

Smarte Außensteckdose

Hochwertige und robuste Aufputzlösung



powered by **homematic** IP

Neue Serie: Home Assistant - Aufbau, Einrichtung und Dashboards

Know-how: Python & MicroPython - Die analoge Welt steuern

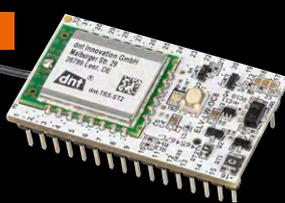
Projekt: Distanzen messen per Ultraschall

Bausatz

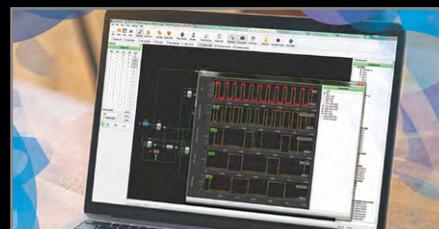


Erweiterungsmodul Adapterplatine 2
für das ELV-Modulsystem

Bausatz



LoRaWAN® Modulplatine
Open Collector - 8-fach



GreenPAK™-System -
Development-Boards

Bewegungsmelder smart verkabelt

NEU



124,95 €

Artikel-Nr. 159859

Zum Produkt

Der Wired-Bewegungsmelder steuert eine 230-V-Außenleuchte via Relais (Achtung: doppelte Leitungen notwendig, 1x Wired für Kommunikation und Versorgung des Bewegungsmelders und 1x 230 V für die Ansteuerung/Schaltung der Leuchte)

NEU



119,95 €

Artikel-Nr. 159845

Zum Produkt

homematic^{IP}
wired

Bewegungsmelder mit Schaltaktor – außen, HmIPW-SM0230

- Sensor mit integriertem Schaltaktor steuert angeschlossene Lampen oder meldet Alarm bei erkannter Bewegung
- Weiter Erfassungsbereich von bis zu 20 Metern bei einem Erfassungswinkel von 180°
- Schaltet Licht durch integrierten Dämmerungssensor nur ab eingestelltem Helligkeitswert ein
- Bei Einbindung in Schaltgruppen lassen sich weitere Homematic IP Funk- und Wired-Aktoren ansprechen
- Robust durch wetterfestes Gehäuse (IP44) mit zuverlässiger Stromversorgung und Kommunikation über den Homematic IP Wired-Bus

Abm. (B x H x T): 78 x 126 x 140 mm, Gewicht: 311 g

Funk-Variante:

Weiß – Artikel-Nr. 156737 – 129,95 €

Anthrazit – Artikel-Nr. 158238 – 134,95 €

Erfordert die Verwendung eines Homematic Wired Access Point

Lieber Elektronik-Freund,

was treibt Sie immer wieder an, über Schaltungen zu grübeln, zu experimentieren oder an der Programmierung Ihres Smart Homes zu feilen? Für mich ist es der Wunsch und die Freude daran, intelligente und möglichst einfache Lösungen für komplexe Probleme zu finden. Wie oft denke ich: „Das geht doch leichter!“, und mache mich an die Arbeit. Ich vermute, Ihnen geht es ähnlich.

Die Suche nach einer einfachen Lösung für eine herausfordernde Aufgabe hat uns auch zur Entwicklung der ELV Halteplatte für Homematic IP Unterputzaktoren inspiriert, die wir Ihnen in dieser Ausgabe unseres ELVjournals vorstellen. Mit diesem simplen Bauteil installieren Sie Homematic IP Unterputzaktoren elektrisch und mechanisch betriebssicher in einer robusten und hochwertigen Aufputzdosenkombination mit integrierter Steckdose. Schon haben Sie eine smarte Aufputzsteckdose, die auch für den Einsatz im Außenbereich bestens geeignet ist. Nun können Sie Außenlampen sowie Pool- und Brunnenpumpen ohne Zwischenstecker smart steuern oder auch Waschmaschinen und Trockner in Feuchträumen in Ihre Gebäudeautomation integrieren. Eben ganz nach dem Motto: „Das geht doch leichter!“

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



Heinz-G. Redeker

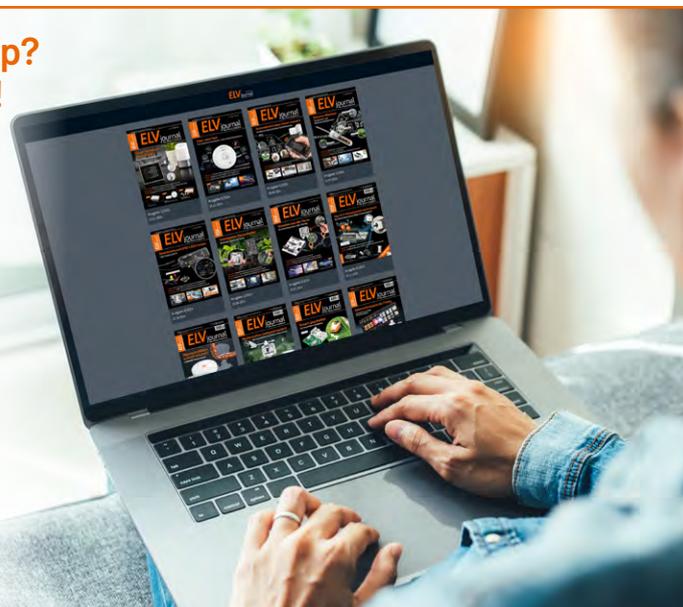
Prof. Heinz-G. Redeker

Kennen Sie schon unsere ELVjournal App? Auch bequem über die Website nutzbar!

Die ELVjournal App, die es sowohl für Android- als auch für iOS-Systeme gibt, macht das Finden, Lesen, Weitergeben und insgesamt die Nutzung der ELVjournal Inhalte besonders einfach. Für alle, die kein Smartphone zur Hand haben, bietet die ELVjournal App aber auch die Möglichkeit, alle Ausgaben bequem an einem großen Bildschirm zu lesen. Die lieb gewonnenen Funktionen der App bleiben auch hier wie gewohnt nutzbar.

Schauen Sie doch mal rein!

[Zur ELVjournal Web-Ansicht](#)





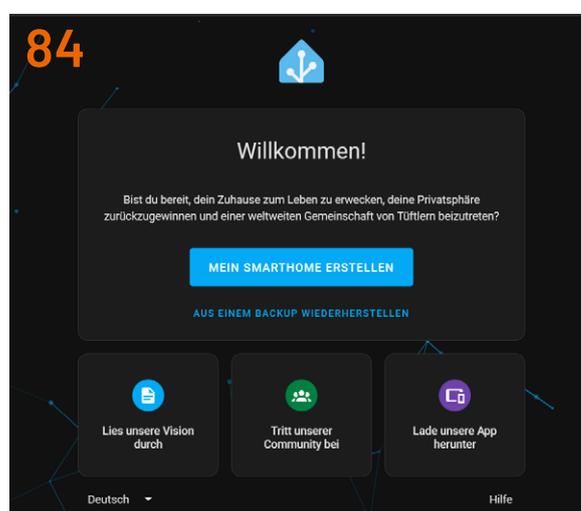
15 Projekt aus ELV-SH-Base, ELV-AM-INT1 und DUS1



6 Außensteckdosen-Kombination für Homematic IP Aktoren



36 Projekt mit der ELV Adapterplatine 2



84 Serie: Home Assistant – Beginners Guide

Bausätze und Bausatz-Projekte

- 6 **Klick - aus Unterputz wird Aufputz!**
Hochwertige, robuste Außensteckdosen-Kombination für Homematic IP Aktoren
- 15 **Per Ultraschall Distanzen bis zu 6,5 Metern messen und in der CCU3 auswerten**
Wasservorrat optimal überwachen
- 36 **ELV Erweiterungsmodul Adapterplatine 2 ELV-EM-AP2**
Module ins Trockene bringen
- 46 **Acht vielseitige Kanäle**
ELV LoRaWAN® Modulplatine Open Collector – 8fach ELV-LW-OC8



62

Innovative Bauteile



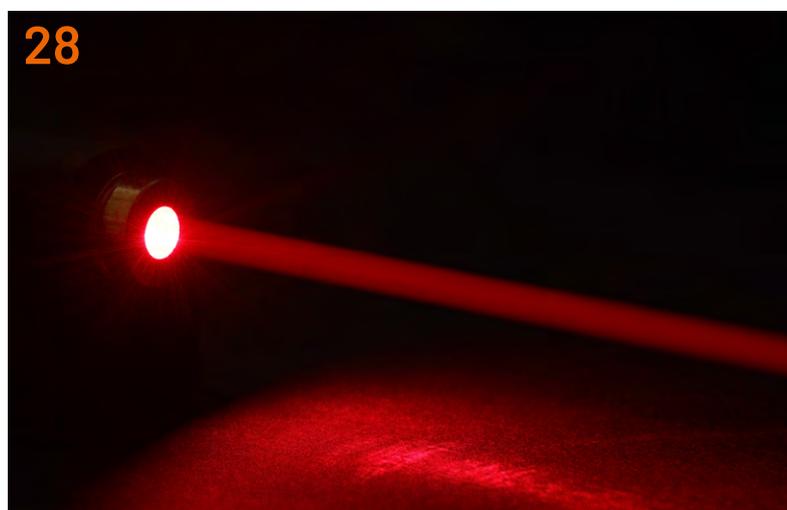
46

Acht vielseitige Kanäle – Modulplatine ELV-LW-0C8



76

GreenPAK™



28

Projekte für Elektroneinsteiger

Know-how

- 54 Python & MicroPython: Programmieren lernen für Einsteiger**
Die analoge Welt steuern – DACs und PWM
- 62 Innovative Bauteile kurz beleuchtet**
Diesmal: SuperCap und Akku
- 76 GreenPAK™-System**
- 84 Home Assistant – Beginners Guide**

Projekt

- 28 Optosensoren und Lichtschranken**
Projekte für Elektroneinsteiger

Außerdem

- 3 Editorial**
- 25 Leser testen und gewinnen**
- 74 Leser fragen – Experten antworten**
- 102 Die Neuen**
- 106 Service, Bestellhinweise, Impressum**
- 108 Vorschau**

powered by
homematic IP



Klick - aus Unterputz wird Aufputz!

Hochwertige, robuste Außensteckdosen-Kombination für Homematic IP Aktoren

Für das Fernschalten oder Automatisieren von Verbrauchern auf der Terrasse, im Garten oder Keller erweitert ELV das Einsatzfeld bekannter Homematic IP Unterputzaktoren durch eine professionelle Montage in einer robusten Aufputzdosen-Kombination mit integrierter Steckdose. In Feuchträumen können so z. B. Waschmaschine und Trockner mit Schalt-Mess-Aktoren überwacht und Benachrichtigungen nach Beenden eines Programms gesendet werden. Auch ein Einsatz für eine smarte Terrassenheizung per Infrarotstrahler ist ein häufiger Anwendungsfall der Aufputzdosen-Aktor-Kombination.

Infos zum Bausatz ELV-MPA

Schwierigkeitsgrad:
leicht

Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,25 h

Besondere Werkzeuge:
keine

Lötterfahrung:
nein

Programmierkenntnisse:
nein

Elektrofachkraft:
ja

Funktion und Anwendungen auf Terrasse, in Garage, Carport, Blockhütte oder Keller

In normalen Wohnräumen lassen sich Smart-Home-Aktoren meist unproblematisch als Stecker-Steckdosen- oder als Unterputzgeräte in Verteiler- oder Schalterdosen nachrüsten. Besonders einfach ist dies mit den Unterputz-Aktoren für Markenschalter wie z. B. dem [HmIP-BSM](#). Normale Installationsschalter werden dabei einfach ausgetauscht und deren Schaltwippe anschließend für die Bedienung des smarten Aktors weiterverwendet. Die Krux: In Hauswirtschaftsräumen, Kellern, Garagen, Carports, Blockhütten oder auf der Terrasse fehlt oft eine geeignete Unterputzinstallation für diesen Zweck. Hier werden Leitungen, Schalter und Steckdosen oft Aufputz verlegt und eine Aktormontage somit erschwert. Die neue ELV-Lösung besteht aus einer speziellen 2er-Aufputz-Außendosenkombination mit Steckdoseneinsatz, Blindabdeckung und einer Halteplatte ELV-MPA für Homematic IP Unterputzaktoren.

Die hochwertige ELV Smart Home Außensteckdose verfügt dabei über zwei verschiedene austauschbare Kabeldurchführungselemente für jeweils ein oder auch zwei Kabel. Die Dose wird mit einem Einsatz für eine Steckdose mit Klappdeckel sowie einer Blindabdeckung ausgeliefert. Hinter der Blindabdeckung lässt sich ein Homematic IP Aktor mithilfe der neu

entwickelten Halteplatte ELV-MPA fach- und normgerecht in Bezug auf mechanische und elektrische Anforderungen einrasten. Anschließend wird dieser einfach mit der Steckdose oder einem direkt angeschlossenen Verbraucher verbunden. Die Verkabelung der Elemente kann dabei komfortabel außerhalb der Dose erfolgen. Die so vorbereitete Einheit wird nun inklusive der Kabeldurchführungen in die entsprechenden Aufnahmen der Dose eingesetzt und über leicht lösbare Rastungen im Gehäuse fixiert.

Aktor und Steckdose lassen sich auf zwei unterschiedliche Arten anschließen. Entweder wird der Aktor zum Schalten der internen Steckdose verwendet oder die Steckdose wird direkt an die Netzspannung angeschlossen, während der Aktor mit einem fest angeschlossenen Verbraucher verbunden wird.

Lieferumfang und notwendiges Zubehör

Der Lieferumfang der Aufputzdosenkombination mit der Halteplatte ist in [Bild 1](#) zu sehen. [Bild 2](#) zeigt die mit der Halteplatte kompatiblen Schalt-Aktoren. Der Dimmer [HmlP-FDT](#) ist ebenfalls einsetzbar.

Aufputzdosenkombination montieren und Aktor einbauen

Die Aufputzdose hat im geschlossenen Zustand die Schutzart IP55. Besteht bei der Montage der Dose im Außenbereich die Gefahr der Bildung von Kondenswasser im Inneren der Dose, öffnen Sie die Entwässerungsöffnung (OPEN, IP44) mit einem geeigneten Gegenstand ([Bild 3](#)). Danach hat die Dose dann die Schutzart IP44.

Drehen Sie vorsichtig die Fixieröse des Aktors ab ([Bild 4](#)). Bei Verwendung des Aktors [HmlP-FSI16](#) entfernen Sie zusätzlich den in [Bild 5](#) gezeigten Steg an der Halteplatte [ELV-MPA](#). Setzen Sie im Anschluss die Halteplatte auf den Aktor auf ([Bild 6](#)).



Bild 1: Lieferumfang Aufputzdosenkombination mit Halteplatte ELV-MPA



Bild 2: Die mit der Halteplatte kompatiblen Schalt-Aktoren [HmlP-FSI16](#), [HmlP-FSM](#) und [HmlP-FSM16](#)



Bild 3: Entwässerungsöffnung freilegen



Bild 4: Fixieröse bei einem Aktor entfernen



Bild 5: Bei Verwendung des [HmlP-FSI16](#) den Steg an der Halteplatte entfernen



Bild 6: Halteplatte auf den Aktor aufsetzen

Hinweis: Bei den weiteren Montagebildern wird der Aktor zur besseren Übersicht teilweise ohne die Halteplatte gezeigt.

Aufgrund des Platzbedarfs der Schalt-Aktoren empfehlen wir, den Steckdoseneinsatz bei den Kabeleinführungen zu montieren und die Anschlussklemmen des Steckdoseneinsatzes gegenüber der verwendeten Kabeleinführung zu positionieren. Damit bleibt etwas mehr Spielraum bei der Montage, und später wirken keine Zugkräfte auf die Anschlüsse (Bild 7). Achten Sie bei der Wahl des Montageorts für die Aufputzdose darauf, dass möglichst kein direktes Sonnenlicht auf die Dose fällt und sich keine Wärmequellen in der Nähe befinden. Die Unterputzaktoren könnten sonst aufgrund einer Übertemperaturerkennung eine Sicherheitsabschaltung durchführen. Hierbei würde es sich nur um eine temporäre und keine dauerhafte Sicherheitsabschaltung handeln.

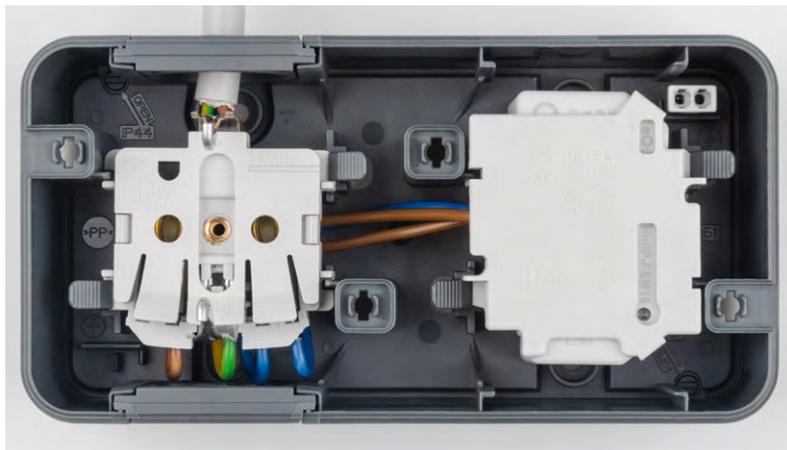


Bild 7: Optimale Anordnung von Kabeleinführung und Steckdoseneinsatz



Bild 8: Die Kabel nach dem Einführen wieder etwas nach außen ziehen

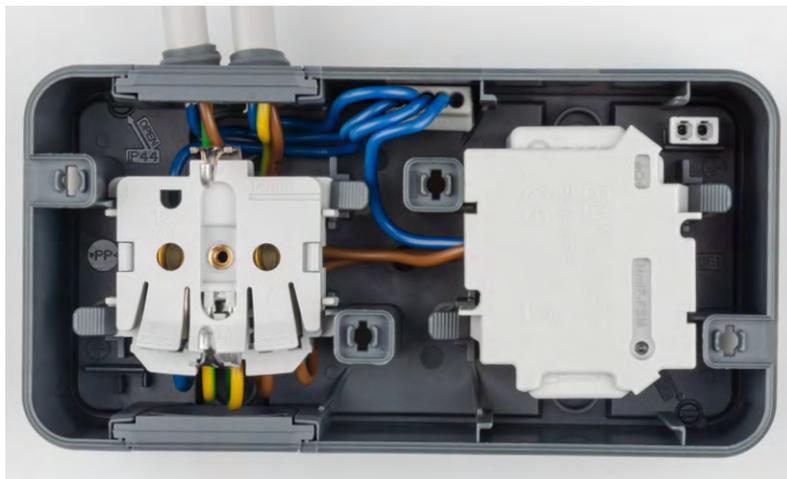


Bild 9: Zusätzliche Verbindungsklemme für die Verteilung des Neutralleiters

Entfernen Sie vorsichtig das 5 mm große mittlere Element der Kabeldurchführung, sodass der verdickte Kranz unbeschädigt stehen bleibt und das eingeführte Kabel anschließend sauber abdichtet.

Die Zuleitung wird auf passender Länge vom äußeren Mantel befreit und von außen durch die Kabeleinführung geführt. Ziehen Sie das Kabel dann wieder ein wenig zurück, sodass die Dichtung nach außen zeigt (Bild 8).

Kürzen Sie nun die einzelnen Adern auf die jeweils benötigte Länge. Entfernen Sie die Aderisolierung jeweils auf eine für die verwendeten Klemmen passende Länge und schließen Sie die Adern gemäß der gewünschten Funktion an.

Für die Verteilung des Neutralleiters kann zusätzlich die Verwendung einer separaten Verbindungsklemme erforderlich sein (Bild 9).

Bild 10 zeigt die nötige Verkabelung für eine schaltbare Steckdose, während Bild 11 eine dauerhaft versorgte Steckdose und einen schaltbaren Leitungsabgang zeigt.

Setzen Sie die Steckdose und den Aktor mit der Halteplatte einfach in die Aufputzdose ein und lassen Sie diese einrasten (Bild 12). Die Führungsstege der Halteplatte müssen dabei um die zugehörigen Schienen der Dose greifen.

Rasten Sie anschließend die beiden Einsätze in den Deckel der Aufputzdose ein. Setzen Sie den Deckel auf das Unterteil auf. Ziehen Sie diese durch Vierteldrehung der vier Verschlusschrauben fest (Bild 13).

Zum Schluss rasten Sie den Abdeckrahmen auf den Blindeinsatz auf (Bild 14).

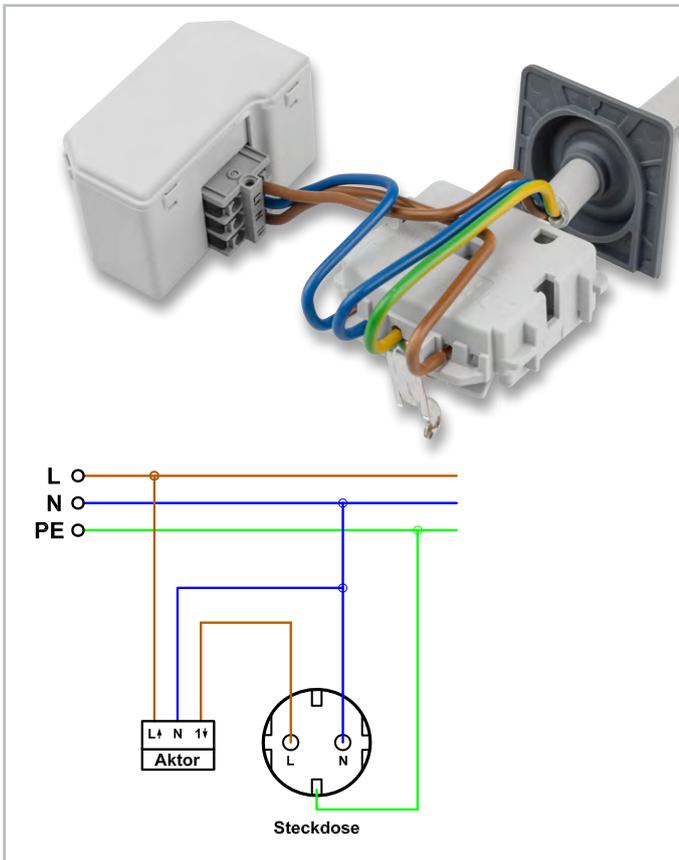


Bild 10: Verkabelung für eine schaltbare Steckdose

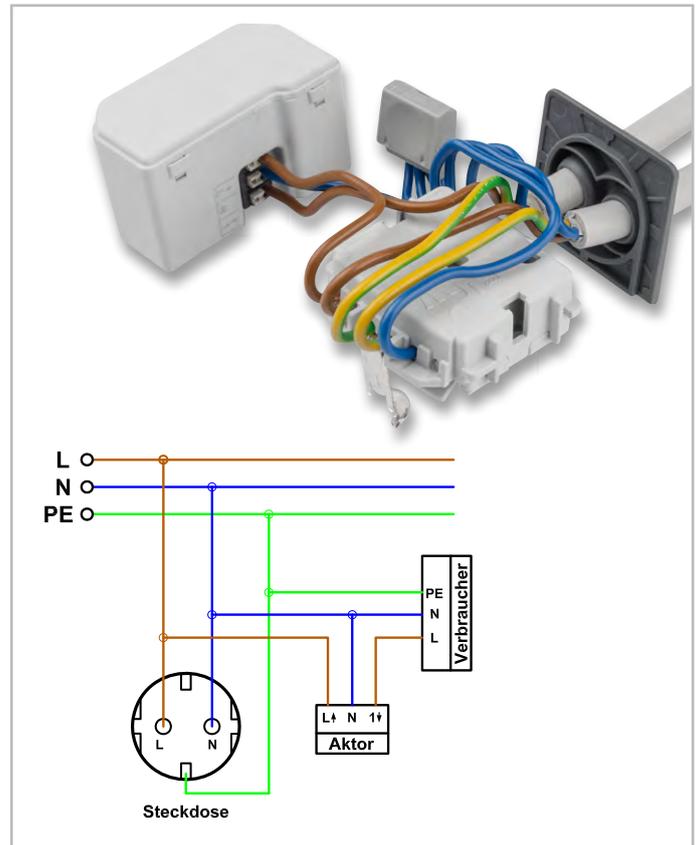


Bild 11: Verkabelung für eine dauerversorgte Steckdose und einen schaltbaren Abgang

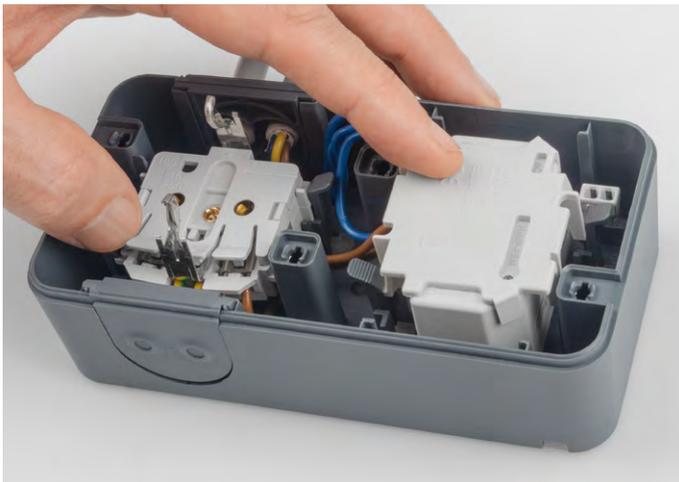


Bild 12: Vorbereitete Einheit in die Aufputzdose einsetzen



Bild 13: Dose mit den vier Spezialschrauben verschließen



Bild 14: Abdeckrahmen einrasten



Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Aktoren

Waschmaschine oder Wäschetrockner messen und schalten

In einem Keller oder Hauswirtschaftsraum bietet es sich an, einen [HmIP-FSM](#) oder [HmIP-FSM16](#) zu verwenden und damit z. B. Waschmaschine oder Wäschetrockner schaltbar zu machen und deren Strombedarf zu erfassen. Über ein Wochenprogramm oder eine Fernbedienung kann die Spannungsversorgung der Geräte dann für ein gewünschtes Zeitfenster eingeschaltet werden. Überwacht man nun noch den Stromverbrauch der Geräte und berücksichtigt dabei auch kurze Pausen für das Einweichen oder Auflockern der Wäsche, kann man Regeln für das Erkennen eines Wasch- oder Trocknungsvorgangs und deren Ende definieren und sich damit z. B. eine Benachrichtigung auf das Smartphone senden lassen. Das Erkennen eines gestarteten Wasch- oder Trocknungsvorgangs kann übrigens auch für die Verlängerung der Einschaltdauer des Aktors genutzt werden, wenn der Waschvorgang z. B. kurz vor Ende des freigegebenen Zeitraums gestartet wurde.

Automatische Außenheizung realisieren

Auf einer Terrasse oder einem Balkon lässt sich mit einem Temperatursensor wie dem [HmIP-STH0](#), einem [Bewegungsmelder](#), einem [Drehgriffkontakt](#) und einem fernschaltbaren [Heizstrahler](#) eine automatische Außenheizung realisieren. Ist eine Mindesttemperatur unterschritten und wird zusätzlich Bewegung bei geöffneter Terrassentür erkannt, schaltet der Aktor automatisch ein. Über eine [Smart Home Zentrale CCU3](#) können Sie hierfür die virtuellen Kanäle des Aktors per AND verknüpfen ([Bild 15](#)) und passend konfigurierte Direktverknüpfungen von den Sensoren zu den drei virtuellen Aktorkanälen anlegen ([Bild 16-19](#)). Direktverknüpfungen bieten gegenüber einem alternativen Zentralenprogramm eine erhöhte Zuverlässigkeit bei gleichzeitig reduziertem Funkverkehr. Die in den Verknüpfungen eingestellten Einschalt Dauern sorgen für zusätzliche Sicherheit für den Fall, dass ein Ausschaltbefehl verloren geht oder ein Sensor nach dem Einschalten eines Aktorkanals ausfällt. [Bild 20](#) zeigt die Statusansicht der an der beschriebenen Lösung beteiligten Komponenten. Statt den Aktor mittels Bewegungsmelder automatisch einzuschalten, kann auch eine Fernbedienung oder ein Wandsender für das Aktivieren des entsprechenden virtuellen Aktorkanals genutzt werden. Bei Schließen der Terrassentür oder Erreichen der konfigurierten Abschalttemperatur schaltet der Aktor aufgrund der Verknüpfungen zu den anderen Sensoren aus.

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware
Heizstrahler	HmIP-FSM16		Homematic IP Schaltaktor mit Leistungsmessung, Unterputzmontage	000BA2698FAA17	HmIP-RF	Version: 1.24.6

Name	Kanal	Parameter
Heizstrahler:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input checked="" type="checkbox"/> ? Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="1"/> (0 - 255) Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="20"/> (0 - 255) <hr/> Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/> ? Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/> ? Wohnort - Längengrad <input type="text" value="7.5"/> (-180.0 - 180.0) Wohnort - Breitengrad <input type="text" value="53.2"/> (-90.0 - 90.0) Automatisches Umstellen von Sommer- auf Winterzeit <input checked="" type="checkbox"/> DST konfigurieren
Heizstrahler:1 Statusmitteilung Schaltausgang	Ch.: 1	Eventverzögerung <input type="text" value="3 Sekunden"/> ? Zufallsanteil <input type="text" value="1 Sekunde"/> ? Geräte-LED deaktivieren <input checked="" type="checkbox"/>
Heizstrahler:2 Schaltaktor	Ch.: 2	Verknüpfungsregel <input type="text" value="OR (ein, wenn mindestens ein Wert ein)"/> Hilfe Aktion bei Spannungszufuhr <input type="text" value="Schaltzustand: Aus"/>
Heizstrahler:3 Schaltaktor	Ch.: 3	Verknüpfungsregel <input type="text" value="AND (ein, wenn beide Werte ein)"/> Hilfe Aktion bei Spannungszufuhr <input type="text" value="Schaltzustand: Aus"/>
Heizstrahler:4 Schaltaktor	Ch.: 4	Verknüpfungsregel <input type="text" value="AND (ein, wenn beide Werte ein)"/> Hilfe Aktion bei Spannungszufuhr <input type="text" value="Schaltzustand: Aus"/>

Bild 15: Die letzten beiden virtuellen Aktorkanäle werden per AND verknüpft, damit der Aktor nur dann einschaltet, wenn alle drei virtuellen Kanäle eingeschaltet wurden.

Sender			Verknüpfung			Empfänger		
Name	Seriennummer	Kanalparameter	Name	Beschreibung	Aktion	Name	Seriennummer	Kanalparameter
Bewegung_Terrasse:1	003222698DCFF3:1	<input type="button" value="Bearbeiten"/>	Bewegung_Terrasse:1 mit Heizstrahler:	Standardverknüpfung Bewegungsmelde	<input type="button" value="Löschen"/>	Heizstrahler:2	000BA2698FAA17:2	<input type="button" value="Bearbeiten"/>

Profileinstellung - Sender

Profileinstellung - Empfänger

Treppenhauslicht

Beim Auslösen des Sensors wird der Schalter für die festgelegte Zeit eingeschaltet.

Art der Verweildauer: minimal

Mindest-Einschaltdauer: 10 Minuten

Einschaltverzögerung: Nicht aktiv

Der Mindestsendeabstand des Sensors ist auf 4 Minuten eingestellt. Das heisst, erkannte Bewegungen werden alle 4 Minuten an den Aktor gemeldet. Die Einschaltdauer des Aktors sollte deshalb immer grösser als 4 Minuten sein, damit das Profil erwartungsgemäß arbeitet. Ausserdem sollte darauf geachtet werden, dass der Kanalparameter 'Innerhalb des Sendeabstandes erkannte Bewegung senden' aktiviert ist.

Wird der Aktor mittels eines anderen Sensors, oder auch einer Fernbedienung, aktiviert, hat deren Einschaltdauer Priorität.

Die Einstellungen des Sensors können von hier aus aufgerufen werden, indem die Taste 'Sender-Kanaleinstellung Bearbeiten' betätigt wird.

Sender-Kanaleinstellungen

Helligkeitsschwelle: 255

Helligkeit in Lux (0 - 100000) eingeben und übernehmen

Aktuelle Helligkeit übernehmen

Helligkeitsschwelle bei eingeschaltetem Licht: 255

Helligkeit in Lux (0 - 100000) eingeben und übernehmen

Aktuelle Helligkeit übernehmen

Bild 16: Die Direktverknüpfung eines Bewegungsmelders wird unabhängig von der Helligkeit auf eine Einschaltdauer von 10 Minuten konfiguriert.

Sender			Verknüpfung			Empfänger		
Name	Seriennummer	Kanalparameter	Name	Beschreibung	Aktion	Name	Seriennummer	Kanalparameter
Terrassentür:1	0007E2698D007D:1	<input type="button" value="Bearbeiten"/>	Terrassentür:1 mit Heizstrahler:3	Standardverknüpfung Fenster-Drehgriff	<input type="button" value="Löschen"/>	Heizstrahler:3	000BA2698FAA17:3	<input type="button" value="Bearbeiten"/>

Profileinstellung - Sender

Profileinstellung - Empfänger

Schalter ein / aus

Beim Öffnen des Schaltkontaktes wird der Schalter ein- und beim Schließen ausgeschaltet. Diese Funktion lässt sich auch umkehren.

Richtung: Offen - ein / Zu - aus

Definition offen: ganz offen

Einschaltverzögerung: Nicht aktiv

Einschaltdauer: 8 Stunden

Ausschaltverzögerung: Nicht aktiv

Ausschaltdauer: dauerhaft

Bild 17: Direktverknüpfung eines Drehgriffkontakts zum Schalten eines Aktorkanals

Sender			Verknüpfung			Empfänger		
Name	Seriennummer	Kanalparameter	Name	Beschreibung	Aktion	Name	Seriennummer	Kanalparameter
STHO_Terrasse:2	000EE0C9A6FEAE:2	<input type="button" value="Bearbeiten"/>	STHO_Terrasse:2 mit Heizstrahler:4	Standardverknüpfung Sender Entscheid	<input type="button" value="Löschen"/>	Heizstrahler:4	000BA2698FAA17:4	<input type="button" value="Bearbeiten"/>

Profileinstellung - Sender

Profileinstellung - Empfänger

Schalter ein / aus

Bei Empfang des gewählten Entscheidungswertes wird der Schalter ein- bzw. ausgeschaltet.

Der Entscheidungswert und der obere/untere Grenzwert sind Kanalparameter des Senders und müssen korrekt konfiguriert sein, damit das Profil funktioniert. Die Einstellung kann von hier aus aufgerufen werden, indem die Taste 'Sender-Kanaleinstellung bearbeiten' betätigt wird.

Sender-Kanaleinstellungen

Entscheidungswert: Oberer Grenzwert überschritten - aus / Unterer Grenzwert unterschritten - ein

Einschaltverzögerung: Nicht aktiv

Einschaltdauer: dauerhaft

Ausschaltverzögerung: Nicht aktiv

Ausschaltdauer: dauerhaft

Bild 18: Direktverknüpfung eines Temperatursensors zum Schalten eines Aktorkanals

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware	
STHO_Terrasse	HmIP-STHO		Homematic IP Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor außen	000EE0C9A6FEAE	HmIP-RF	Version: 1.0.6	
Kanalparameter							
Name	Kanal	Parameter					
STHO_Terrasse:2 Entscheidungswert Temperatur	Ch.: 2	Bei Unterschreitung des unteren Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde.	<input checked="" type="checkbox"/>	?			
		Es existiert eine Verknüpfung mit diesem Kanal. Damit diese korrekt ausgeführt werden kann, muss der obige Parameter aktiviert werden.					
		Entscheidungswert zyklisch senden	<input type="checkbox"/>				
		Bei Überschreitung des oberen Grenzwertes Entscheidungswert senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde.	<input checked="" type="checkbox"/>	?			
		Es existiert eine Verknüpfung mit diesem Kanal. Damit diese korrekt ausgeführt werden kann, muss der obige Parameter aktiviert werden.					
		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="14"/>	°C (-20.0 - 80.0)					
Oberer Grenzwert	<input type="text" value="18"/>	°C (-20.0 - 80.0)					
Eventverzögerung	<input type="text" value="3"/>	Sekunden	?				
Zufallsanteil	<input type="text" value="1"/>	Sekunde	?				

Bild 19: Über die Kanaleinstellungen des Senders werden Ein- und Abschalttemperatur festgelegt und das Senden der beiden Schaltbefehle durch Häkchen aktiviert.

Name	Gewerk	Letzte Änderung	Control	
Filter	Filter			
Bewegung_Terrasse:1 Bewegungsmelder		24.02.2025 10:30:49	Helligkeit: 179	
			Bewegungserkennung aktiv	Bewegungserkennung ausschalten
			Bewegung erkannt	Reset Status
Heizstrahler:1 Statusmitteilung Schaltausgang		24.02.2025 10:30:49	Schaltzustand: Ein	
Heizstrahler:2 Schaltaktor		24.02.2025 10:30:49	Aus	Ein
Heizstrahler:3 Schaltaktor		24.02.2025 10:15:59	Aus	Ein
Wochenprogramm			Auto-Modus	Manu-Modus
			Modus einstellen!	
STHO_Terrasse:1		24.02.2025 10:35:34	Temperatur: 6.5 °C	Luftfeuchtigkeit: 83 %
Terrassentür:1 Fenster-/ Drehgriffkontakt		24.02.2025 10:15:56	 Offen	 Kippstellung
			 Verriegelt	

Bild 20: Statusansicht der an der automatisierten Terrassenheizung beteiligten Komponenten

Gartenpumpe oder Hauswasserwerk schalten und Trockenlauf verhindern

In einer Blockhütte oder Garage lässt sich die Aufputzdosen-Aktor-Kombination zum Schalten einer Gartenpumpe oder eines Hauswasserwerks auch z. B. mit einem [Homematic IP Access Point](#) oder einer [Home Control Unit](#) verwenden.

Der Aktor ist im Aufputzgehäuse vor Feuchtigkeit und Spritzwasser geschützt. Zudem kann er bei Verwendung eines Messaktors aus den Verbrauchswerten Informationen zu möglichen Problemen wie z. B. einem Trockenlauf liefern und über entsprechend smarte Regeln diese an das Smartphone weiterleiten und die Pumpe vorsorglich abschalten (Bild 21).

Fazit

Die neue ELV Smart Home Außensteckdose ermöglicht unter Verwendung unterschiedlicher Unterputz-Aktoren sehr vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Außen- aber auch im Innenbereich. Insbesondere, wenn es sich um Aufputzinstallationen handelt und dazu ein entsprechender Schutz gegen Feuchtigkeit benötigt wird, kann mit der von ELV zusammengestellten Kombination aus Außensteckdose, Halteplatte sowie individuellem Aktor eine einfach zu installierende, professionelle sowie normgerechte Lösung geschaffen werden.

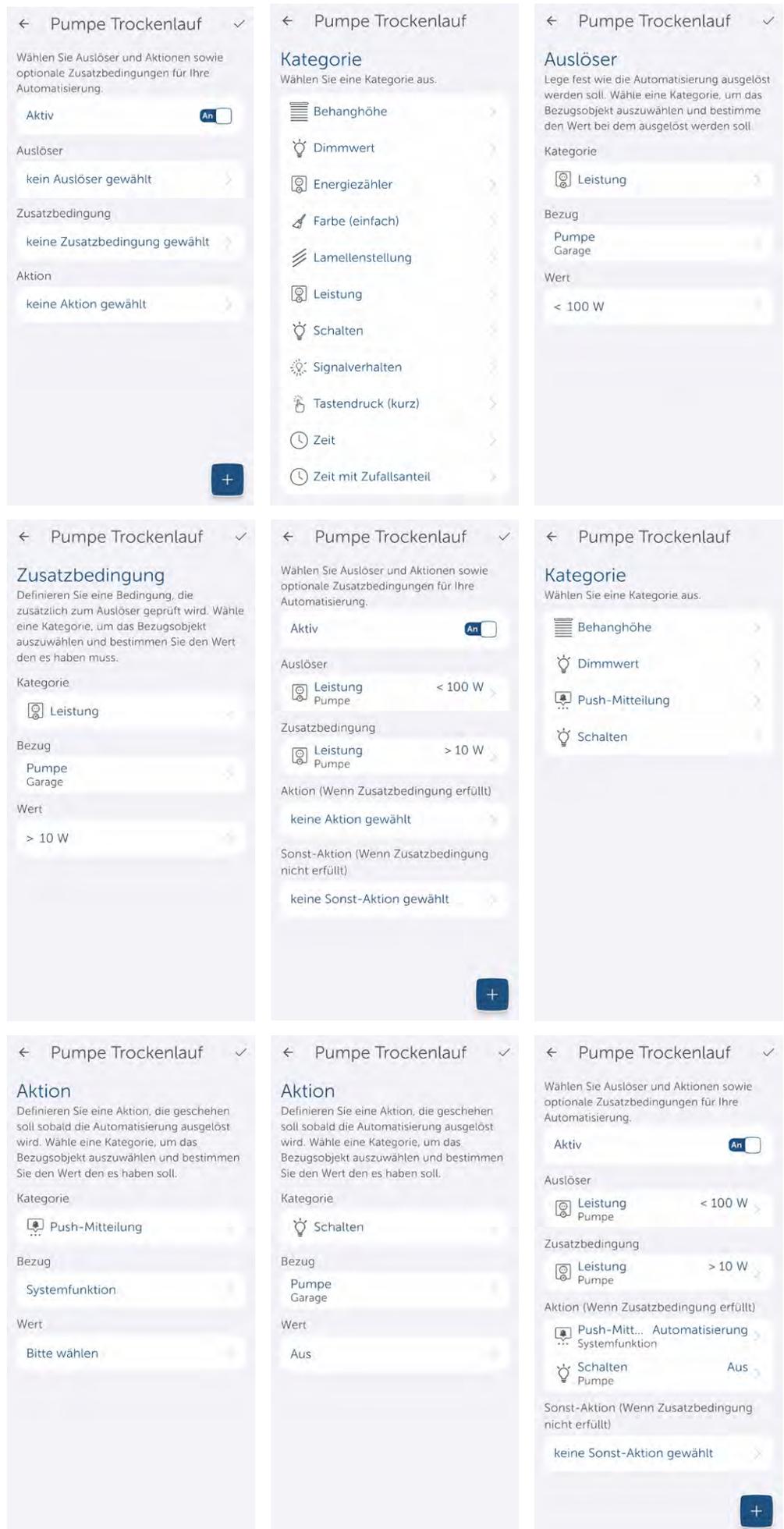


Bild 21: Automatisierung zur Überwachung und Abschaltung einer Pumpe bei Trockenlauf

ELV Smart Home Außensteckdose - erhältlich in 3 Set-Varianten:

Set 1: ELV Smart Home Set Außensteckdose, ohne Aktor

Set mit Außensteckdosen-Kombination und ELV Halteplatte ELV-MPA

ELV-MPA im Detail:

- Fachgerechte, schraubenlose Montage von Homematic IP Unterputzaktoren in der Aufputzdosenkombination
- Kompatibel mit den Unterputzaktoren HmIP-FSI16, HmIP-FSM, HmIP-FSM16 und HmIP-FDT
- Leichtes Lösen des montierten Aktors über einfach zu betätigende Rasthaken



34,95 €

Artikel-Nr. 254494

Zum Produkt

Set 2: ELV Smart Home Set Außensteckdose Schalten/Messen, 5 A

Set mit Außensteckdosen-Kombination, ELV Halteplatte ELV-MPA und ARR-Bausatz Homematic IP Schalt-Mess-Aktor HmIP-FSM

HmIP-FSM im Detail:

- Schaltleistung 5 A/1150 W
- Sehr geringer Eigenverbrauch, nur 0,2 W
- Messung von Spannung, Strom, Leistung und Netzfrequenz
- Interne, ausfallsichere Speicherung eines Wochen-Schaltprogramms

Mehr Informationen zu HmIP-FSM finden Sie [hier](#)

Sie sparen 4,95 € im Set



69,95 €

Artikel-Nr. 254495

Zum Produkt

Set 3: ELV Smart Home Set Außensteckdose Schalten/Tastereingang, 16 A

Set mit Außensteckdosen-Kombination, ELV Halteplatte ELV-MPA und Bausatz Homematic IP Schaltaktor mit Tastereingang (16 A) HmIP-FSI16

HmIP-FSI16 im Detail:

- Schaltleistung 16 A/3680 W
- Eingang für klassische 230-V-Schalter und Taster
- Interne, ausfallsichere Speicherung eines Wochen-Schaltprogramms
- Sehr geringer Eigenverbrauch: nur 0,25 W

Mehr Informationen zu HmIP-FSI16 finden Sie [hier](#)

Sie sparen 9,95 € im Set



84,95 €

Artikel-Nr. 254496

Zum Produkt

Per Ultraschall Distanzen bis zu 6,5 Metern messen
und in der CCU3 auswerten

Vorrat sichern!

Speicher leer, es geht nichts mehr! Die Lösung? Drei kleine Teile mit großer Wirkung: Mit der Kombination aus der ELV-SH-Base, dem ELV-AM-INT1 und dem Sensor DUS1 messen Sie ab jetzt schnell und einfach Füllhöhen von Regenwasserspeichern oder Vorratsbehältern für z. B. Holzpellets. Warnungen und Automatisierungen machen Ihr Leben leichter.

powered by
homematic IP



Einleitung

Ist der Vorratsbehälter für Holzpellets noch ausreichend gefüllt? Reicht das Regenwasser im Speicher noch für die Gartenbewässerung? Diese und andere Fragen, die zuverlässige Abstandsmessungen benötigten, lassen sich nun über den robusten Ultraschall-Distanzsensor DUS1 beantworten. In Verbindung mit dem ELV Applikationsmodul Interface ELV-AM-INT1 an der Smart Home Sensor-Base ELV-SH-BM-S eröffnen sich weitere Lösungen für Aufgaben zur Automatisierung und Überwachung über eine Smart Home Zentrale CCU3.

Durch den großen Erfassungsbereich des Ultraschallsensors lassen sich Füllhöhen von Regenwasserspeichern oder Vorratsbehältern für Holzpellets einfach erfassen. Lassen Sie sich rechtzeitig vor der vollständigen Entleerung eine Warnmeldung im Smart Home generieren, um Ihre Speicher rechtzeitig aufzufüllen oder schalten Sie die Bewässerung über eine passende Automatisierung rechtzeitig ab.

Über das Interface ELV-AM-INT1 mit dessen Einrichtung und die Messung der Bodenfeuchte mit dem Sensor SoMo1 in Kombination mit der Sensor-Base wurde bereits in einem [Beitrag](#) im ELVjournal 4/2024 ausführlich berichtet. Mit der aktuellen Firmware für den Coprozessor der Smart Home Sensor Base ELV-SH-BM-S kann das Interface ELV-AM-INT1 ab jetzt auch für den Anschluss des Ultraschall-Distanzensors DUS1 genutzt werden. Der DUS1 wurde ebenfalls bereits in einem [Beitrag](#) im ELVjournal vorgestellt und dabei sein Einsatz in Kombination mit dem LoRaWAN®-Interface ELV-LW-INT1 gezeigt.

Aufbau und Konfiguration eines Modulstapels

Für einen im Homematic IP System einsatzfähigen Ultraschall-Distanzsensor kombinieren Sie mehrere zueinander passende Komponenten des ELV-Modulsystems. Neben dem Sensor DUS1 werden ein Interface ELV-AM-INT1 und die Smart Home Sensor-Base ELV-SH-BM-S benötigt.

Um die Elektronikeinheit später gegen äußere Einflüsse zu schützen, verwenden Sie entweder ein Modulgehäuse oder ein Abox-Verteilergehäuse. Die Modulgehäuse sind erhältlich in komplett grau



Bild 1: Die beiden Modulgehäuse des ELV-Modulsystems

([MH0101a](#)) oder mit transparentem Deckel ([MH0101b](#)) ([Bild 1](#)). Die witterungsbeständigen Verteilergehäuse stehen in den Varianten [Abox-i 040-L](#) und [Abox 040-L](#) zur Verfügung ([Bild 2](#)). Zusätzlich ist ein passendes Powermodul nötig: Für die Modulgehäuse das [ELV-PM-LR03](#) und für die Abox-Verteilergehäuse das [ELV-EM-AP2](#).

Firmware der Sensor-Base ELV-SH-BM-S aktualisieren Wie stelle ich eine Verbindung her?

Aktualisieren Sie zunächst die Firmware der Sensor-Base. Beachten Sie dabei, dass die Firmware zur Kombination mit dem Interface und dem Sensor passen muss. Im [Fachbeitrag zum ELV Flasher-Tool](#) finden Sie die nötigen Handlungsschritte für die jeweiligen Basismodule. Im Downloadbereich der jeweiligen Sensor-Base finden Sie die Firmware für die jeweilige Kombination aus Base und Sensor.

Installieren Sie für Modulstapel mit dem DUS1 zusätzlich das [Firmware-Paket](#) (unter Downloads bei der Produktbeschreibung der ELV Smart Home Sensor-Base) oder eine neuere Version der allgemeinen Copro-Version, die den DUS1 unterstützt.

Smart Home Sensor-Base konfigurieren

Nehmen Sie anschließend an der Smart Home Sensor-Base die Auswahl und Zuordnung der Sensordaten zu den Messwertkanälen vor. Hilfestellungen zur Konfiguration per HTerm finden Sie bei der [Produktbeschreibung](#) der ELV Smart Home Sensor-Base (unter Downloads) sowie dem [Fachbeitrag](#).

Um die beiden Messwerte M1 Distanz (mm) und M2 Level (%) des Applikationsmoduls A8 (ELV-AM-INT1-DUS1) den Kanälen 9 und 10 (C9 und C10) zuzuordnen, sind gemäß den Tabellenblättern „USB-Befehle“ und „Kanalzuordnung“ die beiden Befehle `<C9A8M1>` und `<C10A8M2>` zu senden ([Bild 3](#)). Um den Sensor und sein Messverhalten an den Einsatzzweck anzupassen, können acht Konfigurationsparameter individuell eingestellt werden. Die Funktion dieser im Tabellenblatt „Konfigurationsparameter“ definierten Parameter und ihre Auswirkungen auf den Betrieb des Sensors werden im Folgenden näher erläutert.

Der Sensor liefert bei seinen Messungen eine Distanz zur Sensorfläche in Millimeter. Der Coprozessor der Smart Home Sensor-Base berechnet nun aus den beiden Referenzwerten für 0 % und 100 % den auf Kanal 10 übertragenen Level in Prozent, der gut für die Füllmengenbewertung eines Regenwasserbehälters verwendet werden kann.



Bild 2: Verteilergehäuse Abox-i 040-L und Abox 040-L

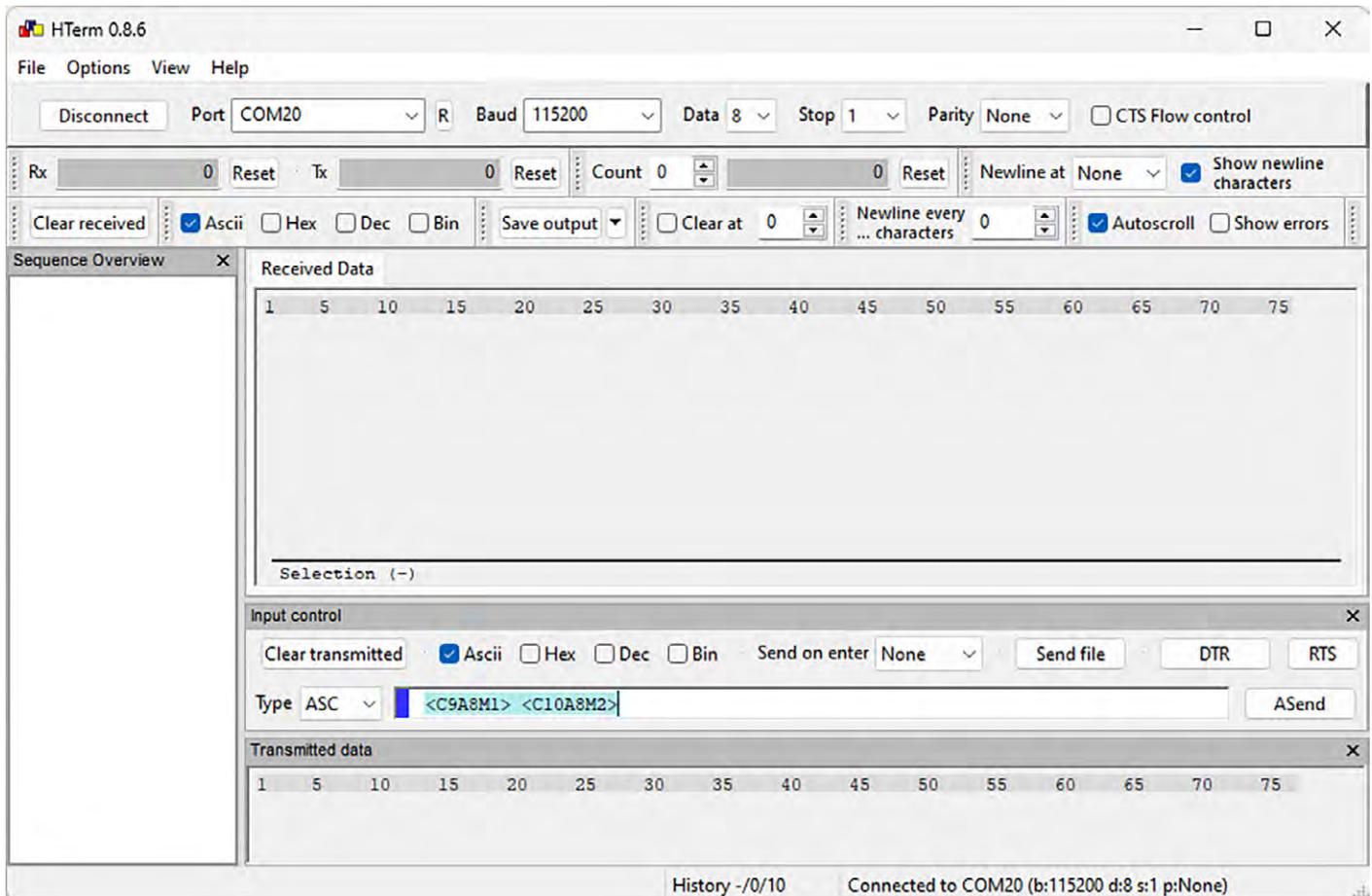


Bild 3: Konfiguration der Smart Home Sensor-Base per HTerm

Parameter 1 gibt dabei die Distanz der Sensorfläche zum Behälterboden bzw. niedrigsten gewünschten Füllstand und **Parameter 2** die Entfernung zum maximal gefüllten Behälter an. Misst der Sensor nun eine Distanz innerhalb der beiden Referenzwerte, wird als Level der Füllstand im Bereich von 0 bis 100 Prozent übertragen. Bei Verlassen des definierten Bereichs wird der zugehörige Endwert von 0 oder 100 % übertragen. Die Durchführung der Distanzmessung kann auf unterschiedliche Weise zyklisch erfolgen, wobei dies auch Auswirkung auf die Aktualität der übertragenen Messwerte hat.

Mit **Parameter 3** definieren Sie ein festes, sendeunabhängiges Zeitraster im Bereich von 5 bis 3600 Sekunden, in dem der Coprozessor der Base Messungen durchführt und dabei gemäß Parameter 4 und Parameter 5 Mehrfachmessungen mit spezieller Mittelwertbildung anwendet. Damit lassen sich z. B. leichte Wellenbewegungen einer überwachten Wasseroberfläche gut ausfiltern.

Das Ergebnis dieser Sensor-zyklischen Messung wird zudem für die Überwachung der mit den Parametern 6 bis 8 definierten Delta- und Threshold-Werte verwendet, was bei Erreichen der festgelegten Grenzen zur Aussendung einer außerzyklischen Statusmitteilung führt. Für die Aussendung von für Homematic IP typischen zyklischen Statusmeldungen wird bei aktiver Sensor-zyklischen Messung dann der zuletzt ermittelte Messwert übertragen, der je nach Messzyklus-Einstellung schon einige Minuten alt sein kann.

Wenn Sie hingegen über Parameter 3 mit dem Wert 0 das zyklische Messintervall für Messungen mit Filter deaktivieren, wird lediglich zum Zeitpunkt der Aussendung einer HmIP-zyklischen Statusmeldung eine einzige Distanzmessung ohne Filterfunktion durchgeführt und auf die Anwendung der mit den Parametern 6 bis 8 definierten Delta- und Threshold-Werte verzichtet.

Um die mittlere Stromaufnahme zu minimieren und damit die Batterielaufzeit zu verlängern, stellen Sie sowohl das Sendeintervall für die Homematic IP Statusmeldungen als auch das Sensor-Messintervall möglichst groß ein und beschränken Sie den Filter auf möglichst wenige Einzelmesswerte.

Mit **Parameter 4** definieren Sie die für die Filterfunktion verwendete Anzahl an Einzelmessungen, die im Raster von 100 ms vom Sensor durchgeführt werden. Der zulässige Einstellbereich liegt bei 1 bis 10 Messwerten.

Mit **Parameter 5** wählen Sie nun noch mit den Werten 0 bis 3 die Art der Filterung aus. Ist der Parameter auf 0 eingestellt, wird über die mit Parameter 4 festgelegte Anzahl an Messwerten der Mittelwert gebildet. Steht der Parameter auf 1, werden bei der Mittelwertbildung der niedrigste und der höchste Messwert ausgeschlossen, um den Einfluss einzelner Ausreißer zu minimieren. Wenn Sie die Filterfunktion auf 2 einstellen, liefert diese den kleinsten Messwert der Messreihe und bei Einstellung auf 3 den größten Messwert der Messreihe zurück.

Die Parameter 6 bis 8 ermöglichen eine sofortige Reaktion bei Erreichen der so definierten Schwellen, wenn der zugehörige Parameter nicht auf den Wert 0 eingestellt ist.

Parameter 6 definiert dabei eine Mindeständerung gegenüber dem zuletzt übertragenen Messwert (1 bis 6500 mm), während **Parameter 7 und Parameter 8** (250 bis 6500 mm zusätzlich zur 0) das Über- oder Unterschreiten von zwei absoluten Distanzen zur Sensoroberfläche als Auslöser für eine Aussendung definieren. Die Überwachung dieser

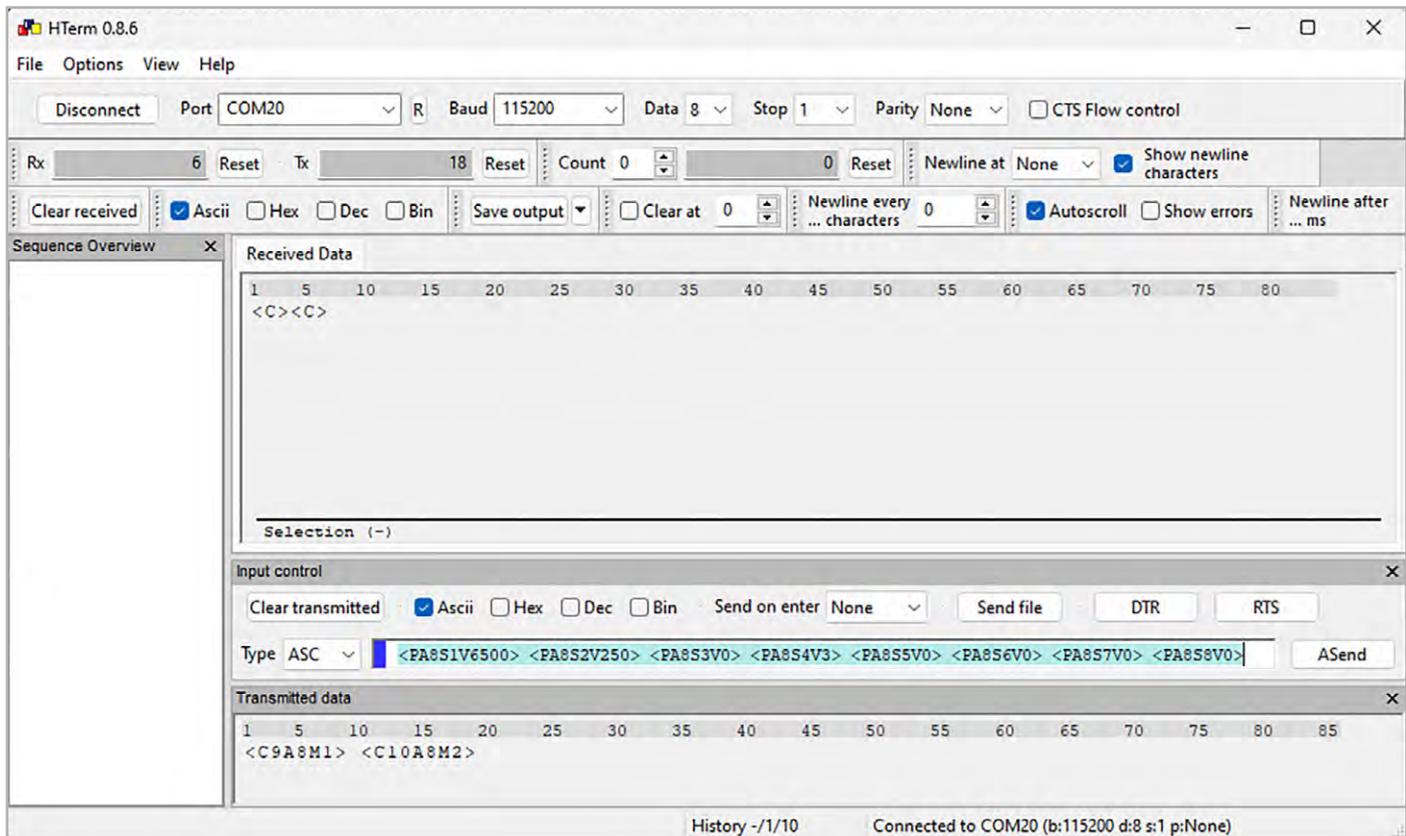


Bild 4: Default-Konfigurationswerte wiederherstellen

Schwellen erfolgt aber nur bei Sensor-zyklischen Messungen gemäß Parameter 3 und nicht bei anderweitig ausgelösten Statusmeldungen.

Für das erneute Einstellen der Standardwerte – z. B. nach einer Fehlkonfiguration – der acht Sensor-Konfigurationsparameter

- „Referenzwert für 0% Level“ auf 6500
- „Referenzwert für 100% Level“ auf 250
- „Intervall für zykl. Messung mit Filter“ auf 0
- „Filtergröße“ auf 3
- „Filterfunktion“ auf 0
- „Send-on-Delta“ auf 0
- „Send on Threshold 1“ auf 0
- „Send on Threshold 2“ auf 0

sind die Befehle `<PA8S1V6500>`, `<PA8S2V250>`, `<PA8S3V0>`, `<PA8S4V3>`, `<PA8S5V0>`, `<PA8S6V0>`, `<PA8S7V0>` und `<PA8S8V0>` erforderlich (Bild 4).

Die nachfolgenden Konfigurationsbeispiele zeigen einige praxisnahe Anpassungen der Parameter.

Die Befehle `<PA8S1V1500>` und `<PA8S2V300>` setzen die Referenzwerte für 0 % auf 1,5 Meter (1500 mm) und für 100 % auf 0,3 Meter (300 mm).

Der Befehl `<PA8S3V1800>` aktiviert ein zyklisches Messintervall von 30 Minuten (1800 Sekunden).

Die Befehle `<PA8S4V5>` und `<PA8S5V2>` konfigurieren die Filterfunktion auf eine Filtergröße von 5 Messungen und die Ermittlung der darin enthaltenen kleinsten Distanz (2).

Der Befehl `<PA8S7V1200>` aktiviert ein außerzyklisches Senden der Messwerte, wenn die Distanz von 1200 mm über- oder unterschritten wird.

Der Befehl `<PA8S8V400>` aktiviert zusätzlich ein außerzyklisches Senden der Messwerte, wenn die Distanz von 400 mm über- oder unterschritten wird.

Zusammenbau und Einstellen der Jumper

Nun beginnen wir mit dem Zusammenbau und stellen alle Jumper auf der Schnittstelle für die Verwendung mit dem Ultraschall-Distanzsensor DUS1 ein. Der Sensor verwendet eine UART-Schnittstelle und arbeitet mit einer Betriebsspannung von 3,3 V und 5 V. Die Jumper auf der Platinenunterseite bleiben alle geschlossen. Schließen Sie auf der Platinoberseite den Jumper J10 sowie die Jumper J3 und J4 in den Positionen TX und RX. Für eine geringe Stromaufnahme des Sensors bei leicht reduzierter Messreichweite: Wählen Sie über den Jumper J11 +3,3V aus – Jumper J7 bleibt dabei offen (Bild 5 links). Wenn Sie den maximalen Messbereich benötigen: Schließen Sie Jumper J7 und wählen Sie über Jumper J11 +5V aus (Bild 5 rechts).

Im nächsten Schritt bereiten wir das Sensorkabel für die Montage vor. Trennen Sie mit einem Seitenschneider den vorhandenen Steckverbinder ab. Isolieren Sie das Kabelende ab wie in Bild 6 gezeigt. Um die Montage zu erleichtern, verzinnen Sie die offenen Litzen. Für den Sensor steht ein Haltewinkel als 3D-Druck-Datei zur Verfügung. Falls Sie diesen einsetzen, montieren Sie den Sensor nun an Ihrem gedruckten Haltewinkel (Bild 7). Im nächsten Schritt erfolgt abhängig vom gewählten Gehäuse der Einbau der Elektronik.

Sensor in einem Modulgehäuse montieren

Überprüfen Sie, ob an der Gehäuseunterschale in den Vertiefungen für die Stiftleisten Löcher für den Abfluss von Kondenswasser vorhanden sind (Bild 8). Sind die Löcher verschlossen, öffnen Sie diese mit einem kleinen Bohrer (1 bis 2 mm). Durchbohren Sie zudem die angestanzten Durchführungen des Sensorkabels an der Unterschale und am Wandhalter. Zwischen den ge-

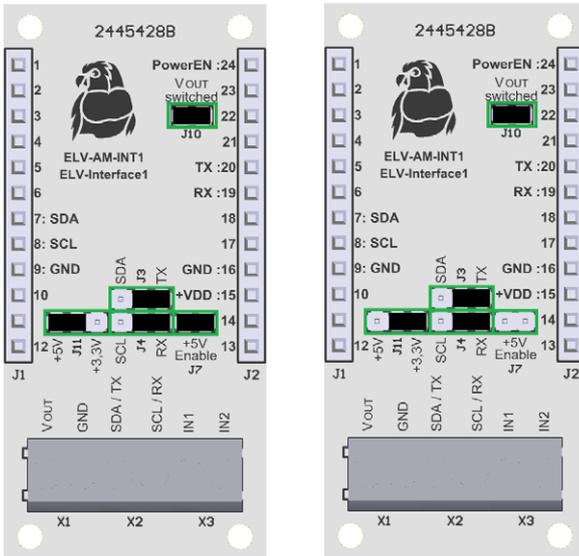


Bild 5: Einstellung der Jumper (grün markiert) für den Einsatz mit dem DUS1; links für den Betrieb mit 3,3 V, rechts für den Betrieb mit 5 V

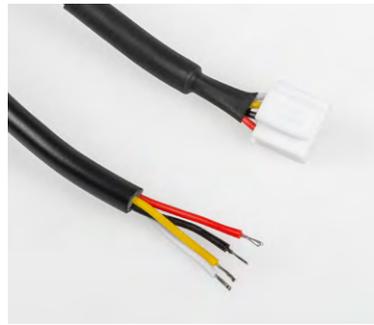


Bild 6: Sensorkabel vorbereiten



Bild 7: Sensor mit 3D-gedrucktem Haltewinkel



Bild 8: Entwässerungsöffnungen (blau) und Kabeldurchführungen (rot)

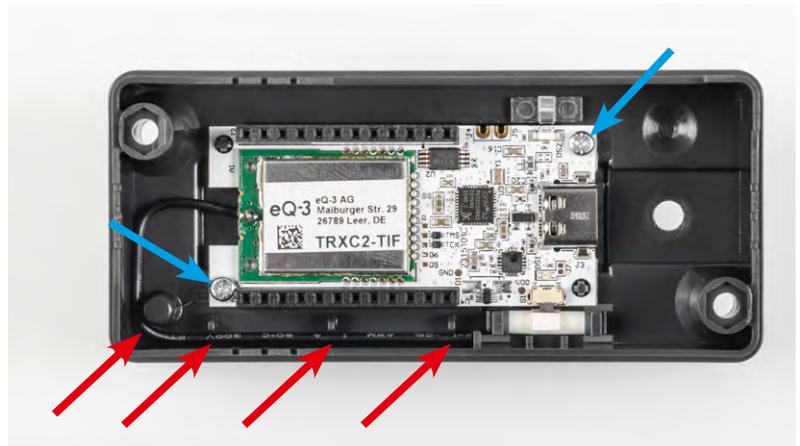


Bild 9: Montierte Base mit fixierter Antenne

wählten Öffnungen sollte möglichst ein kleiner Versatz vorhanden sein, um eine Zugentlastung zu erreichen (Bild 8).

Befestigen Sie die Sensor-Base nun mit zwei Schrauben in der Gehäuseunterschale. Fixieren Sie die Antenne des Funkmoduls an den vorhandenen Klemmpunkten (Bild 9). Legen Sie am Spannungsversorgungsmodul eine Batterie ein und stecken Sie diese im ausgeschalteten Zustand auf die bereits montierte Base auf. Setzen Sie das Interface auf diesen Stapel auf. Führen Sie das Sensorkabel von unten durch die Wandhalterung in das Gehäuseunterteil ein (Bild 10).



Bild 10: Modulstapel mit ins Gehäuse geführtem Sensorkabel

Sensor in einer Abox montieren

Bereiten Sie die Durchführung des Sensorkabels vor, indem Sie mit einem spitzen Gegenstand ein kleines Loch in die Membran stechen oder verwenden Sie eine professionellere Kabelverschraubung. Alternativ kann der Sensor mit etwas Geschick auch direkt in der Verteilerdose montiert werden (Bild 11). Entfernen Sie die beiden Gummiabdichtungen am Gehäuseboden (Bild 12) und legen Sie diese für die spätere Abdeckung der beiden Montagepunkte nach Verschraubung beiseite. Wenn Sie die Abox 040-L (3 Öffnungen unten) verwenden, befestigen Sie das Gehäuse bereits jetzt am Montageort, da die Schraubpunkte später von der Elektronik verdeckt werden. Befestigen Sie nun die Spannungsversorgungsplatine ELV-EM-AP2 mit zwei Schrauben am Gehäuseboden (Bild 13). Stecken Sie die Sensor-Base und das Interface auf die Buchsenleisten auf. Verlegen Sie die Antenne des Funkmoduls in den beiden Antennenhaltern und sichern Sie diese mit etwas Sekunden- oder Heißkleber (Bild 14).



Bild 11: Sensorbefestigung direkt in der Verteilerdose



Bild 12: Gummiabdichtungen bei der Abox-i 040-L entfernen

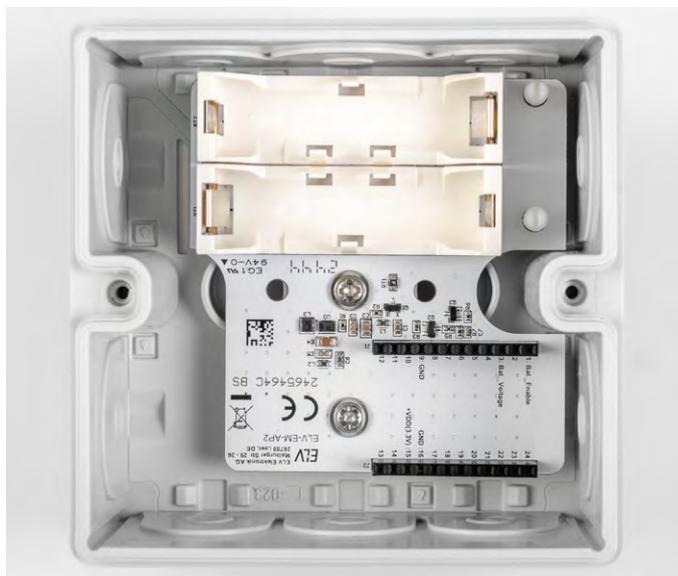


Bild 13: Platine des ELV-EM-AP2 festschrauben



Bild 14: Fertiger Modulstapel mit fixierter Antenne

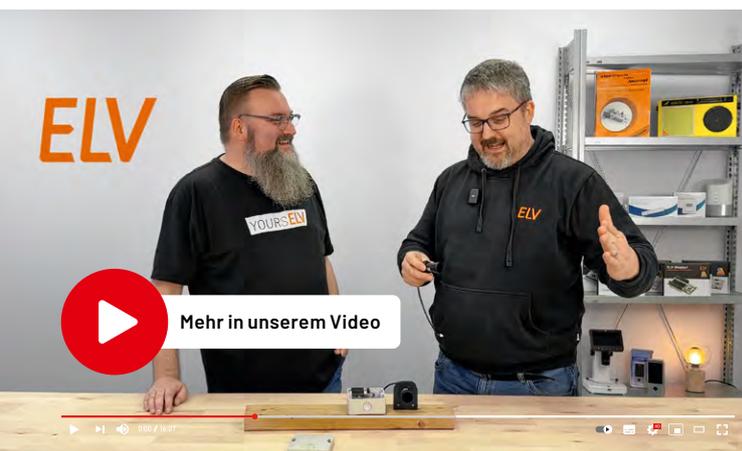


Bild 15: Anschluss des Sensorkabels an die Schraubklemmen des Interface



Sensorkabel anschließen und Inbetriebnahme mit der CCU3

Schließen Sie das Sensorkabel an den Schraubklemmen des Interface an (Bild 15). Beachten Sie dabei die Zuordnung in Tabelle 1.

Um eine Spannungsversorgung herzustellen, legen Sie beim ELV-EM-AP2 die Batterien ein bzw. aktivieren Sie das ELV-PM-LR03 über den Schiebescalter. Lernen Sie dann die betriebsbereite Sensoreinheit an eine Smart Home Zentrale CCU3 an.

Wählen Sie die Maßeinheiten und Dezimalstellen der Messwertkanäle passend zu den übertragenen Sensorwerten in den Kanaleinstellungen der Geräte-

einstellungen aus (Bild 16). Eine Anleitung dazu finden Sie bei der Produktbeschreibung der Smart Home Sensor-Base (Bedienungsanleitung unter Downloads).

Zur Reduzierung der Stromaufnahme durch zyklische Statusmeldungen kann deren Sendehäufigkeit über die Parameter von Kanal 0 verringert oder bei gewünschter schnellerer Aktualisierung auch entsprechend erhöht werden. Bild 17 zeigt diese Parameter mit ihren Standardwerten.

Zuordnung der Sensorleitungen zu den Klemmen am Interface		
Signalname	Kabelfarbe	Klemme Interface
Sensor	Sensor	
VCC	Rot	VOUT
GND	Schwarz	GND
RX	Gelb	SDA/TX
TX	Weiß	SCL/RX

Tabelle 1

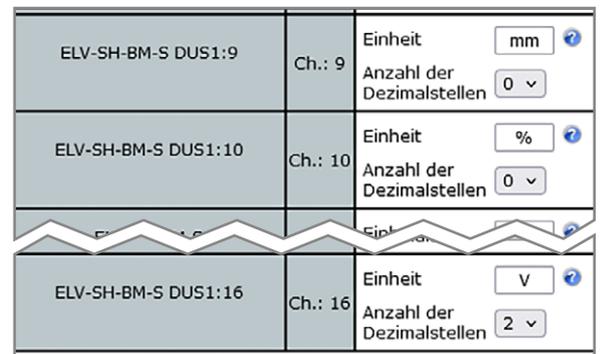


Bild 16: Einheiten und Dezimalstellen einstellen

Name	Kanal	Parameter
ELV-SH-BM-S DUS1:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input checked="" type="checkbox"/>
		Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="1"/> (0 - 255)
		Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="20"/> (0 - 255)
		Low-Bat.-Schwelle <input type="text" value="2.4"/> V (0.0 - 25.2)
		Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/>
		Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/>
		Kanal 1 über CoPro aktiv <input type="checkbox"/>
		Kanal 2 über CoPro aktiv <input type="checkbox"/>
		Kanal 3 über CoPro aktiv <input type="checkbox"/>
		Kanal 4 über CoPro aktiv <input type="checkbox"/>

Bild 17: Konfigurationsparameter von Kanal 0 der Sensor-Base

Drücken Sie kurz auf die Systemtaste der Sensor-Base, um die Konfiguration und Werte zu übertragen. In der Statusansicht des WebUI erscheinen nun

die Messwerte der konfigurierten Kanäle in aufbereiteter Form (Bild 18).

Name	Bild				
Filter		ELV-SH-BM-S 0039E0800061F8:8			Der Kanal hat hier keine Funktion
ELV-SH-BM-S DUS1		Taster			
		ELV-SH-BM-S DUS1:9	08.10.2024 11:49:57		Messwert: 1853 mm
Fenster Bad		ELV-SH-BM-S DUS1:10	08.10.2024 11:49:57		Messwert: 74 %
					
HmIP-RCV-50 HmIP-RCV-1		ELV-SH-BM-S DUS1:16	08.10.2024 11:45:01		Messwert: 1.55 V

Bild 18: Ansicht der Statusdaten im WebUI

Einsatzbeispiel Füllstandsüberwachung

Der Distanzsensor kann für unterschiedlichste Anwendungen genutzt werden, bei denen es um die Bestimmung bzw. Messung von Abständen geht. So kann z. B. angebracht an einem Carport eine Überwachung des Pkw-Stellplatzes rein über eine Distanzmessung erfolgen. Auch im Bereich der Landwirtschaft spielt der DUS1 seine Vorteile aus, wenn es um die Messung von Wasserpegeln in Wassergräben oder auch Tiertränken geht.

Auf ein Beispiel soll nachfolgend in diesem Artikel etwas genauer eingegangen werden – die Zisternenüberwachung. In vielen privaten Gärten befinden

sich bereits sogenannte, unterirdisch verbaute, Zisternen. Hierbei handelt es sich im Prinzip um einen im Erdreich eingelassenen, geschlossenen Sammelbehälter, der für das Auffangen von Regenwasser zuständig ist. Das Regenwasser wird dafür von den Dachflächen des Hauses durch eine Filterung in das Sammelbecken der Zisterne geleitet, in welcher durchaus mehr als 10000 Liter Wasser gesammelt werden können.

Sollte die Zisterne bei Starkregen oder lang anhaltender Regenzeit volllaufen, hilft ein entsprechend angebrachter Überlauf in die Kanalisation (siehe Bild 19).



Bild 19: Modell einer im Erdreich eingelassenen Zisterne mit Überlaufrohr in die Kanalisation

Da das somit gewonnene Regenwasser kostenfrei weiterverwendet werden kann, ist insbesondere der Einsatz mit einer automatischen Bewässerung des Gartens ein beliebter Anwendungsfall. Um eine möglichst kostengünstige, künstliche Bewässerung des Gartens sicherzustellen, ist es sinnvoll, vor Bewässerungsbeginn eine Statusabfrage zum Füllstand der Zisterne durchzuführen oder aber auch bei laufender Bewässerung diese abubrechen, sobald ein gewisser Wasser-Mindeststand erreicht wurde.

In Bild 20 erkennt man den oberen Wartungszugang zu einer bereits mit Regenwasser gefüllten Zisterne sowie das entsprechende Überlaufrohr zur Kanalisation.

Zum Messen des Wasserpegels wurde per Spelsberg Abox ein Distanzsensor etwas oberhalb der maximalen Füllstandshöhe der Zisterne angebracht. Hierfür wurde mithilfe eines Flacheisens eine optimale Positionierung gewählt, ggf. sind mehrere unterschiedliche Positionen auszuprobieren. Insbesondere ist zudem darauf zu achten, dass keine Objekte in den Erfassungsbereich des Distanzensors hineinragen.

Durch diese Vorrichtung zur Zisternenüberwachung kann nun z. B. ein Programm entwickelt werden, das die automatische Gartenbewässerung abschaltet, sobald der Füllstand unter 10 Prozent fällt (Bild 21). Um hingegen zu verhindern, dass die Bewässerung bei einem niedrigen Füllstand startet, bauen Sie eine entsprechende Zusatzbedingung in das Programm zur automatischen Bewässerung ein (Bild 22).

Schließen Sie das Gehäuse und montieren Sie es am Bestimmungsort. Decken Sie die Montagelöcher im Gehäuse vorher unbedingt mit den zuvor entfernten Gummidichtungen aus Bild 12 wieder ab. **ELV**



Bild 20: Oberer Wartungszugang zu einer bereits mit Regenwasser gefüllten Zisterne mit Überlaufrohr zur Kanalisation

Bild 21: Sicherheitsabschaltung der Gartenbewässerung bei niedrigem Zisternen-Füllstand

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann..., Sonst..)	Aktion
Zisternenüberwachung		im Wertebereich Kanalzustand: ELV-SH-BM-S DUS1:10 Messwert kleiner als 10.00 bei Änderung auslösen	Kanalauswahl: GartenVentile:10 sofort Schaltzustand: Aus	<input type="checkbox"/> systemintern
Bedingung: Wenn...				
Geräteauswahl ELV-SH-BM-S DUS1:10 bei Messwert im Wertebereich kleiner als 10.00 bei Änderung auslösen UND ODER				
Aktivität: Dann... <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Geräteauswahl GartenVentile:10 sofort Schaltzustand: Aus				
Aktivität: Sonst... <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

Bild 22: Bewässerungsautomatik mit eingebauter Abfrage eines ausreichenden Zisternen-Füllstands

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann..., Sonst..)	Aktion
Bewässerungsautomatik		Zeit: Täglich um 05:00 Uhr beginnend am 25.09.2024 zu Zeitpunkten auslösen	Kanalauswahl: GartenVentile:10 sofort Kanalaktion auf S=true,OT=3600	<input type="checkbox"/> systemintern
Bedingung: Wenn...				
Zeitsteuerung Täglich um 05:00 Uhr beginnend am 25.09.2024 zu Zeitpunkten auslösen UND Geräteauswahl Status-Board:10 bei Schaltzustand: Ein nur prüfen UND Geräteauswahl ELV-SH-BM-S DUS1:10 bei Messwert im Wertebereich größer als 20.00 nur prüfen ODER				
Aktivität: Dann... <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Geräteauswahl GartenVentile:10 sofort Kanalaktion S=true,OT=3600				
Aktivität: Sonst... <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

Cleverere Technik für Ihren Garten

homematic IP Regensensor, HmIP-SRD

- Erkennt zuverlässig Niederschlag z. B. über die Homematic IP App
- Auslösen von Aktionen wie das Einfahren von Markisen oder das Schließen von Dachfenstern in Verbindung mit einem Homematic IP Rollladenaktor
- Auslösen von Warnmeldungen, z. B. bei Wäsche, die im Freien trocknet
- Bedarfsgerechtes Bewässern in Verbindung mit dem Garten-Ventil-Interface ELV-SH-GVI

BAUSATZ - Artikel-Nr. 154910 - 99,95 €

FERTIGGERÄT - Artikel-Nr. 154826 - 149,95 €

Hinweis: Netzteil nicht inklusive



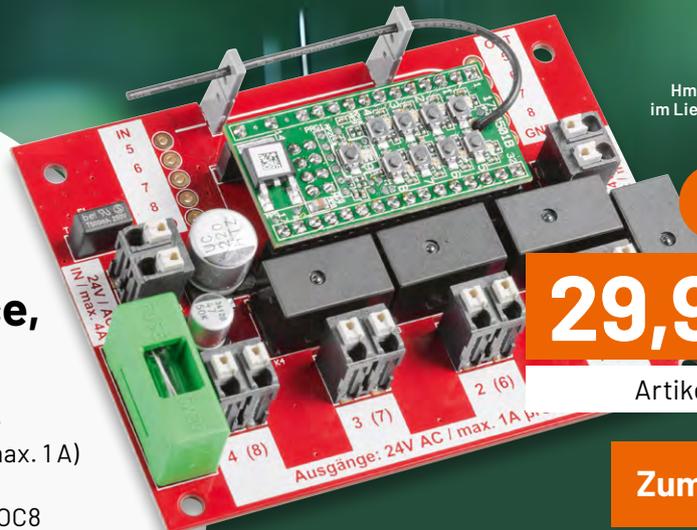
ab **99,95 €**

[Zum Produkt](#)

HmIP-MOD-OC8 ist nicht im Lieferumfang enthalten

ELV Garten-Ventil-Interface, ELV-SH-GVI

- 4-Kanal-Garten-Ventil-Interface für die Ansteuerung von 4 Ventilen (24 Vac/je max. 1A)
- Steuerung durch Homematic IP 8-Kanal-Schalttempfänger, HmIP-MOD-OC8
- Mit zusätzlichem Ventil-Interface erweiterbar auf 8 Kanäle
- Direkt integrierbar in optionales IP65-Gehäuse BOPLA ET 215 F
- Voll kompatibel mit Homematic IP Access Point oder Zentrale nutzbar



BAUSATZ

29,95 €

Artikel-Nr. 157246

[Zum Produkt](#)

Zubehör	Artikel-Nr.	Preis
ELV Bausatz Homematic IP Modulplatine OpenCollector - 8-fach, HmIP-MOD-OC8	150850	24,95 €
Rain Bird Magnetventil 100-HV-MM, 24 Vac	252737	22,95 €
BOPLA Gehäuse ET 215 F, 120 x 80 x 57 mm	127584	17,95 €



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 folgende Produkte:

10x ELV Smart Home Temperatur- und Beschleunigungssensor außen, ELV-SH-TACO

- Im Homematic IP System vielseitig einsetzbar
- Überwacht z. B. Bewegungen und Lageveränderungen an Abfallbehältern, Gartenmöbeln und anderen Objekten.
- Zusätzlich zuverlässige Temperaturmessung und zyklische Übermittlung der Daten an das HmIP System

Im Wert von **39,95 €**

Artikel-Nr. 160516 [Mehr Infos](#)

5x Die BOLD HEALTH Smart Home Luftreiniger SANDER

- Sorgt für saubere Luft in Räumen bis zu 31 m²
- Effektive Filtertechnologie entfernt 99,97% der Partikel und dank Ionisierung auch Gerüche aus der Luft
- Leiser Betrieb, daher ideal für Schlafzimmer und Büros
- Langlebiger, austauschbarer Filter

Im Wert von **239,20 €**

Artikel-Nr. 254396 [Mehr Infos](#)

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

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.

Einsendeschluss: 13.4.2025

[Jetzt bewerben](#)

Die Gewinner der Verlosung im ELVjournal 1/2025:

10x Homematic IP Heizkörperthermostat Flex HmIP-eTRV-F

- Michael Dümlein, 96215 Lichtenfels
- Oksana Hilbrich, 02733 Cunewalde
- Robert Kientz, 77866 Rheinau
- Andrea Kind, 7548 Gera
- Christian Klöpfel, 36251 Bad Hersfeld
- Merita Krasniqi, 53498 Bad Breisig
- Christine Maletic, A-4020 Linz
- Simon Riedmeier, 86836 Graben
- Oliver Seelig, 98544 Zella-Mehlis
- Kai Walter, 03222 Lübbenau



10x SpeedComfort Heizkörperventilator Duo-Set, weiß

- Marvin Gürth, 07919 Langenbach
- Claudia Hader, 73431 Aalen
- Andreas Hölzel, 01277 Dresden
- Christoph Laznik, 23562 Lübeck
- Konstantin Marbach, 46049 Oberhausen
- Tobias Mehlhorn, 07548 Gera
- Oliver Meier, 18273 Güstrow
- Frank Prosegger, 40668 Meerbusch
- Lutz Radloff, 18439 Stralsund
- Andreas Rothe, 09432 Großolbersdorf



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

Unsere Leser testeten

DoorBird IP-Video-Türsprechanlage D1101FV

Verarbeitungsqualität des Produkts



Montage



Intuitive Bedienung per App



Unsere Leser bewerteten

1,3

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Wolfgang Reinert:

„Nie wieder Sorgen machen, dass der Schlüssel vergessen wurde, wenn sonst gerade keiner zu Hause ist.“

Zum Produkt

Im Wert von

1067,00 €

Artikel-Nr. 254253

Wer kennt nicht den Klassiker? Sie stehen vor der Haustür, haben sämtliche Taschen nach dem Schlüssel durchsucht, aber er ist nirgendwo zu finden. Statt eines Schlüssels unter der Fußmatte oder dem Blumentopf löst die DoorBird-Türstation dieses Problem elegant mit einem robusten Fingerabdrucksensor. Bis zu 50 Fingerabdrücke lassen sich manipulationssicher hinterlegen und für eine Türöffnerautomatik verwenden. Die Fingerabdrücke werden nicht direkt gespeichert, sondern nur ihre berechneten Hash-Werte. Damit erfüllt die Türstation kritische Datenschutz- und Datensicherheitsanforderungen. Über die Zugangsberechtigungsfunktion legen Sie ganz einfach fest, wer Haus, Büro, Werkstatt oder Praxis betreten darf.

Klingelt es an Ihrer Tür, erhalten Sie eine Nachricht über die App und können Ihre Besucher live sehen, mit ihnen sprechen und den Türöffner betätigen, egal, wo Sie sich gerade befinden. Neben hochauflösenden Videoaufnahmen mit einem 180-Grad-Sichtwinkel liefert die Kamera dank integrierter Infrarotfunktion auch bei Nacht gute Bilder. Der integrierte Bewegungssensor mit einer Reichweite von 6 m eröffnet weitere Anwendungsmöglichkeiten wie z. B. das Einschalten der Außenbeleuchtung. Die Türstation lässt sich sowohl als eigenständige Einheit verwenden als auch in Ihr Smart-Home-System einbinden. Mehrere unserer Leser rüsteten ihre Haustür für uns auf.

Die Türstation überzeugte unsere Tester und kann mit einer Gesamtnote von 1,3 glänzen. Die Verarbeitungsqualität und die Funktion des integrierten Bewegungssensors wurden von allen Testern sehr gut bewertet. Die Optik der Türstation, die Bildqualität bei lokaler Verbindung und die Bedienungsanleitung

wurden mehrheitlich als sehr gut und gut befunden. Auch Montage, Bedienung sowie die Funktion des Fingerprint-Readers über die App wurden sehr gut und gut bewertet.

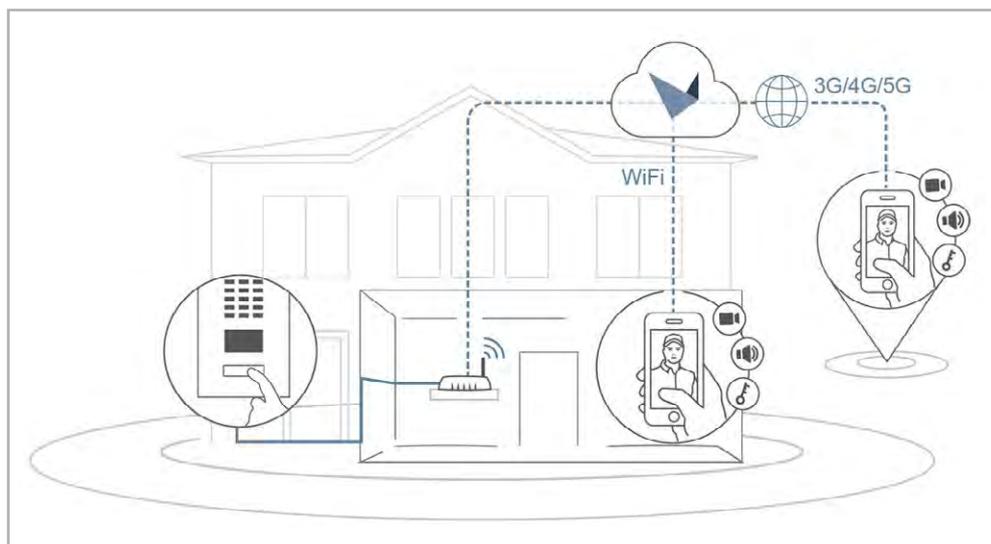
Unsere Tester lobten die wertige Optik, das Design und die Verarbeitung. Auch die einfache Installation und Inbetriebnahme überzeugten. Positiv hervorgehoben wurden auch der Funktionsumfang und die „nahtlose Integration in die App und die Benachrichtigungen“. Ein Tester war besonders begeistert vom Fingerprintsensor in Verbindung mit dem Türöffner, denn nun ist seine Sorge, den Schlüssel zu vergessen, passé. Er erfreute sich auch an den Einstellmöglichkeiten in der App, hier wurde „... an praktisch alles gedacht“.

Kleinere Kritikpunkte gab es trotz Top-Bewertungen. Ein Tester wünschte sich eine Aufnahmefunktion (auf lokalem NVR) für die Kamera sowie mehrere anstelle nur eines schaltbaren Relais. Eine Testerin wies darauf hin, dass bei dieser Variante der DoorBird Türsprechanlage nur ein Klingelknopf vorhanden ist und somit eine zweite Klingel am Haus nicht mehr bedienbar ist. Ein Tester bezeichnete es als „Jammern auf hohem Niveau“: Das Produkt könnte seiner Meinung nach – gerade für die Aufputzmontage – etwas kleiner und unauffälliger konzipiert sein. Zwei Tester wünschten sich eine Integration in die Homematic IP App, z. B. für die Protokollierung der Zugänge oder das Schalten weiterer Relais.

Fazit: Die in Deutschland entwickelte und in einer Manufaktur gefertigte Türstation mit gebürsteter Edelstahlblende bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Die Station ist wetterfest und kann sowohl als eigenständige Einheit verwendet als auch in Ihr Smart-Home-System eingebunden werden. Elektrische Türöffner aus der klassischen Haustechnik, Türgongs und Beleuchtungen lassen sich so bequem über die App bedienen. Die Türstation überzeugt in Sachen Optik und ist als Aufputz- oder Unterputzvariante erhältlich. Vor allem die Türöffnerautomatik per Fingerabdrucksensor – statt Schlüsselsuche – sowie programmierbare Öffnungszeiten werden sicher Freunde finden. Die Türstation ist zwar kein „Schnäppchen“, allerdings überzeugten uns das Prädikat „Made in Germany“, die hochwertige Verarbeitung, der große Funktionsumfang und die hohen Sicherheitsstandards. **ELV**

DoorBird

Technology meets Design.



Optosensoren und Lichtschranken

Projekte für Elektronikeinsteiger

Teil 11

Optosensoren nutzen Licht zur Sicherung von Zugängen, zur Erfassung von Objekten oder zur Abstandsmessung. Sie spielen eine zentrale Rolle in vielen industriellen, medizinischen und allgemeinen technischen Anwendungen. Dieser Artikel beschreibt ihre Anwendung in Lichtschranken, zur Objekterfassung und für einfache Abstandsmessungen.



Optosensoren

Optosensoren sind elektronische Bauteile, die auf der Detektion von Licht basieren. Sie wandeln Lichtsignale in elektrische Signale um und ermöglichen es, physikalische Größen wie Helligkeit, Bewegung oder Abstände zu messen. Sie umfassen verschiedene Sensortypen wie:

- **Fotodioden:** Diese Detektoren reagieren auf einfallendes Licht und erzeugen einen Strom oder eine Spannung
- **Fototransistoren:** Eine Kombination aus Lichtdetektor und Transistor, die bereits verstärkte elektrische Signale liefert
- **Fotowiderstände (LDRs):** LDRs ändern ihren Widerstand in Abhängigkeit von der einfallenden Lichtmenge

Erforderliches Material für dieses Projekt:

- Fotodiode, z. B. BPW 34
- LED oder LED-Cluster
- verschiedene Widerstände
- Transistor, z. B. BC 847 Modul oder BC547
- WAGO-Klemmenmodule

Siehe auch Kasten „Benötigtes Material“ am Ende des Beitrags.

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.

Lichtschranken und ihre Anwendungen

Lichtschranken sind spezielle Anwendungen von Optosensoren, die Licht als Signalquelle nutzen. Sie bestehen in der Regel aus einem Lichtsender (z. B. LED oder Laser) und einem Lichtempfänger (z. B. Fotodiode). Wenn ein Objekt einen Lichtstrahl unterbricht, wird dies vom Sensor erkannt.

Es gibt drei Haupttypen von Lichtschranken:

- **Einweg-Lichtschranken:** Sender und Empfänger sind separat positioniert, und der Lichtstrahl verläuft zwischen ihnen. Wird der Strahl unterbrochen, kann der Empfänger dies erkennen.
- **Reflexions-Lichtschranken:** Sender und Empfänger sind im selben Gehäuse, und der Lichtstrahl wird von einem Reflektor zurückgeworfen. Wird der Strahl durch ein Objekt blockiert, löst das ein entsprechendes Signal aus.
- **Gabel-Lichtschranken** (Artikel-Nr. [112342](#)): Hier sind Sender und Empfänger in einem U-förmigen Gehäuse integriert, durch das das Objekt, z. B. ein spezielles Zahnrad, hindurchgeführt wird. Unterbrechungen des Strahls signalisieren die Bewegungen des Rades. Dieses Prinzip kommt beispielsweise in Computer-Mäusen zum Einsatz.

Optosensoren und Lichtschranken finden in vielen Bereichen breite Anwendung. In der industriellen Automatisierung werden sie zur Objektdetektion, Zählung und Positionsbestimmung eingesetzt, etwa auf Förderbändern oder in Robotersystemen.

In der Sicherheitstechnik kommen Lichtschranken in Alarmanlagen zum Einsatz, um Bewegungen oder unbefugtes Betreten von Bereichen zu erkennen. Auch im medizinischen Bereich spielen Optosensoren eine wichtige Rolle, z. B. in Pulsoximetern zur Messung des Sauerstoffgehalts im Blut.

Im Alltag finden sich Lichtschranken in automatischen Türen, Handrocknern und Seifenspendern usw., wo sie Bewegungen erkennen und beispielsweise Geräte automatisch ein- oder ausschalten.

Sender und Empfänger

Eine Lichtschranke benötigt zwei Komponenten:

- **eine Lichtquelle:** oft eine LED (oder Infrarot- oder Laserdiode), die einen Lichtstrahl aussendet. Diese wird meist mit „Tx“ (für Transmitter) bezeichnet.
- **einen Lichtempfänger:** ein Optosensor (z. B. Fotodiode, Fototransistor oder Fotowiderstand), der das Licht registriert. Hierfür wird üblicherweise die Abkürzung „Rx“ (für Receiver) verwendet.

Hinzu kommt eine Auswertungseinheit zur Verarbeitung des Signals und Weiterleitung an ein Steuerungssystem. Die Lichtquelle sendet einen Strahl in Richtung des Empfängers. Wird der Lichtstrahl durch ein Objekt unterbrochen oder abgelenkt, ändert sich das Signal am Empfänger.

Die Änderung des Signals wird entsprechend interpretiert, z. B. als Detektion eines Objekts oder einer Bewegung. [Bild 1](#) zeigt das Grundprinzip von Lichtschranken.



Bild 1: Einweg- und Reflexions-Lichtschranke

Bei der Einweg-Lichtschranke sind Sender und Empfänger getrennt voneinander aufgestellt. Wird der Lichtstrahl durch ein Objekt unterbrochen, reagiert das System mit einem entsprechenden Signal. Die Vorteile dieser Variante sind eine hohe Reichweite sowie eine zuverlässige Erkennung.

Bei einer Reflexions-Lichtschranke können Sender und Empfänger direkt nebeneinander platziert werden oder sich sogar im gleichen Gehäuse befinden. Das Licht wird in diesem Fall über einen Reflektor zurückgeworfen. Der Hauptvorteil dieses Aufbaus ist die einfachere Installation. Allerdings sind Reflexionssysteme meist stöempfindlicher.

Ein interessanter Anwendungsfall der Reflexionstechnik sind z. B. die [Homematic IP Fensterkontakte \(HMIP-SWDO\)](#). Diese ermöglichen z. B. das automatische Absenken der Heizungstemperatur durch einen per Funk verbundenen elektronischen Heizkörperthermostat während des Lüftens. Die Erfassung der Fensterposition erfolgt dabei über eine passend montierte Reflexions-Lichtschranke.

Im Folgenden sollen die beiden Varianten praktisch erprobt werden. Für Aufbauten mit dem PAD-System sind dazu allerdings einige kleine Vorarbeiten erforderlich.

Strahlumlenkungen

Die Module der PAD-Serie enthalten auch LED-Cluster und Fotodioden. Ein gewisser Nachteil der Montage von LEDs und Fotodioden auf Trägerplättchen ist, dass in diesem Fall ihre aktive Seite nach oben gerichtet ist. Bei Lichtschranken Anwendungen wäre es besser, wenn die optischen Signale seitlich ausgerichtet wären. Mithilfe von Strahlumlenkungen kann dieses Problem jedoch einfach behoben werden.

Aus weißem Karton lassen sich solche Strahlumlenkungen einfach herstellen. Hierzu schneidet man entsprechende Stücke (siehe [Bild 2](#)) aus und faltet sie in geeigneter Weise.

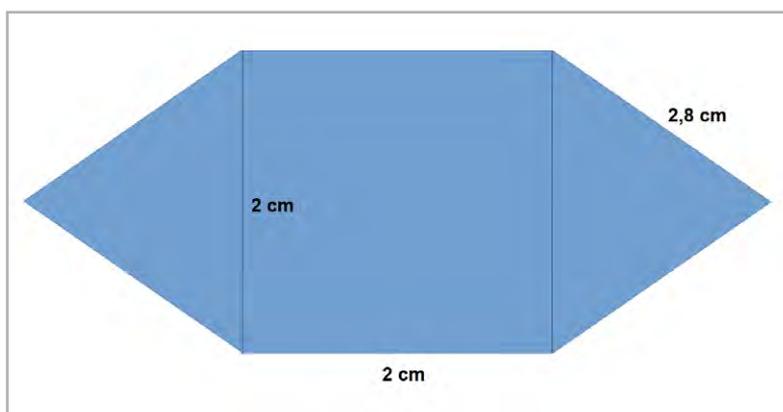


Bild 2: Maße der Strahlumlenkungen

Die so entstehenden Umlenkungen können dann über den optischen Bauelementen aufgestellt werden. Das funktioniert sowohl bei LED-Clustern als auch bei Fotodioden (Bild 3).

Noch besser funktionieren Strahlumlenkungen, wenn sie aus metallbeschichtetem Karton hergestellt werden (Bild 3 rechts). Solche Kartons werden häufig in verschiedenen Verpackungen verwendet. Wenn eine solche Verpackung verfügbar ist, kann sie für diesen Zweck recycelt werden. Notfalls kann man die Strahlumlenkungen auf der Innenseite auch mit gewöhnlicher Haushalts-Aluminiumfolie bekleben.

Die Lichtschranke im Einsatz

Wenn die Strahlumlenkungen fertiggestellt sind, kann man sie direkt über den optischen Elementen anbringen. Bild 4 zeigt den Einsatz in der Praxis.

Dann steht dem Aufbau eines Senders und eines Empfängers nichts mehr im Wege. Der Sender besteht im einfachsten Fall lediglich aus einer Leuchtdiode bzw. einem LED-Cluster. Diese Elemente können mit 3 bis 5 V versorgt werden. Bei Verwendung einer einzelnen LED darf der Vorwiderstand nicht vergessen werden. In den PAD-Modulen sind passende Vorwiderstände bereits vorhanden.

Für erste Testzwecke erfordert der Empfänger ebenfalls einen vergleichsweise geringen Aufwand. Eine Fotodiode wie die BPW34 kann nur relativ geringe Ströme verarbeiten. Deshalb sollte zur Ansteuerung einer LED ein Transistor als Verstärker eingesetzt werden. Bild 5 zeigt einen Schaltplan für einen entsprechenden optischen Empfänger mit einer Transistorstufe und Bild 6 das zugehörige Aufbaubeispiel.

Es ist zu beachten, dass die Fotodiode in Sperrrichtung eingebaut werden muss. Fällt kein Licht auf die Diode, sperrt sie praktisch vollständig. Erst bei Beleuchtung mit sichtbarem Licht entsteht ein geringer Fotostrom, der anschließend vom Transistor verstärkt wird.

Nach dem Aufbau des Senders und Empfängers steht eine komplette optische Übertragungsstrecke zur Verfügung (siehe Bild 7). Diese kann z. B. als

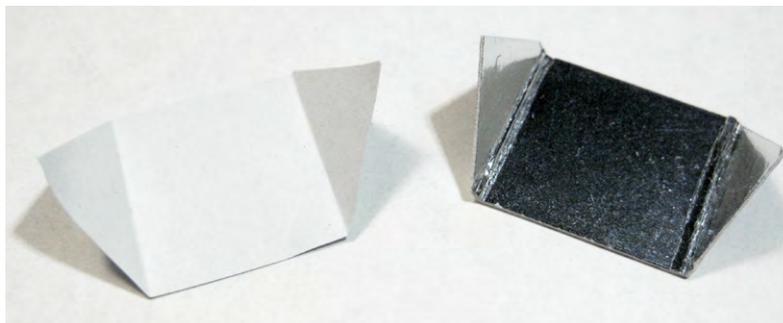


Bild 3: Beispiel für fertige Strahlumlenkungen

Lichtschranke verwendet werden. Wenn der Sender auf den Empfänger ausgerichtet wird, leuchtet die rote LED hell auf. Wird der Lichtstrahl z. B. mit der Hand unterbrochen, erlischt die LED.

Wird der Sender ein- und ausgeschaltet, kann die rote LED am Empfänger ferngesteuert ebenfalls ein- und ausgeschaltet werden. Damit steht eine einfache optische Fernsteuerung zur Verfügung (Bild 7).

Neben der Anwendung als Lichtschranke bzw. optischer Fernsteuerung kann mit diesem Aufbau auch ein einfacher Entfernungsmesser getestet werden. Weitere Informationen dazu finden sich im folgenden Abschnitt.

Optische Abstandsmessung

Das Prinzip der Reflexions-Lichtschranke kann auch zur optischen Entfernungsmessung bzw. zur Objekterkennung verwendet werden. Dabei müssen Sender und Empfänger nahezu parallel ausgerichtet sein. Befindet sich kein Objekt im aktiven Bereich dieser Reflexionschranke, trifft praktisch kein Licht auf die Fotodiode und die LED am Empfänger bleibt dunkel (siehe Bild 8). Nähert sich jedoch ein Objekt, z. B. ein weißer Karton, wird das Licht reflektiert und die LED am Empfänger beginnt zu leuchten.

Auf diese Weise kann erkannt werden, ob sich ein Objekt im aktiven Bereich befindet. Anwendungen dieses Verfahrens sind Abstandsmessungen in Produktionsanlagen oder auch in der Sicherheitstechnik.

Bei Reflexions-Lichtschranken spielt die Umgebungshelligkeit naturgemäß eine gewisse Rolle. Gegebenenfalls müssen die Experimente in einem leicht abgedunkelten Raum durchgeführt werden, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Alternativ kann das Umgebungslicht natürlich auch mit geeigneten Maßnahmen, wie zusätzlichen Kartons, abgeschattet werden.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode zur Abstandsmessung ist ihre einfache Konstruktion. Reflexions-Lichtschranken sind kos-

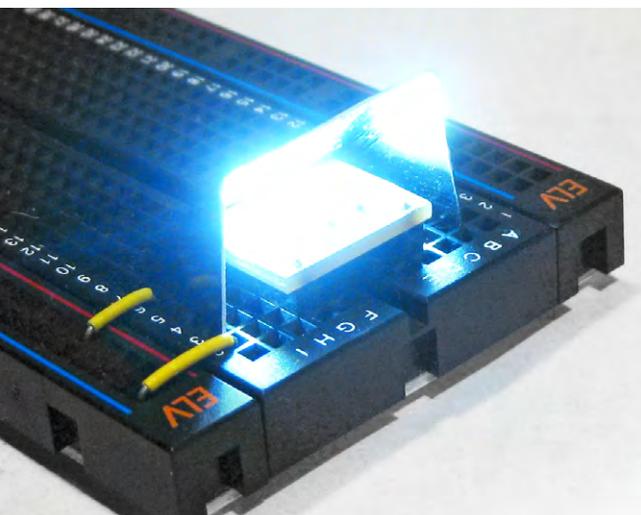


Bild 4: Strahlumlenkungen im Einsatz

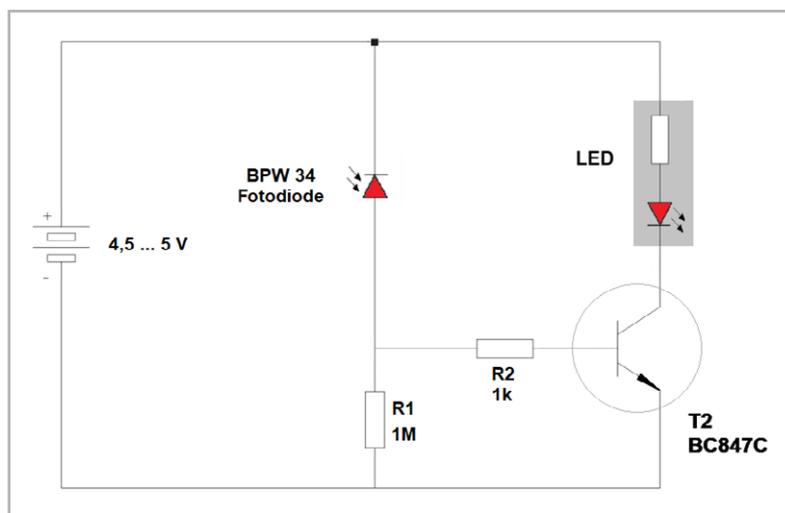


Bild 5: Optischer Empfänger mit Transistorverstärker

tengünstig und leicht zu implementieren, da sie eine kompakte Bauweise aufweisen und keinen physischen Kontakt mit dem zu messenden Objekt erfordern. Dadurch wird nicht nur der Verschleiß minimiert, sondern auch die Möglichkeit von Beschädigungen ausgeschlossen.

Zudem zeichnet sich diese Technik durch einen geringen Wartungsaufwand aus, da keine mechanischen Komponenten vorhanden sind. Ein weiterer Pluspunkt ist die schnelle Reaktionszeit, die Reflexionslichtschranken zu einer idealen Lösung für dynamische Anwendungen machen. Aufgrund ihrer Flexibilität können sie in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden, wie etwa in der Produktionsüberwachung, in Sicherheitssystemen oder zur einfachen Objektdetektion.

Allerdings gibt es auch Einschränkungen. So sind Reflexionslichtschranken empfindlich gegenüber der Beschaffenheit der Objektoberfläche. Dunkle,

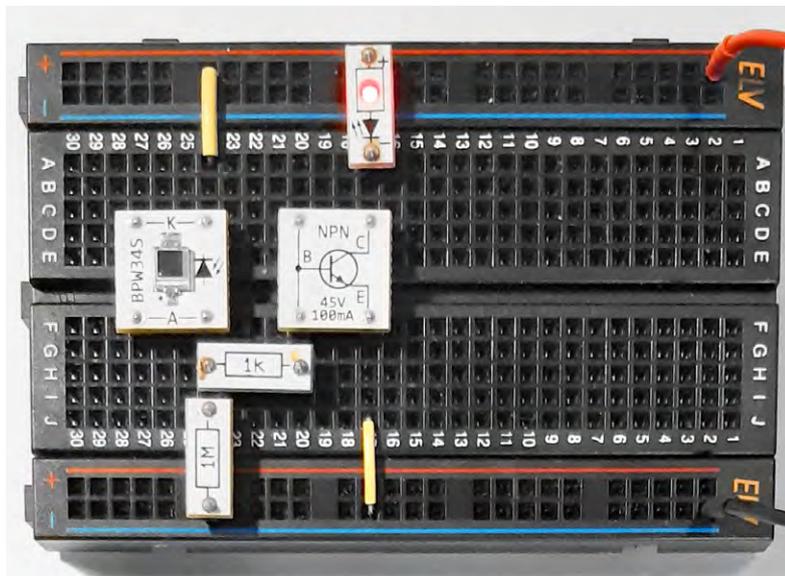


Bild 6: Aufbaubeispiel zum optischen Empfänger

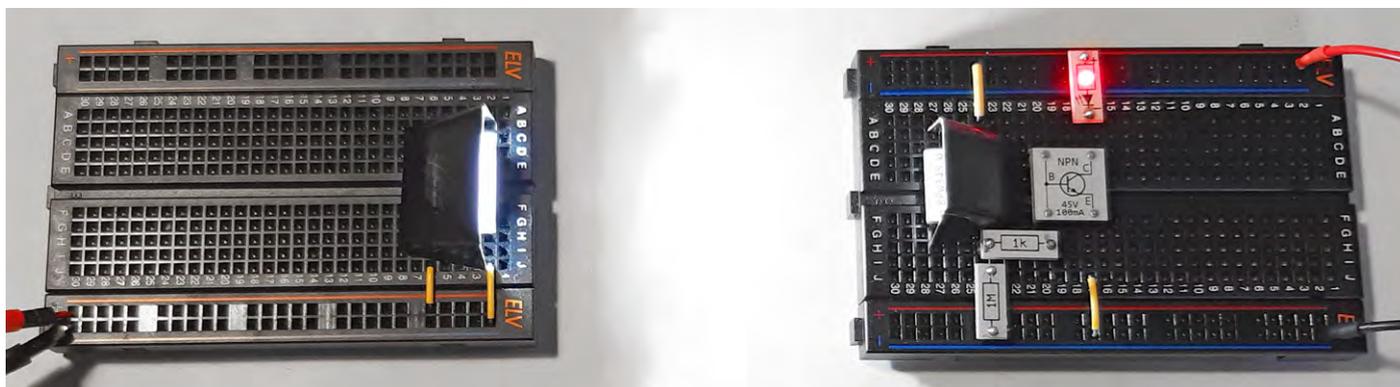


Bild 7: Optische Übertragungsstrecke

matte oder transparente Materialien reflektieren das Licht nur schlecht, was die Funktionalität beeinträchtigen kann.

Im Falle der Homematic IP Fenster- und Türkontakte wird daher z. B. immer eine Reflektorfolie mitgeliefert, die bei dunklen Fensterrahmen zum Einsatz kommt.

Darüber hinaus ist die Reichweite dieser Sensoren begrenzt. Ein weiteres Problem stellt die Anfälligkeit gegenüber Umwelteinflüssen dar. Staub,

Schmutz oder starke Fremdlichtquellen wie Sonnenlicht können die Messgenauigkeit negativ beeinflussen. Außerdem ist die Präzision der Abstandsmessung im Vergleich zu anderen Verfahren, etwa der Lasertriangulation oder der Ultraschallsensorik, eingeschränkt.

Reflexions-Lichtschranken stellen also nur für einfache Abstandsmessungen und Objekterkennungen in kontrollierten Umgebungen zuverlässige Lösungen dar. Für Anwendungen, die größere Reichweiten, höhere Präzision oder Robustheit gegenüber äußeren Einflüssen erfordern, sind alternative Messmethoden in den meisten Fällen besser geeignet.

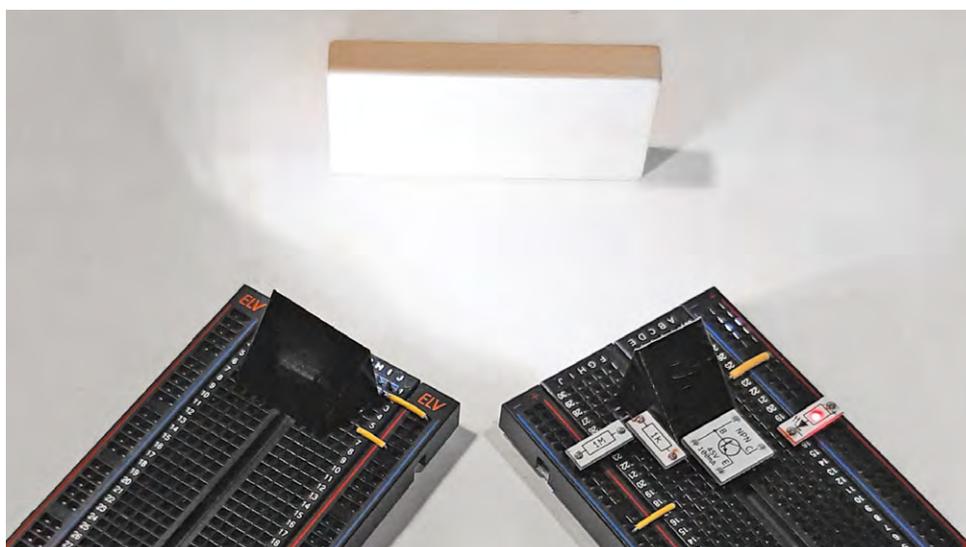


Bild 8: Optische Abstandsmessung



Bild 9: Optische Trübungsmessung

Für die saubere Umwelt: Trübungsmessung

Optische Trübungsmessungen basieren auf der Wechselwirkung von Licht mit Teilchen in einer Flüssigkeit. Bei der Durchlichtmessung wird Licht durch das zu untersuchende Medium geleitet.

Diese Methode ist besonders geeignet, wenn die Partikelkonzentration hoch ist und die Lichtabsorption dominiert.

Das Grundprinzip der optischen Trübungsmessung beruht darauf, dass Licht durch Partikel absorbiert wird. Die Methode ist vielseitig und wird z. B. in der Wasserqualitätssicherung, in der Umweltüberwachung oder in der Lebensmittelindustrie eingesetzt.

In der Trinkwasseraufbereitung wird die Trübung gemessen, um sicherzustellen, dass das Wasser frei von unerwünschten Partikeln und Verunreinigungen ist. Ebenso dient die Trübungsmessung in der Abwasseraufbereitung der Kontrolle der Klärprozesse und der Einhaltung von Umweltvorschriften. In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie spielt die optische Trübungsmessung eine zentrale Rolle in der Qualitätssicherung. Brauereien nutzen sie beispielsweise, um die Klarheit von Bier zu überwachen, während in der Milch- und Saftproduktion die Trübung als Indikator für die Produktqualität dient.

In einem praktischen Experiment kann man das mit dem Aufbau nach Bild 9 prüfen, indem man dem klaren Wasser im Gefäß Milch hinzufügt. Der Einfluss zeigt sich sofort: Die Helligkeit der roten LED nimmt mit zunehmender Milchmenge immer weiter ab.

Auch in der Umweltüberwachung ist die Trübungsmessung unverzichtbar. Sie wird zur Überwachung der Wasserqualität in Flüssen, Seen und Meeren eingesetzt, um Umweltverschmutzungen oder das Auftreten von Algenblüten zu erkennen. Darüber hinaus wird die Trübung in Regen- und Abflusswasser gemessen, um Schwebstoffkonzentrationen zu analysieren, die durch Bodenerosion oder städtischen Abfluss entstehen. In der chemischen Industrie wird sie genutzt, um Filtrationsprozesse oder chemische Reaktionen zu überwachen.

Im Experiment kann man dies z. B. durch das Hinzufügen von etwas Blumenerde in das Wassergefäß

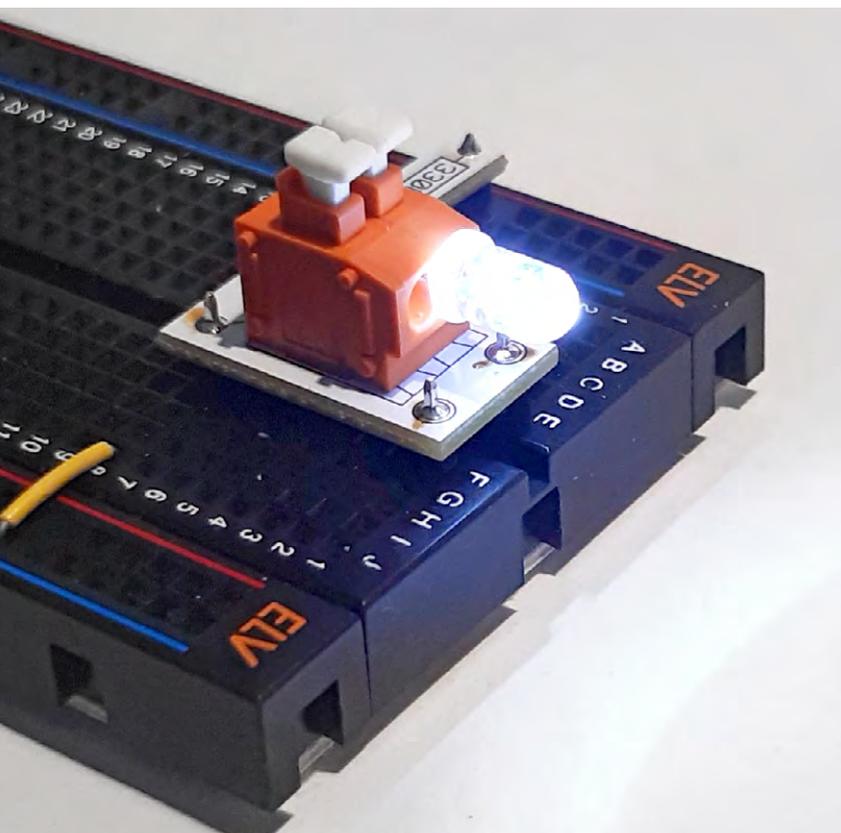


Bild 10: Optoelektronische Bauelemente in WAGO-Klemmen

simulieren. Wenn man das Gefäß gut schüttelt, ist die Blumenerde zunächst im gesamten Volumen verteilt – daher leuchtet die LED praktisch nicht. Nun kann man beobachten, wie sich die festen Bestandteile der Blumenerde langsam am Boden absetzen. Parallel dazu nimmt die Helligkeit der LED zu und zeigt so das Klarwerden der Flüssigkeit an.

In der pharmazeutischen Industrie hilft eine Trübungsmessung, Partikelkonzentrationen während der Produktion zu kontrollieren und die Qualität der Endprodukte sicherzustellen. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Medizin und Biotechnologie, wo die Trübungsmessung bei der Analyse biologischer Proben verwendet wird. Hier können Zell- oder Partikelkonzentrationen in Flüssigkeiten überwacht werden. Auch in der Dialyse oder klinischen Chemie spielt die Trübungsmessung eine wichtige Rolle.

Die Methode kann auch in der Aquaristik und Fischzucht genutzt werden, um die Wasserqualität zu überwachen und so das Wohlbefinden der Tiere zu gewährleisten.

Auch bei Rauchwarnmeldern kommen häufig optische Technologien zum Einsatz. In diesem Fall wird die optische Strecke durch Rauchpartikel beeinflusst. Die Fotodiode empfängt dann weniger Licht, was entsprechend ausgewertet wird und einen Alarm auslöst. Weitere Details hierzu finden Sie in dem [Fachbeitrag „Rauchwarnmelder - Funktionsweise und technologische Besonderheiten“](#).

Größere Reichweiten

Mit einfachen Strahlumlenkungen ist die Reichweite der optischen Übertragungsstrecke recht begrenzt (siehe auch Kasten „Ergänzungen und Anregungen“). Mit besseren optischen Komponenten lässt sich die Reichweite deutlich steigern.

Ein Beispiel hierfür sind leuchtstarke 5-Millimeter-LEDs, die in sogenannte WAGO-Klemmen eingesetzt werden können (Bild 10). Die Klemmen sind als fertige Module z. B. im PAD1-Set enthalten. Diese Variante hat zudem den Vorteil, dass die Strahlrichtung dann bereits horizontal ausgerichtet ist, wodurch eine zusätzliche Strahlumlenkung vermieden werden kann. Auf der Empfängerseite können Fotodioden oder Fototransistoren in die WAGO-Klemmen eingesetzt werden, sodass auch hier die Strahlumlenkungen entfallen können.

Eine weitere Verbesserung der Reichweite lässt sich mit professionellen Reflektoren erzielen (Bild 11). Diese konzentrieren das Licht noch stärker in die Abstrahlrichtung. Auf der Empfängerseite können sie ebenfalls zur Lichtbündelung eingesetzt werden. Unter guten Bedingungen lassen sich so Reichweiten von mehreren Metern erzielen.

Ausblick

Nachdem in diesem Artikel die Grundlagen optischer Übertragungsstrecken behandelt wurden, sollen im nächsten Beitrag nochmals optische Verfahren zum Einsatz kommen. Dabei wird der Schwerpunkt allerdings auf der Übertragung von Signalen liegen, ein Bereich, der in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat.



Bild 11: Professionelle LED-Reflektoren im Einsatz

Die optische Signalübertragung ist die Grundlage moderner Internettechnologien, da sie höchste Übertragungsraten erlaubt. Selbst private Haushalte werden daher mit sogenannten Glasfaserkabelanschlüssen verbunden, um die Digitalisierung weiter voranzutreiben.

Mit einfachen Experimenten soll im kommenden Beitrag demonstriert werden, wie diese Verfahren funktionieren und wie sie angewendet werden können. **ELV**

Ergänzungen und Anregungen

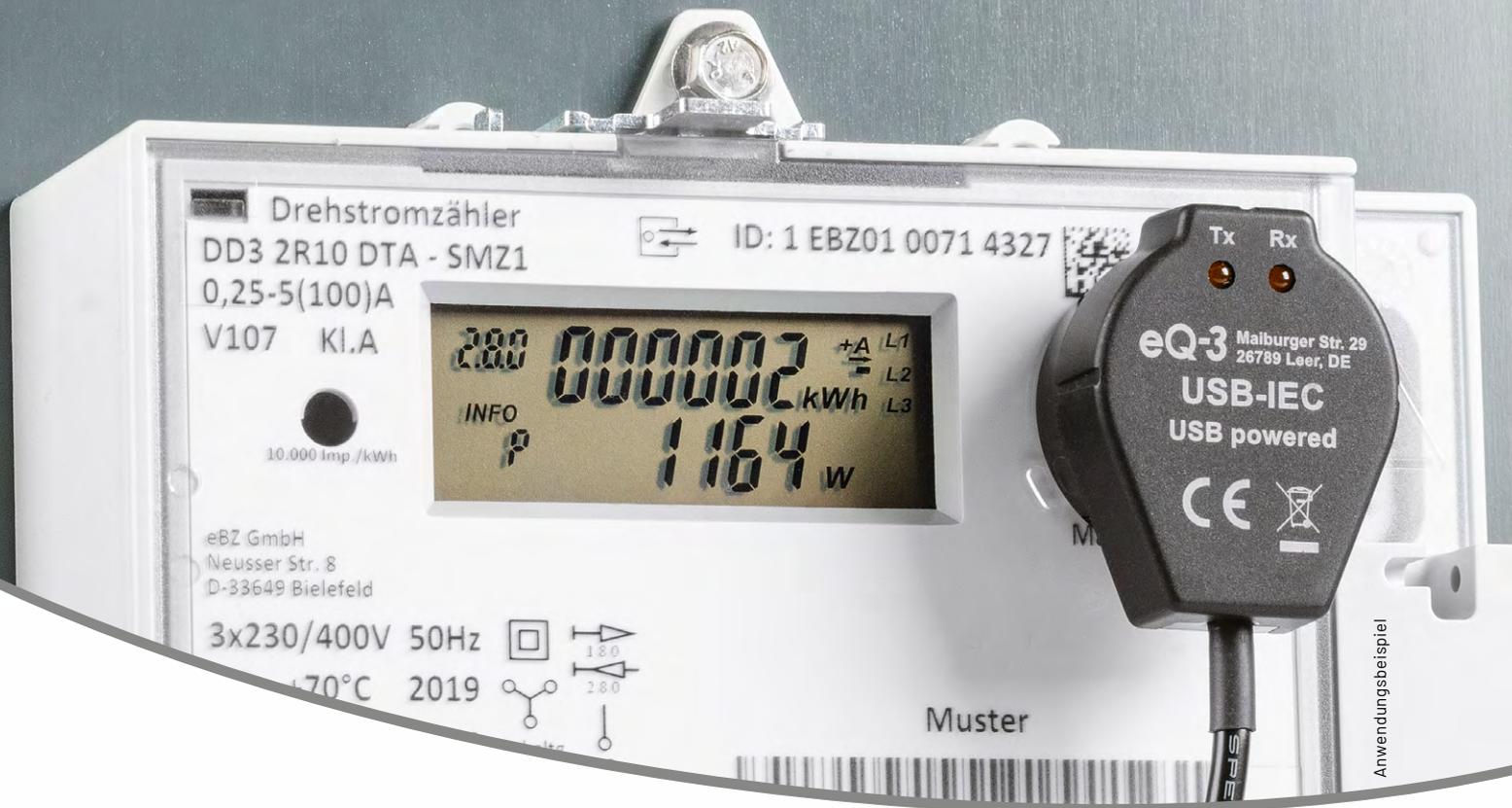
- Welche Reichweite kann mit der Übertragungsstrecke nach Bild 7 erreicht werden?
- Wie wird die Reichweite durch Umgebungseinflüsse (Raumhelligkeit, Sonneneinstrahlung etc.) beeinflusst?
- Wie kann man die Reichweite der Lichtschranke optisch oder elektronisch verbessern?
- Welche Faktoren haben den größten Einfluss bei der Entfernungsmessung mit einer Reflexions-Lichtschranke nach Bild 8?
- Welche Reichweite kann mit optischen Bauelementen in den WAGO-Klemmen erreicht werden?
- Wie verbessert sich die Situation durch die optischen Reflektoren in Bild 11?



Benötigtes Material

2x Breadboard	Artikel-Nr. 251467	Zum Produkt
PAD-PRO-EXSB	Artikel-Nr. 158980	Zum Produkt
WAGO-Klemmenmodule sind enthalten im Prototypenadapterset PAD1	Artikel-Nr. 250576	Zum Produkt

Stromzähler einfach auslesen



ELV

★★★★☆ (10) (Artikel-Nr. 155523)

Lesekopf USB-IEC mit USB-Schnittstelle für digitale Zähler

- Das USB-IEC-Interface ermöglicht das direkte Auslesen über den USB-A-Port
- Mit z. B. einem Raspberry Pi lassen sich umfangreiche Protokollierungen und Analysen der Verbräuche durchführen
- Kommunikation über die galvanisch getrennte serielle IR-Schnittstelle des Zählers
- Besonders einfache Ausrichtung und Fixierung des Lesekopfes mit einem ringförmigen Magneten
- Kompatibel mit der Software „Volkszähler“

Einen spannenden Fachbeitrag zum USB-IEC finden Sie [hier](#)

Anzeige der Zählerdaten per Home Assistant



FERTIGGERÄT

34,95 €

Artikel-Nr. 158713

Zum Produkt

BAUSATZ

29,95 €

Artikel-Nr. 155523

Zum Produkt

Abm. (B x H x T):
33 x 42 x 21 mm,
Gewicht: 70 g

Der kleine Helfer im Smart Home



BAUSATZ

19,95 €

Artikel-Nr. 160767

Zum Produkt

Für einen trockenen Keller

Gerade Kellerräume sind häufig von zu hoher Luftfeuchtigkeit betroffen. Hier kann der ELV-SH-CTH in Kombination mit einer [Homematic IP Schaltsteckdose](#) einen Luftentfeuchter aktivieren.

ELV powered by homematic IP

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

- Liefert genaue Werte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die zuverlässig in der Hausautomation genutzt werden können
- Äußerst platzsparend; kann unauffällig in jedem Raum installiert werden
- Warnmeldungen bei über- oder unterschrittenen Schwellenwerten z. B. via Push-Nachricht
- Voll kompatibel mit dem Homematic IP Access Point, der Smart Home Zentrale CCU3 oder der Home Control Unit
- Flexible Positionierung dank Batterieversorgung

Abm.: (Ø x T): 43 x 12 mm, Gewicht (inkl. Batterie): 18 g



Zum Fachbeitrag



ELV Erweiterungsmodul Adapterplatine 2 ELV-EM-AP2

Module ins Trockene bringen

Ein trockenes Plätzchen für Ihr ELV-Modulsystem: In Kombination mit einer Abox 040 der Firma Spelsberg ermöglicht das Erweiterungsmodul Adapterplatine 2 Modulsystemaufbauten, die vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Durch den zusätzlichen Einbau eines Batteriehalters für zwei Mignonzellen entfällt der Bedarf für ein Powermodul.

i Infos zum Bausatz ELV-EM-AP2



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,25 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein

Wetterfestes Gehäuse für das ELV-Modulsystem

Soll ein Projekt mit Komponenten des ELV-Modulsystems im Außenbereich geschützt angebracht werden, ist die Auswahl an Gehäusen nicht besonders groß. Die erste Wahl ist hier das modulare [Gehäuse MH0101](#) von ELV, denn dieses ist vom Formfaktor her maßgeschneidert für einen Modulstapel. Wenn allerdings widrige Witterungsbedingungen als weitere Variable ins Spiel kommen, ist die Schutzart ([siehe Technikwissen](#)) des MH0101 mit IP43 möglicherweise nicht ausreichend. IP43 bedeutet, dass das Gehäuse vor dem Eindringen von Festkörpern mit einem Durchmesser von ≥ 1 mm und gegen fallendes Spritzwasser bis 60° geschützt ist. Sollte es witterungstechnisch etwas turbulenter zugehen, gibt es jetzt eine Lösung. Das [ELV-EM-AP2](#) ist auf die Innenmaße der bewährten Abzweigdose Abox 040 der Firma Spelsberg angepasst.

Passend für alle Abox-040-Generationen

Die Firma Spelsberg hat kürzlich das Design der Abzweigdosen erneuert. Die neuen Dosen haben eine höhere Schutzart – IP66 im Gegensatz zu IP65 –, sie sind also noch besser vor eindringendem Wasser geschützt. Um diese Schutzart zu erreichen, hat der Hersteller Spelsberg

in der Fertigung ein Verfahren namens „Überspritzen“ angewandt, bei dem zunächst der Hauptteil per Spritzgussverfahren mit dem Werkstoff Polypropylen gegossen wird. Die Verwendung dieses Kunststoffes ist ebenfalls eine Neuerung. Polypropylen ist deutlich UV- und hitzebeständiger und weniger spröde als das zuvor verwendete Polystyrol. Das im ersten Produktionsschritt hergestellte Teil wird in eine weitere Spritzgussform eingeführt, in dem die Kabeldurchführungen und die Dichtung des Deckels als Hohlraum eingearbeitet sind. Der Hohlraum wird mit einem thermoplastischen Elastomer ausgefüllt. Diese Füllung sorgt durch die höhere Flexibilität des zweiten verwendeten Kunststoffes sowohl für eine starke Verbindung mit dem Hauptkörper der Abox als auch für die Abdichtung der Auflagefläche des Deckels und der Kabeldurchführungen.

Mit dem neuen Fertigungsmaterial und den neuen Spritzgussformen hat der Hersteller auch das Design überarbeitet (Bild 1). Dieses ist geradliniger, und die wichtigsten Maße wie der Abstand der Schraubblöcher und die Mitten der Seiten sind nun direkt auf der Oberfläche der Dose angebracht. Auch im Innenraum hat sich einiges getan. Die Aufnahmen der Schrauben wurden von einer horizontalen in eine vertikale Konfiguration verschoben.

Beim ELV-EM-AP2 sind Löcher in der Platine vorgesehen, die auf beide Lochmuster passen, wodurch das Erweiterungsmodul sowohl mit der alten als auch mit der neuen Abox 040 kompatibel ist.

Der Lieferumfang des ELV Erweiterungsmoduls Adapterplatine 2 ELV-EM-AP2 ist in Bild 2 zu sehen.



Bild 1: Die alte und die neue Abox 040 im Vergleich



Bild 2: Lieferumfang des Erweiterungsmoduls ELV-EM-AP2

IP-Schutzarten

Verschiedene elektronische Betriebsmittel sind für unterschiedliche Umgebungssituationen geeignet. Wie genau die Eignung aussieht, wird durch die IP-Schutzart (IP: ingress protection = Schutz vor Eindringen) definiert. Die Zahl hinter IP setzt sich aus zwei Angaben zusammen:

1. Ziffer: Schutz vor dem Eindringen von Festkörpern. Dies können Staub oder Späne sein, berücksichtigt in den niedrigen Schutzklassen aber auch, dass ein Finger in das Gerät gelangen und stromführende Teile berühren kann.

2. Ziffer: Grad des Schutzes des Betriebsmittels gegen das Eindringen von Wasser. Grundsätzlich bedeutet eine höhere Zahl einen besseren Schutz. Manchmal wird die Zahl mit einem K erweitert. Dies bedeutet, dass in einem Test heißem Wasser oder Wasserdampf widerstanden wurde.

Die neue Abox von Spelsberg weist die Schutzart IP66 auf, die Dose ist also komplett staubdicht und kann starkem Strahlwasser, das aus beliebiger Richtung kommt, widerstehen. Eine Liste mit den genauen Erklärungen der einzelnen [Schutzarten und mehr finden Sie im neuen ELVwiki](#).

Schutzart	Schutz vor Eindringen von Festkörpern	Schutz vor Eindringen von Wasser
0	kein Schutz	kein Schutz
1	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ≥ 50 mm; geschützt gegen den Zugang mit dem Handrücken	geschützt gegen Tropfwasser
2	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser $\geq 12,5$ mm; geschützt gegen den Zugang mit einem Finger	geschützt gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser $\geq 2,5$ mm; geschützt gegen den Zugang mit einem Werkzeug	geschützt gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser $\geq 1,0$ mm; geschützt gegen den Zugang mit einem Draht	geschützt gegen allseitiges Spritzwasser
5	geschützt gegen Staub in schädigender Menge; vollständiger Schutz gegen Berührung	geschützt gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	staubdicht; vollständiger Schutz gegen Berührung	geschützt gegen starkes Strahlwasser
7		geschützt bei zeitweiligem Untertauchen
8		geschützt bei dauerndem Untertauchen
9		geschützt gegen Wasser bei Hochdruck-/ Dampfstrahlreinigung

Montageanleitung

Der Zusammenbau des Geräts wird nachfolgend in einer Schritt-für-Schritt-Anleitung gezeigt.

Schritt 1

Lösen Sie die Schrauben des Deckels der Abox und nehmen Sie diesen ab.



Schritt 2

Schlagen Sie bei Bedarf die Entwässerungsöffnungen (markiert mit Wassertropfen) mit einem Schlitzschraubendreher und einem Hammer heraus.

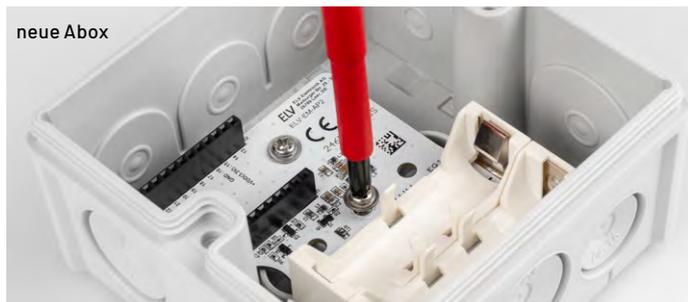


Wichtig: Sofern Sie bereits die neue Abox verwenden, sind alle weiteren Schritte (Einlegen der ELV-EM-AP2) erst nach der Montage der Abox an der Wand durchzuführen, da die Verschraubungslöcher von der Platine abgedeckt werden.

Halten Sie zur Montage die Abzweigdose an die Wand und richten Sie diese aus. Schrauben Sie die Abzweigdose in den Verschraubungslöchern fest und verdecken Sie anschließend die Schrauben mit den Abdichtstopfen der Abox.

Schritt 3

Schrauben Sie das ELV-EM-AP2 mit den beiliegenden Schrauben in der Abzweigdose fest.



Schritt 4

Klemmen Sie die Plastik-Antennenhalter in die vorgesehenen Löcher neben den Batteriehaltern.



Schritt 5

Stecken Sie die ELV-Base auf die Buchsenleiste.



Schritt 6

Verlegen Sie die Antenne um den Gehäusepfosten herum und klemmen Sie diese in die Antennenhalter ein.



Schritt 7

Entfernen Sie bei Applikationsmodulen mit externen Sensoren (z. B. ELV-AM-TH2) die Weichmembran gegenüber der ELV-Base.

Schritt 7.1

Stechen Sie mit einem Schlitzschraubendreher vorsichtig in die Vertiefung der Membran, bis diese einreißt.

Achtung: Bitte beachten Sie, dass die hier dargestellte Bilderserie nur das exemplarische Öffnen einer Membran darstellt! Damit bei eingesetzter Adapterplatine eine Kabeleinführung eingeschraubt werden kann, ist aus Platzgründen die obere rechte Membran zu öffnen.

**Schritt 7.2**

Hebeln Sie mit dem Schraubendreher die Membran von unten hoch, sodass der Riss sich entlang der runden Vertiefung ausbreitet.

**Schritt 7.3**

Helfen Sie ggf. mit den Fingern nach, sobald der Riss groß genug ist.

**Schritt 7.4**

Entfernen Sie die Membran vollständig aus dem Gerät.

**Schritt 7.5**

Legen Sie in die dreieckige Vertiefung auf der Innenseite (direkt unterhalb der Durchführung) die Mutter der Kabelverschraubung mit einer Ecke ein.

**Schritt 7.6**

Drehen Sie die Kabelverschraubung von außen auf die Mutter auf. Die im vorangehenden Schritt beschriebene Vertiefung verhindert dabei ein Mitdrehen der Mutter.

**Schritt 7.7**

Führen Sie das Kabel durch die Kabelverschraubung.



Schritt 7.8

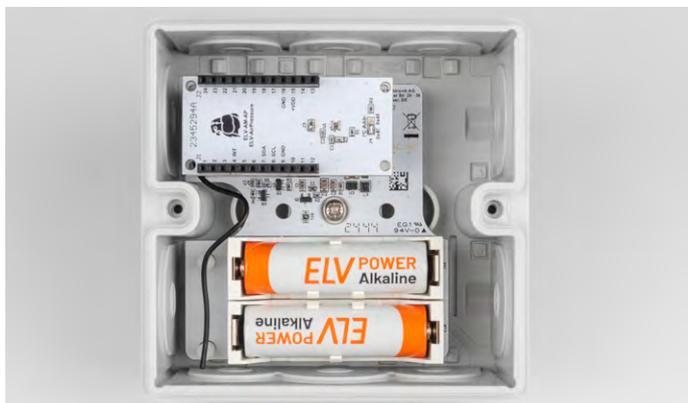
Um die maximale Dichtigkeit zu gewährleisten, ziehen Sie die Überwurfmutter nun so fest an, dass der Gummieinsatz von allen Seiten gegen das Kabel gequetscht wird.

**Schritt 8**

Stecken Sie das gewünschte Applikationsmodul auf.

**Schritt 9**

Setzen Sie die Batterien ein.

**Schritt 10**

Setzen Sie den Deckel auf und ziehen Sie die Schrauben fest.

**Anwendungsbeispiele****Steht der Weidezaun noch?****Überwachung von Weidezäunen mit dem Applikationsmodul ELV-AM-FD**

Weidezäune sollen Tiere einerseits schützen und andererseits verhindern, dass diese die Weide verlassen. Das ELV Applikationsmodul Weidezaunüberwachung [ELV-AM-FD](#) nutzt die LoRaWAN®-Technologie für eine effektive, wettergeschützte Kontrolle auch über große Entfernungen.

Um eine robuste und wetterfeste Überwachung eines Weidezauns zu realisieren, wird zunächst die Abox 040 vor Ort montiert. Danach kann die ELV-LoRaWAN®-Base wie in der Bauanleitung beschrieben auf die Erweiterungsplatine aufgesteckt werden ([Bild 3](#)).

Das Kabel zum Sensor des Applikationsmoduls muss in diesem Fall noch nach außen geführt und der Sensor am Zaun befestigt werden ([Bild 4](#)).

Eine Beschreibung dazu finden Sie in dem [Fachbeitrag zur Weidezaunüberwachung mit dem ELV-AM-FD](#). Nun kann der Zustand des Weidezauns bei jeder Witterung überwacht werden.



Bild 3: Der Aufbau ist bereit, um am Aufstellungsort angebracht zu werden.



Bild 4: Fertig montierte Weidezaunüberwachung

Außentemperaturfühler für Homematic IP

Brauche ich heute den dicken Mantel, oder reicht die leichte Jacke? Ein Außentemperaturfühler hilft bei dieser Entscheidung.

Die Außentemperatur kann zudem eine wichtige Kenngröße in der Hausautomation sein. So können z. B. eine Smart Home Sensor-Base [ELV-SH-BM-S](#) und ein Applikationsmodul Luftdruck [ELV-AM-AP](#) mithilfe des [ELV-EM-AP2](#) im Außenbereich angebracht werden. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, den Sensor mittels Kabel nach außen zu führen. Die Membranen der Abzweigdose werden nicht durchbrochen, sodass eine noch höhere Wasserdichtigkeit erzielt wird.

Bei einem solchen Betrieb wird allerdings der Einsatz eines Druckausgleichs empfohlen, da Temperaturunterschiede zu einem Vakuum und Kondenswasserbildung führen können. Abhilfe können Sie mit einem [6er-Set Druckausgleichsmembran](#) schaffen. Dieser Druckausgleich ermöglicht eine akkurate Messung des Luftdrucks. Die Außentemperatur und der Luftdruck sind ein Indikator für bevorstehende Wetterwechsel und können beispielsweise für das automatische Ein- und Ausrollen der Markisen verwendet werden.

Schaltungsbeschreibung

In [Bild 5](#) ist das Schaltplanbild des ELV-EM-AP2 zu sehen, in [Bild 6](#) die Platine mit dem entsprechenden Bestückungsdruck.

Kernstück des ELV-EM-AP2 ist der ISL9122A (U3), ein Buck-Boost-Spannungsregler, der die variable Batteriespannung (2,0–3,4 V) in eine saubere 3,3-V-Gleichspannung umwandelt, die dann von den Geräten aus dem Modulsystem verwendet werden kann.

Die Kondensatoren C1–C6 sowie die Ferrite L1 und L2 dienen zur Filterung der Ein- und Ausgangsschaltung des Spannungswandlers. Um

zu verhindern, dass eine verkehrt herum eingelegte Batterie die anderen Komponenten beschädigt, ist der positive Pol der Batterie mit dem Source-Anschluss des P-Kanal-MOSFET (Q1) verbunden, die Steuordiode hingegen direkt mit Masse. Die beiden Transistoren Q2 und Q3 dienen dazu, bei Bedarf die Batteriespannung – die zuvor über einen Spannungsteiler aus R5 und R7 halbiert wurde – an einen Pin an der Buchsenleiste J1 anzulegen. J1 und J2 sind die Buchsenleisten, die kompatibel mit dem [ELV-Modulsystem](#) sind.

Fazit

Das ELV-EM-AP2 ist speziell für die Abox 040 von Spelsberg entwickelt worden und schützt Modulsystemaufbauten vor Witterungseinflüssen. Der Aufbau bietet Platz für ein Basismodul, ein Applikationsmodul und zwei Mignonzellen. Diese sorgen für eine längere Lebensdauer von Applikationen, und es ist zudem kein Powermodul notwendig.

Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig. So lässt sich diese Kombination zur Verfolgung beweglicher Objekte mit dem [ELV-AM-GPS](#) (Tracking) einsetzen. Ebenfalls ist der Einsatz eines Kontakt-Interface [ELV-AM-CI1](#) mit einem Magnetkontakt am Gartentor oder Briefkasten nun ohne Einfluss der Witterung möglich. **ELV**

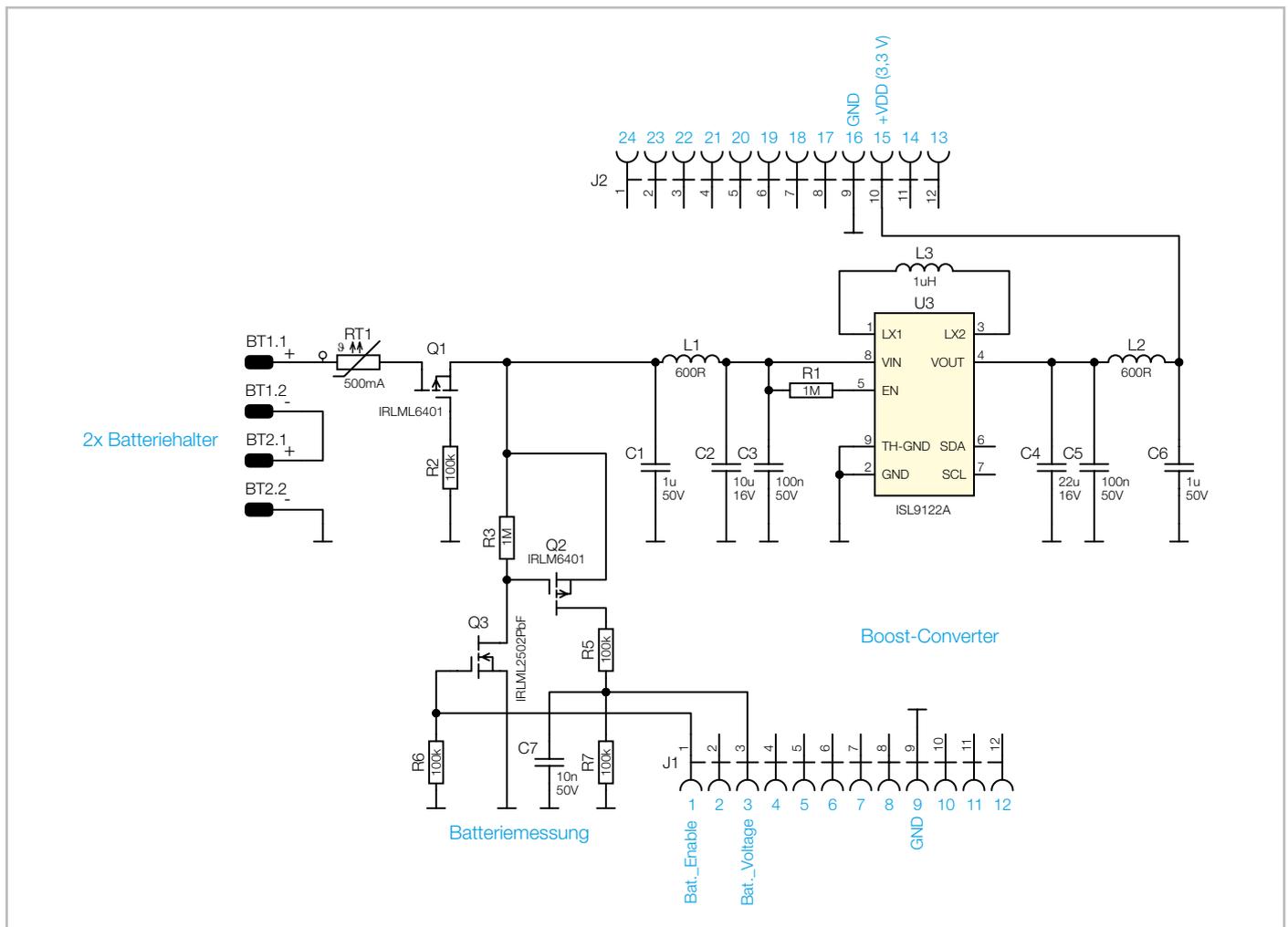


Bild 5: Schaltbild des ELV-EM-AP2

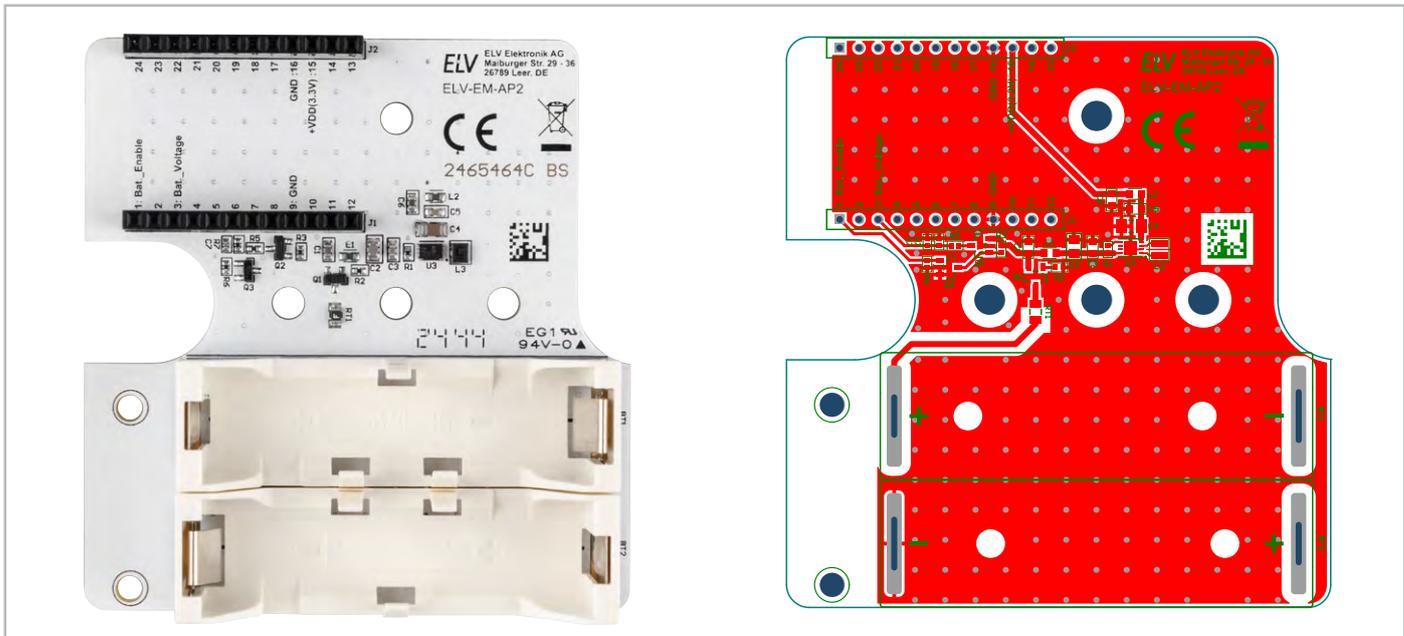


Bild 6: Platinenoberseite des ELV-EM-AP2 mit Bestückungsdruck

Widerstände:

100 k Ω /SMD/0402	R2, R5-R7
1 M Ω /SMD/0402	R1, R3
PTC/0,5 A/6 V/SMD	RT1

Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C7
100 nF/50 V/SMD/0603	C3, C5
1 μ F/50 V/SMD/0603	C1, C6
10 μ F/16 V/SMD/0805	C2
22 μ F/16 V/SMD/1206	C4

Halbleiter:

ISL9122/SMD	U3
IRLML6401/SMD	Q1, Q2
IRLML2502PbF/SMD	Q3

Sonstiges:

Chip-Ferrite, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1, L2
Speicherdrossel, SMD, 1,0 μ H/2,1 A	L3
Buchsenleisten, 1x 12-polig, gerade, THT	J1, J2
Batteriehalter mit THT-Batteriekontakten für 1x R6	BT1, BT2
Platinenabstandshalter	SP1, SP2
Kunststoffschrauben, 4,0 x 8 mm	



Stückliste

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-EM-AP2
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR6/Mignon/AA
Stromaufnahme:	2 μ A (ohne Last)
Ausgangsspannung:	3,3 Vdc
Ausgangsstrom:	250 mA max.
Umgebungstemperatur:	-20 bis +55 $^{\circ}$ C
Abmessung (B x H x T):	82 x 76 x 20 mm (ohne Abox)
Gewicht:	33 g (ohne Batterien)

Immer auf dem neuesten Stand

ELV Newsletter abonnieren und Vorteile sichern!

Abonnieren Sie jetzt unseren regelmäßig erscheinenden Newsletter, und Sie werden stets als einer der Ersten über neue Artikel und Angebote informiert.

- ▶ Neueste Technikrends
- ▶ Sonderangebote
- ▶ Tolle Aktionen und Vorteile

[Zum Newsletter anmelden](#)



ELV Erweiterungsmodul Adapterplatine 2

ELV-EM-AP2

ELV


Anwendungsbeispiel in Spelsberg-Abox


NEU
EXKLUSIV
BAUSATZ
14,95 €

Artikel-Nr. 161127

[Zum Produkt](#)

- Anwenderfreundliche Erweiterung für das ELV-Modulsystem für Lösungen im Außenbereich
- Integrierte Energieversorgung erspart den Einsatz eines ELV-Powermoduls
- Kompatibel mit neuer und alter Abox 040 von Spelsberg



Abzweigkasten Abox 040-L

- Einführungen mit weichen, selbstdichtenden Membranen
- Auch eine Kabeleinführung von hinten ist möglich
- Dichtbereich: 4-21 mm
- Mit Schutzart IP66
- Zertifiziert durch VDE (DIN EN 60670-1/-22 (VDE 0606-1/-22))


6,95 €

Artikel-Nr. 254245

[Zum Produkt](#)

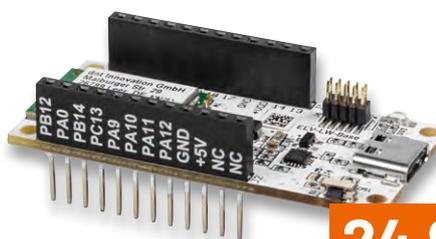
Homematic IP oder LoRaWAN® – mit diesen beiden Modulen haben Sie die Wahl:

Das ELV-EM-AP2 ist ein vielseitig einsetzbares Erweiterungsmodul und in Verbindung mit einer Abox 040 bestens geeignet für den Außenbereich. Mit der Wahl des Basis-Moduls können Sie dabei selbst entscheiden, ob Sie Ihre Sensoren über Ihr Homematic IP System oder LoRaWAN® auswerten wollen. Dafür stehen Ihnen diese beiden Basis-Module zur Verfügung:

Experimentierplattform für LoRaWAN®

ELV-LW-Base

- Für Experimente mit Ultra-Low-Power und Long-Range-Sensoren
- Verwendung in einem lizenzfreien Frequenzband (863-870 MHz)
- Sehr stromsparend
- Hohe Funkreichweite: typ. bis zu 15 km (Freifeld)
- Per USB und ELV-Flasher-Tool Änderung der Firmware (Hex-Files) möglich


[Zum Produkt](#)
24,95 €

Artikel-Nr. 158052

ELV Smart Home Sensor-Base

ELV-SH-BM-S

- Ausgewählte Applikationsmodule aus dem ELV-Modulsystem direkt über die CCU3 in Ihrem Homematic IP System nutzen
- Stand-alone als 8-Kanal-Kontaktinterface nutzbar
- 8 Kanäle für direkte Verknüpfungen und 8 Messwertkanäle für Sensordaten


[Zum Produkt](#)
29,95 €

Artikel-Nr. 158314

Microcontroller programmieren

Was ist Calliope?

Coden und Experimentieren für Groß und Klein, für Anfänger und Fortgeschrittene: Statt ewiger schwarz-weißer Text- und Zahlenkolonnen und Angst vor Technik endlich mit kleinem Aufwand direkt Erfolge sehen! Der Calliope-Microcontroller mit seinen Modulen macht einen schnellen Einstieg möglich. Programmieren einfach und spielerisch lernen war noch nie so einfach: LEDs zum Leuchten bringen, Temperatur oder Helligkeit messen, Motoren, Sensoren und Aktoren verbinden, die Möglichkeiten sind schier unendlich. Dazu reicht ein beliebiger Editor auf dem Smartphone, Tablet oder Computer. Einfacher wird der Start mit dem MakeCode-Editor.

In der Web-Anleitung finden sich zudem kinderleichte Programmierbeispiele in Mind+ sowie Scratch und MicroPython. ARDUINO IDE, Calliope Mini Blocks, Microblocks, Open Roberta Lab und die Calliope Mini App werden ebenfalls unterstützt. Programmierumgebungen, Editoren und Programmierbeispiele finden Sie [hier](#).

- Alles auf der Platine zum Programmieren und Experimentieren: Bedienelemente, Anzeigen, Sensoren, Programmierschnittstelle
- Viele erprobte Projekte: Lauftext auf LED-Matrix anzeigen – Kompass – Temperatur – Helligkeit messen – Lautstärke – Audiosignal erzeugen und abspielen



CALLIOPE

Calliope Board Mini 3.0

- Verpolungssichere JacDac-Anschlüsse für Erweiterungsmodule
- USB-C-Anschluss für Verbindung zu PC und Tablet
- Pinleisten: 6-polige Motorschnittstelle, 26-polige Erweiterungsschnittstelle
- 2x Grove-Stecker: Anschluss von I2C- und SPI-Modul möglich
- Bluetooth
- Tasten und Touch-Pins für manuelle Bedienung
- Lauftext, Zahlen, Bilder und Symbole auf integrierter LED-Matrix anzeigen
- 3 integrierte RGB-LEDs in verschiedenen Farben leuchten lassen



41,40 €

Artikel-Nr. 254317

Zum Produkt



CALLIOPE

Calliope Motion Kit

- Schritt für Schritt die Steuerung von Motoren erlernen
- Mit Gleichstrommotoren, Linienfolger, Infrarot- und Ultraschallsensor
- Drehrichtung und Geschwindigkeit der Motoren programmierbar
- Mit 2 roten LEDs und 4 RGB-LEDs für ein faszinierendes Farbenspiel
- Ultraschallsensor erkennt Hindernisse
- Grove- und Servo-Anschluss für eigene Erweiterungen

Hinweis: Das Calliope Board Mini 3 ist nicht im Motion Kit enthalten und muss separat bestellt werden.



NEU

39,90 €

Artikel-Nr. 254318

[Zum Produkt](#)



CALLIOPE

Calliope JacDac Set

- Spannende Projekte mit Modulen zum Messen, Steuern und Auslesen von Werten in Echtzeit
- Enthält Sensor- und Aktor-Module, die einfach an die verpolungssicheren JacDac-Anschlüsse der Microcontroller-Platine angesteckt werden: Schieberegler, Drehregler, RGB-LED-Ring, Magnetsensor, Lichtsensor
- Erweiterungsmodule lassen sich in Reihen- und Parallelschaltung betreiben
- Leicht verständliche Anleitung und Programmierbeispiele im Web

Hinweis: Das Calliope Board Mini 3 ist nicht im JacDac Set enthalten und muss separat bestellt werden.



NEU

59,99 €

Artikel-Nr. 254316

[Zum Produkt](#)



Acht vielseitige Kanäle

ELV LoRaWAN® Modulplatine Open Collector – 8fach ELV-LW-OC8

ELV erweitert seine LoRaWAN®-Familie mit dem ersten Klasse-C-Modul mit durchgehender Empfangsbereitschaft, dem ELV-LW-OC8. Das innovative Gerät bietet acht individuell ansteuerbare Open-Collector-Ausgänge und ist eine ideale Lösung für zahlreiche Anwendungen in der Steuerung und Automation von Lichtanlagen, Bewässerungsventilen oder Pumpen aus der Ferne.

i Infos zum Bausatz ELV-LW-OC8



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,5 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötverfahren:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein

Das erste LoRaWAN®-Klasse-C-Modul für maximale Erreichbarkeit

Die Modulplatine [ELV-LW-OC8](#) ist das erste LoRaWAN®-Klasse-C-Gerät in der ELV Produktwelt und setzt neue Maßstäbe in der drahtlosen Steuerung. Die LoRaWAN® Klasse C zeichnet sich durch eine kontinuierliche Empfangsbereitschaft aus. Dies ermöglicht eine sofortige Reaktion auf Steuerbefehle und eine zuverlässige Kommunikation. Während Klasse-A-Geräte nur in festgelegten Zeitfenstern nach dem Senden eines Uplinks erreichbar sind und Klasse-B-Geräte mit synchronisierten Empfangsfenstern arbeiten, bleiben Klasse-C-Geräte jederzeit empfangsbereit. Dies erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit und macht sie ideal für Anwendungen, die eine sofortige Steuerung oder schnelle Statusaktualisierungen erfordern.

ELV-LW-OC8 in Betrieb nehmen

Der Betrieb des Empfangsmoduls erfolgt mit einer Gleichspannung von 2,6–3,5 V oder 4,5–12 V.

Unbedingt zu beachten: Die Betriebsspannung muss polrichtig angeschlossen werden.



Wichtiger Hinweis

Das ELV-LW-OC8 niemals gleichzeitig an beiden Spannungsschienen versorgen!

Zur Auswahl stehen:

- 4,5–12 VDC: Pin 16 an Stiftleiste J1
- 2,6–3,5 VDC: Pin 14 an Stiftleiste J1

Bild 1 zeigt die Anschlussbelegung des Moduls, die Sie beim Anschluss an die eigene Schaltung unbedingt beachten müssen.

Die acht Schaltausgänge sind als Open-Collector ausgeführt, was bedeutet, dass beispielsweise ein angeschlossenes Relais gegen Masse geschaltet wird. In Bild 2 ist dargestellt, wie Sie die Ausgänge beschalten können.

Der Ausgangstreiber U2 verfügt über acht identische Open-Collector-Ausgänge, die jeweils mit bis zu 100 mA belastet werden können. Dies reicht aus, um gängige Relais oder andere Lasten anzusteuern. Die internen Freilaufdioden der Ausgänge sind am Anschluss „COM“ zusammengefasst. Wird das Modul mit Relais betrieben, kann dieser Anschluss mit der Versorgungsspannung verbunden werden. Die Schutzdioden in U2 verhindern negative Spannungsspitzen, die durch die Selbstinduktion der Relais entstehen können. Alternativ kann jedes Relais auch separat mit einer Schutzdiode versehen werden.

Zusätzlich zeigt Bild 2, wie Sie einen nachgeschalteten Mikrocontroller ansteuern können. In der Regel wird hierzu ein Port-Eingang eines Controllers verwendet, der intern mit einem Pull-up-Widerstand beschaltet ist. Auch Leuchtdioden (LEDs) lassen sich mit den Open-Collector-Ausgängen schalten, verwenden Sie dabei einen entsprechenden Vorwiderstand.

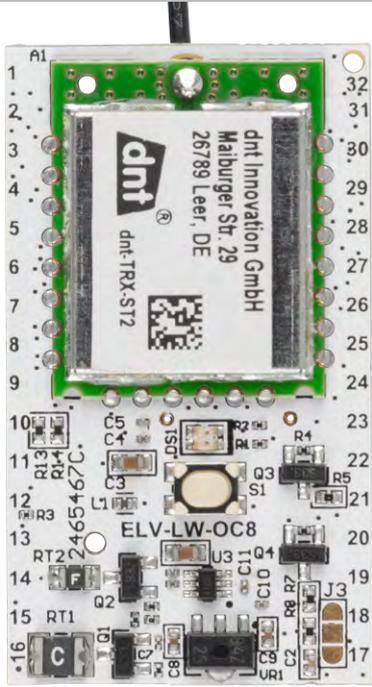
Anmeldung im LoRaWAN®-Netzwerk

Das ELV-LW-OC8 lässt sich wie jedes andere LoRaWAN®-Gerät in ein Netzwerk integrieren. Auf ganz einfache Weise ist das möglich über unser Device Repository for LoRaWAN® im The Things Network, nachzulesen im [Fachbeitrag](#) „Schnell integrieren - Einfache Einbindung von LoRaWAN®-Geräten in das The Things Network“.

Sollte das Device Repository nicht verwendet werden, ist darauf zu achten, dass es sich beim ELV-LW-OC8 um ein Klasse-C-Gerät handelt und es als solches im Netzwerk angemeldet werden muss.

Uplinks und Downlinks

Das ELV-LW-OC8 sendet in der Werkskonfiguration einen Uplink alle 15 Minuten. Übertragen werden dabei die App- und Bootloader-Version, der Zustand der Channel eins bis acht (ch1 entspricht OUT1 etc.), die Versorgungsspannung und der auslösende Grund der Übertragung.



1	A1	32	COM
2		31	OUT1
3		30	OUT2
4		29	OUT3
5		28	OUT4
6		27	OUT5
7		26	OUT6
8		25	OUT7
9		24	OUT8
10		23	GND
11		22	GND
12		21	GND
13	BT1	20	GND
14	+2,6–3,5 V	19	GND
15	Status_G	18	GND
16	+4,5–12 V	17	TX/Status_R

ELV-LW-OC8

IN1-IN8:	externe Tastereingänge (low aktiv)
OUT1 - OUT8:	Schaltausgänge (Open-Collector)
BT1:	Anschluss für externen Taster (Konfigurationstaste)
+2,6–3,5 V:	Betriebsspannung
Status_G:	Anschluss für externe (grüne) LED
+4,5–12 V:	Betriebsspannung
COM	Zusammenfassung der internen Freilaufdioden
TX/Status_R:	TX nicht benutzt/Anschluss für externe (rote) LED
GND:	Massepotential für die Betriebsspannung und Schaltausgänge

Bild 1: Anschlussbelegung der Stiftleisten

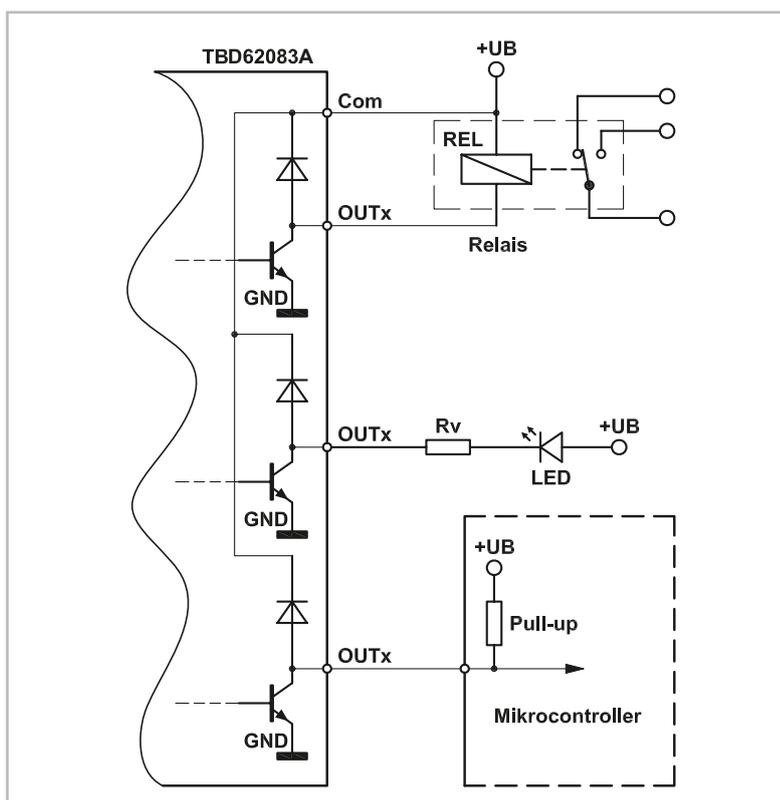


Bild 2: Anschlussmöglichkeiten der Schaltausgänge

Regulär sind die Tastereingänge IN1 bis IN8 mit den Ausgängen OUT1 bis OUT8 gekoppelt. Wird nun IN1 mittels externen Tasters betätigt, schaltet der Ausgang OUT1 durch. Diese Kopplung lässt sich mittels Downlinks lösen und die Tastereingänge fungieren danach als Kontaktinterface.

Up- und Downlinks werden auf dem Port 10 übertragen. Die aktuelle Konfiguration des Moduls lässt sich mittels Downlink mit dem Wert 0x0B abfragen. In diesem Fall erweitern sich die Informationen im Uplink um die Kopplung Ein- zu Ausgängen und dem aktuellen Intervall. Jeder Downlink wird zudem mit einem Uplink bestätigt, auch im Fehlerfall bei ungültigen Downlinks. Der Aufbau eines Uplinks wird in [Tabelle 1](#) dargestellt und alle möglichen Downlinks werden in [Tabelle 2](#) aufgeführt und erläutert.

Durch die Verwendung von Datentypen können verschiedene Downlinks miteinander kombiniert werden. Beispielsweise lässt sich das Intervall anpassen und gleichzeitig kann ein Ausgang geschaltet werden. Wird über Port 10 die Payload 020F060201 an das Modul gesendet, wird das Intervall auf 15 Minuten gesetzt und OUT2 schaltet durch.

Neben dem üblichen zyklischen Senden kann eine Sendung auch asynchron erfolgen. Dies wird durch Betätigen der Konfigurationstaste kürzer als 5 Sekunden ausgelöst. Zudem löst jede Betätigung an einem Eingang (IN1 bis IN8) eine Sendung aus.

Für einen Werksreset wird die Konfigurationstaste zwischen 5 und 8 Sekunden betätigt. Bei einem Werksreset nehmen alle Einstellungen wieder ihre Defaultwerte an.

Ein Beispiel für einen Uplink ist in [Bild 3](#) zu sehen. Die tx_reason gibt den Grund des Uplinks an. In diesem Fall ist der Grund ein INPUT_2_EVENT. Es wurde also an IN2 ein Event ausgelöst und deshalb OUT2 durchgeschaltet. Weitere Gründe für einen Uplink und ihre Bedeutung sind in [Tabelle 3](#) aufgeführt.

```
Payload: { app_version: "V1.0.1", bl_version: "V3.0.7", ch1: 0, ch2: 1, ch3: 0, ch4: 0, ch5: 0, ch6: 0, ch7: 0, ch8:0, supply_voltage: 4929, tx_reason: "INPUT_2_EVENT" }
```

Bild 3: Uplink ELV-LW-OC8

Bytes des ELV-LW-OC8 im Uplink		
Byte 0	Datentyp app_version	0x01
Byte 1	Version Main	App-Version
Byte 2	Version Sub1	
Byte 3	Version Sub2	
Byte 4	Datentyp bl_version	0x02
Byte 5	Version Main	Bootloader-Version
Byte 6	Version Sub1	
Byte 7	Version Sub2	
Byte 8	Datentyp tx_reason	0x03
Byte 9	Cyclic-, User-Button-, Input-X-, Downlink-ACK, Downlink-Error-Event	TX-Reason
Byte 10	Datentyp supply_voltage	0x04
Byte 11	High Byte	Supply Voltage
Byte 12	Low Byte	
Byte 13	Datatype output states (ch1 ... ch8)	0x07
Byte 14	Anzahl der Bytes mit aktiven Kanälen (OC8: immer 1)	0x01
Byte 15	Kanalstatus bitweise codiert: bit 0 = ch1 etc.	
Byte 16	Datentyp interval	0x08
Byte 17	Bsp: 15 = 15 Minuten	Intervall
Byte 18	Datentyp contact_interface_en	0x09
Byte 19	0 = IN/OUT gekoppelt, 1 = Kontaktinterface aktiv	Kontaktinterface bzw. Kopplung IN/OUT aktiv/inaktiv

Tabelle 1

Einstellbare Parameter des ELV-LW-OC8 im Downlink			
Datentyp	Payloadgröße (Byte)	Beschreibung	Beispiel
Intervall (0x02)	2	setzt das Intervall in Minuten Intervall wird nach Ablauf des aktuellen Intervalls gesetzt	020F → entspricht einem Intervall von 15 Minuten 0x0F = default
Einen Kanal schalten (0x06)	3	schaltet den gewählten Ausgang Byte 1 gibt den Ausgang bzw. Kanal an: OUT1 = ch1 Byte 2 ist der Status des Kanals: 0 = reset, 1 = set (durchgeschaltet/aktiv)	060201 ch2 schaltet durch
Mehrere Kanäle gleichzeitig schalten (0x08)	3	bietet die Möglichkeit, einen oder mehrere Ausgänge gleichzeitig zu schalten	080102 ch2 schaltet durch, alle anderen werden gesperrt „0801“ ist immer anzugeben
Intervall sofort setzen (0x09)	2	setzt das Intervall in Minuten Intervall wird mit neuem Wert zurückgesetzt	0x02 → entspricht einem Intervall von 2 Minuten
IN als reines Kontaktinterface (0x0A)	2	trennt IN von OUT Ausgänge können im Anschluss nur noch via Downlink gesetzt werden IN fungiert als Kontaktinterface 0x00 = Kontaktinterface disable 0x01 = Kontaktinterface enable	0A01 Kontaktinterface aktiviert IN von OUT getrennt
Info (0x0B)		mittels 0x0B werden Informationen vom Gerät bzgl. der aktuellen Einstellungen angefordert	

Tabelle 2

Uplink-Gründe des ELV-LW-OC8	
tx_reason	Bedeutung
CYCLIC_EVENT	Intervall abgelaufen und Sendung erfolgt
USER_BUTTON_EVENT	Die Konfigurationstaste hat einen Uplink ausgelöst
INPUT_1_EVENT ... INPUT_8_EVENT	An einem der Eingänge (IN1 ... IN8) wurde eine fallende Flanke erkannt
DOWNLINK_ACK_EVENT	Ein korrekter Downlink wurde empfangen und hiermit bestätigt
DOWNLINK_ERROR_EVENT	Ein fehlerhafter Downlink wurde empfangen und hiermit der Fehler gemeldet

Tabelle 3

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten des ELV-LW-OC8

Das ELV-LW-OC8 bietet durch seine acht Open-Collector-Ausgänge und die permanente Empfangsbereitschaft als LoRaWAN®-Klasse-C-Gerät zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in Steuerung und Automation. Dank der flexiblen Spannungsversorgung und der Möglichkeit, verschiedene Lasten direkt oder über Relais anzusteuern, eignet es sich für verschiedenste Einsatzbereiche.

Beleuchtungsanlagen steuern

Mit dem ELV-LW-OC8 können Lichtanlagen aus der Ferne geschaltet werden, auch dort, wo z. B. keine Internetverbindung verfügbar ist, wohl aber das LoRaWAN®-Netzwerk. Durch die Open-Collector-Ausgänge lassen sich sowohl LED-Leisten als auch herkömmliche Lampen über Relais ansteuern. Dies ist besonders nützlich für die Gebäudeautomation oder den Außenbereich, z. B. zur Steuerung von Garten- oder Wegebeleuchtung in abgelegenen Schreber- oder Kleingärten.

Pumpen und Motoren steuern

Das Modul ermöglicht die drahtlose Ansteuerung von Pumpen oder kleinen Motoren. So können Sie beispielsweise eine Gartenpumpe in ein automatisiertes Bewässerungssystem integrieren.

Gartenbewässerung mit dem ELV-SH-GVI – Bewässerungsventile steuern

In Kombination mit dem ELV-SH-GVI (Garten-Ventil-Interface) kann das ELV-LW-OC8 die Steuerung von bis zu acht Bewässerungsventilen übernehmen. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung an individuelle Bewässerungspläne, gesteuert über ein zentrales System oder Sensordaten. Durch Einbau in ein wettergeschütztes [IP65-Gehäuse](#) erhalten Sie eine ideale Lösung für den Außeneinsatz.

[Bild 4](#) zeigt das ELV-LW-OC8 zusammen mit dem ELV-SH-GVI in solch einem IP65-Gehäuse.

Hinweis: Die Antenne des OC8 ist kürzer als die des HmIP-MOD-OC8, daher kann der zweite Antennenhalter auch weggelassen werden.

Weitere Informationen zur Inbetriebnahme des ELV-SH-GVI finden Sie im zugehörigen [Fachbeitrag](#).

Sensorsteuerung – Schaltvorgänge auslösen

Das ELV-LW-OC8 kann auf Sensordaten reagieren und damit Schaltvorgänge auslösen. Wird beispielsweise ein Temperatursensor oder ein Bodenfeuchtesensor in das System eingebunden, kann das Modul

bei bestimmten Messwerten automatisch eine Aktion auslösen wie etwa das Aktivieren eines Ventils oder das Schalten einer Heizung.

Bestehende Steuerungen erweitern

Das Modul kann auch als Ergänzung in bestehenden Automatisierungssystemen eingesetzt werden. Bestehende Steuerungen lassen sich durch die Open-Collector-Ausgänge einfach erweitern und ermöglichen eine drahtlose Ansteuerung zusätzlicher Komponenten.

Leistungsstarke Schaltanwendungen mit dem Relais-Schaltmodul RSM1

Für das Schalten größerer Lasten kann das ELV-LW-OC8 mit dem Relais-Schaltmodul [RSM1](#) ([Bild 5](#)) kombiniert werden. Während die Open-Collector-Ausgänge direkt nur begrenzte Ströme schalten können, ermöglicht das RSM1 den Einsatz eines leistungsfähigen, potentialfreien Relais-Wechslerkontakts. Dadurch lassen sich höhere Spannungen und Ströme sicher und zuverlässig schalten, z. B. für leistungsstarke Pumpen, elektrische Heizungen oder Beleuchtungen.

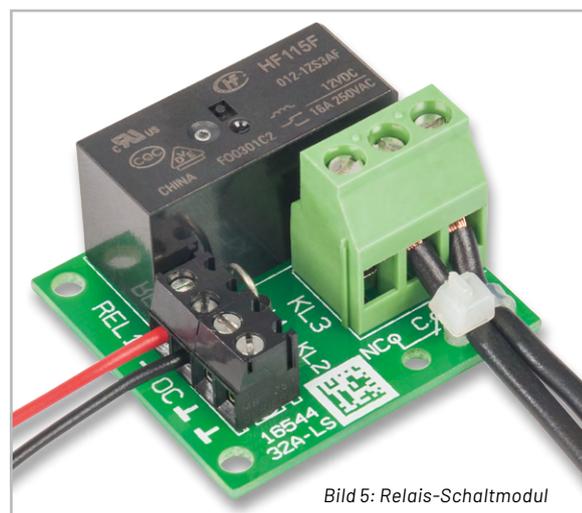


Bild 5: Relais-Schaltmodul

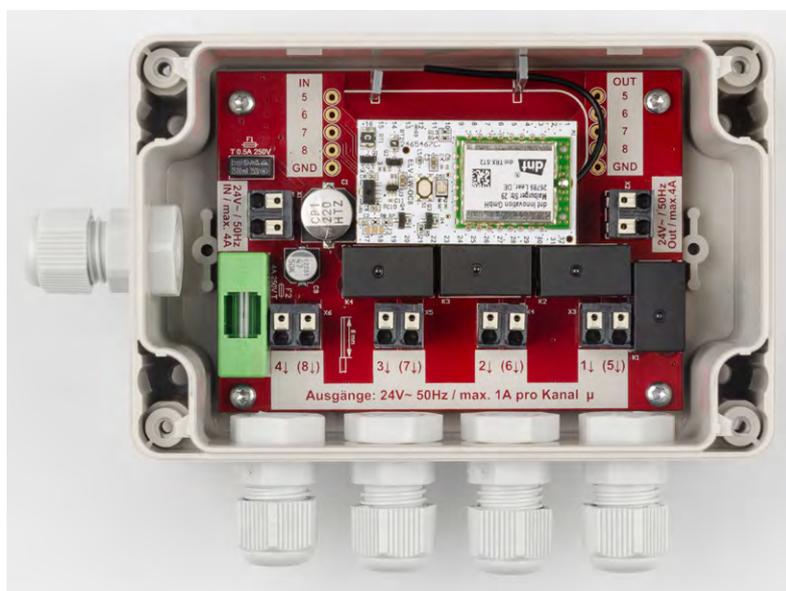


Bild 4: Das ELV-LW-OC8 in Kombination mit dem Garten-Ventil-Interface ELV-SH-GVI montiert in einem IP65-Gehäuse



Wichtiger Hinweis

Sollen mit dem Relais höhere Spannungen als 35 V geschaltet werden, wie z. B. Netzspannung, sind einige wichtige Regeln zu beachten:

- Die an Klemme KL3 angeschlossenen Leitungen müssen mit Kabelbindern auf der Platine gegen Lösen gesichert werden ([Bild 5](#)).
- Das Gerät muss entsprechend den VDE-Richtlinien sicher in ein dafür zugelassenes Gehäuse eingebaut werden, wobei unbedingt alle Isolationsabstände inkl. der Luft- und Kriechstrecken einzuhalten sind. Ebenso ist bei allen spannungsführenden Teilen ggf. auf doppelte Isolation zu achten.
- Arbeiten an Netzspannung führenden Teilen dürfen nur durch dafür ausgebildete und berechtigte Personen ausgeführt werden!

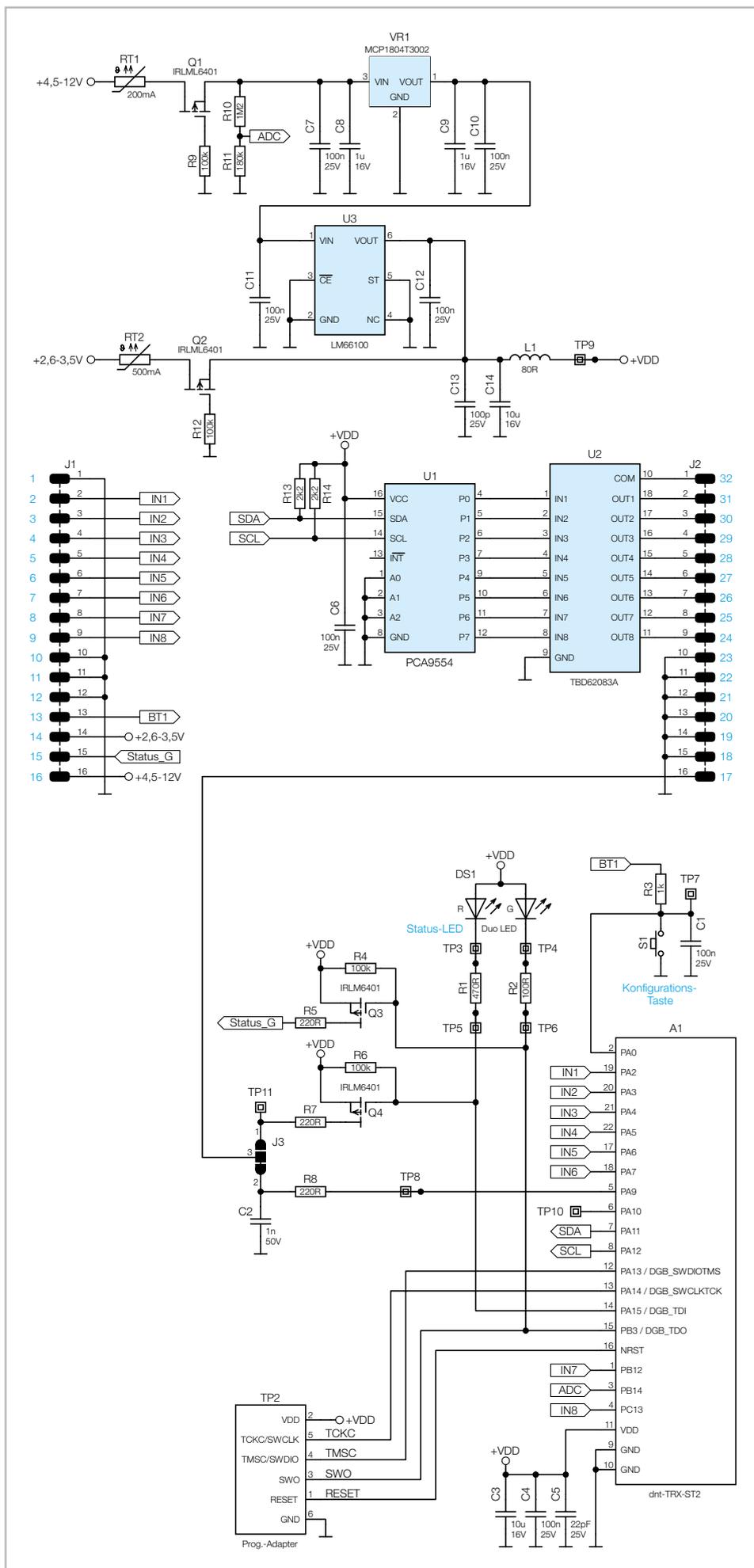


Bild 6: Schaltbild des ELV-LW-OC8

Schaltung

Die Schaltung des Geräts (Bild 6) ist sehr übersichtlich, sie besteht aus der Spannungsversorgung, dem Mikrocontroller-Funkmodul A1, dem Open-Collector-Treiber U2 und weiteren Komponenten, die nachfolgend Schritt für Schritt behandelt werden.

Das ELV-LW-OC8 kann auf zwei unterschiedliche Weisen mit Spannung versorgt werden. An Pin 14 (+2,6-3,5 V) an der Stiftleiste J1 wird das OC8 direkt mit einer im genannten Bereich befindlichen Spannung betrieben. An Pin 16 (+4,5-12 V) an der Stiftleiste J1 ist ein Spannungsregler VR1 zwischengeschaltet. Dieser regelt die Eingangsspannung auf 3,0 V.

Den beiden Versorgungsschienen gemein ist der Verpolungsschutz bestehend aus den PMOS Q1 und Q2 und den Pull-down-Widerständen R9 und R12. Zudem ist in beiden Schienen eine sich selbst zurückstellende PTC-Sicherung, RT1 und RT2, zum Schutz der Schaltung zu finden.

Die Kondensatoren C7 bis C14 und der Ferrit L1 dienen der Filterung und der Stabilisierung der Spannung. Die „Ideale Diode“ U3 verhindert beim Verwenden von Pin 14 zur Versorgung des Systems mit Spannung ein Zurückspeisen in den Regler VR1.

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie niemals beide Spannungsschienen gleichzeitig verwenden!

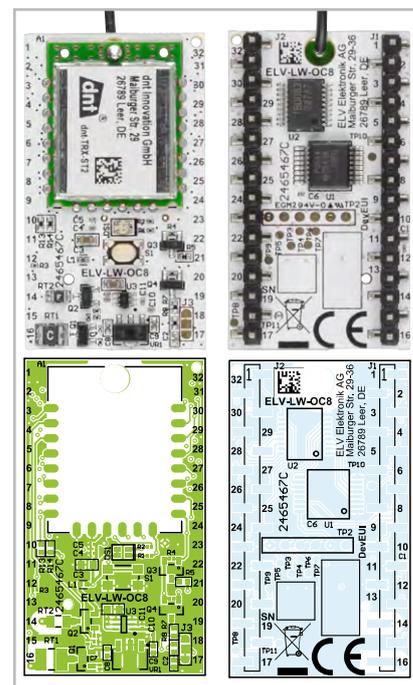


Bild 7: Platinenfotos und Bestückungsdrucke des ELV-LW-OC8

Am Spannungsteiler R10 und R11 lässt sich die angelegte Spannung an +4,5–12 V per ADC messen und als Uplink versenden.

An A1 angeschlossen ist, zur Signalisierung von z. B. des Joinings, die DUO-LED DS1, begleitet von den jeweiligen Vorwiderständen R1 und R2. Die Zustände der LEDs sind gleichzeitig an die Stiftleisten herausgeführt: Pin 15 an J1 für Grün und Pin 17 an J2 für Rot. Leuchtet beispielsweise die grüne LED, wird die Basis von dem PMOS Q3 auf Masse gezogen und der PMOS schaltet +VDD über den Vorwiderstand R5 an den eben genannten Pin durch. R4 ist ein Pull-up-Widerstand, der für einen definierten Zustand an Q3 sorgt, wenn die grüne LED aus ist.

Analog dazu der gleiche Schaltungsaufbau für die rote LED mit den Komponenten Q4, R6 und R7. Bei der roten LED ist darauf zu achten, dass hier für die Verwendung zunächst die Verbindung der Pads 2-3 an J3 getrennt wird und die Verbindung der Pads 1-3 an J3 durch einen Lötspunkt hergestellt werden muss.

Die Konfigurationstaste S1 dient dem Auslösen eines Uplinks und dem Zurücksetzen des Systems auf Werkseinstellung.

Der Widerstand R3 dient zur Sicherheit der Strombegrenzung, falls über Pin 13 an J1 ein externer Taster angeschlossen werden soll.

Der Kondensator C1 dient der Entprellung eines Tastendrucks und die Kondensatoren C3 bis C5 dienen der Filterung von Störungen und dem Puffern der Betriebsspannung von A1.

Die acht zur Verfügung stehenden Schaltausgänge, die das IC U2 zur Verfügung stellt, sind als Open-Collector-Ausgänge ausgeführt. Wird nun ein Ausgang vom Controller geschaltet, schaltet der Ausgangstransistor den Ausgang nach Masse durch.

Da der Controller nicht mit genügend GPIOs ausgestattet ist, um U2 direkt anzusteuern, ist U2 ein sogenannter Port-Expander U1 vorgeschaltet, der die Möglichkeiten des Controllers mittels I²C erweitert. R13 und R14 sind die Pull-up-Widerstände der I²C-Leitungen. C6 stabilisiert die Versorgungsspannung von U1.

In Bild 7 sind die Platinenfotos und Bestückungsdrucke der Modulplatine ELV-LW-OC8 zu sehen. Da alle Bauteile bereits bestückt sind, sind keine Lötarbeiten notwendig. **ELV**



Widerstände:

100 Ω/SMD/0201	R2
220 Ω/SMD/0402	R5, R7, R8
470 Ω/SMD/0201	R1
1 kΩ/SMD/0201	R3
2,2 kΩ/SMD/0402	R13, R14
100 kΩ/SMD/0201	R4, R6, R9, R12
180 kΩ/SMD/0201	R11
1,2 MΩ/SMD/0201	R10
PTC/0,2 A/30 V/SMD	RT1
PTC/0,5 A/6 V/SMD	RT2

Kondensatoren:

22 pF/25 V/SMD/0201	C5
100 pF/25 V/SMD/0201	C13
1 nF/50 V/SMD/0402	C2
100 nF/25 V/SMD/0201	C1, C4, C6, C7, C10, C11, C12
1 µF/16 V/SMD/0402	C8, C9
10 µF/16 V/SMD/0603	C3, C14

Halbleiter:

PCA9554DB/SMD/T1	U1
TBD62083AFNG/SMD	U2
LM66100/SMD	U3
MCP1804T3002/3,0 V	VR1
IRLML6401/SMD	Q1-Q4
Duo-LED/rot/grün/SMD	DS1

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 80 Ω bei 100 MHz, 0402	L1
dnt-TRX-ST2	A1
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	S1
Stiftleisten, 1x 16 polig, gerade	J1, J2
Aufkleber mit DevEUI-Adresse, Matrix-Code	

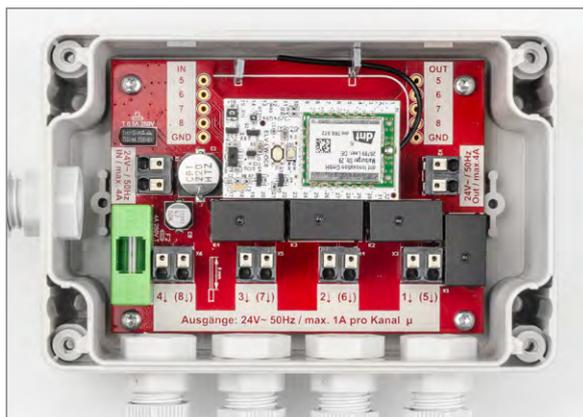
Stückliste

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-LW-OC8
Spannungsversorgung:	2,6–3,5 Vdc 4,5–12 Vdc
Stromaufnahme: Idle:	6,10 mA @ 2,6 Vdc/5,70 mA @ 12,0 Vdc
Uplink:	44,20 mA @ 2,6 Vdc/37,55 mA @ 12,0 Vdc
Anzahl Input-Kanäle:	8
Anzahl Output-Kanäle:	8
Max. Strom pro Open-Collector-Kanal:	100 mA
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessung (B x H x T):	42 x 23,8 x 13,5 mm
Gewicht:	8 g

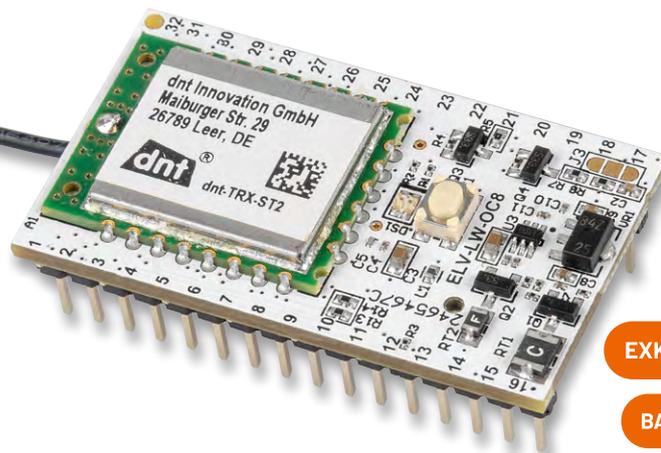
Funkmodul:	dnt-TRX-ST2
Frequenzband:	L-Band 865,0–868,0 MHz M-Band 868,0–868,6 MHz O-Band 869,4–869,625 MHz
Duty-Cycle:	L-Band < 1 % pro h M-Band < 1 % pro h O-Band < 10 % pro h
Typ. Funk-Sendeleistung:	+10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 10 km

Technische Daten

ELV LoRaWAN® Modulplatine Open Collector – 8-fach ELV-LW-OC8

ELV


Anwendungsbeispiel im Garten-Ventil-Interface ELV-SH-GVI


NEU
EXKLUSIV
BAUSATZ
29,95 €

Artikel-Nr. 161150

[Zum Produkt](#)

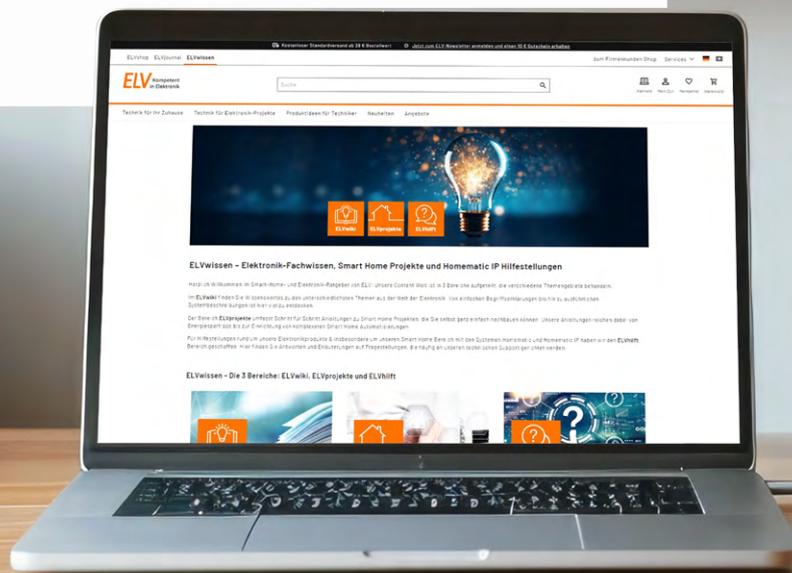
- LoRaWAN®-Empfänger für verzögerungsfreies Schalten auf Distanz
- Große Reichweite für Ihre Projekte: bis zu 6 km in Städten, mehr als 10 km im ländlichen Raum
- Kompatibel zu Projekten, die das HmIP-MOD-OC8 nutzen, z. B. das Interface ELV-SH-GVI
- 8 Open-Collector-Ausgänge – individuell steuerbar für vielseitige Einsätze
- Fernkonfiguration und -steuerung – flexibel anpassbar über Downlinks

ELVwissen – der Smart-Home- und Elektronik-Ratgeber

Im **ELVwiki** finden Sie Wissenswertes zu verschiedensten Themen aus der Welt der Elektronik.

Der Bereich **ELVprojekte** umfasst Schritt-für-Schritt- Anleitungen zu Smart-Home-Projekten, die Sie selbst ganz einfach nachbauen können.

Hilfestellungen, insbesondere im Bereich Smart Home, bekommen Sie unter **ELVhilft**. Hier finden Sie viele Antworten auf Fragen, die häufig an unseren technischen Support gerichtet werden.

[Zu ELVwissen](#)

ELVhilft

ELVprojekte

ELVwiki

Kostenlose

Online-Fachseminare

Mit unseren Experten

Andreas Prast

ELV Technical Support Center

Thomas Wiemken

ELV Entwicklung

Torsten Boekhoff

Teamleiter ELV Technical Support Center

und

Holger Arends

Redaktionsleiter ELVjournal
und Homematic IP Experte

zu Themen rund um Smart Home,
Homematic IP und Bausätze



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

youtube.com/@elvelektronik

Einfach kostenlos abonnieren und
kein Seminar mehr verpassen!



Unsere nächsten Fachseminare:

Smarte Beschattungslösungen

Donnerstag, 03.04.2025 um 16.00 Uhr

Camping: Highlights und Trends

Donnerstag, 24.04.2025 um 16.00 Uhr

Bleiben Sie stets auf dem Laufenden!

Alle Termine und bisherigen Seminare finden Sie [hier](#).

Python & MicroPython: Programmieren lernen für Einsteiger

Die analoge Welt steuern – DACs und PWM

Teil 8

Pulsweitenmodulation (PWM) und Digital-Analog-Wandlung (DAC) sind zwei wichtige Technologien, die es erlauben, analoge Signale zu erzeugen bzw. zu simulieren. Sie bilden in gewisser Weise das Gegenstück zu den in Teil 5 dieser Serie behandelten Analog-Digital-Wandler (ADCs). Mithilfe einfacher Python-Programme lassen sich beide Technologien problemlos z. B. für einen Raspberry Pi ein- bzw. umsetzen.



Pulsweitenmodulation (PWM)

Die Pulsweitenmodulation (PWM) ist eine Methode, um die Leistung, Spannung oder den Strom an einer elektronischen Last zu steuern. Dabei wird ein digitales Signal erzeugt, das aus einer Reihe von Rechteckimpulsen mit konstanter Frequenz besteht, deren Einschaltzeit, also die Dauer des „High“-Zustands, variiert wird. Diese „on“-Zeit wird im Verhältnis zur Gesamtperiode des Signals betrachtet und als Tastverhältnis (Duty Cycle) bezeichnet. Das Tast-

verhältnis gibt an, wie lange das Signal in einer Periode eingeschaltet ist, und wird meist in Prozent angegeben. Ein Duty Cycle von 50 Prozent bedeutet also, dass das Signal innerhalb einer Periode genauso lange eingeschaltet wie ausgeschaltet ist (Bild 1). Durch die Veränderung des Tastverhältnisses kann die mittlere Leistung, die einer Last zugeführt wird, präzise reguliert werden. Die Grundfrequenz bleibt dabei konstant, während die Impulsbreite flexibel angepasst wird. PWM findet Anwendung in zahlreichen Bereichen, z. B. zur Steuerung von Motoren, LEDs oder in der Spannungsregelung.

Python-PWM mit dem Raspberry Pi

In den letzten Artikeln wurde die Bibliothek GPIOZero bereits für verschiedene Anwendungen wie das Ansteuern von LEDs oder das Einlesen von Tastern verwendet. Die Bibliothek bietet auch die einfache Möglichkeit, PWM-Signale mit Python zu erzeugen. Das folgende Programm ([PWM_at_GPIO_04.py](#)) liefert ein pulsweitenmoduliertes Signal an GPIO 4 eines Raspberry Pi 5:

```
from gpiozero import PWMOutputDevice
import time

PWM_PIN = 4

pwm = PWMOutputDevice(PWM_PIN, initial_value=0, frequency=1000)

while True:
    for duty_cycle in range(0, 101, 1):
        pwm.value = duty_cycle / 100.0
        time.sleep(0.01)
    for duty_cycle in range(100, -1, -1):
        pwm.value = duty_cycle / 100.0
        time.sleep(0.01)
```

Wird am entsprechenden Pin ein LED-Modul aus der PAD-Serie oder eine einzelne LED (mit Vorwiderstand) angeschlossen, kann man beobachten, wie die LED ihre Helligkeit kontinuierlich verändert ([Bild 2](#)).

Das Programm erzeugt ein PWM-Signal, dessen Tastverhältnis kontinuierlich ansteigt und wieder abfällt. Zunächst werden hierfür die erforderlichen Bibliotheken importiert:

```
from gpiozero import PWMOutputDevice
import time
```

Die Klasse PWMOutputDevice dient zur Steuerung von PWM-Ausgängen. Danach wird der PWM-Pin definiert:

```
PWM_PIN = 4
```

Die Anweisung legt fest, welcher GPIO-Pin verwendet wird. Hier wird GPIO 04 gewählt. Es folgt die Initialisierung der PWM-Ausgabe:

```
pwm = PWMOutputDevice(PWM_PIN, initial_value=0, frequency=1000)
```

Der Befehl PWMOutputDevice erstellt ein PWM-Signal auf dem angegebenen Pin (PWM_PIN). Die Parameter haben die folgenden Funktionen:

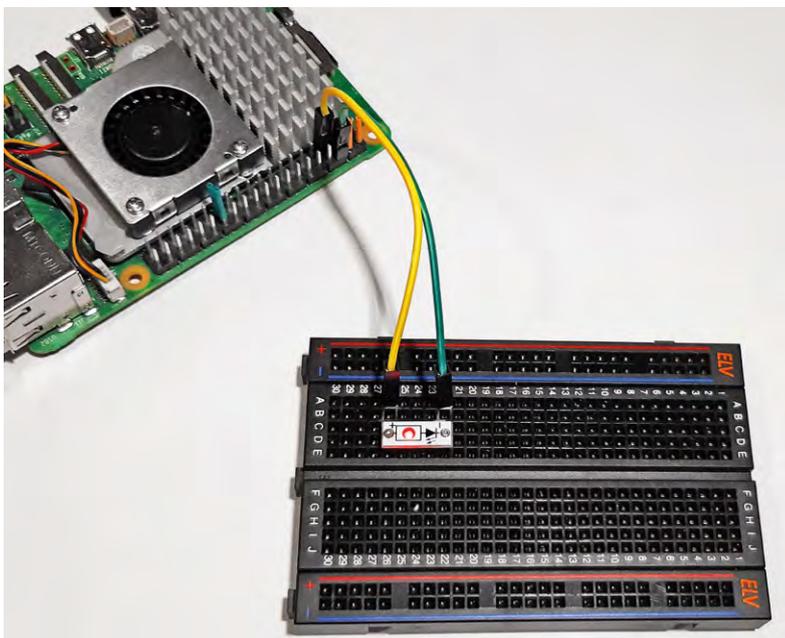


Bild 2: PWM-gesteuerte LED am Raspberry Pi

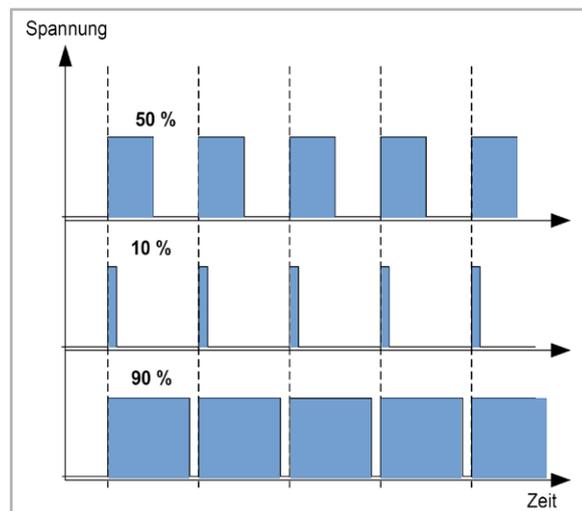


Bild 1: PWM-Signale mit 50 %, 10 % und 90 % Duty Cycle

- `initial_value=0`: Das PWM-Signal startet mit einem Duty Cycle von 0 % (Ausgang ist aus).
- `frequency=1000`: Die Frequenz des PWM-Signals wird auf 1000 Hz (= 1 kHz) festgelegt.

Es folgen die Schleifen zur Steuerung des Duty Cycles:

- Die Endlosschleife (`while True:`) stellt sicher, dass das Programm dauerhaft läuft, bis es manuell gestoppt wird.
- Die erste Schleife (`for duty_cycle in range(0, 101, 1)`) übernimmt die folgende Aufgabe:
 - Der Duty Cycle wird von 0 % auf 100 % in Schritten von 1 % erhöht.
 - Der Duty Cycle wird auf einen Wert zwischen 0,0 und 1,0 skaliert
 - Nach jeder Änderung des Duty Cycles wartet das Programm 10 Millisekunden, bevor es fortfährt. Dadurch entsteht ein weiches Ansteigen der LED-Helligkeit.
- Zweite Schleife (`for duty_cycle in range(100, -1, -1)`) reduziert die LED Helligkeit:
 - Der Duty Cycle wird nun von 100 % auf 0 % in Schritten von 1 % verringert. Ansonsten sind die Prozesse dieselben wie in der ersten Schleife, nur in umgekehrter Richtung.

Von der PWM zum Digital-Analog-Converter (DAC)

Pulsweitenmodulation (PWM) ist eine vielseitige Technik, um analoge Signale mit digitalen Mitteln zu erzeugen. Sie wird häufig genutzt, um LEDs zu dimmen, Motoren zu steuern oder einfache Audio-Signale zu erzeugen. Für Anwendungen, die ein „echtes“ analoges Signal erfordern, sind jedoch andere Techniken erforderlich. Hier kommen die sogenannten Digital-Analog-Wandler zum Einsatz.

Im einfachsten Fall kann ein solcher Wandler durch eine sogenannte R-2R-Leiter realisiert werden. Diese besteht aus einem Netzwerk von Widerständen in einer speziellen Spannungsteiler-Anordnung. Damit werden die von verschiedenen Ports zur Verfügung gestellten Spannungspegel so eingeteilt, dass die digitale Eingabe eine proportionale analoge Ausgangsspannung erzeugt.

Da der Raspberry Pi keinen echten DAC enthält, muss man sich mit einer R-2R-Leiter behelfen. Bild 3 zeigt die Schaltung hierfür. Die Ausgangsspannung dieser Schaltung ist:

$$U = U(P7) / 2 + U(P6) / 4 + U(P5) / 8 + \dots + U(P0) / 256$$

Damit kann also über einen 8-Bit-Port eine Analogspannung mit einer Auflösung von $5\text{ V} / 256 = 20\text{ mV}$

ausgegeben werden. Bild 4 zeigt einen Aufbauvorschlag für eine R-2R-Leiter.

In den PAD-Sets stehen keine 2-k Ω -Widerstände zur Verfügung. Notfalls kann man sich hier durch Serienschaltungen von 1-k Ω -Werten behelfen. Allerdings wird der Aufbau dadurch deutlich komplexer. Widerstände in normaler Bauform sind dagegen auch mit einem Wert von 2 k Ω erhältlich. Sind präzise Ausgangsspannungswerte erforderlich, sollte man Widerstände mit einer Toleranz von 1 % oder besser verwenden.

Die Steuerung der Ports erfolgt über ein passendes Python-Programm (R2R.py):

```
from gpiozero import LED
import time

# GPIO-Pins für die R-2R-Leiter (anpassen, falls andere verwendet werden)
pins = [17, 27, 22, 5, 6, 13, 19, 26] # Beispiel für 8-Bit-DAC

# LEDs für die GPIO-Pins erstellen
outputs = [LED(pin) for pin in pins]

def set_dac(value):
    """
    Gibt einen digitalen Wert (0-255 für 8-Bit) an die R-2R-Leiter aus.
    :param value: Integer-Wert zwischen 0 und 255.
    """
    binary = f"{value:08b}" # Binärdarstellung mit 8 Bits
    for i, bit in enumerate(binary):
        outputs[i].value = int(bit) # Setze den Pin entsprechend (0 oder 1)

try:
    while True:
        for value in range(256): # Durchlaufe alle Werte von 0 bis 255
            set_dac(value)
            time.sleep(0.01) # Warte 10 ms, um die Ausgabe zu sehen

except KeyboardInterrupt:
    print("Programm beendet.")

finally:
    for output in outputs:
        output.off() # Schalte alle GPIO-Pins aus
```

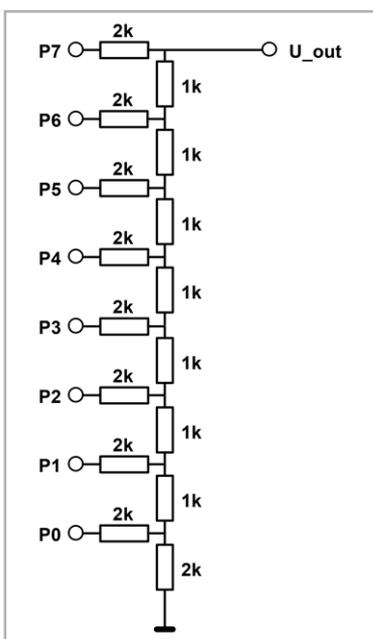


Bild 3: R-2R-Leiter als DAC

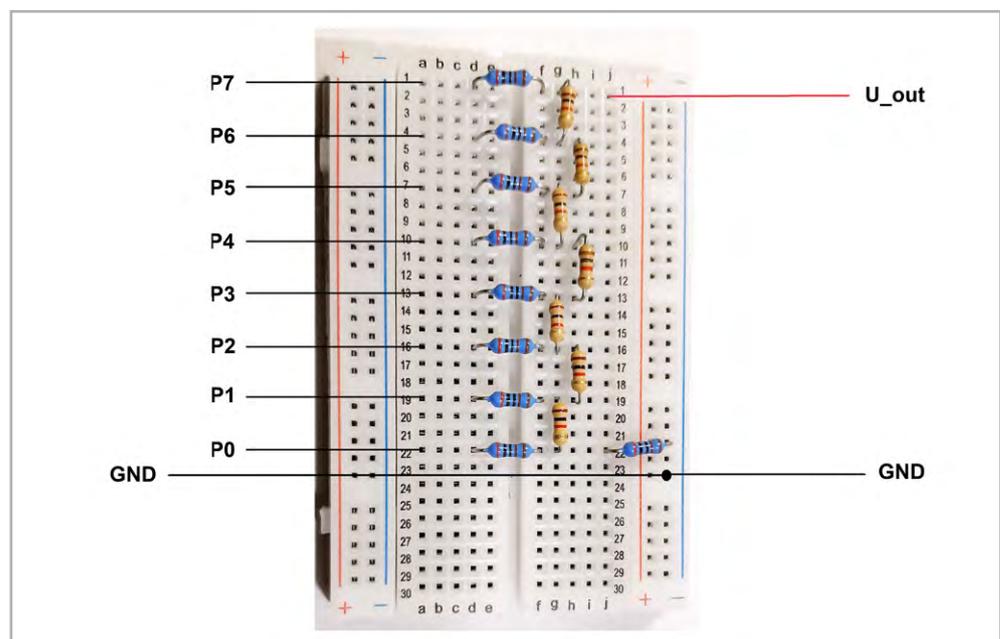


Bild 4: Praktischer Aufbau einer R-2R-Leiter

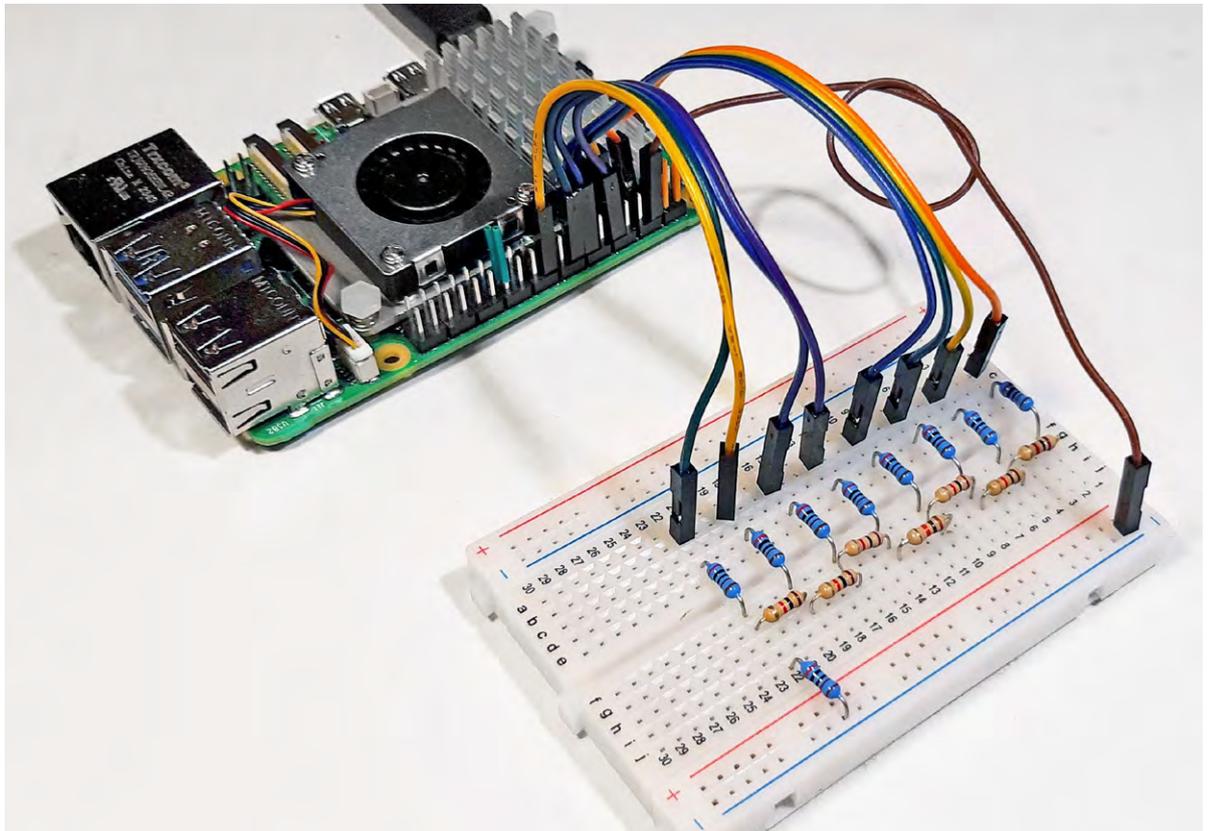


Bild 5: R-2R-Leiter am Raspberry Pi

Zu Beginn des Programms werden die GPIO-Pins definiert, die mit der R-2R-Schaltung verbunden sind. Insgesamt werden acht Pins genutzt, da es sich um einen 8-Bit-DAC handelt. Dabei kommen die Pins 17, 27, 22, 5, 6, 13, 19 und 26 zum Einsatz. Bild 5 zeigt den zugehörigen Aufbau.

Diese Pins werden in einer Liste gespeichert:

```
pins = [17, 27, 22, 5, 6, 13, 19, 26]
```

Sie werden mithilfe der Klasse `LED` aus der `gpiozero`-Bibliothek als digitale Ausgänge eingerichtet.

Die Funktion `set_dac(value)` ist der zentrale Bestandteil des Programms. Sie nimmt einen ganzzahligen Wert zwischen 0 und 255 entgegen, wandelt diesen in eine 8-Bit-Binärdarstellung um und steuert damit die GPIO-Pins an.

Die Funktion gibt also einen digitalen Wert (zwischen 0 und 255) an die R-2R-Widerstandsleiter aus, indem sie die entsprechenden GPIO-Pins setzt.

Hierzu werden die folgenden Schritte umgesetzt:

1. Der `value`-Parameter wird als Ganzzahl zwischen 0 und 255 (8-Bit-Wert) übernommen
2. Die Zahl wird in eine 8-stellige Binärzahl umgewandelt (`f"{value:08b}"`).
3. Die folgende Schleife durchläuft jedes Bit der Binärzahl.
4. Die GPIO-Ausgänge (`outputs[i]`) werden entsprechend auf 0 oder 1 gesetzt, um die R-2R-Widerstandsleiter mit digitalen Werten zu speisen.

Wenn beispielsweise der Wert `value = 5` übergeben wird, ergibt sich die Binärdarstellung `00000101`, und die Pins würden folgendermaßen gesetzt:

Bitposition	Wert	GPIO
7	0	Low
6	0	Low
5	0	Low
4	0	Low
3	0	Low
2	1	High
1	0	Low
0	1	High

Diese binäre Ausgabe steuert die R-2R-Widerstandsleiter, die daraus eine analoge Spannung erzeugt.

Im Hauptteil des Programms wird eine Endlosschleife verwendet, um kontinuierlich alle möglichen Werte von 0 bis 255 zu durchlaufen. Für jeden Wert wird die Funktion `set_dac(value)` aufgerufen, und nach jeder Ausgabe erfolgt eine kurze Pause von 10 Millisekunden. Diese Verzögerung dient dazu, die analoge Ausgabe des DACs deutlich sichtbar zu machen und sicherzustellen, dass jede Spannung ausreichend lange gehalten wird.

Das Programm ist darauf ausgelegt, durch den Benutzer mit einer Tastenkombination (`Strg + C`) beendet zu werden. In diesem Fall werden alle GPIO-Pins automatisch deaktiviert, um sicherzustellen, dass keine ungewollten Zustände an den Ausgängen verbleiben.

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

Vor- und Nachteile von PWM und R-2R-Leitern

Tabelle 1

Kriterium	PWM	R-2R-Leiter
Genauigkeit	abhängig von der PWM-Auflösung (Bit-Tiefe) und der Glättung (Filter)	hängt von der Genauigkeit der Widerstände ab (Toleranzen und Stabilität)
Geschwindigkeit	kann analoge Werte schnell erzeugen, benötigt jedoch eine Filterung für saubere Signale	sehr schnell, da die Umwandlung direkt erfolgt
Signalqualität	Ohne Filterung entstehen Welligkeiten im Signal (hochfrequentes PWM-„Rauschen“).	saubere analoge Signale direkt ohne Filterung
Aufwand	benötigt nur einen GPIO-Pin und eventuell einen Tiefpassfilter	benötigt mehrere GPIO-Pins (entsprechend der Bit-Tiefe) und präzise Widerstände
Flexibilität	einfach zu implementieren, softwaregesteuerte Anpassung (z. B. variable Grundfrequenz)	hardwareabhängig; Änderungen erfordern Anpassung der Schaltung
Kosten	minimal, da nur der Raspberry Pi und ggf. ein Widerstand und ein Kondensator für den Filter benötigt werden	höher, da präzise Widerstände und ggf. weitere externe Komponenten benötigt werden

PWM und R-2R-Leiter: Vor- und Nachteile

Die beiden vorgestellten Methoden erlauben es, digitale Signale in analoge Spannungen umzuwandeln. Beide Verfahren haben spezifische Vor- und Nachteile und eignen sich für unterschiedliche Anwendungen.

Bei der PWM wird die Höhe der analogen Spannung durch das Verhältnis zwischen Ein- und Auszeit des Signals (Duty Cycle) bestimmt. Durch eine ausreichende Glättung mittels eines Tiefpassfilters lässt sich eine annähernd konstante analoge Spannung erzeugen. PWM ist eine einfache und ressourcensparende Methode, da sie nur einen einzigen GPIO-Pin benötigt und direkt von Mikrocontrollern oder Einplatinencomputern wie dem Raspberry Pi unterstützt wird.

PWM ist jedoch frequenzabhängig: Eine zu niedrige Frequenz kann zu sichtbaren Fluktuationen („Ripple“) in der Ausgangsspannung führen, während bei sehr hohen Frequenzen die Anforderungen an die Filterung steigen. PWM eignet sich besonders für Anwendungen wie Motorsteuerungen, die Regelung von LEDs oder überall dort, wo hohe Effizienz bei geringem Hardwareaufwand gefragt ist.

Das R-2R-Verfahren ist konzeptionell einfacher, da es ohne Frequenzmodulation auskommt und direkt eine analoge Spannung proportional zur binären Eingabe liefert. Ein R-2R-DAC benötigt jedoch für jedes Bit des digitalen Eingangs einen separaten

GPIO-Pin, was bei hochauflösenden DACs (z. B. 16 Bit) schnell viele Pins belegt. Zudem hängt die Genauigkeit der analogen Ausgabe stark von der Präzision der Widerstände ab. R-2R-DACs sind ideal für Anwendungen, die eine gleichmäßige und präzise analoge Ausgabe erfordern, wie etwa Audioanwendungen, präzise Messsysteme oder Steuerungen, bei denen eine ausreichende elektronische Filterung mit zu hohem Aufwand verbunden wäre.

Tabelle 1 fasst die Vor- und Nachteile der beiden Verfahren zusammen.

Letztendlich hängt die Wahl zwischen beiden Verfahren von den Anforderungen an Kosten, Signalqualität und Geschwindigkeit ab.

Für Messtechnikprofis: Arbitrary Function Generator

In der Welt der Analogelektronik existieren sogenannte Funktionsgeneratoren (engl. Arbitrary Function Generator). Die damit erzeugbaren „Funktionen“ umfassen meist ein Sinus-, ein Rechteck- und ein Dreieckssignal. Diese Signalformen sind mit analog-elektronischen Mitteln leicht zu erzeugen. Andere Signalformen dagegen sind bei solchen Geräten kaum zu finden.

Mithilfe von Python und einem Raspberry Pi kann man diese Einschränkung leicht umgehen. Hier können nahezu beliebige Signalformen mit hoher Präzision erzeugt werden. Die gewünschte Kurvenform kann dabei als Datensequenz in digitaler Form im Speicher des Raspberry abgelegt werden. Die Ausgabe erfolgt über einen Parallelport mit angeschlossener R-2R-Leiter. Dazu müssen in einem Programm die gewünschten Funktionswerte in einem eindimensionalen Array abgelegt werden. Eine Schleife sorgt dann dafür, dass die Werte nacheinander an die I/O-Pins ausgegeben werden. Dort erfolgt mit dem R2R-Netzwerk die Umwandlung in eine analoge Spannung.

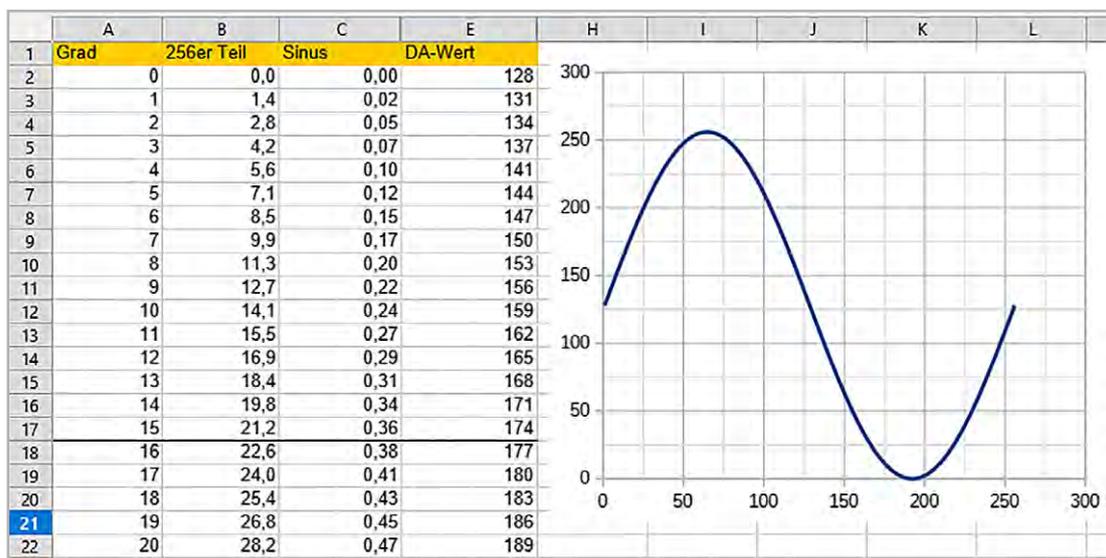


Bild 6: Daten in einer Tabellenkalkulation

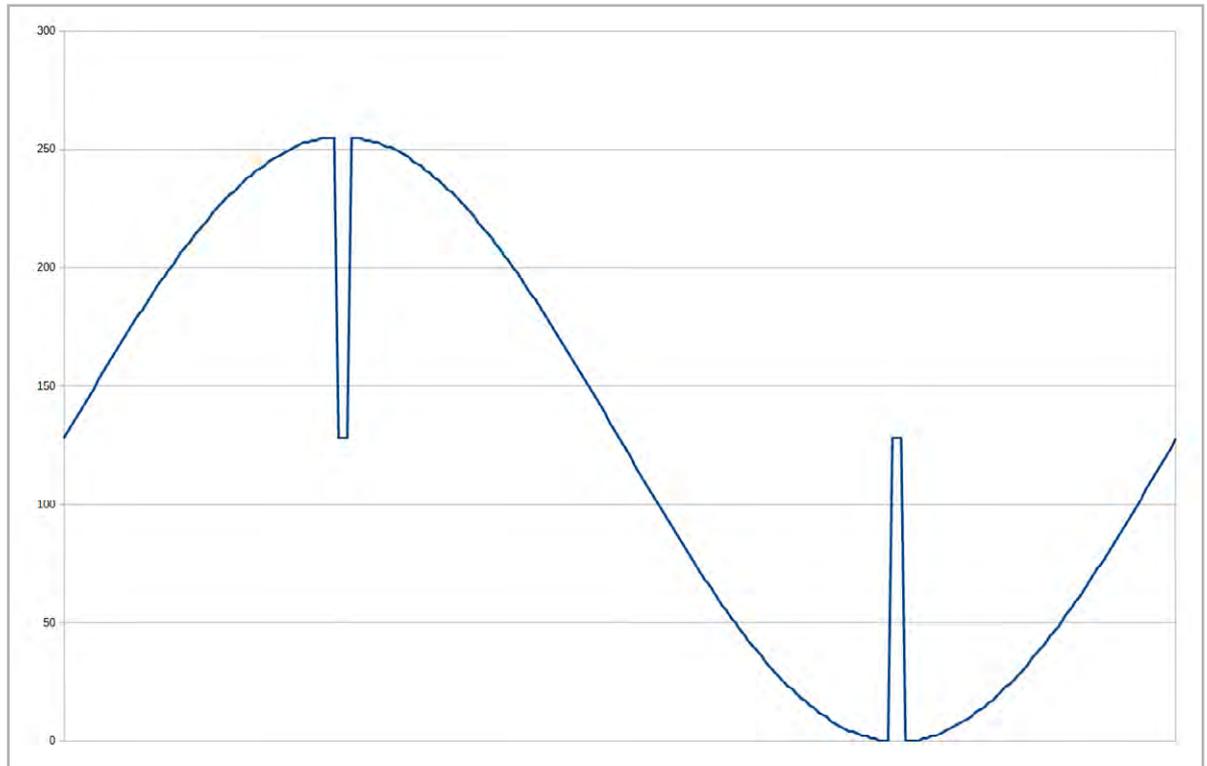


Bild 7: „Gestörte Sinusfunktion“ aus Daten einer Tabellenkalkulation

Mit einer Excel- oder LibreOffice-Datei können die Funktionswerte komfortabel erzeugt werden. Die Tabelle kann aus Datenfeldern bestehen, die jeweils 256 Werte fassen. Das erste Feld enthält einfach die Zahlen 0 bis 255 als „Indices“. Im zweiten Feld („Values“) kann eine beliebige Funktion eingetragen werden. So liefert

```
=GANZZAHL(127+127*SIN(A_X*2*3,14/255))
```

z. B. einen sinusförmigen Spannungsverlauf. Die gewünschte Funktion muss mit Copy & Paste in alle 256 Zellen kopiert werden. Bild 6 zeigt einen Ausschnitt aus der entsprechenden Tabelle. Ein passendes Spreadsheet-Beispiel ([FuncTable.xls](#)) findet sich zudem im [Download-Paket](#).

Um spezielle Funktionen zu erzeugen, kann man nun auch einzelne Zellen manuell verändern und beliebige Werte zwischen 0 und 255 eintragen. Im Beispiel wurden in den vier Zellen, welche die Maximal- bzw. Minimalwerte des Sinus enthalten hatten, die Zahl 128 eingetragen. Dadurch entsteht die in Bild 7 gezeigte „gestörte“ Sinusfunktion, die jeweils an den Scheitelwerten „Aussetzer“ aufweist. Damit kann man nun z. B. die Reaktion einer Anlogschaltung auf dieses „fehlerhafte“ Sinussignal prüfen.

Mit dem folgenden Programm ([R2R_sinus.py](#)) kann die so erzeugte Funktion über die R-2R-Leiter als elektrisches Signal ausgegeben werden:

```
from gpiozero import LED
import time, array

# Ein Array erstellen (Typ 'i' steht für ganze Zahlen)
zahlen = array.array('i',
[128,131,134,137,141,144,147,150,153,156,159,162,165,168,171,174,
177,180,183,186,189,191,194,197,199,202,205,207,209,212,214,217,
219,221,223,225,227,229,231,233,235,236,238,240,241,243,244,245,
246,247,248,249,250,251,252,253,253,254,254,255,255,255,255,255,
255,255,255,255,255,254,254,254,253,253,252,251,250,249,248,247,
246,245,243,242,240,239,237,236,234,232,230,228,226,224,222,220,
218,215,213,211,208,206,203,201,198,195,193,190,187,184,181,179,
176,173,170,167,164,161,158,155,152,148,145,142,139,136,133,130,
126,123,120,117,114,111,108,104,101,98,95,92,89,86,83,80,
77,75,72,69,66,63,61,58,55,53,50,48,45,43,41,38,
36,34,32,30,28,26,24,22,20,19,17,16,14,13,11,10,
9,8,7,6,5,4,3,3,2,2,1,1,0,0,0,0,
0,0,0,1,1,1,2,2,3,4,4,5,6,7,8,10,
11,12,13,15,16,18,20,21,23,25,27,29,31,33,35,37,
39,42,44,47,49,51,54,57,59,62,65,67,70,73,76,79,
82,85,88,91,94,97,101,103,106,109,112,115,119,122,125])
```

Fortsetzung nächste Seite

```
# GPIO-Pins für die R-2R-Leiter (anpassen, falls andere verwendet werden)
pins = [4, 17, 27, 22, 18, 23, 24, 25] # Beispiel für 8-Bit-DAC

# Ausgänge ("LEDs") für die GPIO-Pins erstellen
outputs = [LED(pin) for pin in pins]

def set_dac(value):
    binary = f"{value:08b}" # Binärdarstellung mit 8 Bits
    # print(binary)
    for i, bit in enumerate(binary):
        outputs[i].value = int(bit) # Setze den Pin entsprechend (0 oder 1)

try:
    while True:
        for value in range(255): # Durchlaufe alle Werte von 0 bis 255
            set_dac(zahlen[value])
            time.sleep(.01) # Warte 10 ms, um die Ausgabe zu sehen
except KeyboardInterrupt:
    print("Programm beendet.")
finally:
    for output in outputs:
        output.off() # Schalte alle GPIO-Pins aus
```

Bild 8 zeigt den erzeugten Spannungsverlauf auf einem analogen Oszilloskop. Beim Vergleich der Bilder erkennt man sofort die gute Übereinstimmung. Die Zahlenwerte in der Excel-Tabelle werden präzise in die analoge, auf dem Oszilloskop dargestellte Ausgabe umgesetzt.

Vom R-2R-Netzwerk zum echten Digital-Analog-Wandler

Ein R-2R-Widerstandsnetzwerk ist eine einfache und kostengünstige Methode, um digitale Signale in analoge Spannungen umzuwandeln. Es basiert auf einer Kette von Widerständen mit den Werten R und 2R, die zusammen einen mehrstufigen Spannungsteiler bilden. Durch Anlegen von digitalen High- oder Low-Pegeln an die Eingänge entsteht eine gewichtete Summe, die eine analoge Ausgangsspannung liefert.

Aufgrund seiner Einfachheit hat das R-2R-Netzwerk einige Nachteile. Es ist empfindlich gegenüber Widerstandstoleranzen, die die Genauigkeit der Ausgabe beeinflussen können. Zudem kann es bei hohen Schaltfrequenzen zu Verzerrungen kommen, da parasitäre Kapazitäten die Signaltreue beeinträchtigen.

Ein echter Digital-Analog-Wandler (DAC) hingegen verwendet präzisere Widerstandsnetzwerke oder stromgesteuerte Wandlungsmethoden. Moderne DACs nutzen oft spezielle Ladungspumpen, Sigma-Delta-Modulation oder segmentierte Widerstandsarrays, um eine höhere Genauigkeit und geringere Verzerrungen zu erreichen. Außerdem verfügen sie über eine bessere Linearität, höhere Auflösung (bis zu 24 Bit) und kurze Wandlungszeiten,

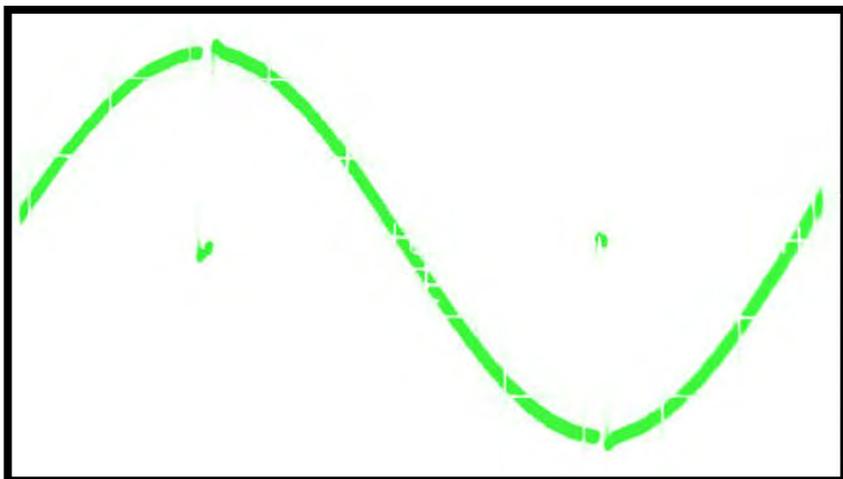


Bild 8: Sinusfunktion mit „Störung“ (100 ms bzw. 500 mV pro Skalenteil)

was für anspruchsvolle Anwendungen wie Audioverarbeitung oder präzise Sensorsysteme entscheidend ist.

Der Übergang von einem R-2R-Netzwerk zu einem „echten“ DAC verbessert also die Signalqualität erheblich und ermöglicht Anwendungen, die eine exakte und stabile analoge Ausgangsspannung erfordern.

Weitere Details dazu werden in späteren Artikeln behandelt, in welchen auch DACs für spezielle Bussysteme (I2C oder SPI) vorgestellt werden.

Ergänzungen und Übungen

- Wie könnte ein Analogfilter zur PWM-Ausgabe des Raspberry Pi aussehen (Hinweis: RC-Tiefpass)?
- Wie beeinflusst die Grundfrequenz des PWM-Signals den „Ripple“, also das hochfrequente „Rauschen“ des Signals?
- Wie könnte ein Programm aussehen, das eine 12-Bit-R-2R-Leiter ansteuert?
- Wo liegen die praktischen Grenzen einer diskret aufgebauten R-2R-Leiter?

Ausblick

In diesem Artikel wurde die Technik der Pulsweitenmodulation (PWM) zur Ansteuerung der Helligkeit einer LED verwendet. Zudem wurden R-2R-Leitern als spezielle Digital-Analog-Converter eingesetzt. Diese erlauben es, mithilfe eines entsprechenden Python-Programms beliebige Analogsignale zu erzeugen. Sie können z. B. als universelle Test- und Prüfsignale im Elektroniklabor nutzbringend eingesetzt werden.

Im nächsten Beitrag soll es um den Einsatz von Sensoren gehen. Die Daten dieser in der gesamten Technik so wichtigen Bauelemente können mit Python-Programmen eingelesen und verarbeitet werden.

Dabei sollen insbesondere auch Signalverarbeitungsmethoden wie Mittelung, Filterung und Signalkonditionierung mit Python näher betrachtet werden. **ELV**

Material

Raspberry Pi mit 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](#)
Bedienpanel MEXB-BP1 Artikel-Nr. [157431](#)

jeweils ca. 10 Stück Widerstände 1 kΩ und 2 kΩ
Breadboard und Jumper-Kabel

Zum Download-Paket

Smarter Sonnenschutz

homematic 

Fenstergriffsensor, HmIP-SRH

- Erkennt offene, gekippte oder geschlossene Fenster über die Stellung des Fenstergriffs
- Aussperrschutz an Terrassentüren in Kombination mit Homematic IP Rollladenaktoren realisierbar
- Über die Homematic IP App ist jederzeit erkennbar, welche Fenster offen oder geschlossen sind
- Ebenfalls geeignet für den Einsatz in der Alarm- und Raumklimalösung
- Montage ohne Beschädigung des Fensters

BAUSATZ - Artikel-Nr. 152133 - 49,95 €

FERTIGGERÄT - Artikel-Nr. 142800 - 59,95 €

ab **49,95 €**

[Zum Produkt](#)

homematic 

Rollladenaktor - Unterputz, HmIP-FROLL

- Geeignet für alle gängigen Rohrmotoren bis 500 VA
- Relaisausgang 1x Wechsler, 1x Schließer
- Individuelle Konfiguration eines Wochenprofils ermöglicht zeitgesteuertes Fahren von Rollläden/Markisen
- Steuerung abhängig vom Sonnenauf- und -untergang
- Aussperr-, Sturm- und Wärmeschutz in Kombination mit der Homematic IP App und weiteren Komponenten realisierbar

BAUSATZ - Artikel-Nr. 152301 - 49,95 €

FERTIGGERÄT - Artikel-Nr. 151347 - 59,95 €

ab **49,95 €**

[Zum Produkt](#)

Was ist ein Aussperrschutz?

Der Aussperrschutz verhindert bei geöffneter Balkon- oder Terrassentür ein ungewolltes automatisches Herunterfahren von Rollläden und Jalousien, die zeitabhängig bzw. abhängig von Sonnenauf-/Sonnenuntergang gesteuert werden. Dies ist z. B. dann sinnvoll, wenn Sie sich im Sommer für längere Zeit auf der Terrasse befinden und ein ungewolltes Aussperrern durch Herunterfahren des Beschattungselements verhindern wollen.

Zum Schutz Ihrer Fliegenschutztür können Sie ebenfalls den Aussperrschutz verwenden: einfach einen Tür-Fensterkontakt (z. B. [HmIP-SWDM-2](#)) an der Fliegenschutztür anbringen und im Aussperrschutz hinterlegen. Das automatische Schließen über ein Beschattungsprofil des Rollladens bei geöffneter Fliegenschutztür wird so unterbunden.

Innovative Bauteile kurz beleuchtet

Diesmal: SuperCap und Akku

Das Entwicklerteam von ELV und eQ-3 mit ca. 90 Entwicklern konstruiert jährlich bis zu 120 neue Produkte inklusive Weiterentwicklungen und Produktpassungen. Internationale Bauteilehersteller informieren uns laufend über aktuelle Bauteile und innovative Sensoren. An diesem Wissen möchten wir Sie gerne teilhaben lassen. In loser Reihenfolge stellen wir Ihnen spannende elektronische Bauteile mit umfassendem Hintergrundwissen, Datenblättern und Anwendungsbeispielen vor. In diesem Beitrag geht es um SuperCaps und Akkus als ideale Ergänzung zum elektrochemischen Energiespeicher.



Einleitung

Energiespeicher sind heute ein unverzichtbarer Bestandteil einer unterbrechungsfreien Energielieferkette, die elektrische, elektromechanische und elektrochemische Systeme zur Vorhaltung elektrischer Energie bis zu ihrem Bedarf benötigt.

Man denke an unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) für den Funktionserhalt in Computeranwendungen bei Stromausfällen, Anwendungen zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit und Versorgungsqualität des Stromnetzes (Schwungmassenspeicher, SMES = Supraleitende Magnetische

Energiespeicher, SuperCap-Speicher ...) und Systeme für die mehrstündige Überbrückung der „Dunkelflauten“ bei der Gewinnung von erneuerbaren Energien aus Sonne und Wind (Akkumulatoren, Druckluftspeicher, Pumpspeicherwerke ...). Ausgelöst durch den Trend zur Elektrifizierung des Straßen- und Schienenverkehrs werden KERS-Techniken zur energetischen Pufferung entwickelt und eingesetzt (KERS: Kinetic Energy Recovery System = System zur Rückgewinnung kinetischer Energie).

Eine zunehmend wichtigere Rolle in diesen Szenarien spielt der Superkondensator (Supercapacitor = SuperCap). Seine physikalischen Grundlagen bis hin zum innovativen Einsatz in praktischen Anwendungen beschreibt der folgende Artikel.

Die Grundform des Kondensators besteht aus zwei sich gegenüberstehenden metallischen Flächen, die durch ein isolierendes Medium (Dielektrikum) getrennt sind. Als Urkondensator kann die Leidener Flasche betrachtet werden. Dabei handelt es sich um ein Glasgefäß, auf dessen Innen- und Außenseite eine Metallfolie aufgebracht ist. Das isolierende Glas dient als Dielektrikum. Der preußische Jurist und Naturwissenschaftler Ewald Jürgen Georg von Kleist erhielt 1745 bei Laborversuchen mit Anordnungen aus Metallteilen und Gläsern elektrische Stromschläge, die auf eine Speicherung elektrischer Energie hinwiesen. 1775 verbesserte der italienische Physiker Allesandro Volta den Kondensator zu einem Gebilde aus zwei parallelen, gleich großen Metallplatten, deren Zwischenraum er mit isolierendem Ebonit ausfüllte (Bild 1).

Legt man an die Platten eine elektrische Gleichspannung U an, bildet sich im Dielektrikum ein elektrisches Feld, dessen Feldlinien senkrecht auf den Innenseiten der Platten stehen. Die Feldlinien nehmen ihren Anfang bei einer positiven Ladung $+q$ und enden auf einer negativen Gegenladung $-q$. Somit ist die Summe der Ladungen auf der einen Platte $\Sigma(+q) = +Q$ und auf der anderen $\Sigma(-q) = -Q$.

Die Kapazität C (Capacity = Fassungsvermögen) des Kondensators ist der Quotient aus dem Betrag der Summenladungsmengen Q und der angelegten Spannung U ($C = Q/U$). Damit ist die Einheit der Kapazität As/V (Amperesekunde/Volt). Sie wurde zu Ehren des englischen Naturforschers Michael Faraday (1791-1867) mit dem Formelzeichen F (Farad) abgekürzt.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Ein Kondensator mit der Kapazität von 1 Farad wird durch einen Strom von 1 Ampere in 1 Sekunde auf 1 Volt aufgeladen.

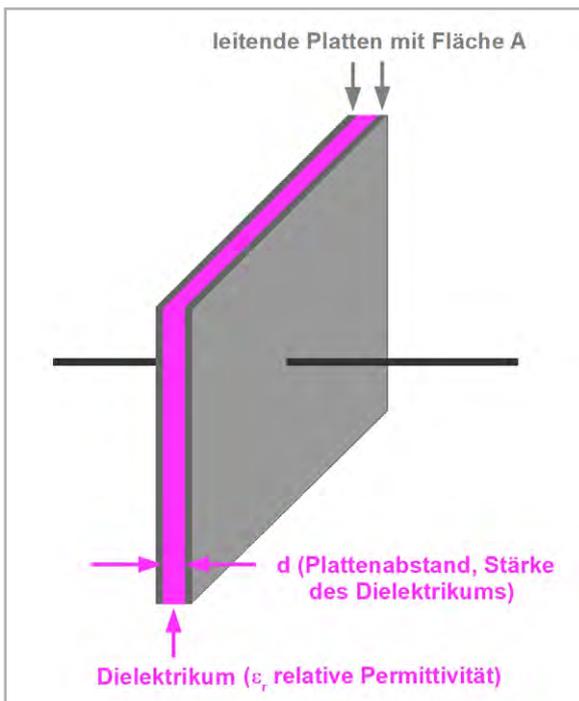


Bild 1: Der Plattenkondensator besteht aus zwei leitenden, durch ein isolierendes Medium getrennten Platten in geringem Abstand. Sein Speichervermögen für elektrische Ladungen ist proportional zur Plattenfläche und umgekehrt zum Plattenabstand.

In der Kapazität des Kondensators schlagen sich die geometrischen Größen der Plattenfläche A (auch als Beläge des Kondensators bezeichnet) und des Plattenabstands d sowie der Materialeigenschaft des Dielektrikums „Relative Permittivität“ ϵ_r (veraltet auch „Relative Dielektrizitätskonstante“ genannt) gemäß Gleichung (1) nieder. Dabei ist ϵ_0 die „Elektrische Feldkonstante“ (veraltet auch als „Dielektrizitätskonstante des Vakuums“ bezeichnet).

Das Speichervermögen für elektrische Ladungen eines solchen Kondensators (Kapazität) wird gemäß Gleichung (1) berechnet.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \quad (\text{Kondensatorkapazität}) \quad (1)$$

mit $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$

Zahlenbeispiel:

Die Kapazität eines mit Luft gefüllten ($\epsilon_r = 1$) Plattenkondensators mit der Plattenfläche $10^{-2} m^2 = 100 cm^2$ und dem Plattenabstand $10^{-3} m = 1 mm$ beträgt

$$C = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V \cdot m} \cdot 1 \cdot \frac{10^{-2} m^2}{10^{-3} m} = 88,54 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V} = 88,54 pF$$

Gemäß Gleichung (1) wächst der Kapazitätswert bei einer Zunahme von Plattengröße A und relativer Permittivität ϵ_r sowie mit abnehmendem Plattenabstand d . Diese drei Größen werden daher als Stellschrauben zur Beeinflussung der Kondensatorkapazität verwendet.

Die im Kondensator gespeicherte Energie W wird berechnet gemäß Gleichung (2):

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad (\text{Energieinhalt eines Kondensators}) \quad (2)$$

Zahlenbeispiel:

Das Netzteil eines Röhrenradios enthält einen Siebkondensator mit der Kapazität $C = 50 \mu F$. Dieser speichert bei einer anliegenden Spannung von $U = 250 V$ folgende Energie W :

$$W = 0,5 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \frac{A \cdot s}{V} \cdot 250^2 V^2 = 1,5625 kWs \quad (\text{Kilowattsekunden})$$

Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren

Die Parallelschaltung von Kondensatoren ergibt eine Gesamtkapazität aus der Summe der Einzelkapazitäten. Die Spannungsfestigkeit der Anordnung bestimmt dabei der Kondensator, dessen Spannungsfestigkeit überschritten wird.

Die Kapazität der Reihenschaltung einzelner Kondensatoren ergibt sich aus dem Kehrwert der Summe der Kehrwerte der Einzelkapazitäten. An jedem Einzelkondensator der Reihenschaltung tritt ein Bruchteil der an der Reihenschaltung anliegenden Gesamtspannung auf. Dieser ist umgekehrt proportional zu dessen Größe (vergl. Bild 10). Die Gleichung (3) fasst dies zusammen:

$$\text{Parallelschaltung von Kondensatoren:} \quad (3)$$

$$C_{\text{gesamt parallel}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots$$

Serienschaltung von Kondensatoren:

$$C_{\text{gesamt serie}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \dots}$$

Zahlenbeispiel:

4 Kondensatoren mit $500 pF$, $1,2 nF$, $4,7 nF$ und $10 nF$ sollen parallel und in Reihe geschaltet werden. Welcher Gesamtwert ergibt sich?

$$C_{\text{gesamt parallel}} = 0,5 nF + 1,2 nF + 4,7 nF + 10 nF = 16,4 nF$$

$$C_{\text{gesamt serie}} = \frac{1}{\frac{1}{0,5 nF} + \frac{1}{1,2 nF} + \frac{1}{4,7 nF} + \frac{1}{10 nF}} = 0,3179 nF = 317,9 pF$$

Der Kondensator als Ladungsspeicher

Allgemein gilt, dass die Gesamtkapazität einer Parallelschaltung stets größer ist als die größte Einzelkapazität (16,4 nF > 10 nF), bei der Serienschaltung ist die Gesamtkapazität hingegen stets kleiner als die kleinste Einzelkapazität (317,9 pF < 500 pF). Bei der Parallel- oder Reihenschaltung von zwei gleich großen Kondensatoren ist die Gesamtkapazität doppelt oder halb so groß wie die der Einzelkapazitäten.

Nutzbare Energiemenge eines Kondensators

Wenn ein Verbraucher zu seinem Funktionieren ein bestimmtes Versorgungsspannungsintervall $U_{\min} < U_{\text{Versorg}} < U_{\max}$ benötigt, kann ein ihn mit Betriebsenergie versorgender Kondensator mit der Kapazität C folgende nutzbare Energiemenge W_{nutzbar} zur Verfügung stellen:

$$W_{\text{nutzbar}} = W_{\max} - W_{\min} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_{\max}^2 - \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_{\min}^2 \quad (4)$$

$$W_{\text{nutzbar}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (U_{\max}^2 - U_{\min}^2)$$

Zahlenbeispiel:

$$C = 100 \mu\text{F}, U_{\max} = 9 \text{ V}, U_{\min} = 6 \text{ V} \Rightarrow$$

$$W_{\text{nutzbar}} = 50 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot (81 - 36) \text{ V}^2 = 2,25 \text{ Ws}$$

Bei einem angenommenen mittleren Verbraucherstrom von 1 mA, wäre die Stromversorgung durch den Kondensator etwa 37 Minuten sichergestellt.

Trend zur Miniaturisierung

Damit auch in moderner Elektronik unverzichtbare Kondensatoren das Ziel der Miniaturisierung nicht unerreichbar machen, muss auch ihr Volumen oder besser gesagt das Verhältnis Kapazität C/Volumen V (C/V) maximiert werden. Wir erinnern uns, dass wir dazu an den drei Stellschrauben

- dünneres Dielektrikum ($d \downarrow$)
- größere Fläche der Elektroden bzw. Beläge ($A \uparrow$)
- größere relative Permittivität des Dielektrikums ($\epsilon_r \uparrow$)

drehen müssen. Dies ist im Lauf der Jahre geschehen und hat zu Kondensatorformen und -typen geführt, deren C/V-Verhältnis stetig zugenommen hat (Bild 2).

Bei der Stärke des Dielektrikums sind Grenzen durch seine Spannungsfestigkeit gesetzt. Je dünner das Dielektrikum, desto höher ist die in ihm entstehende Feldstärke $E = U/d$. Wird diese zu hoch, kommt es zu Durchschlägen, die den Kondensator zerstören oder zumindest schädigen können.

Bei den im Folgenden besprochenen SuperCaps wird die Spannungsfestigkeit des Kondensators nicht durch Überschläge im Dielektrikum begrenzt, sondern durch die Zersetzungsspannung (Dissoziationsspannung) des Elektrolyten.

Der Superkondensator

Superkondensatoren werden im Englischen als SuperCaps, aber auch Ultracaps oder Boostcaps bezeichnet. Ihr herausstechendstes Merkmal ist das enorme C/V-Verhältnis (Kapazität/Volumen), das vieltausendmal größer als bei herkömmlichen Elektrolytkondensatoren sein kann. SuperCaps beruhen auf zwei Speicherprinzipien:

Elektrostatisch

Grundlage ist die Helmholtzsche Doppelschicht, ein Effekt an der Grenzfläche einer in einen Elektrolyten eingebrachten leitenden Elektrode. Dabei bildet sich eine Kapazität (Doppelschichtkondensator = EDLC: Electric Double-Layer Capacitor), in der durch Ladungstrennung elektrische Energie elektrostatisch gespeichert wird. Die Funktion des Dielektrikums übernehmen dabei Moleküle des Lösungsmittels des Elektrolyten.

Elektrochemisch

Wenn es einigen Ionen des Elektrolyten gelingt, die Barriere aus den Lösungsmittelmolekülen der Helmholtzschichten Doppelschicht zu durchbrechen und mit der Elektrodenoberfläche in Kontakt zu

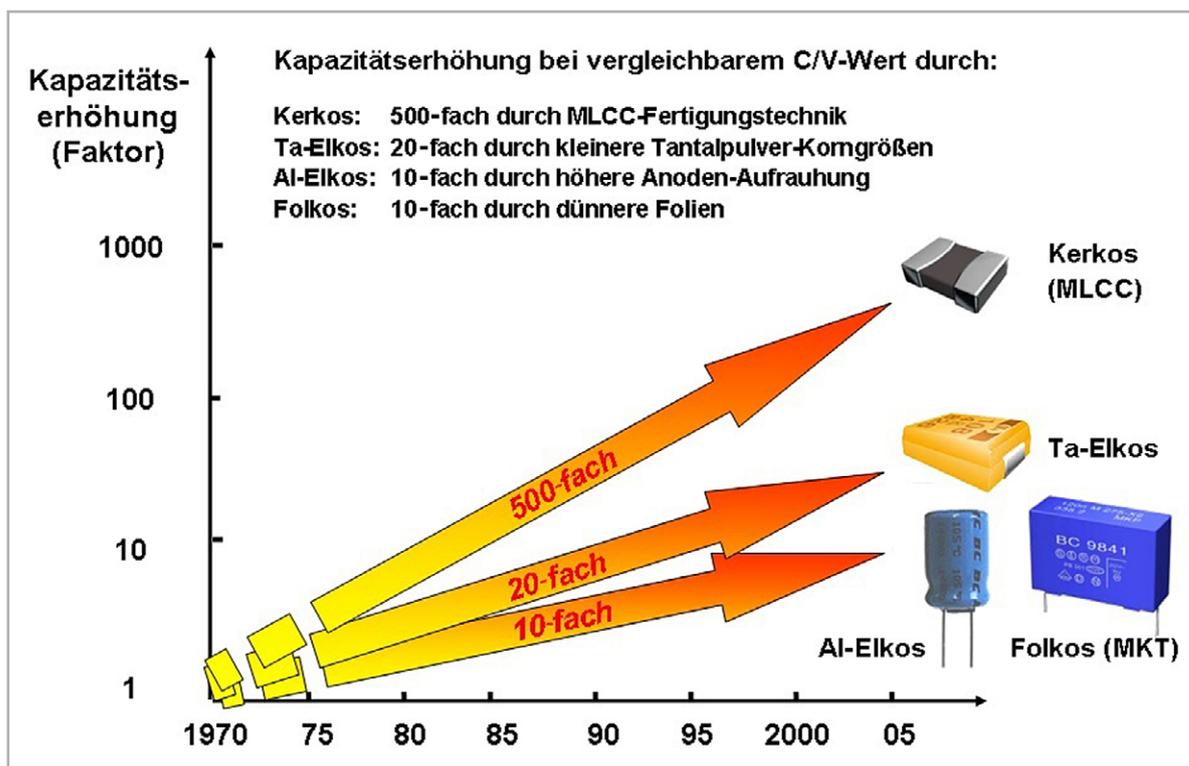
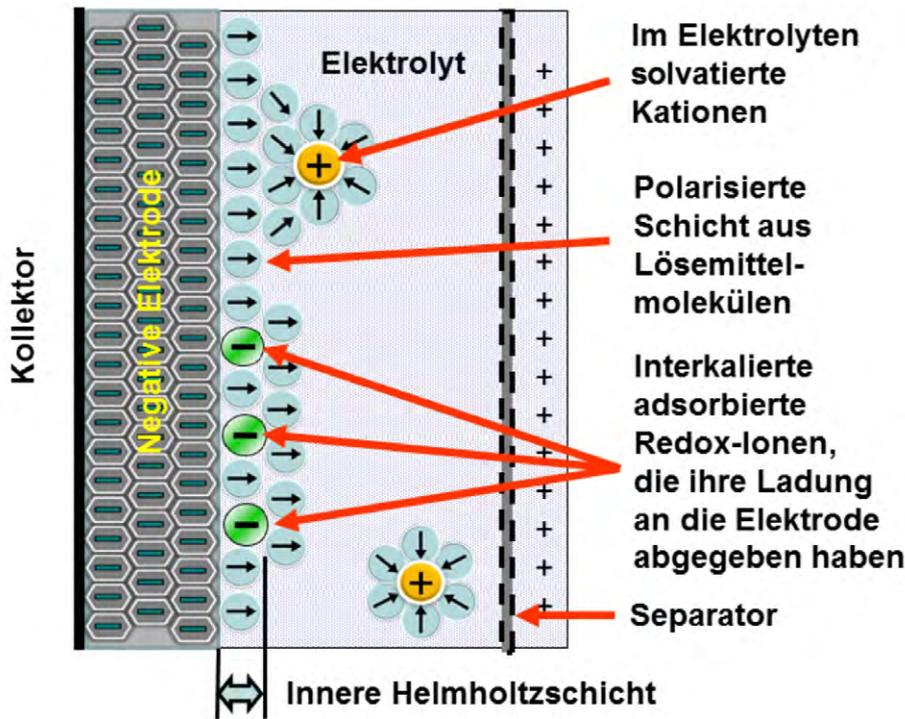


Bild 2: Der Trend zur Miniaturisierung elektronischer Schaltungen erfordert Kondensatoren mit großem C/V-Verhältnis (Kapazität zu Volumen).
Quelle: Wikipedia

Doppelschichtkapazität plus Pseudokapazität



<https://de.wikipedia.org/wiki/Pseudokapazit%C3%A4t#/media/Datei:Pseudokap-Prinzipdarstellung.png>

Bild 3: In einem Superkondensator tragen zwei Effekte in unterschiedlicher Größenordnung zur Kapazität bei: die Helmholtz-Doppelschicht (elektrostatisch) und die Pseudokapazität (elektrochemisch).



Bild 4: Hermann von Helmholtz leistete in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wichtige Beiträge zu den Naturwissenschaften, insbesondere der Optik, Akustik, Elektro-, Thermo- und Hydrodynamik.

kommen, findet dabei eine umkehrbare chemische Reaktion statt, die Redoxreaktion (Bild 3). Bei geeigneten Materialien von Elektrode und Elektrolyt werden vom Lösungsmittel-Ion ohne weitere chemische Bindung Elektronen an die metallische Elektrode übertragen (Fara-

adayscher Ladungsaustausch). Durch die Elektronenaufnahme oxidiert das Elektrodenmaterial, wogegen die Elektronenabgabe der Lösungsmittel-Ionen diese reduziert. Aus der gleichzeitig stattfindenden Reduktion und Oxidation leitet sich das Kunstwort Redox ab. Das elektrische Verhalten gleicht dem einer Pseudokapazität, die als Mischform zwischen einem EDLC und einem Akkumulator anzusehen ist.

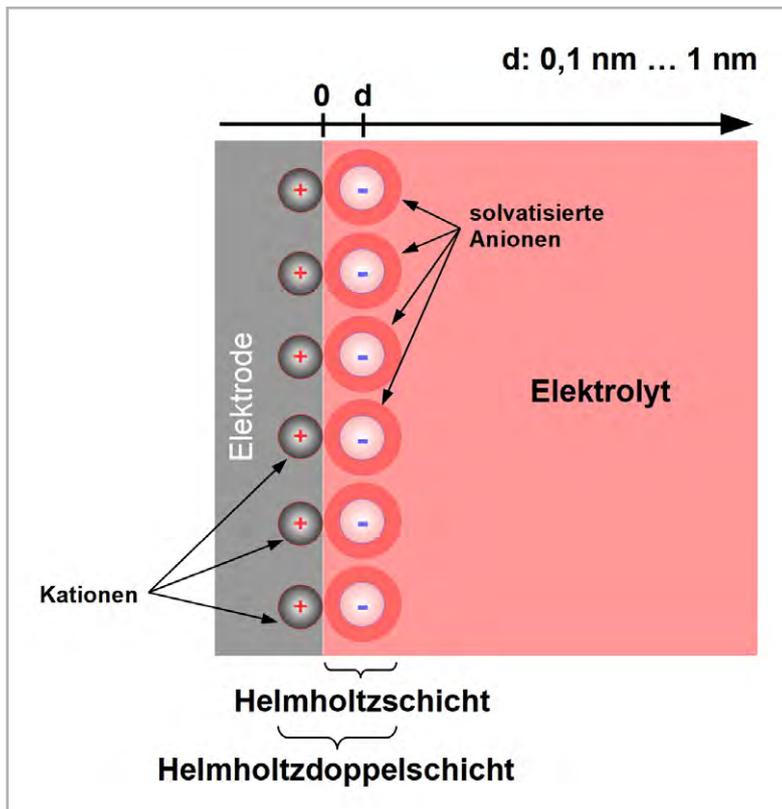


Bild 5: Die Helmholtzdoppelschicht entsteht an der Grenzfläche zwischen einer metallischen Elektrode (Elektronenleiter) und einem Elektrolyten (Ionenleiter), in den sie getaucht wurde.

Bei einem SuperCap tritt die Pseudokapazität stets zusammen mit der helmholtzschichten Doppelschichtkapazität auf. Beide Kapazitäten zusammen bilden die Gesamtkapazität des elektrochemischen Kondensators, wobei der Anteil der Pseudokapazität oftmals deutlich (bis zu 100 Mal) überwiegen kann. Beim Entladen löst sich die Doppelschicht auf und die pseudokapazitätsverursachende Redox-Reaktion läuft invers ab.

Hermann von Helmholtz (1821-1894) war einer der letzten Universalgelehrten (Bild 4). Als studierter Mediziner machte er sich durch verknüpfende Experimente und Theorien in den Disziplinen der Physiologie, Physik und Chemie einen Namen.

Bei seinen Untersuchungen der physikalischen Verhältnisse an der Grenze zwischen einem flüssigen Elektrolyten und einer metallischen Elektrode fand er 1874 heraus, dass sich in einem schmalen Bereich Ladungskonzentrationen aus Anionen (negativ geladene Ionen) im Elektrolyten und Kationen (positiv geladene Ionen) in der Metallelektrode gegenüberstehen. Die Anionen im Elektrolyten bezeichnet man als Helmholtzschicht (Bild 5).

Nimmt man die entgegengesetzt polarisierte Schicht in der Metallelektrode hinzu, spricht man von der helmholtzschen Doppelschicht, die ähnlich wie das Dielektrikum eines konventionellen Kondensators eine ladungstrennende Wirkung aufweist. Der so gebildete Kondensator mit extrem dünnem Plattenabstand von molekularer Größenordnung weist zwischen den Belägen enorme elektrische Feldstärken E auf.

So ist unterhalb der Zersetzungsspannung des Elektrolyten bei einer Potentialdifferenz von $U = 2\text{ V}$ und einem molekularen Abstand von $d = 0,4\text{ nm}$, $E = U/d = 2\text{ V}/0,4\text{ nm} = 5\text{ V/nm} = 5000\text{ V}/\mu\text{m} = 5\text{ Millionen Volt pro mm}$, die in einem herkömmlichen Dielektrikum unweigerlich zum Durchschlag des Dielektrikums (Durchbruch der Ladungsträger) führen würde.

Die abstandsbedingte hohe spezifische Kapazität lässt sich durch ein poröses Plattenmaterial mit großer Oberfläche weiter steigern. Aktivkohle z. B. hat eine innere Oberfläche von 300 bis 2000 m^2/g und damit eine enorme kapazitätssteigernde Wirkung. Gemäß Gleichung (1) kann die Kapazität einer Doppelschicht wegen großer Fläche A und kleinem Abstand d mehrere Tausend Farad betragen.

Das EDLC-Prinzip

Kondensatoren mit elektrischen Doppelschichten (EDLC: Electronic Double Layer Capacity) bestehen aus zwei in Reihe geschalteten Einzelkondensatoren, die sich jeweils an den Aktivkohlebelägen ausbilden. Die Gesamtkapazität ist gemäß Gleichung (3) halb so groß wie die einzelnen Doppelschichtkapazitäten.

Bild 6 zeigt schematisch, wie sich die ungeordneten positiven und negativen Ionen (Kationen und Anionen) im Elektrolyten beim Beginn der Ladung eines zuvor ungeladenen EDLCs separieren, indem sie sich in Richtung auf die positive oder negative Aktivkohlelektrode bewegen und dort je eine helmholtzsche Doppelschicht aufbauen (Ionenabsorption). Bei ihrer Diffusionsbewegung passieren die Ionen eine für sie durchlässige isolierende Separatorfolie, die zugleich der mechanischen Trennung von Anoden- und Kathodenelektrode dient.

Ist die Separation abgeschlossen, ist der EDLC voll geladen (Bild 7). Die Ladeschlussspannung muss stets unter der Zersetzungsspannung des Elektrolyten liegen. Bei wässrigen Elektrolyten liegt die Zersetzungsspannung bei etwa 1,5 V. Wird sie überschritten, bilden sich an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff, wodurch der Innendruck des Supercaps ansteigt. Bei der Mehrzahl der heute verwendeten Supercaps werden Elektrolyte auf der Basis von organischen Lösungsmitteln mit einer Zersetzungsspannung von 1,35 V pro Doppelschicht, also insgesamt 2,7 V eingesetzt.

Mit dem Beginn der EDLC-Entladung verlassen die Ionen wieder die Aktivkohlelektroden, an denen sie angelagert sind (Ionen-desorption), und die Doppelschichten werden abgebaut (Bild 8).

Es sei an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen, dass im Supercap ohne Berücksichtigung der Pseudokapazität beim Durchlaufen des Lade-Entlade-Zyklus keine elektrochemischen Stoffumwandlungen stattfinden. Die gespeicherte elektrische Energie ist ausschließlich elektrostatischer Natur. Die mit vielen Ladezyklen verbundenen Kapazitätsverluste eines Akkumulators treten beim Supercap nicht auf.

Die Bewegung der Ionen im Elektrolyten erfolgt sehr schnell und ist deshalb die Ursache für die hohe Leistungsdichte (Watt/Volumen) eines Supercaps. Er kann daher sehr hohe Impulsleistungen liefern, ist dem elektrochemischen Akkumulator aber in Hinblick auf die Energiedichte (Wh/Volumen) unterlegen.

Die vorstehenden Darstellungen des Lade- und Entladevorgangs sind vereinfachend. Helmholtz ging ursprünglich davon aus, dass je-

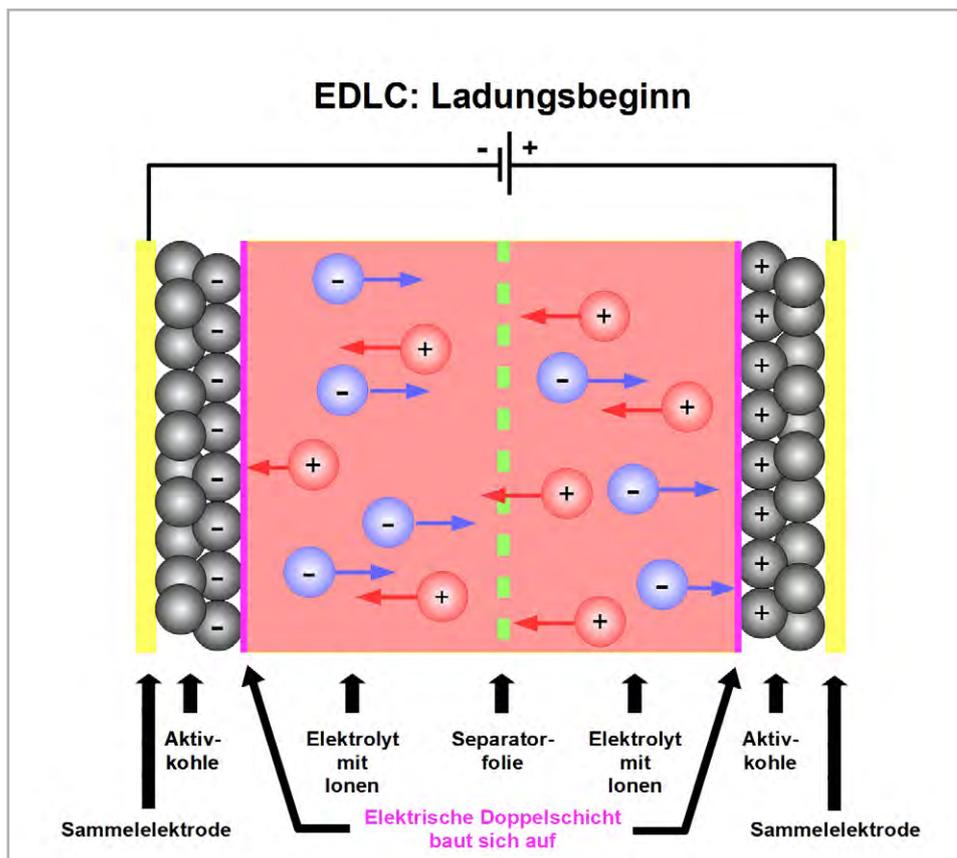
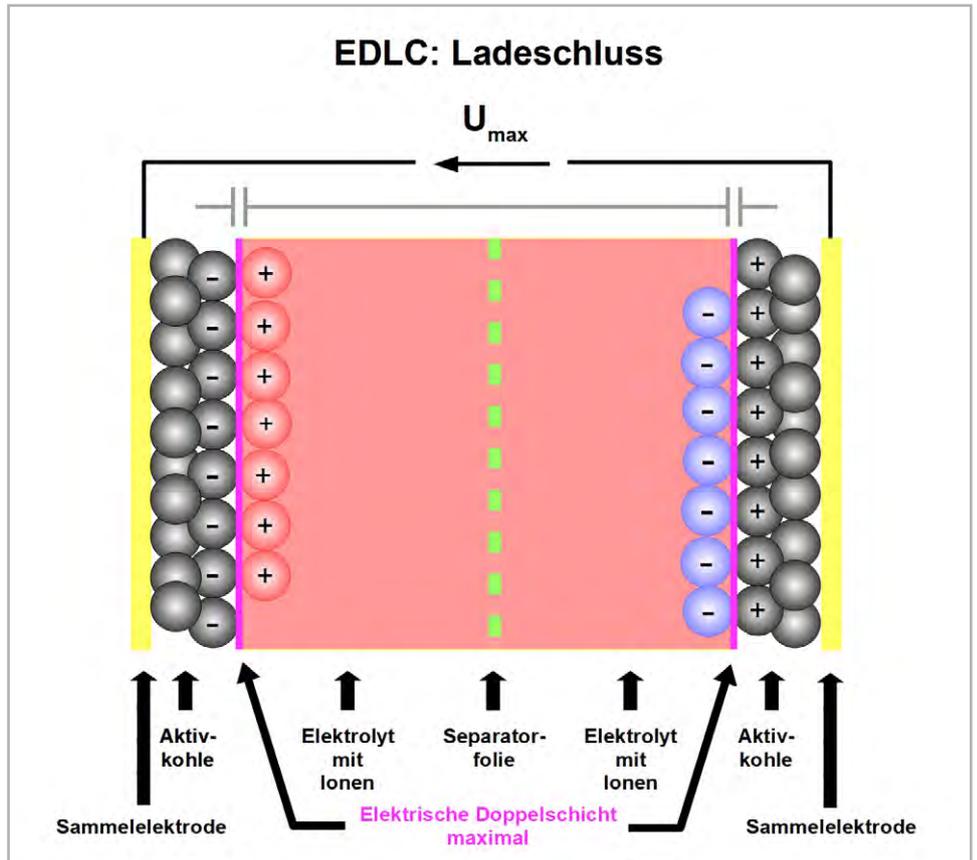


Bild 6: Beim Anlegen einer Spannung an die Elektroden eines Supercaps beginnen sich die Lösungsmittel-Ionen zu trennen. Die positiven Ionen wandern zur negativen Elektrode, die negativen zur positiven Elektrode.

Bild 7: Der Ladeschluss ist bei vollständig separierten Lösungsmittel-Ionen erreicht.



dem Elektroden-Ion ein Elektrolyt-Ion in einer starren Schicht gegenübersteht. Tatsächlich wirken Elektroden-Ionen aber auch über die starre Helmholtzschicht ausgreifend als diffuse Doppelschicht in den Elektrolyten hinein, wo sie zur Bildung der bereits erwähnten, die Gesamtkapazität des EDLCs deutlich erhöhenden Pseudokapazitäten führen. Dabei spielen elektrochemische Redoxvorgänge eine wichtige Rolle. Diverse Modelltheorien be-

schreiben in immer besserer Annäherung das reale Verhalten des EDLCs hinsichtlich der Art seiner Elektroden, des Elektrolyten, seiner Temperaturabhängigkeit usw. All dies im Detail zu erläutern, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen und wohl auch bei den meisten Lesern die chemischen Kenntnisse übersteigen.

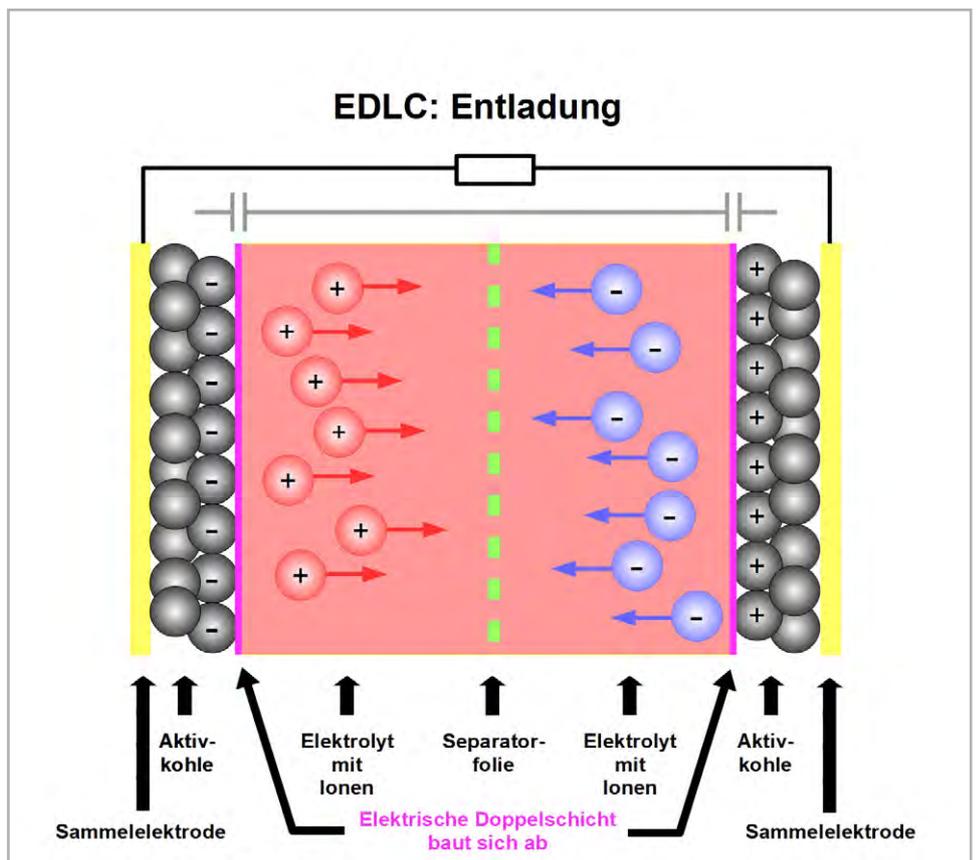


Bild 8: Bei der Entladung lösen sich die Ionen von den Elektroden und wandern wieder in den Elektrolyten zurück.

SuperCaps in der Praxis

Am Ersatzschaltbild eines Doppelschichtkondensators kann man einige seiner wesentlichen Eigenschaften verdeutlichen (Bild 9). Die beiden durch den Elektrolyten verbundenen Doppelschichtkapazitäten C_1 und C_2 sind in Reihe geschaltet. Für $C_1=C_2=C$ gilt $C_{\text{gesamt}}=C/2$.

Die Summe aus den Widerständen der Elektroden und des Elektrolyten $2R_E+R_i$ (ESR = Equivalent Series Resistance) ist niedrig, was eine schnelle Entladung

der Doppelschichtkapazitäten ermöglicht und die hohe Leistungsdichte des EDLCs begründet.

Der Leckwiderstand R_{Leck} (engl. R_{Leak}) ist die Ursache für die Selbstentladung des Kondensators. Er wird im Datenblatt eines Doppelschichtkondensators als R_{Leak} angegeben und umfasst bei Kondensatormodulen auch den von einer Hilfsschaltung zum Ausbalancieren der Zellenspannung bei der Reihenschaltung mehrerer Kondensatoren verursachten Bypass-Strom.

Gleichstrom-Ersatzschaltbild eines Doppelschichtkondensators (EDLC: Electric Double-Layer Capacitor)

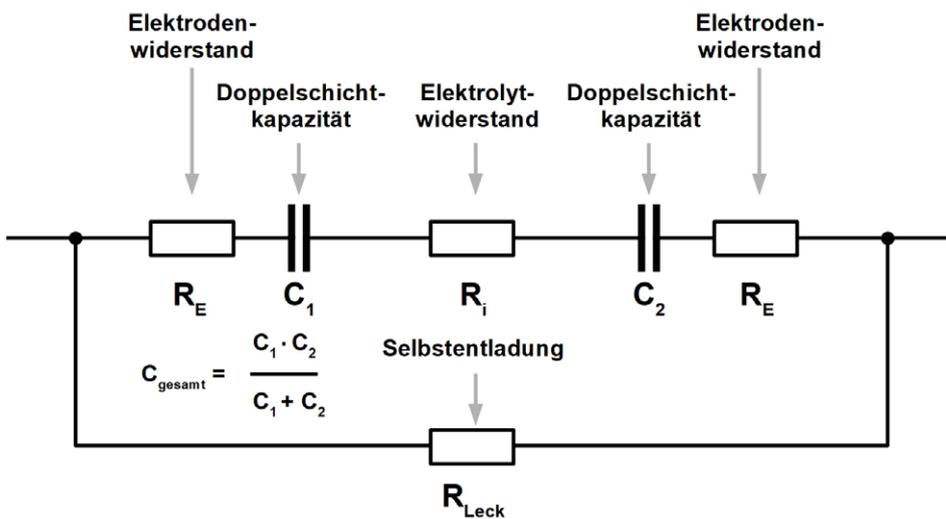
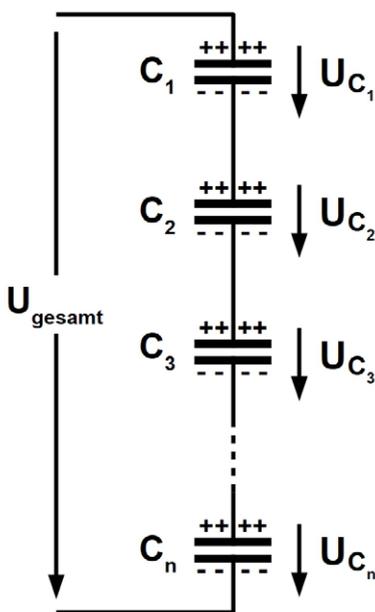


Bild 9: An den beiden Helmholtzdoppelschichten bildet sich je ein Kondensator aus. Diese beiden Kondensatoren sind über den Elektrolyten in Reihe geschaltet, wodurch die Gesamtkapazität halb so groß ist wie die der Doppelschichten.



$$U_{\text{gesamt}} = \sum_{v=1}^n U_{Cv}$$

$$Q_{\text{gesamt}} = Q_{C1} = Q_{C2} = Q_{C3} = \dots = Q_{Cn}$$

$$U_{Cv} = \frac{Q_{\text{gesamt}}}{C_v} \quad \text{für } v = 1, 2, 3, \dots, n$$

Zahlenbeispiel aus Gleichung 1:

$$C_1 = 500 \text{ pF}, C_2 = 1,2 \text{ nF}, C_3 = 4,7 \text{ nF}, C_4 = 10 \text{ nF}$$

$$\rightarrow C_{\text{gesamt}} = 317,9 \text{ pF}$$

$$U_{\text{gesamt}} = 10 \text{ V} \rightarrow Q_{\text{gesamt}} = 10 \text{ V} \cdot 317,9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{V}} = 3,179 \cdot 10^{-9} \text{ As}$$

$$U_{C1} = \frac{3,179 \cdot 10^{-9} \text{ As}}{500 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 6,3580 \text{ V}$$

$$U_{C2} = \frac{3,179 \cdot 10^{-9} \text{ As}}{1,2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 2,6492 \text{ V}$$

$$U_{C3} = \frac{3,179 \cdot 10^{-9} \text{ As}}{4,7 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 0,6764 \text{ V}$$

$$U_{C4} = \frac{3,179 \cdot 10^{-9} \text{ As}}{10 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 0,3179 \text{ V}$$

Bild 10: Legt man eine Spannung an die Reihenschaltung von Kondensatoren an, fallen an den Einzelkondensatoren Bruchteile dieser Spannung ab, die umgekehrt proportional zu deren Kapazität sind.

Bei dem UltraCap „2.7V 325F“ des Herstellers Maxwell mit einem Energiespeichervermögen von 0,33 Wh beträgt der durch R_{Leak} verursachte Leckstrom I_{Leak} etwa 500 μA bei der Nennspannung von 2,7 V und 25 °C Umgebungstemperatur. Das entspricht etwa einem Zweimillionstel des Spitzenstroms von 270 A und führt in ca. 4 Wochen zur vollständigen Selbstentladung.

Die allgemeine Formel für die Abnahme der Klemmenspannung ΔU während der Entladung eines SuperCaps mit der Kapazität C mit Innenwiderstand R durch einen Strom I über den Zeitraum t lautet Gleichung (5):

$$\Delta U = I \left(R + \frac{t}{C} \right) \tag{5}$$

I in Ampere, R in Ohm, t in Sekunden und C in Farad [As/V]

Für eine minimale Spannungsabnahme in gepulsten Anwendungen, sollte ein SuperCap mit möglichst großer Kapazität und kleinem ESR gewählt werden.

Ein Beispiel:

Der SuperCap DRL388R0T61FA4 des Herstellers Samxon hat eine Kapazität von 3800 F und einen ESR von 0,28 m Ω . Um wie viel verringert sich seine Klemmennennspannung von 2,7 V_{dc}, wenn er 10 ms lang 1000 A liefern soll (Gleichung (6))?

$$\Delta U = 1000 A \cdot \left(0,00028 \frac{V}{A} + \frac{0,01 s}{3800 \frac{A \cdot s}{V}} \right) = 1000 \cdot 0,00028263 V = 0,283 V \tag{6}$$

Die folgende Tabelle fasst wesentliche Unterschiede zwischen SuperCap und Akkumulator zusammen.

Typ	SuperCap	Akkumulator
Energiespeicherung	elektrostatisch (Doppelschichtkapazität) elektrochemisch (Pseudokapazität)	chemisch
Entladezeit	1 s–30 s	0,3 h–3 h
Ladezeit	1 s–30 s	1 h–5 h
Energiedichte (Wh/kg)	1–10	20–100
Leistungsdichte (W/kg)	10000	50–200
Lade-/Entladeeffizienz	0,90–0,97	0,70–0,90
Lade-/Entladezyklen	> 10000000	500–2500
Umgebungstemperatur	-40 °C–+70 °C	0–60 °C

Cell Balancing

Wegen ihrer geringen Nennspannung müssen SuperCaps für viele Anwendungen in Reihe geschaltet werden, damit die Gesamtkapazität die erforderliche Spannungsfestigkeit aufweist. Die an ihnen auftretenden Teilspannungen sind umgekehrt proportional zu ihrer Größe, d. h., an kleineren Kondensatoren fällt eine höhere Spannung ab und umgekehrt. Dies wird in Bild 10 erläutert.

Geht man von exakt gleichen Kapazitätswerten der Einzelkondensatoren aus, fallen an ihnen auch die exakt gleichen Teilspannungen ab. In der Praxis unterliegen SuperCaps aber deutlichen Exemplarstreuungen und unterschiedlichem Alterungsverhalten, was dazu führen kann, dass die an einem kleineren Kondensator anliegende Spannung den Nennwert überschreitet und der Elektrolyt sich zu zersetzen beginnt. Das muss unter allen Umständen vermieden werden, damit der SuperCap nicht frühzeitig altert und ausfällt. Um eine symmetrische Spannungaufteilung auf die einzelnen Reihenkondensatoren sicherzustellen, sind Symmetriermaßnahmen durch passives oder aktives Cell Balancing erforderlich.

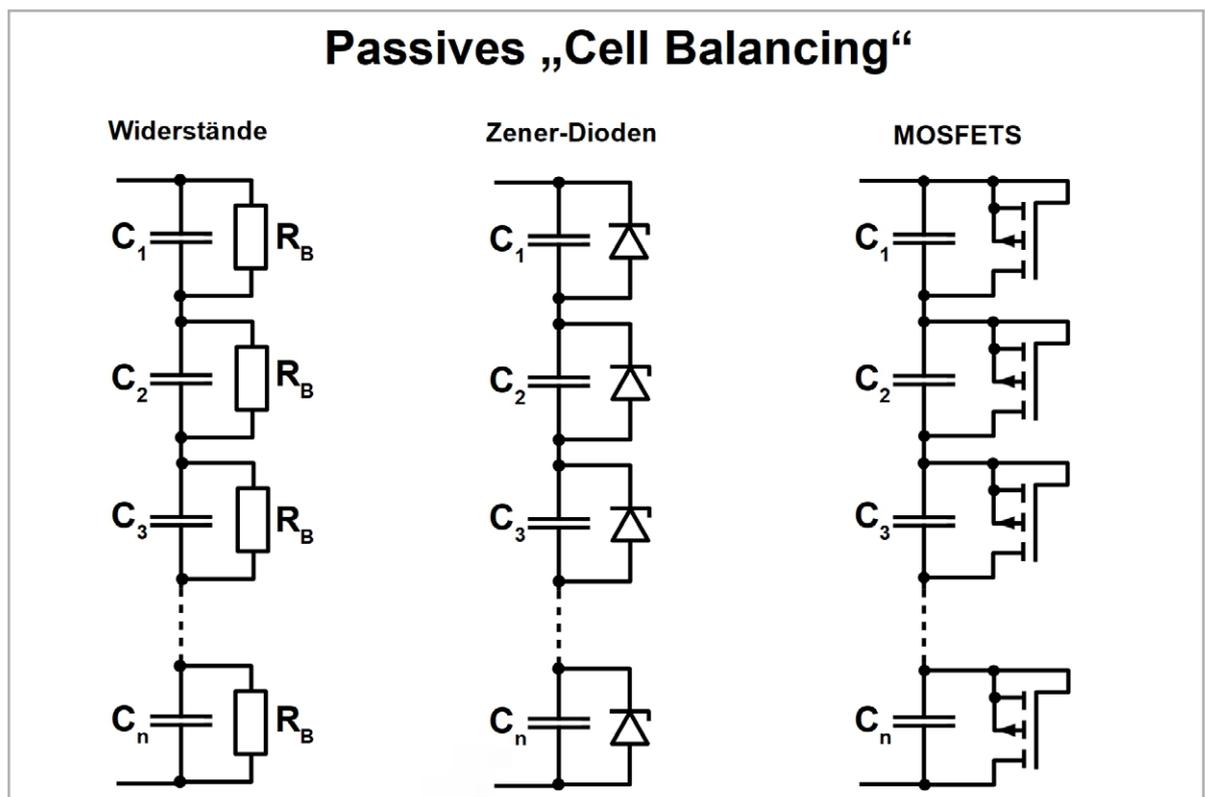


Bild 11: Um die Spannung von in Reihe geschalteten SuperCap-Zellen zu egalisieren, wird „Cell Balancing“ eingesetzt. Hier werden drei passive Methoden gezeigt.

Das passive Ausbalancieren der einzelnen SuperCap-Zellen ist mit relativ geringem Aufwand und den geringsten Kosten realisierbar (Bild 11).

Die preiswerteste Methode ist, jeder Kondensatorzelle einen Balancing-Widerstand R_B (Shunt) parallel zu schalten. Er belastet Zellen mit geringerer Kapazität (an denen eine größere Teilspannung abfällt) stärker und senkt dadurch deren Klemmenspannung. Zellen mit größerer Kapazität werden weniger strombelastet. Passives Spannungsbalancieren ist nur für Anwendungen zu empfehlen, in denen der SuperCap nicht regelmäßig ge- und entladen wird und der zusätzliche Strom durch die balancierenden Widerstände tolerabel ist.

Bezüglich der Größe des Balancing-Widerstands ist man zu einem Kompromiss gezwungen. Für einen schnellen Spannungsausgleich sollte er so klein wie möglich sein. Um die Selbstentladungsverluste gering zu halten, sollte der Balancing-Widerstand hingegen so groß wie möglich sein. Dieses Dilemma wird in der Praxis gelöst, indem man den Balancing-Widerstand zu etwa einem Zehntel des Leckwiderstands wählt, also $R_B = 0,1 \cdot R_{Leck} = 0,1 \cdot U_{Nenn}/I_{Leck}$. U_{Nenn} und I_{Leck} können dem Datenblatt des Kondensators entnommen werden.

Eine Verbesserung der Ausgleichsgeschwindigkeit lässt sich mit Zenerdioden anstelle von Widerständen erreichen. Ihre Durchbruchspannung muss unter der Nennspannung des SuperCaps liegen. Bei ihrem Erreichen wird die Zenerdiode niederohmig leitend und hält die Klemmenspannung des Super-

Caps konstant. Weil die Zehnerspannungen auch bei gleichen Diodentypen Schwankungen der Durchbruchspannung bis zu 10 % unterliegen, sollten sie einen gewissen Abstand zur Nennspannung des SuperCaps haben, was aber mit Einbußen bei der gespeicherten Energie verbunden ist.

Eine weitere Verbesserung der Ausgleichsgeschwindigkeit bieten MOSFETS parallel zu den SuperCap-Zellen. Beim Erreichen der Nennspannung des Kondensators werden sie leitend und verhindern einen weiteren Anstieg der Klemmenspannung des Kondensators.

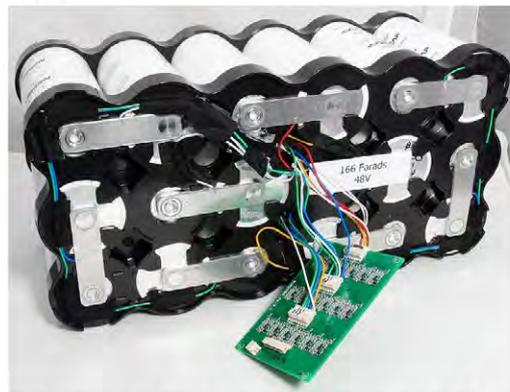
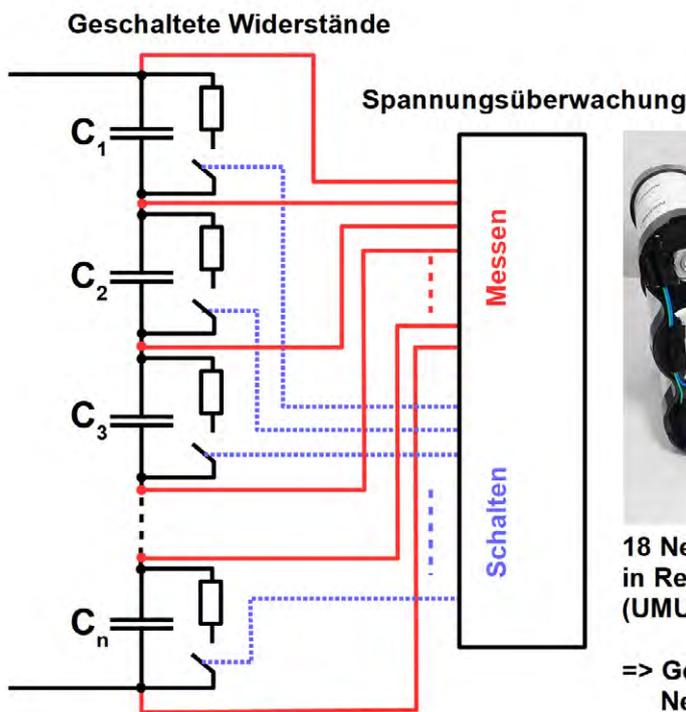
Die SAB™-MOSFETS (SAB: Super Capacitor Balancing) des Herstellers [Advanced Linear Devices](#) (ALD) sind als Array auf einer kaskadierbaren gedruckten Schaltung zum präzisen Balancieren von beliebig vielen in Reihe geschalteten SuperCaps erhältlich. Wegen des geringen zusätzlichen Energieverbrauchs sind sie besonders für den Einsatz in Energy-Harvesting-Anwendungen geeignet.

Das aktive Ausbalancieren der einzelnen SuperCap-Zellen erfordert einen erhöhten technischen Aufwand und damit höhere Kosten.

Das aktive Ausbalancieren der SuperCap-Reihenschaltung ist verlustärmer und lässt sich durch entsprechende Software in der Spannungsüberwachung flexibel an die vorliegende Situation anpassen.

Das abgebildete Ausführungsbeispiel in Bild 12 zeigt einen SuperCap mit 166 F und 48 V Nennspannung, bestehend aus 18 aktiv ausbalancierten Ein-

Aktives „Cell Balancing“



18 Nesscap SuperCaps à 3000 F / 2,7 V in Reihe geschaltet mit aktivem Balancer (UMU: Ultracap Monitoring Unit)

=> Gesamtkapazität 3000 F / 18 = 166 F
Nennspannung 18 * 2,7 V = 48 V
Gesamtenergie $\frac{1}{2} CU^2 = 191 \text{ kW}$

Bild 12: Beim Laden einer Reihenschaltung von SuperCaps wird beim „aktiven Cell Balancing“ die Spannung jeder Einzelzelle überwacht und beim Überschreiten eines Sollwertes durch das Parallelschalten eines Balance-Widerstands ein Teil des Ladestroms abgeleitet, wodurch die Zellenspannung abnimmt.

zelkondensatoren à 3000 F und 2,7V. Eine Überwachungselektronik misst die Spannung an jeder in Reihe angeordneten SuperCaps. Nähert sich diese der Nennspannung wird der Schalter aktiviert und der Balancing-Widerstand beginnt dem weiteren Spannungsanstieg entgegenzuwirken.

Als Stichworte für weitere aktive Balancing-Lösungen seien DC-DC-Wandler, Operationsverstärker sowie Buck-Boost-Lade-ICs mit Balancer genannt.

Anwendungsbereiche für EDLCs

Zunehmend wird heute der SuperCap als Ersatz oder Ergänzung von Batterien- und/oder Akkumulatoren verwendet. Das Einsatzspektrum reicht von Energiegewinnungssystemen bis zu Energy-Harvesting-Anwendungen. Im Auto können SuperCaps die Starterbatterie beim Start-Stop-Betrieb unterstützen, besonders bei niedrigen Temperaturen. Das ermöglicht kleinere und leichtere Batterien und verringert so den Kraftstoffverbrauch.

Interessant sind auch KERS-Anwendungen (Kinetic Energy Recovery System = System zur Rückgewinnung kinetischer Energie). Besonders bei Elektrofahrzeugen kann die Bremsenergie in SuperCaps eingespeichert werden und steht beim Beschleunigen wieder als Antriebsenergie zur Verfügung. Erhebliche Stromeinsparungen lassen sich mit KERS auch beim Betrieb von Aufzügen erreichen.

Aber auch für die zuverlässige, nicht drahtgebundene Versorgung von Sensormodulen in IoT-Anwendungen mit winzigen, aus der Umwelt gewonnenen Energiemengen kann der Superkondensator vorteilhaft eingesetzt werden. Hier kann er die impulsartigen Ströme liefern, die das Funkmodul zum gelegentlichen Aussenden seiner Daten benötigt. Bei diesen Leistungsbursts in der Größenordnung von einigen 100 mW bricht die Spannung einer hochohmigen Lilon-Batterie zusammen. Durch die SuperCap-Unterstützung wird sie geschont und ihre Lebensdauer deutlich verlängert. So profitieren insbesondere auch LoRaWAN®-Anwendungen von dem Einsatz der Super-Kondensatoren.

Ausblick

An der Verbesserung der Eigenschaften des SuperCaps wird ständig geforscht. Dabei spielen Elektrodenmaterial und Elektrolytzusammensetzung eine ausschlaggebende Rolle für Spannungsfestigkeit und spezifische Kapazität. Damit lassen sich die Lade- und Entladerate steigern, die Nennspannung vergrößern, die Zyklenfestigkeit erhöhen, die Lebensdauer verlängern und die Abmessungen verringern. Nicht zuletzt wird an der Produktionseffizienz gearbeitet, um die Herstellungskosten zu drücken und das Einsatzspektrum von Superkondensatoren zu erweitern. **ELV**

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.



Bestimmtes Thema gesucht?

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



Auf dem neuesten Stand

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

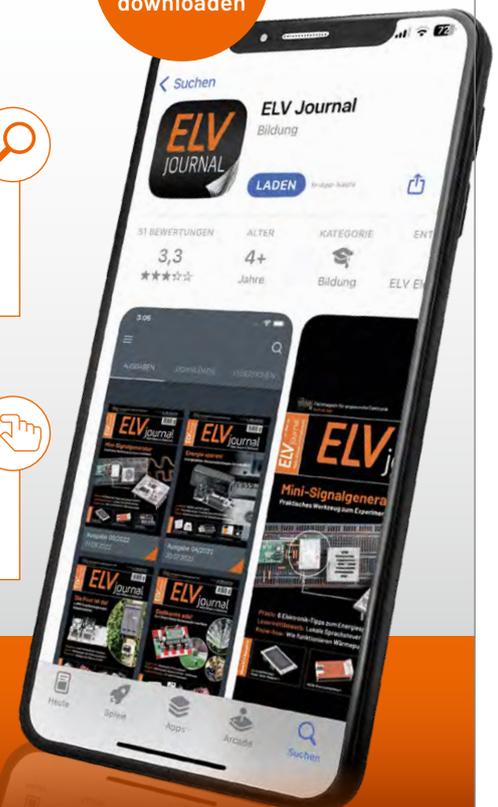


Mehr Lesekomfort

Mit der Zoomfunktion und der Einzel- und Doppelseitenansicht – so, wie Sie es benötigen.



Jetzt die App **kostenfrei** downloaden



Jetzt die App downloaden und die ELVjournale kostenlos lesen

Zur Android-App

Zur iOS-App

Rundum-Schutz für Ihr Zuhause



Set mit einem Recorder
und 4 Kameras

659,99 €

Artikel-Nr. 254487

[Zum Produkt](#)



Kamerasystem mit lokaler Daten- speicherung und 4 PoE-Kameras

- Network Video Receiver (NVR) mit vorinstallierter 2-TB-Festplatte für umfangreiche und lokale Aufzeichnungen (max. 8 PoE-Kameras + max. 16-TB-Festplatte)
- Integrierte PoE-Technologie (Kameras und NVR) für einfache Installation
- NVR unterstützt zusätzlich EZVIZ-WLAN-Kameras
- 4K-Ultra-HD-Auflösung für gestochen scharfe Bilder
- Farbige Nachtsicht und intelligente Erkennung von Menschen und Autos zur Reduzierung von Fehlalarmen
- Die Kameras haben zur Abschreckung eine integrierte Sirenenfunktion sowie Blitzlicht und eine Gegensprechfunktion

Smart geschaltet

hama

Smart Home WLAN-Steckdosen-Set

- 3 smarte WLAN-Steckdosen: 2x für den Innen- und 1x für den Außeneinsatz
- Einfache Installation ohne Hub dank integriertem WLAN
- Max. Belastbarkeit: 3680 W
- Manueller Ein-/Ausrichter mit LED
- Funkstandard Matter für herstellerübergreifende Kompatibilität



44,95 €

Artikel-Nr. 254331

[Zum Produkt](#)

BOLD
Die BOLD GmbH

Smart Home 3-fach-Steckdosensäule

- 3 Steckdosen mit Klappdeckel – 1x vorne, 2x Rückseite
- Großer Abstand zwischen den Steckdosen: Winkelstecker bis 8 cm möglich
- Smarte Steuerung per App
- Inkl. Anschlussterminal (220–240 V) in der Säule für Zuleitung
- Spritzwassergeschützt IP44
- Max. Belastbarkeit: 3680 W
- Witterungsbeständig durch Aluminium-Druckguss

Varianten ohne App-Steuerung

2-fach-Steckdosensäule, Eisen gebürstet – Artikel-Nr. 254350 – 34,95 €

2-fach-Steckdosensäule, anthrazit – Artikel-Nr. 254351 – 34,95 €

1x Steckdose vorne

2x Steckdose auf der Rückseite



89,95 €

Artikel-Nr. 254352

[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.

Frage von Herrn Bäurle zur Alarmfunktion mit der Homematic IP App und dem Homematic IP Access Point:

Wir konnten einen ausgelösten Alarm nicht deaktivieren!

Laut Protokoll:

- 14:59 Uhr: deaktiviert durch iPhone
- Störung im WLAN (kein Internet mehr)
- WLAN im Haus in Ordnung
- 15.01 Uhr: Alarm ging los und ließ sich weder mit den beiden iPhones noch mit der Schlüsselbundfernbedienung HmIP-KRCK deaktivieren

Wie kann es sein, dass bei Ausfall des WLANs der Access Point nicht mehr angesprochen werden kann, obwohl das hausinterne Netzwerk mit LAN/WLAN funktioniert?

Antwort von ELV: Ein direktes Abschalten der Alarmfunktion ist nur in Verbindung mit der Schlüsselbundfernbedienung „Alarm“ (HmIP-KRCA) möglich. Die übrigen Handfernbedienungen sind technisch nicht in der Lage, über eine direkte Verbindung zur Alarmsirene diese abzuschalten. Sowohl die übrigen Fernbedienungen als auch die Homematic IP App können den Alarm lediglich über den Homematic IP Server deaktivieren. Weil der Server jedoch nur bei gegebener Internetverbindung erreichbar ist, konnte in Ihrem Fall eine Deaktivierung des ausgelösten Alarms nicht erfolgen.

Frage von Herrn Sander zum Homematic IP Bewegungsmelder HmIP-SMI55-2 (Artikel-Nr. 156242):

Ich habe in meinen Flur zwei Bewegungsmelder für 55er-Rahmen verbaut. Wenn ich jetzt den Raum betrete, löst der Bewegungsmelder aus und schaltet das Licht ein. Nach einiger Zeit schaltet das Licht wieder aus und auch gleich wieder ein, obwohl sich niemand in dem Raum befindet. Wie lässt sich das wiederholte Einschalten verhindern?

Antwort von ELV: Wahrscheinlich haben Sie bei dem Bewegungsmelder die Funktion „Erkannte Bewegung puffern“ aktiv geschaltet. Durch diese Funktion wird eine erfasste Bewegung gespeichert und verzögert gesendet (im Rahmen des eingestellten Sendeintervalls, auch wenn dann aktuell keine Bewegung mehr erfasst wird). Schalten Sie diese Funktion bitte einmal ab.

Frage von Herrn Treitl zum Bausatz Komponententester/ESR-Meter mit OLED-Display KT200 (Artikel-Nr. 132237):

Ich habe mit großer Freude den Bausatz fertiggestellt, bin dann aber am Abgleich gescheitert. Bei Schritt 4 lässt sich die Länge der Linie nicht verstellen, und bei Punkt 5 bricht das Gerät trotz korrektem Widerstand ab.

Bitte um eine Idee, was ich machen kann.

Antwort von ELV: Folgen Sie den Schritten des Abschnitts „Inbetriebnahme und Abgleich“ in der Anleitung bzw. den Anweisungen auf dem Display.

Im Abgleichschritt 4 wird das Poti an der Seite vom Gerät erwähnt und nicht das Drehrad.

Im Komponententester-Modus (KT) wird zunächst mit dem Trimmer R36 die Ausgangsamplitude der 50-Hz-Signalspannung auf 20 Vss (Spitze-Spitze) eingestellt. Hierfür stehen zwei Abgleichverfahren zur Verfügung. Ganz genau geschieht dies mithilfe eines Oszilloskops, das an die Messbuchsen angeschlossen wird.

Es geht aber auch ohne Oszilloskop, indem der Pegel so weit erhöht wird, bis der grüne Strich (aktive Darstellungslinie) auf dem Display (Messbuchsen sind offen) die Markierungen auf der horizontalen Linie erreicht. Ist dieser Punkt erreicht, darf der Pegel nicht weiter erhöht werden, da eine Übersteuerung des Signals auf dem Display sonst nicht mehr erkennbar ist.

Frage von Herrn Tiepelmann zum Homematic IP Wettersensor plus, HmIP-SWO-PL (Artikel-Nr. 152057):

Unsere Wetterstation erfasst Regen erst zeitlich sehr verspätet, bis dahin ist unsere Markise komplett durchnässt.

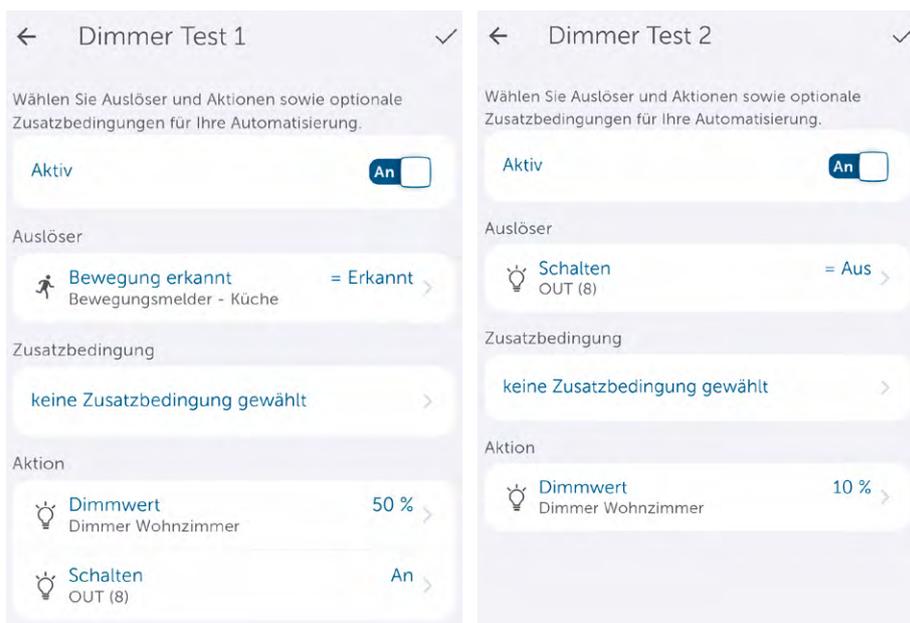
Antwort von ELV: Aufgrund des „Regenerkennungsverfahrens“ über zwei Messnadeln, die unterhalb des Regenmesstrichters angebracht worden sind, erfolgt die Regenerkennung erst, nachdem sich ein Regentropfen zwischen den Messnadeln „gefangen“ hat. Das geschieht, wenn eine entsprechende Regenmenge über den Regentrichter des Sensors „eingefangen“ worden ist. Wenn der Wettersensor nicht exakt gerade aufgestellt worden ist, kann das gesammelte Regenwasser unter Umständen seitlich an den Messnadeln vorbeilaufen. Es ist daher unbedingt darauf zu achten, dass der Wettersensor genau gerade aufgestellt wird.

Unsere Empfehlung: Eine optimalere Funktion ist in Verbindung mit dem [Homematic IP Regensensor](#) gegeben, der bereits bei dem ersten Regentropfen, der auf die Sensorfläche tropft, Regen erkennt.

Frage von Herrn Steinhauser zur Dimmersteuerung mit einem Bewegungsmelder über die Homematic IP App und den Homematic IP Access Point:

Ich möchte per Zeitprofil den Dimmaktor mit 10 % Helligkeit einschalten und per Bewegungsmelder bei erkannter Bewegung die Helligkeit für 5 Minuten auf 100 % erhöhen. Das funktioniert auch. Doch leider bleibt die Helligkeit danach auf 100 % und senkt sich nach 5 Minuten nicht wieder auf 10 % ab.

Antwort von ELV: Die von Ihnen gewünschte Funktion lässt sich ausschließlich über Automatisierungen und einen zusätzlichen Schaltaktor oder das Modul HmIP-MOD-OC8 realisieren. Beachten Sie hierzu auch die Screenshots rechts und das [Youtube-Video](#).



Funktionsbeschreibung: Über eine Automatisierung wird bei erkannter Bewegung die Helligkeit auf einen höheren Wert (im Beispiel 50 %

eingestellt und außerdem ein Schaltaktor für eine bestimmte Einschaltdauer (in Ihrem Fall 5 Minuten) eingeschaltet ([Screenshot links](#)). Über die zweite Automatisierung, die durch das wieder erfolgte Ausschalten des Schaltaktors (nach 5 Minuten) gestartet wird, erfolgt erneut das Setzen eines kleineren Dimmwerts ([Screenshot rechts](#)).

Technische Fragen?

Sie erreichen uns **montags bis donnerstags von 9.00-16.30 Uhr** und **freitags von 9.00-15.00 Uhr** (werktags). Halten Sie bitte Ihre ELV Kundennummer (wenn vorhanden) bereit.



0491/6008-88



[Kontaktformular](#)

GreenPAK™-System

Jeder Hardwareentwickler stand schon einmal vor dem Problem, dass sein Design kurzfristig geändert werden muss. Sei es, weil sich die Anforderungen geändert haben, weil ein Fehler behoben werden muss oder weil ein Feature vergessen wurde. Meistens endet dies mit einer größeren Operation auf der Platine oder einem Re-Design des Boards. Der Hersteller Renesas bietet mit seinen GreenPAK™-Systemen für dieses Problem eine einfache Lösung, die in diesem Beitrag vorgestellt wird.



GreenPAK™

Was ist ein GreenPAK™?

Grundlegend handelt es sich bei GreenPAKs™ um komplexe Development-Boards auf Basis programmierbarer Mixed-Signal-ICs. Diese sind darauf ausgelegt, Funktionen wie Logikgatter, Zeitgeber, Zähler, Tastgeneratoren und andere digitale Schaltkreise in ein kompaktes, programmierbares Format zu integrieren. Hierbei ist keine tatsächliche Beschaltung des Aufbaus nötig, alles wird über die hauseigene Software simuliert und kann bei Bedarf direkt auf die Chips „geflasht“ werden. Dies reduziert den Arbeits- und Materialaufwand ganz erheblich!

GreenPAKs™ finden daher oft Anwendung in Systemen, in denen sowohl analoge als auch digitale Signale verarbeitet werden müssen und die eine präzise Wandlung, Filterung oder Signalverarbeitung in Echtzeit benötigen. Die GreenPAKs™ bilden somit eine Brücke zwischen analoger und digitaler Welt. Bild 1 zeigt beispielhaft, wie eine Schaltung vereinfacht werden kann.

Großer Funktionsumfang

Nicht nur analoge Funktionsblöcke wie Operationsverstärker, Komparatoren, Analog-Digital-Wandler und Digital-Analog-Wandler, sondern auch digitale Funktionsblöcke können mit den Boards genutzt werden:

- Look-up-Tabellen (LUT)
- D-Flip-Flops
- Zähler, Delays und Speicher

Neben den bereits erwähnten Funktionsblöcken beherrschen einige GreenPAKs™ auch rudimentäre mathematische Funktionen.

Der Funktionsumfang ist nahezu unbegrenzt und wird durch die Auswahl des GreenPAKs™ bestimmt. Eine detaillierte Übersicht gibt der Hersteller auf seiner [Webseite](#).

Zur Datenübertragung bieten die GreenPAKs™ eine I²C-Schnittstelle und einige Module auch eine SPI-Schnittstelle.

Softwareumgebung

Zur Programmierung muss weder eine eigene Programmiersprache erlernt noch ein eigener Code geschrieben werden. Mithilfe einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI), ähnlich einem Schaltplan-Eingabe-

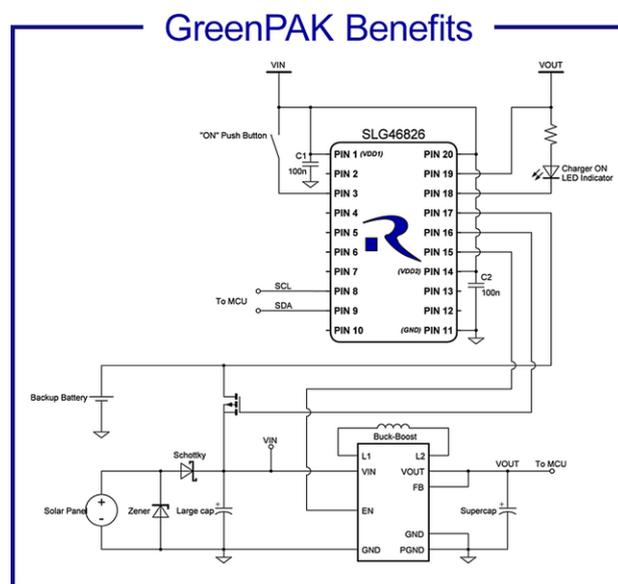
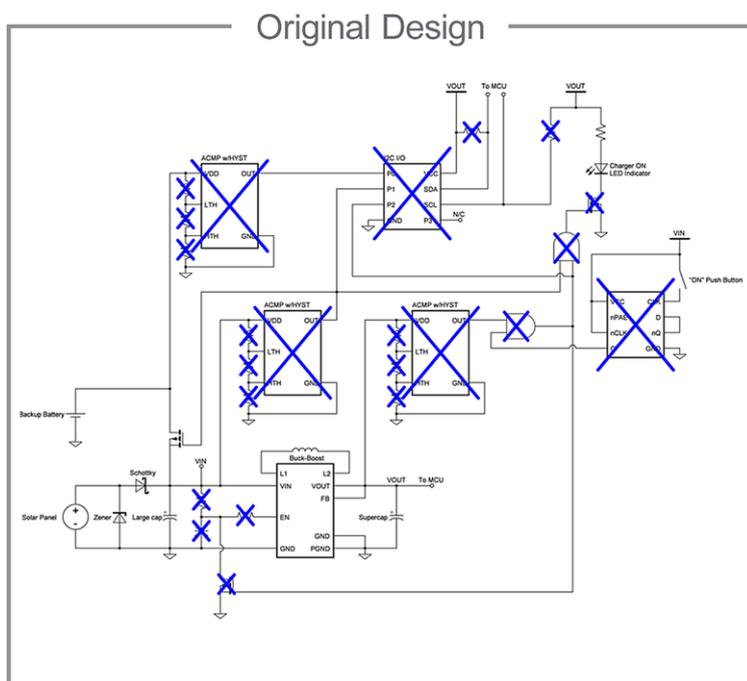


Bild 1: Verkleinerung des Schaltungsaufbaus dank der Verwendung eines GreenPAKs™



programm, werden die einzelnen Funktionsblöcke zu einem Design zusammengefügt – praktisch! Die grafische Benutzeroberfläche „Go Configure™ Software Hub“ lässt sich kostenlos von der Webseite des Herstellers herunterladen ([Go Configure Software](#)). Mit dieser Anwendung können Designs mit allen verfügbaren GreenPAKs™ erstellt werden. Eine ausführliche Anleitung zur Anwendung ist [hier](#) zu finden. Bild 2 zeigt die Startseite der Softwareumgebung.

Neben dem reinen Schaltungsdesign kann die Software auch zur Simulation und Hardwareevaluierung genutzt werden. Die einzelnen, erstellten

Funktionsblöcke lassen sich so einfach konfigurieren, aktivieren und auch deaktivieren. Für die Schaltungssimulation stellt die Anwendung passive Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten bereit. Damit kann auch eine externe Beschaltung berücksichtigt werden. Neben den passiven Bauteilen können selbstverständlich auch aktive Bauelemente wie Bipolartransistoren, MOS-Feldeffekttransistoren usw. angebunden werden. Die aktiven Komponenten können mithilfe von SPICE-Modellen beschrieben und entsprechende Modelle importiert werden. Bild 3 zeigt ein neu angelegtes Projekt im Arbeitsbereich der Software „Go Configure“. Im Folgenden werden die wichtigsten Hauptfunktionsblöcke beschrieben, die in der Software zur Verfügung stehen. Sie werden hier als „Makrozellen“ bezeichnet.

Part Number	DS	VDD (V)	VDD2 (V)	Temperature (°C)	GPI/GPO/GPIO	AEC-Q100
SLG46826V	PDF	2.30 to 5.50	-	-40 to 85	1 1 10	-
SLG46827-AC	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	40 to 105	2 2 13	Grade 2
SLG46826-EV	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	-40 to 105	2 2 13	-
SLG46826G	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	-40 to 85	2 2 13	-
SLG46826V	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	-40 to 85	2 2 13	-
SLG46824G	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	-40 to 85	2 2 13	-
SLG46824V	PDF	2.30 to 5.50	1.71 to 5.50	-40 to 85	2 2 13	-
SLG46881V	PDF	2.30 to 5.50	0.95 to 1.98	-40 to 85	8 8 12	-
SLG46880-AP	PDF	2.30 to 5.50	2.30 to 5.50	-40 to 125	8 8 12	Grade 1
SLG46880V	PDF	2.30 to 5.50	2.30 to 5.50	-40 to 85	8 8 12	-
SLG46880M	PDF	2.30 to 5.50	2.30 to 5.50	-40 to 85	1 1 6	-

Details

[[Datasheet](#) | [Product page](#) | [Application notes](#) | [Resources](#) | [Get samples](#) | [Contact us](#)]

Package:
STQFN-20

Supported Development Platforms:

- Software Simulation
- GreenPAK Serial Debugger (SLG4DVKGSD)
- GreenPAK DIP Development Board (SLG4DVKDIP) + 2x DIP Proto Board SLG46826V (SLG46826V-DIP)
- GreenPAK Advanced Development Board (SLG4DVKADV) + Training Adapter #1 (SLG4TA20SP-SLG46826), is optional + GreenPAK TQFN-20 #4 (SLG4SA20SP-20x30)
- GreenPAK Lite Development Board (SLG4DVKLITE) + Training Adapter #1 (SLG4TA20SP-SLG46826), is optional + GreenPAK TQFN-20 #4 (SLG4SA20SP-20x30) + 2x DIP Proto Board SLG46826V (SLG46826V-DIP), is optional

Description:
The SLG46826V/G provides a small, low power component for commonly used mixed-signal functions. The user creates their circuit design by programming the multiple time Non-Volatile Memory (NVM) to configure the interconnect logic, the I/O Pins and the macrocells of the SLG46826V/G. This highly versatile device allows a wide variety of mixed-signal functions to be designed within a very small, low power single integrated circuit. The macrocells in the device include the following:

- Two High Speed General Purpose Rail-to-Rail ACMPs;

Bild 2: Die Startseite der Software

Bild 3: Der Arbeitsbereich mit Beschaltungsmöglichkeit

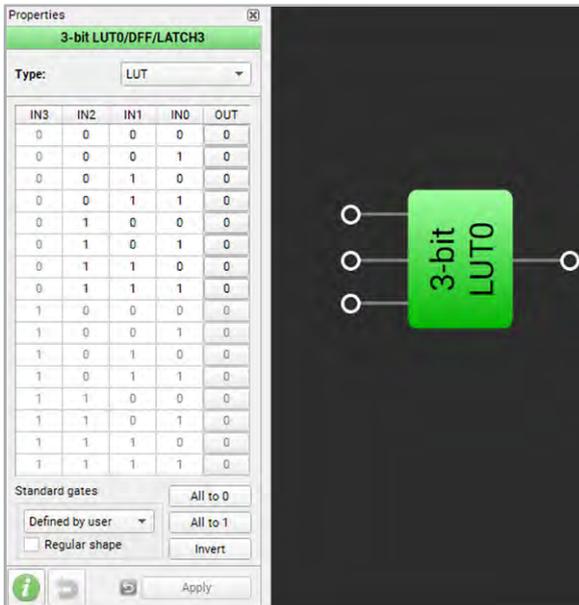


Bild 4: Die Logikfunktion eines ODER-Gatters

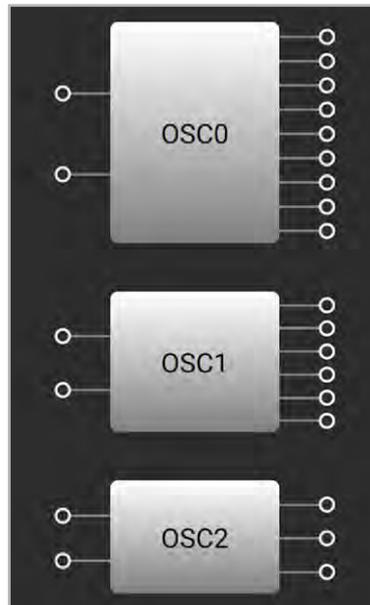


Bild 5: Darstellung der Oszillatoren

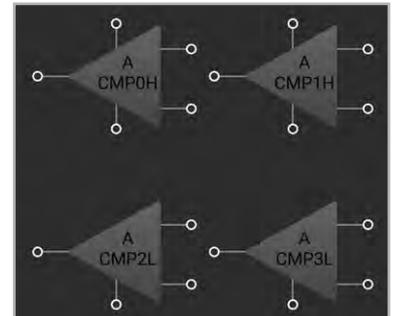


Bild 6: Komparatoren in der Software

LUT-Makrozelle

Den breitesten Anwendungsbereich haben die digitalen Funktionsblöcke wie z. B. LUTs (Look-up-Tabellen). Diese Makrozelle wird genutzt, um Digitallogik mit zwei, drei oder auch vier Eingängen und einem Ausgang zu erstellen. Die Konfiguration erfolgt in der Software, wie in Bild 4 gezeigt, und kann beliebige Eingangs-/Ausgangskombinationen aufweisen. Der Großteil dieser Makrozellen wird jedoch als Standardgatter verwendet wie z. B. UND- und ODER-Gatter oder Multiplexer („MUX“). Daher bietet die Software die Möglichkeit, die LUT-Blöcke in der Software automatisch in ein Standardgatter zu konvertieren.

Oszillatoren

Die meisten GreenPAKs™ sind mit zwei Oszillatoren (Bild 5) ausgestattet. Die wichtigsten Oszillatoren sind hier ein 2-kHz-Oszillator mit geringer Leistungsaufnahme, ein 2-MHz- sowie ein 25-MHz-Oszillator. Jeder Oszillator verfügt über mehrere Ausgänge und Vorteiler, die eine große Flexibilität bei der Takterzeugung ermöglichen.

Mit der Auto-Power-Funktion kann der Oszillator abgeschaltet werden, wenn er nicht benötigt wird. Dies hilft bei der Entwicklung stromsparender Applikationen.

Analoge Komparatoren

In fast jedem GreenPAK™ finden sich auch ein oder zwei analoge Komparatoren (Bild 6). Hierbei ist zu beachten, dass die Eingänge IN+ und IN- nicht frei einem Eingangs-PIN zugeordnet werden können. Diese Komparatoren sind über die Interconnect-Matrix festen Eingangspins im IC zugewiesen. In der Software wird dies durch einen orangefarbenen Anschluss bzw. eine orangefarbene PIN-Bezeichnung angezeigt.

Der negative Eingang IN- lässt sich an eine interne oder externe Referenzspannung anschließen. Die interne Referenzspannung ist in 32-mV-Schritten von 32 mV bis 2016 mV variierbar. Der Ausgang des Komparators kann hingegen frei auf einen beliebigen I/O-Pin gelegt werden.

Eingänge und Ausgänge I/Os

Ein weiterer Vorteil der GreenPAKs™ ist die Vielzahl an I/O-Optionen, die je nach PIN und Version variieren können. Die Ausgänge lassen sich generell als Push-Pull oder Open-Drain entweder in NMOS- oder PMOS-Konfiguration definieren (Bild 7). Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Treiberfähigkeit am Ausgang um den Faktor zwei zu erhöhen. Des Weiteren können Ausgänge mit Pull-up- und Pull-down-Widerständen mit den Werten 10 kΩ, 100 kΩ und 1 MΩ bereits intern beschaltet werden. Auch für die Eingänge stehen diverse Optionen zur Verfügung, so z. B. Digital-INS, Digital-INS mit Schmitt-Trigger, Low-Voltage-Digital-INS und Analog-INS, die z. B. auch als Eingangsbeschaltung für die analogen Komparatoren genutzt werden.

Asynchronous State Machine (ASM)

Einige GreenPAKs™ oder Power GreenPAKs™ enthalten eine „Asynchronous State Machine“, kurz ASM, mit wahlweise 8 oder 12 Zuständen. Der Vorteil der ASM ist, dass sie nur auf Eingangssignale reagiert. Es ist daher kein Taktsignal nötig, was einen geringen Stromver-

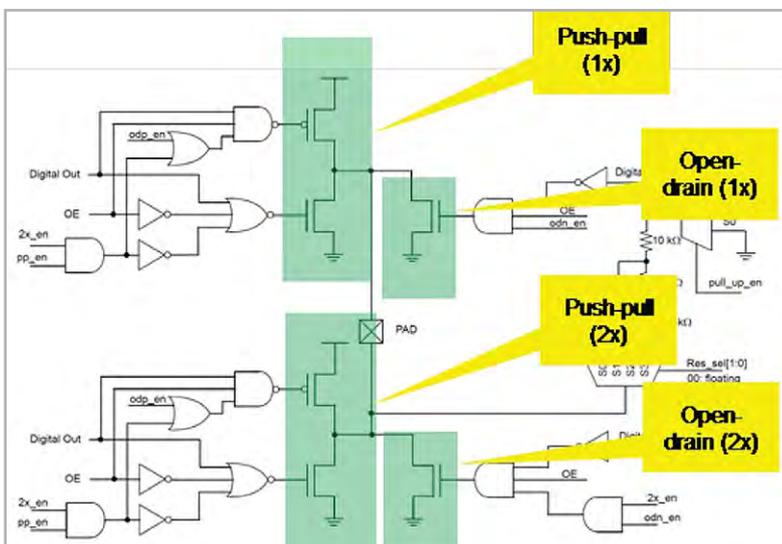


Bild 7: Eine typische Beschaltung der I/O-Bereiche

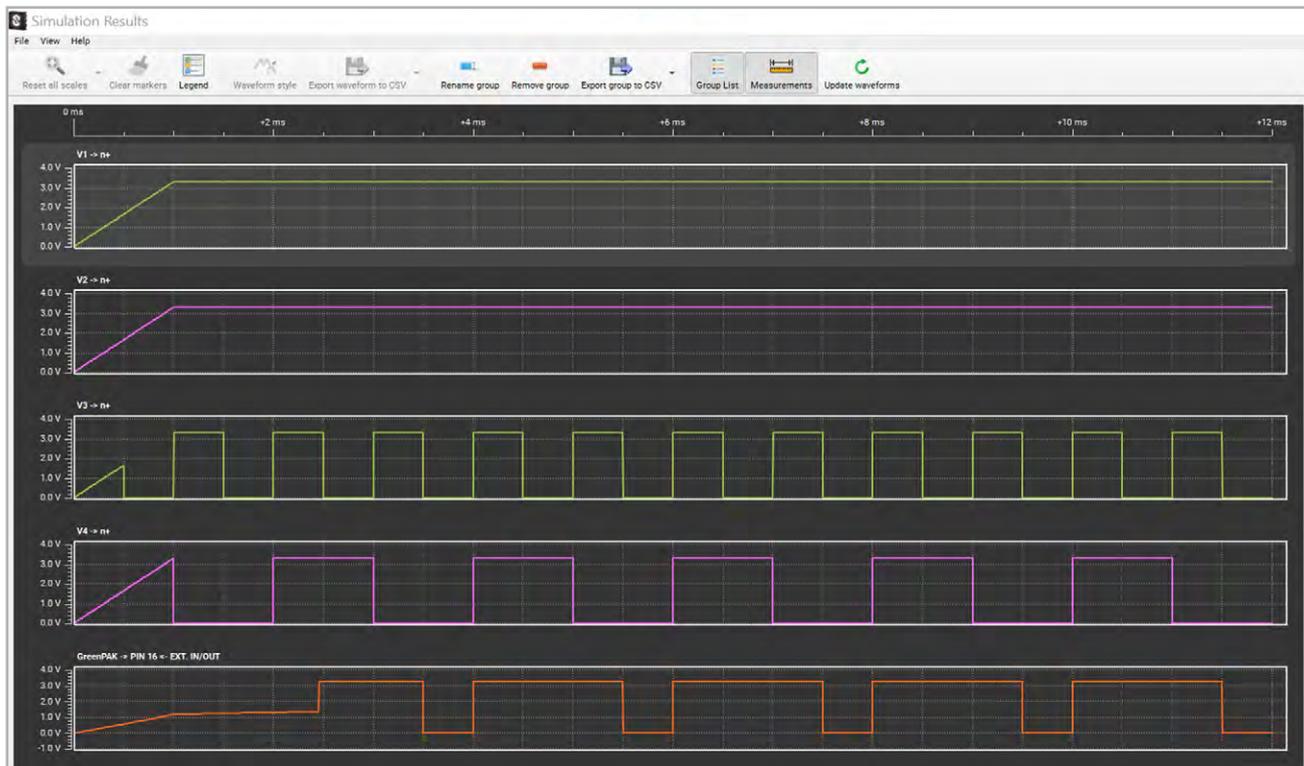


Bild 8: Spannungsdarstellung im Simulator

brauch zur Folge hat. Dies führt zu einem Verbrauch von weniger als $1\ \mu\text{A}$ im Stand-by – die Makrozelle benötigt nur während der Statusänderung Strom. Die Eingangssignale müssen nicht miteinander synchronisiert werden, da die Makrozelle auf das erste gültige Signal für eine Zustandsänderung reagiert.

Simulation und Emulation

Wenn der Schaltungsentwurf in der Software abgeschlossen ist, bestehen zwei Möglichkeiten, das Design auf einfache Weise zu überprüfen. Die erste Möglichkeit stellt dabei die Schaltungssimulation dar, die zweite ist die Emulation. Die Unterschiede werden nachfolgend beschrieben. Die Schaltungssimulation simuliert den Betrieb der Schaltung in einer optimalen Umgebung, ohne dabei ein GreenPAK™ oder Evaluationsboard physikalisch zu benötigen. In diesem Fall kann zwischen einer Transi-

enten-Simulation und einer parametrischen DC-Simulation gewählt werden. Bild 8 zeigt ein Beispiel einer grafischen Darstellung der Simulationsergebnisse.

Hinweis: Wie bei jeder Simulation ist zu beachten, dass nicht alle möglichen Faktoren eines realen Systems abgebildet werden können und es ggf. zu Abweichungen kommen kann.

Die Emulation erlaubt zusammen mit einem Evaluationsboard und einem GreenPAK™-IC eine direkte Überprüfung der Schaltung mit der Hardware, ohne das IC direkt programmieren zu müssen. Damit hat man eine einfache Möglichkeit, seine Schaltung sukzessive zu optimieren. Im Emulationsmodus wird das aktuelle Projekt zwar in den GreenPAK™ geladen, das IC aber nicht programmiert. Über die Software können dann anschließend die Ein- und Ausgänge beschaltet sowie gemessen werden.



Bild 9: Mögliche Sockeladapter DIP-Basis und Zero-Force

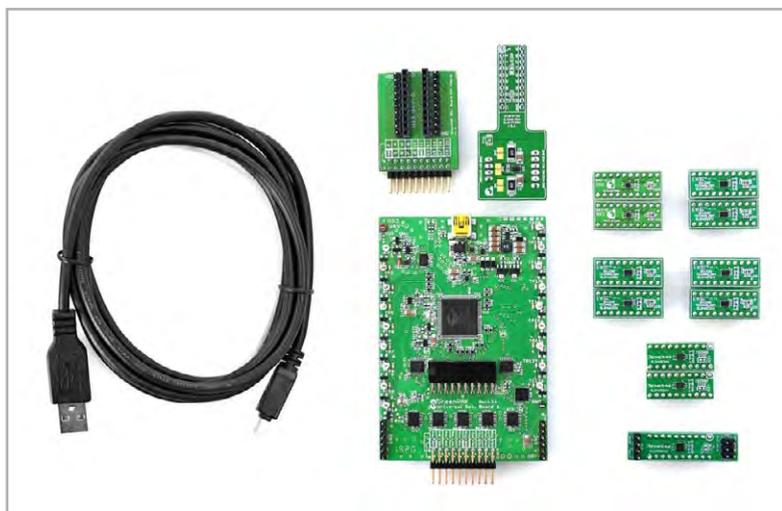


Bild 10: Das Development-Kit

Die Programmierung des Chips

Für die endgültige Programmierung eines GreenPAK™ wird zusätzlich ein Evaluationsboard benötigt. Eine gängige Methode für einen ersten Prototypen ist die Verwendung des GreenPAK™-DIP-Adapters. Dieser besteht bereits aus einem aufgelöteten GreenPAK™ und passt die Anschlüsse hiermit auf DIP an. Dies vereinfacht die Erstellung von Prototypen, da die GreenPAK™-DIP-Adapter auf lötfreien Breadboards, also Experimentierplatinen, eingesetzt werden können.

Die zweite Möglichkeit der Programmierung ist die Verwendung eines produktspezifischen Sockeladapters. Der zu programmierende GreenPAK™ wird in sogenannte Zero-Force-Sockel gelegt und kann daraufhin programmiert werden. Bild 9 zeigt einen solchen Zero-Force-Sockel (rechts) sowie einen Sockel auf DIP-Basis (links).

Evaluationsboards

Wie bereits erwähnt, wird ein Evaluationsboard zum Überprüfen und zum Flashen des GreenPAKs™ benötigt. Bild 10 zeigt hier ein Development-Kit, das bereits eine große Auswahl an GreenPAKs™ sowie ein Development-Board enthält und dessen Aufbau im Folgenden beschrieben wird.

Am Socket-Connector werden wahlweise der Programmiersockel bzw. über den DIP-Adapter die zu testenden oder zu programmierenden GreenPAKs™ kontaktiert. Die 18 individuell konfigurierbaren Testpunkte für die einzelnen Pins sind nach außen geführt und mit einer zusätzlichen LED beschaltet. An diesen Testpunkten können auch Tastköpfe für Oszilloskope zur Messung eingesetzt werden.

Eine Besonderheit des Development-Boards (Bild 11) stellt die Möglichkeit der Versorgung mit zwei unterschiedlichen Versorgungsspannungen dar. Mit diesem Board ist sowohl In-System-Debugging als auch In-System-Programming möglich. Der Expansion Connector ermöglicht die Integration in eine bestehende Schaltung oder die Überwachung von Signalen. Zusätzlich besteht für Testzwecke die Möglichkeit, bis zu drei verschiedene Testsignalgeneratoren an die spezifischen Testpunkte anzuschließen. Hierbei handelt es sich um einen Signalgenerator, einen Logikgenerator und einen I²C-Schnittstellengenerator.

Der Signalgenerator erzeugt analoge Signale wie Konstantpegel, Sinus- oder auch Trapezsignale. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, benutzerdefinierte Signale zu erzeugen. Der I²C-Generator erlaubt,

basierend auf zwei Logikgeneratoren, das Erzeugen von I²C-Signalen. Detailliertere Informationen sind dem Benutzerhandbuch bzw. dem Datenblatt zum [Advanced Development Board](#) zu entnehmen.

Das Kochbuch

Um interessierten Anwendern den Einstieg in das Design mit GreenPAKs™ zu erleichtern, kann auf der Internetseite des Herstellers ein sogenanntes „GreenPAK™ Cookbook“ heruntergeladen werden. Dieses Kochbuch ist in zwei Bereiche gegliedert. Der erste Teil enthält Informationen zur grundsätzlichen Vorgehensweise, der zweite Teil stellt einfache Applikationen vor, die sich mit den GreenPAKs™ entsprechend umsetzen lassen.

Alle im Kochbuch vorgestellten Applikationen können zudem von der Webseite heruntergeladen und per Software den eigenen Anforderungen entsprechend angepasst werden.

Neben dem Kochbuch gibt es außerdem eine Vielzahl an Applikationsschriften. Auch hier können die erstellten GreenPAK™-Designs von der Webseite heruntergeladen werden. Wem diese Beschreibung immer noch nicht ausreicht, dem stehen zudem ein Forum, diverse Videos, FAQs und verschiedene Referenzschaltungen zur Verfügung.

Zusammenfassung und Ausblick

Das GreenPAK™-System von Renesas bietet Anwendern eine optimale Lösung für Anwendungen, bei denen geringe Leistungsaufnahme, reduzierte Bauteilauswahl und Flexibilität im Schaltungsdesign gefragt sind. Die Stärken liegen hier vor allem in der einfachen Programmierbarkeit, der Mixed-Signal-Funktionalität und der generellen Simulationsmöglichkeit, ohne dass Hardware geflasht und damit programmiert werden muss.

Ein kommender Beitrag wird einen spezifischen Anwendungsfall ausführlich beschreiben. **ELV**

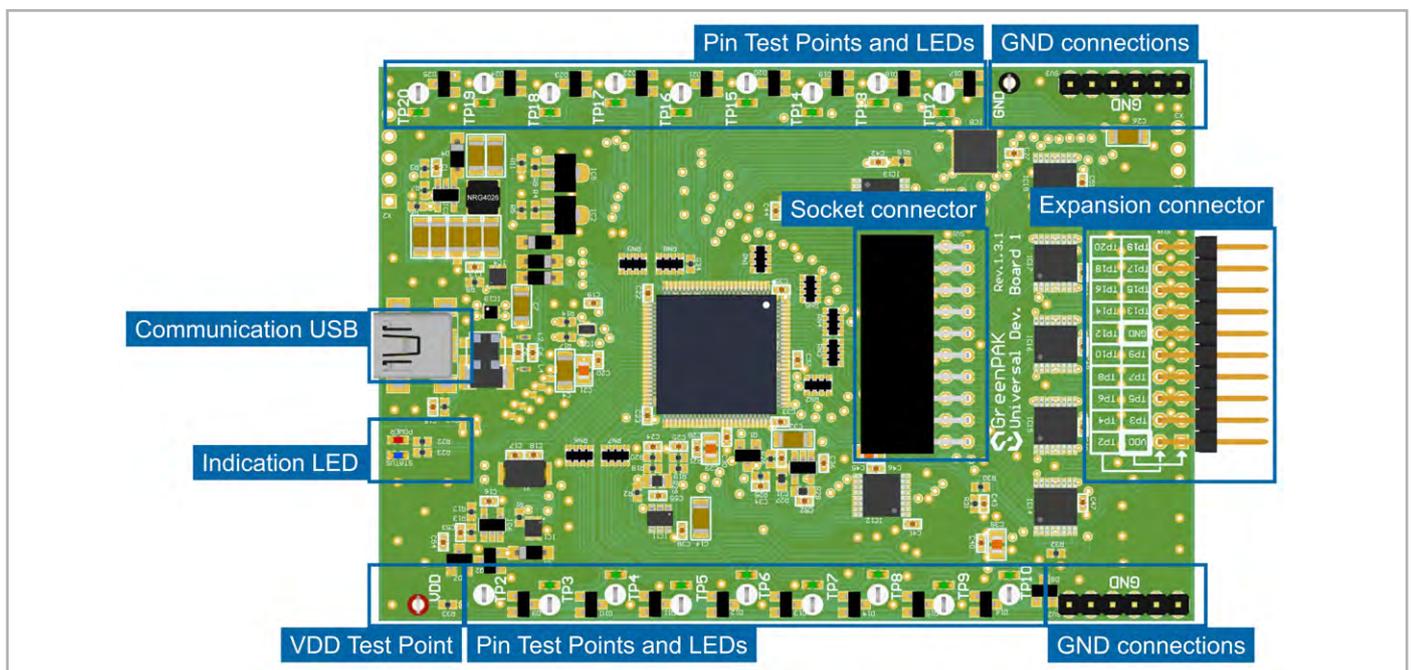


Bild 11: Aufbau des Development-Boards

Raspberry Pi 5 – die Plattform für Home Assistant

Home Assistant: die smarte Zentrale für Ihr Zuhause!

Mit der kostenfreien Open-Source-Plattform Home Assistant vernetzen Sie all Ihre Smart-Home-Geräte herstellerübergreifend – flexibel, unabhängig und individuell anpassbar. Während kommerzielle Systeme oft an ein bestimmtes Ökosystem gebunden sind, bietet Home Assistant über 3000 Integrationen für maximale Kompatibilität. Steuern Sie Ihre Geräte zentral, automatisieren Sie Abläufe und gestalten Sie Ihr Smart Home nach Ihren Wünschen. Ob Licht, Heizung oder Sicherheit – Home Assistant macht Ihr Zuhause intelligent und effizient. Lassen Sie Lichter je nach Tageszeit steuern, regeln Sie Ihre Heizung basierend auf Anwesenheit oder erstellen Sie komplexe Szenarien. Machen Sie Ihr Smart Home smarter – ganz nach Ihren Bedürfnissen!

Der Raspberry Pi 5 und das passende Zubehör bieten eine ideale Plattform für Home Assistant.



Raspberry Pi 5 – 16 GB

- Leistungsstarker Single-Board-Computer mit 16 GB RAM
- 2,4 GHz ARM Cortex-A76 Quad-Core-CPU und Grafikprozessor VideoCore VII GPU
- Gigabit-LAN RJ45 (mit bis zu 1000 Mbit) mit PoE-Unterstützung via Zusatzmodul
- 2x CSI/DSI-Ports zum Anschluss von Kamera und Display
- Dual-Band WLAN 2,4 GHz und 5 GHz, 802.11 b/g/n/ac
- 2x Micro-HDMI (2x 4K@60fps)
- 2x USB 3.0 (bis zu 5 Gbps), 2x USB 2.0
- Bluetooth 5.0 (BLE)
- PCIe-2.0-x1-Schnittstelle, z. B. für den Anschluss einer M.2 SSD via Zusatzmodul (HAT)
- 1x microSD-Kartenslot (unterstützt SDR104 mit bis zu 100 MB/s)

Variante: Raspberry Pi 5, 8 GB
Artikel-Nr. 253861 – 94,95 €

Jetzt neu mit 16 GB!

NEU



159,99 €

Artikel-Nr. 254399

Zum Produkt



DIN-Hutschienen-Gehäuse aus Kunststoff

- Aussparungen für alle Anschlüsse und zusätzlicher Platz für Erweiterungen
- Transparentes, abnehmbares Panel für schnellen Zugriff
- Aktive und passive Kühlung

Variante in weiß - Artikel-Nr. 254364 - 9,99 €



9,99 €

Artikel-Nr. 254365

Zum Produkt



Aluminium-Gehäuse mit Kühlkanalfräsungen

- Alle Anschlüsse sind leicht zugänglich
- Auf hohe Kühlleistung ausgelegt

Variante: Aluminium-Gehäuse inkl. Halterung
Artikel-Nr. 254361 - 10,49 €



9,99 €

Artikel-Nr. 254363

Zum Produkt



Aktive Kühlung für Raspberry Pi 5

- Aktiver Kühler für den Raspberry Pi 5
- Robuste Schraubbefestigung für eine stabilere Montage
- Ideal für anspruchsvolle Anwendungen und Dauerbetrieb



6,45 €

Artikel-Nr. 254366

Zum Produkt



USB-Netzteil Typ C, 5,1 V

- 1,5 m Anschlusskabel mit USB-C-Stecker
- Weitbereichseingang 96-264 V AC, 50/60 Hz
- Ausgang 5,1 V/3 A
- Schutzschaltungen gegen Kurzschluss, Überstrom und Übertemperatur



7,49 €

Artikel-Nr. 250962

Zum Produkt



microSDXC-Karte mit SD-Adapter

- Speicherkapazität: 64 GB
- Datenübertragungsgeschwindigkeit 10 MB/s
- Lese- und Schreibgeschwindigkeit: bis zu 25 MB/s



6,49 €

Artikel-Nr. 114616

Zum Produkt

Home Assistant – Beginners Guide

In unserer neuen Reihe „Home Assistant – Beginners Guide“ zeigen wir die Möglichkeiten des Systems anhand praktischer Beispiele, die wir Schritt für Schritt beschreiben. Angefangen von der ersten Einrichtung über die Anbindung verschiedenster Systeme bis hin zu einer eigenen Visualisierung und zu Automationen. Dies soll sowohl Einsteigern als auch erfahrenen Nutzern helfen, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten besser anzuwenden.

In dieser Ausgabe beginnen wir mit einer Einführung in das komplexe Thema und integrieren eine Homematic IP Zentrale CCU3. Hierzu bedienen wir uns der Erweiterung für Home Assistant „HACS“ (Home Assistant Community Store). Zudem legen wir den Grundstein für das erste Dashboard.



Quelle Logo:
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14068877>

Was ist überhaupt Home Assistant?

Home Assistant ist eine kostenfreie Open-Source-Plattform zur Steuerung und Automatisierung von Smart-Home-Geräten. Ziel ist es, eine zentrale Stelle zu schaffen, die unterschiedlichste Geräte und Systeme von verschiedensten Herstellern miteinander vereint. Anders als bei kommerziellen Smart-Home-Lösungen, die oft an bestimmte Marken oder Ökosysteme gebunden sind, bietet Home Assistant eine offene und flexible Lösung. Laut [Anbieter](#) werden über 3000 Integrationen angeboten. Über diese modulare Möglichkeit kann ein solches System spielend an die gestellten Anforderungen oder vorliegenden Geräte angepasst werden – wirklich universell!

Mit Home Assistant lassen sich nicht nur Geräte steuern, sondern auch übergreifende Automatisierungen und Szenarien erstellen, die den Alltag erleichtern. Beispiele hierfür sind das automatische Einstellen der Heizung, das Ein- und Ausschalten von Lichtern basierend auf Zeit oder Anwesenheit und vieles mehr. So mancher Nutzer verliert sich hier sicherlich auch ein Mal in den Tiefen des Systems.

Auch etliche Smart-Home-Systeme bieten die eine oder andere der aufgeführten Funktionen an. Es stellt sich also direkt die nächste Frage: „Warum dann Home Assistant?“ Der Smart Home Markt ist stark umkämpft und viele Anbieter überbieten sich mit Gerätetypen und Funktionen. Oft setzt man hierbei auf Kommunikationsstandards, die nicht offen sind (proprietär) und nur für die eigenen Geräte funktionieren. Dadurch sind Nutzer an ein System gebunden oder müssen im schlimmsten Fall mehr als ein System verwenden, die Ihnen gewisse Anwendungen ermöglicht – so richtig smart ist das nicht.

Hier setzen Lösungen an, die Daten sammeln und zusammenfassen, sogenannte Aggregierungslösungen, zu denen auch Home Assistant gehört. Die

bekanntesten sind sicherlich Google Home und Amazon Alexa oder auch Apple Home Kit. Ein Ziel haben alle diese Lösungen gemeinsam: Für den Nutzer soll eine zentrale Stelle für die Einstellung von Parametern und der Bedienung geschaffen werden. Die Realität sieht leider oft anders aus. Kaum ein Smart-Home-Nutzer hat lediglich eine App auf dem Smartphone oder auch nur eine Zentrale in der Wohnung oder dem Haus verbaut.

Welche Vorteile hat die Home-Assistant-Lösung?

Lokale Steuerung

Home Assistant bietet eine echte lokale Steuerung der verbundenen Smart-Home-Geräte. Die Geräte können dadurch auch ohne eine Internetverbindung gesteuert werden. Dies ist nicht nur schneller, sondern auch sicherer, da keine Daten an Cloud-Dienste gesendet werden. Als Nutzer behalten Sie dadurch immer die Kontrolle über Ihre Daten.

Private Cloud möglich

Falls ein Remote-Zugriff benötigt wird, lässt sich dies entweder über die sogenannte „Home Assistant Cloud“ realisieren oder über einen sicheren VPN-Tunnel zum eigenen Netzwerk. Einziger Wehrmutstropfen: Die „Home Assistant Cloud“ ist kostenpflichtig.

Vielfältige Integrationen

Wie bereits erwähnt, bietet Home Assistant eine enorme Anzahl an Integrationen, sowohl für bekannte Geräte (Philips Hue, Sonoff etc.) als auch für weniger populäre oder DIY-Geräte. Der Anbieter und die riesige Community entwickeln ständig neue Integrationen.

Extrem anpassbar

Die Automatisierungsmöglichkeiten von Home Assistant sind nahezu unbegrenzt. Automatisierungen lassen sich sehr detailliert mithilfe der vergleichsweise simplen Markup-Sprache [YAML](#) erstellen. Zudem steht ein einfacher grafischer Editor zur Verfügung. Diese Programme können aus allen verfügbaren Datenpunkten der Geräte, auch Entitäten genannt, bestehen. „Allen“ ist hier tatsächlich wortwörtlich gemeint. Home Assistant öffnet regelrecht die Geräte für den Nutzer und zeigt auch Datenpunkte an, die die eigene Herstellerlösung dem Nutzer bisher vorenthalten hat.

Parallel zu dieser neuen Reihe im ELVjournal erstellen wir wöchentlich neue Youtube-Beiträge zu diesem Thema. Kontaktieren Sie uns bei Fragen gern direkt über unseren [Youtube-Kanal](#).

Wir werden für Sie auch komplexere Szenarien und Nutzeranfragen in Videos umsetzen.

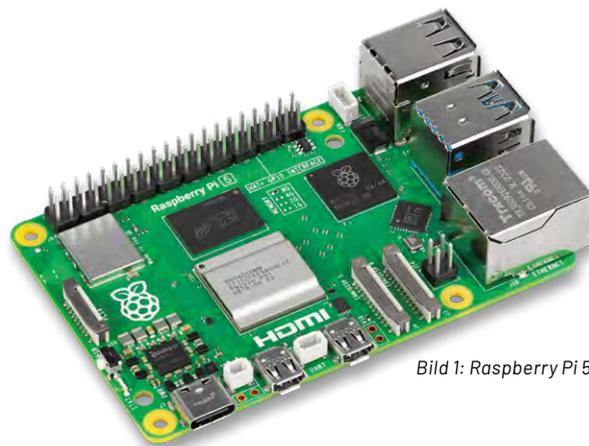


Bild 1: Raspberry Pi 5

Community-Projekt

Die Home-Assistant-Community ist sehr aktiv, und es gibt unzählige Tutorials und Ressourcen, die einen einfachen Einstieg in das System ermöglichen und das Smart Home nach eigenen Vorstellungen entstehen lassen.

Bevor wir im Folgenden ein erstes System aufbauen, lässt sich zusammenfassend sagen: Wenn Sie sich ein stark anpassbares und datenschutzorientiertes Smart-Home-System wünschen, das mit einer Vielzahl von Geräten und Szenarien funktioniert, dann ist Home Assistant wahrscheinlich die beste Wahl. Aber Achtung – der Teufel steckt im Detail und man kann in den Tiefen des Systems einige Stunden verbringen.

Home Assistant installieren und konfigurieren

Sie können den Home Assistant auf verschiedenen Plattformen installieren, z. B. einem Raspberry Pi, virtuellen Maschinen oder dedizierten Servern im Netzwerk. Mit [Home Assistant Green](#) steht darüber hinaus eine eigene Plattform zur Verfügung, die bereits mit einem installierten Home Assistant geliefert wird. Aufbauen, einschalten, loslegen – geht es noch einfacher?

Im Folgenden konzentrieren wir uns dennoch auf die Einrichtung eines handelsüblichen Raspberry Pi, um die Plattform-Flexibilität darzustellen. Diese Einplatinenrechner sind weitverbreitet und lassen sich sehr schnell und unkompliziert nutzen – häufig ist ein solcher „Pi“ auch noch in der berüchtigten Technik-Schublade zu finden.

An dieser Stelle soll aber nicht verheimlicht werden, dass es auch Nachteile gibt, die gegen die Wahl des Raspberry Pi als Hardware sprechen. Klassischerweise nutzen Einplatinenrechner eine SD-Karte, die in einen Slot direkt am Gerät eingelegt wird. Auf dieser Karte werden sowohl das Betriebssystem als auch alle nutzerspezifischen Daten gespeichert. Auch Home Assistant lässt sich problemlos darauf installieren und nutzen, später mehr dazu. Nun also der Nachteil: Bei einem Defekt der SD-Karte gehen alle Daten verloren. Mit Back-ups schaffen Sie sich hier einen Fallschirm und können die Daten bei Bedarf auf eine neue Karte aufspielen.

Wo liegt das Problem – Speicherkarten halten doch sehr lange, oder?

Home Assistant arbeitet wie ein Betriebssystem, das sehr oft Daten schreibt, liest und wieder überschreibt. SD-Karten sind zwar für die Speicherung von Daten geeignet, wurden aber nicht für eine dauerhafte Nutzung ausgelegt.

Hinweis: Empfehlenswert ist die Verwendung einer SD-Karte der Klasse A2, die für wiederholtes Lesen und Schreiben optimiert ist.

SD-Karten eignen sich in erster Linie dazu, Daten aufzunehmen, die nicht regelmäßig neu geschrieben werden müssen wie z. B. Fotos einer Kamera.

Ein weiterer Aspekt ist die Geschwindigkeit der Lese- und Schreibzugriffe. Diese liegt selbst bei neuen SD-Karten oft in einem Bereich, der das System spürbar langsam erscheinen lässt. Was ist also die Alternative? Statt der SD-Karte können Sie an den Raspberry Pi auch eine SSD-Festplatte anschließen. Auch moderne [NVME SSDs](#) sind hier mit entsprechenden Adaptern (Shields) möglich. Die Ausfallsicherheit und die Performance werden dadurch deutlich erhöht.

Zu guter Letzt ist auch der verfügbare Arbeitsspeicher zu berücksichtigen. Um ein zukunftssicheres System aufzusetzen, empfehlen wir die Verwendung von mindestens 8 GB Arbeitsspeicher, besser sind sogar 16 GB, wie sie der Raspberry Pi 5 zur Verfügung stellt.

Die verwendete Hardware

Wir verwenden einen [Raspberry Pi der 5. Generation](#) (Bild 1) mit 16 GB RAM und eine [microSD-Karte mit 32 GB](#). Ein besonderes Augenmerk liegt hier bereits im Vorfeld auf der Wahl des Netzteils. Wir empfehlen die Verwendung eines [original Raspberry-Pi-Netzteils](#) oder eines vergleichbaren Modells, da dieses die nötige Leistung für den sicheren Betrieb des Systems liefert (5,1 V/3 A). Zudem sind diese Netzteile stabilisiert und liefern dadurch zu jeder Zeit eine konstante Spannung am Ausgang. Besonders wenn das System durch Funksticks und/oder eine SSD-Festplatte erweitert wird, ist der Stromverbrauch recht hoch. Einfache 5-V-Netzteile wie das eines Smartphones bieten hier in der Regel keine ausreichende Leistung. Das System kann im Betrieb hängenbleiben, und im schlimmsten Fall droht ein Datenverlust.

Sie benötigen zudem einen SD-Karten-Leser am Mac, Windows- oder Linux-PC und ein Netzwerkkabel.

Auf eine WLAN-Verbindung verzichten wir in diesem Aufbau, sie ist jedoch mit dem Raspberry Pi grundsätzlich ebenfalls möglich. Soll der Raspberry Pi hingegen innerhalb der Elektroverteilung platziert werden, sollte immer eine LAN-Anbindung gewählt werden.

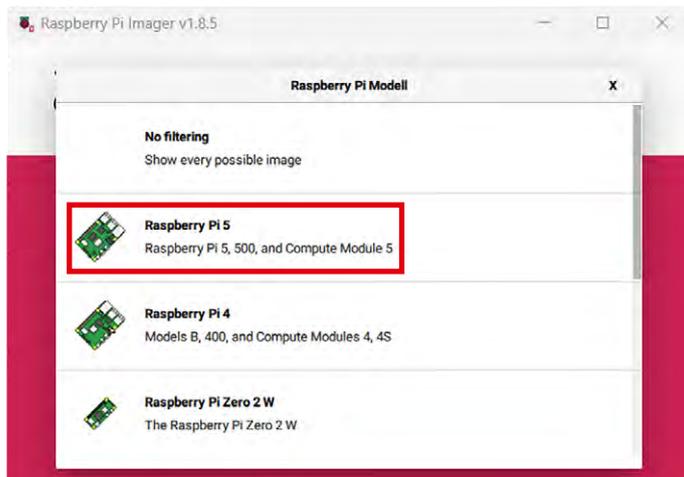
Software installieren

Home Assistant stellt das Betriebssystem für den Raspberry Pi bereit. Da es keine reine Anwendersoftware ist, muss diese direkt als Imagedatei auf die SD-Karte „geflashed“ werden. Stecken Sie die SD-Karte an Ihrem Computer ein. Laden Sie den „Raspberry Pi Imager“ [herunter](#). Die Anwendung steht sowohl für Windows als auch für MAC OS zur Verfügung.

Nachfolgendes Bild zeigt die Oberfläche, auf der Sie in drei einfachen Schritten die für Sie passende Software auswählen können.

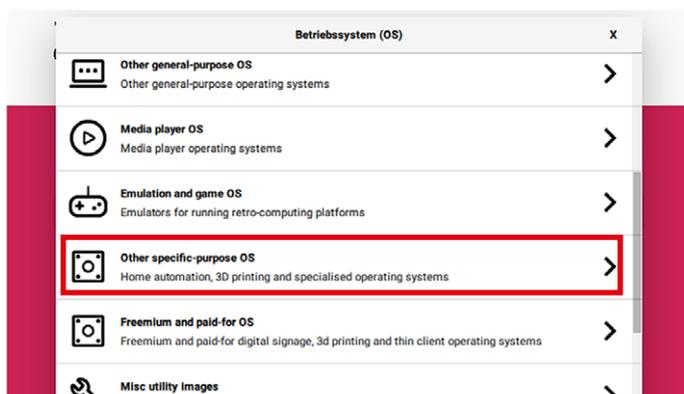


1 Wählen Sie nach dem Start der Software Ihr Raspberry-Pi-Modell aus. In unserem Fall „Raspberry Pi 5“.

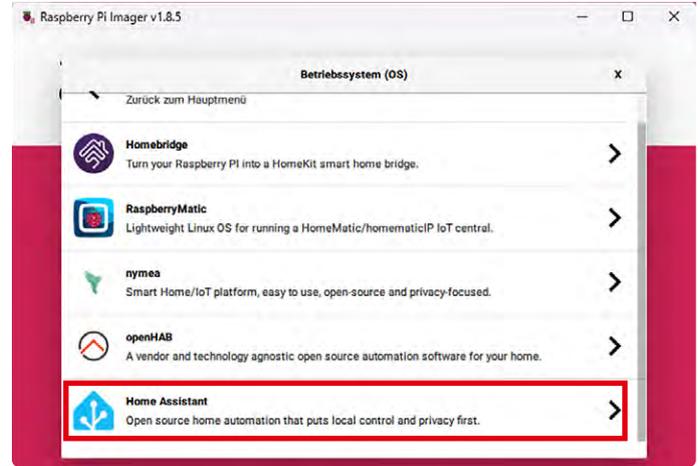


2 Wählen Sie anschließend das Betriebssystem aus. Home Assistant versteckt sich unter der Rubrik „Other specific-purpose OS“.

In der dann folgenden Liste (ohne Abbildung) wählen Sie „Home Assistant and home automation“ aus.

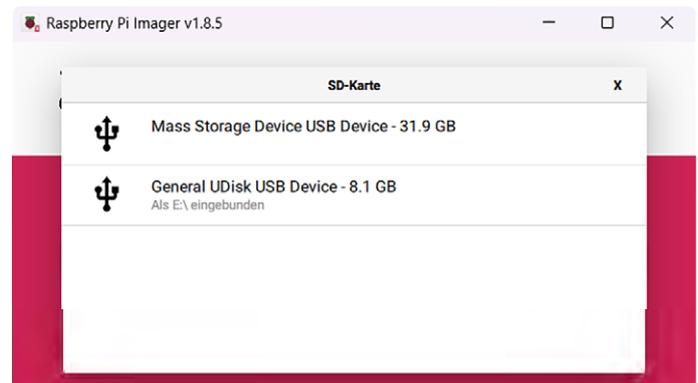


3 Wählen Sie den Eintrag „Home Assistant“ und im nächsten Fenster (ohne Abbildung) erneut „Home Assistant“ – passend für die Plattform.

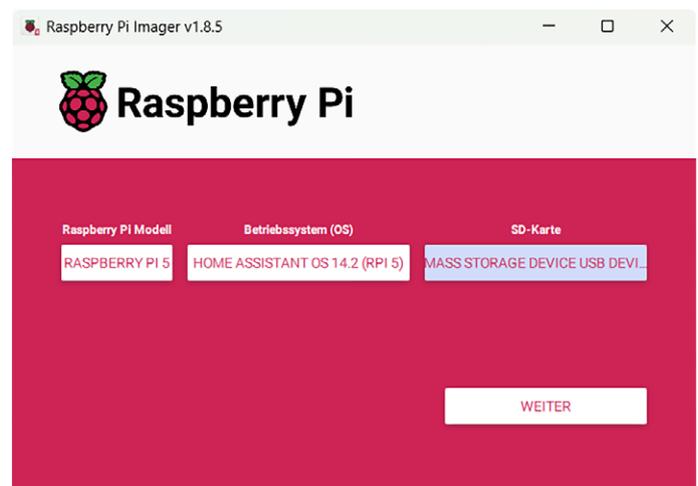


4 Wählen Sie als Speicherort die SD-Karte. Wichtig: Achten Sie dabei auf die korrekte Auswahl, da hier alle angeschlossenen USB-Sticks aufgeführt werden.

Hinweis: Alle Daten auf der gewählten SD-Karte werden durch das „Flashen“ überschrieben.



5 Kontrollieren Sie die Parametrierung der Software und klicken Sie auf „Weiter“.



6 Die nötigen Daten werden nun auf die SD-Karte geschrieben.

Wichtig: Brechen Sie diesen Vorgang nicht ab, um eine Beschädigung der SD-Karte zu vermeiden!



7 Nach erfolgter Verifizierung der geschriebenen Daten beenden Sie die Installation mit „Weiter“.



Schließen Sie den „Raspberry Pi Imager“ und entfernen Sie die SD-Karte aus dem Lesegerät.

Die SD-Karte ist nun vorbereitet. Legen Sie diese in den SD-Slot auf der Unterseite des Raspberry Pi ein. Verbinden Sie den Raspberry Pi über das Netzkabel und schließen Sie das Netzteil an – es kann losgehen!

Das Home-Assistant-System starten

Nach Verbindung mit der Spannungsversorgung startet das Home-Assistant-System automatisch und stellt eine über das Netzwerk erreichbare Weboberfläche bereit. Somit muss keine weitere Software auf einem Endgerät installiert werden und die Oberfläche kann durch jedes Endgerät im Netzwerk erreicht werden. Alternativ steht in den App Stores für [Android](#) und [iOS](#) die Home-Assistant-App zur Verfügung, über die Sie ebenfalls auf die Oberfläche zugreifen können. Ähnlich wie bei einem Router kann das gesamte System über diese Oberfläche konfiguriert und bedient werden.

Die für den Zugriff nötige IP-Adresse kann über die Router-Oberfläche bestimmt werden, alternativ erfolgt der Zugriff über folgenden Link: <http://homeassistant.local:8123>

Hinweis: Wenn Sie eine ältere Windows-Version verwenden oder striktere Netzwerkregeln herrschen, erreichen Sie die Ansicht unter `homeassistant:8123` oder `http://X.X.X.X:8123` (ersetzen Sie X.X.X.X mit der IP-Adresse Ihres Raspberry Pi).

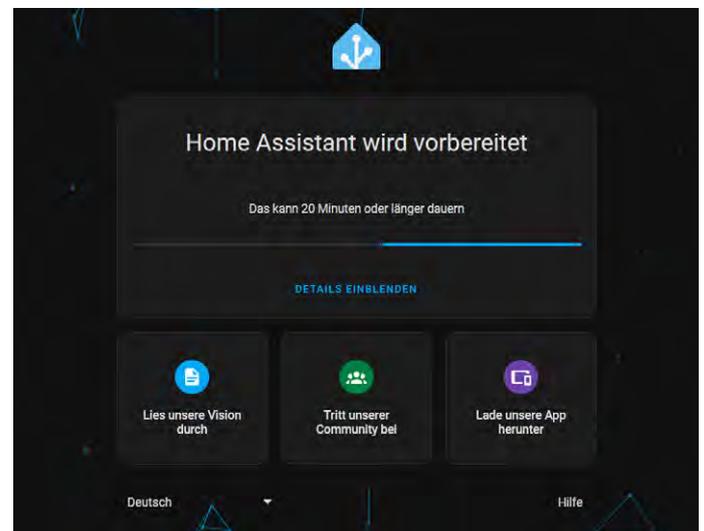


Bild 2: Home Assistant wird vorbereitet.

Abhängig von der Leistung der genutzten Hardware kann der erste Start einige Minuten dauern (Bild 2). Sind alle Vorbereitungen abgeschlossen (Bild 3), erstellen wir ein neues Smart Home.

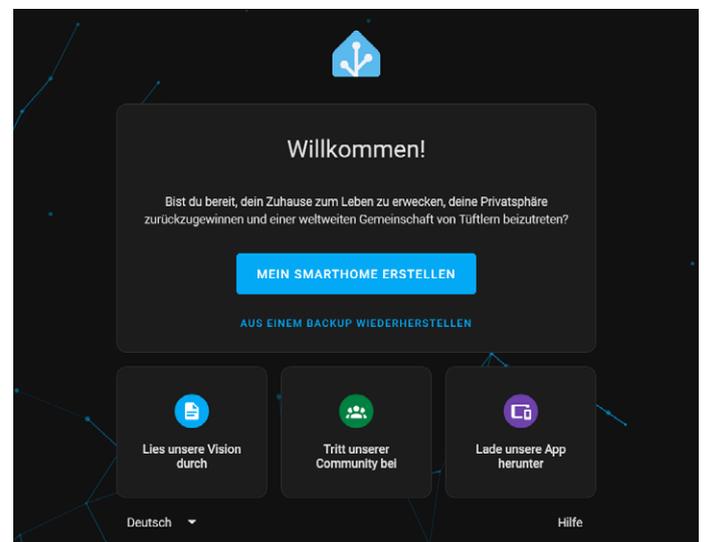
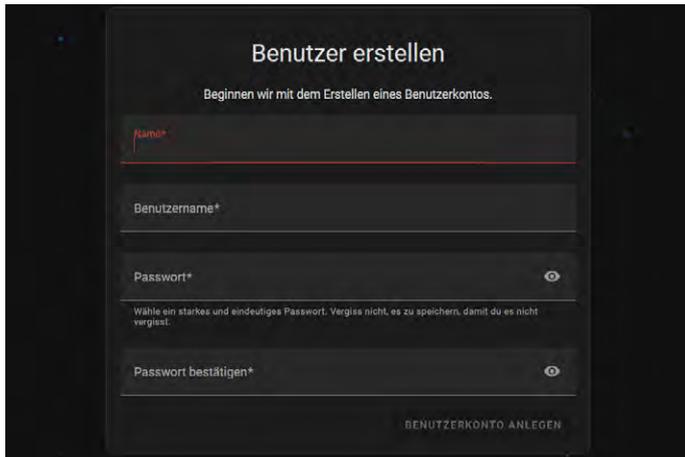


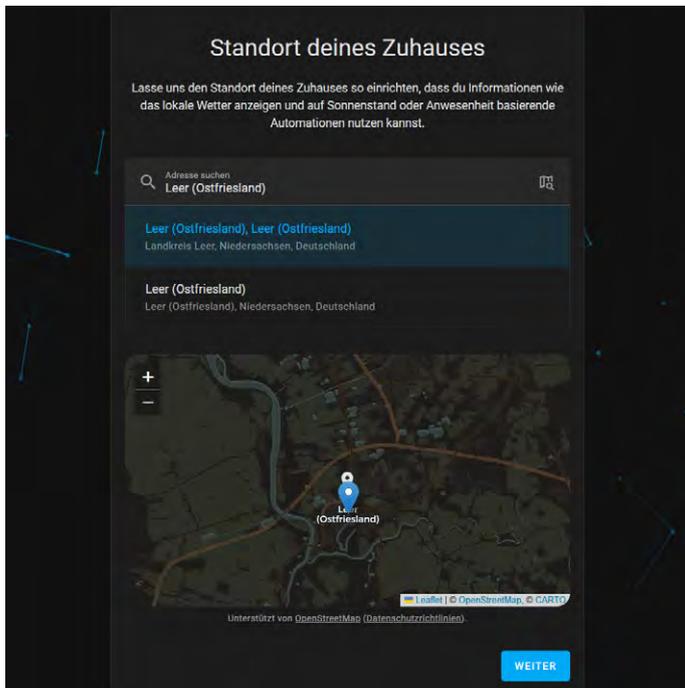
Bild 3: Es kann losgehen!

System einrichten

1 Klicken Sie auf „Mein Smart Home erstellen“. Legen Sie einen Benutzer an, indem Sie einen Benutzernamen und ein Passwort vergeben. Fahren Sie mit „Benutzerkonto anlegen“ fort.

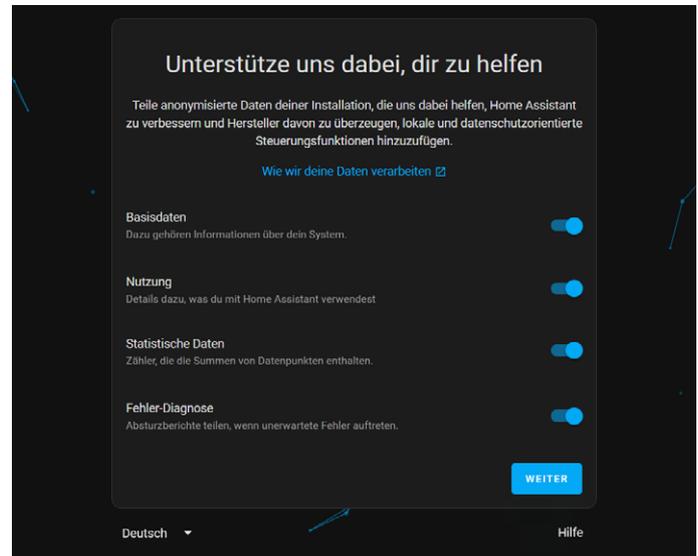


2 Wählen Sie einen Standort, dieser wird z. B. für Wetterdaten oder bei der Verwendung von Zonen benötigt.



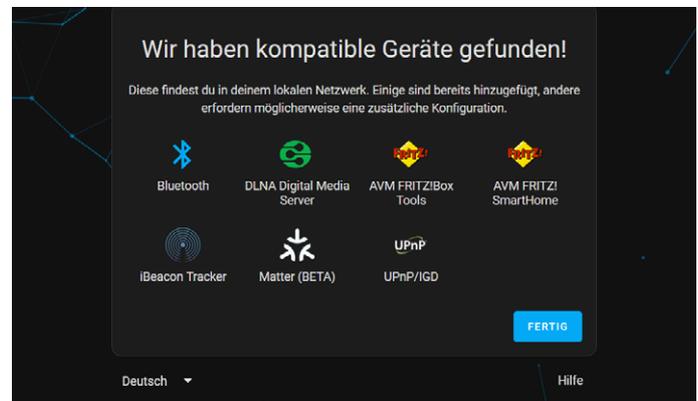
3 Aktivieren oder deaktivieren Sie, ob Sie anonymisierte Daten an Home Assistant senden und die Community unterstützen wollen.

Wir unterstützen gerne und haken in unserem Beispiel alle Optionen an.

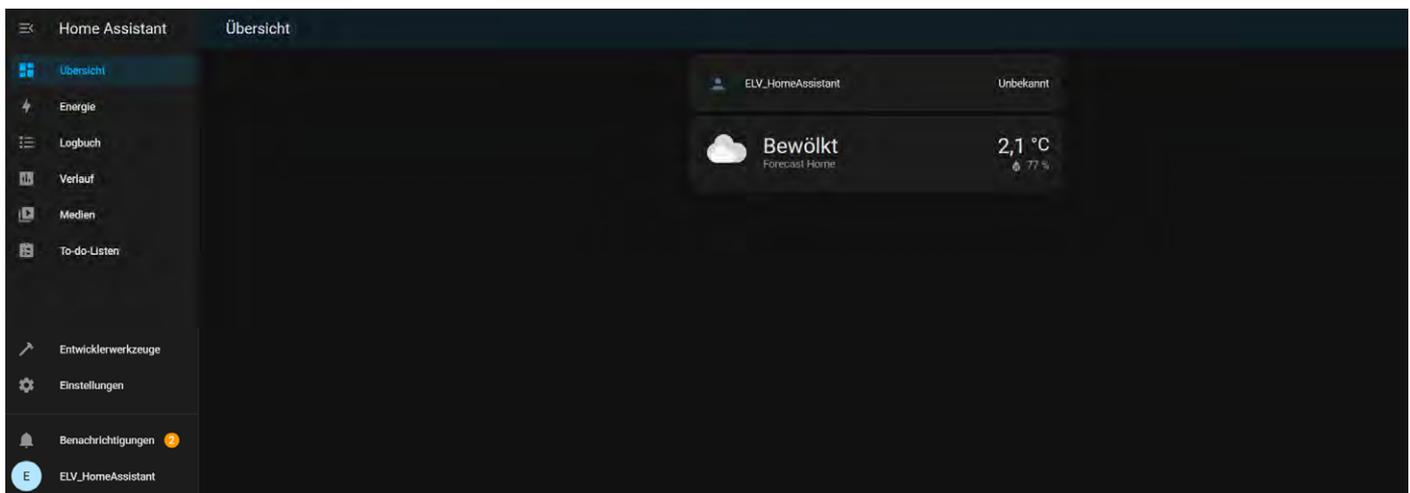


4 Die nächste Ansicht zeigt Integrationen, die Home Assistant bereits durch einen Scan Ihres Netzwerks identifiziert hat. Diese sieht natürlich bei jedem Nutzer etwas anders aus.

Eine Konfiguration erfolgt in diesem Schritt nicht. Beenden Sie die Ersteinrichtung über „Fertig“.



5 Die Startseite der Anwendung erscheint, und wir befinden uns im ersten Dashboard (Übersicht) des Systems.



Als nächsten Schritt fügen wir eine Integration hinzu, um am Ende eine CCU3 auszulesen.

Was sind Integrationen?

Als Integrationen bezeichnet man Komponenten innerhalb von HomeAssistant, die die Kommunikation zu anderen Geräten und Diensten herstellen (z. B. Homematic IP). Wie zuvor erwähnt, stehen über 3000 solcher Integrationen bereit. Die meisten können über den offiziellen Store bezogen werden (Einstellungen → Geräte & Dienste) und wurden von Home Assistant getestet und geprüft. Sie entsprechen damit den Code-Anforderungen und Sicherheitsvorgaben des Anbieters. Zukünftig werden wir auch andere Smart-Home-Systeme mit dem Home Assistant verbinden und dies im ELVJournal und bei YouTube zeigen.

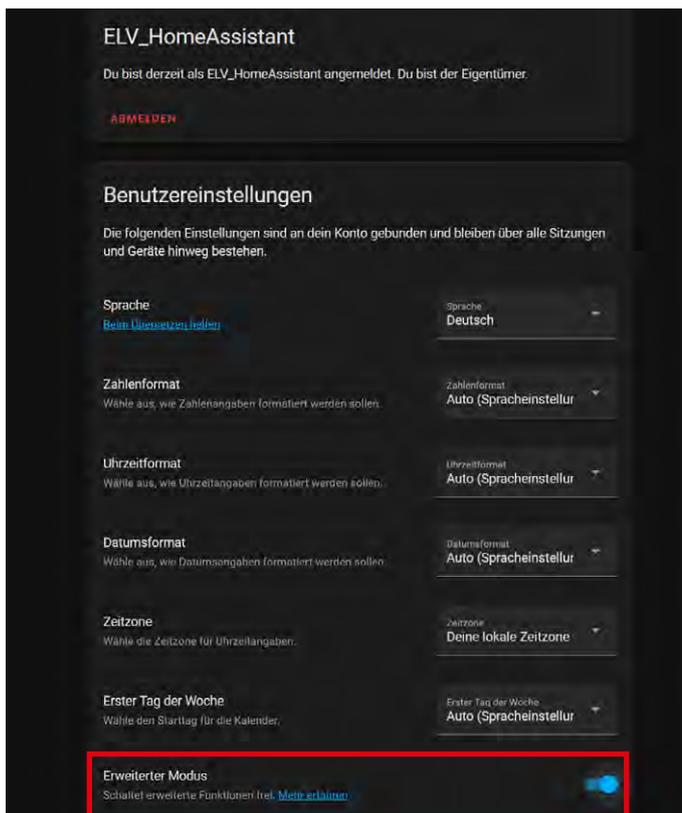
Manche Integrationen wie auch die für die CCU3 sind noch nicht offiziell in Home Assistant verfügbar. Und woher bekommen Sie die CCU3-Integration nun? Das Schlagwort heißt „HACS“: **Home Assistant Community Store**. Die dort angebotenen Lösungen sind kein Teil der offiziellen Home-Assistant-Entwicklung. Sie sind weniger getestet und können unter Umständen Probleme verursachen, was leider gelegentlich bei einem Update von Home Assistant auch passieren kann. Auch hängen viele der Inhalte oft von nur einem Entwickler ab. Hat dieser keine Zeit oder auch das Interesse verloren, wird die Integration möglicherweise nicht mehr gepflegt.

HACS verwenden

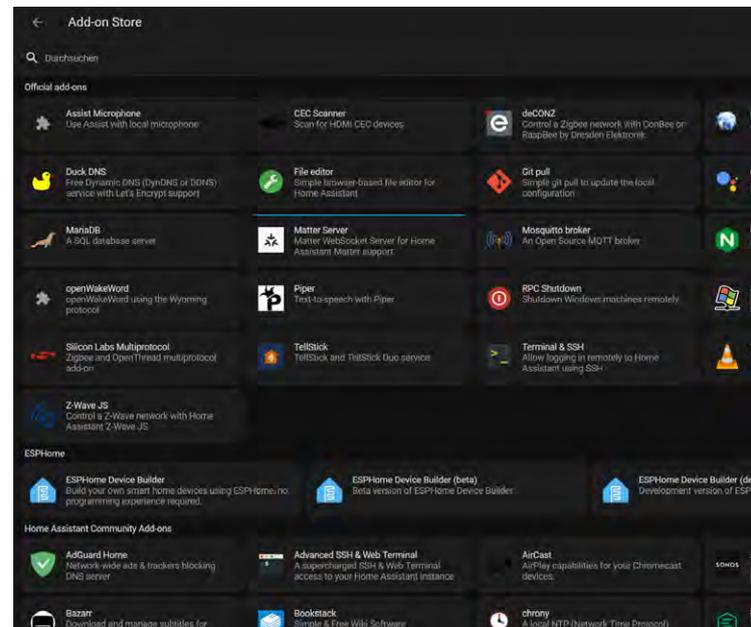
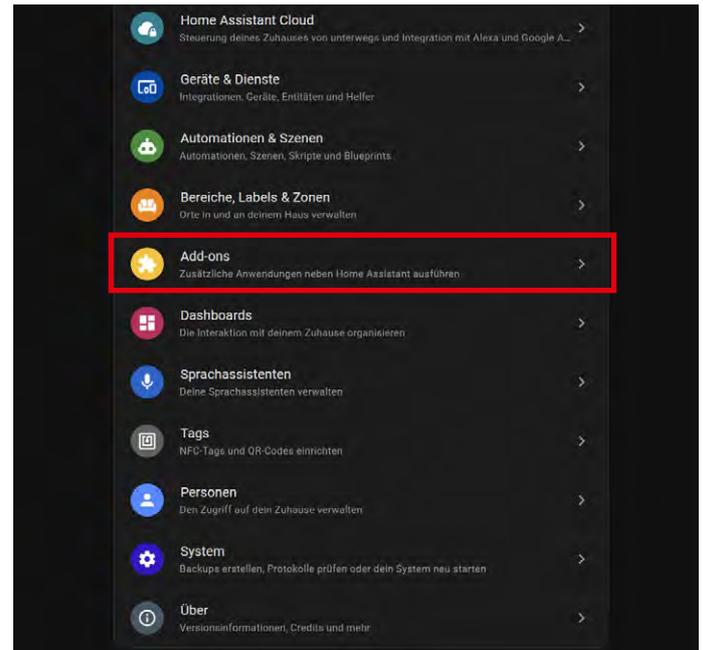
Bevor wir loslegen können, müssen Sie den Community Store – einen zweiten Store im System – ebenfalls installieren. Im Folgenden sind die nötigen Schritte beschrieben.

Um HACS nutzen zu können, wird ein Terminal-Add-on und ein kostenloses GitHub-Konto benötigt.

1 Gehen Sie links im Hauptmenü auf das Nutzerprofil und aktivieren Sie im nächsten Fenster den Punkt „Erweiterter Modus“.



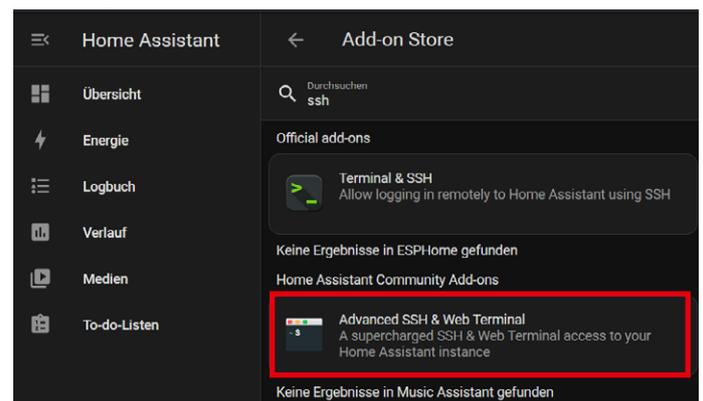
2 Gehen Sie auf „Einstellungen“ → „Add-ons“ und dann unten links auf „Add-on Store“.

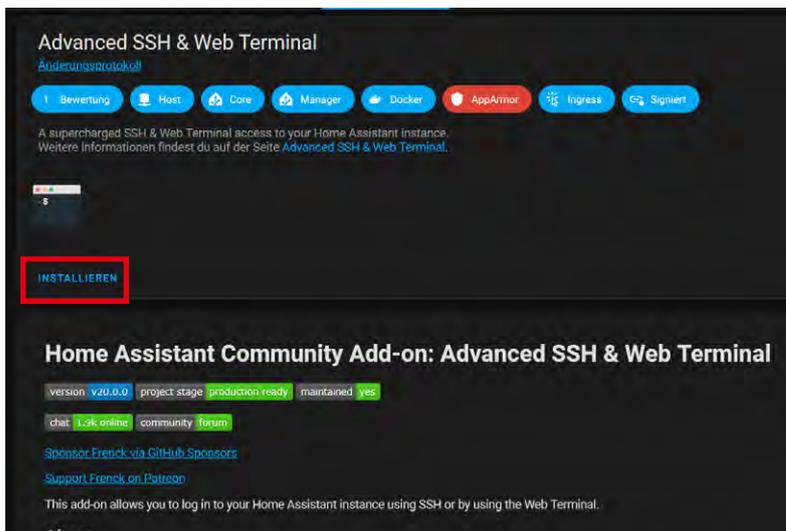


Ansicht Add-on-Store

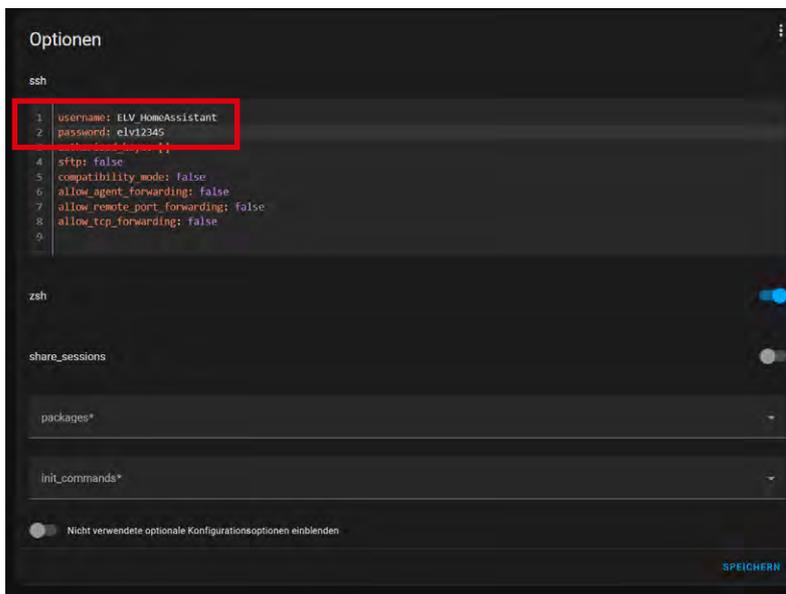
3 Geben Sie in das obere Suchfeld „ssh“ ein und wählen Sie anschließend das Add-on „Advanced SSH & Web Terminal“.

Wir nutzen hier ausschließlich das Terminal und nicht den SSH-Zugriff!





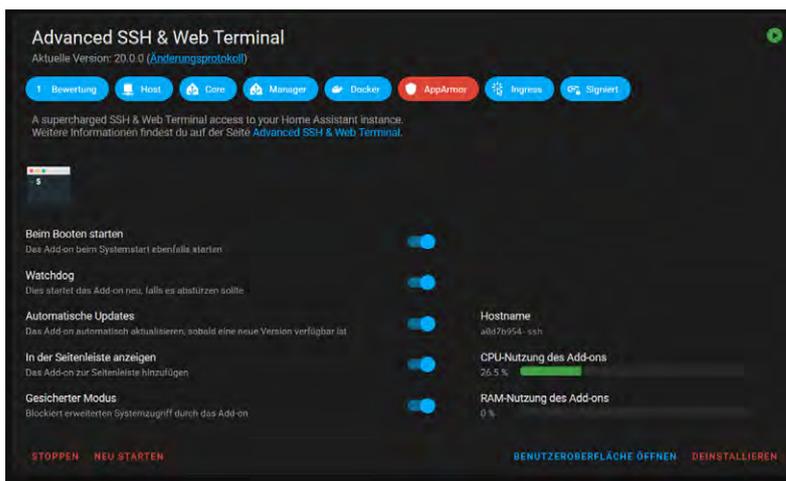
4 Klicken Sie auf „Installieren“, um das Add-on aufzuspielen.



5 Klicken Sie oben auf den Menüpunkt „Konfiguration“, um die Options-Seite aufzurufen. Geben Sie einen Benutzernamen und ein sicheres Passwort ein:
username: hassio
password: ""

Mit Klick auf „Speichern“ werden die Einstellungen übernommen.

Wählen Sie erneut den Reiter „Informationen“.



6 Aktivieren Sie alle Optionen an und klicken Sie auf „Starten“.

Das Add-on wird nun aktiviert und zeigt anschließend eine Systemauslastung an.

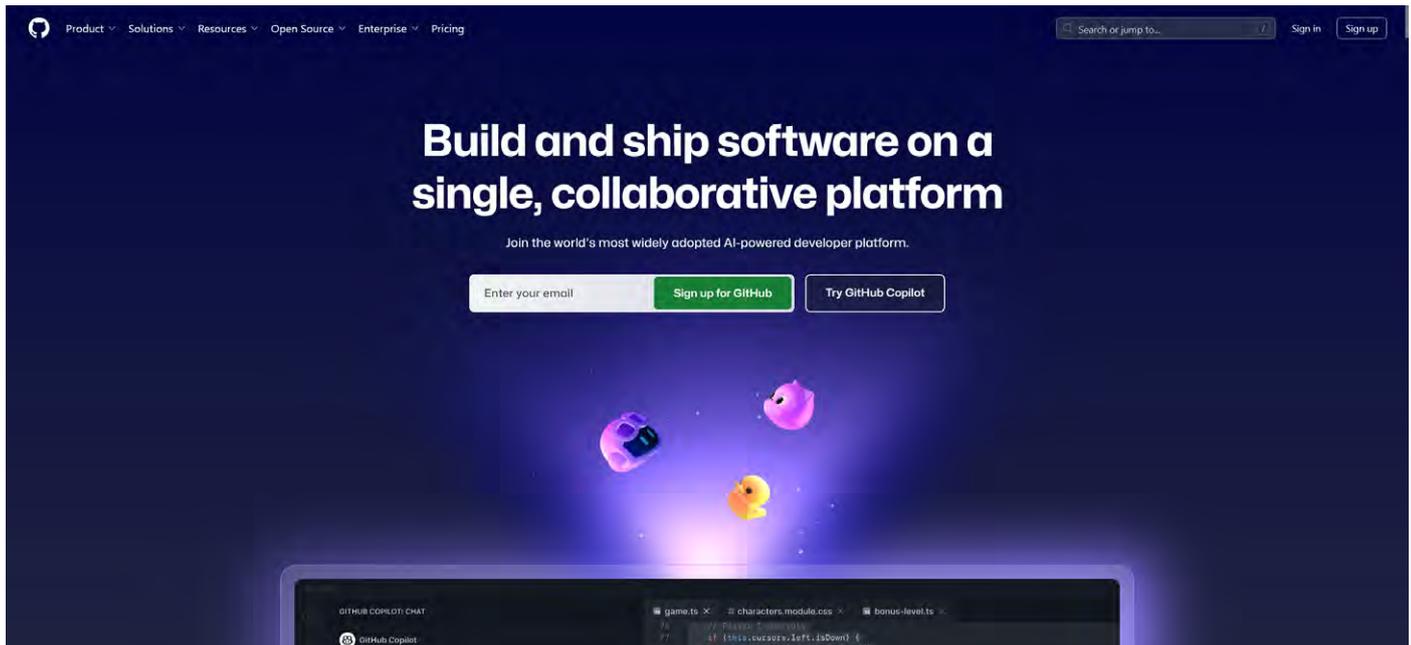
In der Hauptmenüleiste links erscheint dann ein neuer Eintrag „Terminal“. Wählen Sie diesen aus.



Ansicht Terminal

7 Legen Sie unter <https://github.com/> nun ein kostenfreies Konto an, falls dieses nicht bereits besteht.

Klicken Sie oben auf „Sign up“ und folgen Sie dem Assistenten (Benutzername, E-Mail usw.). Bestätigen Sie anschließend die E-Mail von GitHub, und schon ist Ihr Konto eingerichtet.

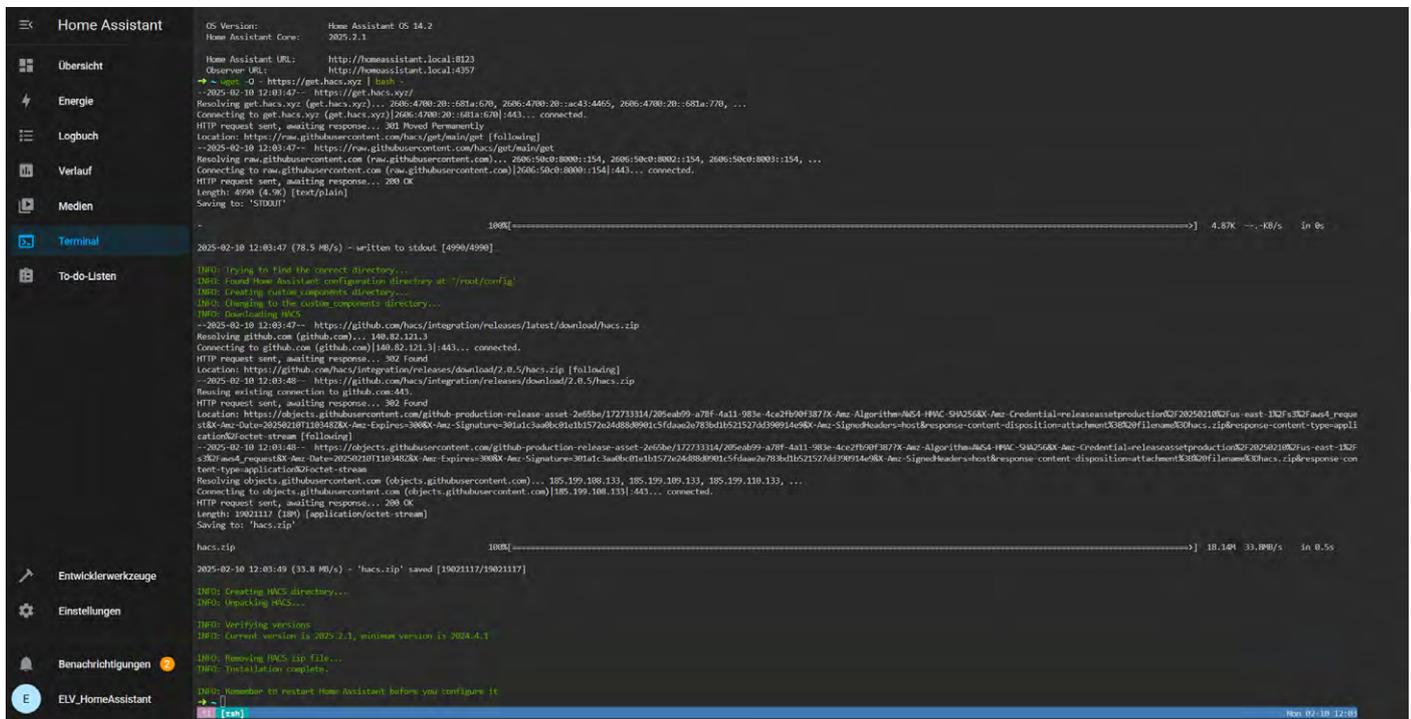


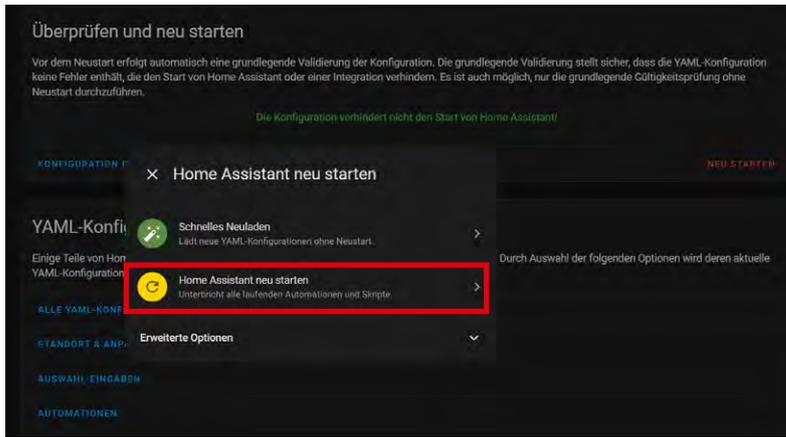
8 Geben Sie in der Terminal-Ansicht im Home Assistant nun folgenden String ein:

```
wget -O - https://get.hacs.xyz | bash -
```

Bestätigen Sie diesen mit „Enter“.

HACS wird installiert.



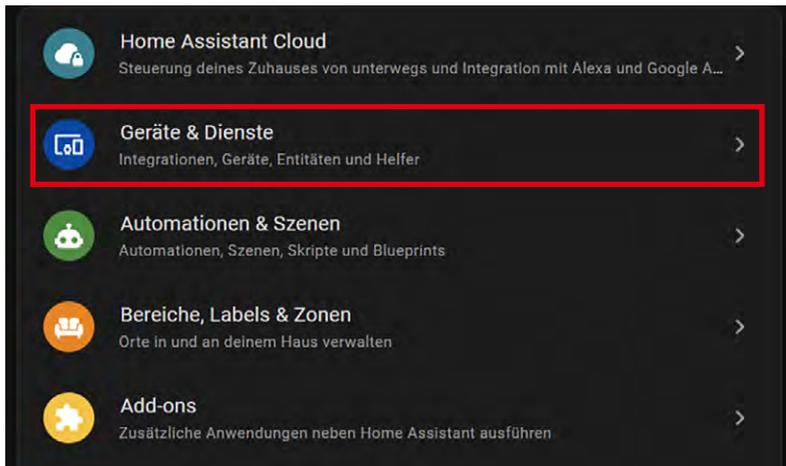


9 Der Home Assistant muss nun zwingend neu gestartet werden.

Klicken Sie links im Menü auf „Einstellungswerkzeuge“ und anschließend oben auf „Home Assistant neu starten“.

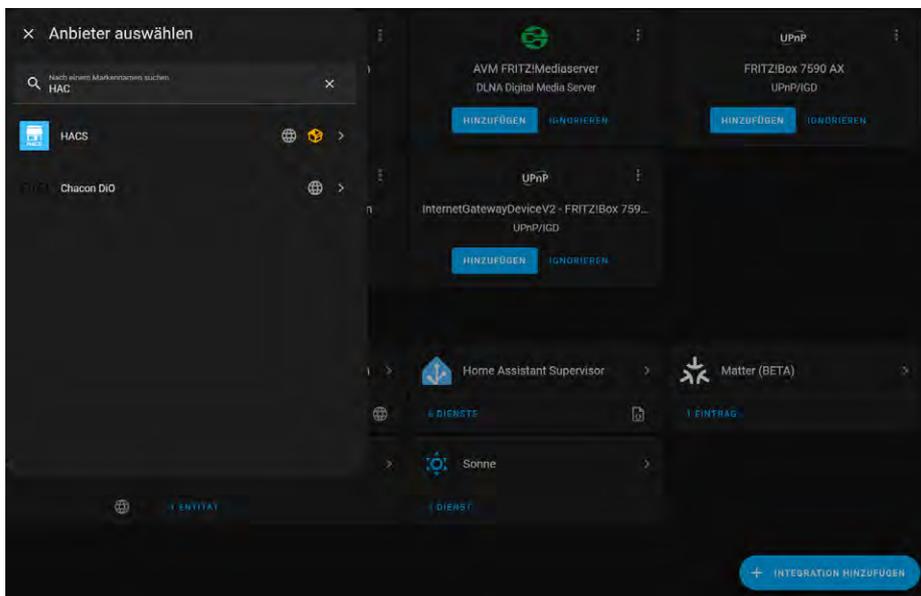
Je nach Hardware kann dies ein wenig dauern.

Die Seite verbindet sich anschließend selbstständig neu mit dem System, muss also nicht erneut aufgerufen werden.



10 HACS ist nun als Add-on installiert. Um dieses verwenden zu können, muss HACS noch als Integration eingefügt werden

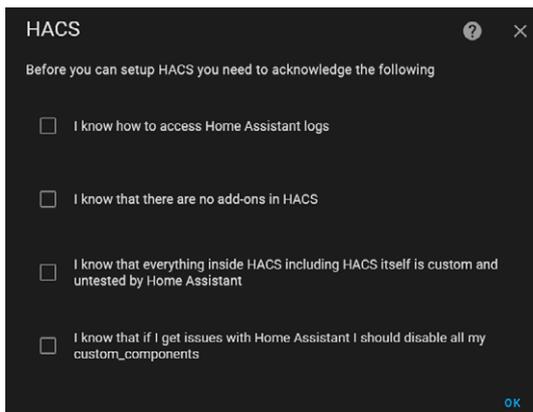
Eine Integration fügen Sie unter „Einstellungen“ → „Geräte & Dienste“ hinzu.



11 Klicken Sie unten auf „+ Integration hinzufügen“ und wählen Sie HACS aus. Bestätigen Sie die dann folgenden Meldungen.

Im Kern bestätigen Sie hier, dass Sie verstanden haben, wofür HACS steht und wie der Store zu verwenden ist.

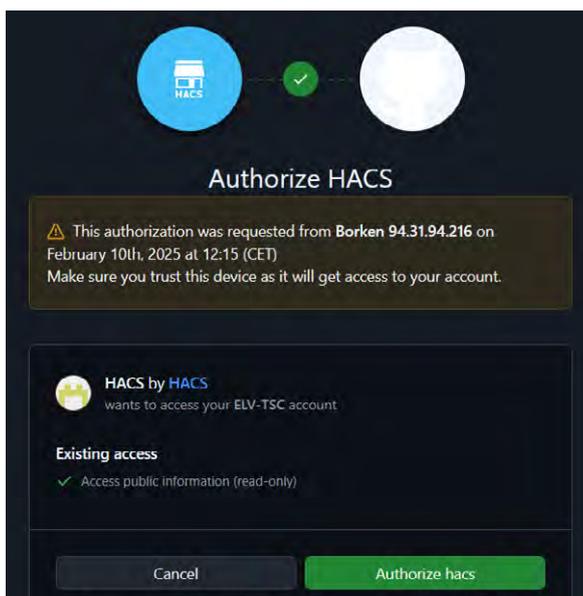
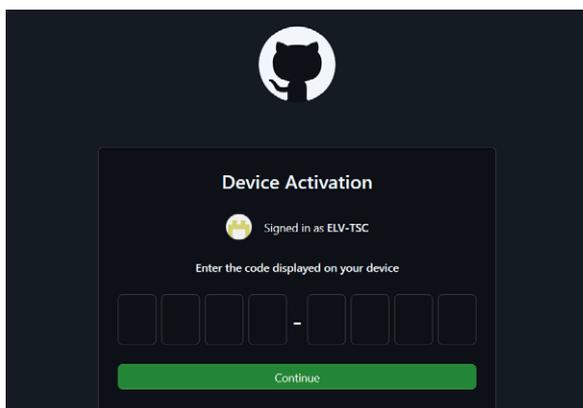
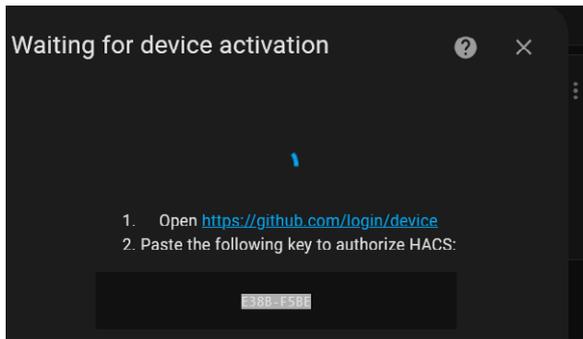
Über „OK“ geht es weiter.



12 Im folgenden Dialog koppeln Sie das HACS-Gerät mit dem zuvor erstellten GitHub-Konto. Kopieren Sie den angezeigten Code und klicken Sie anschließend auf den gezeigten Link. Melden Sie sich bei GitHub an. Geben Sie den Code in die Abfrage ein und bestätigen Sie diesen mit „Continue“.

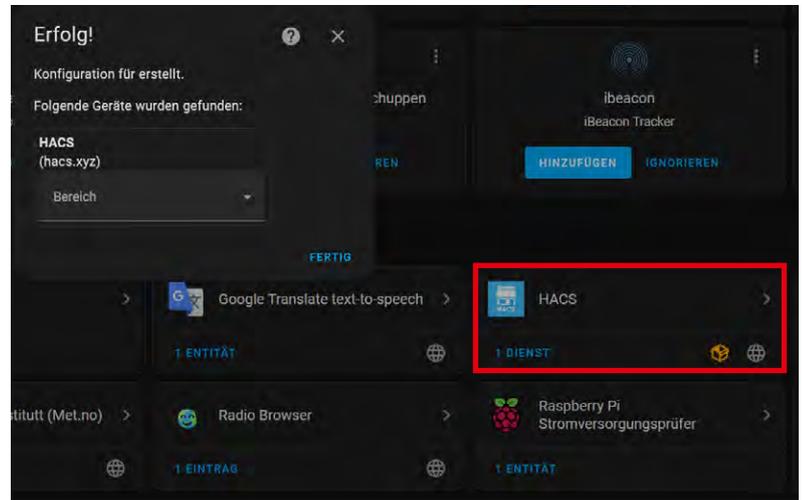
Nun erfolgt eine Autorisierung von HACS für Ihren Account und die Einrichtung ist abgeschlossen.

GitHub ist nun die Quelle für die Community-Integrationen, die wir von HACS verwenden wollen.



13 Wenn Sie auf das Home-Assistant-Fenster zurückkehren, sehen Sie bereits eine Maske für die Zuweisung der HACS-Integration. Klicken Sie zum Übernehmen auf „Fertig“ oder geben Sie vorher noch einen Bereich ein.

Bereiche sind in Home Assistant so etwas wie Räume. Für eine bessere Übersicht empfiehlt es sich, immer alle Geräte „Bereichen“ hinzuzufügen.

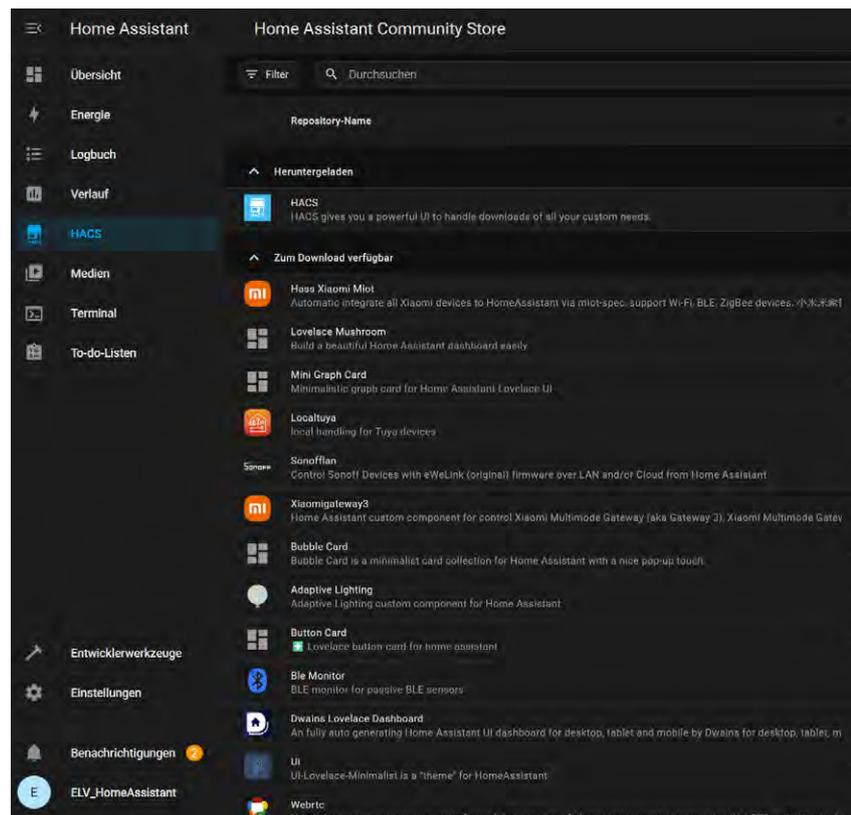


14 HACS erscheint anschließend in der Übersicht als konfigurierte Integration, und auch ein Eintrag im linken Seitenmenü wird erzeugt.

Im Hintergrund lädt HACS nun weitere Daten herunter. Warten Sie mindestens fünf Minuten, bevor Sie weitermachen.

WICHTIG: Starten Sie nach dieser Pause den Home Assistant neu. Diesen Schritt nicht überspringen!

15 Wenn für den HACS-Eintrag ein Icon fehlt, rufen Sie die Browseransicht neu auf und melden Sie sich beim Home Assistant erneut an.



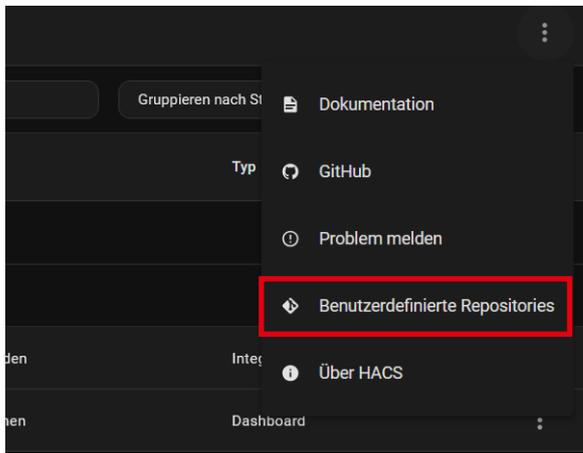


Bild 4: Benutzerdefinierte Repositories hinzufügen

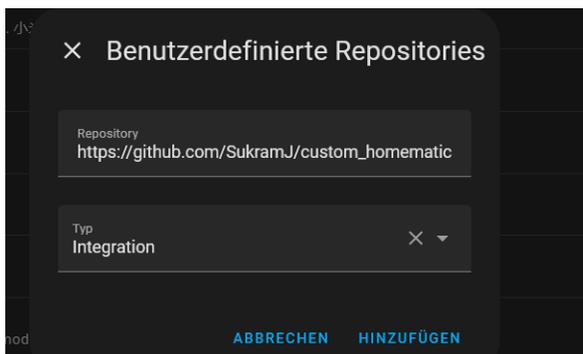


Bild 5: Eingabemaske

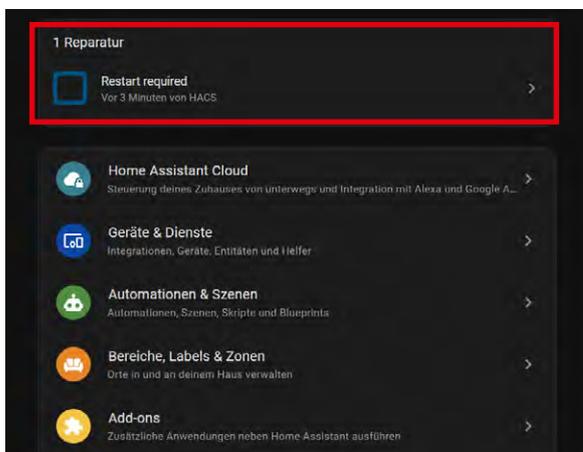


Bild 6: Neustart erforderlich

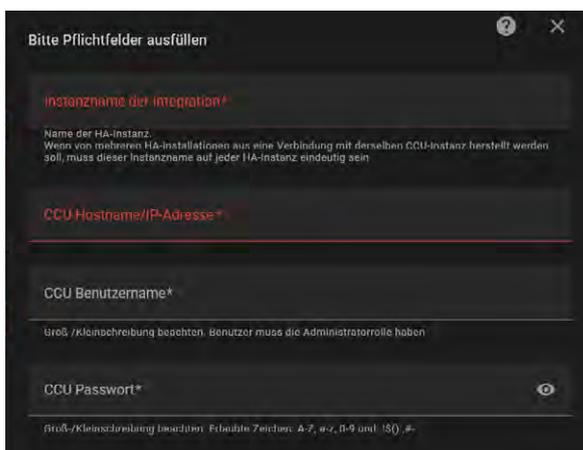


Bild 7: Anmeldeinformationen der CCU3 und IP-Adresse angeben

Über diesen zweiten „Store“ in unserer Home-Assistent-Lösung können Sie nun nach Integrationen suchen oder auch benutzerspezifische Repositories, vom Prinzip Dateiarhive der Community, hinzufügen. Dies wird unser nächster Schritt für die Integration der CCU3.

Klicken Sie oben rechts auf die drei Punkte und wählen Sie den Punkt „Benutzerdefinierte Repositories“ (Bild 4). Geben Sie in der folgenden Maske den String `https://github.com/SukramJ/custom_homematic` ein und wählen Sie als Kategorie „Integration“ (Bild 5).

Klicken Sie auf „Hinzufügen“. Der Eintrag „Homematic(IP) Local“ erscheint nun in der HACS-Ansicht, ist jedoch noch nicht eingebunden.

Homematic(IP) Local

Öffnen Sie die Integration und wählen Sie hier „Herunterladen“ aus. Die HACS-Integration wird hinzugefügt.

Mit einem Wechsel auf „Einstellungen“ erscheint eine Reparaturmeldung von Home Assistant (Bild 6). Diese fordert Sie auf, das System neu zu starten, um das Hinzufügen der Integration abzuschließen.

Wechseln Sie nach dem Neustart auf „Einstellungen“. Wählen Sie „Geräte & Dienste“ und klicken Sie im unteren Bereich auf „+ Integration hinzufügen“.

Suchen Sie im Dialogfenster „Homematic(IP) Local“ heraus. Das Paket-Symbol zeigt an, dass es sich um eine benutzerdefinierte Integration handelt.

Geben Sie in der sich öffnenden Maske (Bild 7) die Daten der Homematic IP CCU3 ein, die Sie hinzufügen wollen. Auch mehr als nur eine einzige CCU3 kann hier ausgelesen werden! Neben der CCU3 wird auch RaspberryMatic als Betriebssystem unterstützt.

Wichtig: Es sind ggf. Anpassungen in der Firewall der CCU3 nötig, wenn Ports für den lokalen Zugriff nicht freigegeben sind. Auch kann der Zugriff durch die Integration auf die CCU3 ausschließlich mit Nutzerdaten erfolgen, also am besten über Ihr Admin-Konto.

Es folgt die Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle (Bild 8). Wählen Sie hier die Bereiche, die von der Integration ausgelesen werden sollen (z. B. Homematic IP und/oder Homematic BidCos-RF).

Wurden Änderungen an den Ports der CCU3 vorgenommen, kann dies hier ebenfalls berücksichtigt werden. Wählen Sie weiter unten die Option „erweiterte Konfiguration“ an, damit wir im Folgenden entscheiden können, ob auch die Systemvariablen der CCU3 mit übergeben werden sollen (Bild 9).

Falls Sie keine Systemvariablen verwenden möchten, ist der Eintrag entsprechend zu ändern. Andernfalls geht es einfach weiter mit „OK“.

Sind alle Angaben korrekt erfolgt, öffnet sich nun eine Auswahl aller Geräte auf der CCU3 (Bild 10). Wenn Sie für die CCU3 bereits Räume angelegt haben, werden auch diese ausgelesen und automatisch als Bereiche in Home Assistant überführt.

Fügen Sie an dieser Stelle gewissenhaft alle Geräte zu einem Bereich hinzu, wo diese noch fehlen. Klicken Sie auf „Fertig“, um den Dialog zu beenden.

Auch die CCU3 selbst und die virtuellen Tasten sind Teil dieser Auflistung und müssen ebenfalls einem Bereich zugewiesen werden. Es bietet sich an, einen allgemeinen Bereich, z. B. „Technik“ oder „Kontrollraum“, zu nutzen und so die nicht exakt zuweisbaren Kanäle zu sammeln.

Unter den konfigurierten Integrationen sehen Sie anschließend einen „Homematic(IP) Local“-Eintrag mit einer Zahl an Geräten. Die Integration war erfolgreich!

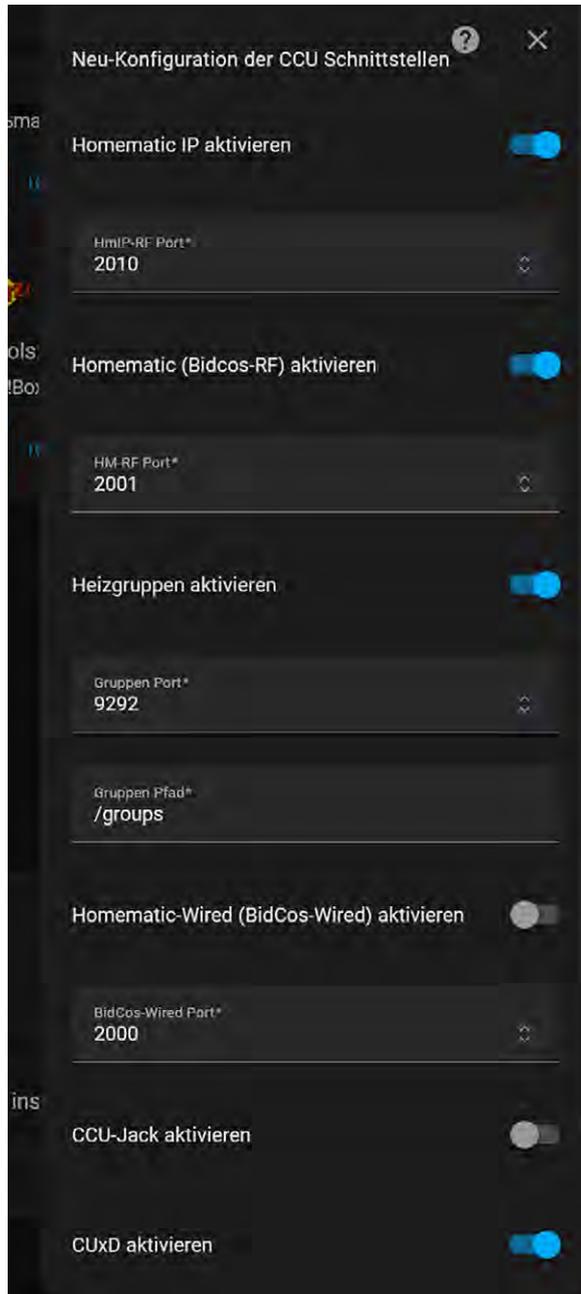


Bild 8: Konfiguration der Schnittstellen

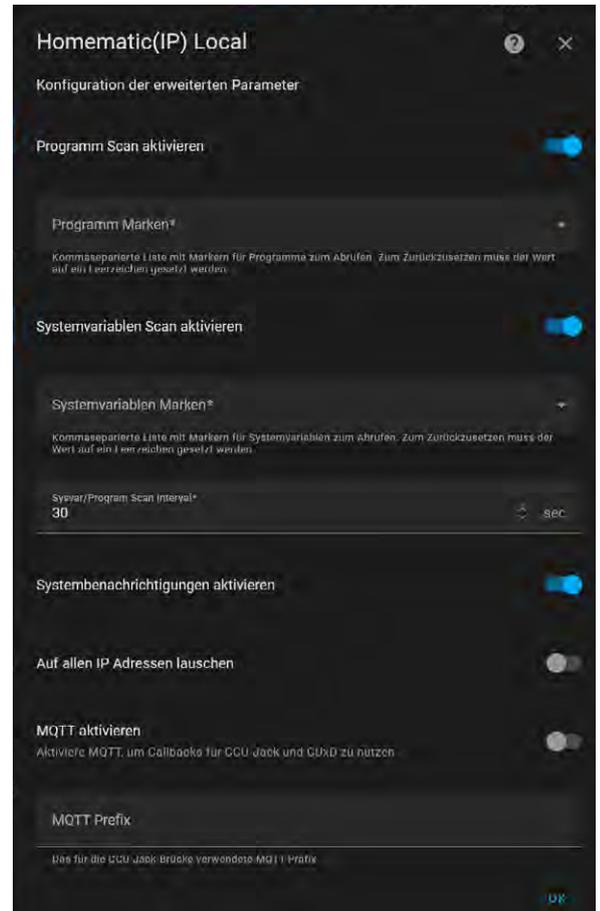


Bild 9: Erweiterte Konfiguration

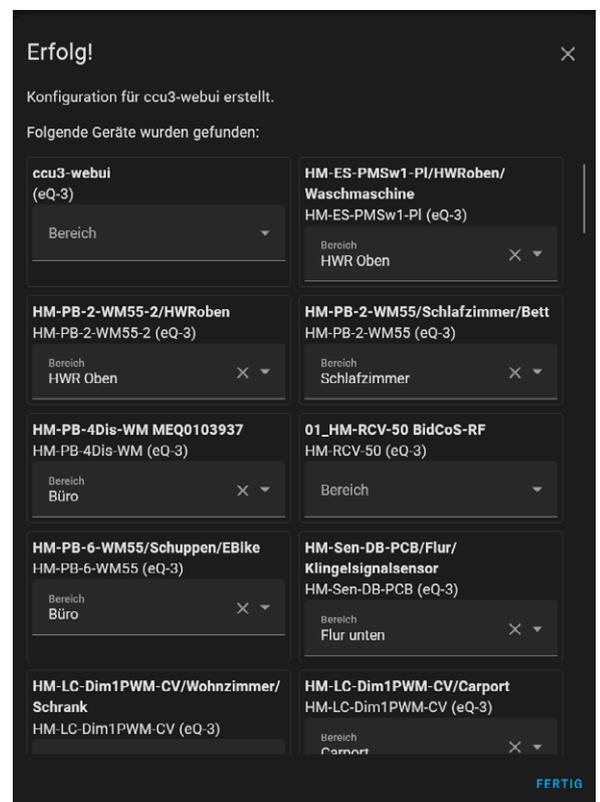


Bild 10: Zuordnung der CCU3-Geräte zu Bereichen

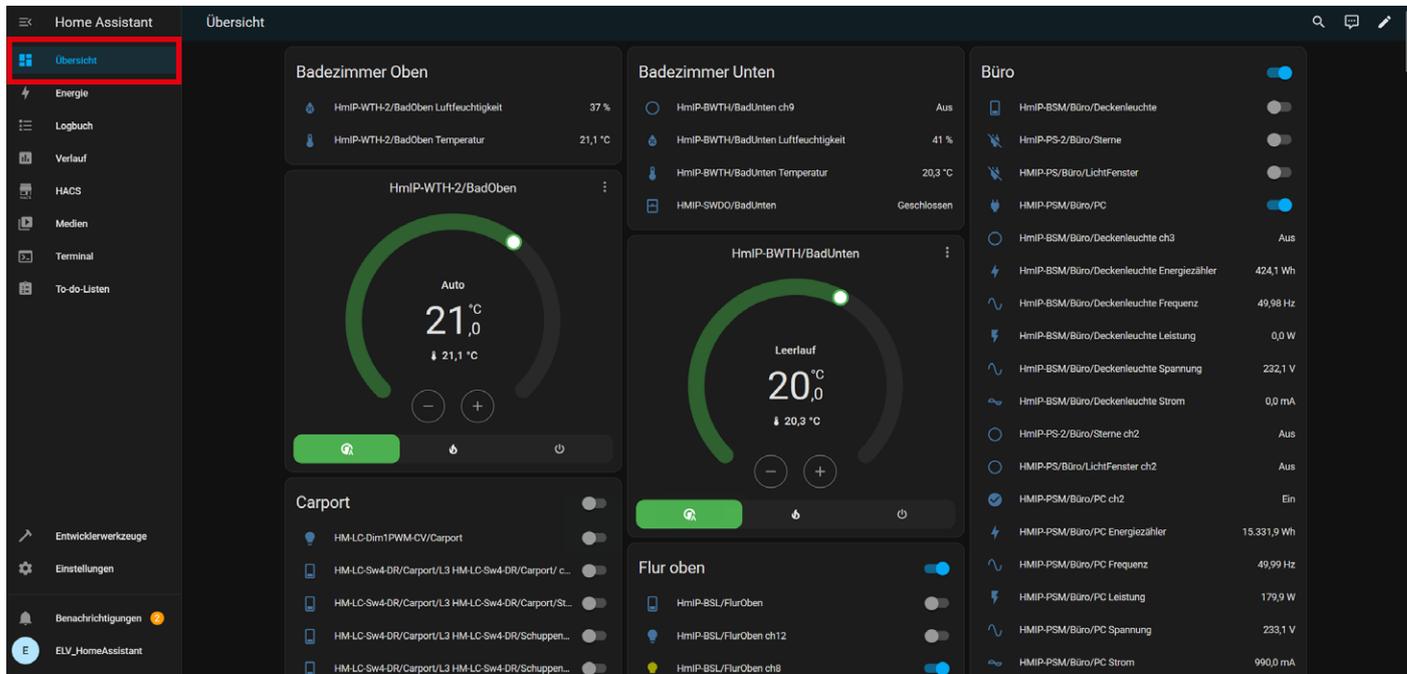


Bild 11: Das erste automatische Dashboard

Das Dashboard

Nach dem Aufsetzen von Home Assistant wird bereits automatisch eine erste Ansicht zur Bedienung der Geräte angelegt – die „Übersicht“. Diese nimmt standardmäßig alle neu hinzugefügten Geräte auf und zeigt diese an (Bild 11). Diese Ansicht ist bereits nutzbar, zeigt sich jedoch recht unübersichtlich. Zum Glück bietet Home Assistant die Möglichkeit, eigene Ansichten, auch Dashboard genannt, anzulegen und sie den eigenen Bedürfnissen anzupassen.

Es stehen zwei Wege zur Auswahl: Sie können ein komplett neues Dashboard anlegen oder das Standard-Dashboards leeren und überschreiben.

In diesem Beispiel wählen wir den zweiten Weg und behalten die Übersicht erst einmal. So lässt sich leicht der Unterschied sehen.

Home Assistant verwendet das sogenannte „Lovelace UI“, um Dashboards zu erzeugen und darzustellen. Die im System enthaltenen Geräte und Entitäten werden auf dem Dashboard in verschiedenen Karten (Cards) angezeigt. Diese zeigen dann wiederum Informationen (z. B. eine Temperatur oder den Status) oder ermöglichen auch die Steuerung von Geräten (z. B. das Schalten von Aktoren oder das Starten des Kantenschnitts eines Mähroboters).

Bereits bei der Einbindung der CCU3 fielen sicherlich die erzeugten Entitäten auf. Eine Entität ist ein objektorientiertes Konzept, das in Home Assistant verwendet wird, um ein Gerät oder eine Instanz innerhalb des Systems darzustellen.

Jede Entität hat dabei:

- einzigartige Namen/ID (Entity ID)
- einen Zustand (State)
- Attribut(e)

Die Entity ID stellt eine eindeutige Identifikation dar und besteht aus zwei Teilen:

- Gerätetyp (z. B. light, sensor, switch, binary_sensor)
- Geräte- oder Ortsname (z. B. living_room, front_door, kitchen)

Beispiel:

- light.living_room (Licht im Wohnzimmer)
- sensor.temperature_kitchen (Temperatur im Küchenbereich)
- switch.lamp (Steckdosen-Schalter)

Der erste Teil (z. B. light, sensor etc.) ist die Entität-Klasse, die angibt, um was für ein Gerät es sich handelt. Der zweite Teil (z. B. living_room, temperature_kitchen etc.) ist der Name oder die Beschreibung, die den spezifischen Zustand der Entität angibt. Diese Entitäten bilden dann die Grundlage für die Karten im Dashboard.

Im Folgenden sind einige mögliche Kartentypen beschrieben (nur eine Auswahl).

Entity Card (Entität)

Die Entity Card ist eine sehr grundlegende Karte, die den Zustand einer einzelnen Entität anzeigt. Sie kann auch eine Schaltfläche zum Steuern der Entität enthalten (z. B. für ein Licht oder einen Schalter). Sie wird meist für die Darstellung und Steuerung von Lichtern, Schaltern, Sensoren oder anderen Entitäten verwendet.

Beispiel: Eine Karte, die den Zustand eines Lichts oder eines Thermostats anzeigt.



Glance Card (Überblick)

Die Glance Card bietet eine kompakte Übersicht mehrerer Entitäten. Sie zeigt diese in einer Zeile an, ist also ideal, um eine schnelle Ansicht von z. B. Lichtern, Temperatursensoren oder Schaltern zu erhalten.

Beispiel: Eine Karte mit einer Übersicht von allen Lichtern im Haus, die ihre jeweiligen Zustände anzeigt (ein/aus).



Button Card (Knopf)

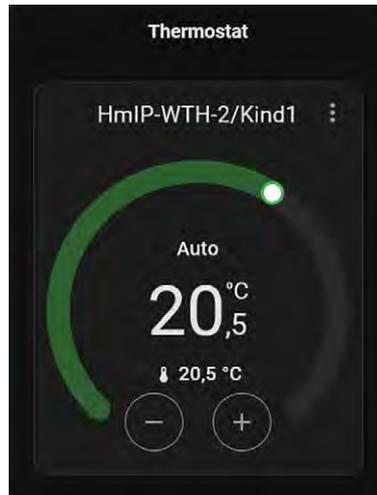
Mit der Button Card können Schaltflächen erstellt werden, die verschiedene Aktionen auslösen wie das Steuern von Geräten (z. B. Lichter ein-/ausschalten, Szenen aktivieren).

Beispiel: eine Schaltfläche, um das Licht im Wohnzimmer ein- oder auszuschalten.



Thermostat Card

Die Thermostat Card ist speziell für die Steuerung und Anzeige von Thermostaten gedacht. Sie zeigt den aktuellen Zustand des Thermostats an und ermöglicht eine benutzerfreundliche Steuerung der Temperatur. Beispiel: eine Karte, die ein Thermostat zeigt und Ihnen ermöglicht, die Temperatur zu erhöhen oder zu senken.



Media Player Card (Mediensteuerung)

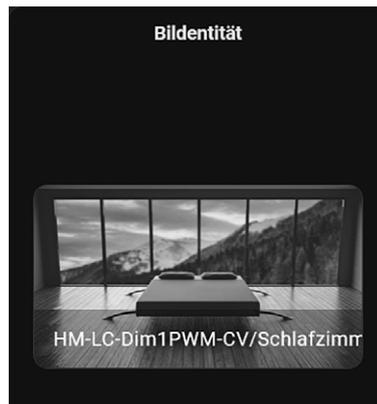
Die Media Player Card stellt Geräte dar, die Medien abspielen wie Fernseher, Lautsprecher oder Musikanlagen. Hierüber kann die Wiedergabe gesteuert werden, z. B. die Lautstärke, Titel überspringen oder den Zustand der Wiedergabe überwachen.

Beispiel: eine Karte, die einen Media Player darstellt, über den Musik, Fernsehen oder Filme gesteuert werden.

Picture Entities Card (Bild-Entität)

Mit der Picture Entities Card kann ein Bild (z. B. von einer Kamera oder ein benutzerdefiniertes Bild) zusammen mit den zugehörigen Entitäten angezeigt werden.

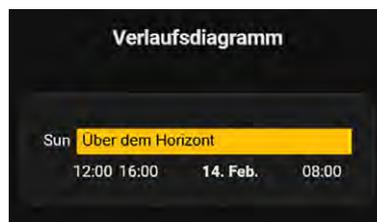
Beispiel: eine Karte, die das Bild einer Kamera anzeigt und gleichzeitig die Möglichkeit bietet, das Bild zu vergrößern oder zu steuern.



History Graph Card (Verlaufsdigramm)

Die History Graph Card zeigt historische Daten zu einer Entität an, z. B. die Temperatur oder Luftfeuchtigkeit über einen bestimmten Zeitraum.

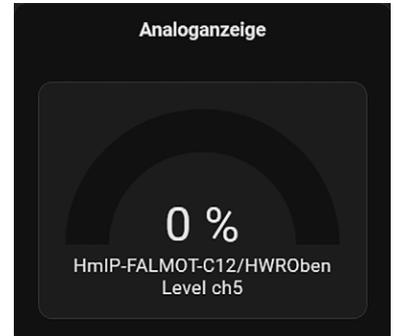
Beispiel: eine Karte, die die Temperatur des letzten Tages graphisch darstellt.



Gauge Card (Analoganzeige)

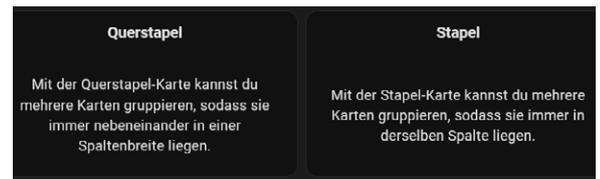
Die Gauge Card zeigt einen Wert in einer Art Kreisdiagramm oder Tachometer an. Sie eignet sich hervorragend für das Visualisieren von Sensorwerten oder Messgrößen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder Energieverbrauch.

Beispiel: eine Karte, die den aktuellen Füllstand eines Wassertanks anzeigt.



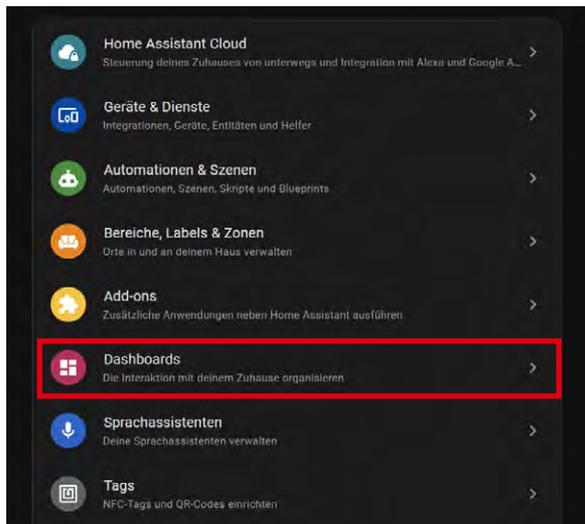
Stack Card (Stapel)

Die Stack Cards (Vertical und Horizontal) helfen dabei, Karten zu gruppieren. Dies ermöglicht eine kompakte und visuell ansprechende Darstellung von Informationen auf einer einzelnen Seite oder einem einzelnen Abschnitt.

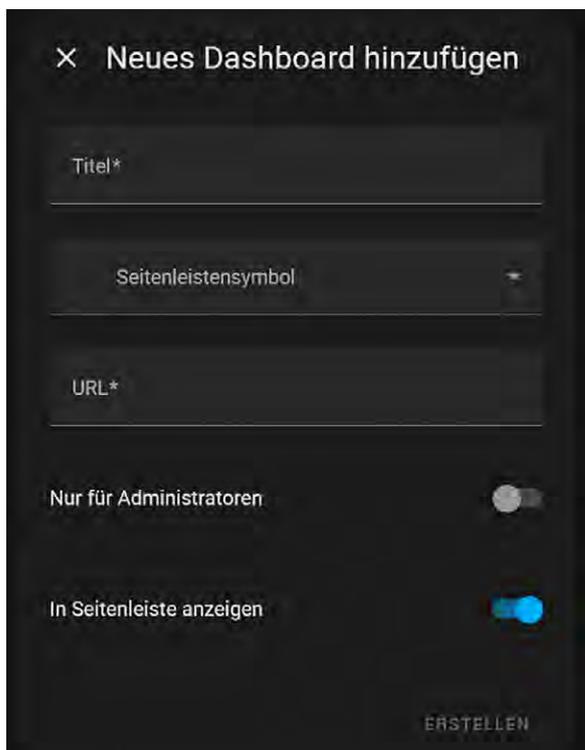


Wie Sie ein eigenes Dashboard anlegen und dieses mit Cards/Entitäten befüllen, zeigen wir in den folgenden Schritten.

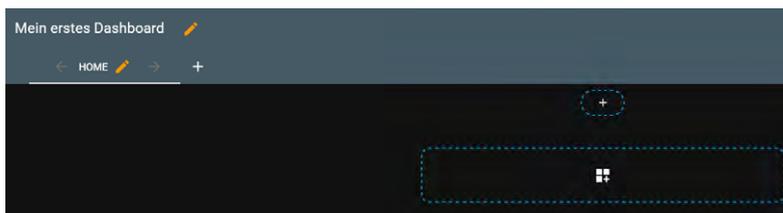
1 Navigieren Sie in die Einstellungen und gehen Sie auf „Dashboards“. Die Übersicht der aktuell angelegten Dashboards wird geöffnet.



2 Klicken Sie auf „Dashboard erstellen“ → „Neues Dashboard von Grund auf“ und vergeben Sie einen Titel. Wählen Sie ggf. ein Symbol. Dieses wird dann zusätzlich im Leistenmenü (links) angezeigt. Wechseln Sie nach dem Erstellen auf die neue Ansicht.



3 Klicken Sie oben rechts auf das Stift-Symbol, um den Bearbeitungsmodus zu starten. Ein kleines „Plus“ erscheint in der Mitte der Ansicht.

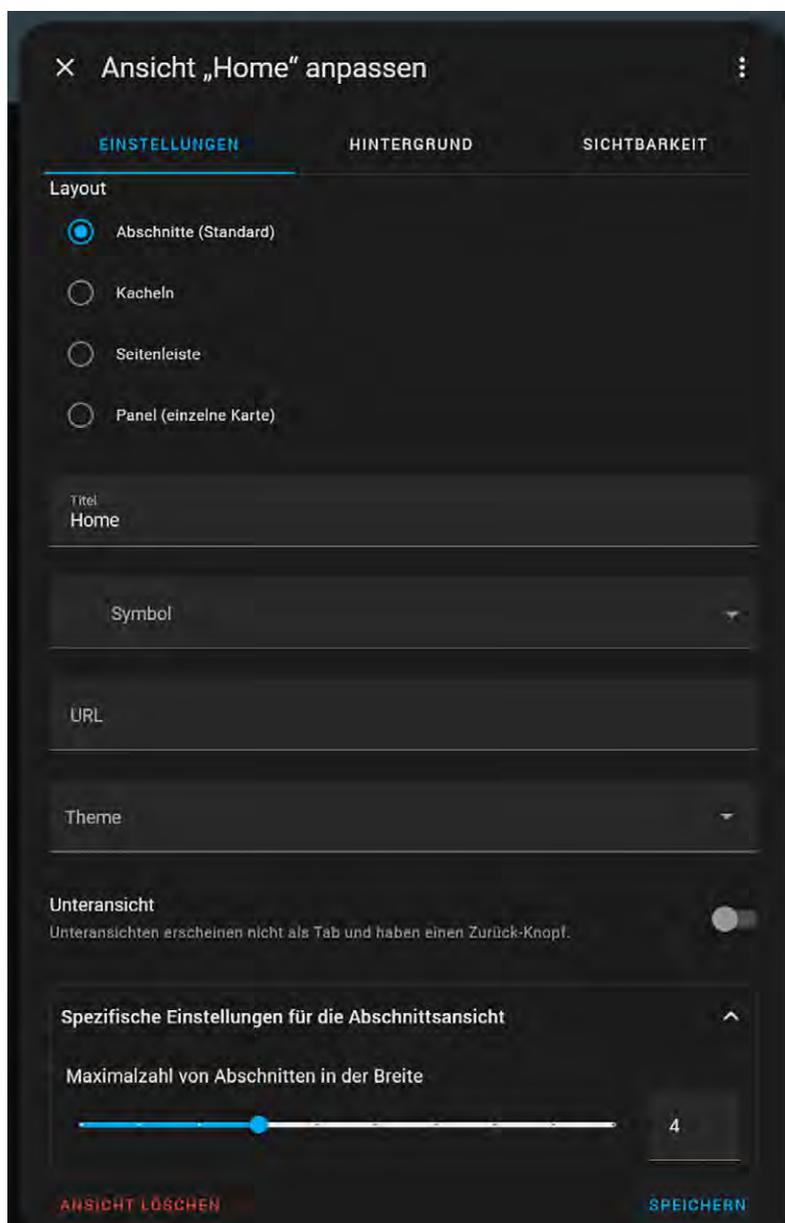


4 Bevor wir hier eine Karte hinzufügen, bearbeiten wir die Dashboard-Anzeige.

Klicken Sie auf den orangefarbenen Stift neben „Home“.

In dieser Ansicht lassen sich die Eigenschaften des Dashboards bestimmen inkl. eines definierbaren Hintergrunds (zweiter Reiter). Wichtig ist hier die maximale Anzahl an Abschnitten, je nach Größe der Anzeige wählen Sie eine Breite von 2 bis 3.

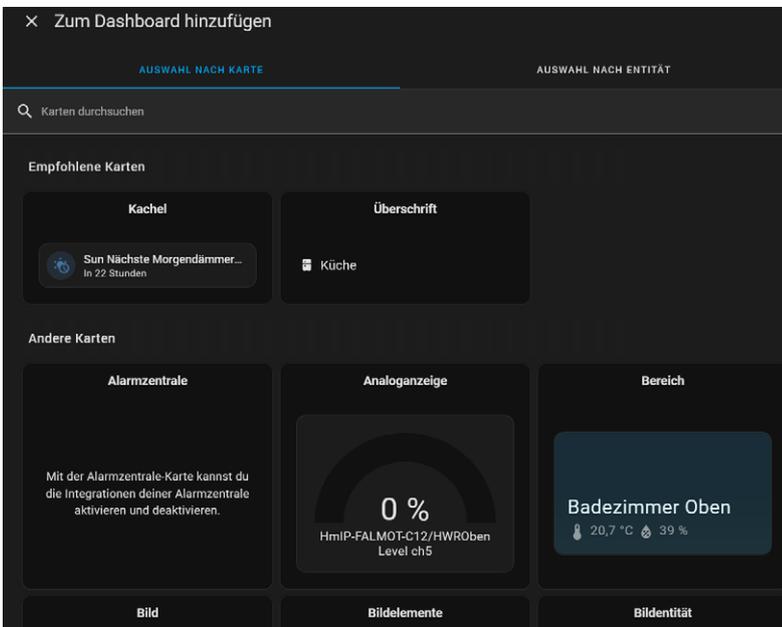
Kehren Sie mit „Speichern“ zurück.



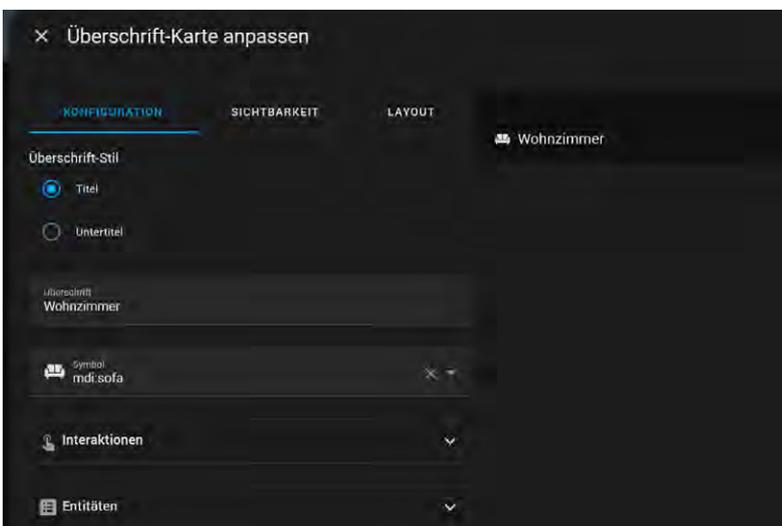
5 Hier sehen Sie einen definierten Abschnitt mit einer bereits automatisch eingefügten Überschrift-Karte. Wenn Sie die Maus über den Bereich „Neuer Abschnitt“ bewegen, erscheint ein Stiftsymbol. Dieses zeigt immer an, dass Dinge geändert werden können. So kann die Überschrift auch ein Symbol erhalten und sogar eine oder mehrere Entitäten angehängt bekommen, um so z. B. eine Temperatur anzuzeigen. Über das „+“ im blau gestrichelten Bereich können weitere Karten eingefügt werden:



6 Für alle grundlegenden Informationen stehen bereits Karten zur Auswahl zur Verfügung. Über „HACS“ können Sie auch weitere Kartentypen oder Designs ergänzen. Beliebt sind hier die Karten „Mushroom“ und „Bubble“. In unserem Beispiel verwenden wir die bereits vorhandenen Karten von Home Assistant.

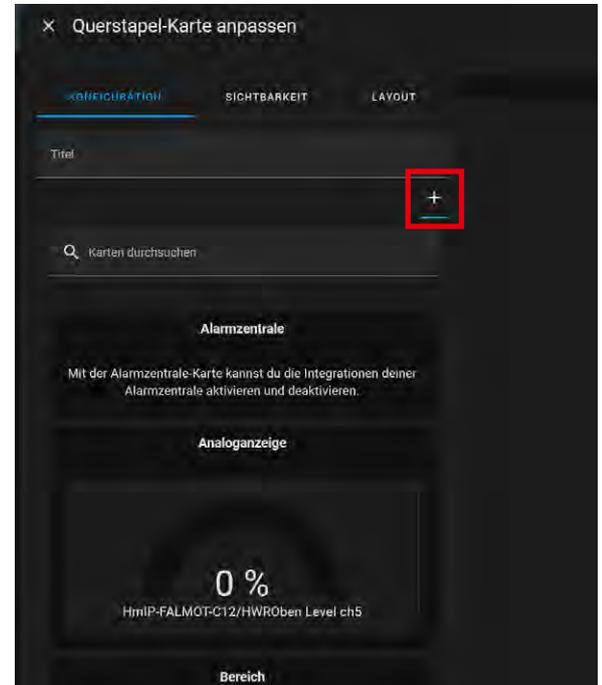


7 In unserem Beispiel erstellen wir eine Ansicht für ein „Wohnzimmer“ und ändern die Überschrift entsprechend ab. Im rechten Bereich des Editors wird das später sichtbare Ergebnis angezeigt. Dies vereinfacht die Bearbeitung erheblich.

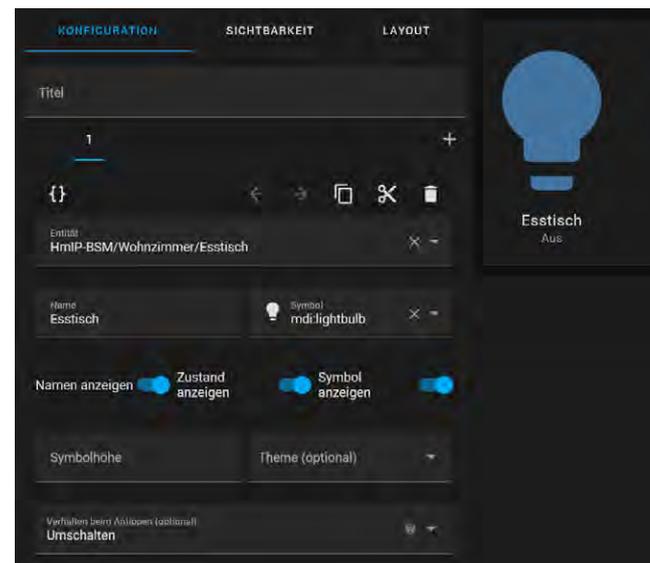


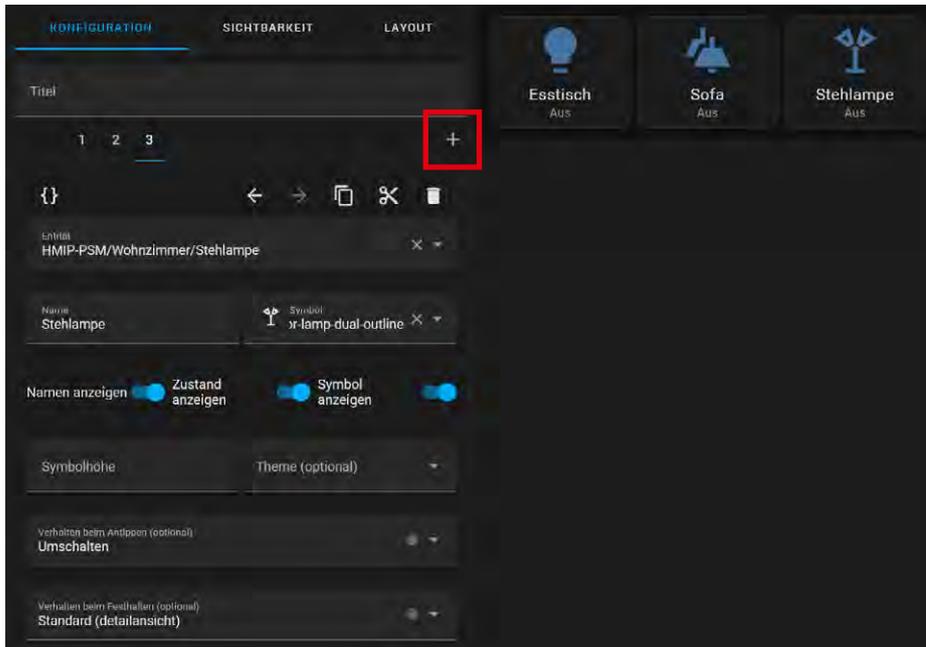
8 Zurück in der Ansicht: Klicken Sie auf das „+“. Eine Auswahl der möglichen Karten wird angezeigt. Hier fügen Sie als Erstes einen „Querstapel“ hinzu. Diese Stapelkarte nimmt dann wiederum weitere Karten auf, die immer nebeneinander dargestellt werden. Über das kleine „+“ können Sie weitere Karten in den Stapel einbringen.

Wir fügen nun nacheinander Aktoren ein, die am Ende Lichter schalten sollen (über die Knopf-Karte).



9 Wählen Sie im Feld „Entität“ den entsprechenden Aktor aus. (Spätestens hier zeigt sich, dass eine gute Benennung der Geräte entscheidend ist!) Tragen Sie im Feld „Namen“ den Anzeigenamen ein. Wählen Sie ggf. im Feld „Symbol“ ein passendes Icon. Dieses ist immer Englisch benannt. Um den Zustand anzuzeigen, wählen Sie „Zustand anzeigen“ aus.





10 Klicken Sie auf das kleine „+“, um weitere Button-Karten hinzuzufügen. Sind alle nötigen Geräte eingefügt, schließen Sie die Ansicht über „Speichern“.

Anschließend fügen wir noch ein paar weitere Elemente hinzu und verändern den Hintergrund.

Nach nur wenigen Klicks erhalten wir nun folgende Karten:

- einen Abschnitt
- eine Überschriften-Karte inkl. zweier Entitäten
- einen Querstapel mit drei Button-Karten
- eine Button-Karte einzeln auf voller Breite
- zwei Sensor-Karten



Wir empfehlen, bereits im Vorfeld zu überlegen, welche Elemente an welcher Position platziert werden sollen, da dies die Auswahl der zu verwendenden Stapel-Karten bestimmt.

Bild 12 zeigt eine schematische Darstellung der Schichtung der UI-Elemente in einem Dashboard.

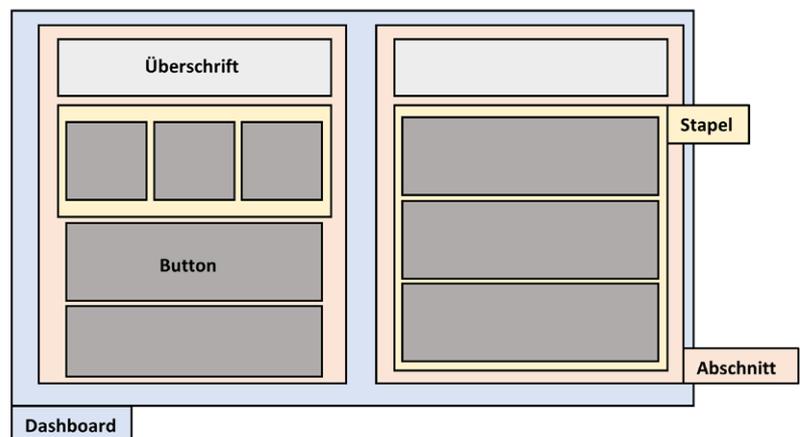


Bild 12: Konzeption eines Dashboards

Fazit und Ausblick

Home Assistant ist das „Schweizer Taschenmesser“ der Smart-Home-Welt und bietet eine beeindruckende Vielfalt an Integrationsmöglichkeiten für unzählige Hersteller und Systeme. Das System läuft auf verschiedenen Hardware-Plattformen und ermöglicht eine sehr individuelle Anpassung der Benutzeroberfläche.

Besonders positiv hervorzuheben ist das gut strukturierte User-Interface, das Nutzern erlaubt, Dashboards nach eigenen Vorstellungen zu gestalten. Weitere Kosten entstehen nur dann, wenn z. B. ein zusätzliches Gateway für eine Integration benötigt wird oder der Fernzugriff über die Home Assistant Cloud (kostenfrei per VPN) erfolgen soll.

Wie bei jedem System gibt es auch hier Herausforderungen. Die riesige Auswahl an Funktionen kann anfänglich überwältigend wirken, und nicht alle Menüs sind intuitiv gestaltet. Zudem erfordert Home Assistant eine gewisse Einarbeitungszeit, belohnt aber mit einem stabilen und zukunftssicheren System.

Insgesamt ist das Gesamtpaket Home Assistant nahezu konkurrenzlos, und wir freuen uns auf viele weitere Beiträge dieser Reihe sowie die wöchentlich begleitenden Youtube-Videos.

Im nächsten ELVjournal widmen wir uns bereits der Integration der Homematic IP Cloud und zeigen, wie man „Helfer“ in Home Assistant effektiv nutzt. Außerdem beschreiben wir, wie sich Benachrichtigungen oder die Erkennung von Abwesenheiten einstellen und nutzen lassen.

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:

- 10-V-Präzisions-Spannungsreferenz
- Autoalarmanlage
- Digitales Multimeter

Download-PDF

vor 45 Jahren



ELVjournal Ausgabe 2/1980

Aus dem Inhalt:

- Hi-Fi-Stereo-Mikrofon-Vorverstärker
- LED-Schmuck
- Laser-Linear-Ablenkeinheit

Download-PDF

vor 35 Jahren



ELVjournal Ausgabe 2/1990

Aus dem Inhalt:

- Audio-Power mit Class-T-Verstärker
- Hitzdraht-Anemometer
- Hochleistungs-Netzteilplatte

Download-PDF

vor 25 Jahren



ELVjournal Ausgabe 2/2000

Aus dem Inhalt:

- Würfelspiel „Meiern“
- HomeMatic-Universal-Funk-Wandtaster
- 10-MHZ-DDS-Funktionsgenerator

Download-PDF

vor 15 Jahren



ELVjournal Ausgabe 2/2010

Aus dem Inhalt:

- Digitales Experimentierboard DEB100
- ESP32 – WLAN und Webserver in MicroPython
- Vielseitige Universaluhr LSU200

Download-PDF

E-Paper

vor 5 Jahren



ELVjournal Ausgabe 2/2020

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 Neigungs-/Erschütterungssensor Kompakt, ELV-SH-CTV

ELV

powered by
homematic IP



Abm. (Ø x T): 43 x 12 mm, Gewicht (inkl. Batterie): 18 g

- Vielseitige Bewegungserkennung: Erkennt sowohl Lageänderungen als auch Erschütterungen – ideal für die Überwachung von Fenstern, Türen oder Gegenständen
- Individuell konfigurierbare Meldeschwellen für Beschleunigung und Lageabweichungen, inklusive kalibrierbarer Referenzlage (am Gerät aktivierbar)
- Kompakte Bauweise: Der Sensor ist äußerst platzsparend und kann unauffällig in jedem Raum installiert werden
- Benachrichtigungen: Warnmeldungen z. B. via Push-Nachricht
- Erreicht mit einer CR2032-Batterie eine Batterielaufzeit von 2 Jahren (typ.)
- Voll kompatibel mit dem Homematic IP Access Point, der Smart Home Zentrale CCU3 oder der Home Control Unit

EXKLUSIV
BAUSATZ
19,95 €

Artikel-Nr. 161243

Zum Fachbeitrag
Zum Produkt

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-SH-CTV
Versorgungsspannung:	1x 3 V CR2032
Stromaufnahme:	40 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz/ 869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	130 m
Duty Cycle:	< 1% pro h / < 10% pro h
Schutzart:	IP20
Winkelmessbereich und Genauigkeit:	0–180°, ±1°

Prototypenadapter Professional Linear/Opto 1, PAD-PRO-L01

ELV

EXKLUSIV
BAUSATZ
74,95 €

Artikel-Nr. 161174

Zum Fachbeitrag
Zum Produkt

- Fertig aufgebaute PAD-Module aus den Bereichen Linear und Opto
- Set umfasst insgesamt 82 Bauteile: Operationsverstärker, Komparatoren, Spannungsregler, Transistoren, Dioden und Leuchtdioden
- Hochwertiger und stabiler Sortimentskasten
- Inkl. Leerplatinen zur eigenen Bestückung

Mini-MP3-Soundmodul MSM5

ELV


Abm. (B x H x T):
31,3 x 21,3 x 16,2 mm,
Gewicht: 8 g

EXKLUSIV

BAUSATZ

16,95 €

Artikel-Nr. 161358

[Zum Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

- MP3-Soundmodul für das Abspielen von 10 MP3-Soundfiles bzw. Playlists von einer microSD-Karte
- Low-Power-Mikrocontroller ermöglicht Batteriebetrieb
- Flexible Versorgungsspannung zwischen 3 und 5 V möglich
- MP3-File-Abwurf über Tastereingänge – somit auch mit Arduino und Co. nutzbar
- Autoplay bei Spannungszufuhr, Zufallswiedergabe oder Wiedergabe der vorgegebenen Reihe nach
- Bis zu 10 Playlists mit jeweils bis zu 255 Soundfiles möglich
- In Playlists: Wiederholfunktion, Endlosschleife, Sprungfunktion, mehrere Funktionen kombinierbar
- Integrierter Class-D-Verstärker: bis zu 2 W an 8 Ω
- Serielle Schnittstelle zur Ansteuerung über eigene Controller, z. B. Arduino

Geräte-Kurzbezeichnung:	MSM5
Wiedergabeformat:	MPEG 1.0 Audio Layer 3 (MP3: CBR, VBR, ABR)
Versorgungsspannung:	3–5 V _{DC}
Leitungslängen:	max. 10 cm
NF-Ausgangsleistung:	max. 2 W an 8 Ω bei 5 V _{DC}
Stromaufnahme	
Betrieb:	50–1000 mA (je nach Lautstärke und Versorgungsspannung)
Stand-by:	2,5 mA (Idle), 15 μA (Sleep)
Tasteranschlüsse:	max. 10 – Achtung: max. 3,3 V _{DC}
Audioausgang:	bis 1,6 V Spitze-Spitze
Schaltausgang Out:	0 V/3,3 V _{DC} , max. 10 mA
Umgebungstemperatur:	5–35 °C

ELV Smart Home Status-Board ELV-SH-SB8

powered by
homematic IP

ELV

- Statusanzeige mit Beschriftungsfeld und 8 Status-LEDs, per Lötjumper auf 7 Farben einstellbar
- Aktoren und Automatisierungen per Taster fernsteuern
- 8 Taster für lokale Bedienung und zum Fernsteuern anderer Komponenten
- Versorgung über Steckernetzteil mit Micro-USB-Stecker (nicht inkl.)
- LED-Schaltzustände in Programmen oder Automatisierungen als einfach umschaltbare Variablen nutzen
- Gehäuse zum Aufstellen und für Wandmontage
- Kompatibel mit der Smart Home Zentrale CCU3, der Home Control Unit HCU1 und dem Homematic IP Access Point mit App

+ Gleich mitbestellen: Fantastic Micro-USB-Netzteil 5 V/2,4 A
Artikel-Nr. 251255 – 7,95 €

Abm. (B x H x T): 100 x 100 x 15 mm, Gewicht: 87 g



EXKLUSIV

BAUSATZ

59,95 €

Artikel-Nr. 161075

[Zum Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-SH-SB8
Versorgungsspannung:	5 V _{DC}
Stromaufnahme:	150 mA max.
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz/869,4–869,65 MHz
Maximale Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Typ. Funk-Freie Reichweite:	260 m
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C

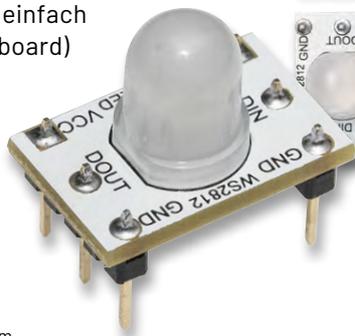
10er-Set PAD-Adapter RGB-LED (WS2812D-F8)

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.


EXKLUSIV
14,95 €

Artikel-Nr. 161023

[Zum Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Abm. (B x H x T) je Adapter: 12,7 x 21 x 20 mm

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



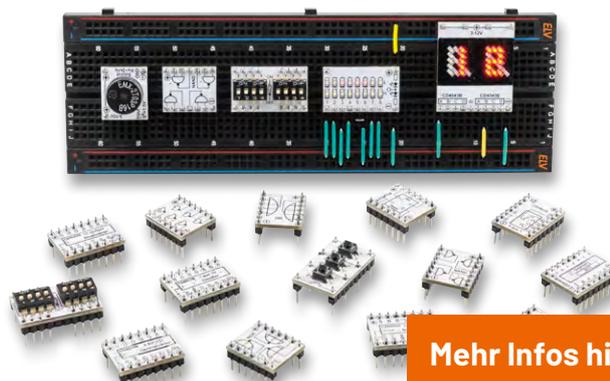
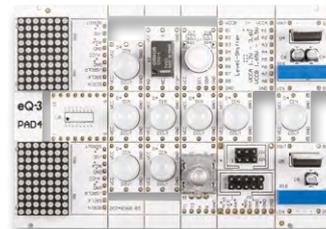
EXPERIMENTIEREN

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 Anschlusschema 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.

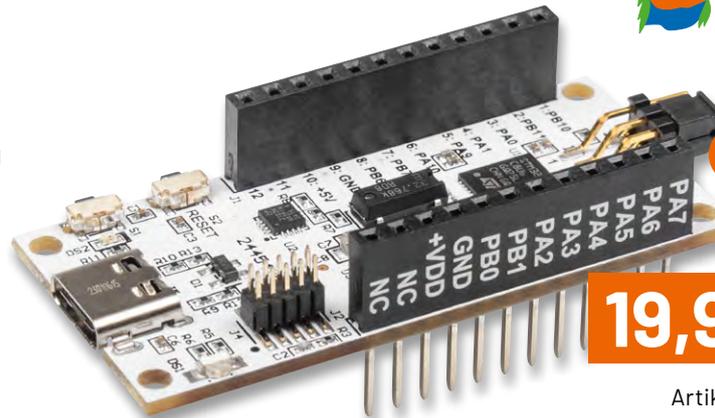

[Mehr Infos hier](#)

ELV Basismodul Mikrocontroller

ELV-BM-MCU



- Experimentier- und Lernplatine 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



EXKLUSIV

BAUSATZ

19,95 €

Artikel-Nr. 160856

[Zum Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Abm. (B x H x T): 26 x 59 x 19 mm, Gewicht: 9 g

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-BM-MCU
Stromaufnahme:	Sleep-Mode: typ. 3 μ A 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



Spannende Produkte für das Basismodul ELV-BM-MCU:

ELV Powermodul LR03 ELV-PM-LR03	Artikel-Nr. 158382	Zum Produkt
ELV Prototypenplatine ELV-EM-PP1	Artikel-Nr. 158396	Zum Produkt
ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD6, CMOS-Logik	Artikel-Nr. 155858	Zum Produkt
ELV Steckplatine/Breadboard mit 830 Kontakten	Artikel-Nr. 250986	Zum Produkt

Solar Powermodul SPM1500

- 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 μ W
- Besonders geeignet für den Anschluss stromsparender Sensorknoten für den Innen- und Außenbereich



EXKLUSIV

BAUSATZ

24,95 €

Artikel-Nr. 160864

Abm. ohne Gehäuse (B x H x T): 97 x 56 x 35 mm,
Gewicht (ohne Akkus, ohne Gehäuse): 83,5 gAkkus und Solar-Adapter nicht
im Lieferumfang enthalten
[Zum Fachbeitrag](#)
[Zum Produkt](#)

Geräte-Kurzbezeichnung:	SPM1500
Spannungsversorgung:	3x 1,2 V NiMH-Akku HR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	5 μ A min., max. 500 mA @ 5,0 VDC_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 Anzeige der Ausgangsspannung
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C

ELV Solar-Adapter ELV-EM-SA1

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

[Zum Produkt](#)


19,95 €

Artikel-Nr. 157907

Service

Technische Anfragen

Für technische Fragen zu den Beiträgen aus dem ELVjournal, kontaktieren Sie gerne unsere technische Kundenberatung über unser [Kontaktformular](#). Bitte nennen Sie hierbei die Artikelnummer, Artikelbezeichnung und Journalseite. Unsere Techniker klären Ihre offenen Fragen im Anschluss.

Reparatur-Service

Für ELV Markenprodukte, aber auch für Geräte, die Sie aus ELV Bausätzen selbst herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Artikelpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvorschlag. Die Kontaktdaten: ELV Elektronik AG, Reparatur-Service, 26789 Leer, Deutschland

Qualität/Sicherheit

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

Wichtiger Hinweis

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

Versandkosten

Unsere Versandkosten betragen 3,99 €, ab 39,00 € liefern wir für Sie innerhalb Deutschlands versandkostenfrei. Unsere Versandkosten in andere Länder entnehmen Sie bitte unserer [Internetseite](#).

Kontaktdaten

Bestellannahme, Technische Kundenberatung, Reklamation/Retouren

Telefon: +49 (0) 491/6008-88
 Hotlinezeiten: Montag bis Donnerstag: 9:00-16:30 Uhr
 Freitag: 9:00-15:00 Uhr
 Kontakt per E-Mail: [Kontaktformular](#)
 Adresse: ELV Elektronik AG
 Maiburger Straße 29-36
 26789 Leer
 Deutschland

Bestellhinweise

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB), die Sie auf unserer Internetseite de.elv.com/service-bereich/agb/ einsehen, speichern und ausdrucken können. Sie können die AGB auch telefonisch anfordern.

Widerrufsbelehrung

Widerrufsrecht

Sofern Sie Verbraucher sind, können Sie Ihre Vertragserklärung innerhalb von 14 Tagen ohne Angabe von Gründen mittels einer eindeutigen Erklärung widerrufen. Die Frist beginnt nach Abschluss des Vertrags und nachdem Sie die Vertragsbestimmungen einschließlich der Allgemeinen Geschäftsbedingungen erhalten haben, im Falle eines Verbrauchsgüterkaufs jedoch nicht, bevor Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht Frachtführer ist, die Ware erhalten hat; im Falle der Lieferung mehrerer Waren oder Teillieferungen im Rahmen einer einheitlichen Bestellung nicht vor Lieferung der letzten Ware oder Teillieferung; im Falle der regelmäßigen Belieferung über einen festgelegten Zeitraum nicht vor Lieferung der ersten Ware. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs.

Der Widerruf ist zu richten an: ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, Tel.-Nr. +49 491/6008-88, Telefax: +49 491/7016, E-Mail: widerruf@elv.com. Sie können dafür das beigefügte Muster-Widerrufsformular verwenden, das jedoch nicht vorgeschrieben ist. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

Für den Beginn der Widerrufsfrist erforderliche Informationen

Die Informationen im Sinne des Abschnitts 1 Satz 2 umfassen folgende Angaben:

1. die Identität des Unternehmers; anzugeben ist auch das öffentliche Unternehmensregister, bei dem der Rechtsträger eingetragen ist, und die zugehörige Registernummer oder gleichwertige Kennung;
2. die Hauptgeschäftstätigkeit des Unternehmers und die für seine Zulassung zuständige Aufsichtsbehörde;
3. die ladungsfähige Anschrift des Unternehmers, bei juristischen Personen, Personenvereinigungen oder Personengruppen auch den Namen des Vertretungsberechtigten;
4. die wesentlichen Informationen darüber, wie der Vertrag zustande kommt;
5. gegebenenfalls zusätzlich anfallende Kosten;
6. eine Befristung der Gültigkeitsdauer der zur Verfügung gestellten Informationen, beispielsweise die Gültigkeitsdauer befristeter Angebote, insbesondere hinsichtlich des Preises;
7. Einzelheiten hinsichtlich der Zahlung und der Erfüllung;
8. das Bestehen eines Widerrufsrechts sowie die Bedingungen, Einzelheiten der Ausübung, insbesondere Name und Anschrift desjenigen, gegenüber dem der Widerruf zu erklären ist, und die Rechtsfolgen des Widerrufs einschließlich Informationen über den Betrag, den der Verbraucher im Fall des Widerrufs für die erbrachte Leistung zu zahlen hat, sofern er zur Zahlung von Wertersatz verpflichtet ist (zugrundeliegende Vorschrift: § 357a des Bürgerlichen Gesetzbuchs);
9. eine Vertragsklausel über das auf den Vertrag anwendbare Recht oder über das zuständige Gericht;
10. die Sprachen, in welchen die Vertragsbedingungen und die in dieser Widerrufsbelehrung genannten Vorabinformationen mitgeteilt werden, sowie die Sprachen, in welchen sich der Unternehmer verpflichtet, mit Zustimmung des Verbrauchers die Kommunikation während der Laufzeit dieses Vertrags zu führen;
11. den Hinweis, ob der Verbraucher ein außergerichtliches Beschwerde- und Rechtsbehelfsverfahren, dem der Unternehmer unterworfen ist, nutzen kann, und gegebenenfalls dessen Zugangsvoraussetzungen;

Widerrufsfolgen

Im Fall eines wirksamen Widerrufs sind die beiderseits empfangenen Leistungen zurückzugewähren. Für die Rückzahlung verwenden wir dasselbe Zahlungsmittel, das Sie bei der ursprünglichen Transaktion eingesetzt haben.

Das Widerrufsrecht besteht nicht bei Lieferung von Waren, die nicht vorgefertigt sind und für deren Herstellung eine individuelle Auswahl oder Bestimmung durch den Verbraucher maßgeblich ist oder die eindeutig auf die persönlichen Bedürfnisse des Verbrauchers zugeschnitten sind; bei Lieferung von Ton- oder Videoaufnahmen oder Computersoftware in einer versiegelten Packung, wenn die Versiegelung nach der Lieferung entfernt wurde.

Ende der Widerrufsbelehrung

Muster-Widerrufsformular

Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden Sie es zurück an:

ELV Elektronik AG
 Maiburger Str. 29-36
 26789 Leer
 Telefax: +49 491/7016
 E-Mail: widerruf@elv.com

Hiermit widerrufe(n) ich/wir (*) den von mir/uns (*) abgeschlossenen Vertrag über den Kauf der folgenden Waren (*) / die Erbringung der folgenden Dienstleistung (*)

Bestellt am (*) / erhalten am (*)

Name und Anschrift des/der Verbraucher(s)

Datum Unterschrift des/der Verbraucher(s) (nur bei Mitteilung auf Papier)

(*) Unzutreffendes streichen

Datenschutz

Erklärung zu personenbezogenen Daten

Personenbezogene Daten sind Informationen, die Ihrer Person zugeordnet werden können. Hierunter fallen z. B. der Name, die Anschrift oder die E-Mail-Adresse.

Erfassung und Verwendung von personenbezogenen Daten

Persönliche Daten, die Sie uns zur Verfügung stellen, dienen der Abwicklung der Bestellung, der Lieferung der Waren sowie der Zahlungsabwicklung. Da der Datenschutz für die ELV Elektronik AG einen sehr hohen Stellenwert einnimmt, erfolgt die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung Ihrer uns zur Verfügung gestellten Daten ausschließlich auf der Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und des Telemediengesetzes (TMG).

Nach den geltenden gesetzlichen Regelungen haben Sie ein Recht auf unentgeltliche Auskunft über Ihre gespeicherten Daten sowie ggf. ein Recht auf Berichtigung, Sperrung oder Löschung dieser Daten.

Bei Erstbestellungen auf Rechnung oder per Lastschrift können wir bei Bestehen eines berechtigten Interesses zur Risikovermeidung Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlungsverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, 41460 Neuss, vertreten durch Dr. Holger Bissel, Ingolf Dorff, Thomas Schurk, einholen.

Im Bereich der **Kreditkartenzahlung** arbeiten wir zusammen mit der Concardis GmbH (Concardis), Helfmann Park 7, D-65760 Eschborn, vertreten durch ihre Geschäftsführer Robert Hoffmann, Patrick Höjjer, Martin Skov. In diesem Rahmen werden neben Kaufbetrag und Datum auch Kartendaten an das oben genannte Unternehmen übermittelt.

Wir weisen gemäß Art. 6 ff. DSGVO darauf hin, dass wir die von unseren Kunden mitgeteilten Daten EDV-mäßig speichern.

Sollten Sie keine Informationen über unsere Angebote und Dienstleistungen wünschen, genügt ein formloser Brief, Telefax, eine E-Mail an: ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, Deutschland, Telefax-Nr. +49 (0)491-7016, E-Mail: datenschutz@elv.com

Weitergabe von Daten

Im Rahmen der Auftragsdatenverarbeitung wählen wir unsere Partner sorgfältig aus und verpflichten unsere Dienstleister gemäß Art. 28 DSGVO zum vertrauensvollen Umgang mit Ihren Daten.

Widerruf von Einwilligungen

Jede von Ihnen erteilte Einwilligung zur Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten können Sie jederzeit widerrufen. Näheres entnehmen Sie bitte unserer Datenschutzklärung unter de.elv.com/sicherheit-datenschutz bzw. ch.elv.com/sicherheit-datenschutz

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



= Symbol für die getrennte Erfassung von Elektro- und Elektronikgeräten

Verbraucher/-innen dürfen Altgeräte mit dieser Kennzeichnung nicht über den Hausmüll entsorgen, sondern können diese bei den dafür vorgesehenen Sammelstellen innerhalb Ihrer Gemeinde bzw. bei den ÖRE (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger) abgeben.

Verbraucher/-innen sind im Hinblick auf das Löschen personenbezogener Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich.

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

Batteriegesetz - BattG

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



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

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

Altbatterien können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder Ihre Gesundheit schädigen können. Batterien enthalten aber auch wichtige Rohstoffe, wie z. B. Eisen, Zink, Mangan oder Nickel und werden wiederverwendet. Bedeutung chemischer Zeichen in Kennzeichnung: Hg = Quecksilber; Cd = Cadmium; Pb = Blei

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.



Zur Übersicht

ELVjournal Ausgabe 1/2023

Download-PDF

E-Paper

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 Ausführung vorgenommen, 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 Grobelsnik, 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.),
Andreas Prast (Bachelor Professional), 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.

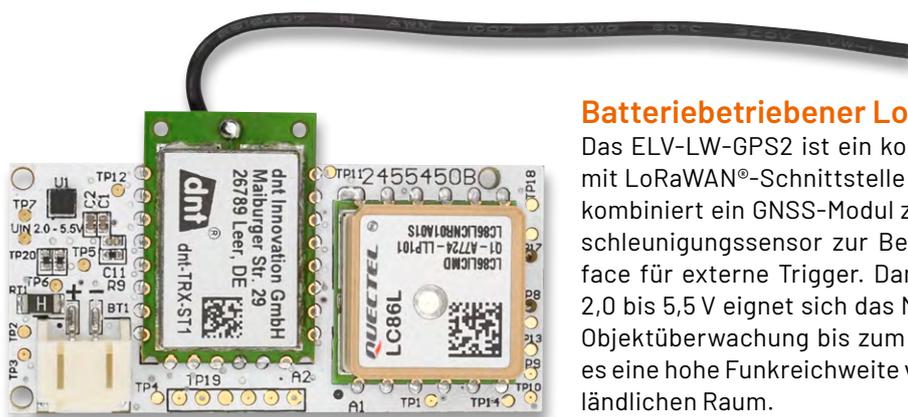
Im nächsten

ELVjournal**ELV Smart Home Bewässerungsaktor ELV-SH-WSM**

Gartenbewässerung ganz einfach smart machen und bequem die Bewässerung ein- bzw. ausschalten. Steuerbar per Funk über die Homeatic IP App oder auch automatisiert über Zeitprofile. Der ELV Smart Home Bewässerungsaktor wird einfach zwischen Wasserhahn und Bewässerung geschraubt und mit Batterien betrieben. Schon können Wochenprogramme oder Automatisierungen mit dem Wettersensor erzeugt werden.

**ELV Smart Home Luftdrucksensor Kompakt – präzise Messung von Luftdruck und Temperatur**

Der ELV Smart Home Luftdrucksensor Kompakt ELV-SH-CAP von Homeatic IP ermöglicht eine präzise Erfassung des Luftdrucks und der Temperatur in Innenräumen. Dank seiner kompakten Bauweise fügt sich der Sensor unauffällig in jede Umgebung ein und beeinträchtigt das Wohnambiente nicht. Durch die vollständige Integration in die Homeatic IP Cloud sowie die HCU lässt sich der Sensor nahtlos in bestehende Smart-Home-Systeme einbinden.

**Batteriebetriebener LoRaWAN®-GPS-Tracker**

Das ELV-LW-GPS2 ist ein kompakter, batteriebetriebener GPS-Tracker mit LoRaWAN®-Schnittstelle zur kostenfreien Positionsübertragung. Er kombiniert ein GNSS-Modul zur präzisen Ortung, einen integrierten Beschleunigungssensor zur Bewegungserkennung und ein Kontaktinterface für externe Trigger. Dank seines Betriebsspannungsbereichs von 2,0 bis 5,5 V eignet sich das Modul für zahlreiche Anwendungen von der Objektüberwachung bis zum mobilen Tracking. Mit LoRaWAN® erreicht es eine hohe Funkreichweite von bis zu 6 km in Städten und über 10 km im ländlichen Raum.

Projekte für Elektronikeinsteiger, Teil 12

Die optische Signalübertragung ist die Grundlage moderner Internet-technologien, da sie höchste Übertragungsraten erlaubt. Selbst private Haushalte werden daher mit sogenannten Glasfaserkabelanschlüssen verbunden, um die Digitalisierung weiter voranzutreiben. Mit einfachen Experimenten soll demonstriert werden, wie diese Verfahren funktionieren und wie sie angewendet werden können.

Python & MicroPython – Programmieren lernen für Einsteiger, Teil 9

Im nächsten Beitrag soll es um den Einsatz von Sensoren gehen. Die Daten dieser in der gesamten Technik so wichtigen Bauelemente können mit Python-Programmen eingelesen und verarbeitet werden. Dabei sollen insbesondere auch Signalverarbeitungsmethoden wie Mittelung, Filterung und Signalkonditionierung mit Python näher betrachtet werden.

Das ELVjournal 3/2025 erscheint am 21. Mai 2025

Stromverbrauch in Echtzeit überwachen

Anwendungsbeispiel



119,00 €

Artikel-Nr. 254443

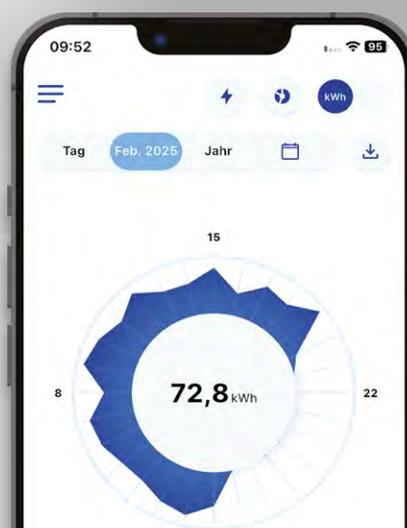
Zum Produkt

Iometer

Smart Home WLAN-Stromzähler-Tracker

- Plug & Play: einfache Inbetriebnahme ohne Techniker
- Offline-Funktionalität – Daten sind auch bei Internetausfall verfügbar
- Lokale Schnittstelle zur Einbindung in Home Assistant
- App für iOS und Android; Visualisierung des Verbrauchs in kWh und Euro
- Eingabe der Stromzählerpins über Iometer-Schnittstelle, teilweise via App

Prüfen Sie die Kompatibilität zu Ihrem Stromzähler vorab anhand der [Whitelist](#).



Lieferung ohne Smartphone

Wussten Sie schon? Netzentgeltmodelle nach § 14a EnWG

Die Netzentgeltmodelle nach § 14a EnWG bieten finanzielle Vorteile für Haushalte mit steuerbaren Verbrauchseinrichtungen wie Wallboxen oder Wärmepumpen. Ihr Stromanbieter muss Ihnen seit 2025 eines von drei Netzentgeltmodellen für diesen Anwendungsfall anbieten: eine pauschale Reduzierung, eine prozentuale Senkung des Arbeitspreises oder zeitvariable Netzentgelte. Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, das Stromnetz zu entlasten und gleichzeitig finanzielle Anreize für Haushalte zu schaffen, die steuerbare Verbrauchseinrichtungen nutzen.

Für Schaltungs-Experten

ELV Experimentier-/ Steckboard EXSB1

- Steckboard-Feld: 2x 830 Kontakte
- 3 Spannungseingänge (4-mm-Bananenbuchse, Klemmleiste, Hohlsteckerbuchse 2,1 x 5,5 mm), gegeneinander entkoppelt, mit wechselbarer Sicherung abgesichert, zentral schaltbar
- Rechteckgenerator mit ICM7555, 0,01 Hz - 100 kHz, 7 Frequenzbereiche wählbar, Frequenzfeineinstellung
- 3 Potentiometer, 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
- 8 universell einsetzbare LEDs mit Vorwiderständen



99,95 €

Artikel-Nr. 153753

Durch das integrierte Steckboard mit all unseren Prototypenadaptern nutzbar

[Zum Produkt](#)



99,95 €

Artikel-Nr. 158980

[Zum Produkt](#)

ELV Experimentiererset PAD-PRO-EXSB

- 82-teiliges Set mit allen wichtigen Bauteilen für zahlreiche Experimentierschaltungen - neben elektronischen auch mechanische Bauteile wie z. B. Steckkabel, Steckbrücken und Pinzette
- Mit zahlreichen Sensoren (Licht, Vibration usw.) interessante Experimentierschaltungen geeignet
- Inkl. Stereo-Ohrhörer und einer Klinkenbuchse für Audioschaltungen
- Adapter alle fertig aufgebaut

NEU

ELVjournal Sonderheft: Professionell experimentieren leicht gemacht

In zehn Beiträgen zeigen wir Ihnen spannende Beispielschaltungen, die Sie direkt nachbauen oder nach Ihren Wünschen anpassen können. Von einfachen Grundschaltungen bis hin zu komplexeren Projekten finden Sie zahlreiche Anregungen für Ihre Experimente. So macht das Tüfteln einfach Spaß!

Kostenlos

[Zum Sonderheft](#)

