



Bausatz-Artikel-Nr.: 158056
Version: 2.0
Stand: Februar 2023

ELV Powermodul Energy Harvesting

ELV-PM-EH

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany
E-Mail: technik@elv.com
Telefon: Deutschland und Österreich: (+49)491/6008-245 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produkts finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELVshop: www.elv.com

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Technik-Netzwerk: de.elv.com/forum/

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29-36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.com



Autarke Energiequelle

ELV Powermodul Energy Harvesting ELV-PM-EH für energiesparende Sensor-Anwendungen

Das ELV Powermodul Energy Harvesting ist eine sinnvolle Ergänzung zum ELV-Modulsystem, wenn es darum geht, sie per Solarzelle mit Energie zu versorgen und damit autark zu betreiben. Bei der Wahl des Energiespeichers hat man verschiedene Möglichkeiten wie beispielsweise NiMH-Akkus oder Super-Kondensatoren. Durch die Modulbauweise im ELV-Modulsystem kann das Powermodul einfach auf die ELV-LW-Base und entsprechende Applikationsmodule aufgesteckt werden. Da es Breadboard-kompatibel ist, kann es aber auch für andere Anwendungszwecke genutzt werden, bei der eine Spannungsversorgung mit 3,3 Volt und maximal 125 mA benötigt wird.

ELV-PM-EH

Artikel-Nr.
158056

Bausatz-
beschreibung
und Preis:

www.elv.com



Infos zum Bausatz ELV-PM-EH



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,15 h



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Passt zum System

Das ELV-Modulsystem ist dank seines geringen Energieverbrauchs mit der Experimentierplattform ELV-LW-Base [1] als auch den Applikationsmodulen mit Sensorik bestens geeignet für eine Spannungsversorgung in Verbindung mit Energy Harvesting. Mit dem ELV Powermodul Energy Harvesting steht damit eine sinnvolle Variante zur Spannungsversorgung mittels Solarzelle bereit. So können die ELV-LW-Base und je nach Anwendung auch die angeschlossenen Applikationsmodule neben USB-, Batterieversorgung oder dem ELV Buttoncell [2] mit Knopfzellen nun auch energieautark mit Sonnenenergie betrieben werden.

Die intelligente Regelung wird durch ein spezielles Energy-Harvesting-Power-Management-IC (PMIC) (Bild 1) ermöglicht, das für einen Ultra-Low-Power-Start-up (Kaltstart) lediglich 380 mV und 3 µW benötigt und verschiedene Energiespeichertechnologien unterstützt.

Die Versorgungsspannung der ELV-LW-Base und damit auch der angeschlossenen Module wird durch einen Buck-Boost-Converter mit niedrigem Ruhestrom erzeugt, sodass auch hier eine effiziente Energienutzung gewährleistet ist.

Energy Harvesting

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

Beim Energy Harvesting für Sensoren, die per stromsparender Funktechnologie wie LoRaWAN® arbeiten und Daten senden und empfangen, kommt es nicht auf das bloße Wandeln großer Energiemengen an. Hier steht das Interesse, dass eine bestimmte Anwendung energieautark betrieben werden kann, im Vordergrund. Das ist auch der Einsatzzweck bei unserem ELV Powermodul Energy Harvesting, das durch seine Elektronik, aber auch die Modulbauweise sehr gut für das gesamte ELV-Modulsystem geeignet ist.

Weitergehende Informationen zu den Grundlagen des Energy Harvesting, von Energiewandlern und der Solarzellentechnik finden Sie in unserem Beitrag zum Bausatz Universelles Energy Harvesting Modul UEH80 unter [3], den Sie kostenlos im ELVshop herunterladen können.

Intelligenter Energiewandler

Herzstück des ELV Powermodul Energy Harvesting ist das Power-Management-IC AEM10941 [4], dessen Blockschaltbild in Bild 2 zu sehen ist. Die integrierte Energiemanagement-Schaltung kann mit Gleichstrom aus bis zu sieben Solarzellen (5 V max.) gespeist werden, und Energie in einem wiederaufladbaren Element speichern, das den angeschlossenen Verbraucher gleichzeitig mit zwei unabhängig geregelten Spannungen versorgen kann. In der normalen Anwendung stehen an dem einen Ausgang 1,2 bzw. 1,8 V mit maximal 20 mA zur Verfügung und an dem anderen Ausgang 1,8–4,1 V mit höchstens 80 mA (maximal einstellbare Spannung abhängig vom Energiespeicher).

Beim ELV Powermodul Energy Harvesting sind diese beiden Spannungsausgänge jedoch nicht herausgeführt. Die für die ELV-LW-Base bzw. auch für andere Anwendungszwecke notwendigen 3,3 V mit maximal 125 mA Strombelastbarkeit werden über einen externen, sehr stromsparenden Buck-Boost-Converter erzeugt, der direkt vom Ausgang des Energiespeichers gespeist wird.

Der PMIC wird also im Grunde nur für die intelligente Energiewandlung verwendet, bei der die Energie aus den Solarmodulen in den wiederaufladbaren und entsprechend konfigurierten Speicher geführt wird. Durch das im IC integrierte MPPT (Max Power Point Tracking) wird die Solarleistung der Solarmodule dabei optimal genutzt.

Über drei Konfigurationspins (Lötjumper) kann der angeschlossene Energiespeicher (Li-Ion-, NiMH-, LiFePO4-, Festkörper-Akkus und Super-Kondensatoren) angepasst werden. Bei dem Powermodul ist der Betrieb mit NiMH- bzw. Li-Ion-Akkus mit einer vom IC vorgegebenen Ladeschlussspannung von 4,12 Volt voreingestellt.

Details zur Konfiguration des Energiespeichers folgen weiter unten.

Der externe Buck-Boost-Converter kann mit einem Schiebesealter komplett deaktiviert werden, um den Stromverbrauch des Powermoduls auf ein Minimum zu senken bzw. den Ausgang +VDD (3,3 V) spannungslos zu schalten.

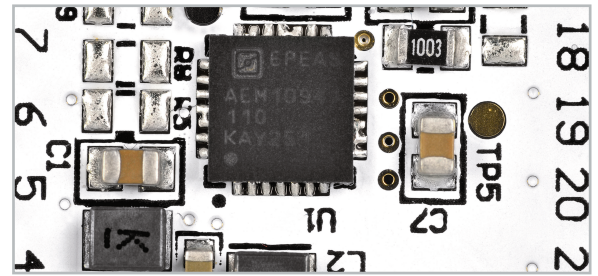


Bild 1: Power-Management-IC auf dem ELV Powermodul Energy Harvesting

Schaltung

Die Schaltung besteht aus drei Komponenten (Bild 3): dem Power-Management-IC AEM10941 mit externer Beschaltung, dem Schaltregler mit Peripherie und der Baugruppe zur Batterie-Messung.

Power-Management-IC

An das Power-Management-IC U1 werden an SRC und über GND die Solarmodule angeschlossen. Hier dürfen bis zu sieben Solarzellen (5 V max.) verbunden werden. Auf der Platine ist dies mit Solar Cell (+/-)vermerkt.

An CFG [0...2] werden die Löt pads zur Konfiguration des Energiespeichers herausgeführt. Diese sind bereits für NiMH-Akkus vorkonfiguriert (CFG0: 1, CFG1: 0, CFG2:1, s. a. Nachbau).

C2 dient zur Pufferung des Ausgangs zum Energiespeicher +VBAT, an den dieser auch angeschlossen wird. Auf der Platine ist dies mit Battery (+/-) gekennzeichnet. C1, C3, C5, L1 und L2 dienen der Außenbeschaltung entsprechend dem Datenblatt des AEM10941 [4].

Schaltregler

An VIN wird die Spannung des Power-Management-ICs bzw. des Energiespeichers entgegengenommen und mit C9 gepuffert. Der Schaltregler U2 ist ein stromsparender Buck-Boost-Converter mit einer Ausgangsspannung von 3,3 V (VOUT), der die ELV-LW-Base über Pin 15 (+VDD) versorgt. C8 dient am Spannungsausgang zur Pufferung.

R12 und R13 sind Pull-up-Widerstände für den I²C-Bus, die über die Lötjumper J4 und J5 und den Pins 7

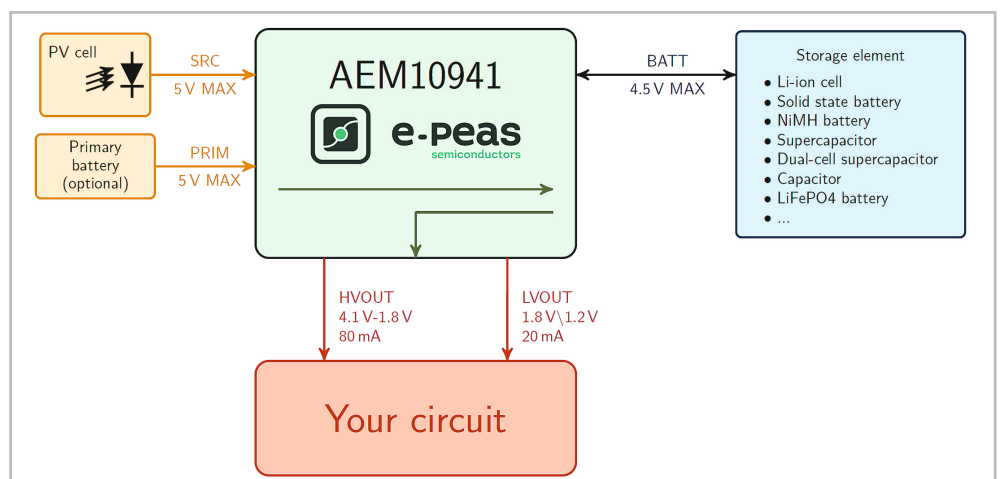


Bild 2: Schematische Ansicht AEM10941 (Quelle: Datenblatt [4])

Bild 3: Schaltbild des ELV-PM-EH

und 8 an der Platine eine spätere Konfiguration ermöglichen können. Der Enable-Pin (EN) des Schaltreglers ist mit dem Schalter S1 verbunden, mit dem der Schaltregler ausgeschaltet werden kann. Außerdem ist EN mit dem Pin STATUS 0 vom PMIC verbunden, der signalisiert, dass genügend Energie vorhanden ist, um den Ausgang zu aktivieren. Somit ist der Schaltregler nur aktiv, wenn auch die Spannungsausgänge des PMIC freigegeben sind.

Batterie-Messung

Damit die ELV-LW-Base die Batteriespannung erfassen kann, wird sie über den Spannungsteiler aus R3, R4 auf einen analogen Eingang (BAT-ADC) geschaltet. Damit aber nicht unnötigerweise die ganze Zeit ein Strom durch den Spannungsteiler fließt, wird der Spannungsteiler mittels Q2 und Q3 nur bei Bedarf von der ELV-LW-Base zugeschaltet.

Nachbau

In Bild 4 sieht man die Platinenfotos sowie den Bestückungsdruck des ELV-PM-EH. Das Modul ist bereits fertig aufgebaut.

Über die Löt pads J6 (CFG0), J7 (CFG1) und J8 (CFG2) auf der Bottom-Seite der Platine kann der angeschlossene Akku bzw. Super-Kondensator verändert werden (Bild 5). Die Löt pads J6 bis J8 sind auf dem ELV-PM-EH bereits für für NiMH-Akkus vorkonfiguriert, es muss also bei Anschluss dieses Energiespeichertyps an CFG0-CFG2 nichts verändert werden.

Eine Übersicht der möglichen Energiespeicher-Konfigurationen zeigt Tabelle 1. Dabei sind die drei Spannungsschwellwerte wie folgt definiert:

- Vovch: maximale Spannung am Energiespeicher, bevor der Step-up-Wandler deaktiviert wird
- Vchrdy: minimal benötigte Spannung am Energiespeicher nach einem Kaltstart, vor dem Aktivieren der LDOs
- Vovdis: unterhalb dieser Spannung wird der Energiespeicher als entleert betrachtet, und die Spannungsausgänge werden abgeschaltet

Hinweis: Der Energiespeicher sollte so gewählt werden, dass seine Spannung auch bei gelegentlichen Spitzen des Laststroms nicht unter Vovdis fällt. Wenn der Innenwiderstand des Speicherelements diese Spannungsgrenze nicht halten kann, ist es ratsam, den Energiespeicher mit einem Kondensator zu puffern.

Der Pin, an dem das Speicherelement angeschlossen ist, darf niemals potentialfrei bleiben.

Wenn die Anwendung eine Abschaltung der Batterie erwartet (z. B. wegen eines vom Benutzer abnehmbaren Steckers), sollte die Schaltung einen Kondensator von mindestens 150 µF enthalten. Der Leckstrom des Kondensators sollte klein sein, da Leckströme sich direkt auf den Ruhestrom auswirken können.

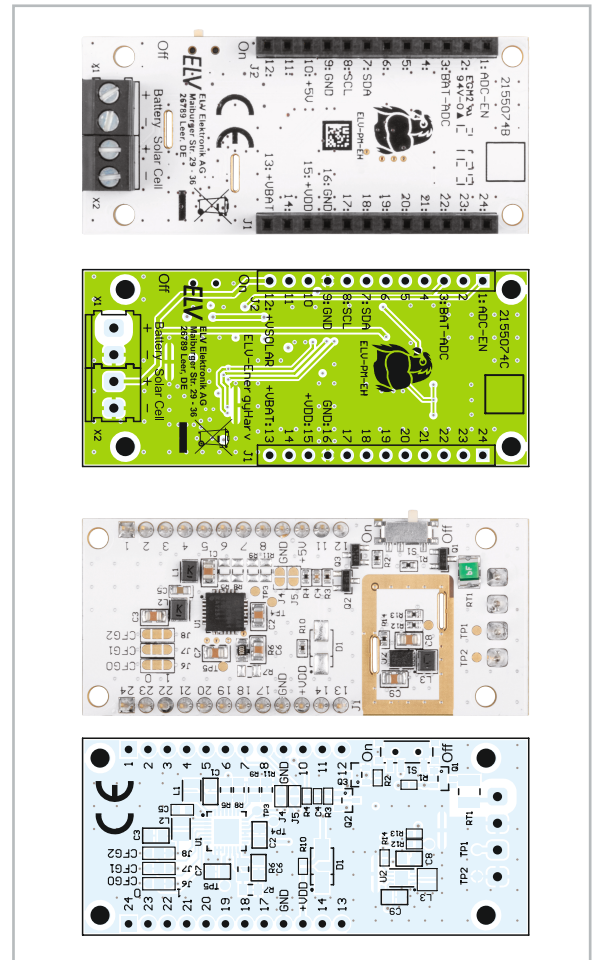


Bild 4: Platinenfotos und Bestückungsdrucke des ELV-PM-EH

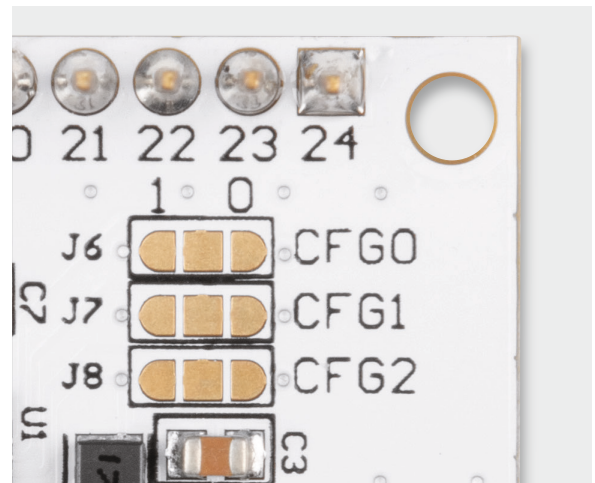


Bild 5: Detailansicht der Konfigurations-Löt pads

Configuration pins			Storage element threshold voltages			LDOs output voltages		Typical use
CFG[2]	CFG[1]	CFG[0]	Vovch	Vchrdy	Vovdis	Vhv	Vlv	
1	1	1	4.12 V	3.67 V	3.60 V	3.3 V	1.8 V	Li-ion battery
1	1	0	4.12 V	4.04 V	3.60 V	3.3 V	1.8 V	Solid state battery
1	0	1	4.12 V	3.67 V	3.01 V	2.5 V	1.8 V	Li-ion/NiMH battery
1	0	0	2.70 V	2.30 V	2.20 V	1.8 V	1.2 V	Single-cell supercapacitor
0	1	1	4.50 V	3.67 V	2.80 V	2.5 V	1.8 V	Dual-cell supercapacitor
0	1	0	4.50 V	3.92 V	3.60 V	3.3 V	1.8 V	Dual-cell supercapacitor
0	0	1	3.63 V	3.10 V	2.80 V	2.5 V	1.8 V	LiFePO4 battery
0	0	0	Custom mode - Programmable through R1 to R6					1.8 V

Tabelle 1: Konfigurationsmöglichkeiten mittels Lötbrücken (Quelle: Datenblatt AEM10941)

Anwendungsbeispiel

Auswahl Speicher



Wichtiger Hinweis

Bei Verwendung von Lithium-Zellen wie Li-Ion- oder LiPo-Akkus sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu beachten. Deswegen beschränken wir die Nutzung auf NiMH-Akkus.

Vor der Inbetriebnahme sind folgende Punkte und Vorgehensweisen zu beachten, damit ein problemloser (Kalt-)Start des PMICs erfolgt:

1. Konfiguration der Lötbrücken CFG0, CFG1 und CFG2. Die Pegel müssen klar definiert sein. Das ELV-PM-EH ist bereits für NiMH-Akkus vorkonfiguriert (siehe Schaltbild). Bei anderen Konfigurationen müssen eventuell die Leiterbahnen zwischen den Löt pads mit einem Cutter durchtrennt werden und neue Lötbrücken gesetzt werden.
2. Anschluss des Energiespeichers an das ELV-PM-EH
3. Anschluss des geeigneten Energiewandlers (Solarmodule).
Sicherstellen der notwendigen Kaltstart-Bedingungen (380 mV min. und 3 µW min.)

Prinzipiell ist der Aufbau dann wie in [Bild 6](#) dargestellt.

Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R10
2,2 kΩ/SMD/0402	R12, R13
100 kΩ/SMD/0402	R2-R4
1 MΩ/SMD/0402	R1, R14
PTC/0,2 A/30 V/SMD	RT1

Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C4
10 µF/16 V/SMD/0805	C1-C3, C6-C9
22 µF/6,3 V/SMD/0603	C5

Halbleiter:

AEM10941/SMD	U1
ISL9122/SMD	U2
IRLML6401/SMD	Q1, Q2
IRLML2502PbF/SMD	Q3

Sonstiges:

Speicherdrosseln, SMD, 10 µH/550 mA	L1, L2
Speicherdrossel, SMD, 1,0 µH/2,1 A	L3
Schiebeschalter, 1x ein, SMD	S1
Buchsenleisten, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade	J1, J2
Schraubklemmen, 2-polig, Drahtführung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	X1, X2

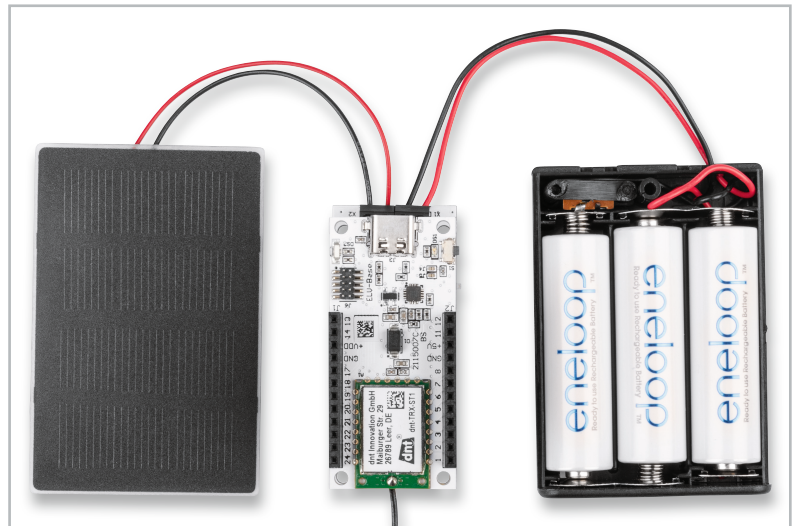


Bild 6: Beispielaufbau mit Solarzelle, ELV Powermodul Energy Harvesting (hier unter der ELV-LW-Base eingesteckt) und Batteriefach mit drei NiMH-Akkus



Wichtiger Hinweis

Es sollte niemals die Quelle (Solarmodule) ohne einen entsprechenden Speicher am PMIC angeschlossen werden. Also erst den Speicher anschließen und danach die Energiequelle.

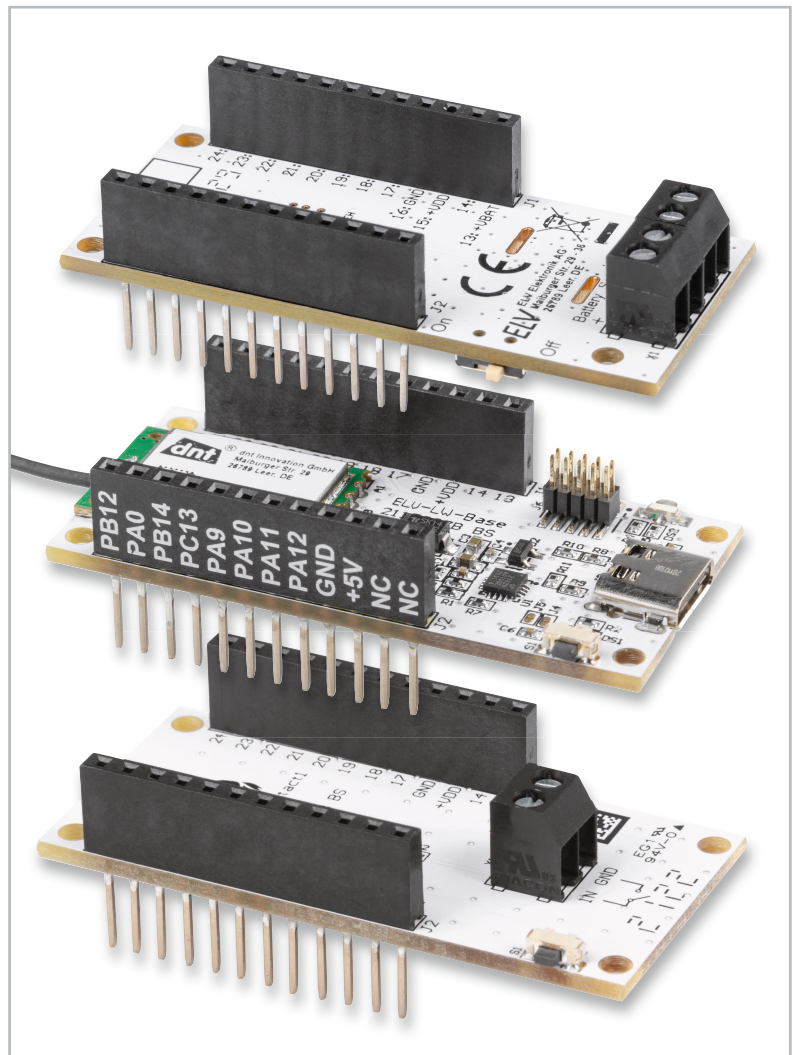


Bild 7: So werden die Module im ELV-Modulsystem aufeinander gesteckt.

Auf das ELV Powermodul Energy Harvesting wird zunächst die zu versorgende ELV-LW-Base aufgesteckt. Die Experimentierplattform ELV-LW-Base kann natürlich auch unter das Powermodul gesteckt werden (Bild 7).

Dann wird der Energiespeicher – in diesem Fall drei NiMH-Akkus [5] in einem Batteriefach [6] – an die Schraubklemmen mit der Bezeichnung Battery +/- am Powermodul angeschlossen. Ist der Spannungsregler per Schiebeschalter aktiviert, wird die ELV-LW-Base jetzt mit Spannung versorgt. Dabei ist zu beachten, dass der Spannungsregler nur eingeschaltet wird, sofern das Powermanagement-IC genug Energie gesammelt hat. D. h., die Ausgangsspannung wird erst freigeschaltet, sobald der Speicher 3,67 V erreicht hat und am Solar-Eingang min. 380 mV/3 µW anliegen. Danach kann der Speicher bis max. 3,01 V entladen werden.



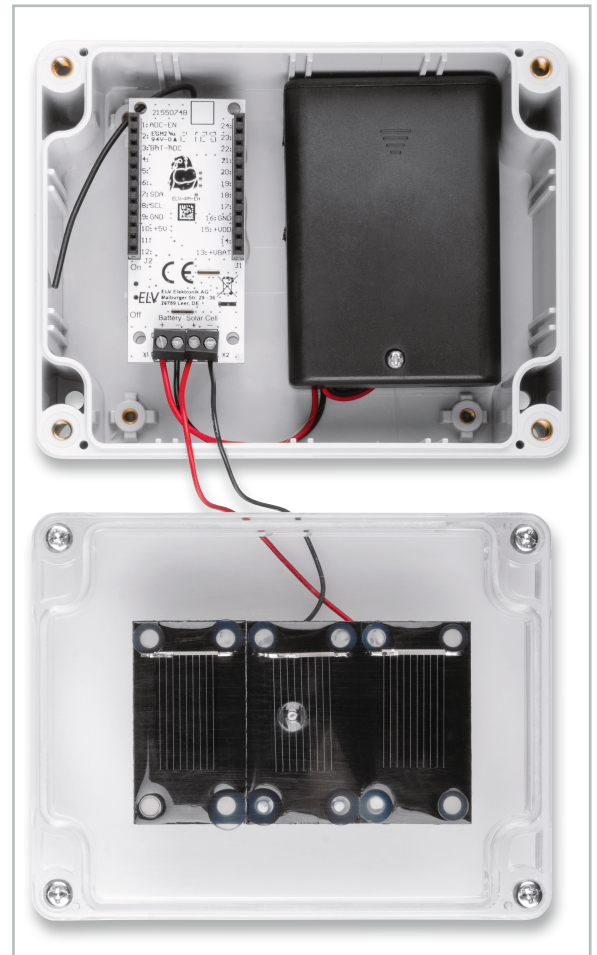
Die Energiequelle/Solarzelle darf max. 5 V und 110 mA liefern.

Danach werden die Solarzellen [7] vorbereitet und mit Solar Cell +/- verbunden. Bei ausreichendem Licht wird dann mit dem Ladevorgang des angeschlossenen Energiespeichers begonnen.

Der energieautarke Betrieb der ELV-LW-Base eignet sich hervorragend für Anwendungen mit Sensoren gerade im Outdoorbereich, z. B. Temperaturmessung mit dem Modul ELV-Temp-Hum1 [8] oder als Bewegungsmelder in Verbindung mit dem ELV-Contact1 [9] und einem PIR-Sensor [10].

Mit einem entsprechenden Gehäuse mit transparentem Deckel kann der Aufbau wetterfest gemacht werden (Bild 8).

ELV



i Weitere Infos:

- [1] ELV-LW-Base: Artikel-Nr. 158052
- [2] ELV-Buttoncell: Artikel-Nr. 158053
- [3] ELVjournal 2/2021: Einfach Energie ernten – universelles Energy Harvesting Modul UEH80: Artikel-Nr. 251978
- [4] e-Peas PMIC AEM10941: <https://e-peas.com/product/aem10941/>
- [5] Panasonic eneloop 4er-Pack NiMH-Akkus (Mignon/Micro), Artikel-Nr. 071500 und 071501
- [6] Batteriehalter (Mignon/Micro): Artikel-Nr. 080119/081537
- [7] SOL-Expert-Solarzelle SM80L: Artikel-Nr. 118141
- [8] ELV-Temp-Hum1: Artikel-Nr. 158055
- [9] ELV-Contact1 ELV-AM-C11: Artikel-Nr. 158054
- [10] ELV Bewegungsmeldermodul PIR 13: Artikel-Nr. 057723

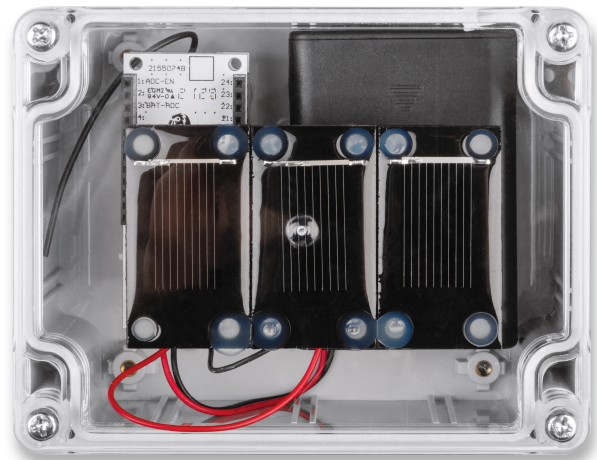


Bild 8: Outdoor-Anwendung im Gehäuse mit klarem Deckel

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-PM-EH
Spannung Speicher (Battery):	0–4,5 V (Kondensator) 2,2–4,5 V (Akku)
Spannung Quelle (Solar Cell):	0,05–5 V
Leistung Quelle (Solar Cell):	3 µW–550 mW
Spannung Ausgang:	3,3 V
Strom Ausgang:	125 mA max.
Länge anzuschließender Leitungen:	3 m max.
Umgebungstemperatur:	–10 bis +55 °C
Abmessungen (B x H x T):	59 x 27 x 19 mm
Gewicht:	12 g



Wichtiger Hinweis

Da beim ELV-PM-EH für die Anschlüsse der Solarzelle keine Schutzfunktionen vorgesehen sind, muss dies in der externen Beschaltung berücksichtigt werden. Die Leistung muss entweder durch Sicherungselemente auf 550 mW begrenzt werden oder die angeschlossenen Solarzellen dürfen nicht mehr als 550 mW liefern.

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt, und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle wie Blei oder Wismut mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunkts von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungsbauelementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten.

ELV



Wichtiger Hinweis

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei den speisenden Quellen um Sicherheits-Schutzkleinspannungen handeln.



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz

Das Produkt enthält elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können. Sie müssen beim Umgang mit den Komponenten elektrostatisch entladen sein!



Hinweise zur Betriebsumgebung von Applikations- und Evaluierungs-Boards

Diese Leiterplatte ist ausschließlich zur Verwendung für vorläufige Machbarkeitsstudien und -analysen in Labor- und Entwicklungsumgebungen durch technisch qualifizierte Elektronik-Experten vorgesehen. Dieses Gerät darf nicht als Gesamtheit oder Teil eines fertigen Produkts verwendet werden.

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!



Verbrauchte Batterien gehören nicht in den Hausmüll! Entsorgen Sie diese in Ihrer örtlichen Batteriesammelstelle!



Bevollmächtigter des Herstellers:

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29-36 · 26789 Leer · Germany