

Triggergenerator TG1 für SPI/I²C/UART

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1412

Der Triggergenerator ist ein einfach einsetzbarer Helfer für die Fehlersuche auf Kommunikationsschnittstellen wie UART, SPI oder I²C. Er wertet die Daten auf der Schnittstelle aus und gibt bei Auftreten einer definierbaren Bedingung einen Impuls aus, um ein angeschlossenes Oszilloskop so zu triggern, dass auch schwer zu erfassende Impulsfolgen sicher angezeigt werden können.

Getroffen!

Die Fehlersuche auf Kommunikationsschnittstellen wie UART, SPI oder I²C ist auf einem Oszilloskop nicht

ganz einfach, denn es gilt, den richtigen Punkt in einem Datenpaket zu finden, um das gewünschte Signal zu triggern und komplett darstellen zu können.

Hier hilft der Triggergenerator TG1. Er wird parallel zu dem zu überprüfenden Gerät an die Datenleitungen angeschlossen und wertet die Daten aus. Wenn bestimmte Datenfolgen auf der untersuchten Kommunikationsschnittstelle erscheinen, gibt das Gerät einen Impuls auf seinem Ausgang aus, mittels dieses Triggerimpulses kann das Oszilloskop dann auf den richtigen Zeitpunkt getriggert werden.

Der Triggerimpuls kommt technisch bedingt etwas verzögert nach dem eigentlichen Auftreten des Events, da die Daten im Controller erst erfasst und ausgewertet werden müssen. Dies hängt natürlich auch davon ab, wie viele Datenbytes zum Triggern verwendet werden. So kommt bei der UART-Schnittstelle der Triggerimpuls ca. 10 µs nach Beginn des ersten Stoppbits. Nur bei Baudraten < 9600 Baud ist die Verzögerung noch etwas größer.

Bei I²C wird der Triggerimpuls ca. 5 µs nach der steigenden Flanke des 9. Bits (ACK/NAK) ausgegeben, bei SPI ca. 2 bis 4 µs nach der letzten Taktflanke.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	TG1
Versorgungsspannung:	USB-powered
Stromaufnahme:	100 mA max.
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	39 x 14 x 50 mm
Gewicht:	18 g
Leitungslängen:	max. 15 cm
Triggerimpulsdauer:	1 µs bis 1000 µs
Triggereingänge:	5 V max.
Triggerausgangsspannung:	3,3 V
Triggerwort:	1–4 Byte
Bus-Geschwindigkeiten	
I ² C:	400 kHz
SPI:	1 MHz
UART:	600 bis 115.200 Baud
PC-Anbindung:	USB (Kommunikation als HID-Gerät)



Mit Hilfe einer mitgelieferten PC-Software sind die Bedingungen entsprechend der untersuchten Schnittstelle genau in Form eines Triggerwortes konfigurierbar.

Sehen wir uns dazu zunächst die PC-Software und die Bedienung des Triggerelements an. Zuvor noch ein Wort zum einzusetzenden Oszilloskop. Der Einsatz des Triggerelements wie auch die Messung insgesamt setzt natürlich ein Speicheroszilloskop voraus, das ein statisches Bild aufzeichnen kann. Prinzipiell ist zwar auch für die Untersuchung der Busdaten ein Logikanalysator einsetzbar, der aber bekanntermaßen lediglich High- und Low-Pegel erkennt. So werden Daten aufgrund von falschen Pegeln zwar auf dem Logikanalysator richtig ausgewertet, für die angeschlossene Schaltung könnten diese aber zu gering sein, sodass die Datenkommunikation gestört ist. Dies zu analysieren, gelingt nur mit dem Oszilloskop.

Die PC-Software

Das Gerät benötigt keinen USB-Treiber, da es sich als HID-Gerät automatisch am PC anmeldet. Bis dahin zeigt die Software noch die Meldung „Nicht verbunden“ an (Bild 1).

Zunächst ist der zu untersuchende Interface-Typ einzustellen, danach erfolgen, abhängig vom Interface, weitere Einstellungen, damit schließlich das passende Triggerwort ausgegeben werden kann:

SPI (Bild 2):

- Bit-Reihenfolge
- Takt- und Phaseneinstellungen
- Polarität im Leerlauf (Idle)
- Datenübernahme bei 1. oder 2. Flanke
- Kanal: MISO/MOSI

UART (Bild 3):

- Baudrate
- Datenbits (7, 8 oder 9)
- Anzahl Stoppbits (1 oder 2)
- Parität: gerade, ungerade, keine
- Kanal: RX/TX

Hinweis:

Bei 7 Bits muss eine Parität ausgewählt sein.
Bei 9 Bits darf keine Parität ausgewählt sein.

I²C (Bild 4):

Keine Einstellungen notwendig

Triggereinstellungen für alle Interfaces:

Bei den Triggereinstellungen kann das Triggerwort (maximal 4 Byte) und die Triggerimpulsdauer in Mikrosekunden angepasst werden.

Der Einsatz des Gerätes

Zunächst ist das Bus-Verbindungskabel mit der zu überwachten Schaltung zu verbinden sowie der externe Triggereingang des Oszilloskops an die Triggerkontakte des Triggerelements anzuschließen. Über die PC-Software werden die nötigen Einstellungen für das Interface und die Triggereinstellungen auf das Gerät übertragen. Danach arbeitet der Triggerelement autark und benötigt lediglich eine Versorgungsspannung. Die grüne Betriebs-LED leuchtet bei Anlegen der Versorgungsspannung dauerhaft.

Der Oszilloskop-Trigger wird auf steigende Flanke eingestellt, der ausgegebene Pegel beträgt 3,3 V.

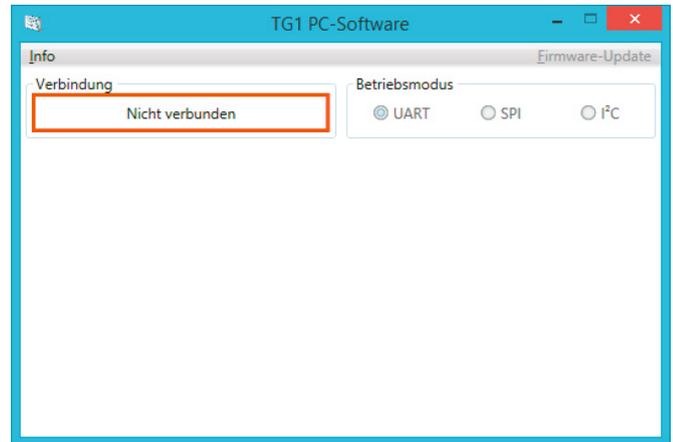


Bild 1: Die Oberfläche des Konfigurationsprogramms nach dem Start, hier ist der TG1 noch nicht mit dem PC verbunden.

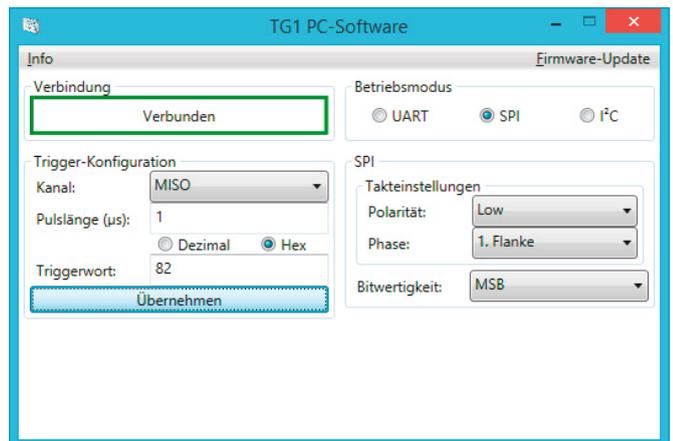


Bild 2: Die Konfigurationsseite für die SPI-Konfiguration

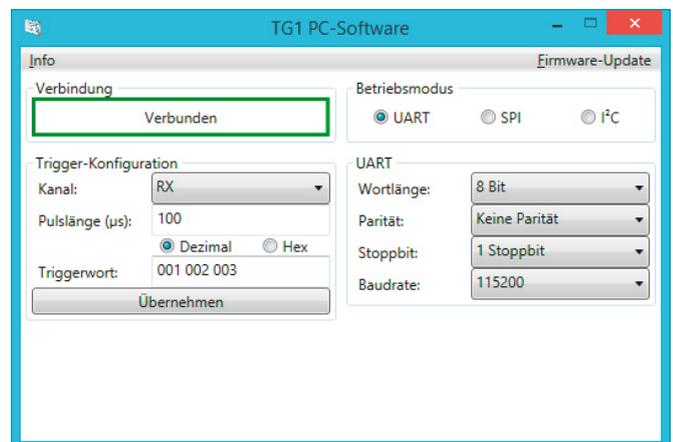


Bild 3: Die Konfigurationsseite für die UART-Konfiguration

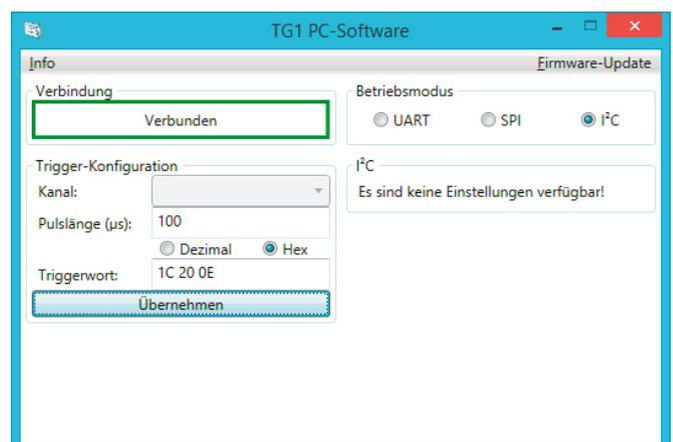


Bild 4: Beim Anschluss des I²C-Busses ist keine Konfiguration nötig.

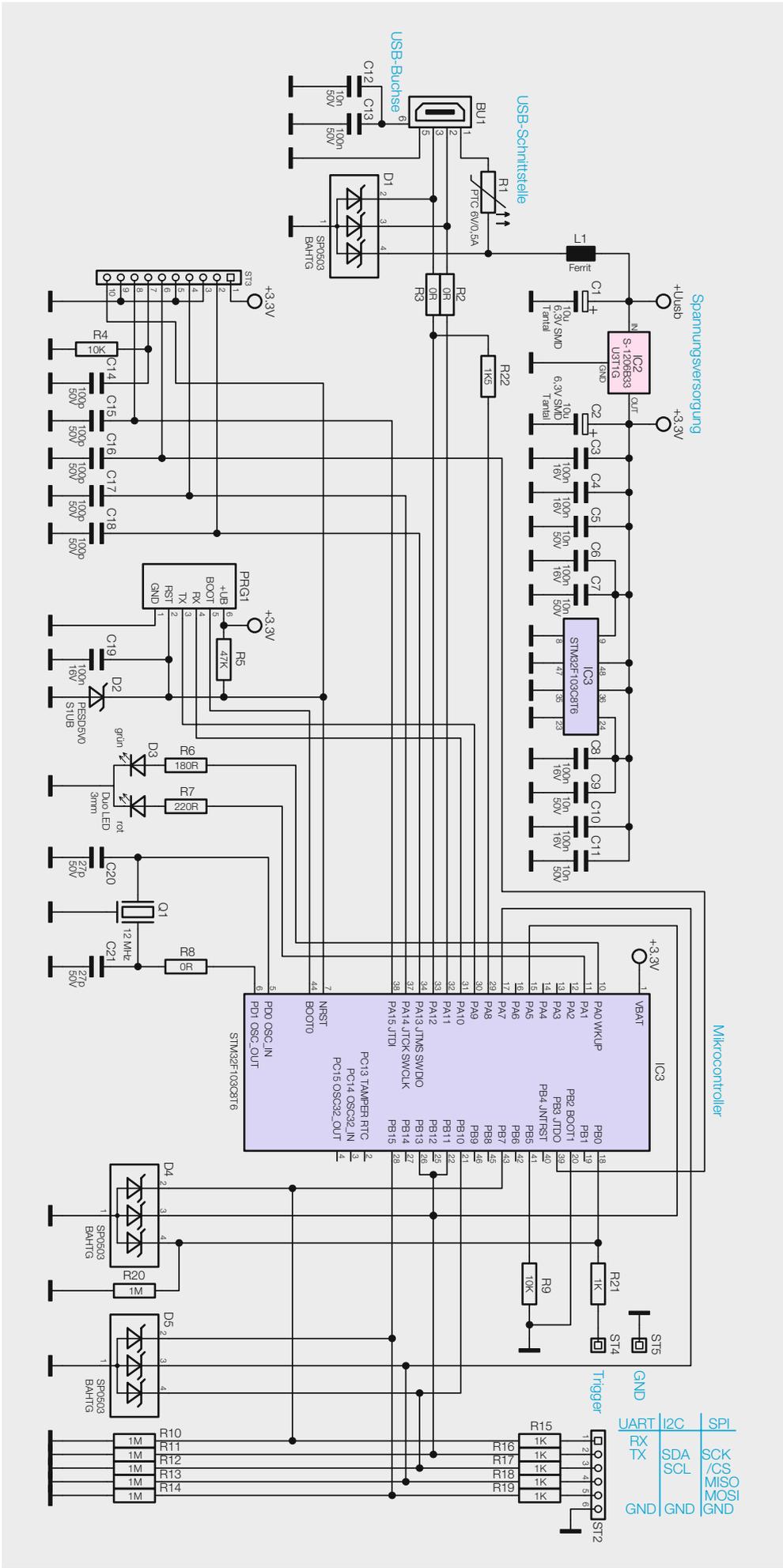


Bild 5: Das komplette Schaltbild des Triggergenerators

Die Tastköpfe des Oszilloskops sind nun auch an die zu überwachenden Datenleitungen anzuschließen. Sobald das eingestellte Triggerwort auf dem Datenbus anliegt, wird der Triggerimpuls vom Triggergenerator ausgegeben und am Oszilloskop erscheinen die Daten auf dem untersuchten Bus.

Zusätzlich zum Triggerimpuls auf dem Ausgang wird gleichzeitig auch die rote LED für 100 ms eingeschaltet, sodass man über diese auch eine optische Rückmeldung erhält.

Schaltung

Die Schaltung (Bild 5) besteht aus nur wenigen Komponenten. Herzstück ist der Mikrocontroller IC3, er erfasst die Daten auf den Triggereingängen und gibt über die LED und den Triggerausgang entsprechende Triggerimpulse aus.

Zur Konfiguration des Triggergenerators und zur Spannungsversorgung wird die USB-Schnittstelle verwendet. Der hier eingesetzte Controller hat die nötige Hardware für das USB-Interface bereits integriert, sodass ein zusätzlicher USB-UART-Wandler, wie sonst häufig eingesetzt, nicht nötig ist.

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über die USB-Schnittstelle mit 5 Vcc, aus dieser Spannung erzeugt der Linearregler IC2 eine Spannung von 3,3 V für den Mikrocontroller.

 **Wichtiger Hinweis:**

Die Leitungen, die an die Triggereingänge angeschlossen werden, dürfen eine Länge von 15 cm nicht überschreiten. Gleichzeitig gilt: Je höher die verwendete Takt-rate ist, desto kürzer sollten die Leitungen sein, um Datenfehler zu vermeiden.



Die Busleitungen sind über die Widerstände R10 bis R19 und die TVS-Dioden D4 und D5 angebunden. So ist es möglich, auch 5-V-Pegel sicher an den Mikrocontroller anzuschließen. Die Reihenwiderstände R10 bis R19 begrenzen den maximalen Stromfluss, während die Dioden zu hohe Spannungen gegen Masse ableiten.

Die Duo-Leuchtdiode wird direkt vom Controller über die Vorwiderstände R6 und R7 angesteuert.

Als externe Taktquelle für den Controller dient der 12-MHz-Quarz Q1, intern werden aus diesem Takt mittels PLL 72 MHz für den Systemtakt sowie 48 MHz für das USB-Interface erzeugt.

Vor einem zu großen Strom im Fehlerfall, der die USB-Spannungsquelle beschädigen könnte, schützt der PTC R1. L1 sowie die Kondensatoren C1 bis C11 dienen als Filter und Spannungsstabilisierung.

Widerstände:	
0 Ω/SMD/0402	R2, R3, R8
180 Ω/SMD/0402	R6
220 Ω/SMD/0402	R7
1 kΩ/SMD/0402	R15–R19, R21
1,5 kΩ/SMD/0402	R22
10 kΩ/SMD/0402	R4, R9
47 kΩ/SMD/0402	R5
1 MΩ/SMD/0402	R10–R14, R20
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R1
Kondensatoren:	
27 pF/50 V/SMD/0402	C20, C21
100 pF/50 V/SMD/0402	C14–C18
10 nF/50 V/SMD/0402	C5, C7, C9, 11
10 nF/5 %/SMD/0805	C12
100 nF/16 V/SMD/0402	C3, C4, C6, C8, C10, C19
100 nF/SMD/0805	C13
10 µF/6,3 V/Tantal/SMD	C1, C2
Halbleiter:	
S-1206B33-U3T1G/SMD	IC2
ELV151441/SMD	IC3
SP0503BAHTG/SMD	D1, D4, D5
PESD5V0S1UB/SMD	D2
Duo-LED/rot/grün/3 mm	D3
Sonstiges:	
Chip-Ferrit, 1206, 80 Ω bei 100 MHz	L1
Quarz, 12,000 MHz, SMD	Q1
Stiftleiste, 1x 6-polig, winkelprint	ST2
Lötstift mit Lötöse	ST4, ST5
USB-Buchse, Mini B, SMD	BU1
USB-2.0-Kabel, geschirmt, schwarz, 2 m flexible Leitung mit 1 Crimp-Buchse, 6-polig, 20 cm	
Gehäuse, Typ 2044, grau, komplett, bearbeitet und bedruckt	
Mini-CD Software Triggeregenerator für SPI/I ² C/UART TG1	

Stückliste

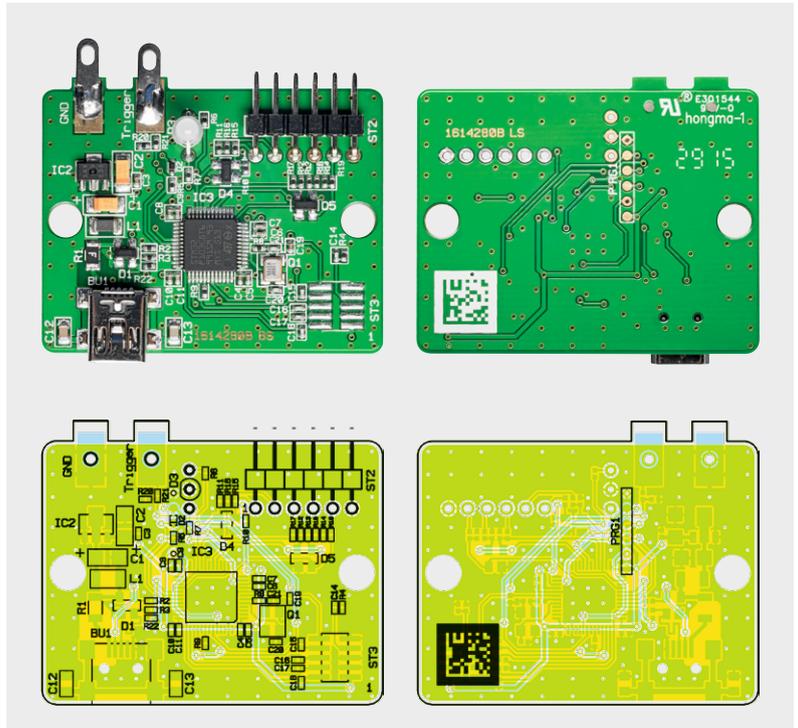


Bild 6: Platinenfotos der komplett bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan, links Oberseite, rechts Unterseite der Platine

Der Triggerausgang ist über einen Vorwiderstand direkt an den Controller angeschlossen, der Widerstand schützt den Controller, falls der Triggerausgang einmal gegen Masse kurzgeschlossen sein sollte. Er begrenzt in diesem Fall den maximalen Stromfluss.

Nachbau.

Der Aufbau des Gerätes ist einfach, da alle SMD-Bauteile bereits bestückt sind. Hier muss vor dem Bestücken der restlichen Bauteile entsprechend Platinenfotos (Bild 6), Bestückungsplan, Stückliste und Bestückungsdruck lediglich eine Bestückungskontrolle und eine Kontrolle auf Lötfehler vorgenommen werden.

Der Aufbau beginnt mit dem Bestücken der abgewinkelten Stiftleiste. Diese wird, wie in Bild 6 gezeigt, eingesetzt und verlötet, dabei ist darauf zu achten, dass die Stiftleiste plan auf der Platine aufliegt und die Pins parallel zur Platine verlaufen.

Dem folgen die Lötösen. Diese sind an der dünnen Seite auf der Hälfte um 90 Grad abzuwinkeln, wie es die Bildzusammenstellung in Bild 7 zeigt.

Montagevideo

#1416

QR-Code scannen oder Web-Code im Web-Shop eingeben



Bild 7: So erfolgt das Biegen der Lötösen.

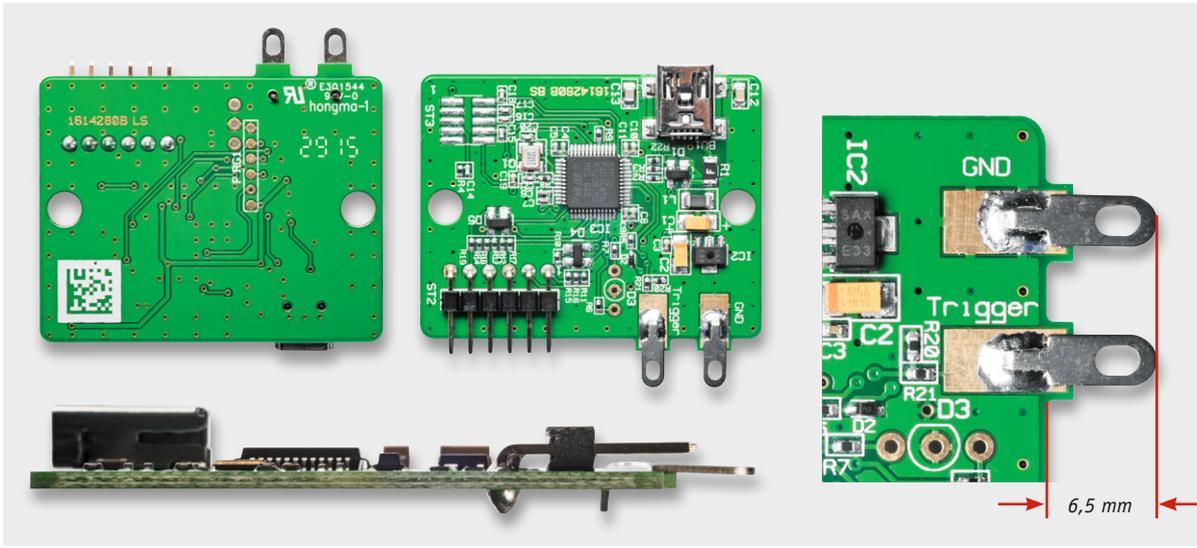


Bild 8: Die vorbereiteten Lötösen werden in die Löcher der zugehörigen Lötflächen eingelegt und großflächig auf den Lötflächen verlötet. Dabei ist auf gerade Ausrichtung und den Abstand der Enden zur Platine zu achten.

Danach sind sie, wie in Bild 8 zu sehen, in die Löcher in den Lötflächen einzulegen und zu verlöten. Dabei sollten die Lötösen dann ca. 6,5 mm über den Platinenrand hinausragen.

Schließlich ist entsprechend Bild 9 die LED D3 zu bestücken, hier ist auf die polrichtige Bestückung anhand des Bestückungsdrucks zu achten. Die LED ist so einzulöten, dass sich eine Einbauhöhe von 11 mm von der Platinenoberfläche bis zur LED-Spitze ergibt.

Nach der Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler erfolgt der Einbau in das Gehäuse, dazu wird die Platine in die Gehäuseunterschale eingelegt (Bild 10),

die Gehäuseoberschale aufgelegt und beide Teile von der Unterseite her verschraubt. Bild 11 zeigt das komplett montierte Gerät.

Das Kabel zum Anschluss an die eigenen Schaltungen ist bereits fertig konfektioniert. Es kann direkt an die Bus-Schnittstelle des TG1 angeschlossen werden.

Die freien Kabelenden kann man dann an die zu messenden Signalleitungen anlöten bzw. – mit Stiftkontakten versehen – an einem Arduino anstecken oder aber auch, wenn man z. B. direkt an schmalen Klemmen oder IC-Anschlüssen messen muss, an Mikroclicps anschließen (Bild 12). **ELV**

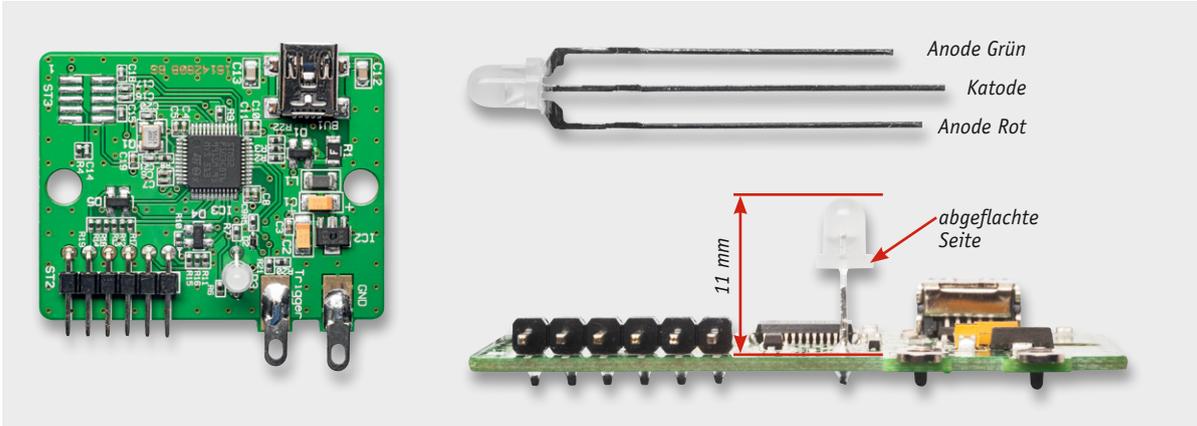


Bild 9: Der Einbau der Duo-LED. Deren Einbaulage erkennt man am seitlich abgeflachten Gehäuse, das mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen muss.



Bild 10: Die fertig bestückte Platine wird in die Unterschale des Gehäuses eingelegt, die Oberschale aufgelegt und beide Gehäuseschalen miteinander verschraubt.



Bild 11: Das fertig montierte und betriebsbereite Gerät. Alle Anschlüsse und Buchsen müssen so im Gehäuse sitzen wie hier gezeigt.

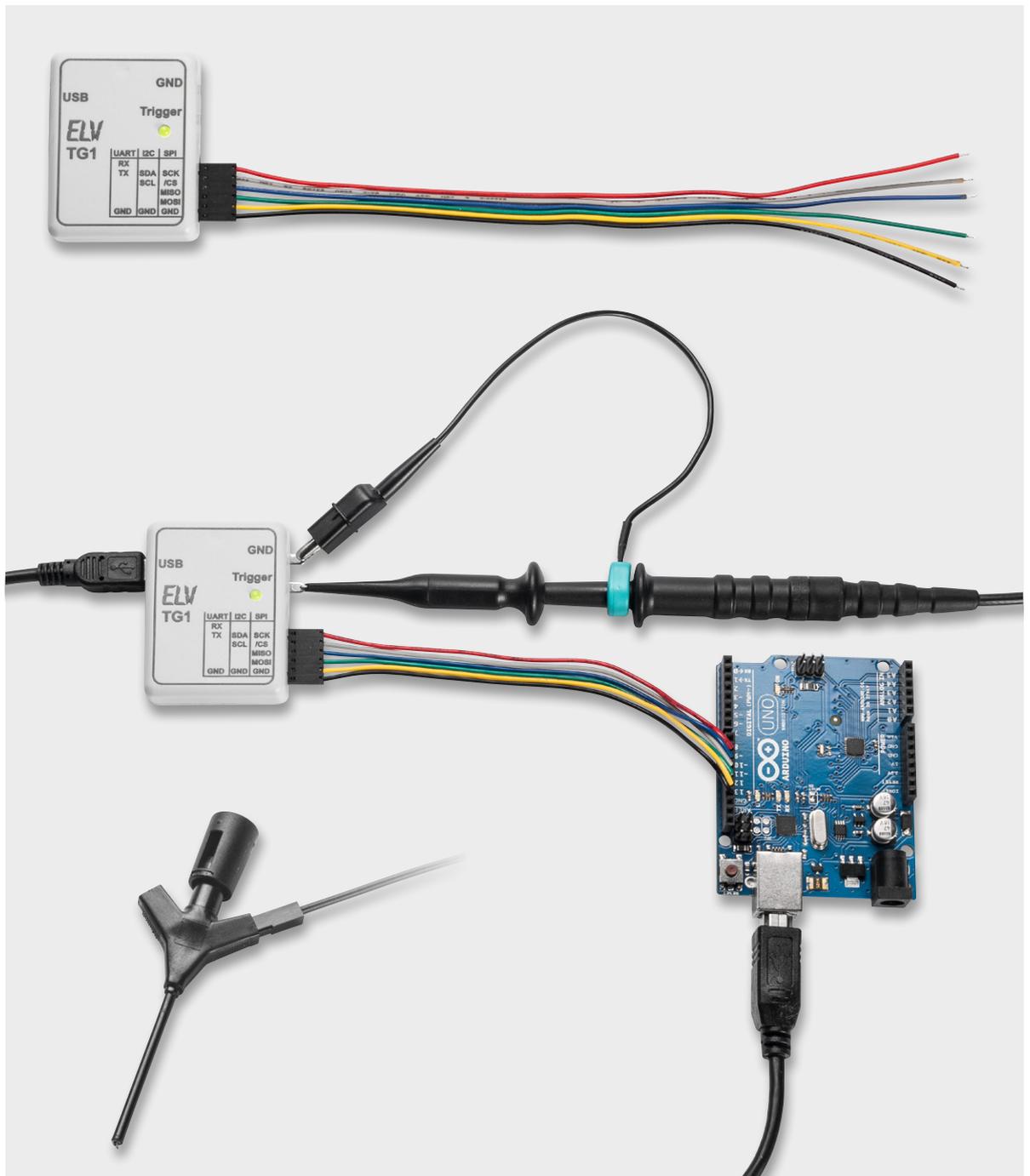


Bild 12: Das Busanschlusskabel ist bereits vorkonfektioniert und hat offene Leitungsenden (oben). Es kann verlötet, gesteckt (Mitte) oder mit Mikroclips (unten links) versehen werden.