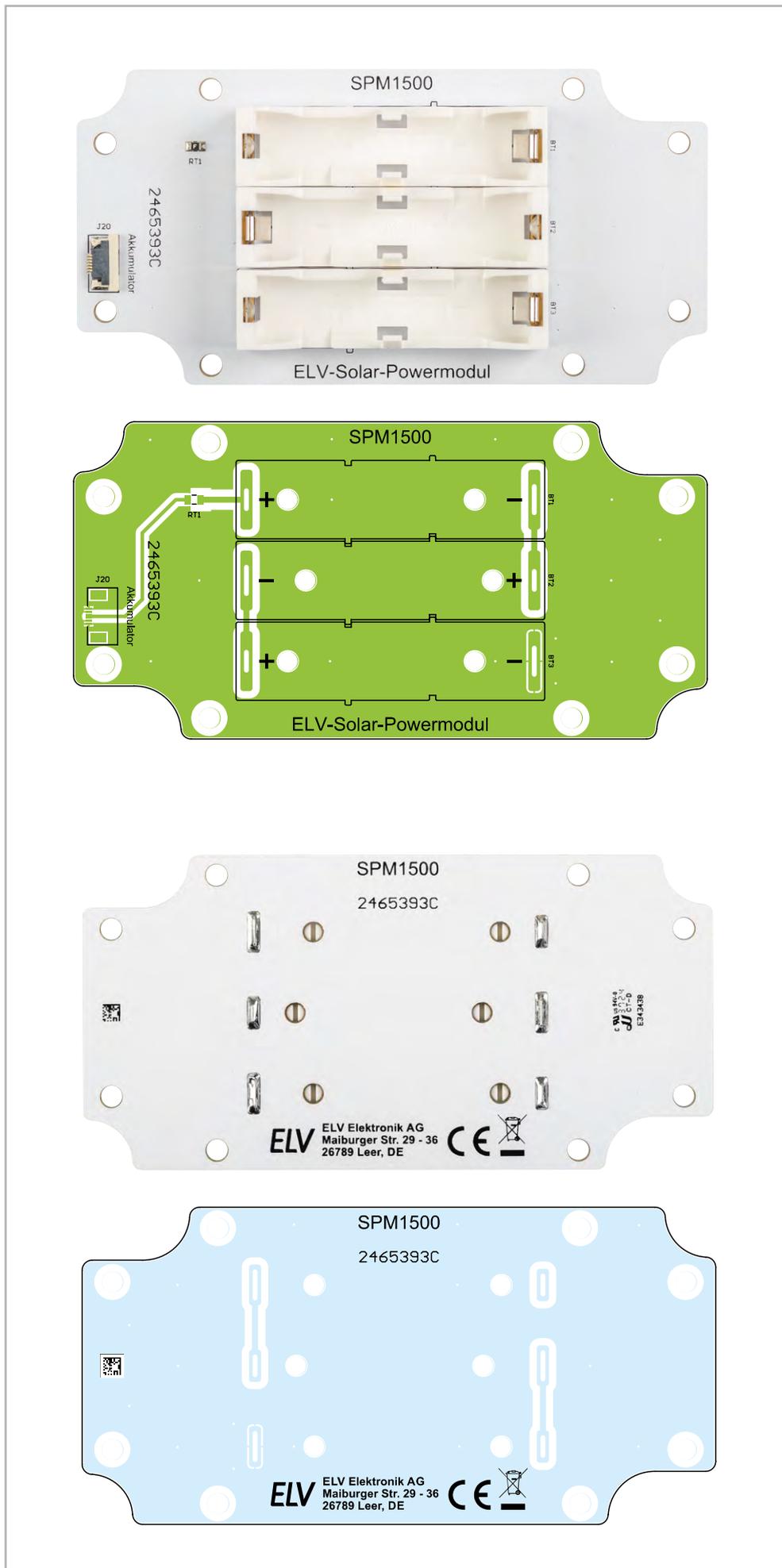
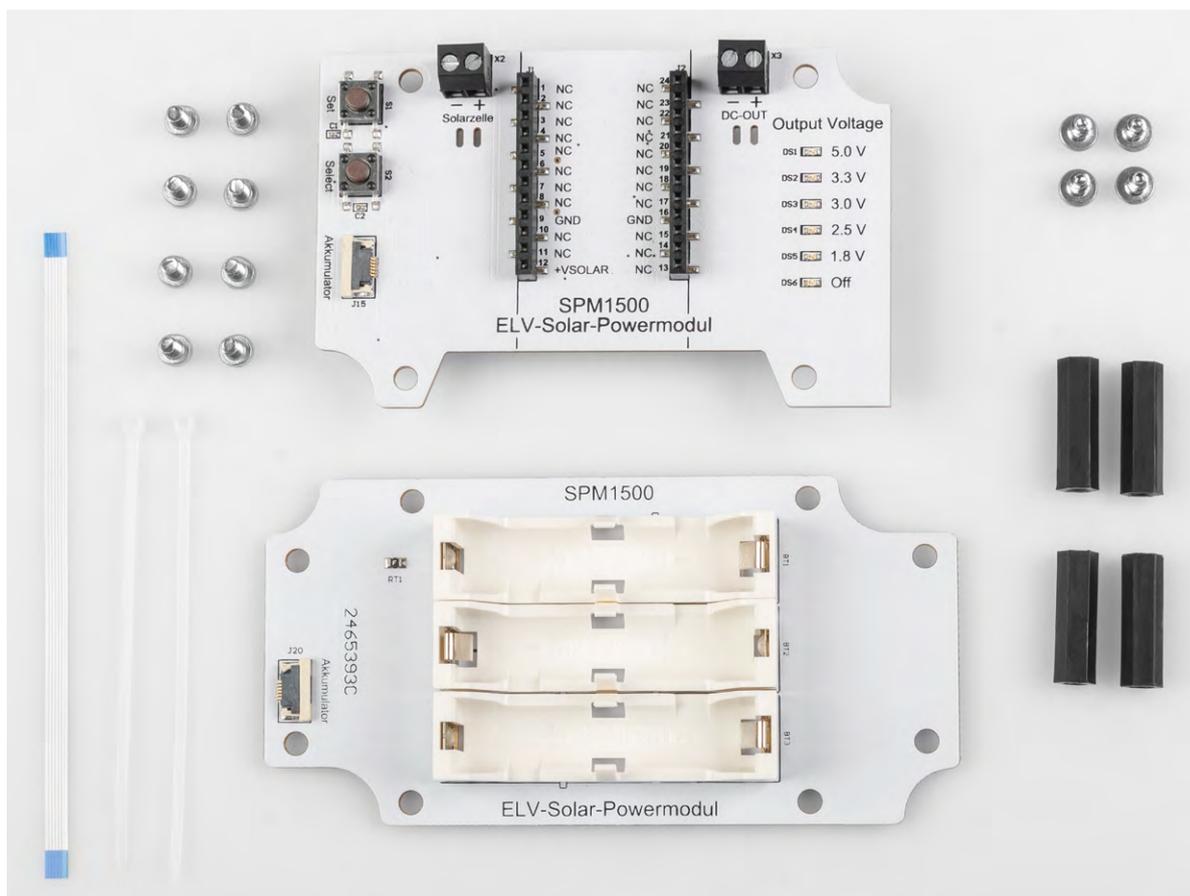


Bild 9: Platinenfotos und zugehörige Bestückungsdrucke der SPM1500-Akkuplatine (oben Oberseite, unten Lötseite)

Bild 10: Lieferung des SPM1500



In Bild 9 sind die Platinen und die dazugehörigen Bestückungsdrucke der SPM1500-Akkuplatine zu sehen und Bild 10 zeigt den kompletten Lieferumfang des Solar-Powermoduls SPM1500.

Der grundlegende Zusammenbau ohne Gehäuse ist mit ein paar Schritten erledigt:

Als Erstes werden die vier Abstandsbolzen an die Akkuplatine montiert, dazu werden diese mit je einer Zylinderkopfschraube befestigt.

Im Anschluss werden die drei NiMH-Akkus in die auf der Akkuplatine vorhandenen Halterungen polrichtig eingelegt.

Es folgt das Einsetzen des FPC-Kabels in den FFC-/FPC-Verbinder auf der Akkuplatine.

Bild 11 zeigt das Einsetzen in drei Schritten:

1 Die Verriegelung des FFC-/FPC-Connectors wird geöffnet, indem der helle Kunststoffriegel vom schwarzen Kunststoffkörper weggeschoben wird.

2 Danach wird das FPC-Kabel in den Verbinder eingeführt. Zur Vereinfachung des Einfädels kann hierzu eine Pinzette oder Ähnliches verwendet werden.

Achten Sie in diesem Schritt darauf, dass die blaue Markierung am Ende des FPC-Kabels beim Einsetzen nach oben zeigt.

3 Sobald die blaue Markierung nicht mehr zu sehen ist, folgt die Verriegelung des Connectors.

Dazu wird der helle Kunststoffriegel wieder zum schwarzen Kunststoffkörper geschoben. Wenn nach dem Verriegeln noch ein kleiner Rand der blauen Markierung zu erkennen ist, ist alles in Ordnung.

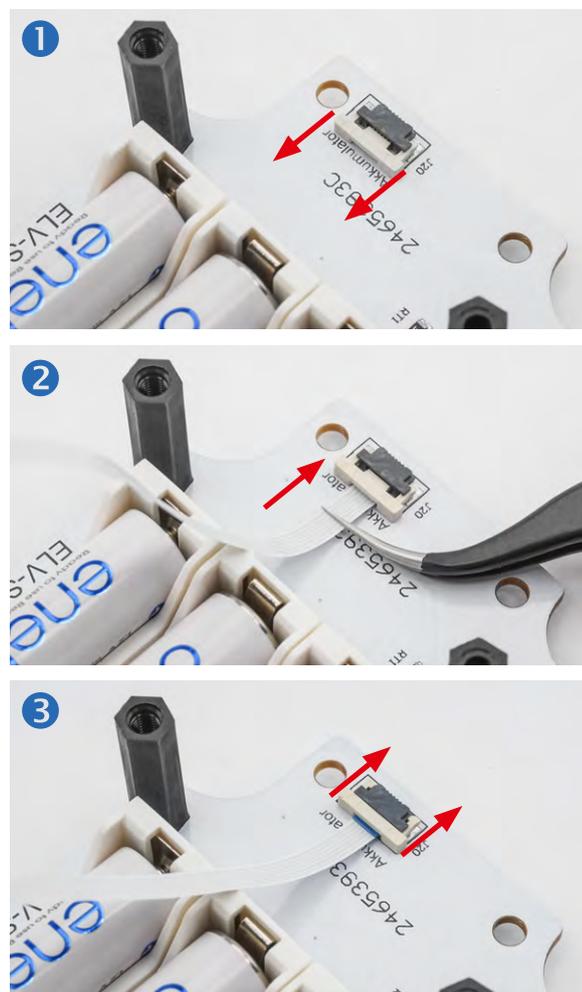


Bild 11: Einsetzen des FPC-Kabels in den FFC-/FPC-Verbinder

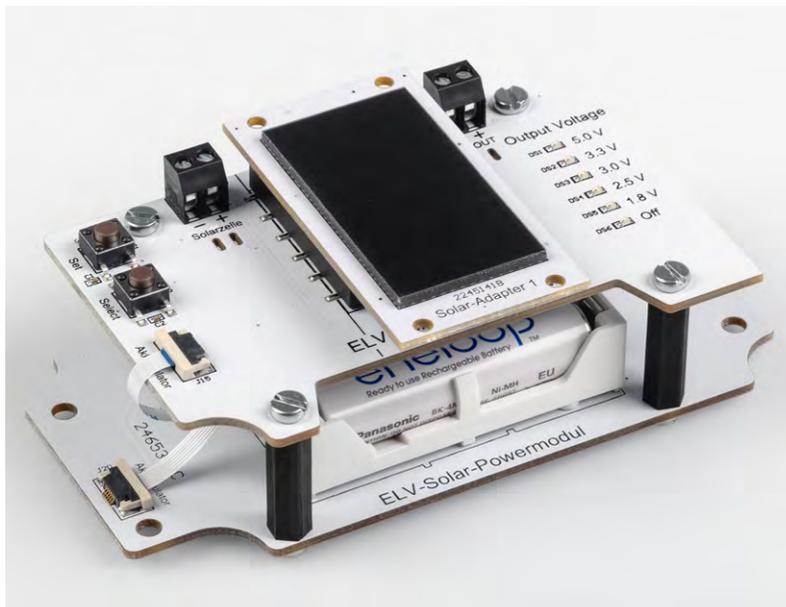


Bild 12: Fertig aufgebautes Solar-Powermodul mit aufgestecktem Solar-Adapter 1 ELV-EM-SA1

Nun kann die Controllerplatine mit den vier restlichen Zylinderkopfschrauben an den Abstandsbolzen verschraubt und das FPC-Kabel in den Verbinder auf der Controllerplatine eingeführt werden.

Bild 12 zeigt einen fertigen Aufbau des Solar-Powermoduls SPM1500 mit einem aufgesteckten Modul [Solar-Adapter 1 ELV-EM-SA1](#).

Einbau in ein Gehäuse

Um das SPM1500 im Außenbereich nutzen zu können, muss die Hardware in ein geeignetes Installationsgehäuse eingebaut werden. Für das SPM1500 gibt es ein passendes [IP67-Installationsgehäuse](#), mit dem die Anwendung auch im Außenbereich ohne Probleme möglich ist. Das empfohlene Gehäuse verfügt über die Schutzart IP67 und ist somit für Feuchträume und Außenbereich geeignet. Bild 13 zeigt das IP67-Installationsgehäuse mit Klarsichtdeckel.

Die Durchführung der Kabel ins Gehäuse geschieht mithilfe einer [12-mm-Kabelverschraubung](#) (Bild 14), die in die untere Gehäusewand eingebracht wird. So entsteht ein wasserdichter Abschluss. Für die Erstellung der 12-mm-Bohrung empfiehlt sich die Verwendung eines Stufenbohrers (Bild 15).



Bild 13: IP67-Installationsgehäuse mit Klarsichtdeckel

Widerstände:	
PTC/0,5 A/6 V/SMD	RT1
Sonstiges:	
FFC/FPC-Verbinder, 6-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	J20
Batteriehalter mit THT-Batterie- kontakten, für 1x R03	BT1-BT3

Widerstände:	
0 Ω/SMD/0402	R20
180 Ω/SMD/0402	R9-R14
1 kΩ/SMD/0402	R15
2,2 kΩ/SMD/0402	R1, R2
10 kΩ/SMD/0402	R16
560 kΩ/SMD/0402	R3-R5
1 MΩ/SMD/0402	R6-R8, R25-R28

Kondensatoren:	
1 nF/50 V/SMD/0402	C1, C2, C4-C6
10 nF/50 V/SMD/0402	C15
100 nF/16 V/SMD/0402	C3, C7-C9, C11, C13
1 µF/16 V/SMD/0402	C10
10 µF/16 V/SMD/0805	C12, C14, C16-C18, C20, C21, C23-C26
22 µF/6,3 V/SMD/0603	C22
22 µF/16 V/SMD/1206	C19, C27-C32

Halbleiter:	
EFM32PG22C200F256IM40-C	U1
AEM10941/SMD	U2
ISL9122/SMD	U3
DMG1016V-7/SMD	Q1
IRLML6401/SMD	Q4
BC847C/SMD	Q5
BAT43W/SMD	D1
LED/orange/SMD/0603	DS1-DS6

Sonstiges:	
Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Speicherdrosseln, SMD, 10 µH /550 mA	L2, L3
Speicherdrossel, SMD, 1,0 µH/2,1 A	L4
Chip-Ferrit, 300 Ω bei 100 MHz, 0603	L5
Mini-Drucktaster, 1x ein, 5 mm Tastknopflänge	S1, S2
Schraubklemmen, 2-polig, Drahtein- führung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	X2, X3
Buchsenleisten, 1x 12-polig, gerade, SMD	J1, J2
Stiftleiste, 1x 4-polig, gerade	J7
FFC/FPC-Verbinder, 6-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	J15
Distanzrollen mit Innengewinde, M3 x 20 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
Kabelbinder, 71 x 1,8 mm	
FFC-Kabel, 6-polig, 10 cm lang	
Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	



Bild 14: Kabelverschraubung mit Gegenmutter



Bild 15: Stufenbohrer für die 12-mm-Bohrung

Auf der langen Gehäusesseite passt die Kabelverschraubung genau in den Bereich zwischen den im Gehäuse vorhandenen Stegen, siehe Bild 16.

Um eine Kabelverschraubung auf der schmalen Gehäusesseite zu setzen, müssen im Vorfeld die dort vorhandenen Gehäusestege (Bild 17) entfernt werden. Erst so ist ein bündiger Abschluss der Verschraubung mit dem Gehäuse möglich.

Zum Entfernen der Stege eignet sich ein Stechbeitel optimal, aber es funktioniert auch mit einem elektrischen Schleifer.

i Wichtiger Hinweis

Die Mitte der 12-mm-Bohrung für die Kabelverschraubung sollte sich am besten in einer Höhe zwischen 25 und 30 mm vom Boden der unteren Gehäusewand befinden, damit es keine Probleme beim Einsetzen der Platinen gibt. Um das ganze Handling mit dem Anzeichnen zu vereinfachen, wird auf der [Produktseite des SPM1500](#) eine Bohrschablone zum Download angeboten.



Bild 16: Gehäuseunterteil mit Kabelverschraubung auf der langen Gehäusesseite und montierter SPM1500-Akku-Platine



Bild 17: Entfernen der Gehäusetege (links) für die Kabelverschraubung auf der schmalen Gehäusesseite (rechts)



Bild 18: Druckausgleichmembran aus speziellem wasserundurchlässigem Gewebe

Wird das Gehäuse im Außeneinsatz montiert und ist zudem direktem Regenwasser ausgesetzt, empfiehlt sich ein Druckausgleich zwischen dem Gehäuseinneren und der Umgebung. Hierfür gibt es im Handel sogenannte Druckausgleichselemente mit Schraubverschluss. Es können aber auch kostengünstige [Druckausgleichmembranen](#) verwendet werden, die im ELVshop erhältlich sind. Warum man einen Druckausgleich ermöglichen sollte, demonstriert der bekannte Gehäusehersteller Bopla sehr gut in einem [Video](#).

Kurze Erklärung: Ist das Gehäuse direkt dem Regenwasser ausgesetzt, setzen sich zwangsläufig Wassertropfen auf dem Gehäuse ab. Da der Luftdruck zwischen dem Gehäuseinneren und der Umgebung unterschiedlich sein kann, könnte im Gehäuseinneren ein Unterdruck entstehen. Hierdurch würde Wasser in das Gehäuse hineingezogen. In diesem Fall hilft auch keine Gummidichtung mehr, sodass man um einen Druckausgleich nicht herumkommt. Das Besondere an diesen Druckausgleichselementen ist, dass sie aus einem wasserundurchlässigen Gewebe bestehen, wie man es von Outdoorjacken kennt. Nur Wasser bzw. Wassertropfen werden von außen abgewiesen – die Luft und auch normale Luftfeuchtigkeit können zirkulieren. [Bild 18](#) zeigt solch eine Membran, die sehr einfach zu montieren ist.



Bild 20: Sicherung der Anschlussleitungen an Klemme X2 mit einem Kabelbinder

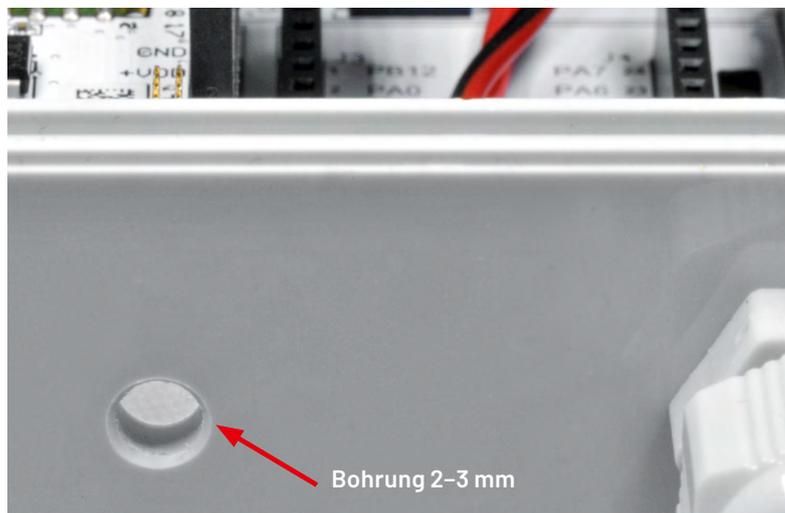


Bild 19: So wird eine Druckausgleichmembran montiert.

Möchte man solch eine Membran in das Gehäuse montieren, ist in die (wichtig!) Gehäuseunterseite ein kleines Loch (ca. 2–3 mm) zu bohren. Anschließend wird die selbstklebende Membran im Gehäuseinneren angebracht, wie in [Bild 19](#) zu sehen ist.

Um den Einbau des SPM1500 in das Installationsgehäuse einfacher zu gestalten, bietet es sich an, zuerst nur die aufgebaute Akkuplatine mit dem eingeführten FPC-Kabel ([Bild 16](#)) in das Gehäuseunterteil einzulegen und mit den vier Gehäuseschrauben zu befestigen. Dann werden die Anschlussleitungen für die zu versorgende Elektronik über den Durchgang der Kabelverschraubung in das Gehäuse eingeführt und an die Schraubklemme X3 der Controllerplatine angeschlossen.

Wenn das SPM1500 mit dem ELV Erweiterungsmodul Solar-Adapter 1 ELV-EM-SA1 betrieben werden soll, wird dieses nun auf den dafür vorgesehenen Steckplatz gesteckt. Bei Verwendung einer Solarzelle mit Kabelanschluss wie z. B. die SOL-Expert Solarzelle SM480, müssen die Anschlussleitungen der Solarzelle nun an die Schraubklemme X2 polrichtig angeschlossen werden. Bitte beachten Sie beim Anschluss von Leitungen an den Schraubklemmen X2 und X3, dass diese durch Verwendung der beiliegenden Kabelbinder zusätzlich gesichert werden, siehe [Bild 20](#).

Anschließend kann die Controllerplatine mit den vier restlichen Zylinderkopfschrauben an den Abstandsbolzen verschraubt und das FPC-Kabel in den Verbinder auf der Controllerplatine eingeführt werden.

Nach der Inbetriebnahme des SPM1500 folgt zum Abschluss die Montage des Gehäusedeckels auf das Gehäuseunterteil.



Bedienung

Die Bedienung des SPM1500 ist sehr simpel und erfolgt allein über die beiden Taster S1(Set) und S2(Select) sowie die LEDs.

Einstellen einer neuen Ausgangsspannung

Zum Einstellen einer neuen Ausgangsspannung wird zuerst eine der beiden Tasten betätigt, worauf das SPM1500 mit der entsprechenden LED aufleuchtet, mit der das Gerät zuletzt eingestellt wurde (z. B. „5.0 V“ oder „Off“). Nun kann mit der Taste „Select“ eine neue Ausgangsspannung ausgewählt werden, indem die entsprechend leuchtende LED ausgewählt wird, die sich neben dem dargestellten Spannungswert befindet. Mit einem langen Tastendruck von mindestens 2 Sekunden auf die Taste „Set“ beginnt die selektierte LED zu blinken und kann danach losgelassen werden. Die LED blinkt nun noch weitere 3 Sekunden und erlischt abschließend. Die neue Ausgangsspannung wird übernommen und an der Schraubklemme DC-OUT ausgegeben.

Wird an der Taste „Set“ kein langer Tastendruck ausgeführt, bleibt die ausgewählte LED für 5 Sekunden dauerhaft leuchtend und erlischt abschließend wieder. In diesem Fall ändert sich die Einstellung nicht und das SPM1500 gibt weiterhin die zuvor eingestellte Ausgangsspannung aus.

Abbrechen einer falsch selektierten Ausgangsspannung

Nachdem eine neue Ausgangsspannung mit dem langen Tastendruck der Taste „Set“ ausgewählt und die entsprechende LED anfängt zu blinken, kann diese Auswahl mit einem kurzen Tastendruck auf die Taste „Select“ wieder rückgängig gemacht werden. Die LED leuchtet wieder dauerhaft auf und mit der Taste „Select“ kann erneut die Auswahl der Ausgangsspannung vorgenommen werden.

Anzeige eines Kurzschlusses

Sollte an der Schraubklemme DC-OUT ein Kurzschluss vorliegen – entweder dauerhaft oder auch nur einmalig für kurze Zeit –, wacht der Controller auf und lässt alle LEDs gleichzeitig blinken.

Hierbei handelt es sich um die Anzeige eines Fehlers! Wenn ein solcher Fehler auftritt, wird dieser im EEPROM-Speicher vermerkt und der Spannungsausgang wird automatisch abgeschaltet (Off). Diese Einstellung bzw. ausbleibende Ausgangsspannung bleibt so lange erhalten, wie der Fehler im EEPROM gespeichert ist.

Quittieren eines Fehlers

Zum Löschen einer solchen Fehleranzeige betätigen Sie bitte eine der beiden Tasten, damit die Fehleranzeige zunächst aufleuchtet. Anschließend kann mit der Taste „Select“ die nun auszugebende Ausgangsspannung über die leuchtende LED eingestellt und mit einem langen Tastendruck der Taste „Set“ übernommen werden. Die LED blinkt abschließend wie zuvor beschrieben.

Wurde der Kurzschlussfehler behoben, erlischt die blinkende LED nach 3 Sekunden und die ausge-

wählte Ausgangsspannung steht an der Schraubklemme DC-OUT wieder zur Verfügung. Wurde der Kurzschlussfehler hingegen nicht behoben, folgt erneut ein Blinken aller LEDs zur Anzeige eines Fehlers.

Inbetriebnahme

Für die erste Inbetriebnahme des SPM1500 müssen in die Batteriehalter BT1 bis BT3 die drei NiMH-Zellen eingelegt werden. Bitte achten Sie beim Einsatz auf korrekte Ausrichtung der Pole, die Batteriehalter verfügen dafür über eine entsprechende Einprägung zur Orientierung.

Stecken Sie nun entweder den ELV Solar-Adapter 1 ELV-EM-SA1 auf die dafür vorgesehenen Buchsenleisten J1 und J2 auf oder schließen eine passende Solarzelle wie die SOL-Expert Solarzelle SM480 an die Schraubklemme X2 an.

Wenn die Spannung des Akkus nun größer als die Spannung V_{CHRDY} ist und nach dem Anschließen der Solarzelle mindestens einmal eine Spannung V_{SRC} von 380 mV und eine eingehende Energie P_{SRC} von 3 μ W anliegt, wechselt das Power-Management-IC in den „Normal mode“ und erzeugt die für den Betrieb des Mikrocontrollers benötigten 2,5 Volt.

Der Mikrocontroller des SPM1500 startet und zeigt über die LEDs die aktuell eingestellte Ausgangsspannung für 5 Sekunden an. Anschließend erlischt die LED und der Mikrocontroller des SPM1500 geht in den „Deep Sleep mode“. Durch Betätigen einer der beiden Tasten wacht der Controller wieder auf und zeigt erneut für 5 Sekunden die aktuelle Ausgangsspannung an.

Entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise kann nun eine Ausgangsspannung ausgewählt und bestätigt werden. An der Schraubklemme DC-Out kann dann jederzeit die aktuelle Ausgangsspannung gemessen werden, die zuvor eingestellt worden ist.

Achtung!

Wird eine zu betreibende Hardware an den Schraubanschluss „DC-OUT“ angeschlossen, während dieser schon aktiv ist, können vorhandene entladene Kondensatoren eine so hohe Stromspitze erzeugen, dass die Kurzschlusserkennung des SPM1500 aktiviert wird. Aus diesem Grund sollte die Ausgangsspannung am SPM1500 zunächst auf „Off“ gestellt werden, wenn eine neue Hardware angeschlossen wird. Nach dem Anschluss der neuen Hardware kann dann die benötigte Ausgangsspannung eingestellt und bestätigt werden.

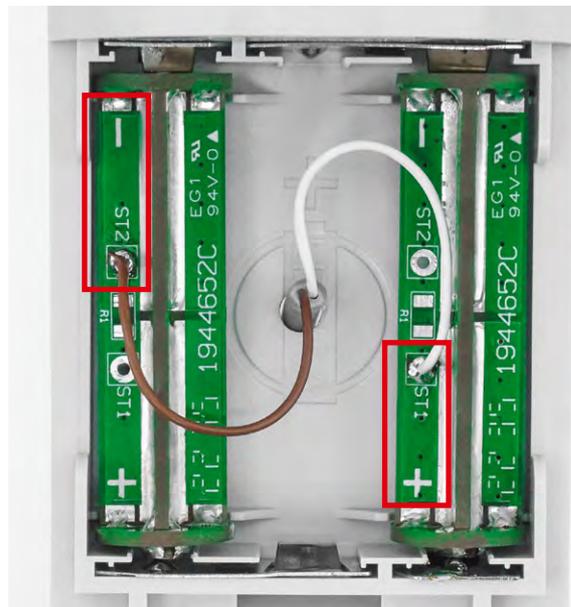


Bild 21: Angelötete Adern der Mantelleitung mit Batterie-Dummys in einem Gerät mit 2x AA-Batterieversorgung

Anwendungsbeispiele

Die Verwendung des Solar-Powermoduls ist für viele Anwendungen geeignet, bei denen Geräte normalerweise mit Batterien oder Akkus im Spannungsbereich bis 5 Volt betrieben werden.

Damit das SPM1500 bei Geräten, die ihre Spannungsversorgung über Batterien oder Akkus erhalten, genutzt werden kann, sind die Versorgungsleitungen von der Schraubklemme „DC-OUT“ des SPM1500 mit den Anschlusspunkten des zu versorgenden Geräts zu verbinden. Falls möglich, können die Versorgungsleitungen an eventuell vorhandenen Lötstellen zwar direkt angelötet werden, doch steht diese Lösung eher selten an Geräten zur Verfügung. Auch ein Anlöten der Leitungen an die Federkontakte im Batteriefach sollte nicht in Betracht gezogen werden, da sich das Material der Federkontakte meist schlecht zum Anlöten von Leitungen eignet. Außerdem kann das Gerätegehäuse bei der Erwärmung der Federkontakte so weit in Mitleidenschaft gezogen werden, dass später keine Batterien oder Akkus mehr einsetzbar sind.

Eine wesentlich praktikablere Lösung ist die Verwendung sogenannter Batterie-Dummys, die

anstelle der echten Batteriezellen in das Gerät eingesetzt werden. An diesen Dummys sind die Versorgungsleitungen entsprechend einfach anlötfar, siehe Bild 21. Anschließend kann sofort mit Einsetzen der Batterie-Dummys in die Batteriehalter des zu versorgenden Geräts eine Verbindung zum SPM1500 erfolgen.

Im ELVshop werden von diesen tollen Helfern zwei verschiedene Sets als Bausätze angeboten: das [ELV Batterie-Dummy-Set BD-AA](#), bestehend aus vier Mignon/AA-Dummys, und das [Batterie-Dummy-Set BD-AAA](#), das insgesamt vier Micro/AAA-Dummys enthält. In Bild 22 ist jeweils ein Dummy der beiden Varianten zu sehen. Die Auswahl zwischen AA- oder AAA-Dummy muss dabei entsprechend dem „umzurüstenden“ Gerät erfolgen.

Die Wahl der Versorgungsleitung

Zur Anbindung von Geräten über das SPM1500 sollte im Außenbereich eine 2-adrige Mantelleitung eingesetzt werden. Die Nutzung dieser Mantelleitung hat gegenüber zwei Einzelleitungen den Vorteil, dass diese von der Kabeldurchführung des SPM1500 komplett umschlossen wird und somit eine optimale Dichtheit gewährleistet. Bei Verwendung von zwei Einzeladern bleibt hingegen immer eine, wenn auch kleine Lücke, durch die Feuchtigkeit, z. B. nach Regen, eindringen kann.

Bitte achten Sie zudem immer auf die korrekte Polung zwischen dem SPM1500 sowie den Batterie-Dummys beim Anschluss über die Mantelleitung, siehe Bild 21. ELV



Bild 22: Die ELV Batterie-Dummys BD-AA (oben) und BD-AAA (unten)

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	SPM1500
Spannungsversorgung:	3x 1,2 V HR03/Micro/AAA NiMH-Akku
Stromaufnahme:	5 µA min., max. 500 mA @ 5,0 V _{DC_Out}
Ausgangsspannung:	1,8 V/2,5 V/3,0 V/3,3 V/5,0 V
Bedienelemente:	2 Taster
Optische Anzeigen:	6 orange LEDs zur Signalisierung der aktiven Ausgangsspannung
Solarzelle:	
Leerlaufspannung:	max. 5 V
Kurzschlussstrom:	max. 110 mA
Leitungslänge an den Klemmen X2 und X3:	3 m max.
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessung ohne Gehäuse (B x H x T):	97 x 56 x 35 mm
Gewicht (ohne Akkus, ohne Gehäuse):	83,5 g

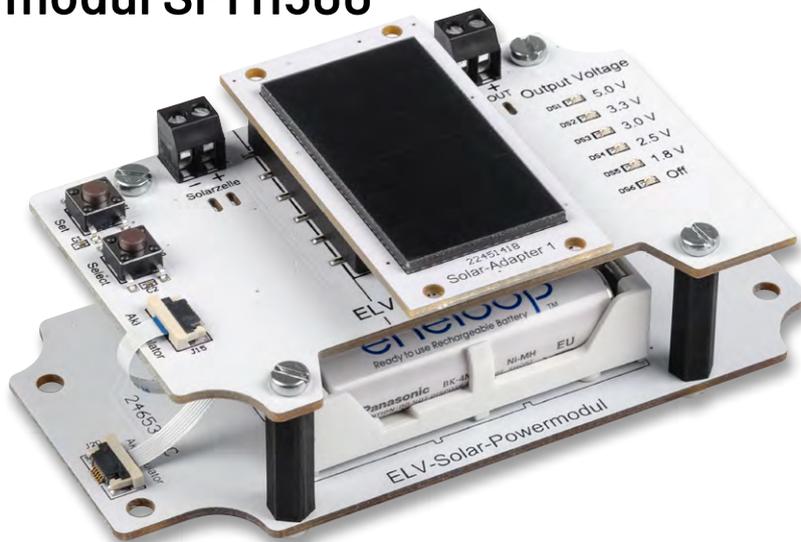
Solar Powermodul SPM1500

ELV

NEU

EXKLUSIV

BAUSATZ



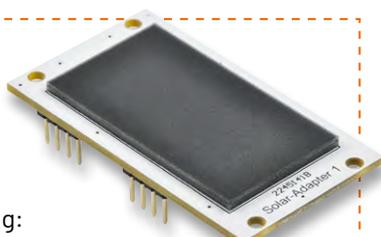
24,95 €

Artikel-Nr. 160864

Zum Produkt

- Fünf einstellbare Ausgangsspannungen: 1,8 V / 2,5 V / 3,0 V / 3,3 V / 5,0 V
- Automatische Kurzschluss-/Überstromerkennung
- Ausgangsstrom von bis zu 300 mA
- Intelligente Regelung durch spezielles Energy-Harvesting-Power-Management-IC (PMIC)
- Ultra-Low-Power-Start-up (Kaltstart) mit 380 mV und 3 µW
- Umweltschonend durch den Verzicht auf Einwegbatterien und lästigen/aufwendigen Batteriewechsel
- Besonders geeignet für den Anschluss stromsparender Sensorknoten für den Innen- und Außenbereich
- Einfache Bedienung über zwei Tasten und LED-Anzeige
- Versorgung aus 3x HR03 (Nickel-Metallhydrid-Akkumulator)

ELV Solar-Adapter ELV-EM-SA1



- Hocheffiziente monokristalline Solarzelle
- Hohe Ausgangsleistung: 185 mW (3,35 V, 55,1 mA)

19,95 €

Artikel-Nr. 157907

Zum Produkt

SOL-Expert Solarzelle SM480



- Effiziente monokristalline Solarzelle
- Einfache Verdrahtung über Lötstellen
- Vergossene Ausführung, 90 x 30 mm
- Leerlaufspannung: 4 V, Kurzschlussstrom: 80 mA

4,95 €

Artikel-Nr. 252513

Zum Produkt

homematic IP

Wettersensoren (basic, plus, pro)

- Vielfältige Funktionsmöglichkeiten in Verbindung mit anderen Homematic IP Geräten – z. B. zum Steuern von Rollläden/Markisen
- Kabelloser Batteriebetrieb, hohe Funkreichweite (Freifeld 400 m)
- Einfach mit dem mitgelieferten Edelstahlmast aufstellbar
- Aufzeichnung der Messdaten in der Homematic IP App oder der CCU3



ab 119,95 €

Zu den Wettersensoren

	HmIP-SW0-B (basic)	HmIP-SW0-PL (plus)	HmIP-SW0-PR (pro)
Temperatur	✓	✓	✓
Luftfeuchtigkeit	✓	✓	✓
Windgeschwindigkeit	✓	✓	✓
Windrichtung	-	-	✓
Helligkeit (relativ)	✓	✓	✓
Sonnenscheindauer	✓	✓	✓
Regenbeginn	-	✓	✓
Regenmenge	-	✓	✓
Artikel-Nr.	152056	152057	151821
Preis	119,95 €	199,95 €	279,95 €
	Zum Produkt	Zum Produkt	Zum Produkt



Leser fragen

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.

Hinweis von Herrn Sinram zur Homematic IP Schalt-Mess-Steckdose HmIP-PSM-2 ([Artikel-Nr. 157337](#)), die in einem mit der Google-Sprachsteuerung gekoppeltem System betrieben wird: Ich nutze eine Schalt-Mess-Steckdose HmIP-PSM-2 an meiner Brauchwasserpumpe (Raum „HWR“). Diese hat sich an zwei Tagen in Folge, am 19. und am 20. Juli, jeweils zwischen 22:00 Uhr und 22:30 Uhr wie von Geisterhand ausgeschaltet. Dies kann ich anhand des Messdatenloggings zum Verbrauch nachvollziehen. Resultat ist kaltes Wasser, was die Begeisterung für Homematic IP Produkte im Haushalt gerade erheblich schmälert. Automatisierungen o. Ä. sind nicht angelegt.

Die Ursache konnte von Herrn Sinram selbst ermittelt werden: Ich habe das Problem zwischenzeitlich lösen können und wollte Sie über die Ursache in Kenntnis setzen, da dies möglicherweise bei anderen Kunden ebenfalls auftritt.

Ich habe mein HmIP-System ebenfalls in der Google Home App eingebunden und besitze im Wohnzimmer ein Google Nest. Wir schalten darüber unsere Wohnzimmerbeleuchtung ein und aus. Manchmal hat der Google Nest ein Verbindungsproblem, weshalb ein in der Tasche getragenes Android-Smartphone ebenfalls auf das Sprachkommando reagiert.

Wird jetzt gesagt „Hey Google, Licht an-/ausschalten“ und es reagiert nicht der Nest, der eine feste Raumzuordnung hat, sondern das Smartphone, werden sämtliche als „Licht“ geführte Aktoren in der Google Home App aktiviert oder deaktiviert, somit auch die Mess-Steckdose meiner Brauchwasserpumpe. Durch Änderung auf das Kommando „Hey Google, Licht im WOHNZIMMER ausschalten“, konnte das Problem dauerhaft gelöst werden.

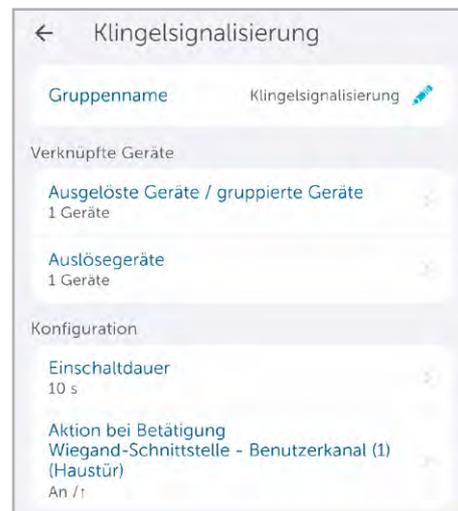
Frage von Herrn Bükler zur Homematic IP Wiegand-Schnittstelle HmIP-FWI (Artikel-Nr. 155182): Ich habe eine Frage bezüglich meiner neu gekauften Wiegand Schnittstelle. Funktioniert alles klasse, bis auf eine Sache: Laut Schaltplan habe ich wie vorgegeben auf den Eingang ein Klingeltaster (Schließer) gelegt. Push-Mitteilungen kommen. Über den OUT-Anschluss möchte ich meinen konventionellen Gong schalten. Wie lässt sich das realisieren?

Antwort von ELV: Die von Ihnen gewünschte Funktion lässt sich durch eine Automatisierung realisieren. Beachten Sie hierzu den nebenstehenden Screenshot (ggf. Einschaltdauer beachten für den Gong).



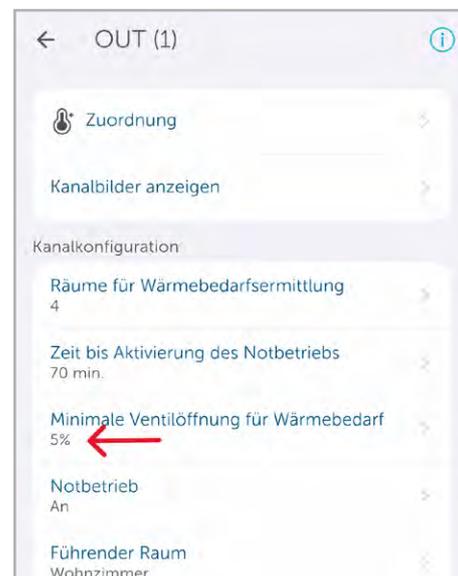
Frage von Herrn Puhl zur Homematic IP Wiegand-Schnittstelle HmIP-FWI (Artikel-Nr. 155182): Folgende Frage zu einem Fingerprint Codeschloss, das ich gerne über die Homematic IP Wiegand-Schnittstelle mit der Homematic IP App koppeln möchte: Sehe ich es richtig, dass die Wiegand Schnittstelle keine Anschlussmöglichkeit für eine Bestätigungs-LED am Kartenleser hat? Oder kann für den Anschluss der Bestätigungs-LED ein anderer Anschluss genutzt werden?

Antwort von ELV: Verwenden Sie alternativ den Türöffner-Steuerausgang der HmIP-FWI Wiegand-Schnittstelle, den Sie mit einem Benutzerkanal (der über den gleichen Code ausgelöst wird) verknüpfen. Stellen Sie die Verknüpfung so ein, dass der Steuerausgang, über den eine Signalisierungs-LED angesteuert wird, nach korrekter Codeeingabe für einige Sekunden aufleuchtet.



Frage von Herrn Gerich zum Schaltaktor für Heizungsanlagen HmIP-WHS2 (Artikel-Nr. 150842): Ich habe eine Heizungssteuerung mit führendem Raum erstellt. Der führende Raum wird über einen Raumthermostat gesteuert. Zusätzlich sind in drei Räumen Heizkörperthermostate zur Wärmebedarfsermittlung installiert. Die Heizungssteuerung (Pumpe eines Pufferspeichers) erfolgt über einen Schaltaktor 2-fach, bei dem lediglich der erste Kanal verwendet wird. Das System funktioniert an sich. Allerdings ist laufend zu beobachten, dass die Heizungspumpe aktiviert ist, obwohl eindeutig in keinem der Räume ein Wärmebedarf besteht.

Antwort von ELV: Unseres Erachtens liegt ein Einstellungsfehler vor. Wir haben das Verhalten des Schaltaktors für Heizungsanlagen in Verbindung mit einem Wandthermostat und einem Heizkörperthermostat getestet. Hierbei konnten wir feststellen, dass der Schaltaktor ausschaltet, wenn sowohl von Heizkörperthermostat als auch vom Wandthermostat kein Wärmebedarf gemeldet wird. Beachten Sie bitte die Screenshots in der Anlage, denen Sie die von uns vorgenommenen Einstellungen entnehmen können. Möglicherweise haben Sie die Einstellung der minimalen Ventilöffnung auf 1 % belassen. Erhöhen Sie dann doch bitte einmal die Einstellung auf 5 %.



Frage von Herrn Bonke zum Homematic IP Heizkörperthermostat HmIP-eTRV-2 (Artikel-Nr. 140280): Bei meinem Heizkörperthermostat konnte ich feststellen, dass der Motor sehr häufig fährt und die Batterie schnell leer ist. Wie lassen sich die Motorfahrten so verändern, dass diese z. B. nur einmal in der Stunde erfolgen?

Antwort von ELV: Unseres Erachtens arbeitet die gegebene Heizungsanlage mit einer sehr hohen Vorlauftemperatur, sodass es schon bei leichter Ventilöffnung innerhalb einer sehr kurzen Zeit zu einer großen Wärmeentwicklung kommt. Durch diese „schnelle“ Wärmeentwicklung schließt das Thermostat vermutlich schon beim folgenden Messvorgang wieder das Ventil. Es kommt jetzt wahrscheinlich zu einer schnellen Abkühlung mit der Folge, dass in einem der folgenden Messintervalle der Thermostat das Ventil wieder öffnet. Dieser Vorgang wird sich vermutlich in diesen kurzen Intervallen stets wiederholen, daher der hohe Stromverbrauch. Prüfen Sie bitte die Vorlauftemperatur bzw. passen Sie diese an den zu beheizenden Raum an (gegebenenfalls durch die Einstellung einer flacheren Heizkennlinie bei der gegebenen Heizung (sofern möglich)). Fragen Sie hierzu gegebenenfalls auch Ihren lokalen Heizungsinstallateur.

Python & MicroPython: Programmieren lernen für Einsteiger

Grafikkunst mit Matplotlib

Teil 6

Die meisten Menschen sind visuelle Wesen – eine einzige Grafik sagt daher oft mehr als umfangreiche Datenlisten oder numerische Tabellen. Zudem können Zusammenhänge meist wesentlich rascher erfasst werden, wenn sie in grafische Darstellungen gefasst sind. Mit Matplotlib steht für Python eine Bibliothek zur Verfügung, mit der die Arbeit mit grafischen Darstellungen zum Kinderspiel wird. Kein Wunder also, dass sich Python und die Matplotlib zunehmender Beliebtheit erfreuen. In Kombination mit NumPy und SciPy ist die Matplotlib klassischen Mathematikprogrammen mindestens ebenbürtig, wenn nicht sogar überlegen. Zudem ist die Matplotlib kostenlos erhältlich, quelloffen und sie kann objektorientiert programmiert werden.



Mittels MatPlotLib können Diagramme und Darstellungen in verschiedenen Formen und Formaten erzeugt werden. Die dabei erzielbare Qualität reicht problemlos auch an Erfordernisse für wissenschaftliche Veröffentlichungen heran.

Dennoch können selbst Einsteiger mit MatPlotLib schnell beachtliche Erfolge erzielen. Mit nur wenigen Codezeilen lassen sich einfache x/y-Plots, Histogramme, Leistungsspektren, Balkendiagramme, Fehlerdiagramme, Streudiagramme etc. erzeugen.

Importieren der MatPlotLib-Bibliothek in Thonny

Nach dem Starten von Thonny wird zunächst der Paketmanager (Werkzeuge (Tools) → Paketmanager) geöffnet. Im Menü „Werkzeuge“ (Tools) wird dann nach „MatPlotLib“ gesucht (Bild 1).

Nach einem Klick auf die gefundene Bibliothek kann diese im nächsten Fenster installiert werden.

Zum Abschluss kann man noch überprüfen, ob MatPlotLib korrekt installiert und verfügbar ist.

Hierzu kann man ein neues Programmfenster öffnen und „import MatPlotLib.pyplot as plt“ eingeben. Wenn kein Fehler gemeldet wurde, ist alles in Ordnung.

Erste Schritte: Erstellen einfacher Diagramme

Nur einige wenige Befehle und Anweisungen bilden die Grundlage der MatPlotLib. Eines der zentralen Module der MatPlotLib ist Pyplot. Damit lassen sich einfache Funktionen wie Linien, Bilder, Texte mit wenigen Programmzeilen darstellen. Ein erstes Beispiel verdeutlicht, wie man Linien-Diagramme erstellt (siehe [Line_Diagram.py](#)):

```
import MatPlotLib.pyplot as plt

# Daten definieren
x = [1, 2, 3, 4, 5, 6]
y = [1, 4, 9, 16, 25, 36]

# Plot erstellen
plt.figure(figsize=(8,6))
plt.plot(x, y, label='squares')
plt.title('line diagram')
plt.xlabel('x-axis')
plt.ylabel('y-axis')
plt.legend()
plt.show()
```

Dieser Code erzeugt ein einfaches Liniendiagramm (Bild 2).

- `plt.figure()` erstellt eine neue Grafik („Figur“)
- `plt.plot()` fügt dem Diagramm die definierten Daten hinzu
- `plt.show()` zeigt das Diagramm in einem eigenen Fenster

Mit den Funktionen `plt.title()`, `plt.xlabel()` und `plt.ylabel()` können dem Diagramm Titel, Beschriftungen und Achsenbezeichnungen hinzugefügt werden. Damit lassen sich bereits eine Vielzahl von Grafikaufgaben erledigen. Dennoch geben diese Befehle nur einen

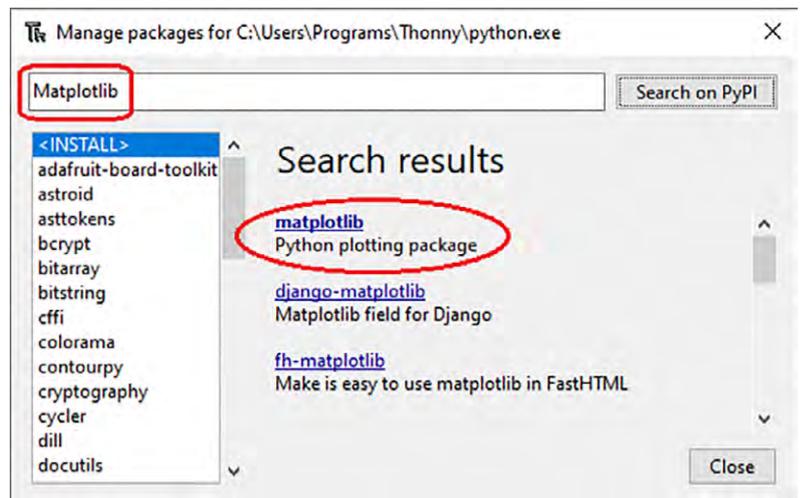


Bild 1: Installation der MatPlotLib-Bibliothek

ersten Eindruck. Im Laufe dieses Artikels sollen die Funktionen und Möglichkeiten dieser mächtigen Bibliothek etwas detaillierter vorgestellt werden.

Zunächst besteht eine MatPlotLib-Grafik prinzipiell aus den folgenden Bestandteilen:

• Figure

Hierunter wird die gesamte Abbildung verstanden. Sie kann eine oder mehrere Diagramme enthalten. Eine „Figure“ ist als eine Art Leinwand zu verstehen, die einzelne Diagramme enthält.

• Axes

Eine „Figure“ kann mehrere Achsen enthalten. Jede Achse hat optional

- einen Titel
- ein X-Label
- ein Y-Label
- ein Z-Label (bei 3D-Darstellungen)

• Axis

Über Axis-Objekte werden die Achsen mit Maßstäben und Diagrammgrenzen versehen.

• Artist

Enthält Text-, Linen-, 2D- oder 3D-Objekte etc.

Mit diesen Grafikelementen lassen sich praktisch alle denkbaren Bild- und Darstellungsvariationen aufbauen.

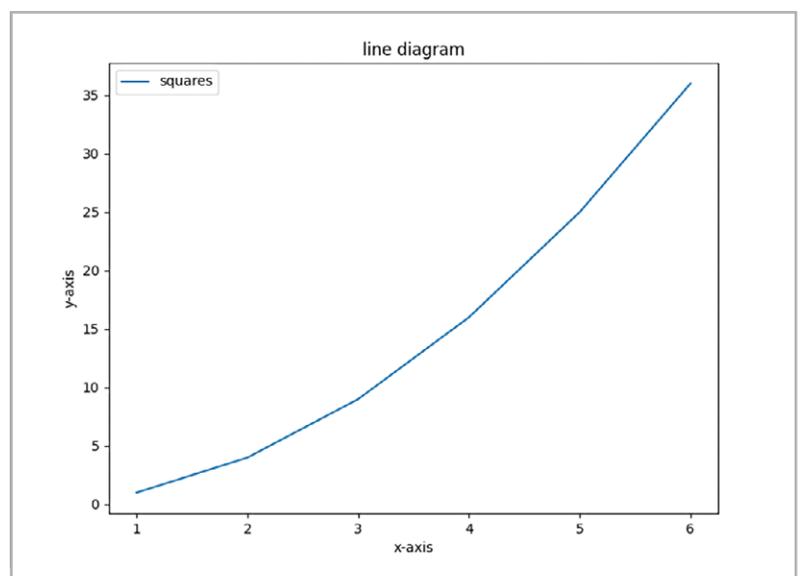


Bild 2: Liniendiagramm

Grundelemente der Visualisierung mit Matplotlib

In Matplotlib bezeichnet die „Figure“ das gesamte Fenster oder die gesamte Seite, auf der alle Darstellungen erfolgen. Eine Figure kann eine oder mehrere „Axes“ enthalten. Hierunter versteht man x/y-Diagramme, in denen Daten in Form von Linien, Balken, Punkten usw. visualisiert werden können. Eine „Axe“ kann man sich als eine einzelne Plotfläche vorstellen, die ihre eigenen Achsen und Titel besitzt. Das Verständnis des Figure-Axes-Konzepts ist entscheidend für die effektive Nutzung von Matplotlib. Das folgende Beispiel ([SinCos.py](#)) illustriert diese Methode:

```
import Matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Beispiel-Daten
x = np.linspace(0, 10, 100)
y1 = np.sin(x)
y2 = np.cos(x)

# Erstellen einer Figure mit 2 Subplots (1x2 Anordnung)
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2, figsize=(10, 4))

# Plot im ersten Subplot
ax1.plot(x, y1, label='sin(x)')
ax1.set_title('Sinusfunktion')
ax1.set_xlabel('x')
ax1.set_ylabel('sin(x)')
ax1.legend()

# Plot im zweiten Subplot
ax2.plot(x, y2, label='cos(x)', color='orange')
ax2.set_title('Kosinusfunktion')
ax2.set_xlabel('x')
ax2.set_ylabel('cos(x)')
ax2.legend()

# Layout anpassen und anzeigen
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Das Programm verwendet neben Matplotlib auch die NumPy-Bibliothek. Diese ermöglicht die Einbindung wissenschaftlicher Rechenmethoden in Python. Sie stellt unter anderem Arrays, eine Vielzahl mathematischer Funktionen und Operationen sowie Funktionen zur Datenmanipulation zur Verfügung. Weitere Details zur NumPy-Bibliothek folgen in späteren Beiträgen.

In obigem Programm werden zunächst Beispieldaten für Sinus- und Kosinusfunktionen erzeugt. Dabei ist `np.linspace` eine Funktion aus der NumPy-Bibliothek, die ein Array von 100 gleichmäßig verteilten Punkten zwischen 0 und 10 zur Verfügung stellt. Dieses Array `x` wird als unabhängige Variable für die Funktionen `sin` und `cos` verwendet. Mit `np.sin` kommt eine Funktion aus der NumPy-Bibliothek zum Einsatz, die den Sinus jedes Elements im Array `x` berechnet. Das Ergebnis ist ein Array `y1`, das die Sinuswerte der entsprechenden `x`-Werte enthält.

Entsprechend wird mit `np.cos` ein Array `y2` für die Kosinuswerte berechnet. Diese drei Zeilen generieren also die Daten, die in den Subplots geplottet werden. Die `x`-Werte sind die Eingaben (die horizontale Achse) und `y1` und `y2` sind die Ausgaben (die vertikale Achse) für die Sinus- und Kosinusfunktionen. Zugleich demonstrieren sie eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit der NumPy-Bibliothek.

Nach der Erzeugung von Daten wird eine „Figure“ mit zwei Subplots nebeneinander (1 Reihe, 2 Spalten) aufgebaut. Im ersten Subplot (`ax1`) wird die Sinusfunktion geplottet, im zweiten Subplot (`ax2`) die Kosinusfunktion dargestellt.

Die Methode `plt.tight_layout()` sorgt dafür, dass die Subplots nicht überlappen und alle Daten lesbar sind. Dies ist eine typische Python-Funktion, die versucht, alles so gut wie möglich (best effort) zu erledigen. [Bild 3](#) zeigt das Ergebnis.

Farben, Linien und Marker

Die visuelle Gestaltung eines Diagramms ist entscheidend, um eine klare und verständliche Darstellung der Daten zu gewährleisten. Matplotlib bietet eine breite Palette von Stil-Optionen, um Diagramme nach Wunsch anzupassen. Zunächst können Farben beliebig variiert werden. Linienfarben, Farbmarkierungen, Achsen- und Titelfarben sind frei wählbar. Sie können als HTML-Hex-Strings, HTML-Farbnamen oder als RGB-Tupel definiert werden, z. B. definiert `plt.plot(x, y, color="green")` die Linienfarbe als Grün.

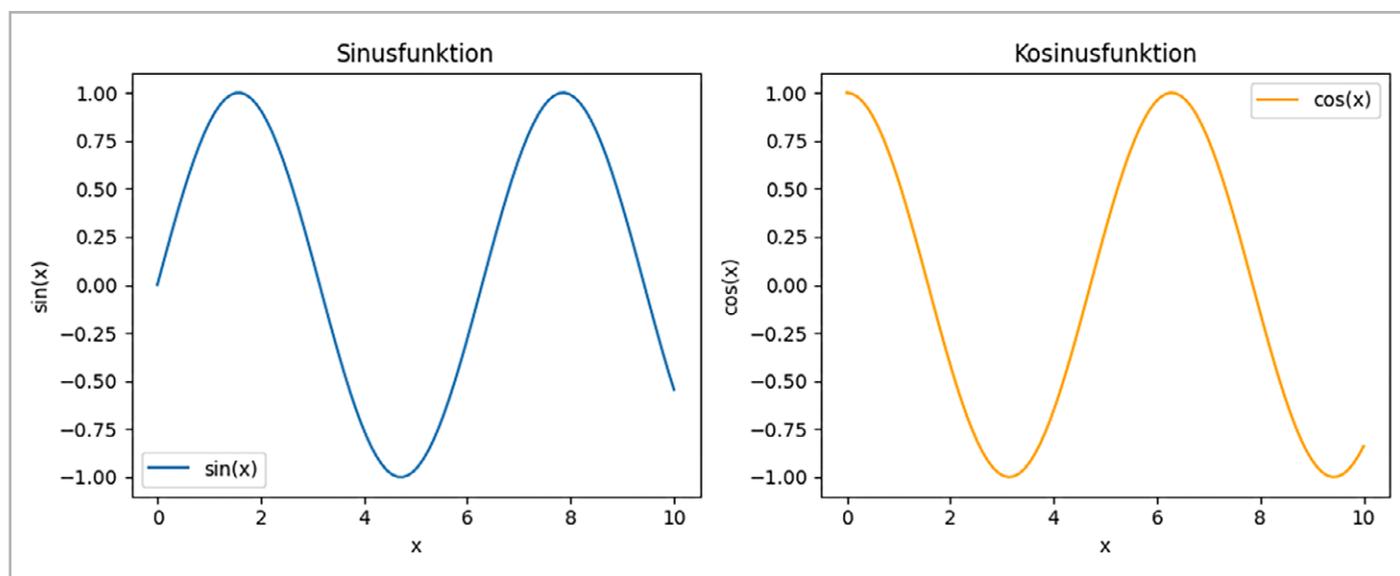


Bild 3: Subplots

Dann kann über Linienparameter und Marker-Anweisungen der Linientyp festgelegt werden. Mögliche Linienparameter sind durchgezogen, gestrichelt, gepunktet und andere Varianten.

Die Form der Datenpunkte (Kreise, Dreiecke, Quadrate usw.) kann ebenfalls angepasst werden. Das Beispiel

```
plt.plot(x, y, linestyle='--', marker='o', color='r')
```

liefert gestrichelte Linien mit Kreismarkern in rot (siehe Bild 4, Programm [Styles_marker.py](#)):

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.linspace(0, 10, 100)
y1 = np.sin(x)
y2 = np.cos(x)

fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2, figsize=(6, 3))

ax1.plot(x, y1, label='sin(x)', color='g', linestyle=':', marker='.')
ax2.plot(x, y2, label='cos(x)', color='r', linestyle='--', marker='o')

plt.tight_layout()
plt.show()
```

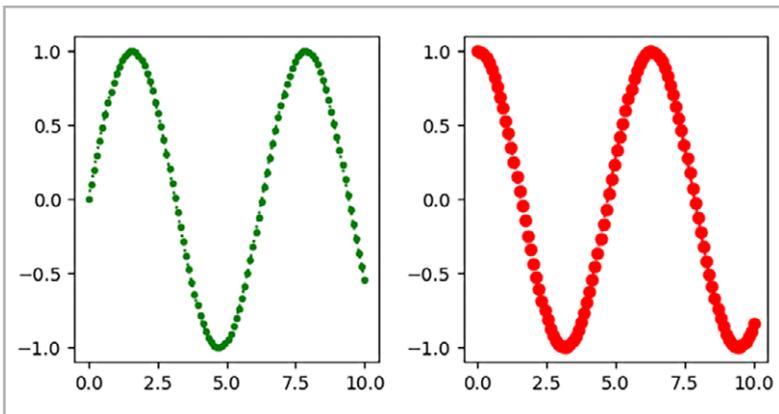


Bild 4: Festlegung von Linientypen und Markern

Text und Annotationen für Erklärungen und Beschriftungen

Matplotlib ermöglicht es auch, Texte innerhalb des Diagramms zu platzieren. Zudem können Beschriftungen für Achsen, Titel für die Achsen und die Figur sowie Legenden hinzugefügt werden. Mit sogenannten Annotationen kann Text an einer bestimmten Position im Diagramm platziert werden.

Mit Pfeilen kann man auf Bereiche mit besonderer Bedeutung hinweisen:

```
ax.annotate('Wichtiger Punkt', xy=(2,1), xytext=(3,1.5),
arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.05))
```

Wenn Diagramme mit Texten, Beschriftungen und Annotationen versehen werden, kann dies die Aussagekraft und Klarheit von Visualisierungen entscheidend verbessern.

Einige Möglichkeiten, wie Text und Annotationen in Matplotlib verwendet werden können, sind:

Titel und Überschriften: Sie helfen, den Inhalt auf den ersten Blick zu verstehen.

Achsenbeschriftungen erklären, welche Werte die Achsen darstellen und geben den Daten einen klaren Kontext.

Legenden helfen, verschiedene Datenreihen oder Kategorien innerhalb eines Diagramms zu identifizieren.

Annotationen können als spezifische Hinweise oder Markierungen an besonderen Datenpunkten angebracht werden.

Text kann an beliebigen Stellen im Diagramm platziert werden, um bestimmte Bereiche zu beschreiben oder zu kommentieren.

Bild 5 veranschaulicht dies für eine Anwendung in der Wechselstromtechnik.

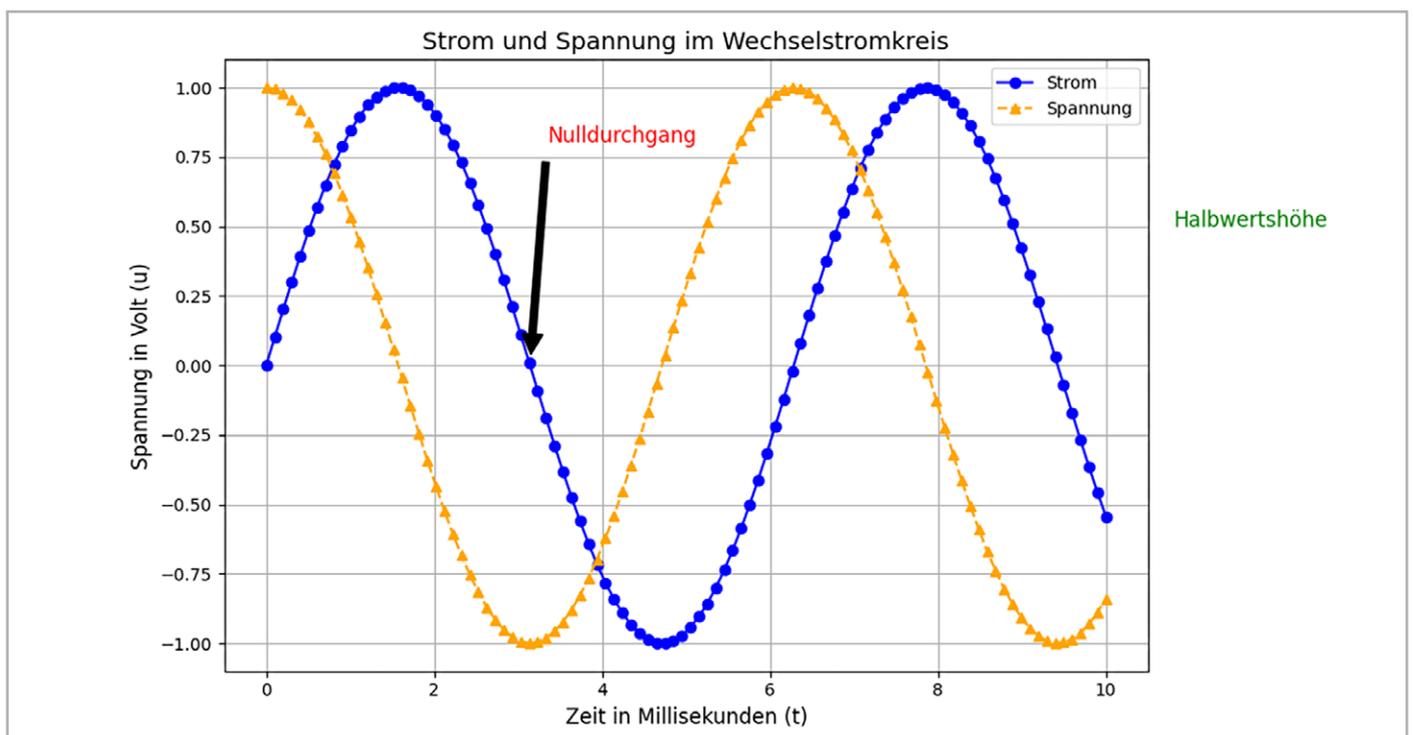


Bild 5: Festlegung von Linientypen und Markern in der Wechselstromtechnik

Das Programm (`E_tech.py`) zu dieser Grafik sieht so aus:

```
import Matplotlib.pyplot as plt
import Matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Beispiel-Daten
x = np.linspace(0, 10, 100)
y1 = np.sin(x)
y2 = np.cos(x)

plt.figure(figsize=(10, 6))

plt.plot(x, y1, label='Strom', color='blue', linestyle='-', marker='o')
plt.plot(x, y2, label='Spannung', color='orange', linestyle='--', marker='^')

plt.title('Strom und Spannung im Wechselstromkreis', fontsize=14)

plt.xlabel('Zeit in Millisekunden (t)', fontsize=12)
plt.ylabel('Spannung in Volt (u)', fontsize=12)

plt.legend()
plt.annotate('Nulldurchgang', xy=(np.pi, np.sin(np.pi)), xytext=(np.pi+0.2, np.sin(np.pi)+0.8),
            arrowprops=dict(facecolor='black', shrink=0.05),
            fontsize=12, color='red')

plt.text(10.8, 0.5, 'Halbwertshöhe', fontsize=12, color='green')

plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Das Programm erstellt ein Diagramm mit einer Sinus- und einer Kosinusfunktion, die in „Strom“ und „Spannung“ im Wechselstromkreis bezeichnet werden. Zunächst werden hierzu die erforderlichen Bibliotheken importiert:

- Matplotlib.pyplot wird für das Plotten von Grafiken verwendet.
- numpy wird genutzt, um mathematische Berechnungen durchzuführen und Arrays zu erzeugen.

Dann werden die Beispieldaten erzeugt. Dazu wird ein Array (x) von 100 gleichmäßig verteilten Punkten zwischen 0 und 10 erstellt. Die Sinusfunktion (y1) von x wird berechnet und gespeichert, sie repräsentiert den „Strom“. Dann wird die Kosinusfunktion (y2) von x berechnet, sie repräsentiert die „Spannung“.

Danach wird ein Plot-Fenster erstellt. Die Sinuskurve (y1) wird mit einer durchgezogenen blauen Linie und Kreismarkern dargestellt, die Cosinuskurve (y2) mit einer gestrichelten orangen Linie und Dreieckmarkern.

Anschließend wird der Titel „Strom und Spannung im Wechselstromkreis“ hinzugefügt.

Zudem wird die x-Achse mit „Zeit in Millisekunden (t)“ und die y-Achse mit „Spannung in Volt (u)“ beschriftet.

Die Legende kennzeichnet die beiden Kurven als „Strom“ und „Spannung“. Eine Annotation weist auf den „Nulldurchgang“ der Sinusfunktion hin. Dies wird durch einen roten Text und einen Pfeil markiert, der auf den Punkt bei $t = \pi$ zeigt, an dem der Sinuswert 0 ist.

Dann wird ein grüner Text „Halbwertshöhe“ als zusätzliche Information am oberen rechten Rand hinzugefügt. Zudem wird ein x/y-Raster eingeblendet (`plt.grid(True)`), um das Ablesen der Kurven zu erleichtern. Das Layout wird so angepasst, dass alles gut sichtbar und nicht überlappend dargestellt wird (`plt.tight_layout()`).

Zum Schluss wird das Diagramm mit `plt.show()` angezeigt. Dieses Programm veranschaulicht die zeitabhängige Veränderung von Strom und Spannung in einem Wechselstromkreis und nutzt dabei grundlegende mathematische Funktionen (Sinus und Kosinus) zur Modellierung.

Diagrammtypen in allen Variationen

Neben den oben vorgestellten Liniendiagrammen bietet Matplotlib noch eine Vielzahl weiterer Darstellungsmöglichkeiten.

Balkendiagramme eignen sich hervorragend, um Daten zu vergleichen. Sie können verwendet werden, um auch große Gruppen von Datenpunkten schnell zu erfassen. Die Anweisung

```
plt.bar(x, y)
```

erstellt ein vertikales Balkendiagramm. Balkendiagramme eignen sich zudem bestens, um Unterschiede und Trends zwischen verschiedenen Kategorien klar und übersichtlich darzustellen.

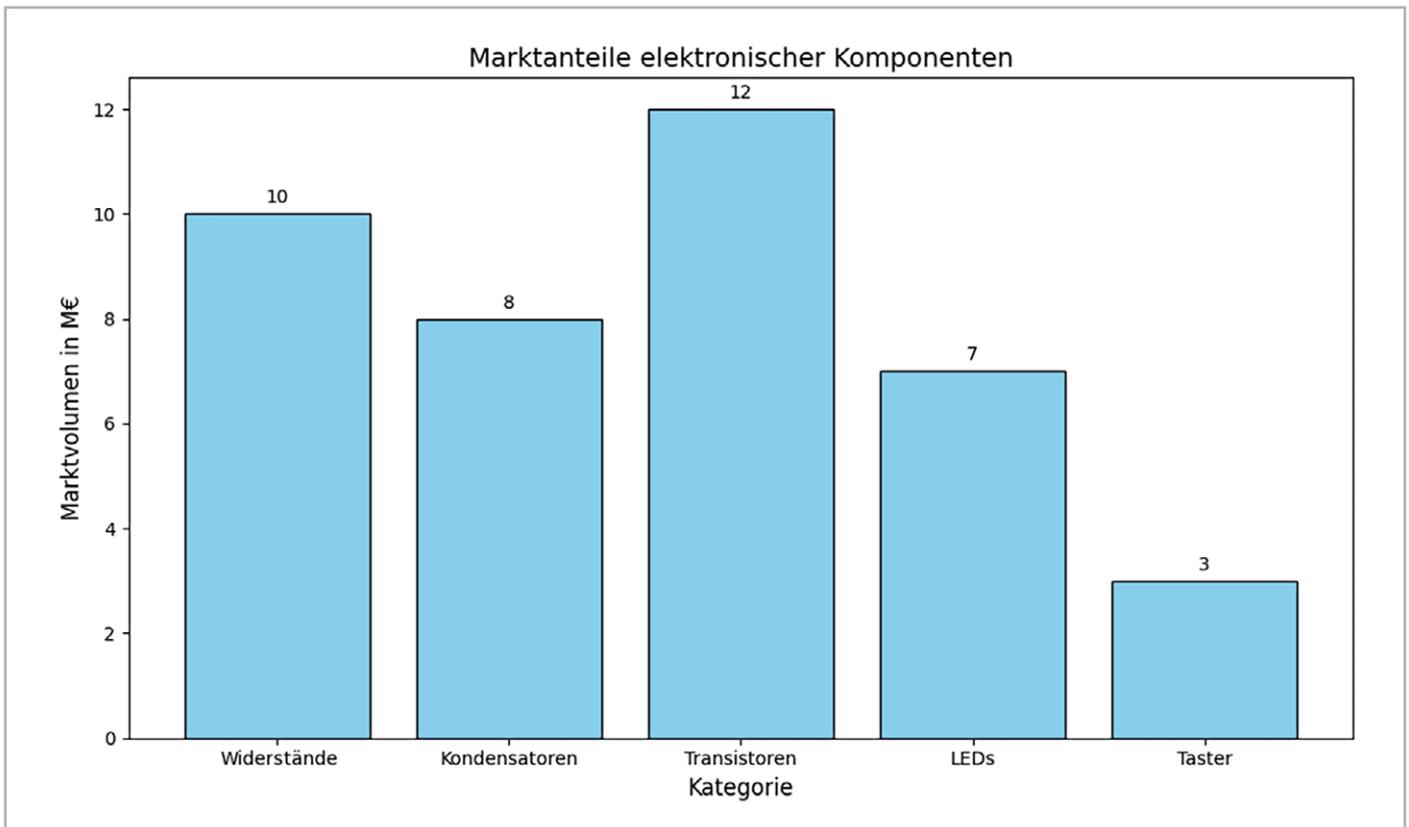


Bild 6: Balkendiagramm

Sie werden häufig im Bereich Wirtschaft und Finanzen verwendet. Hier dienen sie zum Vergleich von Umsätzen, Gewinnen oder Kosten in verschiedenen Zeiträumen oder Unternehmen. Auch beim Vergleich von Umfrage- oder Testergebnissen sind sie oft zu finden.

In der Politik dienen sie häufig der Darstellung von Bevölkerungsdaten wie Altersgruppen, Geschlecht, Bildung oder Einkommen, der Visualisierung von Wahlergebnissen oder politischen Präferenzen.

Bild 6 zeigt ein typisches Balkendiagramm aus dem Bereich der Marktanalyse. Das zugehörige Programm ([BarGraphics.py](#)) fällt recht kompakt aus:

```
import Matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
# Beispiel-Daten
kategorien = ['Widerstände', 'Kondensatoren', 'Transistoren', 'LEDs', 'Taster']
werte = [10, 8, 12, 7, 3]

plt.figure(figsize=(10, 6))

plt.bar(kategorien, werte, color='skyblue', edgecolor='black')

plt.title('Marktanteile elektronischer Komponenten', fontsize=14)
plt.xlabel('Kategorie', fontsize=12)
plt.ylabel('Marktvolumen in M€', fontsize=12)

for i, value in enumerate(werte):
    plt.text(i, value + 0.2, str(value), ha='center', fontsize=10)

plt.tight_layout()
plt.show()
```

Der Python-Code erstellt ein Balkendiagramm, das den Marktanteil verschiedener elektronischer Komponenten darstellt. Hierzu wird eine Liste mit Kategorien verschiedener elektronischer Komponenten (Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, LEDs und Taster) erzeugt. Die Werte-Liste enthält die entsprechenden Marktvolumen dieser Komponenten in Millionen Euro (M€).

Die Kategorien werden auf der x-Achse angezeigt, während die Marktvolumen auf der y-Achse dargestellt werden. Die Balken werden in Hellblau (`color=skyblue`) mit schwarzen Rändern (`edgecolor=black`) gezeichnet.

Der Titel des Diagramms lautet „Marktanteile elektronischer Komponenten“ und wird mit `plt.title()` angezeigt.

Dann wird die x-Achse mit „Kategorie“ und die y-Achse mit „Marktvolumen in M€“ beschriftet. Zudem werden die Werte (Marktvolumen) direkt oberhalb der Balken als Text angezeigt, um den visuellen Vergleich zu ergänzen. Abschließend wird wieder das Layout des Diagramms angepasst, um Überlappungen zu vermeiden (`tight_layout()`).

Kreis- oder Tortendiagramme werden verwendet, um Proportionen und Anteile zu zeigen. Sie sind sehr effektiv, wenn es darum geht, den Beitrag eines Teils zum Ganzen darzustellen. Bild 7 zeigt ein entsprechendes Beispiel ([PiePlot.py](#)).

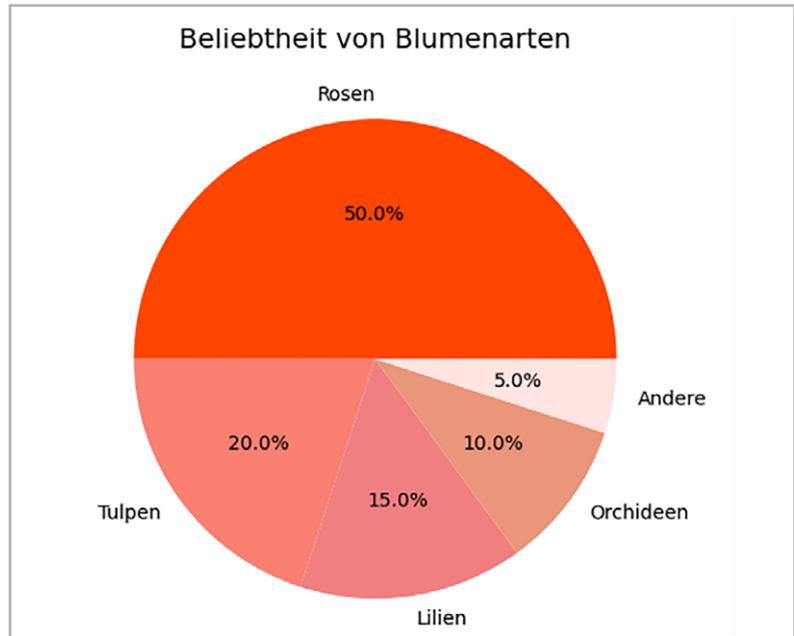


Bild 7: Kreisdiagramm

Das Programm dazu sieht so aus:

```
import matplotlib.pyplot as plt

# Beispiel-Daten
kategorien = ['Rosen', 'Tulpen', 'Lilien', 'Orchideen', 'Andere']
werte = [50, 20, 15, 10, 5]

plt.figure(figsize=(8, 8))

plt.pie(werte, labels=kategorien, autopct='%1.1f%%', colors=['orangered', 'salmon', 'lightcoral', 'darksalmon', 'mistyrose'], startangle=0)

plt.title('Beliebtheit von Blumenarten', fontsize=14)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Die Anweisung

```
plt.pie(sizes, labels=labels, autopct='%1.1f%%')
```

sorgt hier dafür, dass die Daten in einem klassischen Tortendiagramm angezeigt werden. Der Rest des Programms erstellt in bekannter Weise die Überschrift und die Bezeichnungen.

Violinplots sind eine weniger häufig genutzte Variante von Boxplots und Dichtediagrammen. Sie sollen hier jedoch ebenfalls angesprochen werden, da sie zeigen, wie vielfältig Python eingesetzt werden kann. Violinplots ermöglichen es, die Dichte der Daten bei verschiedenen Werten anschaulich darzustellen.

Das folgende Beispiel ([Violinplot.py](#)) erzeugt den Violinplot in Bild 8.

```
import Matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Daten erstellen
np.random.seed(10)
data = [np.random.normal(loc=0, scale=1, size=100),
        np.random.normal(loc=1, scale=2, size=100),
        np.random.normal(loc=-1, scale=1.5, size=100),
        np.random.normal(loc=2, scale=1, size=100)]

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.violinplot(data, showmeans=False, showmedians=True, showextrema=True)

plt.title('Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bauelementen')
plt.xlabel('Gruppe')
plt.ylabel('Wert')
plt.xticks([1, 2, 3, 4], ['Elko', 'Tantals', 'Ceramics', 'Styroflex']) # x-Achsen-Beschriftungen

plt.show()
```

Hier wird wieder NumPy verwendet, um einen Testdatensatz zu erstellen. Mit

```
np.random.seed(10)
```

wird der Startpunkt für den Zufallszahlengenerator gesetzt.

Über `data = [...]` werden vier Datengruppen erstellt, jede mit 100 Werten („size“). Diese Gruppen repräsentieren Daten mit unterschiedlichen Mittelwerten (`loc`) und Standardabweichungen (`scale`):

Gruppe 1: Mittelwert = 0, Standardabweichung = 1

Gruppe 2: Mittelwert = 1, Standardabweichung = 2

Gruppe 3: Mittelwert = -1, Standardabweichung = 1,5

Gruppe 4: Mittelwert = 2, Standardabweichung = 1

Der Code visualisiert dann die Verteilung von vier Datengruppen. Jede Gruppe besteht aus den 100 zufälligen Werten mit unterschiedlichen Mittelwerten und Standardabweichungen. Der Plot zeigt die Verteilung jeder Gruppe, einschließlich der Mediane und Extremwerte, und verwendet spezifische Beschriftungen für die x-Achse („Gruppe“).

Fortgeschrittene Diagrammtypen: Konturdiagramme, 3D-Plots und mehr

Um den Rahmen dieses Beitrags nicht zu sprengen, soll die Darstellung von 3D- oder Konturdiagrammen hier nur kurz angesprochen werden.

Konturdiagramme werden verwendet, um dreidimensionale Daten zweidimensional darzustellen. Sie sind besonders nützlich, um Höhenlinien in topografischen Darstellungen zu zeigen oder um Optimierungsschwerpunkte z. B. bei KI-Anwendungen zu visualisieren.

3D-Plots sind hilfreich, um Beziehungen in Daten zu visualisieren, die drei Dimensionen haben. Matplotlib bietet Werkzeuge, um 3D-Linien-, Balken- und Streudiagramme zu erstellen.

Diese fortgeschrittenen Diagrammtypen eröffnen neue Möglichkeiten für die Datenanalyse und -visualisierung, indem sie es ermöglichen, komplexe Muster und Beziehungen auf einfache und intuitive Weise darzustellen. Im folgenden Kapitel werden verschiedene Verfahren der Datenbearbeitung und

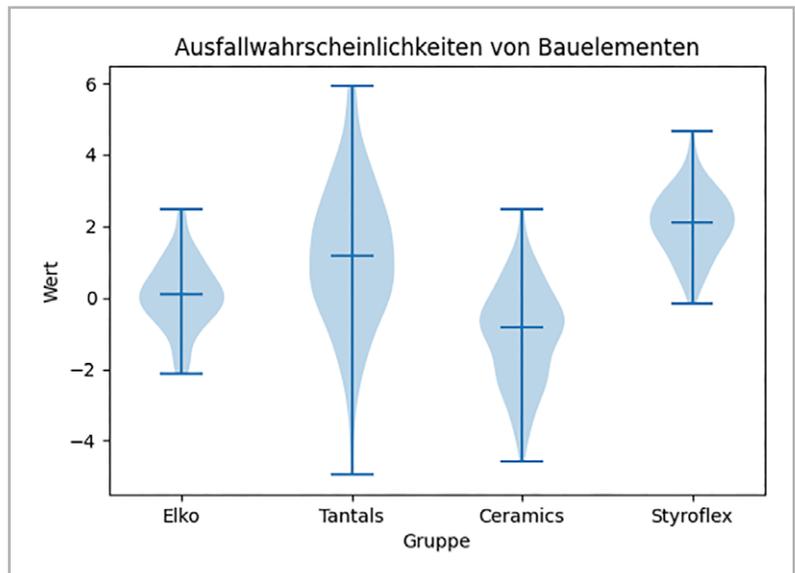


Bild 8: Violinplot

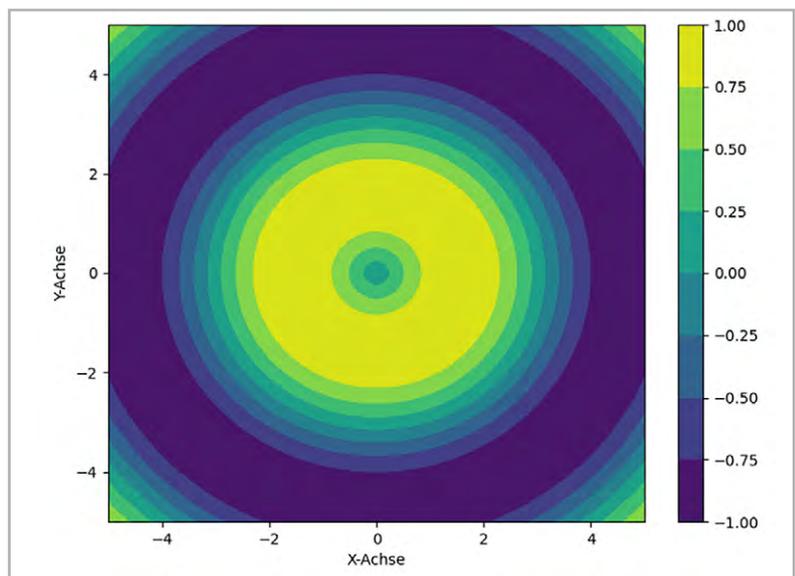


Bild 9: Konturplot

-verarbeitung sowie der Visualisierung vorgestellt, um die Grundlage für effektive und aussagekräftige Diagramme zu legen.

Bild 9 und Bild 10 zeigen jeweils ein Beispiel für einen Kontur- und einen 3D-Plot.

Im Konturplot-Programm ([Kontur.py](#)):

```
import numpy as np
import Matplotlib.pyplot as plt

# Erstellen von Beispiel-Daten
x = np.linspace(-5, 5, 100)
y = np.linspace(-5, 5, 100)
X, Y = np.meshgrid(x, y)
Z = np.sin(np.sqrt(X**2 + Y**2))

plt.figure(figsize=(8, 6))
contour = plt.contourf(X, Y, Z, cmap='viridis')
plt.colorbar(contour) # Farbskala hinzufügen

plt.xlabel('X-Achse')
plt.ylabel('Y-Achse')

plt.show()
```

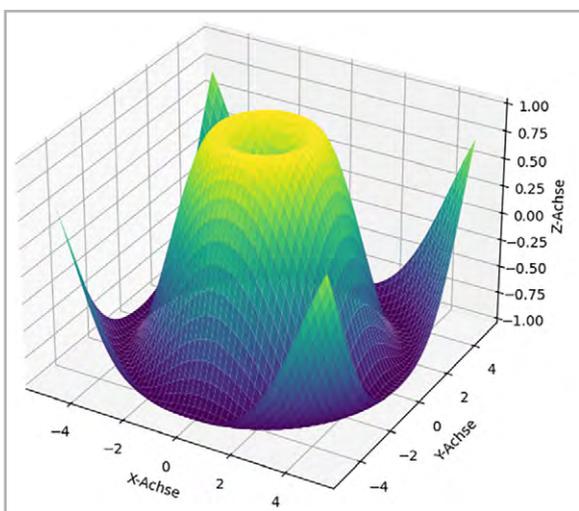


Bild 10: 3D-Plot

werden wieder zunächst Daten erstellt. Die Ausführung des Plots erfolgt mit `plt.contourf()`, mit `cmap='viridis'` wird die Farbkarte festgelegt. `plt.colorbar` fügt eine Farbskala hinzu. Es folgen die Beschriftungen und schließlich wird der Plot wieder mit `plt.show()` angezeigt.

Das 3D-Programm (3D-Plot.py) arbeitet ähnlich wie der Konturplot:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

# Erstellen von Beispiel-Daten
x = np.linspace(-5, 5, 100)
y = np.linspace(-5, 5, 100)
X, Y = np.meshgrid(x, y)
Z = np.sin(np.sqrt(X**2 + Y**2))

# Erstellen des 3D-Plots
fig = plt.figure(figsize=(10, 7))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
ax.plot_surface(X, Y, Z, cmap='coolwarm')

# Achsenbeschriftungen und Titel
ax.set_title('3D-Plot')
ax.set_xlabel('X-Achse')
ax.set_ylabel('Y-Achse')
ax.set_zlabel('Z-Achse')

# Plot anzeigen
plt.show()
```

Die Daten werden durch `np.linspace` erzeugt. Die Funktion `np.meshgrid` erstellt daraus 2D-Gitter für X und Y. Z enthält die Funktionswerte, hier durch eine abfallende Sinusfunktion definiert. Die Anweisung `ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')` führt den eigentlichen 3D-Plot aus.

Mit `ax.plot_surface(X, Y, Z, cmap='viridis')` wird die gleiche Farbkarte (`viridis`) wie im Konturplot verwendet.

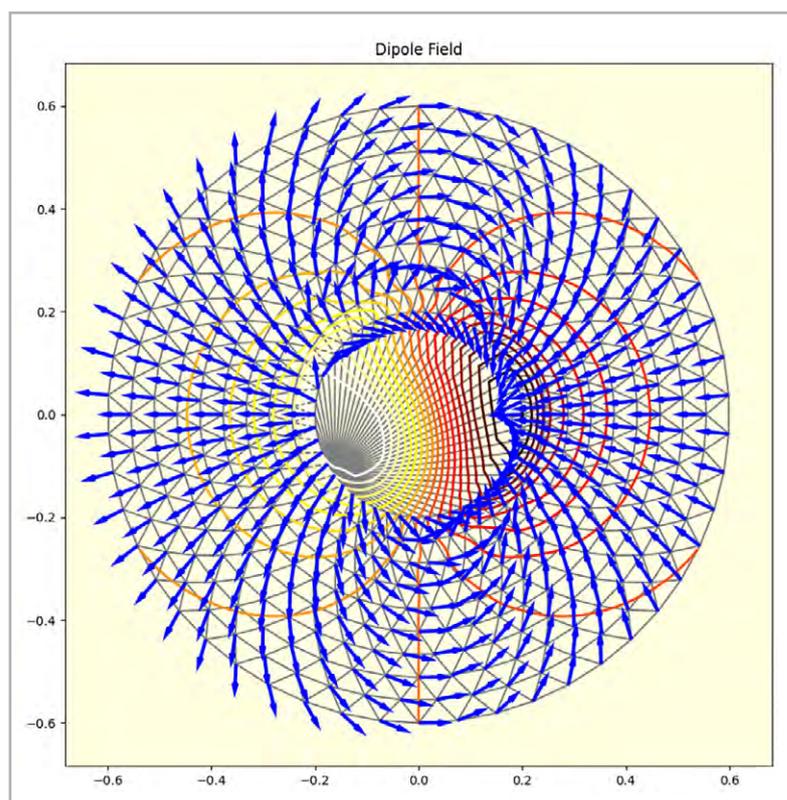


Bild 11: Komplexe Gradientengrafik

Komplexe Grafiken

Einfache 2D/3D-, Balken- oder Tortengrafiken können auch mit anderen Programmen wie Excel oder LibreOffice erstellt werden. Bei komplexeren Grafikaufgaben, die eine Vielzahl von Elementen enthalten, stoßen Excel oder LibreOffice jedoch schnell an Grenzen. Hier kann MatPlotLib seine volle Stärke ausspielen.

Bild 11 zeigt die Darstellung eines elektrischen Dipols sowohl mit Feldlinien als auch mit Äquipotentialflächen. Zudem wurde hier nicht die klassische X/Y-Darstellung, sondern ein Polarkoordinatensystem gewählt.

Das Programm hierzu ist naturgemäß bereits etwas umfangreicher (`Field.py`). Wenn dieser Artikel sorgfältig durchgearbeitet wurde, sollte das Verständnis des Codes allerdings kein Problem mehr darstellen, da alle verwendeten Bild- sowie Codeelemente bereits eingesetzt und erläutert wurden.

Unbegrenzte Möglichkeiten: Animationen

Mit Python ist es nicht nur möglich, statische Grafiken darzustellen, sondern auch bewegte Animationen umzusetzen. Das folgende Programm (`QuantumAnimation.py`) erzeugt eine animierte, durchlaufende Wellenstörung. Bild 12 zeigt einen stehenden Ausschnitt. Die durchlaufende Animation kann natürlich nur nach dem Starten des Python-Programms dargestellt werden.

Die Erstellung animierter Grafiken erfordert dabei ein tiefergehendes Verständnis der Grafikprogrammierung. Eine ausführliche Diskussion des zugehörigen Programms wird hier nicht beschrieben, da dies den Rahmen dieses Artikels sprengen würde. Das Beispiel soll lediglich zeigen, dass auch der Raspberry Pi in der Lage ist, animierte Grafiken flüssig darzustellen.

Ergänzungen und Übungen

- Erstellen Sie ein Liniendiagramm, das den Bremsweg eines Fahrzeugs darstellt.
- Verändern Sie die Farben und Symboldarstellungen in den Bildern 2 und 3.
- Erstellen Sie ein Balkendiagramm für den Ausgang einer Bundestagswahl.
- Experimentieren Sie mit verschiedenen Farbkarten und färben Sie die Bilder 9 und 10 mit verschiedenen Colormaps wie z. B.
 - plasma: von dunkelviolet zu gelb
 - inferno: von schwarz zu gelb
 - magma: von schwarz zu weiß
 - cividis: von dunkelblau zu gelb

Hinweis

Die im Text grün markierten Programme sind im [Download-Paket](#) enthalten.

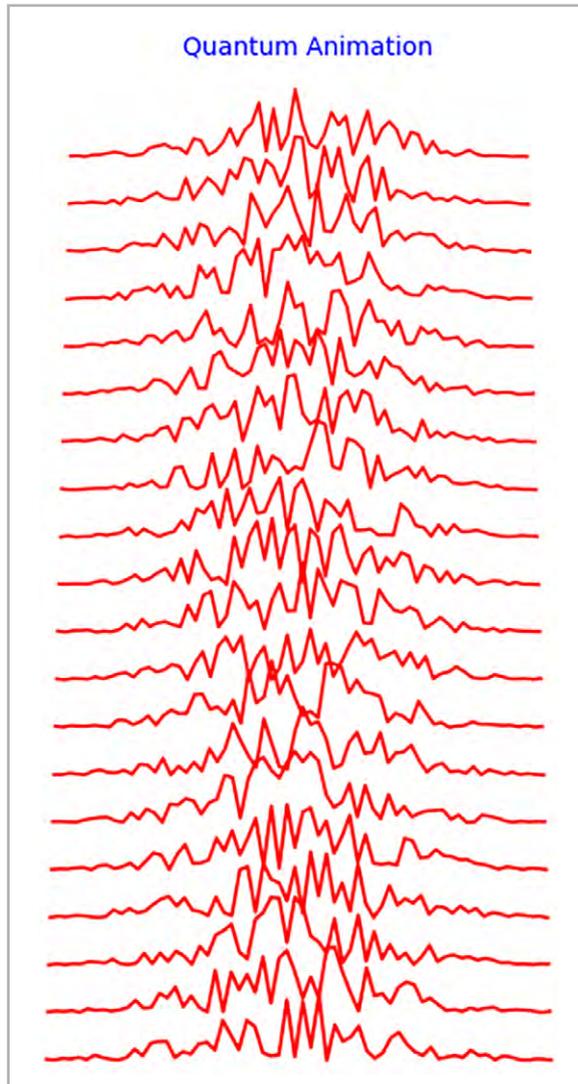


Bild 12: Simulation einer Wellenstörung

Ausblick

In diesem Beitrag stand die Erstellung von Grafiken mit Python im Vordergrund. Es wurde gezeigt, dass Python ein leistungsfähiges Werkzeug zur Erstellung verschiedenster Visualisierungen ist. Dabei können nicht nur einfache XY- oder Balkendiagramme erstellt werden, sondern auch durchaus komplexe Grafiken, die mit anderen Programmen wie z. B. Excel oder LibreOffice kaum bzw. gar nicht machbar wären. Selbst animierte Grafiken stellen für Python und den Raspberry Pi kein Problem dar.

Im nächsten Artikel wird es wieder etwas technischer werden, insbesondere werden dann Eingabemethoden genauer betrachtet.

Beginnend mit einfachen Tastern spannt sich der Bogen dabei von Tastern über Dreh-Encoder bis hin zu Matrix-Tastaturen. Dabei wird immer auch wieder auf grafische Ausgaben mit der Matplotlib zurückgegriffen, um z. B. Eingabedaten visuell ansprechend darzustellen.

ELV

Material

Raspberry Pi und Netzteil

z. B. Raspberry Pi 4 Model B,
8 GB RAM

Artikel-Nr. [250567](#)

z. B. Raspberry Pi 4
USB-Netzteil Typ C

Artikel-Nr. [250962](#)

Zum Download-Paket

Python & MicroPython: Alle bisherigen Teile im Überblick



Teil 1: Erste Schritte

Zum Beitrag

Teil 2: GPIOs steuern die Welt

Zum Beitrag

Teil 3: Digitale Logik

Zum Beitrag

Teil 4: Ablaufsteuerung und Programmstrukturen

Zum Beitrag

Teil 5: Erfassung analoger Werte

Zum Beitrag

Erinnerungen gut gesichert



249,99 €

Artikel-Nr. 253092

[Zum Produkt](#)



4-in-1-Kombi-Bildscanner SlideCopy PRO

- Digitalisiert eingeklebte Bilder aus Alben, ohne diese zu beschädigen
- Digitalisiert ebenfalls lose Fotos/Bilder mittels praktischer Foto-Auflage
- Scant Negativ-Filmstreifen (Typ 135/110/126)
- Digitalisiert eingerahmte Dias (5 x 5 cm) bis 3,2 mm Rahmenstärke
- Hochoflösender 14-Megapixel-CMOS-Bildsensor
- Hohe Scangeschwindigkeit mit ca. 2 s/Bild
- Bild-Aufnahmeformat: JPEG
- Speichert Scans auf optional erhältliche SD/SDHC-Karte (max. 32 GB)
- Kein Computer/Notebook und keine Software für Betrieb notwendig
- Blickwinkelstabiles und großes 12,7-cm-IPS-LC-Display (5")
- HDMI-Port für externen Bildschirmanschluss
- Mobil nutzbar durch 1050-mAh-Li-Ion-Akku





ELVjournal Leser testen und gewinnen

Ihre Meinung interessiert uns! Was gefällt Ihnen, was gefällt Ihnen nicht? Bewerben Sie sich als Tester und seien Sie als Gewinner Teil des Testberichts, der in der nächsten Ausgabe des ELVjournals erscheint! Unter allen Bewerbern lösen wir die glücklichen Gewinner aus, die dann das jeweilige Testgerät behalten dürfen.

Unter allen Bewerbern* verlosen wir diesmal:

5x Doorbird IP-Video-Türsprechanlage D1101FV

Die Aufputz IP Video Türsprechanlage mit 1080p Kamera sowie integriertem Fingerprint-Reader ist die ideale Türkommunikationslösung für Einfamilienhäuser und kleine Unternehmen.

- 1080p-Kamera mit Ultraweitwinkelobjektiv für klare Sicht
- Fingerabdruckleser für sichere und bequeme Zugangskontrolle
- 4D-Bewegungssensor für präzise Erkennung und Benachrichtigung
- WLAN/LAN-Verbindung, PoE-fähig für flexible Installation
- Nachtsicht mit Infrarot-LEDs für Sicherheit rund um die Uhr

*Voraussetzung für die Bewerbung und spätere Bewertung ist, dass Sie als Tester einen Access Point oder eine Home Control Unit im Einsatz haben müssen.



Im Wert von
1067,00 €

Artikel-Nr. 254253

[Mehr Infos](#)

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

Einsendeschluss: 15.12.2024

Als Gewinner erhalten Sie zum Testprodukt eine ausführliche Bedienungsanleitung, ggf. weitere Informationen zum Produkt und einen Fragebogen. Zur Auswertung der Testergebnisse sind in den abgefragten „Leser testen“-Kategorien begründete Antworttexte in ganzen Sätzen Voraussetzung. Den Fragebogen müssen Sie innerhalb von vier Wochen nach Erhalt des Produkts und nach Abschluss Ihres Tests an uns zurücksenden. Das Testprodukt dürfen Sie nach Abschluss des Tests behalten.

[Jetzt bewerben](#)

Die Gewinner der Verlosung im ELVjournal 5/2024:

10x ELV Bausatz LED-Tester 2

Christian Kappert, 58553 Halver
Livia Polgar, 85276 Pfaffenhofen
Victoria Landgraf, 99096 Erfurt
Peter Weiß, 66894 Rosenkopf
Dieter Fritsche, 56379 Weinähr
Arleen Becker, 8371 Glauchau
Claudia Tentscher, 64354 Reinheim



Falko Bolze, 30916 Isernhagen
Marco Wagner, 53113 Bonn
Sascha Schmauderer, 71263 Weil der Stadt

5x Technoline Appgesteuerter Rucksack mit HD-Anzeige

Tom Oestreich, 06237 Leuna
Oliver Freynhagen, 50939 Köln
Thomas Ratheike, 06122 Halle
Casimir Follmer, 12527 Berlin
Rudolf Gutschka, 87784 Westerheim



**ELV ist berechtigt, die Testergebnisse sowie die Gewinner unter der Nennung ihres Namens und Wohnorts im ELVjournal und auf www.elvjournals.com zu veröffentlichen. Teilnahmeberechtigt sind Personen über 18 Jahre. Nicht teilnahmeberechtigt sind Mitarbeiter der ELV Elektronik AG und der e0-3 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

SwitchBot Smarter Tastendrucker mit App

Bedienungsanleitung



Funktionsumfang



Preis-Leistungsverhältnis



Unsere Leser bewerteten

2,3

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Ronny Kiesevalter:

„Gute Lösung für Geräte oder Schalter, die nicht smart sind.“

Im Wert von

29,00 €

Artikel-Nr. 252754

Weitere Infos zum SwitchBot Tastendrucker finden Sie in unserem YouTube-Video im ELV Kanal: www.youtube.com/@elvelektronik



Zum Produkt

Ob Schalter oder Taster, Kaffeemaschine, Haustierfütterungsautomat, Reinigungsroboter, Lichtschalter, Computer oder Fernseher – mit dem innovativen SwitchBot Tastendrucker haben Sie die Möglichkeit, nahezu jedes Gerät mit Schalter und Beleuchtung bequem über Ihr Smartphone zu steuern. Wer nicht in die Hausinstallation eingreifen will oder darf, kann statt einem Smart Home-Funkschaltaktor einen SwitchBot Tastendrucker installieren. Besonders für Geräte, die ausschließlich über einen Tastendruck bedient werden, wie etwa Kaffeemaschinen oder Fernseher, bietet dieser eine smarte Lösung zum Ein- und Ausschalten. Der batteriebetriebene Tastendrucker wird einfach mit dem Klebepad am Gerät befestigt und betätigt den Schalter oder Taster mechanisch über einen Schaltarm. Schalten Sie Ihr Gerät manuell via Bluetooth und kostenloser App über Ihr Smartphone oder Ihre Smartwatch oder nach Ihrem individuellen Zeitplan ein oder aus. Neun unabhängige Leser haben den vielseitigen SwitchBot Tastendrucker für uns getestet.

Unsere Leser waren äußerst kreativ und setzten den Tastendrucker in vielen Bereichen ein. Sie beurteilten das Produkt insgesamt gut, wenn auch mit kleinen Abstrichen. Einige Tester verwendeten das Produkt am Lichtschalter, der in einem Fall den langen Rückweg über den Flur zu einem vom Schrank verdeckten Schalter ersparte. Ein Leser setzte hingegen seine Gartensauna auf Knopfdruck

in Szene. Wenn der Kaffeeduft zur richtigen Zeit begrüßt, ohne warten zu müssen, bis der Spülvorgang beendet ist: Hier wurde der Tastendrucker zum automatisierten Einschalten des Kaffeefullautomaten eingesetzt. Eine clevere und nützliche Lösung fand der Besitzer eines Gerätes, der bei selten auftretenden Störungen zuvor umständlich auf den Dachboden musste. Nun drückt der SwitchBot den Reset-Taster und löst das Problem. Neben diesen eher „klassischen“ Anwendungen entwickelten zwei unserer Tester einen praktischen automatischen Türöffner. Positiv hervorgehoben wurden die kompakte Bauweise, die Qualität sowie die einfache Installation und Einrichtung. Zudem wurden die Bedienung und die schnelle Reaktionszeit unter zwei Sekunden hervorgehoben. Die Möglichkeit der Sprachsteuerung über Siri Shortcuts, Google Assistant / Home, Amazon Alexa oder Home Assistant stellte einen weiteren Pluspunkt dar.

Punktabzug gab es für die Anleitung. Während diese für den Tastendrucker selbst gut oder sehr gut bewertet wurde, zeigte diese bei der Verbindung mit dem optionalen „Hub“ in Verbindung mit Home Assistant Schwächen. Ein Leser berichtete, dass die Einrichtung „verwirrend“ sei und erst durch Erstellen eines Cloud-Kontos gelöst werden konnte. Zudem wurde teils die Optik am zu schaltenden Gerät als störend empfunden und wirkte auf einen Tester etwas zu „hobbyhaft“.

Am Produkt selbst wurde wenig vermisst, jedoch wünschte sich ein Leser unterschiedlich starke Motoren und ein weiterer Tester eine Schaltnocke für die Betätigung von Wippschaltern zum Ein- und Ausschalten.

Fazit: Insgesamt bietet der SwitchBot Tastendrucker eine einfache Lösung für Geräte und Schalter, die sonst nicht smart sind. Der preisgünstige SwitchBot Tastendrucker überzeugte mit seinen vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere für schwer erreichbare Tasten. Überzeugend ist dabei auch die Batterielebensdauer von ca. 1,5 Jahren.

ELV

Unsere Leser testeten

Homematic IP Bewegungsmelder mit Schaltaktor

Montage



Zuverlässigkeit der Bewegungserkennung



Bedienung per App



Unsere Leser bewerteten

1,5

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Manfred Krämer:

„Einfache Montage und Einrichtung, gute Reichweite, zuverlässig“

Im Wert von

129,95 €

Artikel-Nr. 156737



[Zum Produkt](#)

Bewegungen vor Ihrer Haustür oder Garage erkennen und die Beleuchtung automatisch ein- und ausschalten – das wird mit dem neuen Smart Home Bewegungsmelder von Homematic IP für den Anschluss an 230 V noch einfacher. Dieser Bewegungsmelder arbeitet breiter und weiter: der Erfassungsbereich ist auf bis zu 20 Meter und der Erfassungswinkel auf 180° gewachsen. Als Tüpfelchen auf dem i bietet dieser erstmals unterschiedliche Meldezonen an: links, rechts und unten lassen sich getrennt voneinander ansprechen und einstellen. Durch den integrierten 5A-Schaltaktor kann zudem direkt eine Leuchte angeschlossen werden. Zeitprofile hinterlegen und individuelle Programmierungen – einfach und bequem vom Sofa aus. Der Bewegungsmelder lässt sich sowohl in die Homematic IP App mit Access Point oder HCU als auch in die WebUI der CCU3 integrieren. Acht unserer Leser stellten den neuen Bewegungsmelder auf die Probe.

Im Test glänzte der Homematic IP Smart Home Bewegungsmelder mit einer Gesamtnote von 1,5. Den ersten Eindruck bewerteten sechs unserer Tester mit sehr gut und zwei Tester mit gut. Auch die Montage, die Bedienungsanleitung, die Zuverlässigkeit der Bewegungserkennung, die Einrichtung sowie die Erkennung der drei Bewegungsmelderzonen wurden im Durchschnitt gut bewertet. Die intuitive Bedienung der Homematic IP-App wurde sehr gut und gut bewertet, nur ein Tester verwendete die App nicht, da dieser eine Zentralen-Drittanbieterlösung einsetzte und hinterließ eine ungenügende Bewertung.

Unsere Tester verwendeten den Bewegungsmelder überwiegend mit der Homematic IP-App, aber auch mit der CCU3 und Drittanbieterlösungen wie dem Raspberry Pi. Positiv hervorgehoben wurden die Erfassungsreichweite, der Erfassungswinkel sowie der „mechanisch hochwertige Aufbau“. Die einfache Verkabelung und die beiliegenden WAGO-Klemmen fanden ebenfalls viel Lob: „Das wünsche ich mir von anderen Herstellern auch.“ Eine Testerin schätzte die 2-in-1-Lösung

mit dem integrierten Schaltaktor: „Das Teil ersetzt zwei Geräte.“ Das einmalige Aufsteigen auf die Leiter zur Montage und mechanischen Einrichtung sowie die „feinfühlig“ Einstellmöglichkeiten über „den Laptop“ wurden als echte Vorteile wahrgenommen. Eine weitere Testerin empfand die Kombination mit dem Schaltausgang als Gewinn: „Dadurch spart man eine Abzweigdose ein.“ Zudem wurde die Verwendbarkeit über eine Drittanbieter-App positiv erwähnt. Kleinere Kritikpunkte betrafen unter anderem die Demontagemöglichkeit des Bewegungsmelders von der Wandhalterung sowie die Tiefe von 14 cm, die einem Tester „etwas groß geraten“ erschien. Zwei Tester wünschten sich ein neben der Höhenverstellung ein horizontal schwenkbares Gehäuse beispielsweise für eine Installation an Gebäudeecken oder für Schrägmontagen. Fünf unserer Testerinnen und Tester waren hinsichtlich der Funktionen und Eigenschaften wunschlos glücklich.

Fazit: Der Homematic IP Smart Home Bewegungsmelder für den Außenbereich erfüllte nahezu alle Erwartungen. Der erweiterte Erfassungsbereich und Erfassungswinkel, die Einstellmöglichkeiten für die neuen drei Meldezonen sowie der integrierte Schaltaktor konnten unsere Produkttester überzeugen. Dementsprechend gut fallen sowohl die Einzelnoten als auch die Gesamtnote aus. Zu erwähnen bleibt hier der Wunsch nach einem horizontal schwenkbaren Gehäuse, diesen geben wir gerne an den Hersteller weiter.

ELV

Sehen, wer vorbeikommt

mit

DoorBird
Technology meets Design.

Echtzeit-Audio-/Videoübertragung
auf Smartphones und Tablets

4D-Bewegungssensor



Edelstahl, gebürstet

759,95 €

Artikel-Nr. 252268

[Zum Produkt](#)

WLAN-IP-Video-Türstation D1101V V4A

- Für Einfamilienhäuser und Betriebe mit einer Ruftaste
- Ultraweitwinkel-Linse, 1080p, Nachtsicht, Infrarot-LEDs



Edelstahl, pulverbeschichtet

anthrazitgrau, seidenmatt

1129,95 €

Artikel-Nr. 252279

[Zum Produkt](#)

IP-Video-Türstation D2101FV Fingerprint

- Gut sichtbare Ruftaste aus hochwertigem Edelstahl
- Optionale Integration eines Ekey-Fingerscanners (Artikel-Nr. 252047) für zusätzlichen Komfort möglich
- Ultraweitwinkel-Linse, 720p, Nachtsicht, 12 Infrarot-LEDs

2-Draht Ethernet PoE Konverter (2-Draht-Set) A1071

- Vereinfacht die drahtgebundene Anbindung von DoorBird-Türsprechanlagen
- Ethernet und PoE über nur zwei Drähte für einfache Installation
- Robustes Gehäuse für langlebigen Einsatz
- Bis zu 60 Mbit/s Datenübertragungsgeschwindigkeit
- Nutzung bestehender Verkabelung für schnelle Integration
- Hohe Reichweite: bis zu 80 m bei 2-adrigem Klingeldraht



353,95 €

Artikel-Nr. 144917

[Zum Produkt](#)



DoorBird

Edelstahl, gebürstet

1059,95 €

Artikel-Nr. 252286

[Zum Produkt](#)

IP-Video-Türstation D2103V V2A

- 3 Ruftasten für z. B. Mehrfamilienhäuser und klare Kommunikation
- Ultraweitwinkel-Linse, 720p, Nachtsicht, 12 Infrarot-LEDs
- RFID-Leser ermöglicht Zugang zum Haus



DoorBird

Edelstahl, gebürstet

1169,95 €

Artikel-Nr. 252287

[Zum Produkt](#)

IP-Video-Türstation D2101KV

- Keypad für schlüssellosen Zutritt mit PIN-Code
- Gut sichtbare Ruftaste aus hochwertigem Edelstahl
- RFID-Leser ermöglicht Zugang zum Haus
- Ultraweitwinkel-Linse, 720p, Nachtsicht, 12 Infrarot-LEDs

Smart Home Usertreffen 2024 in Österreich

Eine starke Gemeinschaft mit breitem Interessengebiet trifft sich zum Fachsimpeln

Am 14. September 2024 fand das inzwischen zwölfte von Robert Peißl organisierte österreichische Usertreffen im Stieglerhaus in St. Stefan ob Stainz statt. Der neue Veranstaltungsort für das jährliche Treffen hatte sich im letzten Jahr hervorragend bewährt und überzeugte auch dieses Mal wieder mit guter Akustik, perfekter technischer Ausstattung, ausreichend Platz und toller Organisation. Die von weiter weg angereisten Übernachtungsgäste trafen sich wie üblich bereits am Vorabend mit den ortsansässigen Teilnehmern im Landhof Steinbäck zu einem gemeinsamen Abendessen in gemütlicher Runde mit ersten Gesprächen über ihre vergangenen und aktuellen Projekte.



Ein Samstag voller Projekte

Das eigentliche Anwendertreffen begann am Samstag um 10 Uhr. Robert Peißl gab zunächst einen Rückblick auf die Geschichte der von ihm organisierten Usertreffen und berichtete über das neu initiierte [Repaircafé im Stieglerhaus](#). Danach leitete er zu den Themen der Vortragenden über.

Österreichische Energiegemeinschaften – gemeinsam Energie verwalten

Im ersten Gastbeitrag informierte Benjamin Kohl von der [Energieagentur Steiermark](#) über die drei in Österreich möglichen Formen von Energiegemeinschaften (Bild 1), bei dem sich mehrere Teilnehmer zur Produktion und Verwaltung von Energie zusammenschließen. Anhand von zwei konkreten Beispielen wurde die Umsetzung von lokalen und regionalen erneuerbaren Energiegemeinschaften (EEG) detaillierter aufgezeigt. Dabei ging es dann auch um die genaue Analyse der einzelnen Einspeisungen und Verbräuche und wie man diese optimal aufeinander abstimmen kann oder durch Anpassung von Ladekurven weitere Optimierungen erreicht. In einem zweiten Beispiel wurde die Verwendung eines Redox-Flow-Speichers näher erläutert und analysiert, dessen Vorteile die Skalierbarkeit, Zyklfestigkeit, Langzeitspeicherfähigkeit, Systemsicherheit und Umweltverträglichkeit sind.



Bild 1: Benjamin Kohl berichtet über die verschiedenen Arten von Energiegemeinschaften.

Siblik – der Homematic IP Partner in Österreich

Martin Kranyan stellte danach das Unternehmen [Siblik](#) mit seiner 86-jährigen Firmengeschichte vor. Als Großhändler für Elektrogeräte und Installationsbedarf hat das Unternehmen auch den Vertrieb für Homematic IP Komponenten in Österreich übernommen (Bild 2).



Bild 2: Martin Kranyan über Siblik, den Vertriebspartner für Homematic IP in Österreich

Neben Schulungen im Bereich Smart Home hat das Unternehmen einen besonderen Service für die österreichische Community etabliert: An seinen vier Firmenstandorten ist es möglich, zuvor online bestellte Ware direkt abzuholen.

Eigenverbrauchsoptimierung und Komfortgewinn dank Smart Home

Auch Robert Peißl berichtete auf dem Anwendertreffen selbstverständlich über seine Erfahrungen, die er nach einem Jahr mit seiner PV-Anlage und den vorgenommenen Optimierungen über das Energiemanagement gesammelt hat. Nach detaillierter Analyse der Einspeise- und Verbrauchsdaten hatte Robert dabei drei Ansatzpunkte für Verbesserungen entdeckt, die er mit seiner langjährigen Smart-Home-Erfahrung geschickt umzusetzen wusste. Als erste Maßnahme wurde das dynamische Laden seines E-Autos optimiert, indem er den Ladeleistungsbereich von 4300 W bis 22000 W durch optionale Abschaltung von zwei Phasen nach unten bis auf 1380 W erweiterte (Bild 3).



Bild 3: Dynamisches Laden V2 – vorgestellt von Robert Peißl

Mittels [Node Red](#) berechnet er dazu den gleitenden Mittelwert des Netzpunkts und startet bei einem Überschuss von mehr als 1,5 kW das Laden mit lediglich einer Phase. Wenn die maximale Leistung für einphasiges Laden erreicht ist, werden auch die anderen beiden Phasen zugeschaltet. Bei Akku- oder Netzbezug wird die Ladeleistung dann zunächst reduziert und ggfs. wieder auf einphasiges Laden zurückgewechselt und nötigenfalls der Ladevorgang pausiert.

Zusätzlich betrachtet Robert auch die Sonnenvorhersage für den Tag sowie den Ladezustand des Haus-Akkus und ermöglicht bei Bedarf auch schnelleres Laden.

Der nächste Ordnungspunkt war das elektrische Aufheizen des Warmwasserspeichers, der bereits über zwei Thermostate verfügte. Hier änderte Robert die Einstellungen und Verkabelungen so, dass mit einer Phase bis 50 °C aufgeheizt wird, während die anderen beiden Phasen von einem [Homematic IP Hutschienenaktor](#) über Koppelrelais auf das andere Thermostat aufgeschaltet werden, das auf 70 °C



Bild 4: Erläuterung des elektrischen Aufheizens eines Warmwasserspeichers

eingestellt wurde (Bild 4). Bei ausreichend Solarüberschuss kann nun ein- oder zweiphasig Wasser aufgeheizt werden. Das dauerversorgte 50-°C-Thermostat dient nurmehr der Ausfallsicherheit. Das Anheben der Wassertemperatur ist natürlich nur sinnvoll, wenn die Entnahmestellen zur Sicherheit mit Thermostaten ausgerüstet sind und auch entsprechend wenig Kalk im Wasser ist.

Als letzte Optimierungsmaßnahme hat Robert die Ansteuerung des Luftentfeuchters in der Garage verbessert, der dafür sorgt, dass sich in der halb in den Hang gebauten Garage keine Feuchtigkeit durch regennasse Fahrzeuge sammeln kann. Bei ausreichend Solarüberschuss wird der Entfeuchter mittels einer [Schalt-Mess-Steckdose HmIP-PSM-2](#) eingeschaltet bzw. bei Unterschreiten der eingestellten Ziel-Feuchtigkeit von 50 % wieder ausgeschaltet. Sinkt die Stromaufnahme des Entfeuchters unter die erwartete Leistung, wird mit einer weiteren Schalt-Steckdose eine kleine Aquarienpumpe für eine Minute zur Entleerung des Wasserbehälters aktiviert. Durch die Schwerkraft des Wassers im Entwässerungsschlauch wird nun der Vorratsbehälter ohne weiteren Strombedarf entleert. Durch unterschiedlich eingestellte Überschussgrenzwerte wurde eine Reihenfolge für die drei Maßnahmen erreicht. Höchste Priorität hat bei Robert das Laden des Autos, gefolgt von der Garagenentfeuchtung und dem Warmwasser. Letzteres wird aber täglich um 14 Uhr aktiviert, falls das zuvor nicht schon von der Automatik erfolgt ist. So wird warmes Wasser für die Familie sichergestellt. Ein großartiges und lebendes Projekt!

Nach dieser eindrucksvollen Präsentation konnten sich die Teilnehmer am Buffet stärken und sich mit anderen Teilnehmern des Treffens über ihre Projekte austauschen. Spezialisten ihrer Themengebiete wurden natürlich von Interessierten bei dieser Gelegenheit gerne um Rat oder Meinung gefragt. Bei dem [Youtuber Smart Home Bastler](#) konnte man sich beispielsweise rund um das Thema [Home Assistant](#) informieren. Viele Teilnehmer nutzten die Pause auch, um sich einige aktuelle ELV Entwicklungspro-



Bild 5: Frank berichtet über die Entstehung seiner smarten Hollywood-Schaukel.

jekte näher anzusehen, die der aus Leer angereiste Entwickler Frank Graß zur Präsentation mitgebracht hatte. Neben einigen bereits veröffentlichten Neuerscheinungen gab es dabei auch Entwicklungsmuster wie das neue Status-Board zu begutachten.

Frankys Roadshow und Hollywood-Story

Gut gestärkt fanden sich die Gäste nach der Pause wieder auf ihren Plätzen ein, um von Frank Graß über weitere aktuelle Entwicklungsprojekte aus den Bereichen Homematic IP, dnt und ELV informiert zu werden. Neben einem Homematic IP Schalt-Mess-Kabel für den Außenbereich weckte natürlich besonders die Home Control Unit großes Interesse bei den Anwesenden.

Später informierte Frank in einem zweiten Beitrag von seiner Konstruktion und dem abenteuerlichen Bau einer Hollywoodschaukel für vier Personen, deren integrierte Beleuchtung und mit Linearmotoren versehene Fuß- und Rückenlehne sich per Homematic IP unabhängig voneinander verstellen und praktisch stufenlos zwischen aufrechter Sitzposition und flacher Liegeposition bewegen können (Bild 5).

Für die Verwendung der 24-Vdc-Stellmotoren war allerdings eine Umfunktionierung eines Homematic IP 4-Kanal-Rollladenaktors zu einem improvisierten 2-Kanal-Wendepolaktor nötig, da die Ansteuerung von Wechselspannungs- und Gleichspannungsmotoren deutliche Unterschiede aufweist. Nach der mehrmonatigen Bauphase, bei der zu Wintereinbruch sogar kurzerhand das Wohnzimmer zur Werkstatt umfunktioniert wurde, konnte die Schaukel noch rechtzeitig zu Weihnachten auf der Terrasse fertig zusammengesetzt werden.



Bild 6: Christian Sabathi erläutert die Verbesserungen seiner Homematic IP Alarmanlage.



Bild 7: Thomas Excel berichtet über seinen Weg zur cleveren Rollladensteuerung.

Aufgrund der mit etwas Sicherheit bemessenen Konstruktion passeten letztlich sogar fünf Freundinnen gemeinsam auf die Schaukel.

Alarmfunktionen

Christian Sabathi stellte danach in seinem Vortrag (Bild 6) die Verbesserung seiner mit Homematic IP umgesetzten Alarmanlage samt einem Video eines mit seiner Überwachungskamera zuvor aufgezeichneten Diebstahls vor. Nach diesem einschneidenden Erlebnis nutzen sämtliche Familienmitglieder die Möglichkeiten der errichteten Anlage sehr gewissenhaft.

Clevere Rollladensteuerung

Thomas Exel interessiert sich bereits seit den 1990er-Jahren für das Thema Hausautomation und wünschte sich seit jeher eine Automatisierung der Rollläden. Durch die Lebensumstände wie Mietwohnung, Auslandsaufenthalt und Nachwuchs schob er das Thema jedoch immer wieder auf und der Einbau passender Elektronik in das inzwischen erbaute Eigenheim verzögerte sich immer wieder.

Nachdem anfängliche Planungen auf dem FS20-Funkschaltssystem basierten, ging es 2013 dann mit dem Kauf einer CCU2 und drei ersten Schaltaktoren tatsächlich an die Umsetzung. Dabei musste Thomas Excel zu diesem frühen Zeitpunkt aber trotzdem noch viel Eigenarbeit in die Entwicklung von Skripten stecken (Bild 7), damit ein ähnlich komfortables System wie die heute erhältlichen Fußbodenheizungscontroller von HmIP erreicht werden konnte. Inzwischen hat Thomas Excel eine weitere CCU2 gekauft, die zunächst zum Spielen gedacht



Bild 8: „Mr. Mining“ berichtet von seinen Erfahrungen mit der Photovoltaik.

war, anschließend aber als Reichweiten- und Duty-Cycle-Optimierung genutzt wurde. Per [ioBroker](#) sind zudem viele weitere Geräte und Systeme in seine Hausautomatisierung eingebunden und für ihn ist immer noch kein Ende seiner Ideen in Sicht.

Mr. Mining – der steinige Weg zur Autarkie

Bernhard Timischl, auch als [Youtuber Mr. Mining](#) bekannt, berichtete von seinen letzten Projekten und Erfahrungen im Bereich Photovoltaik, Wechselrichter, Akkus und wichtigen Aspekten beim Inselbetrieb (Bild 8). Eines seiner größten Projekte war in letzter Vergangenheit wohl der Umbau eines kleinen Schiffcontainers zu einem 120-kWh-Hybrid-Speicher mit zwei riesigen Wechselrichtern. Dank seiner guten Einblicke in den inneren Aufbau der diversen Geräte und der Erfahrungen mit dem Auftreten der chinesischen Hersteller und Händler warnte er aber vor dem sorglosen Einsatz dieser Technik und mahnte zum Erhalt und Aufbau europäischer Kompetenzen in den verschiedensten Gebieten der Elektronikfertigung.

Nachdem der offizielle Teil des Treffens beendet war, wechselten viele der Gäste zum nur wenige Kilometer entfernten Landhof Steinbäck und diskutierten in geselliger Runde unter Gleichgesinnten bei Getränken und gutem Abendessen (Bild 9).

Der Workshop-Sonntag

Aufgrund der zahlreichen Vorträge und Diskussions-themen wurde das diesjährige Treffen erstmals auf zwei Tage erweitert.

Der zweite Tag begann standesgemäß mit einem ausgeprägten Smart-Home-Frühstück, um sich von



Bild 9: Reger Austausch unter Smart-Home-Enthusiasten

den „Strapazen“ des Vortrags zu erholen. Doch bereits dabei wurden die Eindrücke und Ideen aus den Vorträgen des Vortrags vertieft und ausgiebig besprochen.

Das offizielle Programm am zweiten Tag begann mit einer offenen Diskussionsrunde ohne Fokus auf ein spezielles Thema. Home Assistant als übergreifende Software zur Visualisierung und LoRaWAN® als Ergänzung des lokalen Smart Homes stachen dabei als besonders interessante Szenarien heraus. In der Runde wurden dabei einerseits zahlreiche Anfängerfragen beantwortet, andererseits aber auch anspruchsvolle technische Details erklärt.

Der Diskussionsrunde folgte eine ausführliche Präsentation der neuen **Home Control Unit** (Bild 10). Robert Peißl vermittelte seine Eindrücke bei der Inbetriebnahme und der Kopplung mit seiner bestehenden Homematic Installation.

Mit seiner mehr als 14-jährigen Homematic Erfahrung durchleuchtete er die Unterschiede zur bestehenden CCU3. Er ging dabei auf das verbesserte Sicherheitskonzept ein, das aber durch die neuen Plug-ins offener für andere Systeme wird. Anhand des Plug-ins für die CCU3 zeigte er, wie einfach es nun ist, ein bestehendes System durch die HCU zu ergänzen oder Homematic IP Geräte auf die neue HCU zu übertragen. Mehrfach betonte er dabei die gelungene Transformation von der bisherigen web-basierten Oberfläche hin zur modernen App-Steuerung und der jetzt auch für Laien einfachen Möglichkeit, seine Smart-Home-Zentrale sicher von extern steuern zu können.

In einer abschließenden Feedbackrunde konnten die Teilnehmer ihre Eindrücke reflektieren und Vorschläge und Wünsche für das nächste Treffen äu-

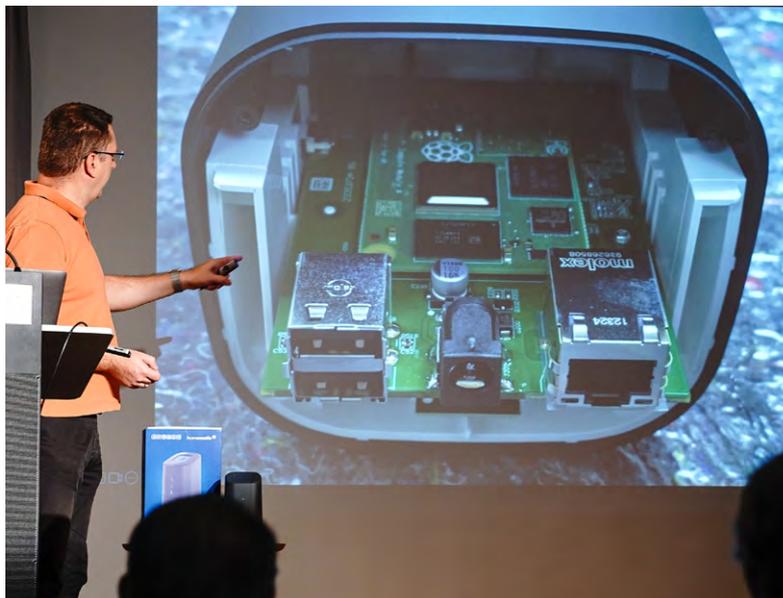


Bild 10: Die Home Control Unit

bern. Wie viele Robert davon umsetzen kann, wird sich zeigen, wenn es wieder heißt: „Herzlich willkommen in St. Stefan ob Stainz.“

Danke an das **Stieglerhaus** in St. Stefan ob Stainz und die Leiterin Nina Ortner für die perfekte Betreuung, dem **Landhof Steinbäck** für die fantastische Bewirtung und an ELV/e-Q3 für die Unterstützung des Treffens. **ELV**

Jetzt zum Usertreffen 2025 anmelden

Anmeldungen für das nächste Smart-Home-Usertreffen in Österreich am 13. und 14. September 2025 werden von Robert Peißl unter kontakt@peissl.at entgegengenommen.



Die ELVjournal App

Das ELVjournal jederzeit und überall auf Ihrem mobilen Gerät lesen



Interaktiv informiert

Entdecken Sie multimediale Elemente wie z. B. Videos, Links und interaktive Inhalte, die das Lesen bereichern.

Immer auf dem neuesten Stand

Bleiben Sie immer informiert und greifen Sie direkt auf die neuesten Ausgaben zu.



Interesse an einem bestimmten Thema?

Ob in der aktuell aufgerufenen Ausgabe oder über das gesamte Archiv: Über die Suche finden Sie, was Sie interessiert.



Mehr Lesekomfort

Dank der Zoomfunktion und der Einzel- und Doppelseitenansicht optimieren Sie Ihren Lesekomfort – ganz so, wie Sie es benötigen.



Jetzt die App downloaden und die ELVjournale kostenlos lesen.

Zur Android-App

Zur iOS-App

Buchbesprechung



LoRaWAN® für Maker

Sensoren auslesen, Daten teilen, Projekte umsetzen

Viele unserer Leser wissen sie längst zu schätzen – die LoRaWAN®-Technologie! LoRaWAN® steht bereits mit seinem Namen (Long Range) für große Reichweiten bis zu 40 Kilometern und sparsamen Low-Power-Betrieb mit Batterielaufzeiten von zwei und bis zu 15 Jahren.



[Hier geht's zur Leseprobe](#)

Harry Kellner

LoRaWAN für Maker

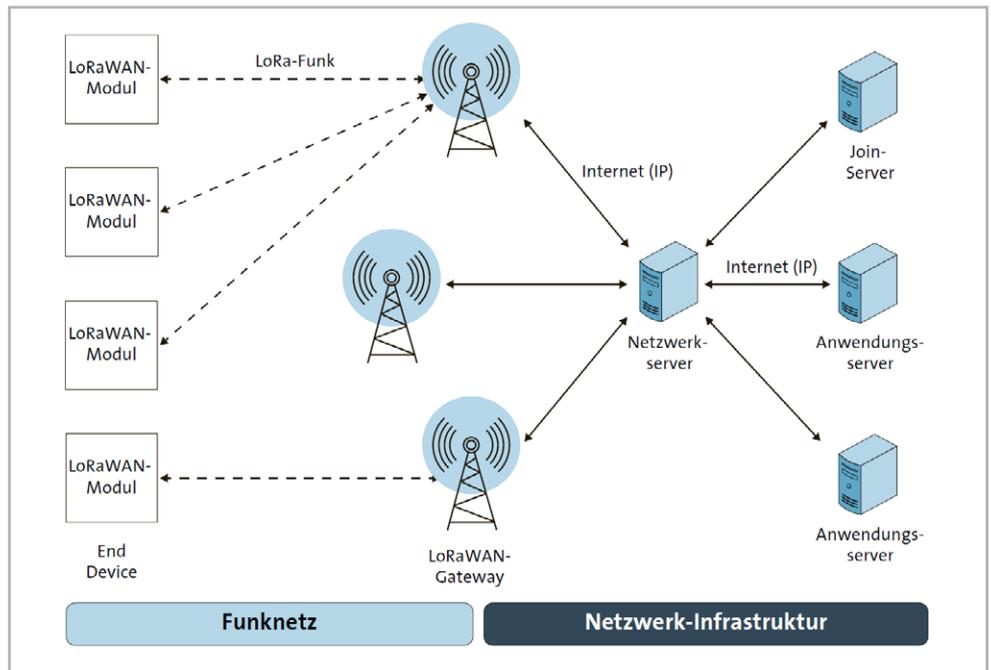
Sensoren auslesen, Daten teilen,
Projekte umsetzen

- ▶ Gateways, Netzwerkknoten und Sensoren
- ▶ IoT-Projekte mit ELV-Hardware und The Things Stack
- ▶ Mit vielen Beispielen und Heimautomationsideen

LoRaWAN für Maker
von Harry Kellner
Rheinwerk Verlag
ISBN 978-3-367-10450-5
288 Seiten/29,90 €

 **Rheinwerk**
Computing

Bild 1: Darstellung der LoRaWAN®-Architektur



Als Grundlage für alle Maker und IoT-Anwender ist unter dem Titel „LoRaWAN für Maker“ ein umfangreiches E-Book von [Harry Kellner](#) erschienen. Es enthält folgende Kapitel:

- LoRa – ein Protokoll erobert die Welt
- Ein passendes Gateway wählen
- Module und Knoten
- Sensoren für alle Aufgaben
- Das ELV-Modulsystem
- The Things Stack
- Eine eigene Wetterstation aufbauen: Temperatur und Luftfeuchtigkeit messen
- Türen, Fenster und Briefkästen überwachen

Der Autor beschreibt zunächst die Grundlagen der Technik, danach die gängigsten Hardware-Komponenten sowie eine Vielzahl an Modulen und Sensoren. In drei Kapiteln zur Hardware werden neben einigen oft eingesetzten LoRaWAN®-Gateways viele Module und Sensorknoten diverser Hersteller vorgestellt.

Dem ELV-Modulsystem ein eigenes Kapitel gewidmet. Die große Auswahl an [LoRaWAN®-Bausteinen](#) wird ebenso vorgestellt wie das Interface-Modul ELV-LW-INT1 und die von ELV entwickelte [LoRaWAN®-Wetterstation](#).

Der Ausgangspunkt für alle Experimente mit dem ELV-Modulsystem ist das Basismodul [ELV-BM-TRX1](#). Mit wenig Aufwand lassen sich auch umfangreichere Anwendungen realisieren. Der Einstieg ist immer ähnlich: ein Basismodul, ein Powermodul und ein Sensormodul – einfacher geht es kaum.

In einem Kapitel zu rSoftware wird die notwendige Netzwerkinfrastruktur ([Bild 1](#)) vorgestellt und ausführlich dargestellt, worauf bei der Auswahl des richtigen Anbieters zu achten ist. Anhand des weit verbreiteten Netzwerks „The Things Stack“ erläutert der Autor zunächst beispielhaft die Registrierung eines User-Accounts und zeigt danach auch die der verschiedenen Sensoren.

Der Leser erfährt, wie Module konfiguriert, Sensoren angeschlossen und die gesammelten Daten mithilfe von Visualisierungen, Automatisierungslösungen und Webhooks ausgewertet werden können.

Das vorletzte Kapitel befasst sich mit der [ELV Wetterstation \(Bild 2\)](#), die im Jahr 2020 in einer Zusammenarbeit zwischen den ELV Entwicklern und [Alexander Egger](#) entworfen wurde. Zum Einsatz kommt das ELV Wetterboard [ELV-EM-WB](#) und einige der Sensormodule zur Erfassung von Umweltdaten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Helligkeit.

Den Abschluss bildet im letzten Kapitel eine Auswahl von Anwendungsbeispielen als Anregung für die Umsetzung eigener kreativer Projekte. Es geht um die Überwachung von Türen, Fenstern und Briefkästen, um eine Überwachung von Parkplätzen, um einen Wassersensor und um die Pegelmessung mit dem [Interface-Modul ELV-LW-INT1](#) an einem Bachlauf.

„LoRaWAN für Maker“ ist als exklusives E-Book in den Formaten PDF, EPUB und als Onlinebuch beim [Rheinwerk Verlag](#) und bei den gängigen Online-Buchhändlern verfügbar. Alle Abbildungen sind in Farbe dargestellt.

Das umfangreiche E-Book ist ein empfehlenswertes Werk für alle Einsteiger, die sich mit LoRaWAN® befassen möchten, für interessierte Maker und für die Nutzer des ELV-Modulsystems. **ELV**



Bild 2: Die ELV Wetterstation mit dem Wetterboard ELV-EM-WB

ELV Smart Hacks

Regelungsverfahren für Heizungsanlagen

In unserer Reihe „ELV Smart Hacks“ zeigen wir anhand kleiner Detaillösungen, wie man bestimmte Aufgaben im Homematic IP System konkret lösen kann. Dies soll insbesondere Homematic IP Einsteigern, aber auch erfahreneren Nutzern helfen, die Einsatz- und Programmiermöglichkeiten besser zu nutzen. In dieser Ausgabe stellen wir übliche Heizsysteme sowie deren Regelverfahren vor und zeigen, wie sich diese mit dem Homematic IP System steuern lassen.



Das Thema Smart Home ist untrennbar mit der Idee verbunden, Energie im Gebäude zu sparen. Viele Geräte zielen darauf ab, dem Nutzer das Leben angenehmer zu gestalten und dabei dennoch die gestellte Anforderung zu erfüllen. Vor allem der Bereich Heizung bietet dabei ein hohes Einsparpotenzial und kann die jährlichen Energiekosten signifikant beeinflussen.

Wohngebäude in Deutschland sind mit verschiedenen Heizsystemen ausgestattet, und die Möglichkeiten, diese mit dem Homematic IP Smart-Home-System zu kombinieren, unterscheiden sich zum Teil erheblich. Wir wollen uns daher mit den technischen Gegebenheiten und der Auswahl der korrekten Komponenten beschäftigen.

Das Einsparpotenzial

Die Energiekosteneinsparung mit Homematic IP ergibt sich insbesondere im Vergleich zu einer herkömmlichen Heizungsregelung über mechanische Heizkörperregler oder einer klassischen Fußbodenheizungssteuerung. Die Vorteile lassen sich hierbei in drei wesentliche Punkte zusammenfassen:

Bedarfsgerechtes Heizen auf Einzelraumebene

Über die Homematic IP App kann der Nutzer individuelle Heizprofile erstellen (Bild 1), um die Heizungsregelung für jeden Raum ganz nach den persönlichen Bedürfnissen anzupassen. Es wird also nur dann geheizt, wenn jemand zu Hause ist, und zugleich nur die Räume, die zu dem Zeitpunkt auch genutzt werden – praktisch und ökologisch!

Automatisches Herabsenken der Temperatur beim Lüften

Vielen ist das manuelle Herunterregeln von herkömmlichen Heizkörperthermostaten beim Lüften zu unkomfortabel oder es wird schlichtweg verges-

sen. In Verbindung mit den Homematic IP Fenster- und Türkontakten bzw. dem Drehgriffkontakt werden die Homematic IP Heizkörperthermostate automatisch heruntergeregt und so das „Hinausheizen zum Fenster“ verhindert. Nach dem Lüften wird das zuvor definierte Heizprofil automatisch wieder aufgenommen.

Qualität der Regelung

Bisherige mechanische Regler sind sogenannte „Proportionalregler“. Die smarten Regler des Homematic IP Systems verwenden weitaus modernere Regelverfahren. Das Ergebnis ist eine präzisere Regelung, die weniger Energie benötigt.

Hinweis: Wie viel Heizenergie gespart werden kann, hängt von der individuellen Situation, dem eigenen Verhalten sowie vom Gebäude ab.

Regelverfahren der unterschiedlichen Heizungsarten

Raumtemperaturen werden durch verschiedene Regelverfahren gesteuert, die wir im Folgenden kurz vorstellen. Dabei werden wir sehen, dass die hier vorgestellten verschiedenen Regelverfahren nicht zwingend für jeden Heizungstyp geeignet sind.

Zweipunkt-Regelung (für Elektroheizungen und Klimasteuerung)

Die klassische Form der Regelung ist die Zweipunkt-Regelung. Bei einer solchen Regelung wird beim Über- bzw. Unterschreiten einer festgelegten Temperatur eine Schaltung vorgenommen (ein → aus oder aus → ein). Die Differenz zwischen der Einschalttemperatur und der Ausschalttemperatur ist die sogenannte Hysterese, die man auch als eine Art Schwellenbereich bezeichnen könnte. Die Hysterese wird technisch betrachtet zur Minimierung von Schaltvorgängen benutzt. Würde man die Hysterese theoretisch langsam gegen 0 °C streben lassen, würde sich eine unendliche Anzahl an Schaltvorgängen ergeben.

Dieses Verfahren wird in der Regel bei elektrischen Heizungen oder invertiert bei Klimasteuerungen angewendet, um eine eingestellte Sollwert-Temperatur zu erzielen. Handelt es sich um eine Zweipunkt-Regelung zum Heizen, schaltet ein Aktor/Ausgang „aus“, sofern die Temperatur im Raum zu hoch ist (siehe Bild 2 ganz links). Sobald die Temperatur unter die eingestellte Sollwerttemperatur fällt, wird der Ausgang hingegen wieder „ein“-geschaltet. Eine gängige Hysterese, die auch bei Homematic IP genutzt wird, ist hierbei 0,4 °C und damit jeweils 0,2 ° über und unter der Solltemperatur.

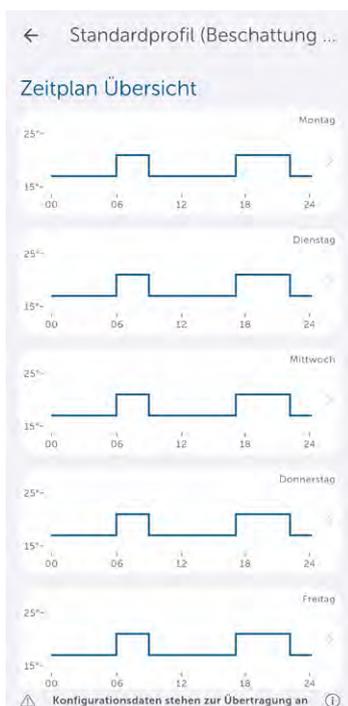


Bild 1: Das Heizprofil

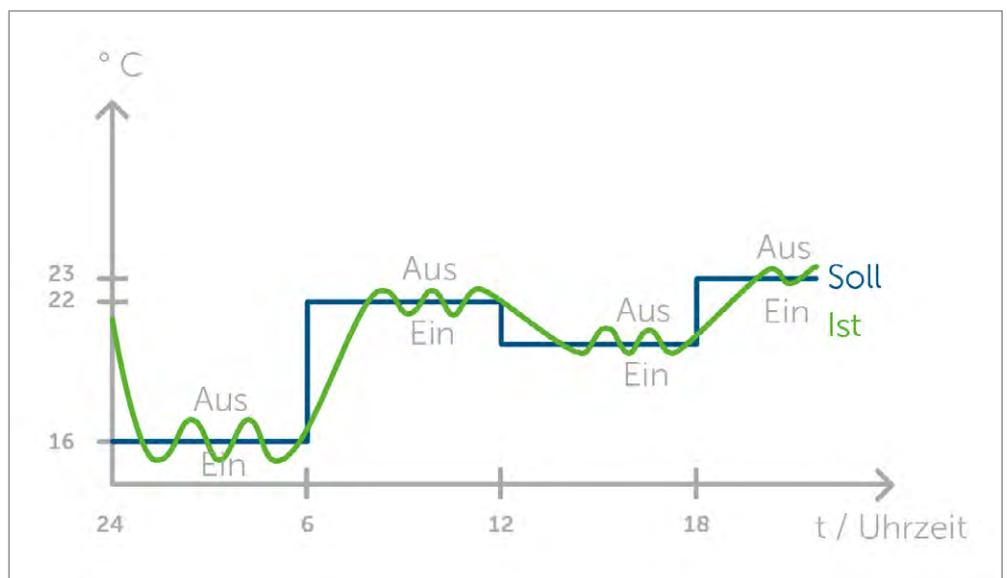


Bild 2: Die Zweipunkt-Regelung in der Heizungstechnik

Nachteilig erkennbar ist hierbei das Über- und Unterschwingen um den eingestellten Sollwert. Die Ist-Temperatur kann, je nach Breite der Hysterese, um mehrere Grad schwanken.

PWM-Regelung (für Fußbodenheizungen)

Viele kennen die PWM-Regelung aus der LED-Technik als Verfahren zum Dimmen von Leuchten. Durch die gepulste Spannungszufuhr und die damit einhergehende Variation von Puls- und Pausenzeit lässt sich die Helligkeit der LED fast stufenlos verändern.

Diese Technologie findet häufig jedoch auch im Bereich der Fußbodenheizungsregelung Anwendung. Hier wird der Wasserdurchfluss bzw. das Öffnen und Schließen der Ventile in Abhängigkeit der gemessenen Ist-Temperatur und der gewünschten Soll-Temperatur beeinflusst. Je nach Anstiegs-, aber auch Fallstärke der Ist-Temperatur kann mit unterschiedlich langen Öffnungs- und Schließzyklen eine Einregelung auf den eingestellten Soll-Wert erfolgen.

Der Vorteil zur klassischen Zweipunkt-Regelung ist, dass es durch die modularen Pulslängen kaum zu Überschwingern im Regelverhalten kommt und die Raumtemperatur damit nahezu genau gehalten werden kann. Es findet demnach kein „Pendeln“ zwischen zwei Temperaturwerten statt. Bild 3 zeigt eine mögliche Variante der Pulsweitenmodulation.

Stetige Regelung (Radiatoren und Fußbodenheizungen)

Die Stetigregelung unterscheidet sich noch mal von der vorgestellten Zweipunkt- sowie PWM-Regelung. Hier wird nicht zwischen zwei Punkten (AUF bzw. AN und ZU bzw. AUS) geschaltet, sondern ein durch den Regler errechneter prozentualer Öffnungswert zwischen 0 % und 100 % gesetzt. So können auch Zwischenwerte erreicht werden. Die



Bild 3: PWM-Regelung in der Heizungstechnik (Puls-Pausen-Verhältnisse nur exemplarisch)

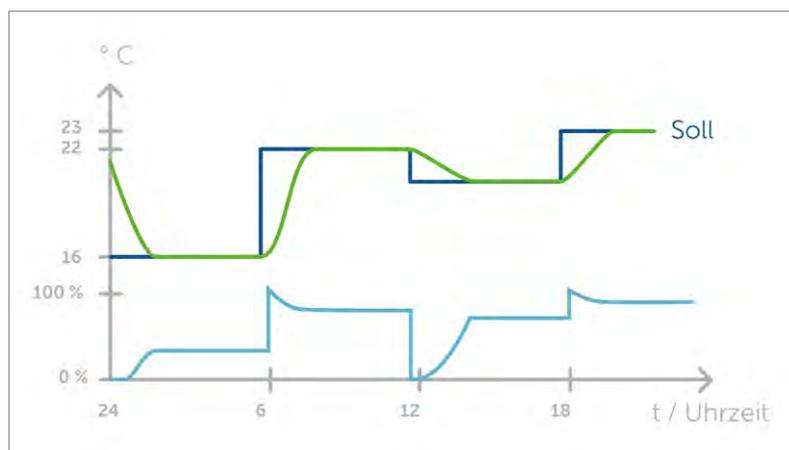


Bild 4: Stetigregelung in der Heizungstechnik

Regelung erfolgt hierbei „stetig“ in Abhängigkeit von Soll- und Ist-Temperatur und einem im Regler hinterlegten **PI-Regelverfahren**.

Es wird hieraus ein prozentualer Wärmebedarf gebildet und durch den intelligenten PI-Regler der Wasserdurchfluss bestimmt. Ein vollständiges Öffnen oder Schließen erfolgt bei Wärmebedarf in der Regel nicht, sondern lediglich der prozentuale Öffnungsgrad und die daraus resultierende Wärmemenge werden angepasst, um exakt die Soll-Temperatur zu halten und wenig Über- bzw. Unterschwingen zu erhalten (Bild 4). Auch möglicherweise „fremde“ Wärmequellen wie Kamine oder andere Heizungsanlagen können durch Einsatz von PI-Reglern recht gut und zügig erkannt und damit in der Regelung berücksichtigt werden.

Unterschiedliche Heizsysteme in Gebäuden

Der Begriff Heizsysteme wird schnell mit dem Wärmeerzeuger z. B. der Gastherme oder der Wärmepumpe assoziiert. Der Begriff beschreibt aber auch, wie das Wärmenetz im Haus aufgebaut und verteilt ist. Im nachfolgenden Teil werden wir unterschiedliche Arten dieser Heizsysteme näher kennenlernen.

In deutschen Wohngebäuden und Wohnungen wurden über viele Jahrzehnte verschiedenste Heizsysteme verbaut und alle haben dabei Vor-, aber auch Nachteile. Beschäftigt man sich intensiv mit dieser Thematik, findet man folgende unterschiedliche Systeme:

- Einrohrheizung
- Zweirohrheizung
- Elektroheizung
- Fußbodenheizung (wassergeführt und elektrisch)
- Fußbodenerwärmung (RTL-Ventil)
- Fernwärme

Wie die Systeme arbeiten und ob sich diese smart ausführen lassen, zeigen und bewerten wir im nächsten Abschnitt.

Einrohrheizung

Die Einrohrheizung besteht, wie der Name vermuten lässt, aus einem einzigen durchgehenden Heizungsrohr, das alle Heizkörper miteinander verbindet (Bild 5). Die verbauten Heizkörper werden der Reihe nach von dem erwärmten Heizwasser durchströmt, ohne dass sie dabei jedoch einzeln und separat reguliert werden können. Dabei sorgen sogenannte Bypass-Armaturen dafür, dass jedem Heizkörper ein fester prozentualer Anteil am Heizwasser zugewiesen wird. Elektrisch betrachtet könnte man dieses Heizsystem als „Serienschaltung“ bezeichnen.

Da das Heizwasser nach jedem Heizkörper mit dem rücklaufenden Wasser vermischt wird, nimmt die Temperatur, die zur Erwärmung der Wohnräume zur Verfügung steht, immer weiter ab. Diese Installationsart erfordert daher, dass die Heizkörper größer ausgelegt werden müssen, je weiter entfernt diese im Strang installiert sind.

Da die Temperatur des Heizwassers mit Anzahl der Heizkörper abnimmt, muss die Vorlauftempera-

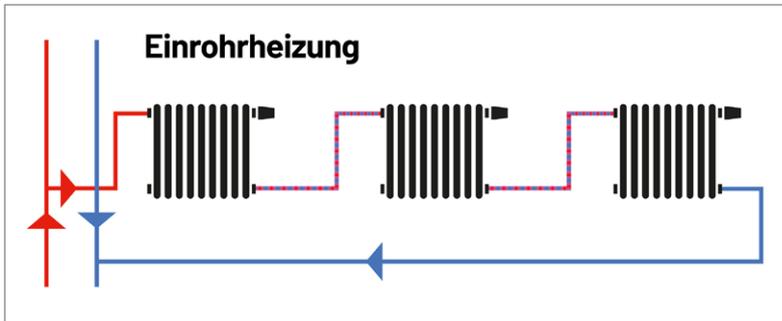


Bild 5: Einrohrsystem mit Radiatoren

tur zudem sehr hoch gewählt werden – hohe Brennstoffkosten sind die Folge. Auch moderne Energieerzeuger wie z. B. Gas-Brennwertkessel, können bei dieser Heizart nicht ihre Vorteile ausspielen. Der Betrieb mit Wärmepumpen ist durch die hohe Vorlauftemperatur beinahe ausgeschlossen.

Da elektronische Heizkörperregler eher nicht in der Lage sind, Räume mit Einrohrheizungen zufriedenstellend zu regeln, raten wir Kunden von der Umrüstung selbiger generell ab.

Zweirohrheizung

Abweichend von der Einrohrheizung ist in diesem Heizsystem der Vor- und Rücklauf getrennt ausgeführt. Das erwärmte Heizwasser strömt dabei parallel zu allen Heizkörpern, gibt die Wärme ab und wird über den Rücklauf wieder an den Erzeuger zurückgeführt. Bild 6 zeigt eine schematische Darstellung. Diese Variante der Heizart könnte man aus elektrischer Sicht auch als „Parallelschaltung“ bezeichnen.

Der klare Vorteil ist, dass alle Heizkörper mit beinahe gleicher Vorlauftemperatur versorgt werden und so die Dimensionierung je nach Raumgröße stark vereinfacht wird. Die zuvor eingesetzten Radiatoren beeinflussen entsprechend nicht mehr die nachfolgenden. Daraus resultierend wird zudem eine deutlich reduzierte Vorlauftemperatur benötigt, sodass auch Gas-Brennwertkessel hier ihren energetischen Rückgewinnungsvorteil voll ausnutzen können. Selbst der Betrieb mit Wärmepumpen als Energieerzeuger ist dank moderneren Wärmepum-

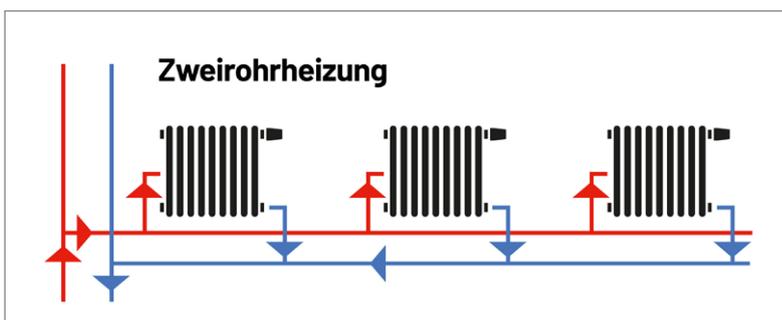


Bild 6: Zweirohrsystem mit Radiatoren



Bild 7: Klassische Elektroheizung zur Erwärmung

pen mit höheren Vorlauftemperaturen technisch teils bereits möglich, wird häufig jedoch noch nicht empfohlen.

Ein Zweirohrheizungs-System lässt sich im Vergleich zum Einrohrheizungs-System problemlos mit smarten Heizkörperreglern nachrüsten und „stetig“ regeln.

Elektroheizung

Die Funktion der Elektroheizung ist denkbar einfach: Sie besteht aus Elementen, die sich unter Spannung und damit einhergehendem Stromfluss erwärmen. Die sogenannten Heizwiderstände geben die so erzeugte thermische Energie daraufhin direkt an den Raum ab. Anders als bei den vorher beschriebenen Verfahren ist in diesem Fall der Energieerzeuger und das Heizsystem ein und dasselbe Gerät. Es handelt sich also um sogenannte Direktheizungen, Speicherheizungen oder Flächenheizungen (Bild 7).

Die am häufigsten verwendete Form ist hierbei sicherlich die Infrarotheizung, die ihre Energie in Form von Wärmestrahlung abgibt. Die Wärme bewegt sich ohne Trägerstoff durch den Raum und erwärmt Oberflächen von Gegenständen direkt – so auch den menschlichen Körper bzw. Haut, wodurch die Funktion der Elektroheizung oft als sehr wohltuend und komfortabel empfunden wird.

Eine andere Form der Wärmeabgabe ist die Konvektion. Hierbei wird die Wärme an die Raumluft abgegeben und meist durch Ventilatoren oder auch unterschiedliche Luftdichteverhältnisse verteilt.

Aus der speziellen Funktionsweise der Elektroheizung ergeben sich zahlreiche Vorteile. So sind die Systeme in der Regel mit geringen Anschaffungs- und Montagekosten verbunden. Sie benötigen weder ein Wärmeverteilnetz noch eine zentrale Regelung oder einen Schornstein. Die Heizsysteme sind wartungsarm, zuverlässig und besonders lange haltbar. Von Vorteil ist zudem auch die Tatsache, dass Hausbesitzer für Stromheizungen keine Brennstoffe bevorraten müssen – für die Funktion der Elektroöfen genügt bereits ein ausreichend groß dimensionierter Stromanschluss.

Die wichtigsten Vorteile im Überblick:

- niedrige Anschaffungs- und Installationskosten
- keine Ausgaben für Wartung oder Schornsteinfeger
- platzsparende Heizlösung ohne Wärmeverteilnetz

Neben den Vorteilen ist dieses Heizsystem auch mit Nachteilen verbunden. Einer davon ist der sehr schlechte Gesamtwirkungsgrad. Zwar arbeiten die Heizungen selbst mit kaum nennenswerten Verlusten, entstehen diese doch bei der Stromerzeugung selbst. So liegt der Wirkungsgrad alter Kohlekraftwerke in etwa bei 30 Prozent. Regenerative Energiequellen helfen, dass die Elektroheizung in den letzten Jahren ein Comeback gefeiert hat und heute bereits wieder vermehrt in Neubauten eingesetzt wird. Auch Wärmepumpen setzen auf den primären Energieträger Strom, haben aber einen deutlich höheren Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Strom- und Wärmeenergie.

Die wichtigsten Nachteile im Überblick:

- geringer Wirkungsgrad der öffentlichen Stromerzeugung (in Kraftwerken)
- hohe Schadstoffemissionen von Kraftwerken zur Erzeugung des Stroms
- Verbrauch fossiler und endlich vorhandener Rohstoffe wie Gas und Kohle (je nach Stromanbieter)
- hohe Heizkosten durch den Betrieb der Elektroheizung mit teurem Netzstrom

Sofern die elektrische Heizung eine interne Sicherheitsabschaltung, also einen Thermoschalter, besitzt, kann diese in der Regel problemlos mittels einer Zweipunkt-Regelung angesteuert werden. Hintergrund ist, dass bei Versagen eines Zweipunkt-Reglers keinesfalls ein dauerhaftes Heizen erfolgen darf.

Zum Betrieb im Homematic IP System kann ein [Wandthermostat](#) mit einem geeigneten Homematic IP Schaltaktor verknüpft werden. Hierbei sollte das Wandthermostat an einem geeigneten Ort im Raum positioniert werden, um eine optimale Regelung zu erzielen.

Die Auswahl des Schaltaktors muss anhand der technischen Daten des Verbrauchers und des möglichen Montageorts erfolgen.

Hierbei sollte zwingend eine geschulte Elektrofachkraft unterstützen.

Bei Elektroheizungen mit Schutzkontakt-Anschluss lässt sich hingegen mit Einsatz einer Schalt-Steckdose wie der [HmIP-PS-2](#) häufig auch für Laien eine Einbindung in das Homematic IP System ermöglichen.

Fußbodenheizung

Die Fußbodenheizung ([Bild 8](#)) gehört im Neubau mittlerweile zum absoluten Standard und wird auch als Flächenheizung bezeichnet. Anders als bei Heizkörpern beheizt eine Flächenheizung den Raum durch direkt unter dem Fußboden verlegte Rohre oder Heizstreifen, auch Anwendungen an Zimmerdecken sind möglich. Die Strahlungswärme erwärmt den Boden und wird dann über diesen an den Raum abgegeben. Durch diesen Aufbau ist das System sehr träge und gibt die Temperatur nur sehr langsam an den Raum ab. Auch neigt eine Fußbodenheizung zum Überschwingen, eine geeignete Regelung kann dies aber in der Regel gut ausgleichen.

Durch die große Fläche des Systems kann ein solches System mit einer sehr niedrigen Vorlauftemperatur betrieben werden und eignet sich so besonders gut für Wärmepumpen und effektive Gas-Brennwertsysteme.

Fußbodenheizungen können in zwei Arten unterschieden werden: die elektrische und die wassergeführte Fußbodenheizung. Während das elektrische System die Wärme durch Strom erzeugt, heizt die wasserführende Fußbodenheizung mit der thermischen Energie des Warmwassers.

Wie jedes Heizsystem hat auch eine Fußbodenheizung ihre individuellen Vor- und Nachteile.



Bild 8: Fußbodenheizung mit Heizkreisverteiler

Die wichtigsten Vorteile im Überblick:

- keine sichtbaren Heizkörper
- gleichmäßige Wärmeverteilung
- niedrige Vorlauftemperatur
- Nachrüsten mit Aufwand möglich (elektrisch als Folie und wassergeführt durch Fräsung)

Die wichtigsten Nachteile im Überblick:

- hohe Anschaffungs- und Montagekosten
- aufwendiger Einbau (je nach Art und Gegebenheiten im Raum)
- langsame Reaktionszeit bei Temperaturregulation
- nicht jeder Bodenbelag ist gleich gut geeignet
- teure Sanierung/Reparatur

In der Regel werden die verschiedenen Heizkreise von einem oder mehreren „Sammelpunkten“ verteilt. An dieser Stelle befindet sich ein entsprechend ausgelegter Heizkreisverteiler, der wiederum pro Kreis mit einem individuellen Stellantrieb ausgestattet wird.

Die Stellantriebe werden über entsprechende Regelverfahren (Zweipunkt-Regelung oder PWM-Regelung) angesteuert. Hierbei ist es auch möglich, dass ein Raum über mehrere Heizkreise verfügt. Zur Regelung von Fußbodenheizungen stehen bei Homematic IP verschiedene Varianten zur Verfügung.

- Fußbodenheizungsaktoren ([24 V/230 V](#)) gesteuert durch [Wandthermostate](#) (PWM-Regelung)
- [Fußbodenheizungsaktoren mit motorischen Stellantrieben](#) gesteuert durch [Wandthermostate](#) (stetige Regelung)
- Homematic IP Wandthermostate mit Schaltausgang ([24 V/230 V](#)) (PWM-Regelung)

Vor allem die zweite Variante halten wir für besonders erwähnenswert, da hier durch motorische Stellantriebe eine stetige Regelung des Durchflusses erreicht wird. eQ-3 hat mit dem [Fußbodenheizungscontroller HmIP-FALMOT-C12](#) und den zugehörigen Antrieben VDMOT ein modernes und innovatives Regelsystem geschaffen, das die Temperatur so gut wie bei keinem anderen Regelverfahren erreichen und halten kann. Ein Überschwingen findet praktisch nicht mehr statt – bemerkenswert!

Anders als bei Festspannungsantrieben, die während des Betriebs mehrere Watt Leistung pro Einheit verbrauchen, werden die [VDMOT-Antriebe](#) durch den Controller mit 3,3 V gefahren. Der gesamte Aufbau mit einer voll bestückten Leiste (12 Antriebe aktiv) verbraucht so weniger als ein Watt Systemleistung an elektrischer Energie. So wird teure Heizenergie und auch elektrischer Strom gespart. Der Nutzer profitiert also doppelt.

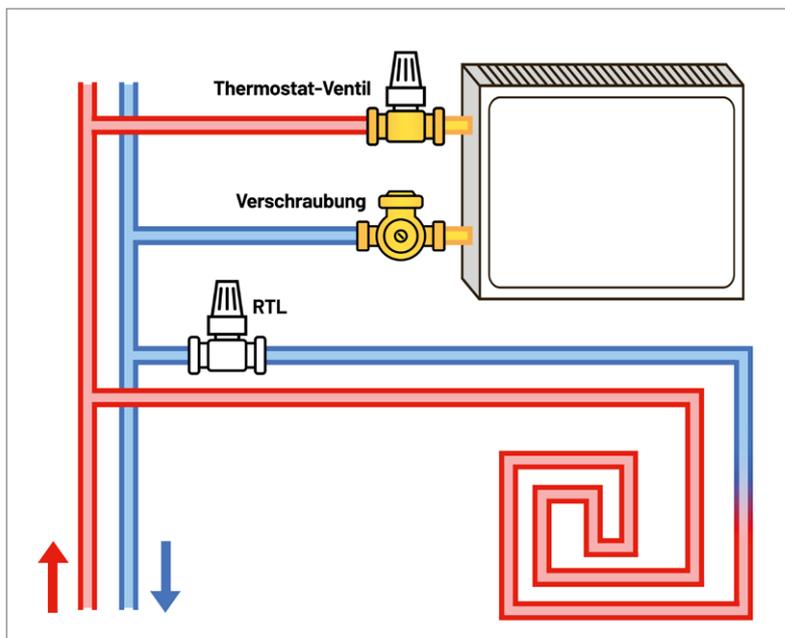


Bild 9: Fußbodenerwärmung mit RTL-Ventil

Für die Ansteuerung von **elektrischen** Fußbodenheizungen ist neben Thermostat und Schaltaktor zwingend ein Bodenfühler erforderlich, der bei Überschreiten einer definierten Bodentemperatur die Ansteuerung unterbricht. Im Homematic IP System steht aktuell noch keine entsprechende Komponente zur Verfügung, daher ist eine Regelung derartiger Systeme mit Homematic IP derzeit noch nicht direkt möglich.

Eine einfache thermische Abschaltung durch Messung der Luft- bzw. Raumtemperatur reicht hier nicht aus. Vielmehr muss bei diesen Systemen zusätzlich die im Boden gemessene Temperatur berücksichtigt werden, da ansonsten Beschädigungen oder im schlimmsten Fall Brände entstehen können.

Fußbodenerwärmung (RTL-Ventil)

Vor allem aus Bädern ist dieses Heizsystem bekannt. Anders als bei einer Fußbodenheizung dient die Fußbodenerwärmung dazu, den Boden nur zu temperieren. Geheizt wird üblicherweise weiter mit Heizkörpern.

Vor- und Rücklauf werden dabei meist am vorliegenden Heizkörper abgegriffen und über ein spezielles RTL-Ventil (return temperature limiter) geregelt (Bild 9). Das RTL-Ventil misst dabei nicht die Umgebungstemperatur des Raums, sondern die Rücklauftemperatur des Wassers.

Ziel ist, die Bodenerwärmung auf ein geeignetes Maß zu beschränken, um so Beschädigungen am Bodenaufbau zu verhindern.

Da das Homematic IP System die Raumtemperatur misst und auch regelt, kann die Fußbodenerwärmung mittels RTL-Ventil nicht effektiv mit smarten Produkten umgerüstet werden.

Fernwärme

Der Vollständigkeit halber wollen wir zum Ende dieses Abschnitts noch die Fernwärme (Bild 10) erwähnen, die ebenfalls eine Quelle für thermische Energie darstellt. Fernwärme wird hauptsächlich bei Gebäuden eingesetzt, die aus mehreren Wohneinheiten bestehen. Entsprechend ausgerüstete Gebäude verfügen über keine Heizungsanlage, sodass das Heiz- sowie das Warmwasser über ein meist unterirdisch verlegtes Rohrsystem extern an das Objekt herangeführt werden. Oft stammt die Fernwärme dabei aus großen Industriebetrieben und ist ein Nebenprodukt der dortigen Produktion oder sie wird bei der Erzeugung von Strom in Kraftwerken erzeugt.

So wird mehr als 100 °C heißes Wasser oder sogar Dampf durch die Rohre geleitet, während die Übergabe an den Verbraucher mithilfe einer Übergabestation, auch Wärmetauscher genannt, erfolgt. Hier findet die Übertragung der thermischen Energie vom Wärmeträgermedium auf den Heizkreislauf des Gebäudes statt.

Da sich die Wärme nicht endlos transportieren lässt, beschränkt sich der Einsatz oft auf Ballungszentren. In ländlichen Gegenden ist diese Form der Wärmeübertragung kaum anzutreffen, da sie als unrentabel gilt.

Die wichtigsten Vorteile im Überblick:

- Fernwärme ist ganzjährig verfügbar
- kein eigener Heizkessel oder Brennstoff nötig
- keine Wartungskosten im eigenen Objekt
- umweltfreundlich, wenn durch regenerative Quellen erzeugt

Natürlich gibt es aber auch Nachteile bei diesem System.

Die wichtigsten Nachteile im Überblick:

- beim Transport entstehen Leitungsverluste, die den Wirkungsgrad reduzieren
- es fehlt Wettbewerb, daher sind teilweise Versorgerpreise sehr hoch
- auch fehlt eine kurzfristige Wechselmöglichkeit

Fazit

Wir hoffen, wir konnten mit diesem Beitrag einen guten Überblick der typischen Heizungssysteme schaffen und dem Leser dabei helfen, die möglichen Regelungsarten besser zu verstehen.

Mit diesem Wissen lässt sich das heimische Heizsystem sicherlich fundiert bewerten und bei Wunsch auch mit einem smarten Regelungssystem auf Basis des Homematic IP Systems auf- bzw. umrüsten.

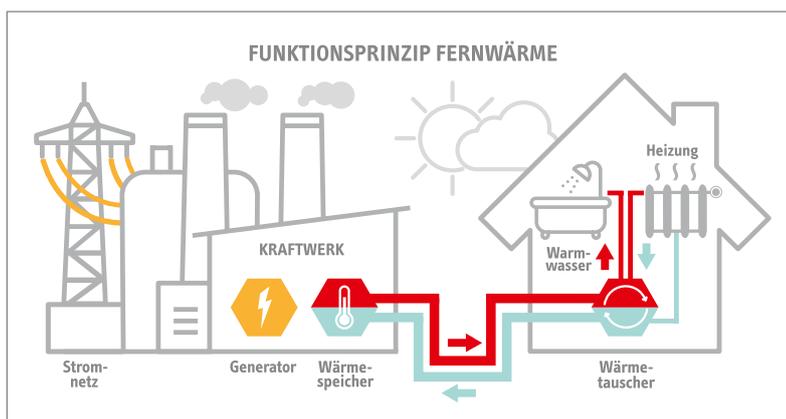


Bild 10: Fernwärmeerzeugung und -verteilung

Noch cleverer heizen



69,95 €

Artikel-Nr. 160230

[Zum Produkt](#)

homematic^{IP}

Heizkörperthermostat - flex HmIP-eTRV-F

- Für jede Einbauposition geeignet: mit E-Paper-Display, das sich flexibel an die Montageausrichtung anpasst (0°, 90°, 180° und 270°)
- Display-Layout individuell anpassbar:
 - Reduzierter Modus mit besonders großer Temperaturanzeige
 - Funktionaler Modus mit mehr Details im Display
 - Darstellung im Dark oder Light Mode
- Flüsterbetrieb für ultraleisen Einsatz
- Eco-Modus: energiesparender Betrieb mit reduzierter Raumtemperatur z. B. für Urlaub oder Abwesenheit
- Ventilschutzfunktion zum Schutz vor Verkalkung
- Bediensperre zum Schutz vor ungewollter Bedienung - einstellbar per App oder direkt am Gerät
- Stand-alone-fähig und zusätzlich kompatibel mit Homematic IP Access Point, Home Control Unit und CCU3



Heizkörperventilator Mono-Set SpeedComfort

- Bis zu 22 % Energieeinsparung für niedrigere Heizkosten und Umweltschutz
- Automatisches Ein- und Ausschalten dank magnetischem Temperatursensor
- Einfache Montage unter dem Heizkörper - kein Werkzeug erforderlich
- Flüsterleiser Betrieb unter 20 dB für ungestörten Komfort
- Für Heizkörper mit einer Länge von 40-70 cm
- Ideale Ergänzung zu einem smarten Heizkörperthermostat

59,95 €

Artikel-Nr. 254249

[Zum Produkt](#)

Der Kellerwächter!

HTRONIC

Wasserpegelschalter WPS 3000

- Beliebig platzierbarer Sensor ohne bewegliche Teile, 10 m steckbare Zuleitung (RJ45: bis auf 20 m verlängerbar)
- Sensor darf dauerhaft im Wasser bleiben (bis 1 m Tiefe)
- Zulässige Umgebungstemperatur: 1–60 °C
- Für alle Wasserbehältermaterialien geeignet
- Nachlaufzeit für Pumpen frei einstellbar (0–10 min)
- Relais-Schaltausgang (max. 3000 W) mit Wahlmöglichkeit für Öffner-/Schließbetrieb
- LED-Kontrollanzeigen für den Pegel-/Relaisstatus
- Fernmessung bis 25 m über 2-adrige Leitung möglich
- Keine gefährliche Netzspannung am Sensor
- Länge Netzkabel: 160 cm (ohne Stecker)



49,95 €

Artikel-Nr. 111478

[Zum Produkt](#)

HTRONIC

Wasserpegelschalter WPS 3000 plus

Wie oben, jedoch mit folgenden Unterschieden:

- 2 Wassersensoren (Min.- und Max.-Werte mit je 10 m Kabellänge)
- Nachlaufzeit nicht einstellbar
- Fernmessung bis 20 m



56,99 €

Artikel-Nr. 112713

[Zum Produkt](#)

HTRONIC

Wasserpegelschalter WPS 1000 V2

Wie oben, jedoch mit folgenden Unterschieden:

- Sensorkabel fest montiert
- Nachlaufzeit nicht einstellbar
- LED-Anzeigen nur für Netz und Relais
- Fernmessung bis 20 m



44,95 €

Artikel-Nr. 100743

[Zum Produkt](#)

Technik aus aller Welt

Pebble Beach Concours d'Elegance

Neben der klassischen Elektronik, wie wir sie sonst üblich im ELVjournal für Sie vorstellen, gibt es eine Vielzahl weiterer Technikinnovationen aus unterschiedlichsten Sparten. Darunter fallen beispielsweise neueste Erkenntnisse aus der Robotik, Fortschritte in der Verwendung künstlicher Intelligenz oder auch beeindruckende Weiterentwicklungen aus dem Automobilbereich. Die für uns in den USA tätigen Redakteure Damian und Nikolai Krause haben sich auf einem der exklusivsten Events der Automobilbranche, der Pebble Beach Concours d'Elegance, für uns umgeschaut und die neuesten Trends, insbesondere aus der Welt der Elektromobilität, dabei festgehalten.



Dieser Beitrag steht auch als **Original in englischer Sprache** zur Verfügung.

Pebble Beach ist nicht nur für seine malerische Lage an der kalifornischen Küste, sondern auch für seine lange Verbindung mit der Automobilwelt bekannt. Die Region um Monterey bietet einen idealen Rahmen für die jährlich stattfindende Pebble Beach Concours d'Elegance. Diese Veranstaltung, die auf dem 18. Fairway des Pebble Beach Golf Links stattfindet, zieht seit 1950 Autoliebhaber aus aller Welt an und gilt als Höhepunkt der Monterey Car Week.

Neben der Präsentation von klassischen Autos, die äußerst sorgfältig nach Ästhetik und historischer Bedeutung ausgewählt werden, dient die Veranstaltung als Plattform für die neuesten Innovationen im Automobilbereich. Verstärkt durch die Einführung der Elektromobilität der letzten Jahre treffen hier Tradition und Zukunftsvisionen aufeinander und lassen Autoherzen höherschlagen. Hersteller wie Mercedes-Benz, Audi oder auch Lamborghini nutzen diesen besonderen Rahmen, um ihre Vorstellung einer sportlichen, nachhaltigen und luxuriösen Mobilität der Zukunft zu präsentieren und gleichzeitig fortschrittlichste Technologien zu feiern.

Die damit verbundene Einbindung elektrischer Konzepte und die Ausrichtung auf zukunftsweisende Technologien machen Pebble Beach so zu einem Ort, der nicht nur die Vergangenheit unserer automobilen Klassiker wie dem CLK GTR von Mercedes (Bild 1) oder dem McLaren F1 (Bild 2) feiert, sondern auch den Weg in eine emissionsfreie Mobilität im Luxussegment ebnet.

Absolute Technologiespitze - Rimac Nevera R

Der brandneue Rimac Nevera R (Bild 3), mit beeindruckenden 2107 PS, unterstrich das aufregende Potenzial dieser elektrischen Antriebe. Diese Leistungssteigerung gegenüber den 1914 PS des Standard-Nevera beschleunigt den Nevera R in nur



Bild 1: Motor des Mercedes CLK GTR

1,7 Sekunden von 0 auf 60 Meilen pro Stunde (97 km/h) und verdeutlicht nicht nur die Performance der Elektrofahrzeuge, sondern setzt auch ein Statement bezüglich der stetigen Verbesserung des Elektroantriebs. Ein Drehmoment von 2340 Nm unterstreicht nochmals mehr, welche Sprünge mit modernen Elektrokonzerten auch unter Berücksichtigung aktueller Fahrmotoren möglich sind. Mit einer Batteriekapazität von 108 kWh in einem neu entwickelten, kompakteren sowie leichteren Aufbau steht dabei auch einerseits genügend Reichweite zur Verfügung, andererseits kann durch neue Batteriestruktur auch eine Fahrzeug-Aerodynamik entwickelt werden, die eine Höchstgeschwindigkeit von über 400 km/h zulässt!

Unter anderem präsentierte auch Acura ein elektrisches Crossover-Konzept, ebenso wie Karma mit dem neuen „Kaveya“, der bis zu 1000 PS leisten und eine Reichweite von 250 Meilen (ca. 400 km) mit einer Ladung bieten soll.

Das Beste aus beiden Welten

Während sich einige Hersteller und Autoliebhaber bei der Wahl zwischen Elektro- und Benzinantrieb sehr schwertun, könnte die Hybridtechnologie, wie sie Lamborghini und BMW in ihren neuesten Technologien vorstellten, möglicherweise eine Lösung sein.



Bild 2: Supersportwagen McLaren F1



Bild 3: Stolz 2107 Elektro-PS im Rimac Nevera R



Bild 4: Lamborghini Temerario mit beeindruckender Hybrid-Technologie

Lamborghini bringt den brandneuen hybriden Temerario (Bild 4) auf den Markt, während BMW den neuen M5 und M5 Touring präsentiert. Beide BMWs sollen noch in diesem Jahr in den USA verfügbar sein und bieten einen Plug-in-Hybridantrieb, der mit einem Twin-Turbo-V8 kombiniert ist. Diese Hybridtechnologie liefert eine immense Leistung: Knapp 1000 PS im Temerario und über 700 PS in der bekannten M5-Limousine können durch Einsatz beider Antriebe abgerufen werden.

Allerdings bringt diese kombinierte Leistung aus Elektro- und Verbrennerantrieb auch ordentlich Gewicht mit sich - so wurde besonders der fast 2500 kg schwere M5 doch kontrovers auf der Veranstaltung diskutiert.

Restomods: Klassiker trifft auf moderne Technik

Restomods, also klassische Autos, die mit modernster Technologie aufgerüstet werden, waren dieses Jahr ein besonderer Trend auf der Concept Lawn. Diese Fahrzeuge kombinieren den nostalgischen Charme klassischer Modelle mit den Leistungs- und Sicherheitsmerkmalen zeitgemäßer, moderner Autos. Zu den bemerkenswerten Beispielen gehörte der brandneue EVO 38 von Kimera Automobili (Bild 5), der das ohnehin schon atemberaubende EVO 37 als Basis nimmt und es noch weiter verbessert. Mit einer Mehrleistung von rund 100 PS und einem neuen elektrischen Kompressor bietet der EVO 38 ein unvergleichliches Fahrerlebnis. Und bei einem Gewicht von nur 1100 kg ist der EVO 38 auch ein absolutes Track-Tool - und ein äußerst schönes noch dazu.



Bild 5: Evo 38 von Kimera Automobili mit einem Gewicht von nur 1100 kg

Daneben präsentierte Eccentrica Cars ihren Diablo-Restomod (Bild 6), der alle positiven Eigenschaften des Originals bewahrt und Schwächen durch neue Technik ausgleicht. Neue Ventile und Nockenwellen machen den mit einem manuellen Fünfganggetriebe gepaarten V12 noch aufregender. Bedauerlicherweise mussten die ikonischen Klappscheinwerfer aufgrund neuer Gesetze durch „Pop-down“-Scheinwerfer ersetzt werden, was sie aber nicht weniger attraktiv macht.

Abschließend stellte die mittlerweile bekannte Firma Guntherwerks den neuen Guntherwerks GWR vor, der bis 9000 U/min dreht und 500 PS aus einem Sechszylinder-Boxermotor holt.

Der GWR setzt allem, was bereits bei der Porsche 993-Serie geschätzt und geliebt wurde, noch



Bild 6: Eccentrica Diablo mit neuen „Pop-down“-Scheinwerfern

einmal das i-Tüpfelchen auf und treibt die Fahrleistungen auf ein neues Level. Aber auch andere Firmen wie Nardone Automotive und Touring Superleggera präsentierten neue Technologien mit ihren Restomods des Porsche 928 und Ferrari 550. Die geschickte Fusion aus Alt und Neu bietet Autoliebhabern das Beste aus beiden Welten: klassische Ästhetik gepaart mit modernster Leistung und insbesondere jeder Menge Carbon!

Der Pebble Beach Concours d'Elegance 2024 zeigte wieder einmal eindrucksvoll, dass die Automobilwelt sowohl ihr reiches Erbe als auch eine aufregende Zukunft feiert. Von Elektrifizierung und autonomem Fahren bis hin zum Aufstieg von Restomods und nachhaltigen Konzepten bot die Veranstaltung eine überzeugende Sicht auf die Zukunft, wie Technologie und Tradition zusammenwachsen und den Luxus des Fahrens neu definieren werden.

Die Eindrücke von diesem erstklassigen Event haben wir in einer Bildersammlung festgehalten, die alle, die sich für diese exklusive Automobilentwicklung interessieren, [kostenlos downloaden](#) können.

Das ELVjournal hat sein Archiv geöffnet

45 Jahre neue Ideen, Bausätze und Produkte sowie spannende Wissensvermittlung für elektronikbegeisterte Leser.

Wir blicken zurück auf ...

Aus dem Inhalt:

- Siebenstelliger, vorprogrammierbarer Frequenzzähler
- Thyristor-Kondensator-Zündung
- Lauflichtorgel

[Download-PDF](#)



ELVjournal Ausgabe 6/1979



ELVjournal Ausgabe 6/1989

- Aus dem Inhalt:**
- Funktionsgenerator 10 Hz bis 26 MHz
 - Super-Laufblitz-Stroboskop
 - PC-Schrittmotoren-Steuerung

[Download-PDF](#)

vor 35 Jahren

- Aus dem Inhalt:**
- Video-Multiplexer
 - FBAS(Y/C)-RGB-Konverter
 - Leitungssuchgerät LS 1000

[Download-PDF](#)



ELVjournal Ausgabe 6/1999



ELVjournal Ausgabe 6/2009

- Aus dem Inhalt:**
- ELV Alarmzentrale
 - Beleuchtungsmessgerät
 - Mikrophon-Nebengeräusch-Unterdrückung

[Download-PDF](#)

vor 15 Jahren

- Aus dem Inhalt:**
- Feinstaub-Messgerät
 - Prototypenadapter linear PAD2
 - Einstieg in das Computer-Aided-Design

[Download-PDF](#)

[E-Paper](#)



ELVjournal Ausgabe 6/2019

Mit der **ELVjournal App** lesen Sie das ELVjournal jederzeit und überall **kostenlos** auf Ihrem mobilen Gerät

Zur iOS-App

Zur Android-App

ELV Smart Home Schalter-Fernbedienung ELV-SH-SRC8

ELV
EXKLUSIV
BAUSATZ

19,95 €

Artikel-Nr. 160800

- Mit 8 Schiebeschaltern zur Steuerung von Automatisierungen (aktiv/inaktiv)
- Schalterstellung in Programmen/Automatisierungen als einfach umschaltbare Variablen nutzen
- Kompatibel mit der Homematic IP Home Control Unit, dem Homematic IP Access Point inkl. App und der Smart Home Zentrale CCU3
- Gehäuse mit Batteriefach (2x LR6/AA/Mignon, nicht inkl.) und LED-Statusanzeige
- Mit Steckplatz für das Sendemodul HmIP-MOD-RC8 (nicht inkl.)
- Kanalbeschriftung mittels Textfeld-Aufkleber möglich

Fachbeitrag
Zum Produkt

➕ **Gleich mitbestellen:** ELV Bausatz Homematic IP Modulplatine Sender 8fach HmIP-MOD-RC8
Artikel-Nr. 151221 – 22,95 €

Abm. (B x H x T): 63 x 28 x 122 mm,
Gewicht: 121 g

Welche Vorteile bietet die Schalter-Fernbedienung?

Schnelle Anpassung bei spontanen Ideen

Das Wetter ist gut und die Kinder wollen spontan im Garten zelten? Freunde und Familie haben sich zum Grillabend angekündigt?

Mit der ELV Smart Home Schalter-Fernbedienung ELV-SH-SRC8 kann jeder ganz einfach das Bewässerungsprogramm oder die Automatisierungsregeln für die automatische Gartenbeleuchtung deaktivieren – auch ohne Zugriff auf die WebUI der CCU3 oder die Homematic IP App. Und das auch, wenn die Person, die sich sonst um das Konfigurieren des Smart Home kümmert, nicht anwesend ist.



Bereit für den Urlaub – ganz einfach und unkompliziert

Im Urlaub sollen bestimmte Automatisierungen deaktiviert oder aktiviert werden, beispielsweise die Anwesenheitssimulation, die Weckprogramme und die Kaffee-Koch-Automatik? Statt alle Programme am Abreisetag noch schnell von Hand in der WebUI oder der App zu deaktivieren, können die Schalter einfach auf der Fernbedienung umgelegt werden. Nach dem Urlaub geschieht das Rücksetzen auf Normalbetrieb genauso einfach.

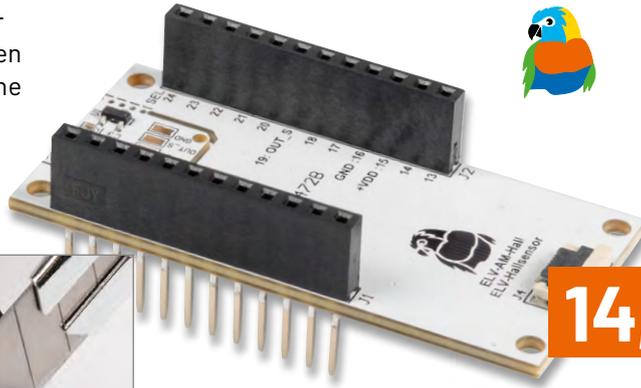


Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-SH-SRC8
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR6/Mignon/AA
Stromaufnahme:	40 mA max.
Modulplatine:	HmIP-MOD-RC8 (nicht im Lieferumfang)
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	260 m
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz / 869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h

ELV Applikationsmodul Hallsensor ELV-AM-Hall



- Zum kontaktlosen Schalten per Magnet oder zur Messung von Rotationsgeschwindigkeiten
- Szenen und Automationen ohne mechanische oder elektrische Verbindung auslösen
- Niedriger Stromverbrauch
- Einfache Einbindung der Messdaten in die CCU3 über die Smart Home Sensor Base



EXKLUSIV

BAUSATZ

14,95 €

Artikel-Nr. 161301

Sollte das Modul für Ihre Anwendung zu groß sein, kann dieser Teil des Moduls mit einem Cutter herausgetrennt und mit dem beiliegenden Flachbandkabel abgesetzt werden.



+ Gleich mitbestellen:
ELV Smart Home Sensor-Base
Artikel-Nr. 158314 - 29,95 €

Fachbeitrag

Zum Produkt

Abm. (B x H x T): 55 x 26 x 19 mm, Gewicht: 9 g

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-AM-Hall
Spannungsversorgung:	1,65-5,5 V
Stromaufnahme (mit ELV-SH-BM-S):	35 mA max.; 18 µA min. (Sleep + No Select)
Sensorschwellwert DRV5032:	±3 mT
Sensorschwellwert zur Aktivierung DRV5012:	+2 mT
Sensorschwellwert zur Deaktivierung DRV5012:	-2 mT
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C

Markisen vor Sturm schützen



Mit der Rotationsmessung des Hallsensors können eigene Windräder entwickelt und konstruiert werden. Wenn der Wind zu stark wird, kann so über die SH-Base und einen passenden Homematic IP Aktor die Markise automatisch eingefahren werden.

Prototypenadapter Starterkit 1 PAD-SK1



- Enthält alle notwendigen Bauteile für den Aufbau von drei Experimentierschaltungen (astabile Kippstufe, lichtempfindlicher Schalter und Reed-Kontakt-Schalter)
- Durch die Verwendung von PAD-Modulen ist dieses Kit besonders für Anfänger geeignet, da keine Lötarbeiten erforderlich sind



EXKLUSIV

BAUSATZ

17,95 €

Artikel-Nr. 161144

Fachbeitrag

Zum Produkt

Inhalt des Sets

Menge	Bezeichnung	CM-Modul-Nr.	Menge	Bezeichnung	CM-Modul-Nr.
1	Steckboard, 400 Kontakte		1	Rundmagnet	
1	9-V-Batterie		1	Widerstand 10 kΩ	CM-RF-103-A
1	Steckbrücken-Set, 10,3 mm, 35 Stück, gelb		2	Widerstand 100 kΩ	CM-RF-104-A
2	NPN-Transistor	CM-TB-BC847C-A	1	Widerstand 1 MΩ	CM-RF-105-A
1	LED-Modul, orange	CM-DL-002	1	Kondensator 1 nF	CM-CF-102-A
1	LED-Modul, rot	CM-DL-R02	2	Kondensator 10 µF	CM-CF-106-A
1	Reed-Kontakt	CM-SM-01			

ELV Applikationsmodul Optische Strahlungssensoren ELV-AM-ORS



- Messung von UV-Strahlung und UV-Index
- Messung von Beleuchtungs- und Bestrahlungsstärke
- Kompatibel mit der Smart Home Sensor-Base, somit auch an der CCU3 einsetzbar
- Ebenso einfache Einbindung in ein LoRaWAN®-Netzwerk

EXKLUSIV

BAUSATZ

34,95 €

Artikel-Nr. 160837

+ Gleich mitbestellen:
ELV Smart Home Sensor-Base - Artikel-Nr. 158314 - 29,95 €

Abm. (B x H x T): 55 x 26 x 19 mm

[Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-AM-ORS
Spannungsversorgung:	3,0-3,3 Vdc
Stromaufnahme (mit ELV-SH-BM-S):	
Active Mode:	35 mA @ 3,0 Vdc (max.)
Low-Power-Mode:	10,1 µA @ 3,0 Vdc (average)
Sensormessbereiche:	
Beleuchtungsstärkesensor:	0,01 lx - 83 klx
Bestrahlungsstärkesensor:	0-1286 W/m ²
UV-Spektrum:	A/B/C

Fernsehen bei Sonnenschein? Rolläden einfach runterfahren



In Kombination mit einer [Homematic IP Schalt-Mess-Steckdose HmIP-PSM-2](#) und dem [Homematic IP Rollladenaktor HmIP-BROLL-2](#) kann der ELV-AM-ORS automatisch für Beschattung sorgen und so Lichteinfall auf den Bildschirm vermeiden.

ELV Applikationsmodul Interface ELV-AM-INT1



- Kompatibel mit der Smart Home Sensor-Base, somit auch an der CCU3 einsetzbar
- Sensoren mit UART- oder I²C-Schnittstelle mit dem ELV-Modulsystem nutzen
- Schaltbare Versorgungsspannung für Sensoren mit bis zu 100 mA
- 2 digitale Eingänge für Kontaktschalter oder Open-Collector-Ausgänge
- Versorgungsspannung auf 3,3 V und 5,0 V einstellbar

EXKLUSIV

BAUSATZ

16,95 €

Artikel-Nr. 160847

Abm. (B x H x T): 55 x 26 x 19 mm, Gewicht: 13 g

+ Gleich mitbestellen:
ELV Smart Home Sensor-Base - Artikel-Nr. 158314 - 29,95 €

ELV universeller Bodenfeuchtesensor SoMo1, I²C
Artikel-Nr. 157930 - 34,95 €

[Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-AM-INT1
Versorgungsspannung:	3,3 VDC
Stromaufnahme:	180 mA max.
Leistungsaufnahme:	0,6 W max.
Spannungsausgang V _{OUT} :	3,3 V/5,0 V, 100 mA max.
Kommunikationsschnittstelle:	I ² C/UART
Kontakteingänge:	2 (für NO/NC-Kontakte)
Länge der Anschlussleitungen:	3 m max.

Für eine (noch) intelligentere Gartenbewässerung



Mit dem ELV-AM-INT1, der Smart Home Sensor-Base und dem Bodenfeuchtesensor SoMo1 lässt sich die in unserem [ELVprojekt](#) vorgestellte intelligente Gartenbewässerung um praktische Features ([Video](#)) erweitern.

Ein Fest für Techniker

ELV

LED-Weihnachtsstern 2 LED-WS2

- 3D-Konstruktion aus weißem Platinenmaterial mit 17 LEDs an den Spitzen
- Prozessorgesteuerter Flackereffekt - orange-farbene LEDs wirken wie echte Kerzenflammen
- Flexibel wählbarer Aufhängeort dank 5 m langem Anschlusskabel
- Netzbetrieb an 5- bis 7,5-V-Netzteil

BAUSATZ

29,95 €

Artikel-Nr. 153464

Zum Produkt

mit unseren
Weihnachtsbausätzen



BAUSATZ

24,95 €

Artikel-Nr. 150169

Zum Produkt



BAUSATZ

14,95 €

Artikel-Nr. 132949

Zum Produkt

ELV

LED-Timer-Schneemann LED-SM1

- Countdown-Timer (1-99): LED-Matrixanzeige, 10 x 7 Pixel
- Datumsanzeige (1-31) gesteuert durch Echtzeituhr (RTC)
- 3-Tage-Gangreserve - Uhr läuft auch bei Netzausfall/Netztrennung intern weiter
- Einfache Programmierung mit nur 2 Tasten
- Netzbetrieb an 7,5-V-Netzteil

ELV

LED-Lichterbogen LED-SB1

- 5 LED-Kerzen: LEDs 3 mm, orange
- Träger aus neutralweißem Leiterplattenmaterial
- Wahlweise Flackerlicht oder Dauerlicht
- Einfacher Aufbau durch vorgefertigte Break-out-Elemente aus Platinenmaterial
- Netzbetrieb an 5- bis 7,5-V-Netzteil

ELVjournal

Alle Ausgaben auf einen Blick!

Lesen Sie jetzt alle ELVjournal Ausgaben wann und wo Sie wollen – und das digital komplett kostenlos.
Wir haben alle ELVjournale von der ersten bis zur aktuellen Ausgabe übersichtlich für Sie zusammengestellt.



ELVjournal Redaktion



ELV Elektronik AG
Redaktion ELVjournal
Maiburger Straße 29–36
26789 Leer
Deutschland



redaktion@elvjournal.com

Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

Leserwettbewerb



Welche eigenen kreativen Anwendungen und Applikationen haben Sie mit den ELV Haustechnik-Systemen, aber auch anderen Produkten und Bausätzen realisiert? Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELVjournal mit Nennung Ihres Namens vorgestellt.

Jede veröffentlichte Anwendung
belohnen wir mit einem

Gutscheincode

im Wert von **200,- €***

* Der Einsender der veröffentlichten Anwendung erhält einen Gutscheincode zur einmaligen Nutzung im Wert von 200,- €. Der Gutscheincode wird mit einer Bestellung verrechnet – ein etwaiger Restbetrag verfällt. Bei Rückabwicklung des Kaufvertrags oder eines Teils hiervon wird der gewährte Gutscheinbetrag vom zu erstattenden Kaufpreis abgezogen, sofern durch die Ausübung des Widerrufsrechts und der Rückabwicklung der Gesamtwarenwert von 200,- € unterschritten wird. Auszahlung/Verrechnung mit offener Rechnung sowie Gutschrift nach Widerruf sind nicht möglich. Der Gutscheincode ist nicht mit anderen Aktionen kombinierbar. Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführungsvorgemommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit dem Stichwort „Leserwettbewerb“ an:

ELV Elektronik AG, 26789 Leer, Deutschland
oder leserwettbewerb@elv.com

Impressum

Herausgeber:

ELV Elektronik AG
Maiburger Straße 29–36, 26789 Leer, Deutschland
Telefon 0491/6008-0
E-Mail: redaktion@elvjournal.com

Chefredaktion:

Prof. H.-G. Redeker

Redaktionsleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Arends, verantwortlich

Erscheinungsweise:

zweimonatlich (Januar, März, Mai, Juli, September, November)

Technisches Layout:

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

Satz und Layout:

Franziska Giesselmann, Andrea Rom

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Arends, Markus Battermann (M. Eng.),
Dipl.-Ing. (FH) Karsten Beck, Dipl.-Ing. Bartholomeus Beute,
Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Boekhoff, Wilhelm Brückmann,
Dipl.-Ing. (FH) Gerd Busboom, Markus Cramer (M. Sc.),
Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Inf. Andreas Gabel,
Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß, Alfred Grobelnik, Stephan Fabry (M. Eng.),
Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammiediers, Lothar Harberts,
Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm, Julian Kaden (M. Eng.), Damian Krause,
Nikolai Krause, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof, Marcel Maas (M. Eng.),
Simon Mählmann (B. Eng.), Hilko Meyer (M. Eng.), Tammo Post (M. Eng.),
Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß,
Dipl.-Wi-Inf. (FH) Frank Sanders, Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schäfer,
Kevin Schönig (M. Eng.), Bastian Schmidt (B. Eng.), Udo Schoon (M. Eng.),
Dirk Stüben, Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thole, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemken,
Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenborg, Florian Willms (M. Sc.),
Sebastian Witt (B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

Lithografie:

KruseMedien GmbH
48691 Vreden
Telefon: +49 2564 5686-110
www.krusemedien.com
Verantwortlicher: Udo Wesseler

Urheberrechte:

Alle Inhalte dieses ELVjournals, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der ELV Elektronik AG. Bitte fragen Sie, falls Sie die Inhalte dieses Internetangebots verwenden möchten.

Patente und Marken:

Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patent- oder Gebrauchsmusterschutzes. Bei den verwendeten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Marken handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber markenmäßig benutzt werden dürfen.

Eingesandte Beiträge:

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

Gesetzliche Bestimmungen:

Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Artikel und sonstigen Beiträge.

Im nächsten

ELVjournal

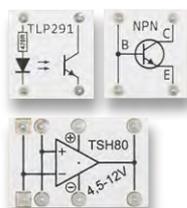
Status-Board

Das Status-Board ELV-SH-SB8 dient als Anzeige- und Bedieneinheit für das Smart Home System Homematic IP. Die acht LEDs neben dem Beschriftungsfeld können durch die zugeordneten Taster auf der Anzeige oder durch andere Komponenten des Systems angesteuert werden. Die Leuchtfarbe der LEDs lässt sich durch Jumper auf der Platine passend zur gewählten Belegung einstellen. Die acht Kanaltasten lassen sich zudem zum Steuern externer Komponenten nutzen.



ELV Smart Home Neigungs- und Erschütterungssensor Kompakt

Der kompakte Sensor für das Homematic-IP-System überwacht zuverlässig Beschleunigungen, Erschütterungen und Lageänderungen. Dank Funkkommunikation und Batteriebetrieb bietet er maximale Flexibilität bei der Wahl des Montageorts und fügt sich unauffällig in jede Umgebung ein. Das Gerät kann mit Home Control Unit, Access Point und CCU3 verwendet werden.



Prototypenadapter Professional Linear/Opto 1

Dieses Set umfasst fertig aufgebaute PAD-Module aus den Bereichen Linear und Opto. Neben Operationsverstärkern und Transistoren finden sich in dem aus 82 Bauteilen bestehenden Set z. B. auch Leuchtdioden und eine Fotodiode. Die PAD-Module sind speziell für den Einsatz auf Steckboards ausgelegt.



MSM5: Der kleine Bruder des MSM4 - kleiner und trotzdem lauter

Beim MSM5 bleiben fast alle Features des MSM4 erhalten, z. B. eine microSD-Karte als Speichermedium oder die zehn Tastereingänge zur direkten Bedienung. Die serielle Schnittstelle steht nun an separaten Pins zusätzlich zur Verfügung. Dank Buck-Boost-Converter kann beim MSM5 die Versorgungsspannung problemlos bei 3-5 V_{DC} liegen und ist so noch flexibler einsetzbar. Ein Class-D-Audioverstärker liefert bis zu 2 W an einem 8-Ω-Lautsprecher, und das alles bei einer Größe von nur 31,3 x 21,3 x 16,2 mm.

Anwendungsbeispiel für das Professional-Experimentiererset, Teil 9

In diesem Teil der Serie zum PAD-PRO-EXSB beschäftigen wir uns mit der lichtempfindlichen Fotodiode, die im Professional-Experimentiererset enthalten ist. Anhand von Beispielschaltungen (Dämmerungsschalter und IR-Tester) erklären wir den praktischen Einsatz dieser Fotodiode.

Python & MicroPython - Programmieren lernen für Einsteiger, Teil 7

Im letzten Beitrag stand die Erstellung von unterschiedlich komplexen und auch animierten Grafiken mit Python im Vordergrund. Im nächsten Artikel wird es wieder etwas technischer, insbesondere werden dann Eingabemethoden genauer betrachtet. Beginnend mit einfachen Tastern spannt sich der Bogen über Dreh-Encoder bis hin zu Matrix-Tastaturen. Dabei wird immer auch wieder auf grafische Ausgaben mit der Matplotlib zurückgegriffen, um z. B. Eingabedaten visuell ansprechend darzustellen.

Projekte für Elektronikeinsteiger, Teil 10

Im letzten Artikel wurde das Schalten über akustische Signale näher betrachtet. Dabei wurden Transistoren vom Typ „npn“ eingesetzt. Im Artikel „Minisynthesizer“ kam auch bereits ein sogenannter Komplementärtransistor zum Einsatz (pnp). Im nächsten Artikel sollen damit u. a. sogenannte Thyristoren simuliert und interessante Anwendungen vorgestellt werden. Auch soll ein Blick auf die theoretischen Grundlagen dieser weit verbreiteten Halbleiterbauelemente mit vier Schichten (npnp) geworfen werden.

Das ELVjournal 1/2025 erscheint am 22. Januar 2025

Immer alles im Blick in der kalten Jahreszeit



Abm. (B x H x T):
400 x 150 x 300 mm
Lieferung ohne Mast

249,99 €

Artikel-Nr. 251064

[Zum Produkt](#)



Erweiterbar um Sensoren
für Haus und Garten



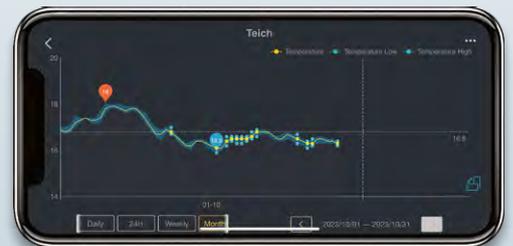
Abm. (B x H x T): Station: 195 x 140 x 20 mm, Sensor: 41 x 121 x 17 mm



WLAN-Wetterstation WeatherScreen PRO

★★★★☆ (26)

- Misst Regen, Windgeschwindigkeit/-richtung, Innen-/Außenluftfeuchte, Luftdruck, Innen-/Außentemperatur, Umgebungshelligkeit
- Erweiterbar um Zusatzsensoren für das Raumklima und den Garten
- Funkreichweite: typ. 100 m (Freifeld), Funkfrequenz: 868 MHz
- Kostenlose App (iOS und Android) für verschiedene Wetterportale (z. B. Ecowitt Weather, Weather Underground, Weathercloud)
- Speicherung der Messwerte auf microSD-Karte (bis 32 GB)
- Einstellbare Wertschwellen für einen optischen/akustischen Alarm
- Integriertes Solarpanel für Stromversorgung des Kombisensors



Beispiel: Ecowitt-Weather-App - Lieferung ohne Smartphone



Zusatz-Display
Artikel-Nr. 251722



Raumklima-Sensor
Artikel-Nr. 250954



Bodenfeuchtesensor
Artikel-Nr. 253717



Bodentempersensor
Artikel-Nr. 253718



Wassertempersensor
Artikel-Nr. 253719

Technik für den Garten

Weihnachtsbeleuchtung smart steuern



homematic^{IP}

Schalt-Mess-Kabel – außen

HmIP-PSMCO

- Lichtszenarien und Elektrogeräte im Außenbereich einfach automatisiert schalten
- Stromverbrauch von einspeisenden und verbrauchenden Geräten messen und mit smarten Automatisierungen Stromkosten sparen
- Wetterfest und schnell installiert für die Nutzung im Außenbereich – IP44-geschützt
- Effektiv zur Reichweitenverlängerung des Funk-Signals einsetzbar
- Dank integrierter Taste auch direkt am Gerät schaltbar
- Spannungsversorgung: 230 V, maximale Schaltleistung: 2,3 kW
- Kompatibel mit Homematic IP Home Control Unit, Homematic IP Access Point und Smart Home Zentrale CCU3

59,95 €

Artikel-Nr. 160775

[Zum Produkt](#)