

Spannungshelfer

Batteriebetriebenes Powermodul für Breadboard-Schaltungen

Der Bausatz Powermodul für Steckboards PM-SB1 erlaubt die Spannungsversorgung von Schaltungen, die auf einem Breadboard aufgebaut sind. Zwei Batterien vom Typ Micro (AAA/LR03), die in einem qualitativ hochwertigen Batteriehalter auf der Platine platziert sind, generieren eine stabile Spannung, die zwischen 3,3 V und 5 V umschaltbar ist. Das lästige Suchen nach einem passenden Anschlusskabel zum Netzteil oder Batteriehalter entfällt somit. So kann die Experimentierschaltung frei und mobil aufgebaut werden, da keine Kabel zu einer Spannungsversorgung geführt werden müssen. Eine Low-Battery-Erkennung weist zudem auf den Austausch der verwendeten Batterien hin.

Praktischer Helfer für die Spannungsversorgung

Im Prinzip könnte man eine Versuchsschaltung auf einem Breadboard auch mit einem Batteriehalter und der entsprechenden Anzahl an Batterien nutzen – also z. B. zwei 1,5-V-Batterien für die Versorgung mit 3 V. Bei 5 V wird es schon schwieriger, denn eine Zusammenstellung aus 1,5-V-Zellen ergibt entweder 4,5 V oder 6 V. Einige Mikrocontrollerboards wie z. B. solche mit einem ESP32 oder Raspberry Pi Pico benötigen stabile Spannungen von 3,3 V bzw. 5 V und reagieren empfindlich auf stark schwankende Versorgungsspannungen.

Ein Vorteil unseres Powermoduls PM-SB1 ist, dass die eingestellte Ausgangsspannung auch bei sinkender Batteriespannung (bis zur Low-Bat-Grenze bei etwa 2,3 V) immer stabil bleibt, wodurch ein sicherer Betrieb der angeschlossenen Elektronik gewährleistet ist.

Anwendung und Beispiele

Durch die spezielle Konstruktion ist das Powermodul für den Einsatz auf Steckboards (Breadboards) ausgelegt. Die Ausgangsspannung kann mittels eines Schalters auf der Platinenunterseite eingestellt werden (Bild 1). Hierbei ist zu beachten, dass eine Änderung der Aus-

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



PM-SB1

Artikel-Nr.
159562

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com

Infos zum Bausatz PM-SB1



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,5 h



Besondere Werkzeuge:
Lötcolben



Lötterfahrung:
ja

101010110
110101011
111010101
011010100

Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein



Bild 1: Die Bedien- und Anzeigenelemente des Powermoduls PM-SB1

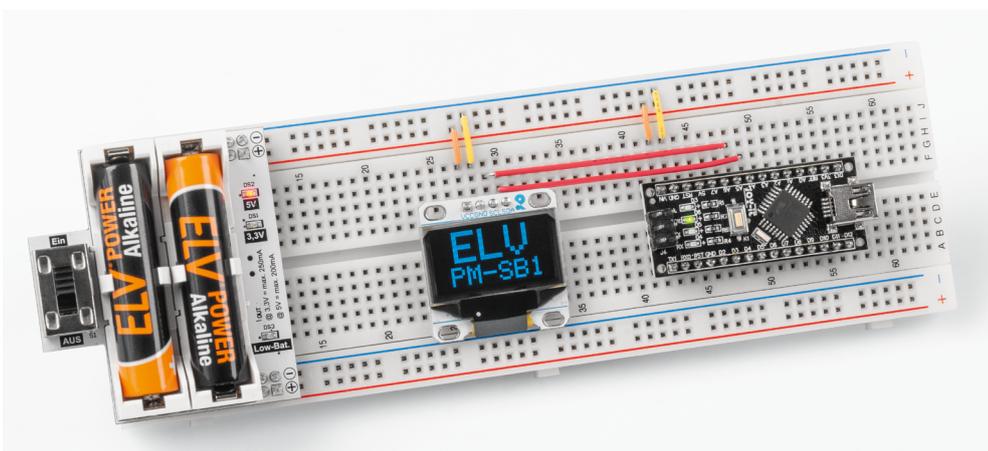


Bild 2: Anwendungsbeispiel mit einem Arduino Nano

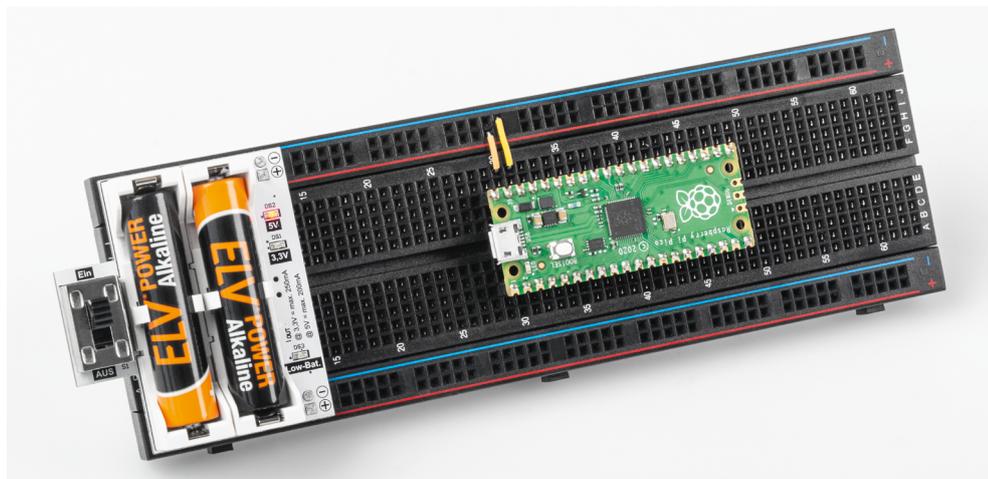


Bild 3: Anwendungsbeispiel mit einem Raspberry Pi Pico

gangsspannung erst nach dem Ein- und Ausschalten der Versorgungsspannung wirksam wird. Auf der Platinenoberseite wird die gewählte Ausgangsspannung über LEDs angezeigt. Hier befindet sich auch eine Low-Bat-Anzeige, die ein Unterschreiten der Batteriespannung von 2,3V anzeigt. Falls diese LED aufleuchtet, sollten die Batterien gewechselt werden.

Wie typische Anwendungsbeispiele aussehen, zeigen [Bild 2](#) mit einem Arduino Nano, [Bild 3](#) mit einem Raspberry Pi Pico und [Bild 4](#) mit einer analogen Schaltung.

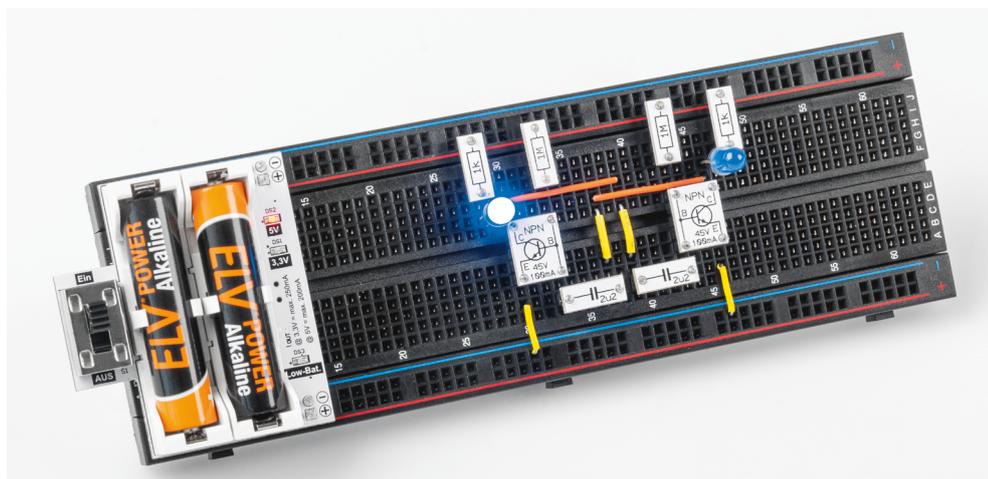


Bild 4: Anwendungsbeispiel mit einer analogen Schaltung (Blinkschaltung)

Schauen wir uns den Spannungsverlauf beginnend mit der Batteriespannung im Detail an. Die Batteriespannung gelangt zunächst auf einen speziellen Sicherungswiderstand RT1, der einen positiven Temperaturkoeffizienten (PTC – Positive Temperature Coefficient) besitzt. Der PTC ist reversibel, d. h., bei Überlastung erhöht sich der Widerstand und begrenzt so den Strom. Ist die Überlastung nicht mehr vorhanden, kühlt der PTC ab und nimmt wieder seinen Kaltwiderstand (ca. 1Ω) an. Der Transistor Q1 stellt einen Verpolungsschutz dar.

Über den Schalter S1 (Power: Ein/Aus) gelangt die Spannung auf ein Pi-Filter, das von der nachfolgenden Spule L1 mit C2, C3 und C4 gebildet wird. Das Pi-Filter trägt seinen Namen durch die Anordnung der drei Bauteile in Form des griechischen Zeichens Pi (π). Je nach verwendeten Bauteilen kann ein Pi-Filter entweder als Tiefpass- oder Hochpassfilter ausgelegt werden. Pi-Filter arbeiten in beide Signalrichtungen und können zudem auch zur Impedanzanpassung genutzt werden.

Der weitere Signalweg führt auf den Eingang (IN) des Step-up-Wandlers U1. Zur genauen Funktionsweise eines Step-up-Wandlers gibt es zahlreiche Quellen wie z. B. unter [1].

Es sei noch zu erwähnen, dass der MAX17225 keine sonst übliche Freilaufdiode besitzt, denn es handelt sich hier um einen synchronen Wandler, bei dem die Freilaufdiode durch einen internen MOSFET-Schalter ersetzt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Verlustleistung, die üblicherweise an der Freilaufdiode entsteht, minimiert wird und somit die Effizienz steigt.

Da jeder Schaltregler mit einer bestimmten Schaltfrequenz arbeitet, entstehen unweigerlich auch unerwünschte Störsignale. Um diese Störsignale zu minimieren, gelangt die Ausgangsspannung vom Step-up-Wandler über die beiden Filterspulen L3 und L4 auf die Ausgangsklemme J1. Wie schon am Eingang sollen Störsignale weitestgehend mini-

miert werden, um z. B. auch sensible Audioschaltungen betreiben zu können. Zusammen mit den Kondensatoren C5 bis C8 entsteht ein Filternetzwerk, das Störsignale wirkungsvoll unterdrückt.

Schauen wir uns nun an, wie die Low-Bat-Anzeige und die Spannungsumschaltung funktionieren. Beim Unterschreiten einer definierten Batteriespannung soll eine LED aufleuchten. Für diese Funktion verwenden wir einen sogenannten Shunt-Regler vom Typ LMV431 (U2). Von der Grundfunktion her ist dieser Baustein eigentlich dafür gedacht, eine genaue Referenzspannung zu erzeugen.

Ein Blick in das Datenblatt [3] zeigt die vielfältigen Applikationsbeispiele des LMV431, u. a. auch einen „Voltage-Monitor“. Zum besseren Verständnis zeigt Bild 6 den Schaltungsteil aus unserem Schaltbild des PM-SB1 mit eingezeichnetem Blockschaltbild vom LMV431.

Die Funktion ist folgendermaßen: Die Batteriespannung wird mit dem Spannungsteiler R8/R10 in dem Verhältnis heruntergeteilt, dass sich bei einer Batteriespannung von $2,3\text{V}$ (Schwellwert für Low-Bat), eine Spannung von $1,24\text{V}$ am Anschluss „Ref.“ vom LMV431 ergibt.

Um die Schaltung verstehen zu können, müssen wir uns die Funktion des LMV431 anschauen. Eine interne Spannungsreferenz von $1,24\text{V}$ ist mit dem invertierenden Eingang eines Operationsverstärkers verbunden. Der Ausgang steuert einen NPN-Transistor, dessen Kollektor zugleich mit der Versorgungsspannung verbunden ist. Dieser Anschluss wird als Katode bezeichnet. Wir nutzen den LMV431 als Komparator, da keine Rückkopplung vom Ausgang zum Eingang besteht.

Sinkt die Spannung am Eingang Ref unter die interne Referenzspannung von $1,24\text{V}$, geht der Ausgang des Operationsverstärkers auf Low Potential. Durch den internen Transistor findet eine Invertierung statt, und die Spannung am Anschluss Katode steigt. Hierdurch wird der Transistor Q2 angesteuert, und die LED (DS3) leuchtet. Dies signalisiert dem Anwender, dass die Batteriespannung unter die kritische Marke von $2,3\text{V}$ abgefallen ist und ein Batteriewechsel notwendig ist.

Zum Schluss schauen wir uns die Spannungsumschaltung an. Der Step-up-Wandler MAX17225 besitzt einen Anschluss mit der Bezeichnung „SEL“ (Pin 4), mit dem die Ausgangsspannung eingestellt wird. Dies geschieht über einen Widerstand, der nach Masse geschaltet ist. Schließt man den Eingang „SEL“ nach Masse kurz, ergibt sich die maximale Ausgangsspannung von 5V . Die Ausgangsspannung wird über einen Widerstand definiert. Mit einem Widerstandswert von ca. $80,6\text{k}\Omega$ ergibt sich eine Ausgangsspannung von $3,3\text{V}$.

In unserer Schaltung verwenden wir einen Widerstand von $82\text{k}\Omega$ (R6) und nehmen die kleine Abweichung in Kauf. Mit dem Schiebeschalter S2 wird dieser Widerstand überbrückt, wodurch eine Umschaltung auf 5V ermöglicht wird. Mit S2 wird zusätzlich der Transistor Q3 angesteuert, der die LEDs DS1 und DS2 steuert. Die beiden LEDs zeigen an, welche Ausgangsspannung ausgewählt ist.

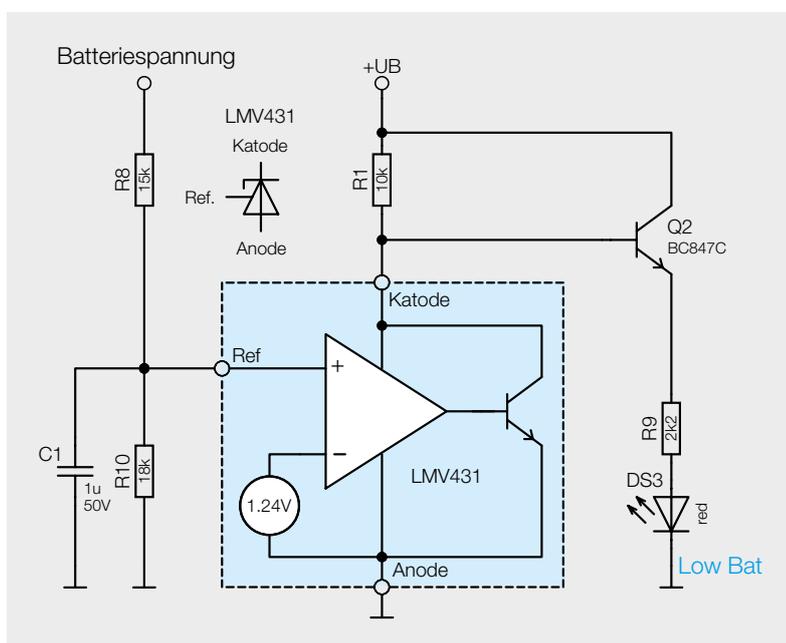


Bild 6: Low-Bat-Erkennung mit einem LMV431

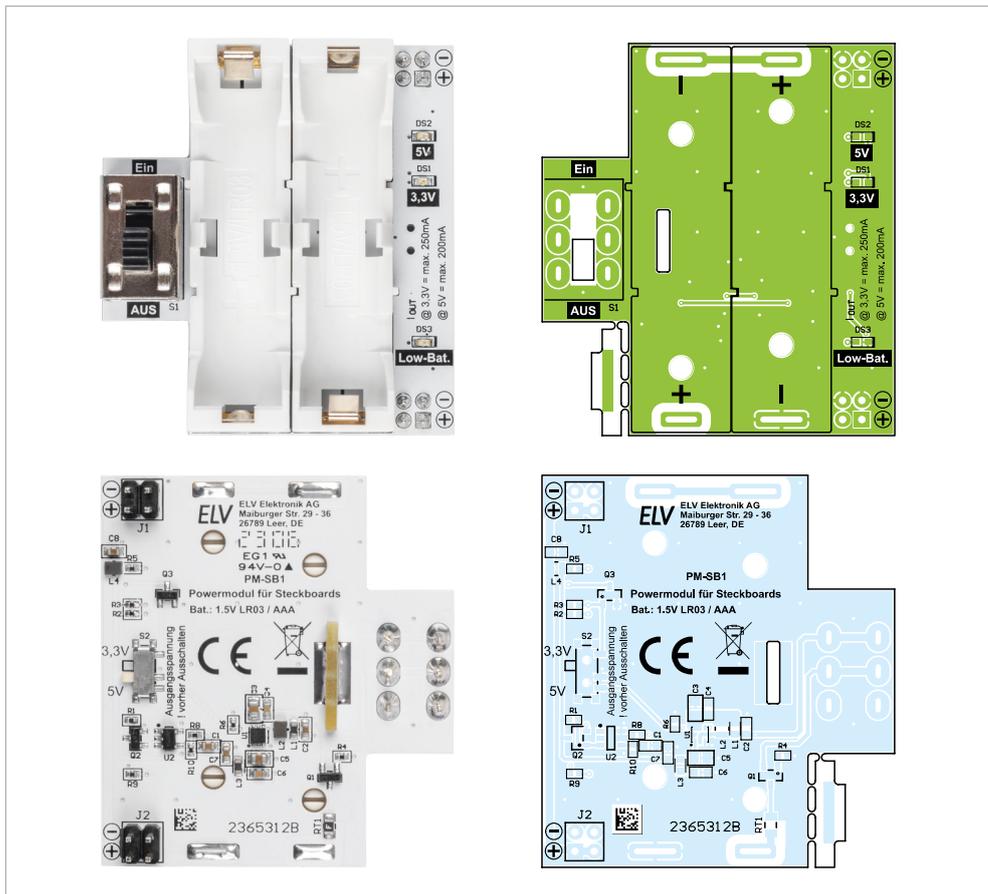


Bild 7: Platinenfotos und Bestückungsdrucke



Bild 8: Lieferumfang des Powermoduls für Steckboards PM-SB1



Bild 9: Die Abstandshalterplatine ist mit kleinen Stegen an der Basisplatte befestigt.



Bild 10: Die Reste der Stege (links) werden mit einer Feile geglättet (rechts).

Nachbau

Dank der bereits vorbestückten SMD-Bauteile müssen nur noch mechanische Bauelemente bestückt und verlötet werden. Die Platinenfotos (Bild 7) zeigen die fertig aufgebauten Platinen.

Alle im Bausatz enthaltenen Bauteile und die wenigen noch zu bestückenden Bauteile sind in Bild 8 zu sehen.

Die beiden Stiftleisten werden auf der Platinenunterseite eingesetzt und anschließend auf der Oberseite verlötet (siehe auch Platinenfoto Bild 7).

Anschließend kann der Schiebesechalter eingesetzt und verlötet werden.

Widerstände:

2,2 k Ω /SMD/0402	R2, R5, R9
10 k Ω /SMD/0402	R1
15 k Ω /SMD/0402	R8
18 k Ω /SMD/0402	R10
82 k Ω /SMD/0402	R6
100 k Ω /SMD/0402	R3, R4
PTC/0,5 A/6 V/SMD	RT1

Kondensatoren:

100 nF/50 V/SMD/0603	C4, C6
1 μ F/50 V/SMD/0603	C1, C2, C7, C8
10 μ F/16 V/SMD/0805	C3, C5

Halbleiter:

MAX17225ELT/SMD	U1
LMV431ACM5x/NOBP/SOT23-5	U2
IRLML6401/SMD	Q1
BC847C/SMD	Q2
IRLML2502PbF/SMD	Q3
LED/grün/SMD/0603	DS1
LED/rot/SMD/0603	DS2, DS3

Sonstiges:

Chip-Ferrite, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1, L3
Speicherdrosseln, SMD, 2,2 μ H/1,5 A	L2, L4
Stiftleisten, 2x 2-polig, gerade, THT	J1, J2
Schiebeschalter, 2x um	S1
Schiebeschalter, 1x ein, SMD	S2
Batteriehalter mit THT-Batteriekontakten, für 1x LR03	

Damit das Modul später waagrecht auf dem Steckboard aufliegt, gibt es einen kleinen Abstandshalter aus Platinenmaterial, der den Höhenunterschied zu den Stiftleisten ausgleicht. Diese kleine Platine ist aus fertigungstechnischen Gründen über kleine Stege mit der Hauptplatine verbunden (Bild 9).

Mit z. B. einer Zange wird die Abstandsplatine herausgebrochen. Die Reste der Stege werden mit einer Feile begradigt. Die so gewonnene Platine (Bild 10) wird rückseitig in die Basisplatine eingesetzt und verlötet (Bild 11).

Die beiden Batteriehalter müssen vor der Bestückung noch mit Kontakten versehen werden. Bild 12 zeigt die Einzelteile und deren Position. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Kontakte für Plus und Minus unterscheiden und korrekt montiert werden müssen. Anschließend können die so montierten Batteriehalter in die Platine eingesetzt werden. Hier ist auch auf die Polung zu achten. Da die Kontakte unterschiedlich breit sind, wird das korrekte Einsetzen (Polung) erleichtert. Die Kontakte sind mit reichlich Lötzinn zu verlöten. Damit ist der Nachbau abgeschlossen. **ELV**

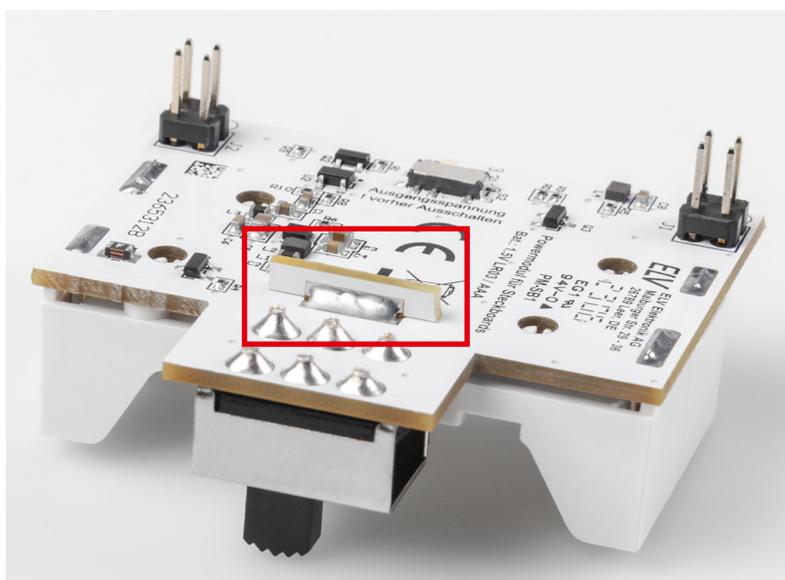


Bild 11: Die Abstandshalterplatine wird mit der Basisplatine verlötet.

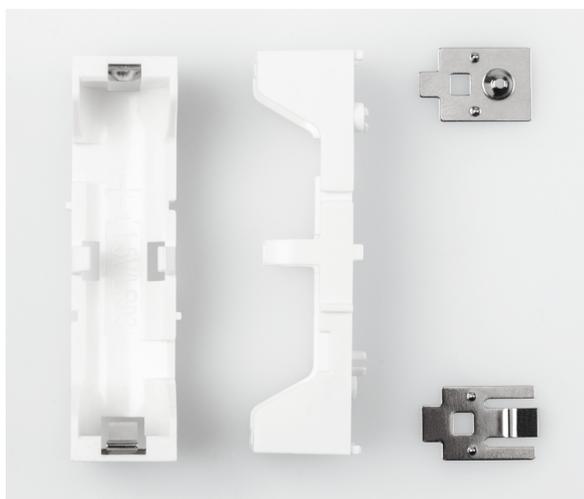


Bild 12: Die Kontakte für Plus und Minus unterscheiden sich und müssen korrekt montiert werden.

Geräte-Kurzbezeichnung:	PM-SB1
Versorgungsspannung (U_{Bat}):	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme (I_{Standby}):	2 mA (ohne Last)
Ausgangsstrom (I_{OUT}):	250 mA (@3,3 V); 200 mA (@ 5 V)
Low-Bat:	$U_{\text{Bat.}} < 2,3 \text{ V}$
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessungen (B x H x T):	52 x 25 x 47 mm
Gewicht:	18 g
Sonstiges:	für Steckboards geeignet

i Weitere Infos

- [1] Funktionsweise Step-up-Wandler: <https://de.wikipedia.org/wiki/Aufwärtswandler>
- [2] Datenblatt MAX17225: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/MAX17220-MAX17225.pdf>
- [3] Datenblatt LMV431: <https://www.ti.com/lit/gpn/lmv431>

Alle Infos finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournals-links