

Praktisches Doppel

Strommessadapter für Mini-Voltmeter SMA1

Im vorherigen ELVjournal 3/2021 haben wir mit dem Bausatz Mini-Voltmeter MVM1 ein praktisches Hilfsmittel für die gleichzeitige Messung von zwei Spannungen vorgestellt. Mit dem Strommessadapter SMA1 ergänzen wir diese Mess- und Anzeigeeinheit mit der Möglichkeit der Strommessung. Mit der Kombination aus beiden Modulen können Ströme bis 3 A mit einer Auflösung von 1 mA sowie Spannungen bis 24 V mit einer internen Auflösung von 1,25 mV (Anzeige in 1-mV-Schritten) gemessen werden. Dabei ist die Nutzung sowohl stand alone als auch auf dem Steckbrett möglich.

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



SMA1

Artikel-Nr.
156606

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com



Infos zum Bausatz SMA1



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Besondere Werkzeuge:
Lötstation



Lötterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Hilfreiche Kombination

Mit dem neuen Bausatz Strommessadapter SMA1 können nun in Verbindung mit dem Mini-Voltmeter MVM1 [1] sowohl Spannungen als auch Ströme in Versuchsschaltungen einfach und komfortabel gemessen werden. Der Vorteil gegenüber normalen Multimetern ist dabei gleich mehrfach vorhanden. Sowohl das Mini-Voltmeter allein als auch die Kombination aus beiden Modulen können auf ein Breadboard [2] aufgesteckt und so in Experimentierschaltungen direkt eingebunden werden. Das fummelige Verbinden der Messspitzen des Multimeters mit den Messpunkten entfällt, da Spannungsein- und -ausgänge direkt über Steckkabel oder Drahtbrücken, Doppelklemmen bzw. USB-Buchsen angeschlossen werden können.

Aber auch abseits von Breadboard-Versuchsschaltungen ist die 70 x 38 x 30 mm (inklusive Mini-Voltmeter MVM1) kleine Kombination aus Spannungs- und Strommessung im Stand-alone-Betrieb ein praktischer Helfer. So können bspw. USB-Verbraucher analysiert werden, die über einen USB-A-Stecker angeschlossen werden können. Als Spannungseingang dient hier eine zeitgemäße USB-Buchse Typ C. Natürlich können auch die anderen Spannungsein- und -ausgänge im Stand-alone-Modus genutzt werden.



Die überwachten Messwerte werden in unterschiedlichen Darstellungsformen (digital, analog, Bargraph, Plotter) auf dem kleinen und hochwertigen TFT-Display des Mini-Voltmeters MVM1 angezeigt. Für die Ermittlung der Strom-Messwerte wird der INA226-Messchip von Texas Instruments in Verwendung mit einem Mess-Shunt eingesetzt. Der INA226 verfügt über eine digitale Datenschnittstelle (I²C), wodurch eine einfachere Implementierung in Mikrocontroller-Systeme möglich ist.

Die Messwerte werden mit der Chip-internen Messauflösung von 16 Bit in separaten Datenregistern gespeichert und können so jederzeit direkt abgefragt werden. In der Schaltungsbeschreibung gibt es ausführliche Informationen zur Funktionsweise des INA226.

Schaltungsbeschreibung

Das Schaltbild (Bild 1) ist sehr überschaubar, denn neben den Anschlussmöglichkeiten Stiftleiste, Klemmen, USB und den Buchsen für das Mini-Voltmeter MVM1 besteht das Modul nur aus dem Strom-Messwandler IC INA226 mit Beschaltung.

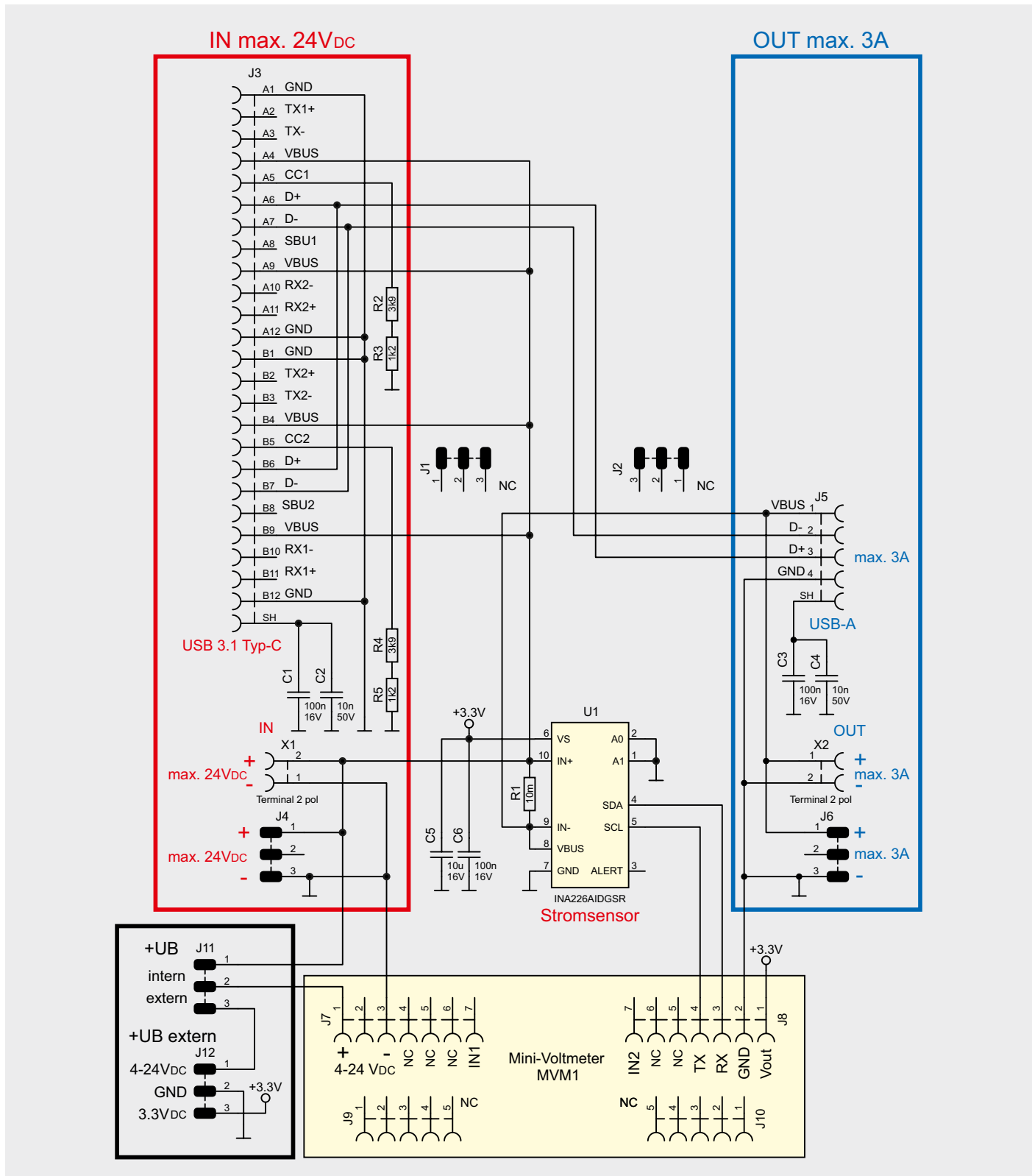


Bild 1: Das Schaltbild des Strommessadapters SMA1

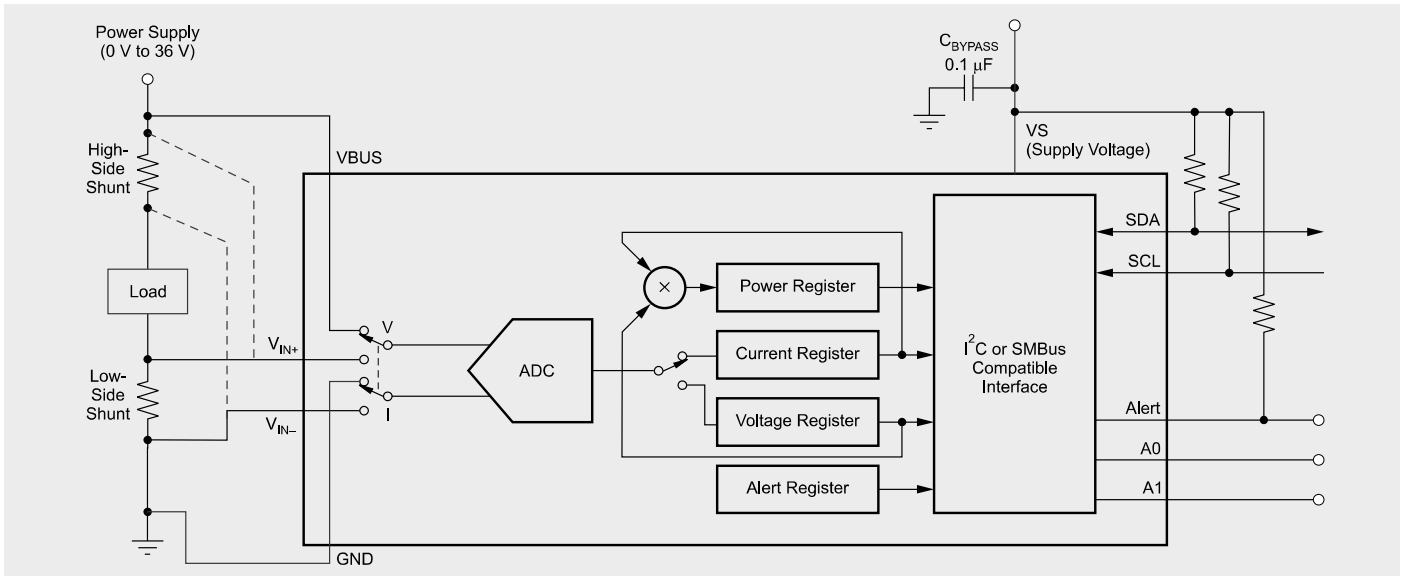


Bild 2: Anwendungsbeispiel INA226 (Quelle: Datenblatt Texas Instruments INA226)

Die Versorgung für den Strommessadapter SMA1 und das Mini-Voltmeter MVM1 kann, wenn J11 auf intern gesteckt ist, aus der Messspannung erfolgen, dann darf die Messspannung aber nicht unter 4 V fallen. Für Messungen kleiner als 4 V ist eine externe Versorgung der Messmodule notwendig. Dazu steht entweder an J12 ein Eingang von 4 bis 24 V_{DC} zur Verfügung, dann muss Jumper J11 auf extern gestellt werden, oder ein Eingang mit 3,3 V_{DC}, dann sollte der Jumper J11 entfernt werden.

Die Strommessung erfolgt als Spannungsdifferenz über einen Shunt-Widerstand R1. Durch den Wert des Shunts wird der Messbereich bestimmt. Der Strom- und Leistungssensor U1 ist mit seiner I²C-Schnittstelle (SDA/SCL) mit der entsprechenden Gegenstelle verbunden. An seinen Pins IN+ und IN- befindet sich der Strom-Mess-Shunt R1, über den der hindurchfließende Strom einen Spannungsabfall erzeugt, der so direkt gemessen wird. An Pin VBUS wird die anliegende Spannung gemessen.

Die Versorgung des INA226 erfolgt über das MVM1, welches am Pin V_{out} 3,3 V zur Verfügung stellt. C5 und C6 dienen zur Spannungsstabilisierung. Die Kommunikation zwischen SMA1 und MVM1 erfolgt über I²C an den RX- und TX-Pins des MVM1, die beim Anschluss des SMA1 von UART auf I²C umgestellt werden. Die Ausgabe der Messwerte über die UART-Schnittstelle ist deshalb nicht möglich.

INA226 Stromsensor

Der Texas Instruments INA226 ist ein bidirektionaler Strom-Shunt- und Leistungsmonitor mit einer I²C-Schnittstelle zur einfachen Anbindung an Mikrocontroller. Der INA226 misst sowohl einen Shunt-Spannungs-

abfall als auch die Bus-Versorgungsspannung in dem eingesetzten System. Über einen programmierbaren Kalibrierwert erfolgt die Anpassung des eingesetzten Mess-Shunts zur Berechnung des Stromwerts. Zusätzlich können noch die Umwandlungszeiten und die Art der Mittelwertbildung verändert werden. Durch die interne Verarbeitung der sequenziell gemessenen Werte und Speicherung in eigene Datenregister ist das direkte Auslesen vom Shunt-Strom in Ampere, der Busspannung in Volt und der Leistung in Watt jederzeit möglich.

Messbereiche des INA226

	Messbereich	Auflösung
Strom	0–3 A	1 mA
Spannung	0–24 V	1,25 mV

Gegenüber anderen Strom-Mess-Wandlern, bei denen die Shunt-Spannung über einen definierten Faktor verstärkt und dann meist einem Mikrocontroller zur Messung gegeben wird, hat die komplett interne Messverarbeitung des INA226 konkrete Vorteile.

Durch das Verstärken der Shunt-Spannung können sich bauteilbedingte Offset-Fehler oder Ähnliches einschleichen, die sich durch große Verstärkungsfaktoren oftmals noch verschlimmern. Als Weiteres arbeitet der INA226 mit einer internen Messauflösung von 16 Bit, viele aktuelle Mikrocontroller besitzen nur eine Messauflösung von maximal 12 Bit. Der INA226 kann Shunt-Spannungen in Bereich von -82,9175 mV bis +82,92 mV messen, während die messbare Bus-Spannung im Bereich von 0 V bis +36 V variieren darf. Für die Versorgung des INA226 selbst genügt eine einzige Versorgungsquelle mit einer Spannung zwischen +2,7 V und +5,5 V, der typischerweise benötigte Versorgungsstrom liegt bei 330 µA. In Bild 2 ist ein Anwendungsbeispiel dargestellt. Hier ist auch zu erkennen, dass der INA226 sowohl mit einem High-Side-Shunt als auch mit einem Low-Side-Shunt genutzt werden kann.

Das Bild 3 zeigt den funktionalen Aufbau der internen Messschaltung. Der Analog-digital-Konverter misst nacheinander die Shunt-Spannung und die Bus-

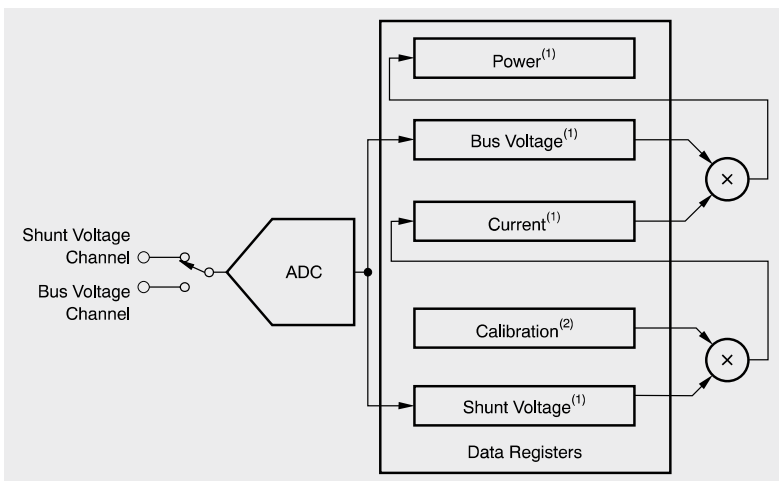


Bild 3: Funktions-Block-Diagramm INA226 (Quelle: Datenblatt Texas Instruments INA226)

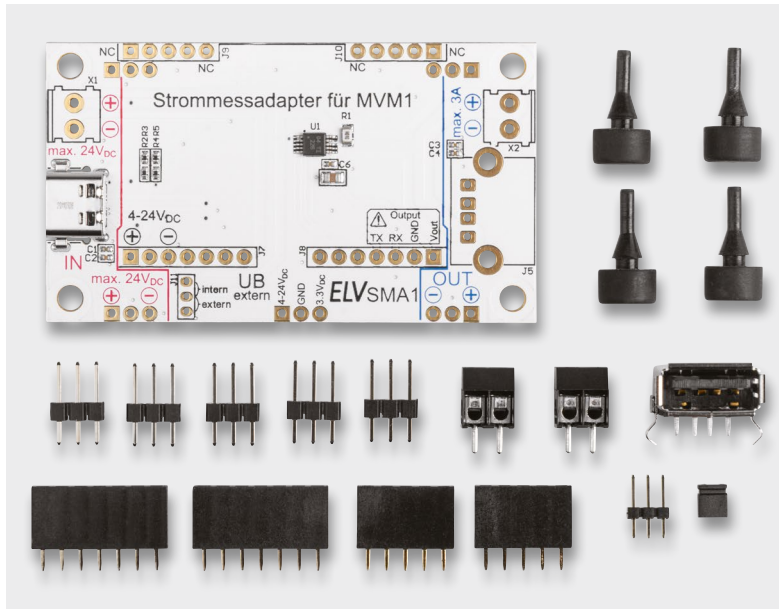


Bild 4: Lieferumfang des Strommessadapters SMA1

Spannung. Die Messwerte gelangen in die beiden zugehörigen Datenregister. Aus dem Messwert der Shunt-Spannung und dem Shunt-Widerstand angepassten Kalibrierwert erfolgt mittels Multiplikation die Berechnung des Shunt-Stroms, der dann wiederum in das entsprechende Datenregister gespeichert wird. Mit dem berechneten Shunt-Strom und der gemessenen Bus-Spannung kann nun, erneut durch Multiplikation, der momentane Leistungswert berechnet und in das Datenregister abgelegt werden. Ab diesem Zeitpunkt kann der aktuelle Datensatz dann per I²C ausgelesen werden.

Nachbau

Die Platine des SMA1 wird bereits mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert.

In Bild 4 ist der Lieferumfang des Bausatzes abgebildet. Bild 5 zeigt die Platinenfotos und Bestückungspläne.

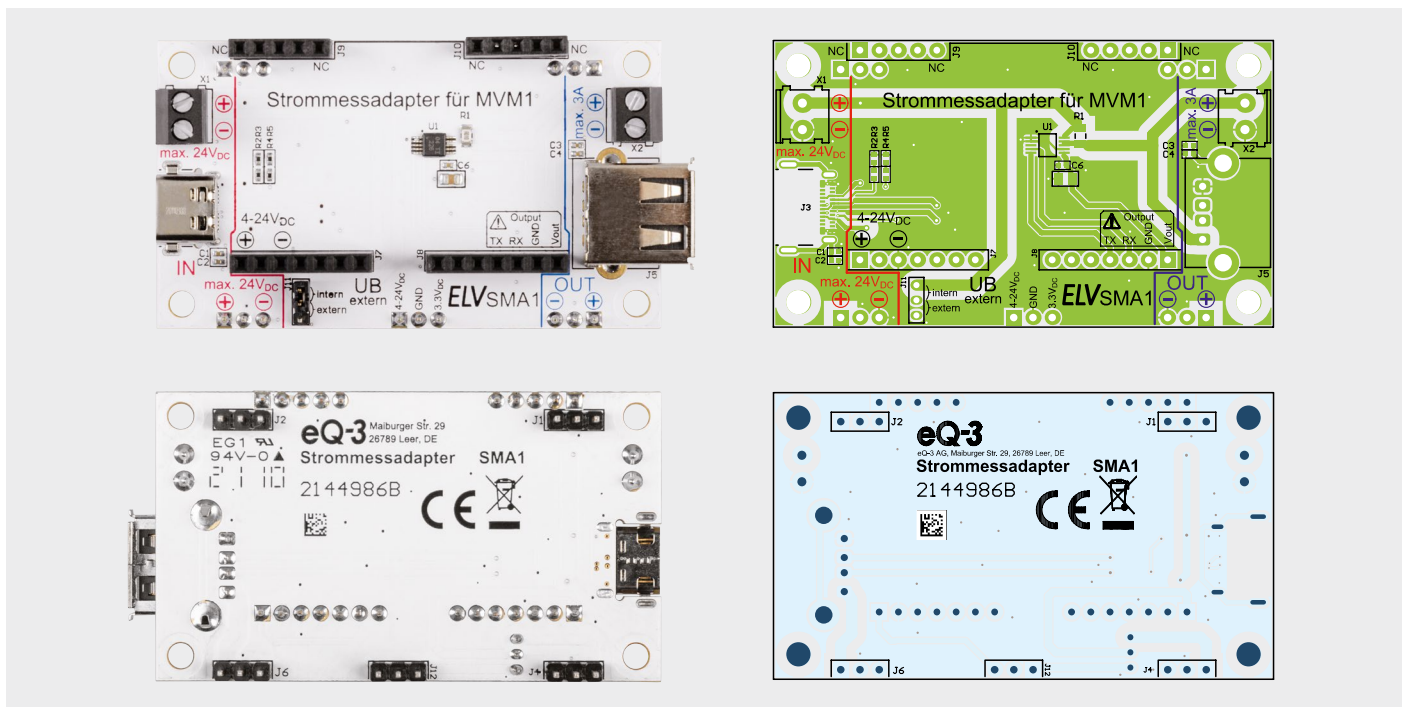
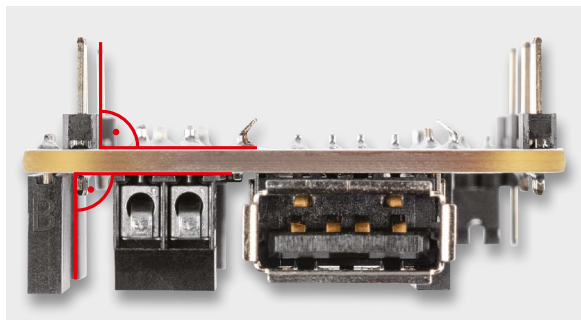
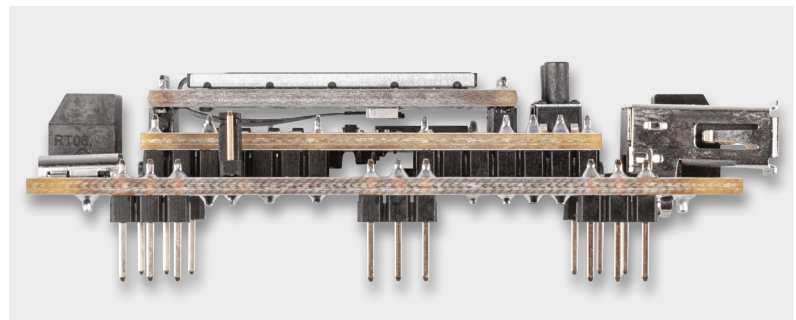


Bild 5: Platinenfotos und Bestückungspläne von der Bestückungsseite (oben) und von der Lötseite (unten)



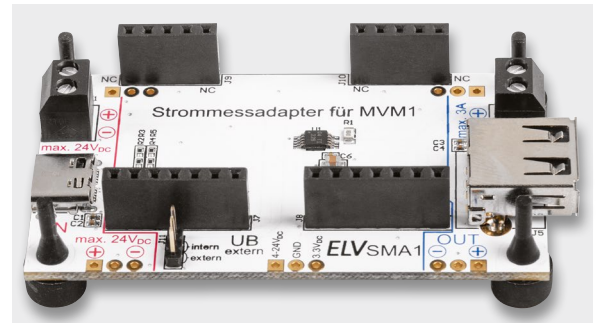
Es müssen lediglich die Schraubklemmen X1, X2, die Stiftleisten J1, J2, J4, J6, J11, J12, die USB-A Buchse J5 sowie die Buchsenleisten J7-J10 zum Aufstecken des MVM1 bestückt werden. Achten Sie beim Anlöten der Stift- und Buchsenleisten auf eine korrekte Ausrichtung.



Auf die Buchsenleisten kann verzichtet werden, wenn Sie das Mini-Voltmeter MVM1 nicht mehr separat verwenden wollen und direkt einlöten. Die Pins auf der Unterseite sollten dann auf ca. 1 mm gekürzt werden.



Alternativ zur Steckbrettmontage kann auf die Bestückung der Stiftleisten J1, J2, J4, J6 und J12 verzichtet werden und die 4 beiliegenden GummifüÙe können verwendet werden, z. B. wenn das Modul nur über die USB-Anschlüsse oder Schraubklemmen verwendet wird.

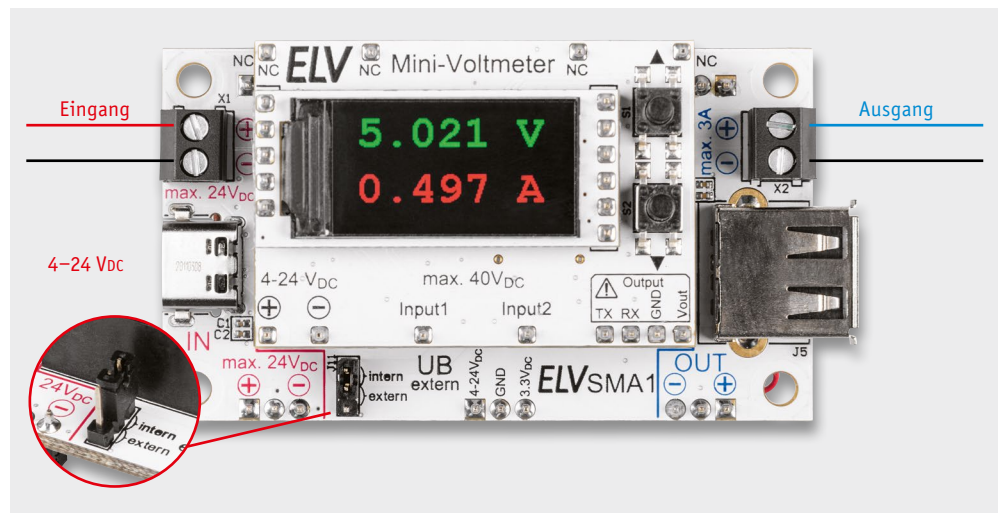


Bedienung

Für die Spannungsversorgung der beiden Module gibt es drei Möglichkeiten:

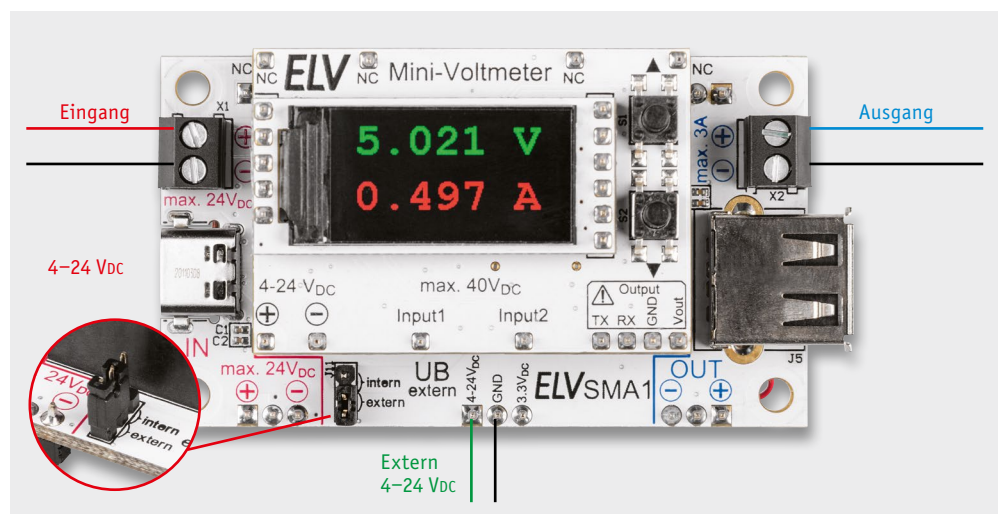
Option 1

Die Messspannung wird auch zur Versorgung verwendet, dabei darf die Messspannung aber nicht weniger als 4 V betragen. Der Jumper bei J11 muss auf intern gesetzt werden (s. Bildausschnitt).



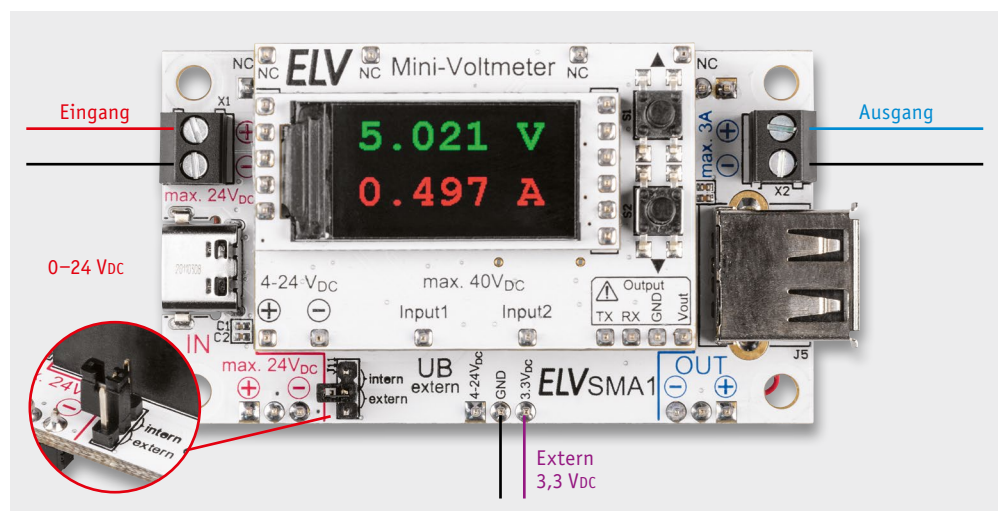
Option 2

Die Spannungsversorgung findet extern über die Stiftleiste J12 mit 4 bis 24 Vdc statt. Hierbei muss der Jumper bei J11 auf extern gesetzt werden (s. Bildausschnitt).



Option 3

Die Spannungsversorgung wird extern mit 3,3 V über die Stiftleiste J12 zugeführt. In diesem Fall darf der Jumper auf J11 nicht gesetzt sein (s. Bildausschnitt).





Anschluss Spannungsein- und -ausgang

Zum Anschluss der Eingangs- und Ausgangsseite stehen Ihnen drei Möglichkeiten offen. Die Spannungsversorgung und die Verbraucher können sowohl über die Schraubklemmen (Bild 6), die USB-Buchsen (Bild 7) oder die Stiftleisten (Breadboard, Bild 8) genutzt werden. Beachten Sie bei der Verwendung des Steckbretts die maximale Strombelastbarkeit.

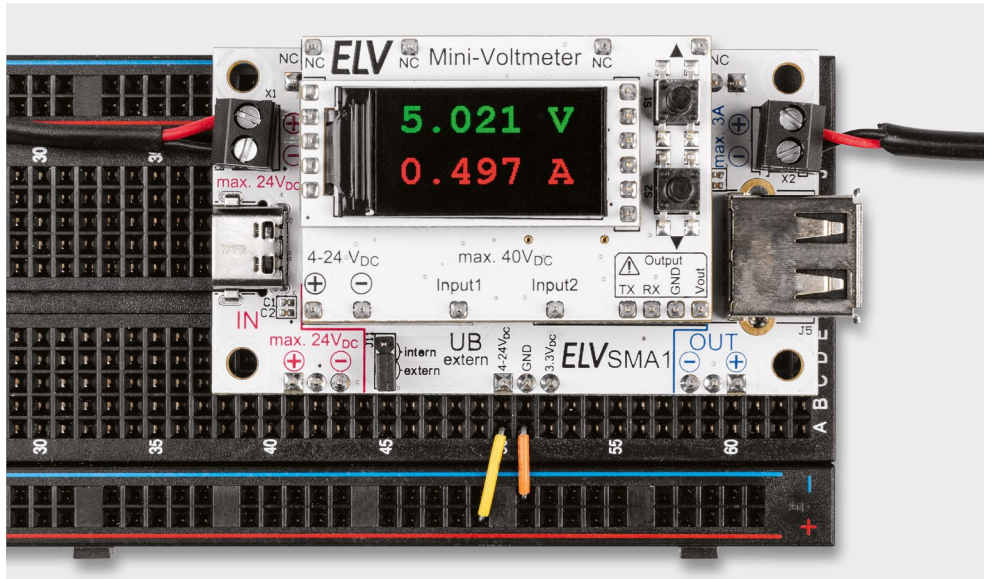


Bild 6:
Verwendung der
Schraubklemmen

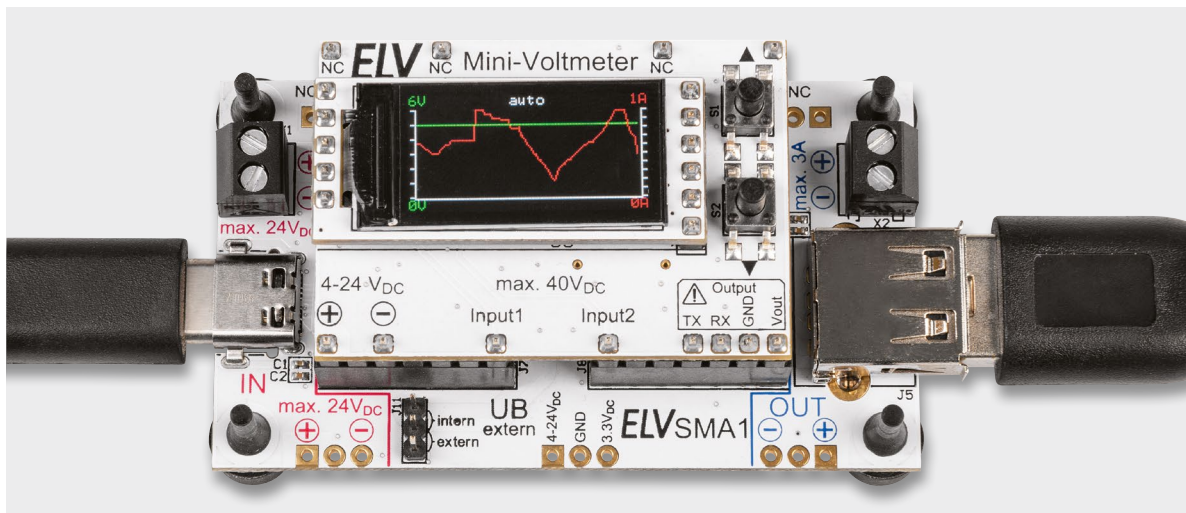


Bild 7: Mini-Voltmeter und Strommessadapter mit USB-Spannungsein- und -ausgang

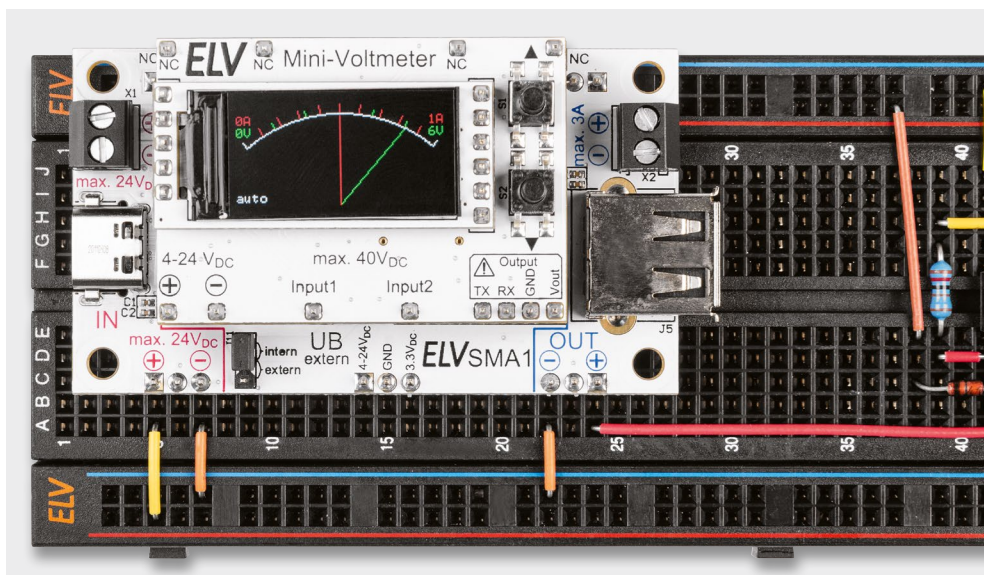


Bild 8: Beispiel für
die Verwendung von
MVM1 und SMA1 auf
dem Breadboard

**Widerstände:**

0,010 Ω/1 %/0,5 W/SMD/0805	R1
1,2 kΩ/SMD/0402	R3, R5
3,9 kΩ/SMD/0402	R2, R4

Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C2, C4
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3, C6
10 µF/16 V/SMD/0805	C5

Halbleiter:

INA226/SMD	U1
------------	----

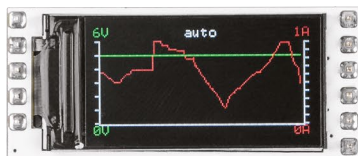
Sonstiges:

Stiftleisten, 1x 3-polig, gerade	J1, J2, J4, J6, J12
USB-Buchse, Typ C, SMD	J3
USB-Buchse, Typ A, liegend, THT	J5
Buchsenleisten, 1x 7-polig, print, gerade	J7, J8
Buchsenleisten, 1x 5-polig, gerade, THT	J9, J10
Stiftleiste, 1x 3-polig, RM 2 mm, vergoldet, gerade, THT	J11
Jumper, RM = 2,0 mm, schwarz, ohne Fahne	J11
Schraubklemmen, 2-polig, Drahtein- führung 90°, RM=3,5 mm, THT, black	X1, X2
Gehäuse-GummifüÙe, zylindrisch (8 x 5 mm), schwarz	

Geräte-Kurzbezeichnung:	SMA1
Spannungsversorgung:	4–24 V _{DC} /3,3 V _{DC}
Stromaufnahme:	21 mA max.
Max. Eingangsspannung Messkanal:	24 V _{DC}
Max. Strombelastbarkeit Messkanal:	3 A
Autorange:	6 V/1 A oder 40 V/3 A
Leitungslängen (IN/OUT/extern):	3 m max.
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen:	70 x 38 x 30 mm (inkl. MVM1)
Gewicht:	30 g (inkl. MVM1)

Bedienung**Anzeigemodi**

Über die Tasten ▲ und ▼ lässt sich der Anzeigemodus umschalten. Es stehen vier verschiedene Anzeigeooptionen zur Verfügung:

Digital**Plotter****Bargraph****Analog**

Die Spannung wird in Grün und der Strom in Rot dargestellt.

Messbereich

Der Messbereich wird mit einem langen Tastendruck ▼ > 2 s ausgewählt.

- Auto
- 6 V / 1 A fest
- 40 V / 3 A fest

Im Auto-Modus wird der Messwert, sobald einer der Messwerte den 6-V- bzw. 1-A-Messbereich überschreitet, auf den 40-V- bzw. 3-A-Bereich umgeschaltet. Der Messbereich lässt sich aber auch fest auf 6 V/1 A oder auf 40 V/3 A einstellen, sodass keine automatische Umschaltung erfolgt.

Sollte der Messwert größer als der aktuelle Messbereich sein, wird die Fehlermeldung „Out of Range!“ eingeblendet und die größeren Messwerte werden nicht mehr korrekt dargestellt.

Beim Plotter bestimmt der aktuelle Messwert den Messbereich im Auto-Modus. Ist ein älterer Messwert im Anzeigebereich größer als der aktuelle Messbereich, wird auch die Fehlermeldung eingeblendet und es entsteht eine Lücke im Plotter. **ELV**

**Weitere Infos:**

- [1] Mini-Voltmeter MVM1 – Artikel-Nr. 156596
- [2] ELV Steckplatine/Breadboard mit 830 Kontakten, schwarze ELV-Version – Artikel-Nr. 250986