

# Genau, praktisch, schick

## 2-fach-Mini-Voltmeter mit TFT-Display MVM1

Klein, aber oho – das beschreibt unseren neuen Bausatz Mini-Voltmeter MVM1 auf treffende Weise. Das Modul mit den Abmessungen 40 x 30 mm kann an zwei Eingängen Spannungen bis 40 Volt messen und besitzt zur Anzeige ein hochwertiges TFT-Display mit 80 x 160 Pixeln (0,96"). Dabei können über zwei Tasten verschiedene Anzeigemodi (Digital, Analog, Bargraph, Plotter) ausgewählt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Messwerte über die UART-Schnittstelle auszulesen. Die Auflösung der Messwerterfassung liegt im Millivoltbereich, die Genauigkeit wird über eine sehr präzise Spannungsreferenz und einen 12-Bit-ADC im Mikrocontroller ermöglicht. Das Modul kann als Stand-alone oder auf einem Breadboard eingesetzt werden.

Mit einem Klick  
direkt zum Bausatz



MVM1  
Artikel-Nr.  
156596  
Bausatz-  
beschreibung  
und Preis:



[www.elv.com](http://www.elv.com)



### Infos zum Bausatz MVM1



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Ungefähre Bauzeit:**  
0,5 h



**Besondere Werkzeuge:**  
Lötstation, Elektroniker-  
seitenschneider



**Lötterfahrung:**  
ja



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrische Fachkraft:**  
nein

### Breadboard oder Stand-alone

Fast jeder kennt es – man hat eine Schaltung auf dem Breadboard aufgebaut und möchte die Spannung der Schaltung kontrollieren und anzeigen lassen. Natürlich kann man dazu auch ein Multimeter benutzen, doch die Anwendung in Experimentierschaltungen ist dabei eher umständlich. Will man zudem zwei Spannungen gleichzeitig an verschiedenen Stellen im Aufbau kontrollieren oder sogar addieren bzw. subtrahieren, wird dieser Vorgang mit dem Multimeter zur nervenaufreibenden Fummelei.

Nicht nur auf dem Breadboard bietet sich unser neuer Bausatz Mini-Voltmeter MVM1 zur Nutzung an. Er kann auch als Stand-alone genutzt werden, ist mit seinen Abmessungen von 40 x 30 mm flexibel einsetzbar und nimmt in der Elektronik-Werkzeugkiste nur wenig Platz ein. Ein Feature, das meist nur teureren Multimetern vorbehalten ist, ist die Ausgabe der Messdaten über den UART des Mikrocontrollers (s. Abschnitt UART-Schnittstelle).

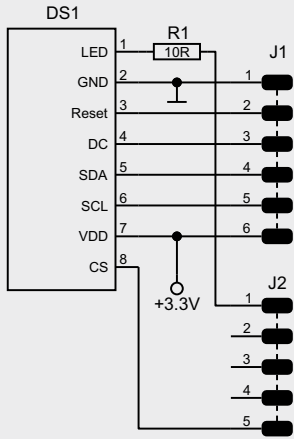
### Schicke Anzeige

Für die Anzeige haben wir ein hochwertiges TFT-Display mit 80 x 160 Pixel (0,96") gewählt. Wir haben uns für diese Technologie entschieden, da die Lebenserwartung gegenüber OLED-Displays höher und die Auflösung

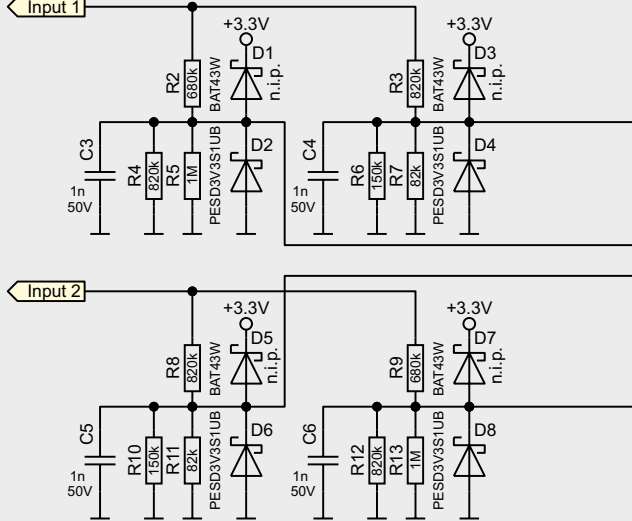


Mikrocontroller

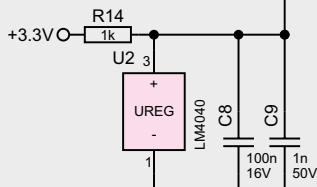
TFT-Display



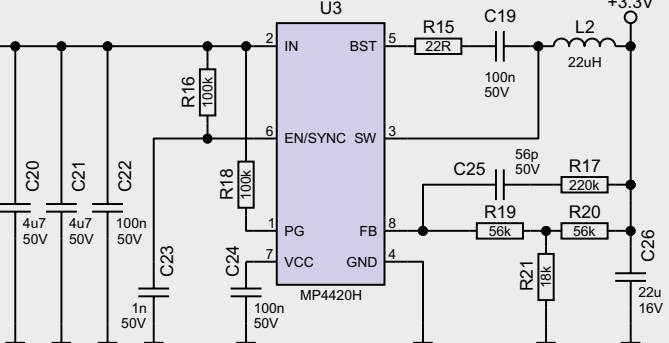
Messaufbereitung



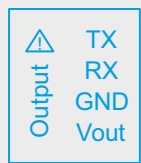
Referenzspannung



Spannungswandler



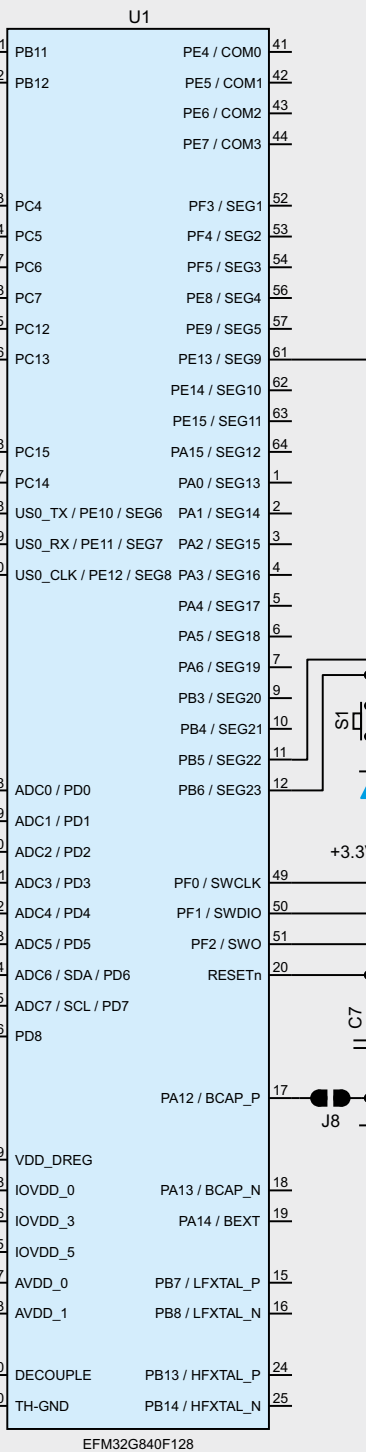
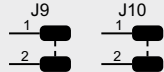
max. 40Vbc



4-24Vbc ⊕

GND ⊖

max. 40Vbc



Tasten

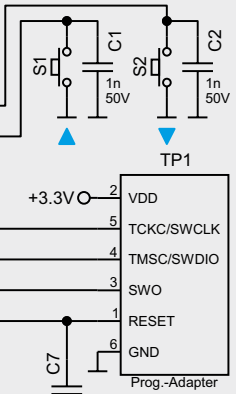


Bild 1: Schaltbild des Mini-Voltmeters mit Display



etwas besser ist. Der etwas höhere Strombedarf sollte bei einer dauerversorgten Schaltung nicht ins Gewicht fallen.

Auf dem TFT-Display können verschiedene Anzeigemodi (Digital, Analog, Bargraph, Plotter) dargestellt werden (s. Abschnitt Bedienung). Wenn man das TFT-Display gesockelt einsetzt, kann man es auch in anderen Schaltungen auf dem Breadboard separat benutzen.

## Messung und Versorgung

Die Spannungsmessung von 0–40 V findet in zwei Bereichen statt: 0–6 V und 0–40 V. Die Auflösung liegt im Millivoltbereich, dabei wird die Genauigkeit durch die 12-Bit-ADC-Wandler des Mikrocontrollers hergestellt. Per Oversampling [1] wird die Auflösung auf 16 Bit hochgerechnet. Die Bereiche können sowohl per Autorange aktiviert oder manuell angewählt werden. Die Spannungen werden in unterschiedlichen Farben dargestellt.

## Schaltung

Die verschiedenen Baugruppen des Mini-Voltmeters sind im Schaltbild (Bild 1) dargestellt.

### Spannungseingang

Die Eingangsspannung von 4–24 V wird der Schaltung über J7 zugeführt. Dabei spricht als Schutz für die Schaltung die reversible Sicherung, bestehend aus dem PTC RT2, bei einem Strom von mehr als 200 mA an. Der P-Channel-MOSFET Q1 schützt vor einer Verpolung am Eingang J7.

### Spannungswandler

Am Step-down-Schaltregler U3 dienen C20–C22 sowie C26 der Spannungsstabilisierung und Filterung an den Ein- und Ausgängen.

Für die bestimmungsgemäße Funktion wird U3 mit der Speicherdrossel L2, den Widerständen R15–R21 sowie den Kondensatoren C19 und C23–C25 beschaltet. Über den Spannungsteiler aus R20 und R21 wird die Ausgangsspannung auf 3,3 V eingestellt.

### Referenzspannung

U2 fungiert als Spannungsreferenz mit 2,5 V für den Analog-Digital-Wandler (ADC) des Mikrocontrollers, C8 und C9 dienen dabei zur Stabilisierung bzw. Filterung. Der

Chip-Ferrit L1 mit den Kondensatoren C10–C12 filtert die Versorgungsspannung für den AD-Wandler.

### TFT-Display

Das TFT-Display DS1 wird über den SPI-Bus vom Mikrocontroller U1 angesteuert.

### Tasten

Die Bedienung des Mini-Voltmeters erfolgt über die beiden Tasten S1 und S2. Die Kondensatoren C1 und C2 dienen hier als Filter für Störspitzen, eine Entprellung der Tasten wird in der Firmware umgesetzt.

### Messaufbereitung

Als Messkanäle dienen die beiden Eingänge Input 1 und Input 2, die an J6 und J7 herausgeführt sind. Um eine möglichst hohe Auflösung zu erreichen, wird die Eingangsspannung in zwei unterschiedlichen Messbereichen ausgewertet. Zusätzlich wird die 12-Bit-Auflösung des Analog-Digital-Wandlers (ADC) durch Oversampling auf bis zu 16 Bit hochgerechnet.

Die Spannungsteiler mit R2, R4–R5 bzw. R9, R12–R13 bilden den 6-V-Messbereich, dabei wird die Messspannung auf max. 2,5 V heruntergeteilt, um im Messbereich des AD-Wandlers zu bleiben. C3 und C6 dienen als Stabilisierung, D2 und D8 fungieren als Überspannungsschutz der Controllereingänge. Über die Spannungsteiler R3, R6–R7 bzw. R8, R10–R11 wird der 40-V-Messbereich realisiert.

### UART

Die serielle Schnittstelle des Mikrocontrollers U1 (RX, TX) dient zur Ausgabe von Daten, die z. B. per Terminalprogramm ausgewertet werden können (s. UART-Schnittstelle). Die Daten werden über J6 ausgegeben.

## Lieferumfang

Dank der schon vorbestückten SMD-Bauteile ist der Aufwand für den Zusammenbau relativ gering. Wie aus dem Lieferumfang (Bild 2) schon ersichtlich, müssen neben dem Display nur noch die Stiftleisten bestückt werden.

Die Platinenfotos und die Bestückungspläne in Bild 3 zeigen die fertig aufgebauten Platinen.

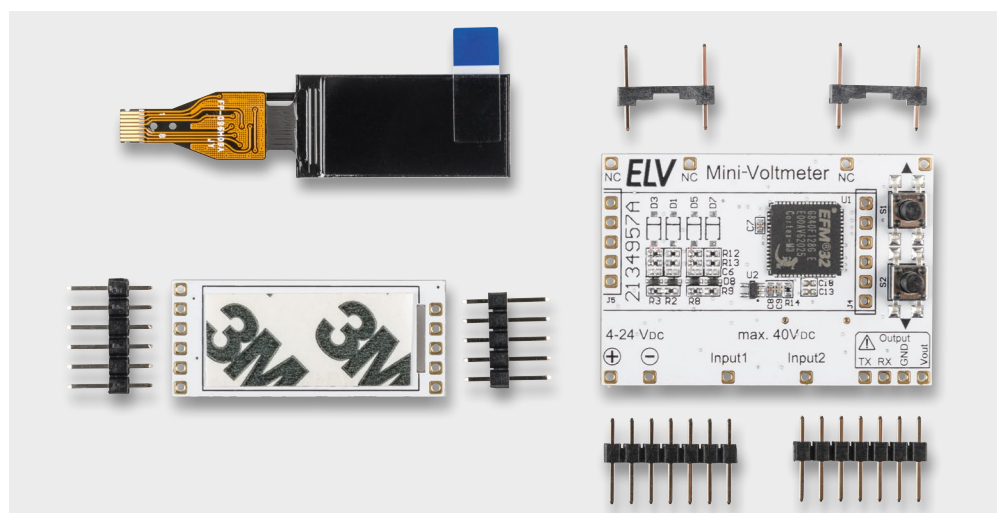


Bild 2: Lieferumfang des Mini-Voltmeters

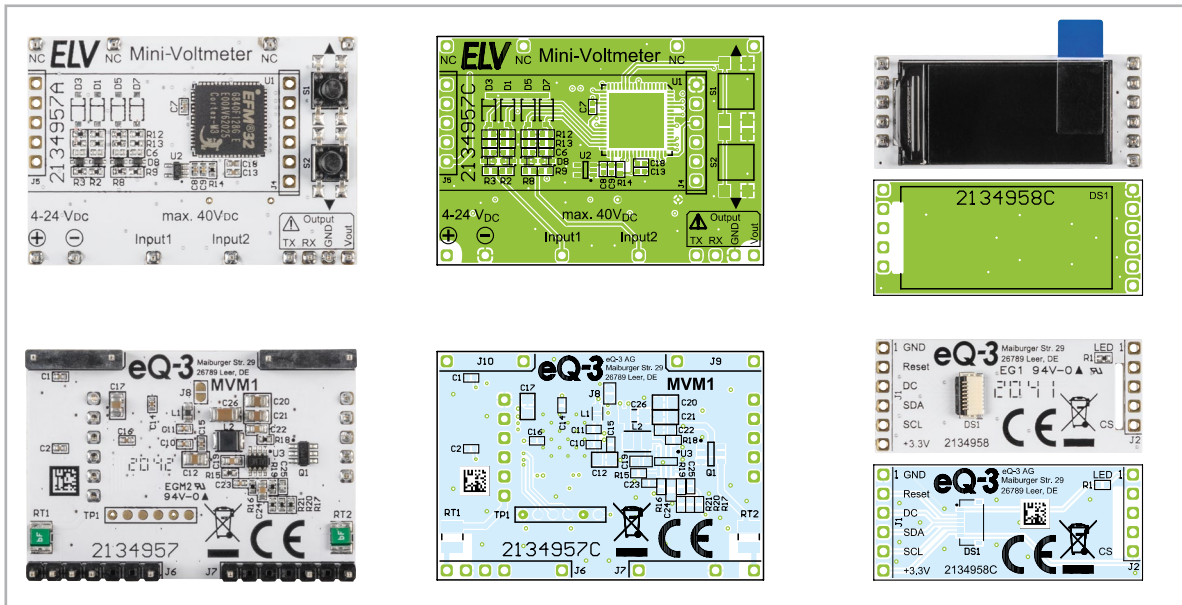
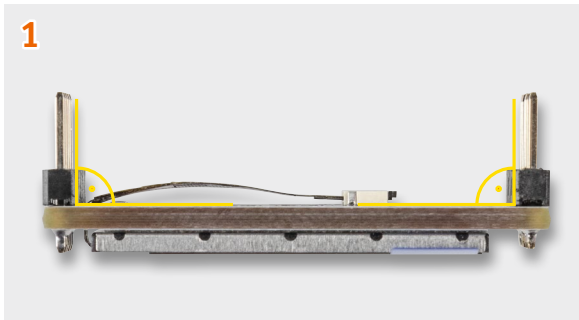


Bild 3: Die Platinenfotos der bestückten MVM1-Platine und der separaten Display-Platine sowie die entsprechenden Bestückungsdrucke

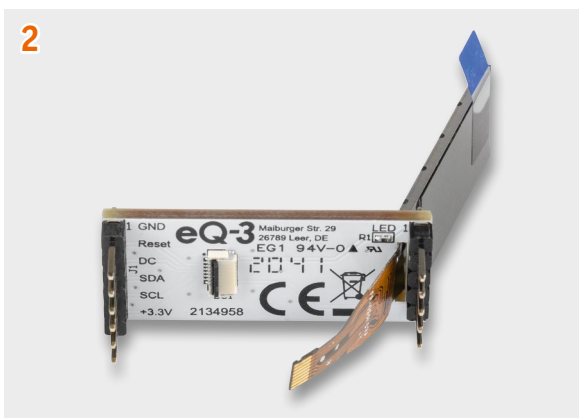
## Nachbau

1



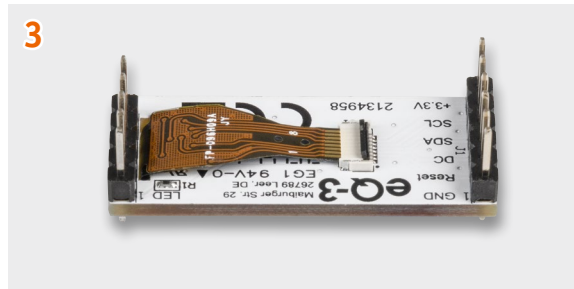
Als Erstes werden die Stiftleisten von der Unterseite bestückt und auf der Oberseite angelötet. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Pins gerade ausgerichtet sind.

2



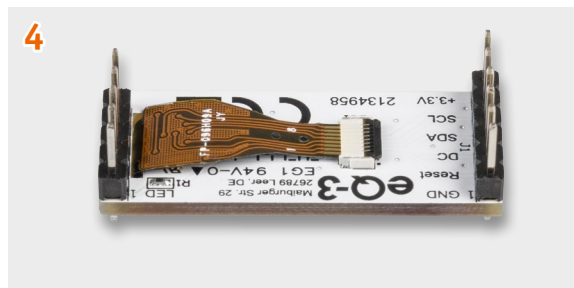
Danach wird das Kabel des Displays durch den Schlitz in der Platine geführt.

3



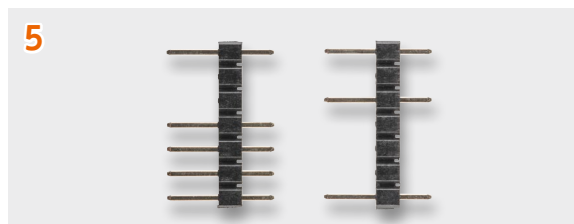
Dann muss der Hebel des Steckverbinders DS1 nach oben geklappt werden.

4



Anschließend wird das Kabel in den Steckverbinder geführt und der Hebel zum Fixieren nach unten geklappt. Das Display wird mittels des bereits auf der Platine aufgetragenen doppelseitigen Klebbands fixiert.

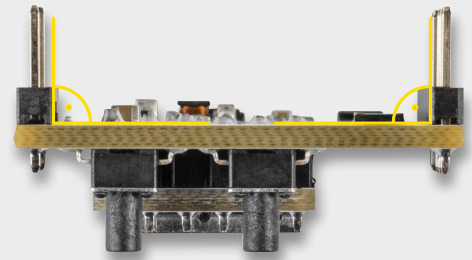
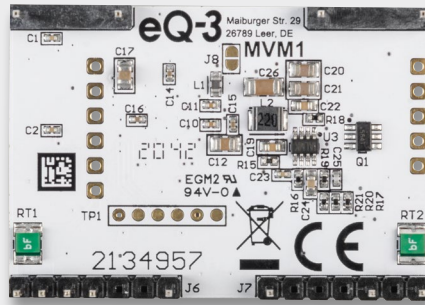
5



Bei den 7-poligen Stiftleisten werden die nicht benötigten Pins mit einer Zange herausgezogen und entfernt.



6



Dann werden die Stiftleisten in J6–J9 auf der Basisplatine bestückt, dabei muss auf die Ausrichtung geachtet werden.

Stückliste Basis-Einheit

**Widerstände:**

22 Ω/SMD/0402	R15
1 kΩ/SMD/0402	R14
18 kΩ/SMD/0402	R21
56 kΩ/SMD/0402	R19, R20
82 kΩ/SMD/0402	R7, R11
100 kΩ/SMD/0402	R16, R18
150 kΩ/SMD/0402	R6, R10
220 kΩ/SMD/0402	R17
680 kΩ/SMD/0402	R2, R9
820 kΩ/SMD/0402	R3, R4, R8, R12
1 MΩ/SMD/0402	R5, R13
PTC/0,2 A/30 V/SMD/1210	RT1, RT2

**Kondensatoren:**

56 pF/50 V/SMD/0402	C25
1 nF/50 V/SMD/0402	C3–C6, C9, C23
10 nF/50 V/SMD/0402	C10, C11
100 nF/16 V/SMD/0402	C7, C8, C13–C16
100 nF/50 V/SMD/0603	C19, C22, C24
1 µF/16 V/SMD/0402	C18
4,7 µF/50 V/SMD/0805	C20, C21
10 µF/16 V/SMD/0805	C12, C17
22 µF/16 V/SMD/1206	C26

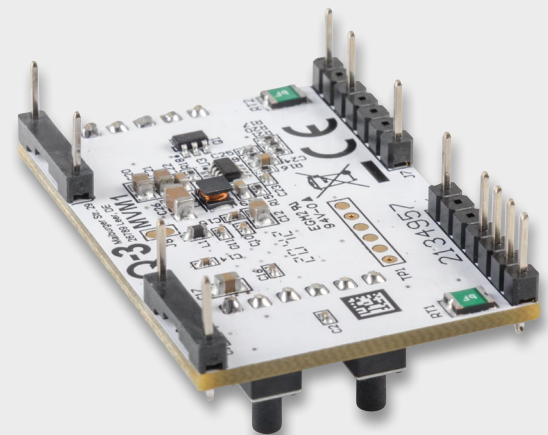
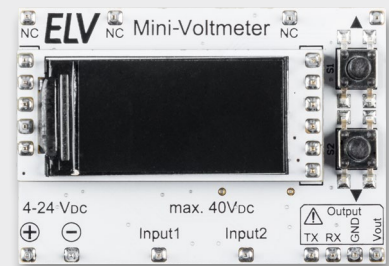
**Halbleiter:**

ELV211743/SMD	U1
LM4040BIM7-2.5/NOPB/ SC-70	U2
MP4420H/SMD	U3
µPA1918TE/SMD	Q1
PESD3V3S1UB/SMD	D2, D4, D6, D8

**Sonstiges:**

Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Speicherdrossel, SMD, 22 µH/450 mA	L2
Taster, 1x ein, 4,1-mm-Tastknopflänge,	
1x ein, SMD, Höhe 7 mm	S1, S2
Stiftleisten, 1x 7-polig, gerade	J6, J7
Stiftleisten, 1x 2-polig, gerade	J9, J10

7



Schließlich wird die Display-Platine auf die Basisplatine gesteckt. Auf der Unterseite werden die Pins zunächst verlötet und dann auf ca. 1 mm gekürzt.

Stückliste Display-Einheit

**Widerstände:**

10 Ω/SMD/0402	R1
---------------	----

**Sonstiges:**

TFT-Display-Modul, 80 x 160 Pixel, RGB mit FFC/FPC-Verbinder, 8-polig	DS1
Stiftleiste, 1x 6-polig, gerade, THT	J1
Stiftleiste, 1x 5-polig, gerade	J2
Klebeband, doppelseitig, 12 x 0,1 mm, transparent	



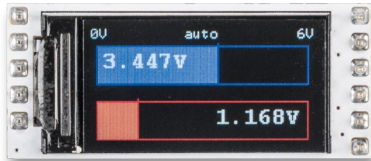
## Bedienung

Das Mini-Voltmeter hat insgesamt vier verschiedene Anzeigemodi:

### Digital



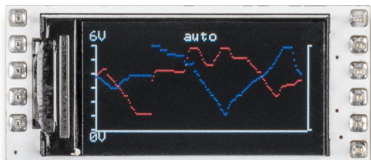
### Bargraph



### Analog



### Plotter



Die Anzeigemodi lassen sich über die beiden Tasten ▲▼ auswählen.

## Addition/Subtraktion der Spannungen

Die Addition/Subtraktion der anliegenden Spannung erfolgt durch einen langen Tastendruck (▲ > 2 s).

Damit wird die Addition/Subtraktion aktiviert (Bild 4).

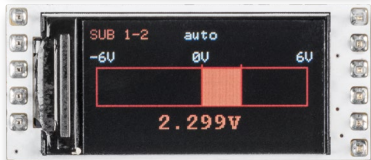
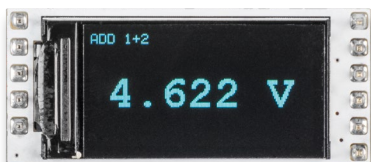


Bild 4: Anzeige von Addition (oben) und von Subtraktion (unten) der Spannungen

Dabei gibt es folgende Modi:

- Keine Berechnung
- ADD 1+2
- SUB 1-2
- SUB 2-1

Bei Addition wird der Messwert in Cyan, bei Subtraktion in Orange und im Normalmodus an Input 1 in Blau und an Input 2 in Rot angezeigt.

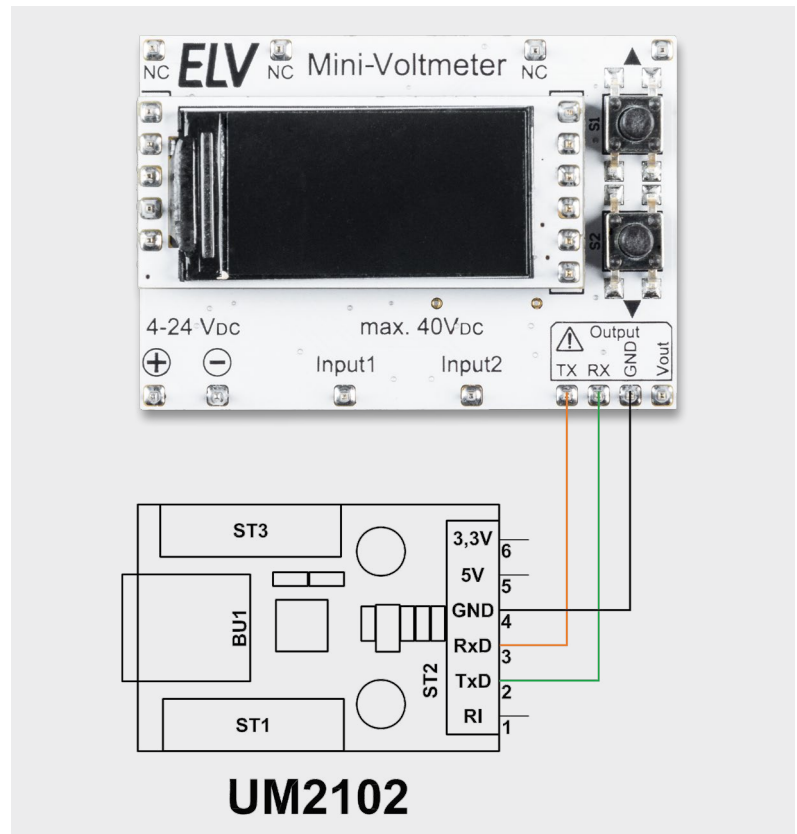


Bild 5: Verbindungsschema MVM1 und USB-UART-Wandler

Bei den berechneten Werten wird jeweils nur das Ergebnis angezeigt, wobei der Messbereich dann vergrößert bzw. um den negativen Anteil -6 V bis 6 V und -40 V bis 40 V (siehe Bild 4) erweitert wird.

## Umstellen des Messbereichs

Die Umstellung des Messbereichs kann durch einen langen Tastendruck der Down-Taste (▼ > 2 s) aktiviert und eingestellt werden. Dabei gibt es folgende Modi: Auto / 6 V fest / 40 V fest

Im Modus Autorange wird der Messwertebereich bei Überschreiten der Messwerte von 6 V automatisch auf den 40-V-Bereich umgeschaltet.

Der Messbereich lässt sich aber auch fest auf 6 V oder auf 40 V einstellen, sodass keine automatische Umschaltung erfolgt. Im 6-V-Messbereich werden Messwerte größer 6 V nicht mehr korrekt dargestellt.

## UART-Schnittstelle

Die Verbindung zwischen MVM1 und USB-UART-Wandler [3] ist so auszuführen, dass TX vom USB-UART-Wandler mit RX vom MVM1 und TX vom MVM1 mit RX vom USB-UART-Wandler verbunden werden – siehe Beispiel mit UM2102 (Bild 5).

UART-Einstellungen:

115200 Baud / 8 Datenbits / 1 Stopbit / Keine Parität

Über die serielle Schnittstelle werden die Messwerte als einfache ASCII-Zeichenfolge übertragen. Die Daten werden durch ein Leerzeichen getrennt gesendet, so lassen sie sich mit einfachen Mitteln wie dem Terminalprogramm HTerm (Bild 6, [2]) oder dem Arduino Serial Plotter, der in der Arduino IDE integriert ist, aufzeichnen (Bild 7).

## Abgleich

Es lässt sich ein Abgleich zur Erhöhung der Genauigkeit durchführen. Für den Abgleich wird eine möglichst präzise Spannung mit 5 V<sub>Dc</sub> für die beiden Eingänge benötigt.

Der Abgleich wird durch langen Tastendruck beider Tasten gleichzeitig (▲ und ▼ > 2 s) aufgerufen. Auf dem Display erscheinen Anweisungen zur Durchführung des Abgleichs.



Bild 6: Darstellung der Werte im Terminalprogramm HTerm

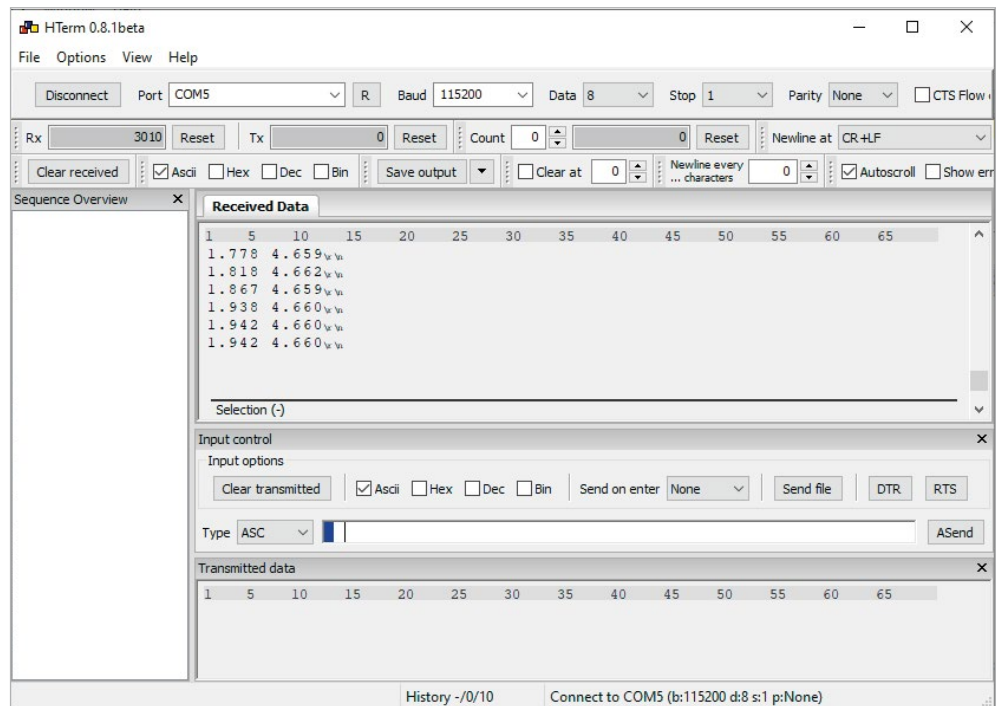
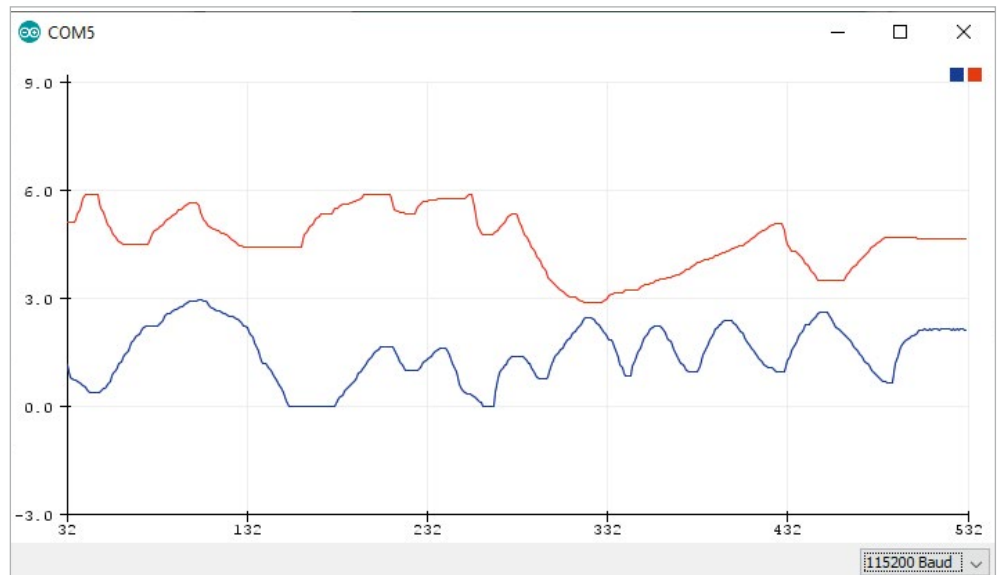


Bild 7: Darstellung der Werte im Serial Plotter der Arduino IDE



Als erster Schritt müssen beide Eingänge mit GND verbunden werden. Dies lässt sich über kurzen Druck einer der beiden Tasten ▲ oder ▼ bestätigen.

Danach muss eine präzise Spannung mit 5 V<sub>dc</sub> auf die beiden Eingänge gelegt werden. Dies lässt sich ebenfalls über kurzen Druck einer der beiden Tasten ▲ oder ▼ bestätigen.

Damit ist der Abgleich auch schon abgeschlossen, und das Mini-Voltmeter sollte die Spannungen nun genau messen.

## Werkseinstellungen

Die Werkseinstellungen lassen sich aufrufen, während sich das Gerät im Abgleichmodus befindet.

Langer Tastendruck beider Tasten gleichzeitig (▲ und ▼ > 2 s), um den Abgleichmodus zu starten.

Erneut langer Tastendruck beider Tasten gleichzeitig (▲ und ▼ > 2 s), um die Werkseinstellungen anzurufen.

Zum Abbrechen eine der beiden Tasten kurz betätigen.

Zum Bestätigen eine der beiden Tasten lange gedrückt halten (▲ und ▼ > 2 s), danach startet das Gerät mit den Werkseinstellungen neu. **ELV**

Geräte-Kurzbezeichnung:	MVM1
Spannungsversorgung:	4–24 V <sub>dc</sub>
Stromaufnahme:	20 mA max.
Eingangsspannung je Messkanal:	40 V <sub>dc</sub> max.
Autorange:	6/40 V
Leitungslängen:	3 m max.
Abm. (B x H x T):	40,3 x 30,3 x 17 mm
Gewicht:	12 g



## Weitere Infos:

- [1] Oversampling – <https://de.wikipedia.org/wiki/Überabtastung>
  - [2] Terminalprogramm HTerm: <https://www.der-hammer.info/pages/terminal.html>
  - [3] ELV Bausatz USB-Modul UM2102N: Artikel-Nr. 150952
- Alle Links finden Sie auch online unter: [de.elv.com/elvjournals-links](https://de.elv.com/elvjournals-links)