



Entfernungs-Experte

LoRIS Applikationsmodul Abstandsüberwachung 1 LoRIS-AM-DIS1 für LoRaWAN

Mit dem LoRIS Applikationsmodul Abstandsüberwachung 1 (LoRIS-Distance1) bekommt das LoRIS-System die Möglichkeit, Abstände für verschiedene Anwendungsfälle zu erfassen. Das LoRIS-AM-DIS1 ist mit einem Time-of-Flight-Sensor (ToF) ausgestattet, der Abstände zwischen 4 cm und 3,60 m erfasst. Der Abstandswert wird von der LoRIS-Base ins LoRaWAN versendet. Das Modul hat einen durchschnittlichen Stromverbrauch von 20 μ A und eignet sich daher auch für batteriebetriebene Anwendungen. In Kombination mit einem LoRIS-Powermodul lässt sich somit eine einfache, stromsparende und abgesetzte Abstandsüberwachung mit den für LoRaWAN typischen, hohen Reichweiten realisieren.

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



LoRIS-AM-DIS1

Artikel-Nr.
157511

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com

i Infos zum Bausatz LoRIS-AM-DIS1

Schwierigkeitsgrad:
leicht

Bau-/Inbetriebnahmezeit:
ca. 0,5 h

Besondere Werkzeuge:
Cuttermesser und Seitenschneider oder Sägeblatt

Lötterfahrung:
nein

Programmierkenntnisse:
nein

Elektrische Fachkraft:
nein

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten

Der Einsatz einer Abstandsüberwachung ist in verschiedenen Szenarien denkbar. Beispielsweise kann der Abstand zwischen einem Carportdach oder einer Garagendecke und einem Fahrzeugdach ermittelt und so die Belegungsmöglichkeit eines Parkplatzes ermittelt werden. Das LoRIS-Distance1 ist aber auch als Stand-alone-Gerät nutzbar und kann per I²C-Bus an andere Mikrocontroller wie Arduino oder ESP8266/ESP32 bzw. Single-Board-Computer wie einen Raspberry Pi angeschlossen werden.

Bei der Anwendung im LoRaWAN in Verbindung mit der LoRIS-Base [1] muss dazu kein Internet über WLAN oder eine Verbindung über mobile Dienste vorhanden sein – das System arbeitet im lizenzfreien Frequenzband um 868 MHz. Ein entsprechendes LoRaWAN-Gateway muss allerdings in Reichweite sein, die bei LoRaWAN aber zum Teil mehrere Kilometer betragen kann.

Modulsystem

Das LoRIS-Distance1 wird fertig aufgebaut und im bekannten Modulformfaktor geliefert. So kann es problemlos mit der LoRIS-Base zur

Auswertung und LoRaWAN-Kommunikation verwendet werden (Bild 1). Als Spannungsversorgung kann z. B. das LoRIS-Buttoncell [2] oder das LoRIS-EnergyHarv [3] verwendet werden. Somit lässt sich ein vollständiger und kompakter Abstandsmelder zusammenbauen. Da der Abstandssensor auf den zu erfassenden Gegenstand ausgerichtet werden muss, besteht die Möglichkeit, den Sensor von dem Applikationsmodul zu lösen und über eine Flachbandleitung abzusetzen. Damit ist ein sehr flexibler Einbau möglich.

Messung von Abständen zu Gegenständen

Die Firmware für das LoRIS-Distance1, die als Hex-File im Downloadbereich [4] zur Verfügung gestellt wird, ermöglicht die Abstandsmessung und überträgt den Abstand zwischen der Sensoroberfläche und der Oberfläche eines Gegenstands.

Es ist also keine Programmierung notwendig – die Firmware muss nur über USB und mithilfe des LoRIS-Base-Flasher-Tools auf die LoRIS-Base gespielt werden. Danach wird das LoRIS-Distance1 aufgesteckt.

Die Software und Anleitungen dazu finden sich im Downloadbereich unter [1].

Die Applikation misst zyklisch im eingestellten Messintervall den Abstand und vergleicht den aktuellen Wert mit dem zuletzt gesendeten. Wenn die Differenz zwischen neuem und altem Wert einen konfigurierbaren Wert (Delta) überschreitet, wird die neue Entfernung per LoRaWAN versendet (Send-on-Delta). Im Auslieferungszustand ist das Delta auf 15 cm eingestellt. Liegt die Differenz unter dem vorgegebenen Wert, wird der neue Wert nicht gesendet.

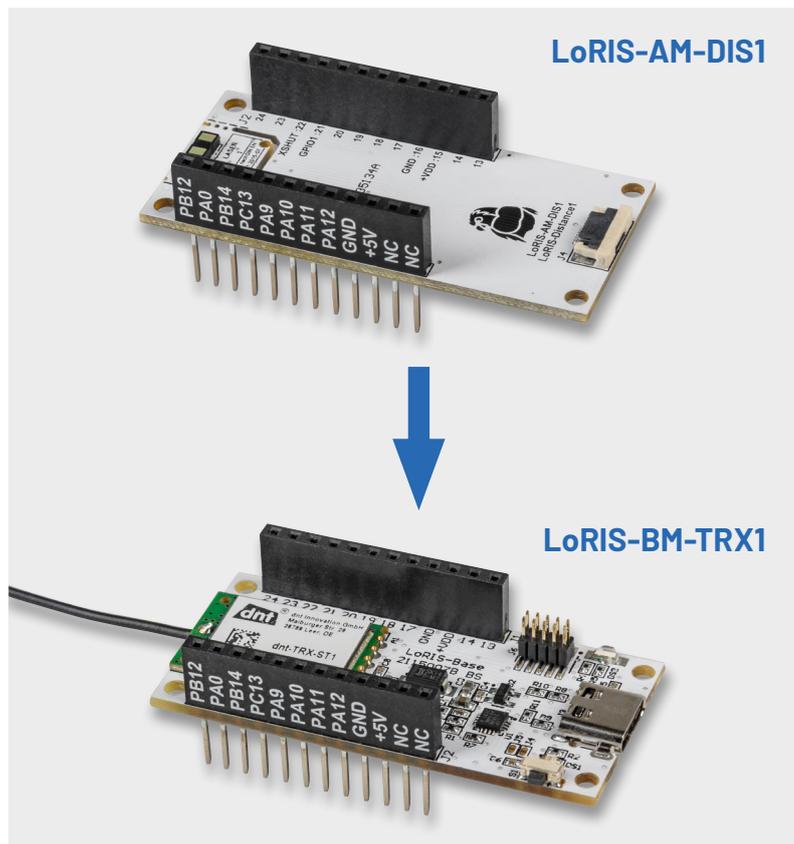


Bild 1: Das LoRIS-Distance1 Applikationsmodul kann von oben oder unten (nur bei abgesetztem Sensor) auf die LoRIS-Base gesteckt werden.

Mit dieser Implementierung lässt sich die Batterielaufzeit stark beeinflussen, da das Senden von Daten per LoRaWAN in dieser Applikation den größten Teil der Stromaufnahme ausmacht. Bei der Konfiguration sollte also klar sein, dass das Delta einen Einfluss auf die Batterielaufzeit hat. Je kleiner das Delta, desto empfindlicher ist die Erkennung, was zu mehr LoRaWAN-Sendungen führt.

Bild 2: UART-Ausgabe der gemessenen Entfernung (in mm) im Programm HTerm

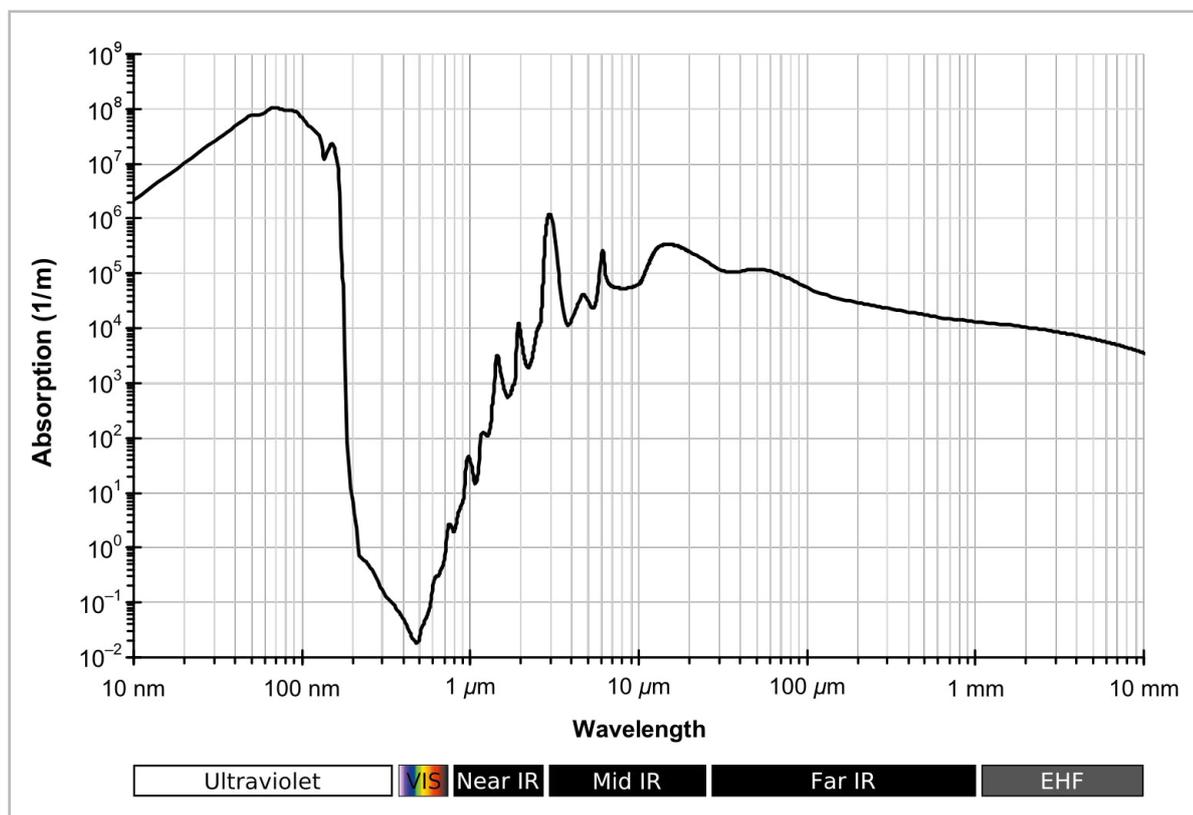


Bild 3: Absorptionsspektrum von Wasser, Quelle: Kebes at English Wikipedia (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorption_spectrum_of_liquid_water.png), „Absorption spectrum of liquid water“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Auch das Messintervall kann konfiguriert werden. Dieses wirkt sich natürlich auch direkt auf die Batterieladungszeit aus. Im Werkszustand ist das Messintervall mit 20 s voreingestellt. Unabhängig von der Entfernungsmessung ist eine zyklische Statusmeldung implementiert, sodass das LoRIS-Distance1 mindestens im 24-Stunden-Takt eine Statusmeldung sendet. Die Statusmeldung dient dazu, die Aktivität und den Batteriestatus mitzuteilen.

Neben der Ausgabe der Entfernung per LoRaWAN wird die gemessene Entfernung zusätzlich über die USB-Schnittstelle von der LoRIS-Base ausgegeben. Im eingestellten Messintervall wird eine Ausgabe in mm über die serielle Schnittstelle (UART) gesendet. Die Messwerte können beispielsweise mit dem Programm PuTTY oder HTerm sichtbar gemacht werden. Dazu ist die LoRIS-Base mit aufgestecktem LoRIS-Distance1 über ein USB-Kabel mit einem PC zu verbinden. Nach Auswahl des korrekten COM-Ports werden die Messwerte in mm zyklisch ausgegeben. Die Einstellungen für die Baudrate, Data, Stop und Parity können aus Bild 2 entnommen werden.

Das LoRIS-Distance1 lässt sich z. B. über einem Kfz-Stellplatz montieren, um über den gemessenen Abstand auf die Belegung zu schließen. Weiterhin könnte mit dem LoRIS-Distance1 der Flüssigkeitsspiegel von Behältnissen erfasst werden. Da der Sensor mit einer Wellenlänge von 940 nm arbeitet, muss hier das Absorptionsspektrum der zu messenden Flüssigkeit betrachtet werden. Bild 3 zeigt beispielsweise das Absorptionsspektrum von Wasser.

Bei 940 nm ist die Absorption also sehr gering. Die Abweichung zur Oberfläche von sauberem Wasser ist daher minimal. Bei Verschmutzungen im

Wasser kann dies aber abweichen. Eine manuelle Messung der Entfernung zum Wasser kann genutzt werden, um die Distanz in der Softwareanwendung mit einem Offset zu versehen.

Beim Messen von Flüssigkeiten sollte darauf geachtet werden, dass der Sensor gegen Feuchtigkeit geschützt wird. Hier empfiehlt der Hersteller STMicroelectronics in der Application Note AN5231 [5] Materialien, welche zu mindestens 85 % durchlässig für die Wellenlänge von 940 nm sind. Ein geeignetes Material dafür könnte zum Beispiel Acrylglas (PMMA) mit einer Durchlässigkeit von 94 % sein. Weiterhin werden gehärtetes Glas oder Polycarbonat empfohlen (85–88 % Durchlässigkeit). Von zusätzlichen Beschichtungen wird abgeraten.

Bei der Abdeckung durch eins der genannten Materialien ist weiterhin auf den Luftspalt und das dadurch verursachte Übersprechen zu achten. Der Abstand zwischen Sensoroberfläche und Abdeckung sollte so klein wie möglich gewählt werden. Ebenfalls ist das Material so dünn wie möglich zu wählen. Beide Empfehlungen sorgen für ein geringes Übersprechen im Sensor, sodass die Messwerte weiterhin von hoher Güte sind.

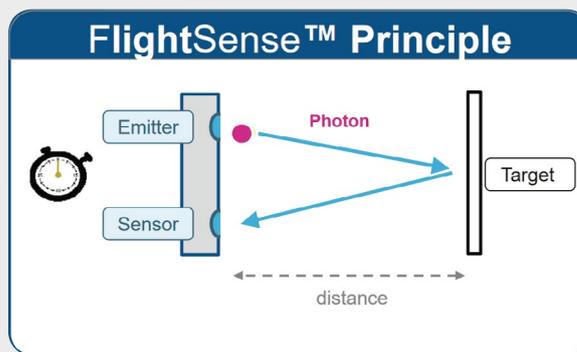
Das LoRIS-Distance1 lässt sich beispielsweise auch in der Füllstanderkennung für Abfalleimer einsetzen. Bei der Montage im Deckel eines Abfallbehälters lässt sich der Füllstand über den Sensor erfassen. Im Sportbootbereich könnte der Sensor seitlich am Steg montiert werden, sodass ein anliegendes Boot detektiert und so der Anlegeplatz als belegt gemeldet werden kann. Auch hier sollte aufgrund des Einsatzortes unbedingt auf eine Wasserdichtigkeit geachtet werden.

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 zwischen 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 vom im LoRIS-Distance1 eingesetzten Sensor verwendet. Hier wird ein Laserpuls ausgesendet (siehe Bild), welcher von einem Objekt reflektiert wird. Dabei wird die Zeitverzögerung zwi-



ToF-Entfernungsmessung

schen dem Absenden des Pulses und dem Empfang der Reflexion gemessen. Diese steht im direkten Verhältnis zu dem Abstand zum Objekt. Die Entfernung kann also über die verstrichene Zeit und die Lichtgeschwindigkeit berechnet werden.

Schaltung

Die Platinenfotos und die Bestückungsdrucke zeigen die Ober- und Unterseite des LoRIS-Distance1-Moduls (Bild 4).

Die Spannungsversorgung +VDD (3–3,3 V) wird von der LoRIS-Base, einem Powermodul wie dem LoRIS-Buttoncell oder einer externen Quelle zugeführt (Bild 5). Zentrales Bauteil ist der Time-of-Flight-Sensor U1 (s. Technikwissen), der die Abstände ermittelt.

Die ermittelten Werte lassen sich über die Kommunikationsschnittstelle I²C (SCL/SDA) abrufen. Weiterhin wird der Sensor über I²C konfiguriert. Die I²C-Schnittstelle ist mit der LoRIS-Base verbunden, damit die LoRIS-Base die Kommunikation mit dem Sensor übernehmen kann. Der Pin 7 (GPIO1) an U1A kann als Interrupt konfiguriert werden. Pin 5 (XSHUT) kann für die Steuerung eines Ruhemodus genutzt werden. Der ToF-Sensor U1 ist auf einer Ausbrechplatine untergebracht und mit einer Buchse (J3) für das beigelegte 10 cm lange Flachbandkabel verbunden. Das Gegenstück (J4) ist wie die Stift-Buchenleisten J1 und J2 auf der Applikationsplatine zu finden. Wenn die Sensor-PCB abgesetzt werden

soll, kann diese über das Flachbandkabel mit der Applikationsplatine verbunden werden (Bild 6).

Bedienung und Konfiguration

Die Integration in die Netzwerk-Infrastruktur beispielsweise bei TTN/TTS läuft weitgehend analog zur LoRIS-Base ab, die wir im ELVjournal an einem Beispiel ausführlich beschrieben haben. Der Beitrag dazu wird kostenlos im Downloadbereich der LoRIS-Base [1] zur Verfügung gestellt.

Da der Payload sich stark von den anderen Applikationsmodulen unterscheidet, wird im Downloadbereich des LoRIS-Distance1 [4] ein Payload-Decoder zur Verfügung gestellt.

Daten, die vom Applikationsmodul zum LoRaWAN-Server gelangen, werden als Uplink bezeichnet. Der Payload des Uplinks vom LoRIS-AM-DIS1 beinhaltet die Daten der Tabelle 1. Zu beachten ist, dass bei der Überschreitung der maximalen Entfernung eine 0 gesendet wird.

Um das LoRIS-Distance1 zu konfigurieren, muss der Downlink mit der korrekten Device-ID (0x06) starten. Danach folgen der Distanz-Modus, das Messintervall und der Send-on-Delta-Schwellwert.

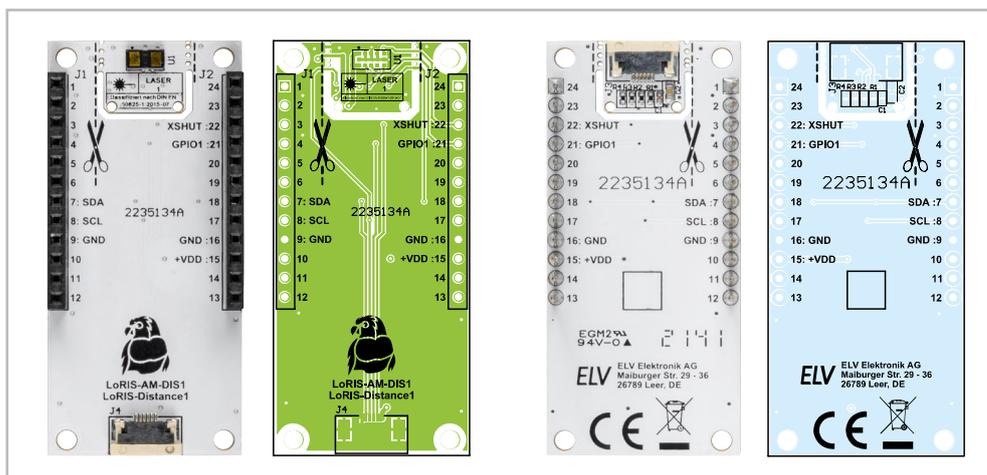
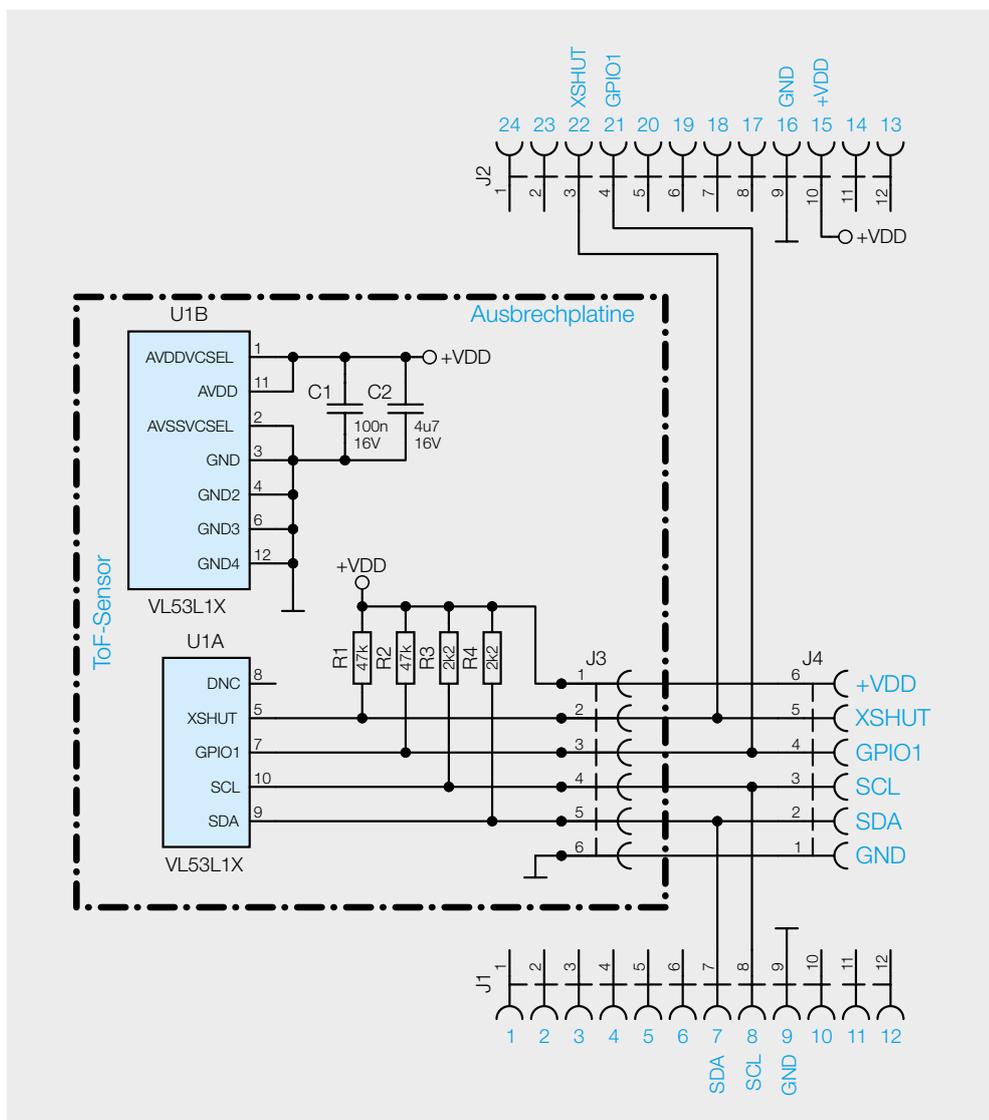


Bild 4: Platinenfotos und zugehörige Bestückungsdrucke des LoRIS-Distance1

Bild 5: Das Schaltbild des LoRIS-Distance1



Uplink-Payload

Byte 3	Supply Voltage [High Byte]
Byte 4	Supply Voltage [Low Byte]
Byte 5	Datentyp: Entfernung (0x06)
Byte 6	Entfernung in mm [High Byte]
Byte 7	Entfernung in mm [Low Byte]

Der Downlink muss immer 5 Byte lang sein, ansonsten wird dieser Befehl nicht akzeptiert. Falls nicht alle drei Parameter zusammen angepasst werden sollen, kann eine 0 für keine Änderung des Befehls gesendet werden. Damit bleibt der aktuell verwendete Parameter unberührt.

Distanz-Modus

Der Distanz-Modus kann angepasst werden, um die Anfälligkeit gegen Umgebungslicht zu minimieren. Damit verknüpft ist aber auch eine geringere Messreichweite (Tabelle 2).

Messreichweiten im Distanz-Modus

Mode	Max. Distanz in cm
Short	136
Medium	290
Long	360

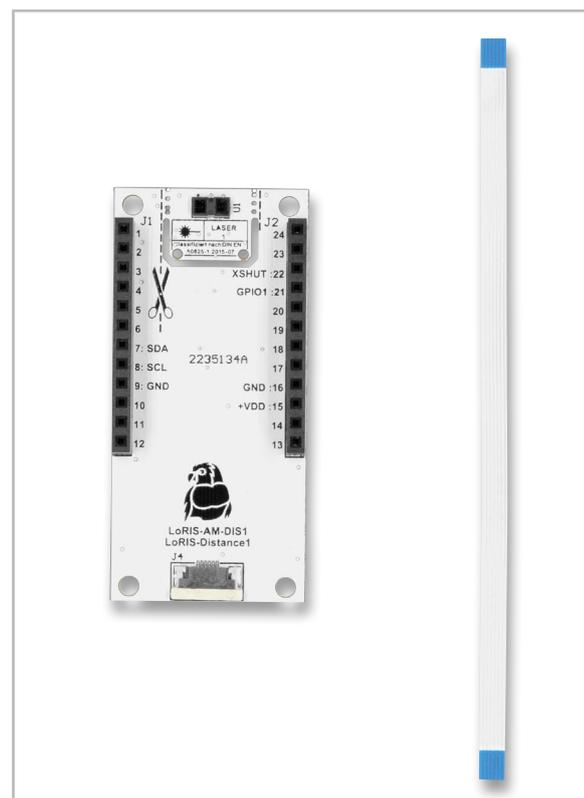


Bild 6: Lieferumfang des LoRIS-Distance1 mit 10 cm Flachbandkabel

Downlink-Payload

Tabelle 3

	Parameter	Beschreibung	Default
Byte 0	Device-ID	0x06	
Byte 1	Distanz-Modus	0: keine Änderung 1: Short 2: Medium 3: Long	Medium
Byte 2	Messintervall [High Byte]	0: keine Änderung / $1 \leq \text{Intervall in s} \leq 600$	20 s
Byte 3	Messintervall [Low Byte]		
Byte 4	Send-on-Delta	0: keine Änderung 1: kein Send-on-Delta / $5 \leq \text{Delta in cm} \leq 100$ / > 100 : kein LoRaWAN TX	15 cm

Der Modus „Short“ weist die größte Robustheit auf, „Long“ ist somit empfindlicher gegen Umgebungslicht.

Messintervall

Das Messintervall kann im Bereich von 1 s bis 600 s konfiguriert werden. Werte größer als 600 s werden nicht akzeptiert.

Send-on-Delta

Das Send-on-Delta kann mit dem Wert 1 deaktiviert werden. Daraus folgt, dass jede Entfernungsmessung im eingestellten Messintervall zu einer LoRaWAN Übertragung führt. Hier sollte beachtet werden, dass der Stromverbrauch stark ansteigt und auch der Duty Cycle im LoRaWAN schnell erreicht wird.

Das Delta kann im Bereich von 5 bis 100 cm eingestellt werden. Ein Wert größer 100 führt dazu, dass keine LoRaWAN-Übertragung mehr stattfindet. Diese Konfiguration kann sinnvoll sein, wenn ausschließlich die UART-Ausgabe und ein sehr kurzes Messintervall genutzt werden sollen.

Um einen Downlink an die Applikation zu senden, muss der entsprechende Payload über TTN/TTS gesendet werden. Übertragen wird der Downlink erst, wenn ein Uplink von der Applikation erfolgt, da nach einem Uplink von der Applikation ein Empfangsfenster geöffnet wird.

Um eine Konfiguration per Downlink zu beschleunigen, kann der Button an der LoRIS-Base einmal gedrückt werden. Dann wird eine Statusmitteilung gesendet, und im Rückkanal wird die Konfiguration übertragen. [Tabelle 3](#) zeigt alle Konfigurationsmöglichkeiten für den Downlink.

[Bild 7](#) zeigt die Eingabemaske für die Übertragung eines Downlinks im TTN/TTS.

Unter dem angelegten Device findet sich der Punkt „Messaging Downlink“. Der FPort für den Downlink muss auf 10 eingestellt werden.

Beim Payload-Typ ist „Bytes“ auszuwählen.

Im Eingabefeld „Payload“ lassen sich dann die Konfigurationsdaten im hexadezimalen Format eingeben.

In [Bild 7](#) ist der Payload 06 02 00 14 00 eingetragen. Dabei steht Byte 06 für die Device-ID des LoRIS-Distance1. Mit 02 wird der Distanz-Modus Medium gewählt. 00 14 ist das Messintervall und entspricht dem Dezimalwert von 20, sprich 20 s. Das letzte Byte 00 bewirkt keine Änderung des Parameters Send-on-Delta, es wird also der eingestellte Wert beibehalten.

Mit einem Klick auf „Schedule downlink“ wird der Payload in eine Warteschlange geschoben, sodass

Bild 7: Eingabe der Konfigurationsdaten im Downlink-Bereich des TTN/TTS

Widerstände:

2,2 kΩ/SMD/0402	R3, R4
47 kΩ/SMD/0402	R1, R2

Kondensatoren:

100 nF/16 V/SMD/0402	C1
4,7 μF/16 V/SMD/0603	C2

Sonstiges:

ToF-Abstandssensor VL53L1X/SMD	U1
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 1-12, für LoRIS	J1
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 13-24, für LoRIS	J2
FFC/FPC-Verbinder, 6-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	J3, J4
FFC-Kabel, 6-polig, 100 mm lang	

Stückliste



Bild 8: Mit einem kleinen Sägeblatt lässt sich die Ausbrechplatine gut heraustrennen.

die Konfigurationsdaten bei dem nächsten Uplink des Device übertragen werden. Dies kann wie bereits beschrieben mit einem Tastendruck an der LoRIS-Base beschleunigt werden.

Inbetriebnahme

Bevor das Applikationsmodul auf eine LoRIS-Base aufgesteckt wird, muss die Schutzfolie vom Sensor U1 abgezogen werden. Danach ist das Applikationsmodul einsatzbereit.

Bei Bedarf kann die Ausbrechplatine vom Applikationsmodul abgetrennt werden, um dieses über das beiliegende Flachbandkabel abzusetzen. Dazu können die Stege links und rechts vom Sensor an der markierten Fläche aufgetrennt werden. Dies lässt sich sehr gut mit einem Elektronik-Seitenschneider oder einem kleinen Sägeblatt machen (Bild 8). Es wird empfohlen, die Stege vorher mit einem Cuttermesser einzukerben, sodass die Leiterbahnen neben den Stegen sauber getrennt werden.

Nachdem die Sensorplatine abgetrennt wurde, kann diese per Flachbandkabel wieder mit dem Applikationsmodul über die beiden Buchsen verbunden werden (Bild 9). Dazu müssen zuerst die Verschlussbügel an den Buchsen J3 und J4 bis zum Anschlag herausgezogen werden. Danach kann das Flachbandkabel in beide Buchsen eingeführt werden, sodass die blaue Markierung am Kabel nach oben zeigt. Anschließend können die beiden Verschlussbügel wieder zurückgeschoben werden, um das Flachbandkabel zu fixieren. **ELV**

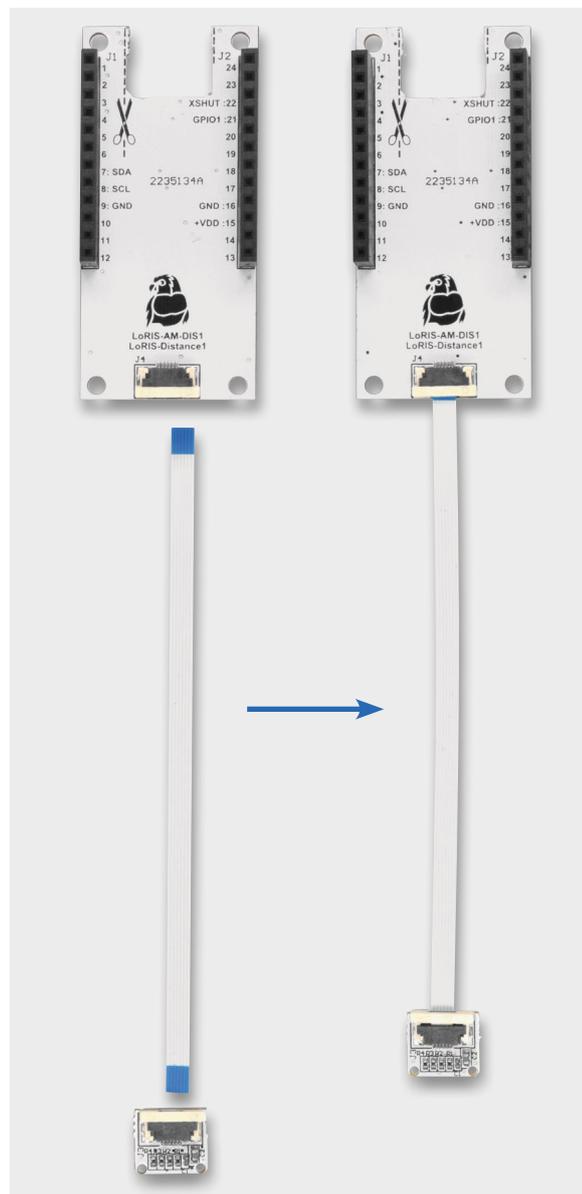


Bild 9: Verbinden der Sensorplatine mit dem Applikationsmodul per Flachbandkabel

Daten	Geräte-Kurzbezeichnung:	LoRIS-AM-DIS1
	Eingangsspannung:	3,0–3,3 V
	Stromaufnahme:	min. 9 µA / max. 55 mA, typ. 20 µA
	Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
	Abmessungen (B x H x T):	55 x 26 x 19 mm
	Gewicht:	9 g

i Weitere Infos

- [1] LoRIS-Base Experimentierplattform für LoRaWAN, LoRIS-BM-TRX1: Artikel-Nr. 156514
- [2] LoRIS-Buttoncell: Artikel-Nr. 156745
- [3] LoRIS-EnergyHarv: Artikel-Nr. 156839
- [4] LoRIS-Distance1: Artikel-Nr. 157511
- [5] STMicroelectronics Application Note AN5231:
https://www.st.com/resource/en/application_note/an5231-cover-window-guidelines-for-the-vl531x-longdistance-ranging-timeofflight-sensor-stmicroelectronics.pdf

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links