



# Entfernungswächter

## Abstand- und Füllstandüberwachung mit Time-of-Flight-Abstandsmelder ToF-AM

Sie wollten schon immer sicher und mit dem richtigen Abstand im Carport oder der Garage mit dem Auto einparken? Oder den Füllstand der Zisterne, Regentonne oder eines Futterbehälters messen? Der Bausatz Time-of-Flight-Abstandsmelder eignet sich genau für diese Anwendungsfälle, denn er misst digital Entfernungen zwischen 4 cm und 3,60 m. Durch den abgesetzten Sensor lässt sich der Einsatz flexibel gestalten. Signal-LEDs und Relaisschaltausgänge ermöglichen verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten. Zudem lassen sich u. a. die Entfernungsdaten über die serielle Schnittstelle ausgeben. So können angeschlossene Mikrocontroller wie Arduino/ESP32 oder Single-Board-Computer wie Raspberry Pi die Daten zusätzlich auswerten.

Mit einem Klick  
direkt zum Bausatz



Geräte Kürzel

Artikel-Nr.  
158764

Bausatz-  
beschreibung  
und Preis:



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

### Infos zum Bausatz ToF-AM



**Schwierigkeitsgrad:**  
leicht



**Bau-/Inbetriebnahmezeit:**  
ca. 1 h



**Besondere Werkzeuge:**  
Entmantelungswerkzeug



**Lötterfahrung:**  
ja



**Programmierkenntnisse:**  
nein



**Elektrofachkraft:**  
nein

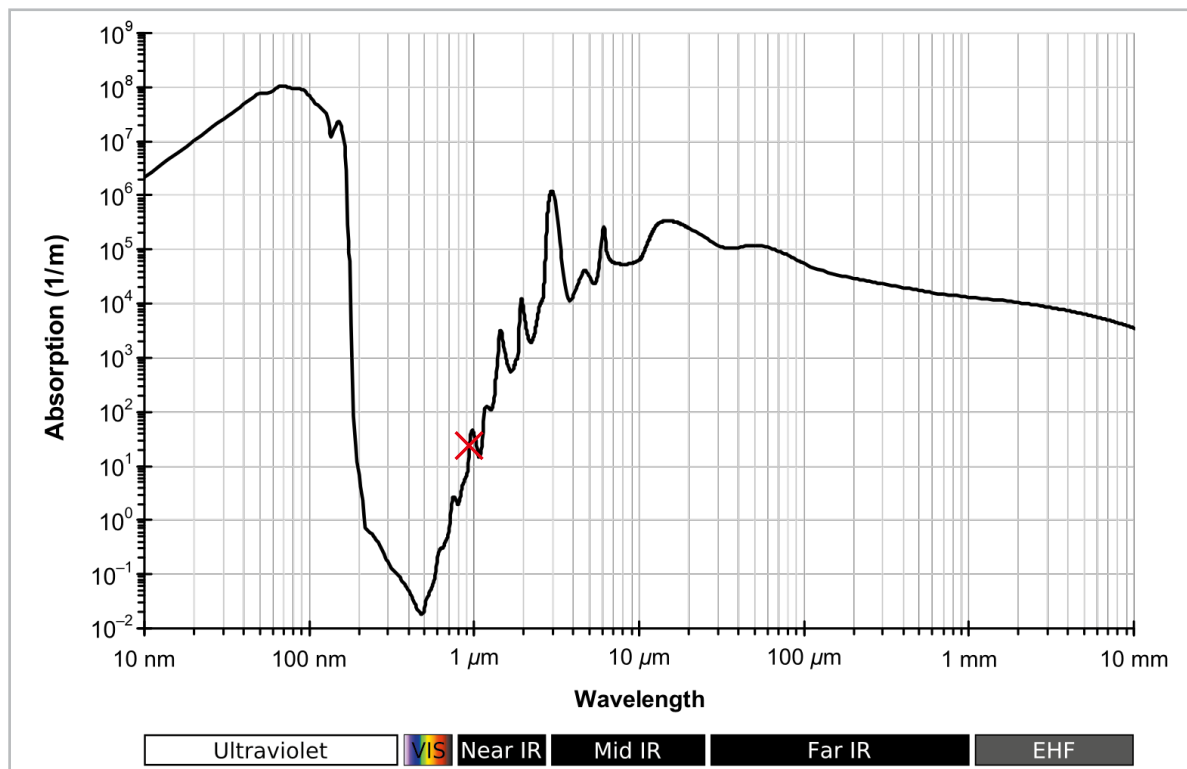
### Vielseitigkeit

Der Time-of-Flight Abstandsmelder ToF-AM wird mit 12 bis 24 Volt betrieben, was einen weiten Bereich für die Versorgungsspannung ermöglicht. Mit den über drei Relais geschalteten Ausgängen lassen sich viele verschiedene Anwendungen realisieren. Durch den Anschluss von Leuchtmitteln, wie z. B. LED-Ampeln, wird aus dem kleinen Gerät eine große Anzeige. So kann in der Garage oder im Carport jederzeit mit dem optimalen Abstand eingeparkt werden.

Beispielsweise kann eine alte Heckschürze mit Rückleuchten über den ToF-AM so angesteuert werden, dass die Bremsleuchten anzeigen, wenn das Fahrzeug perfekt in der Garage steht. Alte Matratzen an der Wand oder andere Hilfsmittel gehören damit endgültig der Vergangenheit an. Wie bei allen technischen Geräten liegt die Verantwortung für die Nutzung natürlich beim Anwender, der dafür sorgen muss, dass keine Schäden entstehen.

Der ToF-Abstandsmelder kann aber auch in allen Arten von Behältern montiert werden. So muss die Abdeckung nicht mehr geöffnet werden. Es ist schon von Weitem sichtbar, wie voll die Regentonne, Zisterne oder der Futter- oder Streubehalter ist. An den drei Relais-

Bild 1: Absorptionsspektrum von Wasser über die Wellenlängen von 10 nm bis 10 mm



(Bildnachweis: By Kebes at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23793083>)

schaltausgängen können dafür auch andere Komponenten, z. B. die Ansteuerung einer Pumpe, angeschlossen werden.

#### **⚠ Folgender Hinweis ist zu beachten:**

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei den speisenden Quellen an den Schraubklemmen X1 bis X4 um Sicherheits-Schutzkleinspannungen (SELV) handeln. Die Schaltausgänge sind entsprechend ihrer Verwendung separat abzusichern.

Die Relais bieten ebenfalls einen guten Ausgangspunkt für die Verknüpfung mit allen möglichen Schaltungen und Mikrocontrollern wie z. B. einem Arduino.

Erfasste Entfernungsdaten sowie Informationen zur Konfiguration können über die serielle Schnittstelle ausgegeben werden. Auf der Platine des Time-of-Flight-Abstandsmelders ist dafür bereits eine Integration des optional erhältlichen ELV Bausatzes Mini-USB-Modul UM2102N [1] vorbereitet.

### Anwendungsbedingungen

Da der Sensor bei einer Wellenlänge von 940 nm arbeitet, muss das Absorptionsspektrum der zu messenden Fläche bzw. des Mediums beachtet werden. Das Absorptionsspektrum sollte bei dieser Wellenlänge hinreichend gering sein, sodass eine möglichst große Menge an Licht zurückgeworfen wird. Das Absorptionsverhalten kann den entsprechenden Absorptionsspektren des Materials, dessen Abstand gemessen werden soll, entnommen werden. Beispielsweise ist die Absorption des Lichts mit einer Wellenlänge von 940 nm bei Wasser gering (Bild 1, Markierung bei 940 nm).

### Messung von Flüssigkeiten

Bei der Messung von Flüssigkeiten sollte darauf geachtet werden, dass der Sensor vor Feuchtigkeit geschützt wird. Hier empfiehlt der Hersteller STMicroelectronics in der Application Note AN5231 [2] Materialien, die für die Wellenlänge von 940 nm mindestens 85 % lichtdurchlässig sind. Ein geeignetes Material wäre z. B. Acrylglas (PMMA) mit einem

Transmissionsgrad von 94 %. Gehärtetes Glas oder Polycarbonat kommen ebenfalls infrage (85–88 % Lichtdurchlässigkeit). Zusätzliche Beschichtungen können nicht empfohlen werden.

Bei der Abdeckung mit einem der oben genannten Materialien sollte zusätzlich auf den Luftspalt und das damit verbundene Übersprechen geachtet werden. Der Abstand zwischen Sensoroberfläche und Abdeckung ist geringstmöglich zu halten. Ebenso ist die Materialstärke möglichst gering zu wählen. Diese beiden Empfehlungen sorgen für ein geringes Übersprechen im Sensor, sodass die Messwerte weiterhin von hoher Qualität sind. Besonders geeignet sind z. B. Mikro-Deckgläser für Mikroskope. Diese können beispielsweise in das Sensorgehäuse geklebt werden, um den ToF-Sensor vor Schmutz und Feuchtigkeit zu schützen.

#### **Hinweise bzgl. Messungen bei großer Distanz**

Bei großer Helligkeit, z. B. im Freien bei Tageslicht, können bei den Messungen größere Schwankungen auftreten. Bis zu einer Entfernung von etwa zwei Metern hält sich die Beeinflussung in Grenzen, aber mit zunehmender Entfernung zum Messobjekt werden diese Schwankungen stärker. Ebenfalls haben bei größeren Entfernungen Reflexionen eine Wirkung auf die Messung. Bei Tests konnte ein zusätzlicher positiver Offset festgestellt werden, wenn sich eine Wand neben dem Messobjekt befand. Das Objekt lag laut den Messwerten also weiter entfernt, als es tatsächlich der Fall war. Dies ist u. U. durch den längeren Weg bei Reflexionen zu erklären. Dieser Offset nimmt mit der Entfernung zu, er ist aber nicht stark schwankend.

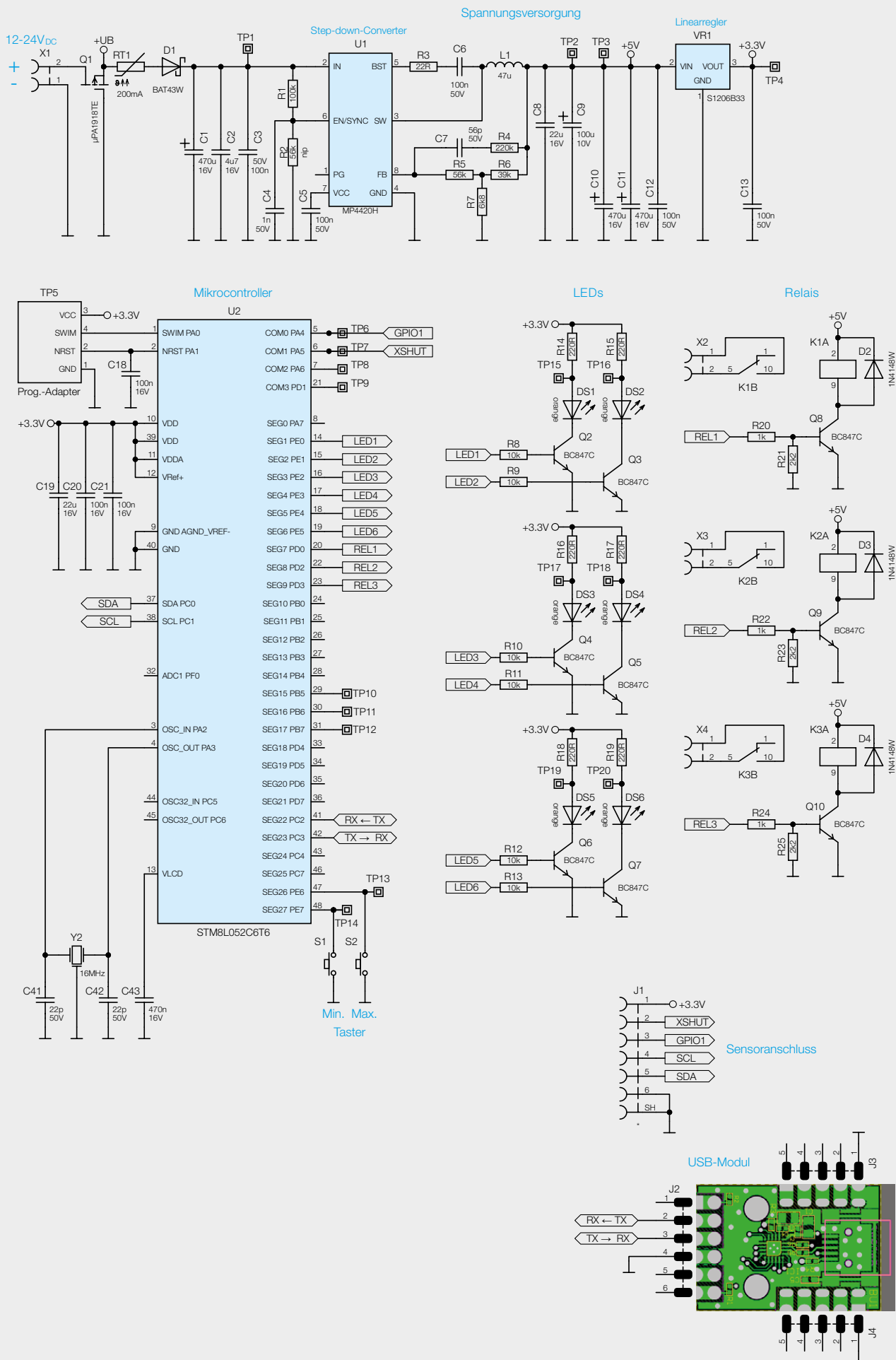
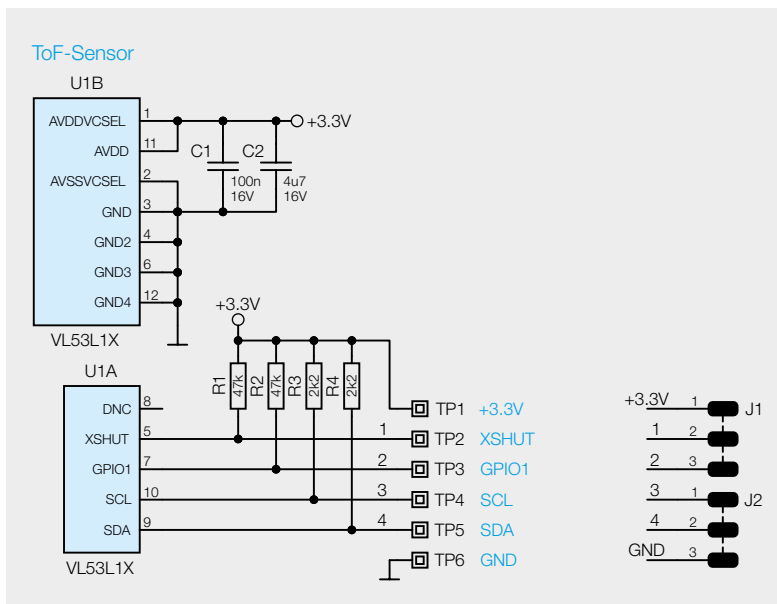


Bild 2: Das Schaltbild der Basis des ToF-AM (Anzeigeeinheit)

Bild 3: Das Schaltbild der Sensorplatine des ToF-AM (Sensoreinheit)



## Schaltung

In Bild 2 ist das Schaltbild der Anzeigeeinheit zu sehen, Bild 3 zeigt die Schaltung der Sensoreinheit.

### Spannungsversorgung

Die Eingangsspannung des ToF-Abstandsmelders wird über die Schraubklemme X1 bereitgestellt. Die Spannung kann zwischen 12 V und 24 V betragen, da diese durch ein Abwärtsandler U1 (MP4420H) auf 5 V geregelt wird.

Die 5-Volt-Spannung wird zum Schalten der drei Relais K1, K2 und K3 benötigt. Im Gegensatz dazu benötigen der ToF-Sensor, der Mikrocontroller, die sechs LEDs und die übrige Peripherie lediglich eine Spannung von 3,3 V. Diese wird von einem Linearregler erzeugt, der von dem Abwärtsandler gespeist wird.

Um das Gerät im Falle eines Kurzschlusses zu schützen, befindet sich direkt hinter dem Eingang von X1 das reversible PTC-Element RT1, das im Kurzschlussfall hochohmig wird. Der Verpolungsschutz wird durch den MOSFET Q1 gewährleistet.

### UART-Schnittstelle

Für die Datenverbindung des ToF-AM muss das vom Mikrocontroller kommende Format in ein USB-Datensignal umgewandelt werden. Für diese Aufgabe kann z. B. das optional verwendbare Mini-USB-Modul UM2102N [1] genutzt werden. Mit diesem Modul können die Daten zwischen dem ToF-AM und z. B. einem PC oder Raspberry Pi mit einer Geschwindigkeit von 115,2 kbit/s übermittelt werden. Die Datenverbindung mit einem Windows-PC ist dabei als virtueller COM-Port definiert, es sollte lediglich ein VCP-Treiber für das CP2102N auf dem Computer installiert werden (je nach System wird dieser auch automatisch installiert).

### Mikrocontroller und Bedienelemente

Für die Steuerung und Überwachung der angeschlossenen Baugruppen wird im ToF-AM der Mikrocontroller U2 vom Typ STM8L052C6 eingesetzt. Trotz des kompakten Gehäuses, bietet dieser Mikrocontroller eine Vielzahl von Anschlüssen und Funktionen. Der Mikrocontroller arbeitet mit einem externen 16-MHz-HSE-Quarz (Y2).

Die Taster S1 und S2 sind über die Anschlusspins 47 und 48 direkt mit dem Mikrocontroller verbunden und werden somit auch direkt überwacht. Durch das Betätigen eines Tasters wird der Spannungspegel an den jeweiligen Anschlusspins von U2 auf Massepotential gebracht, und der Controller erkennt somit eine Betätigung.

### Time-of-Flight-Sensor

Für die Abstandsmessung wird der ToF-Sensor VL53L1X des Herstellers STMicroelectronics verwendet. Dieser kommuniziert über einen I<sup>2</sup>C-Bus mit dem Mikrocontroller. Es gibt zwei verschiedene Abstandsmodi zur Auswahl. Werkseitig ist der Short-Modus voreingestellt, der über eine Reichweite von 1,3 Metern verfügt und am unempfindlichsten gegenüber Lichteinwirkungen ist. Der Long-Modus erreicht eine Messreichweite von bis zu 3,6 Metern.

Zwei weitere wichtige Konfigurationen sind der Messzeitraum und die Messdauer. Die Messdauer und die Periodendauer sind auf 200 Millisekunden eingestellt.

Um herauszufinden, ob eine Messung beendet ist, bietet der Sensor zwei Möglichkeiten. Zum einen kann man den GPIO1-Ausgang des ToF-Sensors verwenden. Dieser ändert seinen Spannungspegel für eine kurze Zeit, wenn eine Messung beendet ist. Zum anderen wird per I<sup>2</sup>C abgefragt, ob die Messung beendet wurde.

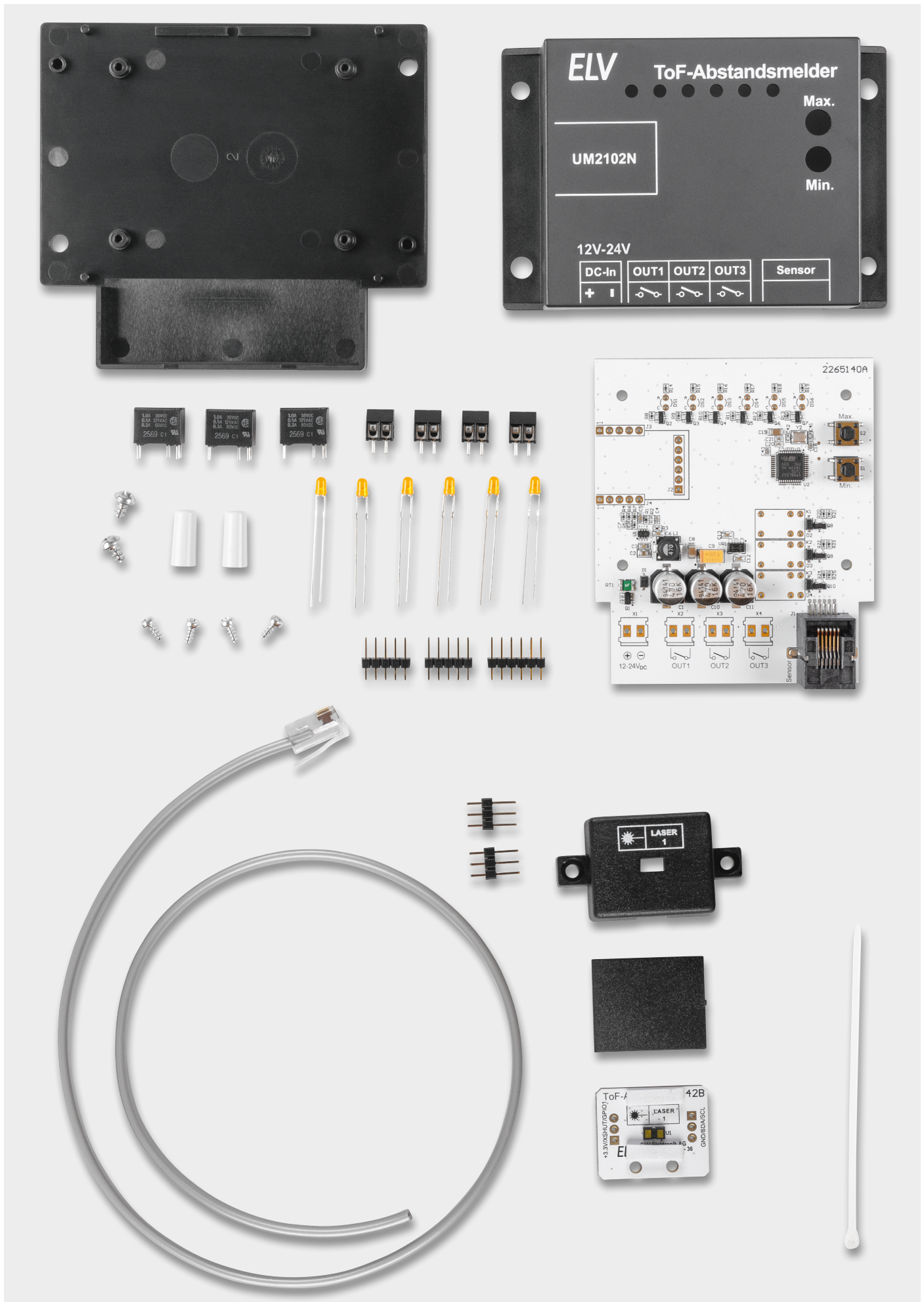


Bild 4: Lieferumfang des Bausatzes

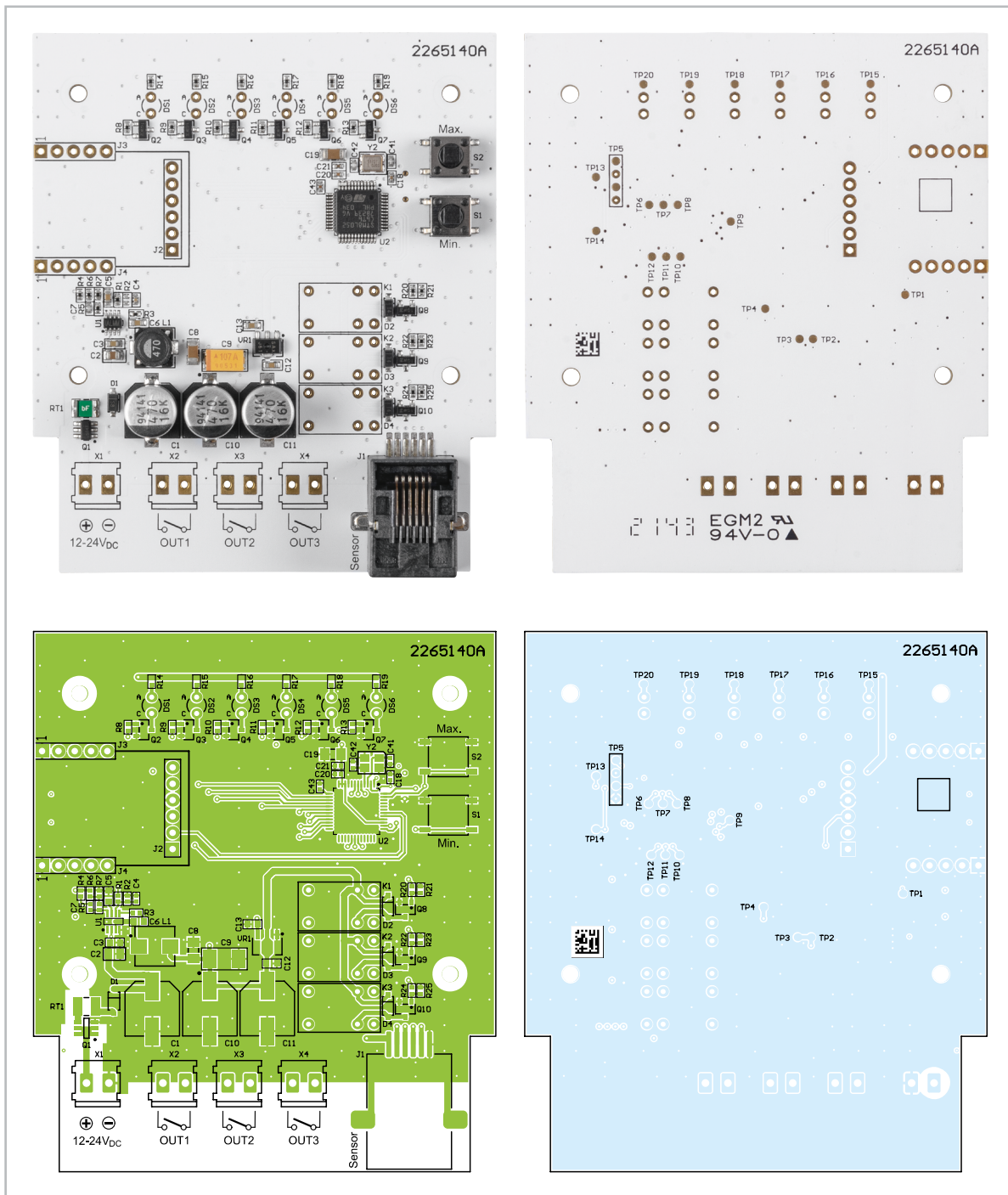


Bild 5: Platinenfotos und Bestückungsdrucke der Anzeigeeinheit

### Nachbau

In Bild 4 ist der Lieferumfang des Time-of-Flight-Abstandsmelders zu sehen. Bei dem Bausatz sind die Basisplatine und die ToF-Sensorplatine bereits mit SMD-Bauteilen bestückt, sodass nur noch die bedrahteten Bauteile montiert und gelötet werden müssen.

Um zusätzliche Probleme bei der Inbetriebnahme zu vermeiden, empfiehlt es sich, die SMD-Bauteile vorab auf korrekte Platzierung und mögliche Lötfehler zu überprüfen. Die Positionierung der bedrahteten Bauteile erfolgt wie gewohnt anhand der Stückliste, die Platinenfotos (Bild 5 und Bild 6) und der Bestückungsplan bieten eine zusätzliche Orientierung.

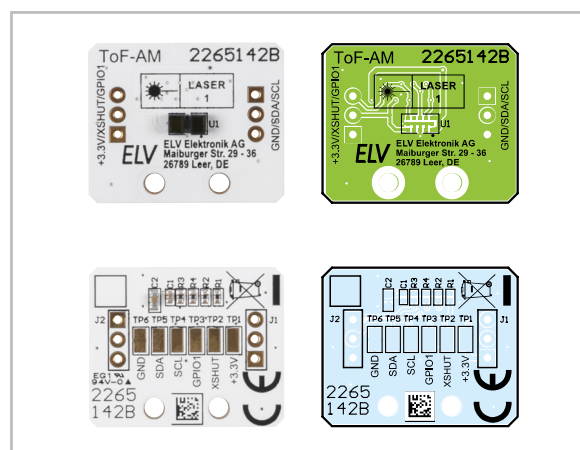


Bild 6: Platinenfotos und Bestückungsdrucke der Sensoreinheit

Es ist sinnvoll, mit dem Bestücken der vier Schraubklemmen zu starten. Diese werden an den Positionen X1, X2, X3 und X4 auf der Basisplatte verlötet (Bild 7). Dabei ist darauf zu achten, dass die Öffnungen nach außen gerichtet sind.

Die drei Relais sind auf den Steckplätzen K1, K2 und K3 (Bild 8) zu montieren. Vergewissern Sie sich, dass die Relais plan auf der Platine aufliegen.

Beim Bestücken der sechs orangefarbenen Leuchtdioden DS1 bis DS6 ist auf die Polarität zu achten.

Der längere Anschlussdraht an dem Gehäuse ist der Anodenanschluss (Bild 9). Dieser muss an der A-Markierung angelötet werden.

Die Entfernung vom Kopf der LED bis zur Platine sollte 18 mm betragen (Bild 10).

Die drei Stiftleisten J2, J3 und J4 sind optional. Sie werden benötigt, wenn das Mini-USB-Modul UM2102N angeschlossen werden soll. Dazu sind zu-

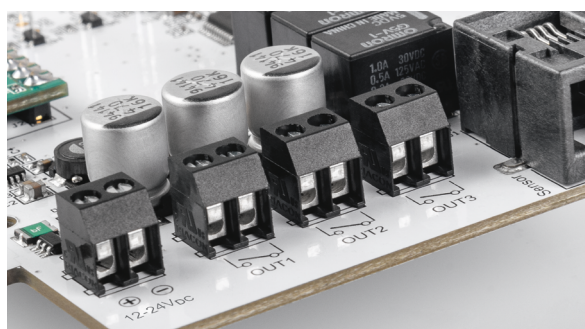


Bild 7: Montage der Schraubklemmen

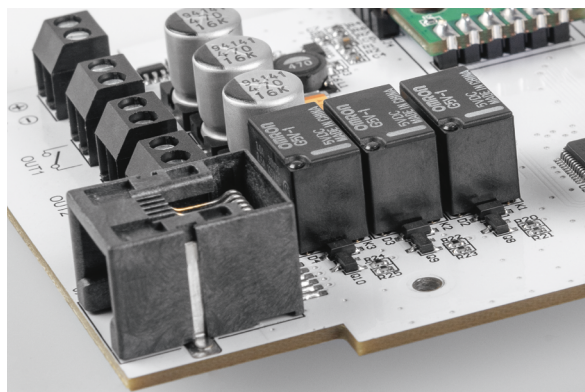


Bild 8: Montage der Relais

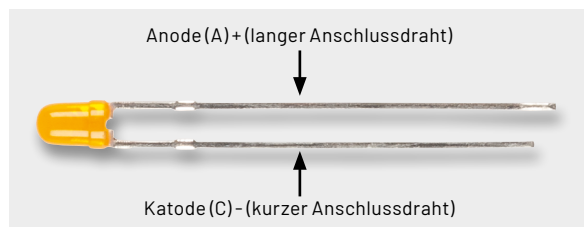


Bild 9: Anschlussbelegung der LED



Bild 10: Einbauhöhe der LEDs

erst die drei Stiftleisten zu montieren, um dann das UM2102N an den Stiftleisten zu verlöten (Bild 11).

Auf der Sensorplatte müssen die beiden 3-poligen Stiftleisten J1 und J2 so verlötet werden, dass der kürzere Teil der Stiftleiste mit dem Kunststoffkranz zur Unterseite hin stehen bleibt. Dafür muss, anders als gewohnt, die lange Seite der Stifte auf der Seite des Kabels durch die Platine gesteckt werden. Die Stiftleisten dienen als Abstandshalter im Gehäuse (Bild 12).

Auf der Seite des ToF-Sensors U1 müssen die Stiftleisten fast bündig mit einem Seitenschneider abgekniffen werden, da die Sensorplatte ansonsten nicht passgenau in das Gehäuse eingelegt werden kann.

Die Stiftleisten und Schaumstoffstreifen sind für die richtige Positionierung der Sensorplatte im Gehäuse wichtig.

**Hinweis:** Die Stiftleisten J1 und J2 sind auf der anderen Seite so zu kürzen, dass diese bündig unterhalb des Gehäusedeckels abschließen. Weiterhin ist zu prüfen, ob die Sensorplatte passgenau in das Gehäuse eingelegt werden kann. Es kann erforderlich sein, an den Kanten der Sensorplatte mit einer Pfeile oder Schmirgelpapier minimal Platinenmaterial abzutragen. So kann sichergestellt werden, dass die Platine passgenau im Gehäuse liegt und der ToF-Sensor optimal vor der Gehäuseausparung positioniert ist.

Das sechspolige vorkonfektionierte Flachbandkabel kann auf die gewünschte Länge gekürzt werden. Dabei darf die maximale Länge von 50 cm nicht überschritten werden. Das offene Ende muss entsprechend Bild 13 (links) abisoliert werden. Die Adern des anderen Endes müssen entsprechend dem Schaltplan an die Lötunkte des Sensormoduls angeschlossen werden (Bild 13, Mitte). Das Kabel muss zum Abschluss mit dem beigelegten Kabelbinder als Zugentlastung gesichert werden (Bild 13, rechts).

Der Kabelbinder muss auf der Seite der Stiftleisten festgezogen und dann bündig mit einem Seitenschneider abgekniffen werden.

#### Widerstände:

2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R3, R4
47 k $\Omega$ /SMD/0402	R1, R2

#### Kondensatoren:

100 nF/16 V/SMD/0402	C1
4,7 $\mu$ F/16 V/SMD/0603	C2

#### Sonstiges:

VL53L1X, SMD	U1
Stiftleisten, 1x 3-polig, gerade	J1, J2
Andruckstreifen, selbstklebend	
50 cm Telefonkabel mit	
1x Western-Modular-Stecker 6P6C	
Gehäuse, bearbeitet und bedruckt, schwarz	
Kabelbinder, 71 x 1,8 mm	

Stückliste Sensor

**! Wichtiger Hinweis:** Es ist darauf zu achten, dass alle Anschlussleitungen räumlich getrennt von netzspannungsführenden Leitungen verlegt werden.

In Bild 14 ist die Zuordnung zwischen Stecker und Löt pads gezeigt.

**Widerstände:**

22 Ω/SMD/0402	R3
220 Ω/SMD/0402	R14-R19
1 kΩ/SMD/0402	R20, R22, R24
2,2 kΩ/SMD/0402	R21, R23, R25
6,8 kΩ/SMD/0402	R7
10 kΩ/SMD/0402	R8-R13
39 kΩ/SMD/0402	R6
56 kΩ/SMD/0402	R5
100 kΩ/SMD/0402	R1
220 kΩ/SMD/0402	R4
PTC/0,2 A/30 V/SMD	RT1

**Kondensatoren:**

22 pF/50 V/SMD/0402	C41, C42
56 pF/50 V/SMD/0402	C7
1 nF/50 V/SMD/0402	C4
100 nF/16 V/SMD/0402	C18, C20, C21
100 nF/50 V/SMD/0603	C3, C5, C6, C12, C13
470 nF/16 V/SMD/0402	C43
4,7 µF/16 V/SMD/0805	C2
22 µF/16 V/SMD/1206	C19, C8
100 µF/10 V/SMD/2312	C9
470 µF/16 V/SMD	C1, C10, C11

**Halbleiter:**

MP4420H/SMD	U1
ELV221806/SMD	U2
S1206B33U3T1, MCP1700T-3302E/MB, SOT89-3	VR1
uPA1918TE/SMD	Q1
BC847C/SMD	Q2-Q10
BAT43W/SMD	D1
1N4148W/SMD	D2-D4
LED/orange/THT/3 mm	DS1-DS6

**Sonstiges:**

Speicherdrossel, SMD, 47 µH/590 mA	L1
Quarz, 16,000 MHz, SMD	Y2
Relais, coil: 5 V, 1 Form C (CO) 1x toggle, 30 Vdc, 120 Vac, 1 ADC, 1 AAC	K1-K3
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	S1,S2
Tastkappen	S1,S2
Schraubklemmen, 2-polig, Drahtführung 90°, RM=3,5 mm, THT, black	X1-X4
Modulare Einbaubuchse, 6-polig, ungeschirmt, SMD	J1
Stiftleiste, 1x 6-polig, gerade, THT	J2
Stiftleisten, 1x 5-polig, gerade	J3, J4
Gehäuseoberteil, bearbeitet und bedruckt, schwarz	
Gehäuseunterteil, bedruckt, schwarz	
Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	

Stückliste Basis

**Hinweis:** Wenn der Sensor über die modulare Einbaubuchse J1 mit der Basis verbunden wird, lässt sich der Stecker nur noch mithilfe eines Werkzeugs wieder lösen. Der kleine Rasthebel am TAE-Stecker zeigt zur Platine und wird zusätzlich durch den Rand des Gehäuses geschützt. Dadurch kann man diesen Hebel z. B. nicht mehr allein mit den Fingern anheben.

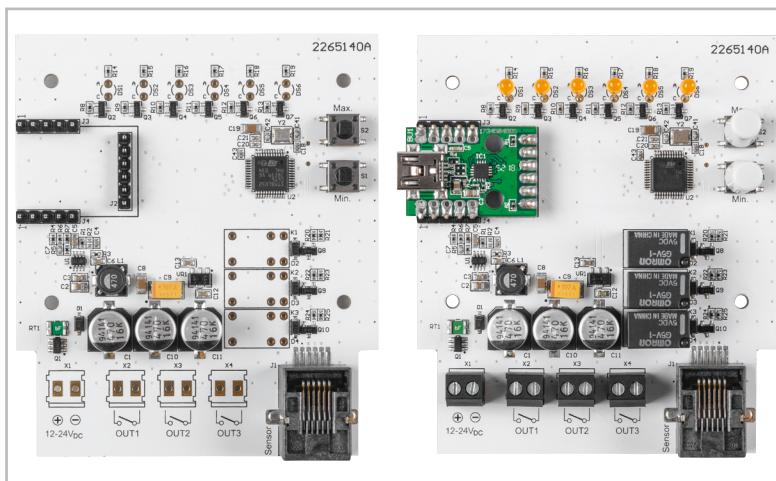


Bild 11: Montage der Stiftleisten und des UM2102N

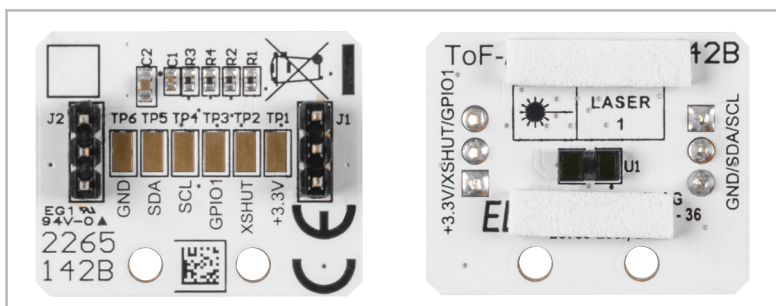


Bild 12: Bestückte Stiftleisten J1 und J2 auf der Sensorplatine. Anders als sonst üblich wird das lange Ende der Stiftleiste durch die PCB geführt.

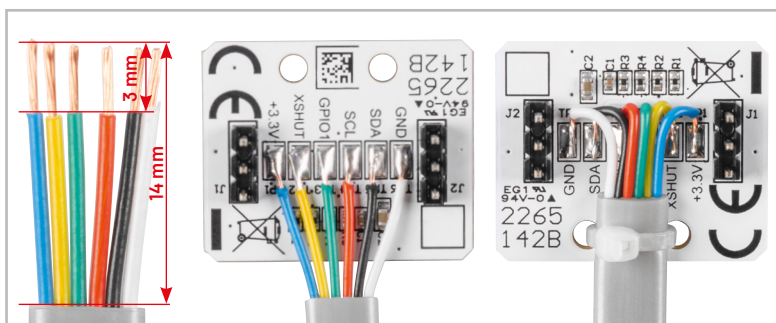


Bild 13: Absolieren der Leitungen, Auflöten der Leitungen und Fixierung mit Kabelbindern

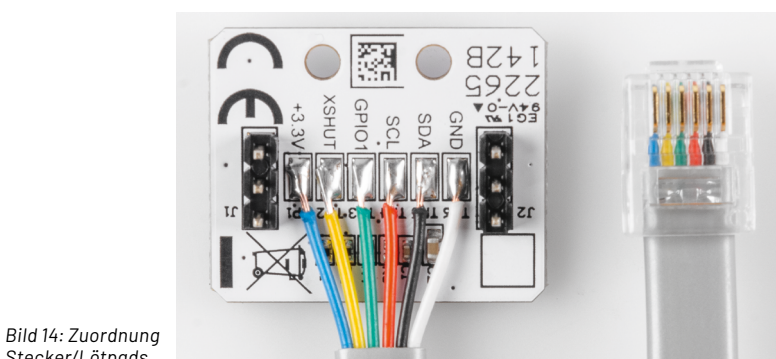


Bild 14: Zuordnung Stecker/Löt pads



## Funktionsübersicht ToF-AM

### Taster

- Kurzer Tastendruck (1-5 Sekunden) auf „Min.“-Taste: neuen Mindestabstand speichern
- Kurzer Tastendruck (1-5 Sekunden) auf „Max.“-Taste: neuen Maximalabstand speichern
- Langer Tastendruck „Min.“-Taste: Relais ein- und ausschalten:  
Wechsel zwischen:
  - addierend (Relais schalten nacheinander ein - LED 2 bis LED 4 leuchten)
  - einzeln (LED 2 und LED 4 leuchten)
  - aus (LED 2 leuchtet)
- Langer Tastendruck „Max.“-Taste: LEDs ein- und ausschalten; wenn die LEDs ausgeschaltet sind, leuchtet LED 5 durchgängig
- Langer Tastendruck „Min.“- und „Max.“-Taste: Wechsel zwischen Distanzmodus Short und Long
  - Short (LED 1 und LED 2 leuchten)
  - Long (LED 5 und LED 6 leuchten)

### LEDs

- Beim Starten des Geräts leuchten der Reihe nach LED 1 bis LED 6 komplett auf.
- Je geringer die Distanz, desto mehr LEDs leuchten: viel Distanz (LED 1) bis wenig Distanz (LED 6).
- LED 3 leuchtet dauerhaft, wenn die Distanz größer als der eingestellte Maximalabstand ist.
- LED 5 leuchtet dauerhaft, wenn die Funktion der LEDs abgeschaltet ist.
- LED 3 und LED 4 blinken fünf Mal und das Gerät macht einen Neustart, bei einem Kommunikationsfehler mit dem abgesetzten Sensor.
- Alle LEDs blinken, wenn länger als 1 Sekunde keine gültigen Messwerte ermittelt werden können, z. B. wenn der Abstand zu groß für den eingestellten Messbereich ist.

### Relais

Je geringer die Distanz, desto mehr Relais sind angezogen bzw. im Einzelmodus:

Relais 1 → viel Distanz, 2 → mittlere Distanz, 3 → wenig Distanz

## Bedienung und Konfiguration

Die Spannungsversorgung wird über die Schraubklemme X1 zugeführt. Der Spannungsbereich beträgt 12 V bis 24 V (DC). Mit dem Einschalten der Spannung leuchten die LEDs der Reihe nach von 1 bis 6 auf, bis alle sechs LEDs leuchten. Anschließend beginnt der ToF-Sensor für jeweils 200 ms mit der Erfassung der Entfernung.

### Anzeigemodi der Leuchtdioden

Die Leuchtdioden zeigen die gemessene Entfernung an. Dabei gilt: Je mehr LEDs aufleuchten, desto mehr befindet sich das Objekt in der Nähe des eingestellten Mindestabstands.

Sollte die gemessene Entfernung größer als der eingestellte Mindestabstand sein, leuchtet die LED 3 dauerhaft zur Signalisierung der Betriebsbereitschaft auf.

Wenn das Aufleuchten der Leuchtdioden als störend empfunden wird, lässt sich diese Funktion mit einem langen Tastendruck (> 5 Sekunden) der „Max.“-Taste abschalten. Dann leuchtet nur noch die LED 5 dauerhaft. Wenn die LEDs wieder eingeschaltet werden sollen, muss die „Max.“-Taste nochmals lange (> 5 Sekunden) gedrückt werden.

### Relaisschaltausgänge

Die Relaisschaltausgänge OUT1, OUT2 und OUT3 werden anfänglich nicht geschaltet. Diese Einstellung kann aber durch einen langen Tastendruck (> 5 Sekunden) der „Min.“-Taste geändert werden. Die Leuchtdioden signalisieren kurz nach dem Wechsel, welcher Modus aktiviert wird. Für den Modus, in dem immer nur ein Relais geschaltet wird, leuchten LED 2 und LED 4 kurz auf. Für den Modus, in dem immer mehr Ausgänge geschaltet werden, je näher das Objekt ist, leuchten LED 2, LED 3 und LED 4. Für den Aus-Modus leuchtet nur LED 2 kurz auf.

### Abstandsmessung

Für die Abstandsmessung können Sie zwischen den Einstellungen Short und Long wählen. Dies geschieht, indem beide Tasten gleichzeitig und lange (> 5 Sekunden) gedrückt werden. Der Short-Modus ist am Anfang ausgewählt. Dieser kann nur bis zu einer Entfernung von 1,3 Metern messen. Er ist jedoch wesentlich unempfindlicher gegenüber Störlicht als der Long-Modus.

Der Long-Modus misst bis zu einer Entfernung von 3,6 Metern. Beim Ändern leuchten LED 1 und LED 2 für Short und LED 5 und LED 6 für Long. Beim Ändern wechseln die LEDs entsprechend zu der neuen Einstellung.

### Minimale und maximale Entfernung

Nach der Auswahl des für die Anwendung geeigneten Modus können die minimale und maximale Entfernung für die LED-Anzeige und die drei Ausgänge neu konfiguriert werden. Zu Beginn ist 0,1 m als Minimum und 1,0 m als Maximum eingestellt. Um die Werte zu ändern, wird das Objekt auf den Minimal- bzw. Maximalwert positioniert und anschließend kurz die Taste „Min.“ bzw. „Max.“ gedrückt. Während der Speicherung blinkt drei Mal LED 6 für den Min.-Wert bzw. LED 1 für den Max.-Wert. Gleichzeitig werden die neuen Min.- bzw. Max.-Werte zur Überprüfung über den UART ausgegeben.

## Setzen der Min.- und Max.-Abstandswerte

Es gibt zwei Möglichkeiten beim Setzen der Min.- und Max.-Abstandswerte.

### ❶ Funktion als Abstandsmelder z. B. für das Einparken in der Garage

Min. bezeichnet in diesem Fall den kleinsten und Max. den größten Abstand. Je mehr LEDs leuchten, desto geringer ist der Abstand zum Sensor. Dabei geben die LEDs 1, 5 und 6 bestimmte Stati aus, zudem werden die Relaisausgänge entsprechend geschaltet:

- LED 1 fängt an zu leuchten, und OUT1 wird geschaltet, sobald der eingestellte Maximalabstand unterschritten wird
- LED 5 fängt an zu leuchten, und OUT2 wird eingeschaltet, als Warnung, dass bald der Minimalabstand erreicht wird.
- LED 6 fängt an zu leuchten, und OUT3 wird bei Erreichen des Minimalabstands eingeschaltet.

Die anderen LEDs werden gleichmäßig auf den eingestellten Bereich zwischen Minimal- und Maximalabstand aufgeteilt.

Bei der Einstellung des Minimalabstands sollte auf genügend Puffer geachtet werden, z. B. für das Auto in der Garage, dass bei Erreichen des Minimalabstands noch genügend Platz zum Stoppen und eventuell Nachrollen des Autos vorhanden ist.

**Hinweis:** Sollten die LEDs umgekehrt von LED 6 zu LED 1 aufgefüllt werden, je geringer die Distanz wird, und auch die Ausgänge in umgekehrter Folge schalten, so sind die Min.- und Max.-Werte vertauscht und der Modus ist als Füllstandsanzeige aktiv.

### Anwendungsbeispiel

Die LED 3 leuchtet und die Relaisausgänge sind ausgeschaltet, solange das Auto weiter als der eingestellte Maximalabstand entfernt ist. Unterschreitet das Auto nun den Maximalabstand, schaltet der erste Ausgang OUT1 z. B. eine grüne Leuchte. Nähert sich das Auto nun immer weiter, schaltet bei LED 5 das Relais OUT2 z. B. eine gelbe Leuchte als Warnung, dass der minimale Abstand bald erreicht ist. Schließlich leuchtet die LED 6 beim Erreichen des minimalen Abstands auf und der Relaisausgang OUT3 schaltet dann z. B. eine rote Warnleuchte.



Anwendungsbeispiel als Abstandsmelder mit dem Verhalten der LEDs und der Relaisausgänge

## 🔗 Funktion als Füllstandssensor z. B. für Zisterne

Dabei werden Min.- und Max.-Werte vertauscht konfiguriert.

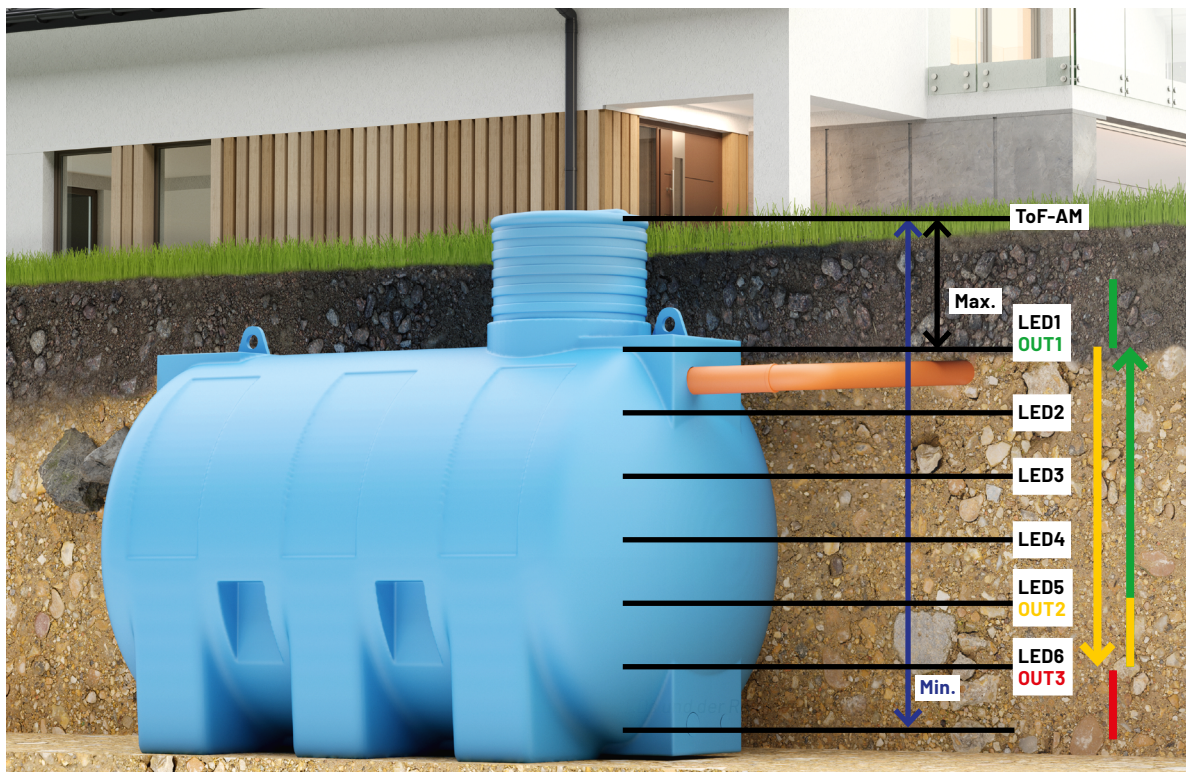
Min. bezeichnet in diesem Fall den größten Abstand (= minimaler Füllstand) und Max. den kleinsten Abstand (= maximaler Füllstand). Je mehr LEDs leuchten, desto höher ist der Füllstand. Dabei geben die LEDs 1, 5 und 6 bestimmte Stati aus, zudem werden die Relaisausgänge entsprechend geschaltet:

- LED 6 und OUT3 sind bei minimalem Füllstand eingeschaltet.
- LED 5 und OUT2 sind eingeschaltet, als Warnung, dass bald der Minimalabstand erreicht wird, wobei OUT2 nach Erreichen dieses geringen Füllstands aktiv bleibt, bis der maximale Füllstand wieder erreicht ist.
- LED 1 und OUT1 werden beim Erreichen des maximalen Füllstands eingeschaltet, wobei OUT1 aktiv bleibt, bis die Warnschwelle bei LED 5 erreicht wird.

Sollte beim Einschalten der Füllstand zwischen LED 5 und LED 1 liegen, ist OUT1 aktiv.

## Anwendungsbeispiel

Im Single-Modus der Relaischaltausgänge (s. „Relaischaltausgänge“) könnte OUT2 eine Pumpe zum Auffüllen einschalten. Beim Erreichen der Warnschwelle, signalisiert durch das Aufleuchten der LED 5, wird die Pumpe eingeschaltet und beim Erreichen des maximalen Füllstands wieder abgeschaltet. Die Pumpe wird dann erst wieder bei Unterschreiten der Warnschwelle, signalisiert durch das Aufleuchten der LED 5, eingeschaltet.



## Hysterese

Damit die LEDs und Relais bei leichten Messwertschwankungen nicht ständig umschalten, gibt es eine Hysterese von 1 cm, die durchlaufen werden muss, bevor in den vorherigen Zustand gewechselt wird.

## Werksreset

Um das Gerät wieder in den Ursprungszustand zu versetzen, ist ein Werksreset möglich. Dieser wird wie folgt durchgeführt:

- Beim Power-up die Taste „Min.“ gedrückt halten
- Die LED 1 leuchtet dauerhaft, und LED 5 und LED 6 blinken im Wechsel.
- Die Taste „Min.“ loslassen, es erhöht sich die Blinkfrequenz.
- Nun die Taste „Min.“ erneut für mindestens 5 Sekunden gedrückt halten.
- Danach leuchten LED 1, LED 5 und LED 6 dauerhaft, der Werksreset ist erfolgt.
- Nach dem Loslassen der Taste „Min.“ startet das Gerät neu.
- Wird für 10 Sekunden keine Taste oder eine Taste nur kurz gedrückt, startet das Gerät normal, ohne die Daten zu löschen.

Nach dem Werksreset sind folgende Einstellungen vorhanden:

- distance mode: „short“
- min value: 100 mm
- max value: 1000 mm
- relais mode: „off“
- LED: „on“

## UART-Kommunikation

Die Platine des Time-of-Flight-Abstandsmelders ist für eine Kommunikation über UART bereits vorbereitet. Dafür wird zusätzlich das Mini-USB-Modul UM2102N [1] benötigt. Wird dieses über ein USB-Kabel mit einem PC verbunden, können die Daten mit Programmen wie PuTTY [3] oder HTterm [4] angezeigt werden.

### Einstellungen der Schnittstelle

Baud: 115.200  
Data: 8  
Stop: 1  
Parity: None

### Funktionsübersicht UART

- Beim Start: Gerätename, Firmware-Version und Einstellungen:

```
-----
Programmstart: Time of Flight Abstandssensor ToF-AM
Firmwareversion: 1.0.60
-----
```

- Ausgabe jede Sekunde: gemessene Distanz und der dazugehörige Messstatus des Sensors:  
*range Status: 0 range: 0 m 82 cm 1 mm*  
Zusätzlich Ausgabe bei Änderung der LED-/Relaiszustände
- Ausgabe, was durch einen Tastendruck passiert (neue Distanz gespeichert, LED/Relais ein/aus)  
*min value: 56 mm saved*  
*max value: 874 mm saved*  
*LED turned on/off*  
*relais mode changed to „off“*  
*relais mode changed to „add“*  
*relais mode changed to „single“*  
*distance mode changed to „short“*  
*distance mode changed to „long“*

Sensor entfernt oder Kommunikationsfehler:

Wenn der Sensor entfernt wird, blinken LED 3 und LED 4 fünf Mal, und über UART wird eine Fehlermeldung ausgegeben:  
*I2C sensor error*

Danach startet das Gerät neu:  
*system restart*

### Bedienung UART

Mit dem Herstellen der Spannungsversorgung am ToF-AM und einer Verbindung über die serielle Schnittstelle z. B. mittels UM2102N werden zunächst der Name und die Firmware-Version ausgegeben. Im Anschluss daran werden die Werte für die minimale und maximale Distanz sowie der Modus der Relaisschaltgänge bzw. der LEDs angezeigt.

Danach wird jede fünfte Distanzmessung ausgegeben. Sobald eine Einstellung durch einen Tastendruck verändert wird, lässt sich dies auch am PC im Terminalprogramm ablesen (Bild 15).

Beim Range-Status werden nur Messwerte mit dem Status 0 als gültig akzeptiert. Sollte länger als eine Sekunde keine gültigen Messwerte erfasst werden, blinken alle LEDs zur Warnung auf. Alle anderen Statusmeldungen deuten auf fehlerbehaftete Messwerte hin.

Nähere Infos zu den Statusmeldungen finden sich im User Manual des ToF-Sensors [2].

```

HTerm 0.8.9 - [nterm.cfg]
File Options View Help
Connect Port COM7 Baud 115200 Data 8 Stop 1 Parity None CTS Flow control
Rx 308084 Reset Tx 0 Reset Count 0 Newline at CR+LF Show newline characters New on
Clear received Ascii Hex Dec Bin Save output Clear at 0 Newline every ... characters 0 Autocroll Show errors Newline after ... ms
Received Data
1 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65
-----
Programmstart: Time of Flight Abstandssensor ToF-AM
Version: 1.0.6
-----
distance mode: 'short'
min value: 226 mm
max value: 745 mm
relais mode: 'add'
LED: 'on'
Chip booted
range Status: 203 range : 33 m 94 cm 5 mm
LED and RELAIS changed: range Status: 0 range : 0 m 56 cm 4 mm
range Status: 0 range : 0 m 56 cm 4 mm
range Status: 0 range : 0 m 56 cm 5 mm
range Status: 0 range : 0 m 56 cm 4 mm
LED changed: range Status: 0 range : 0 m 52 cm 9 mm
range Status: 0 range : 0 m 52 cm 0 mm
LED changed: range Status: 0 range : 0 m 43 cm 1 mm
range Status: 0 range : 0 m 43 cm 1 mm
LED and RELAIS changed: range Status: 0 range : 0 m 32 cm 2 mm
range Status: 0 range : 0 m 32 cm 2 mm
LED and RELAIS changed: range Status: 0 range : 0 m 21 cm 9 mm
range Status: 0 range : 0 m 21 cm 9 mm
range Status: 0 range : 0 m 14 cm 6 mm
Selection (-)
History -/0/30 Not connected

```

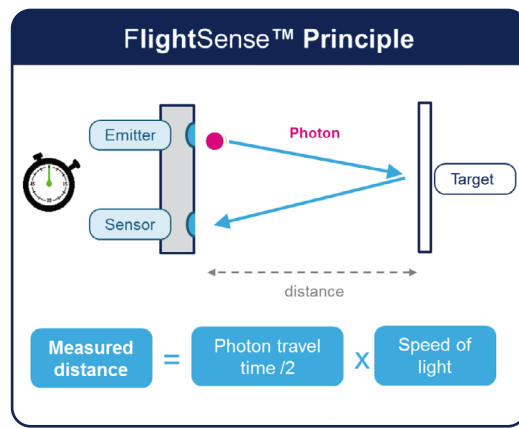
Bild 15: UART-Ausgabe der gemessenen Entfernung, Firmware-Version und Stati der LED-/Relais-schaltgänge im Terminalprogramm HTerm

### ToF – Time-of-Flight Sensor

Time-of-Flight (ToF) beschreibt ein Verfahren, bei dem durch ein spektrales Signal ein Abstand gemessen wird. Dabei unterscheidet man zwei Methoden.

Bei der Frequenzmodulation wird der kontinuierlich ausgesendete Laserstrahl in der Frequenz verändert. Beim Auftreffen (Reflexion) auf einen Gegenstand wird die veränderte Frequenz (Zwischenfrequenz) im Empfänger ermittelt. Diese Zwischenfrequenz ist proportional zu dem Abstand zum Objekt.

Die zweite Methode wird auch von dem hier eingesetzten Sensor verwendet. Es wird ein Laserpuls ausgesendet, der von einem Objekt reflektiert wird. Die Zeitverzögerung zwischen Absenden und Empfangen der Reflexion wird gemessen und steht im direkten Verhältnis zu dem Abstand zum Objekt. Die Entfernung kann also über die verstrichene Zeit und die Lichtgeschwindigkeit berechnet werden (siehe Bild).



Prinzip der Entfernungsmessung über die Zeitdifferenz zwischen dem Absenden und dem Empfang des Laserimpulses

## Gehäuseeinbau

### Basisplatine

Die Basisplatine kann über die vier beigelegten Schrauben in die Unterschale des Anzeigegehäuses montiert werden. Danach kann das Oberteil aufgesteckt und mit den zwei beiliegenden Schrauben fixiert werden. Es ist darauf zu achten, dass die LEDs durch die vorgesehenen Gehäuselöcher ragen und beim Zusammensetzen nicht verbogen werden.

**Hinweis:** Nach dem Einbau des Mini-USB-Moduls UM2102N lässt sich das Gehäuseoberteil etwas schwerer aufsetzen, da die USB-Buchse des Moduls das Gehäuseteil etwas wegdrückt. Dazu sollte die Oberschale seitlich zuerst über die USB-Buchse geschoben und dann nach unten auf das Gehäuseunterteil geschoben werden.

### Sensorplatine

Die Sensorplatine ist mit vormontiertem Kabel in das Sensorgehäuse einzulegen. Der ToF-Sensor U1 muss dabei durch die Aussparung im Gehäuse schauen.

**Hinweis:** Gegebenenfalls ist auf der Sensoroberfläche noch eine Schutzfolie montiert. Diese muss jetzt entfernt werden.

Der Schaumstoff auf der Platine sorgt für den korrekten Abstand, so dass der Sensor nicht übersteht. Um den Sensor vor Berührung mit Schmutz oder Feuchtigkeit zu schützen, kann ein dünnes Glas oder ein geeigneter Kunststoff aufgeklebt werden. Das Sensorgehäuse muss plan auf einen Gegenstand geschraubt werden, um die Rückseite ordnungsgemäß zu schließen. **ELV**

### Technische Daten

Geäte-Kurzbezeichnung:	ToF-AM
Spannungsversorgung:	12–24 VDC
Stromaufnahme:	max. 200 mA, Stand-by 16 mA
Messbereich (Short-Modus):	4 cm – 1,3 m
Messbereich (Long-Modus):	4 cm – 3,6 m
Relaisausgänge:	Max. Schaltspannung 30 V Max. Schaltstrom 1 A
Lastart:	Ohmsche Last
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55°C
Abmessungen (B x H x T):	Basisgehäuse 99,4 x 88,9 x 25,8 mm Sensorgehäuse 42 x 23 x 11 mm
Gewicht:	112 g

## Weitere Infos

- [1] ELV Bausatz Mini-USB-Modul UM2102N: Artikel-Nr. [150952](#)
- [2] Statusmeldungen des ToF-Sensors (Tabelle 4):  
[https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user\\_manual/group0/98/0d/38/38/5d/84/49/1f/DM00474730/files/DM00474730.pdf/jcr:content/translations/en.DM00474730.pdf](https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user_manual/group0/98/0d/38/38/5d/84/49/1f/DM00474730/files/DM00474730.pdf/jcr:content/translations/en.DM00474730.pdf)
- [3] PuTTY: <https://www.putty.org/>
- [4] HTterm: <https://www.der-hammer.info/pages/terminal.html>

Alle Infos finden Sie auch online unter: [de.elv.com/elvjournal-links](http://de.elv.com/elvjournal-links)



- Den Laserstrahl nicht auf Personen richten
- Nicht in den direkten oder reflektierten Strahl blicken
- Manipulationen (Änderungen) an der Lasereinrichtung sind unzulässig.
- Diese Gebrauchsanleitung ist aufzubewahren und bei Weitergabe der Lasereinrichtung mitzugeben.