

A POLLON Q BETRIEBSANLEITUNG

Danke, dass Sie sich für den Apollon Sensor von Sentinum entschieden haben. Bitte lesen Sie die folgende Betriebsanleitung aufmerksam durch, um Schäden am Sensor, von Ihnen und der Umwelt abzuwenden.



Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Warn- und Sicherheitshinweise	1
2. Weiterführende Dokumentation.....	3
3. Abmasse und Bestandteile des Sensors.....	4
3.1. Technische Zeichnung Apollon Q R/TR /SW/PP (mit Radar)	4
3.2. Technische Zeichnung Apollon Q T (ohne Radar).....	5
4. Lieferumfang und Versionen.....	6
4.1. Lieferumfang und optionales Montagezubehör	6
4.2. Aufbau der Produktversionen.....	6
4.3. Erklärung zur Messung der verschiedenen Sensorik.....	7
4.4. Unterschiede der iQ Version.....	7
4.5. Verfügbarkeit der verschiedenen Versionen	8
5. Ortungs- und Lokalisierungsverfahren Übersicht.....	9
5.1. Gegenüberstellung unterschiedlicher Technologien	10
5.2. Intelligenter Einsatz von unterschiedlichen Tracking Technologien zur Energieoptimierung	10
5.3. Welche Sensoren setzen Wi-Fi SSID Scan ein?	11
5.4. Wie funktioniert Wi-Fi SSID Scanning?	12
5.5. Vorteile und Anwendungen der Wi-Fi-basierten Lokalisierung:	13
5.6. Abhängigkeit der Genauigkeit	14
5.7. Darum ist für Apollon die Ortung über Wi-Fi SSID sinnvoll	15
5.8. Funktionsweise von GNSS Scan	15
5.9. GNSS Scan und LoRa® Cloud	16
5.10. GPS Funktionsweise.....	17
5.11. Ultrawideband.....	18
5.12. Tracking im LoRaWAN®	19
5.13. Tracking über das Mobilfunknetzwerk „Cell Locate“	21
5.14. eDRX: Auf dem Weg zum abfragbaren tracker	21
6. Montage und Installation.....	23
6.1. Warn- und Sicherheitshinweise zur Montage	23
6.2. Empfohlene Befestigungsmethoden.....	24
6.3. Montagezubehör.....	24
6.4. Allgemeine Installationsanweisungen	25
6.5. Wichtiger Hinweis für Geräte mit externer Antenne	25
6.6. Wandmontage mit Schrauben.....	26
6.7. Wandmontage mit Magneten.....	26

6.8. Wandmontage mit Klebestreifen	27
6.9. Allgemeine Informationen zur montage mit Blindnietmuttern.....	28
6.10. Vorderwandmontage mit Blindnietmuttern.....	30
6.11. Rückwandmontage mit Blindnieten.....	31
6.12. Vorderwandmontage mit Blindnieten	32
7. Inbetriebnahme und Verwendung.....	33
7.1. Inbetriebnahme des Sensors über BLE	33
7.2. Akustisches Singal und Feedback.....	35
7.3. NFC Inbetriebnahme, Parametrisierung und Lage des NFC Tags	36
7.4. Einsatzmöglichkeiten der Sensoren.....	37
8. Klappenöffnungsdetektion und Neigungsdetektion.....	38
8.1. Klappenöffnungsdetektion über den Magnetschalter	38
8.2. Klappenöffnungsdetektion mit Beschleunigungssensor und Neigungsdetektion...	39
8.3. Orientierungen (am Beispiel Apollon IQ).....	40
9. Kommunikation mit der Schnittstelle	41
9.1. LoRaWAN Join Verhalten	41
9.2. Mioty Join-Verhalten	41
9.3. Cellular Join Verhalten (NB-IoT und LTE-M1).....	42
10. Pflege und Reinigung	44
11. Batteriewechsel	45
12. Kennzeichnung und Zertifizierung	46
13. Bohrschablonen für die Instalation	47
13.1. Blindnietmutter.....	47
13.2. Blindnieten.....	48
13.3. Wandmontage (siehe nächste Seite).....	48

1. ALLGEMEINE WARN- UND SICHERHEITSHINWEISE

Warnungen und wichtige Informationen über potenzielle Gefahren oder Beschädigungen

Wichtige Hinweise die zum reibungsfreien Betrieb der Geräte nötig sind

Bitte beachten:

- Beachten Sie die Sicherheitshinweise und Installationsanweisungen in der Anleitung und der Montageliste.
- Beachten Sie, dass die Installationsumgebung den vorgeschriebenen Einsatzbereichsrichtlinien entspricht. Halten Sie Temperatur und andere Grenzwerte zu jederzeit ein.
- Das Gerät darf nur in den in den technischen Spezifikationen vorgegebenen Bereichen eingesetzt werden.
- Das Gerät darf nur für den beschriebenen Einsatzzwecken und Bereichen verwendet werden.
- Die Sicherheit und Funktionsfähigkeit kann nicht mehr garantiert werden, wenn das Gerät modifiziert oder erweitert wird.
- Der Sensor darf nicht an Decken oder Böden montiert werden
- Der Betrieb des Sensors ist nur bis maximal 2000 Meter über Normal Null zugelassen.
- Aufgrund der Human-Exposure-Vorschrift ist ein Mindestabstand zwischen Gerät und Personen von 20cm einzuhalten.
- Stellen Sie sicher, dass die Installationsumgebung den vorgeschriebenen Richtlinien für den Einsatzbereich entspricht. Halten Sie die Temperatur- und sonstigen Grenzwerte jederzeit ein.
- Stellen Sie sicher, dass die Installationsumgebung den vorgeschriebenen Richtlinien für den Einsatzbereich entspricht. Halten Sie die Temperatur- und sonstigen Grenzwerte jederzeit ein.
- Das Gerät gemäß den nationalen Umweltvorschriften entsorgen.
- Die Instandsetzung des Gerätes darf nur durch den Hersteller erfolgen.
- Beachten Sie die spezifischen Sicherheitshinweise zu Batterien und Lithium Primärzellen.

Falls das Gerät **inkorrekt** installiert wird:

- Könnte es nicht ordnungsgemäß funktionieren.
- Könnte es permanent beschädigt werden.
- Könnte es eine Verletzungsgefahr darstellen.

Bitte beachten:

- Eine unsachgemäße Handhabung wie z.B. unsachgemäße mechanische Belastung, wie z.B. beim fallen lassen des Gerätes kann es zu Beschädigungen kommen.
- Werden andere als die empfohlenen Batteriezellen verwendet, so kann die Performance und Produktsicherheit negativ beeinflusst werden.

2. WEITERFÜHRENDE DOKUMENTATION

Bitte beachten Sie die Informationen und Grenzwerte im [technischen Datenblatt](#).

Die sensorspezifischen Werkseinstellungen (Sentiface), sowie die Schlüssel und zulässigen Werte des Sensors finden Sie in der [NFC und Downlinkbeschreibung](#). Die Senticom und Sentivisor Tabellen sind in der [Generischen NFC und Downlink Dokumentation](#) zu finden. Die Sonderfunktionen zur [Vandalismusedetektion und Öffungsdetektion](#) sind ebenfalls generisch.

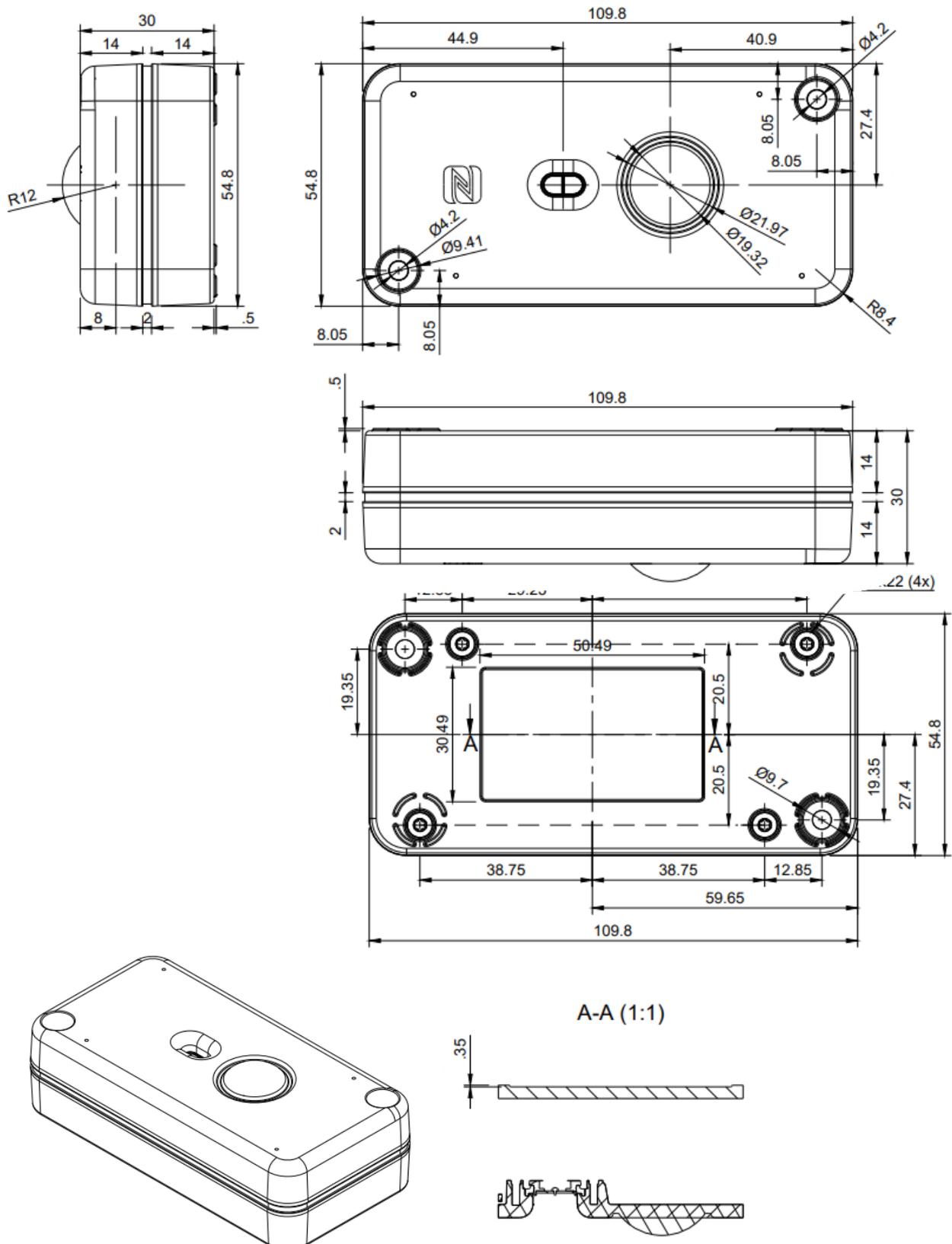
Die Möglichkeit zur Konfiguration der Sensor-Kommunikation finden Sie je nach Version in der jeweiligen generischen [LoRaWAN®](#), [Mioty®](#) oder [Cellular \(NB-IoT und LTE-M1\)](#) Dokumentation.

Alle Dokumente zur generischen Dokumentation finden Sie unter <https://docs.sentinum.de/wichtig-produktübergreifende-dokumentation-für-sensoren>.

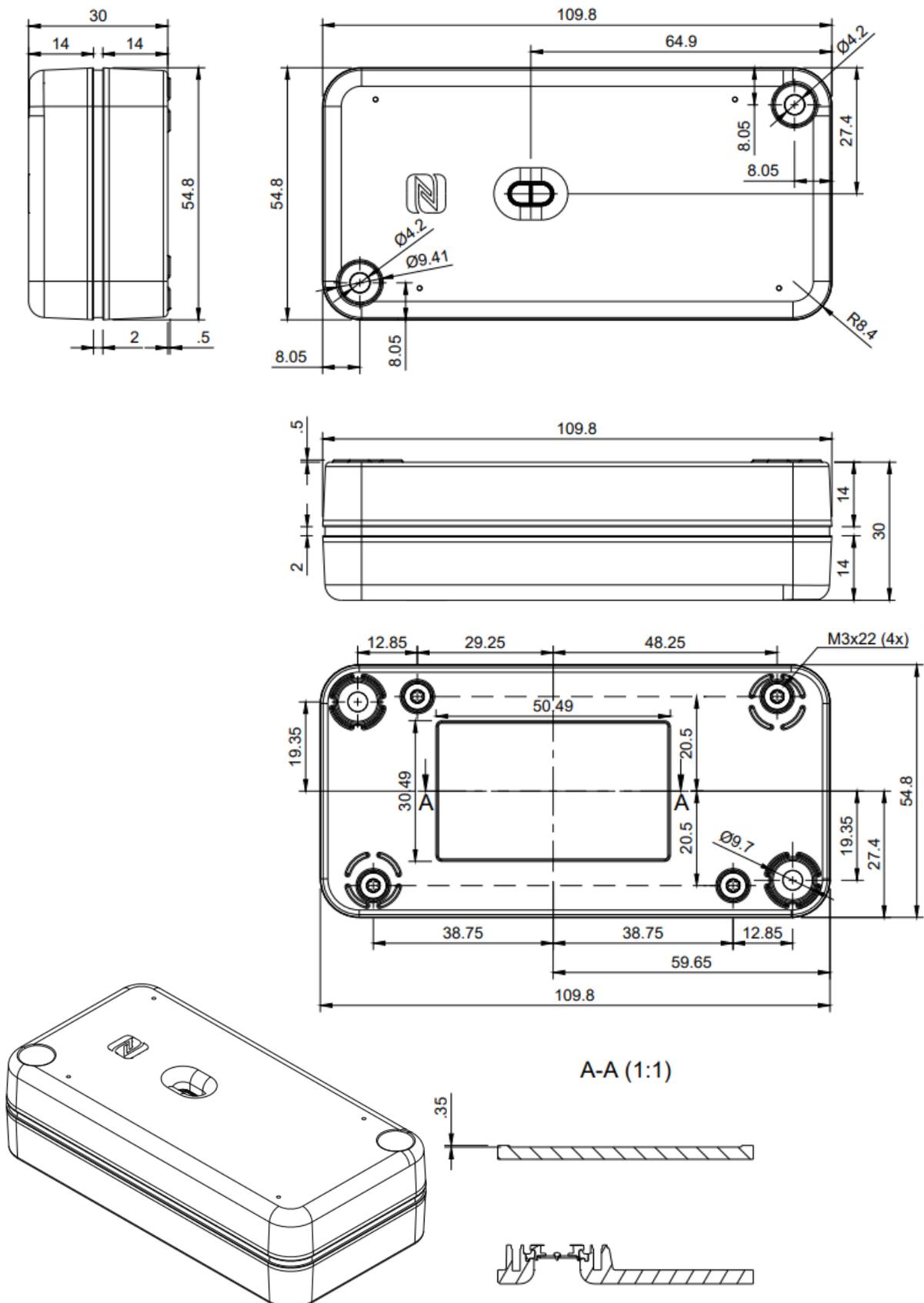
Achtung: Diese Anleitung gilt nur für -ACC Versionen und Versionen des Apollons, die nicht mit -LIGHT im Produktcode gekennzeichnet sind.

3. ABMASSE UND BESTANDTEILE DES SENSORS

3.1. TECHNISCHE ZEICHNUNG APOLLON Q R/TR /SW/PP (MIT RADAR)



3.2. TECHNISCHE ZEICHNUNG APOLLON Q T (OHNE RADAR)



4. LIEFERUMFANG UND VERSIONEN

4.1. LIEFERUMFANG UND OPTIONALES MONTAGEZUBEHÖR

Art. Nummer	Empfohlenes Zubehör
Z-APOQ-MAG-NEO	Magnet-Set APOQ Ferrit
Z-APOQ-MAG-FER	Magnet-Set APOQ Ferrit
Z-APOQ-RWM-BN	Rückwandmontage-Set mit Blindnieten
Z-APOQ-RWM-NM	Rückwandbefestigungsset mit Nietmuttern M4
Z-APOQ-VWM-BN	Vorderwandbefestigungsset mit Blindnieten
Z-APOQ-VWM-NM	Vorderwandmontageset mit Nietmuttern M4
Z-APOQ-AP	Abstandsplatte PA
Z-APOQ-KLEBER	Montage-Klebstoffe
Z-APOQ-SCHRAUBEN	Maschinenschrauben DIN912 mit Muttern M4
Z-APOQ-SPX	Holzschrauben

Bohrschablonen finden Sie am Ende der Betriebsanleitung

Lieferumfang befinden sich:

- 2x Batterien (bereits eingelegt)
 - Für LoRaWAN® und mioty® Sensoren
 - Energizer® Ultimate Lithium-Batterien - AA
 - VARTA ULTRA LITHIUM Mignon AA
 - Für zellulare Sensoren (NB-IoT und LTE-CAT-M1)
 - VARTA-CR-AH-R
- Apollon Sensor in einer der folgenden Ausführungen

4.2. AUFBAU DER PRODUKTVERSIONEN

PRÄFIX-PRODUKTREIHE-KOMMUNIKATION-SENSORIK-WEITERE SENSORIK

Präfix	Produktreihe	Kommunikation	Sensorik	Weitere Sensorik
S	APOQ (APOLLON-Q)	mioty	T (ToF)	ACC (Accelometer = Beschleunigungssensor zur Erkennung von auftretenden Bewegungen)
	iAPOQ (APOLLON-iQ, auf Anfrage)	LoEU (LoRaWAN®)	R (Radar, Füllstand)	ACC-HALL (Accelometer = Beschleunigungssensor + hall = Hall Sensor)
		NBM1 (LTE-CAT-M1)	TR (ToF und Radar)	
		NB (NB-IoT)	SW (Smart Waste, TR und andere Software)	
			PP*	

* Nicht in Kombination mit weiterer Sensorik!

4.3. ERKLÄRUNG ZUR MESSUNG DER VERSCHIEDENEN SENSORIK

Bezeichnung	Beschreibung
LOEU	LoRaWAN EU
MIOTY	mioty EU
NBM1	NB-IoT, LTE-CAT-M1
SW	Optimiertes Radar für Smart Waste, speziell für Unterflurcontainer und stark verschmutzte Gebiete
T	ToF
R	Radar
TR	Duales Messprinzip aus ToF und Radar
ACC	Beschleunigungssensor für Klappenöffnungs- und Vandalismusdetektion
TR (ohne SW)	Für Flüssigkeiten und gute Reflektoren
SMAV	Small Angle of View 18°

4.4. UNTERSCHIEDE DER IQ VERSION

Die Apollon-iQ-Versionen verfügen über erweiterte Zertifizierungen und Sicherheitsfunktionen für den industriellen Einsatz. Dazu zählt unter anderem die CRA-Konformität mit integrierten Secure Elements in Hard- und Software.

Darüber hinaus bieten die iQ-Modelle einen erweiterten Funktionsumfang sowie zusätzliche Konfigurationsmöglichkeiten, insbesondere in Bezug auf Mess- und Sendeintervalle. So können beispielsweise deutlich kürzere Intervalle realisiert werden als bei der Standardserie, was präzisere und dynamischere Messanwendungen ermöglicht. Auch Firmware-Updates können bei den iQ-Versionen per FOTA (Firmware Over-the-Air) durchgeführt werden, was die Wartung im Feld erheblich erleichtert.

Die Apollon-iQ-Serie unterscheidet sich zudem optisch durch die gelben Dichtungen und ist durch umfassende End-of-Line-Tests sowie den Einsatz neuester Bauteile besonders für kritische und langzeitstabile Industrieanwendungen geeignet.

4.5. VERFÜGBARKEIT DER VERSCHIEDENEN VERSIONEN

Artikel Code	GNSS	Öffnungs- detektion	Verfügbar	Konfigu- ration
S-APOQ-LOEU-T	X	X	✓	NFC
S-APOQ-MIOTY-T	X	X	✓	NFC
S-APOQ-LOEU-T-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-TR-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-SW-TR-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-T-ACC	X	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-TR-ACC	X	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-SW-TR-ACC	X	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-NBM1-T-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ- NBM1-TR-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ- NBM1-SW-TR-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-R-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-R-ACC	X	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-NBM1-R-ACC	✓	✓	✓	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-T-SMAV	X	X	✓	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-T-SMAV	X	X	✓	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-T-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-TR-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-LOEU-SW-TR-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-T-ACC-SMAV	X	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-TR-ACC-SMAV	X	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-MIOTY-SW-TR-ACC-SMAV	X	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ-NBM1-T-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ- NBM1-TR-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE
S-APOQ- NBM1-SW-TR-ACC-SMAV	✓	✓	X	NFC/BLE

* iAPOQ Versionen auf Anfrage

Achtung: Diese Anleitung gilt nur für -ACC Versionen und Versionen des Apollons, die nicht mit -LIGHT im Produktcode gekennzeichnet sind.

5. ORTUNGS- UND LOKALISIERUNGSVERFAHREN ÜBERSICHT

Generell lassen sich alle LoRaWAN® Geräte über das LoRaWAN® orten. Dazu werden Gateways mit GPS Synchronisation benötigt.

Im Sentinum Produktportfolio sind Stand Q2 2025 die Apollon-Q und die Juno Serie mit erweiterten Tracking Funktionen ausgestattet.

Eine Ortung über BLE Funktion kann auf Anfrage freigeschaltet werden.

Artikelnummer	Funkstandard	Wi-Fi SSID Scan	GNSS Scan	GNSS	Cell Locate
S-JUNO(-iX)-LOEU-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2	Cellular	✓	X	✓	✓
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3	Cellular	✓	X	✓	✓
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2	Cellular	✓	X	✓	✓
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3	Cellular	✓	X	✓	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X
S-(i)APOQ-LOEU-T-ACC	LoRaWAN®	✓	✓	X	X
S-(i)APOQ-LOEU-TR-ACC	LoRaWAN®	✓	✓	X	X
S-(i)APOQ-NBM1-T-ACC	Cellular	✓	X	✓	✓
S-(i)APOQ-NBM1-TR-ACC	Cellular	✓	X	✓	✓

Bei Cellular Sensoren unterscheiden sich TRACK 2 - sich von TRACK 3 Versionen durch die Anzahl einzusetzender Batteriezellen, die Zahl 2 bzw. 3 beschreibt hierbei diese. Zusätzlich können bei Verwendung von lediglich zwei Zellen, SIM-Karten eingesetzt werden.

5.1. GEGENÜBERSTELLUNG UNTERSCHIEDLICHER TECHNOLOGIEN

Technologie	Reichweite unter guten Bedingungen (m)*	Reichweite unter schlechten Bedingungen (m)	Stromverbrauch	Eignung für Indoor Tracking	Kosten
BLE Scanning (nicht implementiert, auf Anfrage)	1 - 3	5 - 10	Gering	Hoch	Mittel
Wi-Fi SSID Scanning	1 - 5	5 - 20	Gering	Hoch	Mittel
GNSS (GPS, Glonass, BeiDou, Galileo)	3 - 5	5 - 10	Hoch	Nicht geeignet	Hoch
Mobilfunk Lokalisierung über Triangulation oder Funkzellen	10 - 150	150 bis mehrere Kilometer	Gering	Gering	Gering
GNSS Scan	1 - 10	10 - 200	Gering	Nicht geeignet	Mittel
UWB	<0,1 - 0,3	0,3 - 0,5	Gering	Sehr Hoch	Mittel
Tracking über das LoRaWAN***	200 - 500	500 - 1500	Keiner	Praktisch nicht geeignet	Gering

*gute Bedingungen: Wenig Abschattungseffekte, direkte Verbindungen zu Satelliten oder Gateways, sehr gute Antennen

**schlechte Bedingungen: Große Abschattungseffekte wie z.B. Bäume, Gebäude oder Wände, schlechte Verbindungsqualität

***Abhängig von der Anzahl der Gateways und der Gateway Ausstattung

5.2. INTELLIGENTER EINSATZ VON UNTERSCHIEDLICHEN TRACKING TECHNOLOGIEN ZUR ENERGIEOPTIMIERUNG

Für die präzise und energieeffiziente Standortbestimmung kombinieren wir verschiedene Tracking-Technologien: Wi-Fi-SSID Scan, GNSS, GNSS Scan und Cell Locate. Jede dieser Technologien hat spezifische Stärken, die wir flexibel und situationsabhängig einsetzen.

- Beim Wi-Fi SSID Scan werden in der Umgebung verfügbare WLAN-Netzwerke erkannt und anhand bekannter SSID-Standorte eine Position ermittelt. Diese Methode ist äußerst energiesparend und ermöglicht schnelle Standortupdates - ideal in urbanen Gebieten mit dichter WLAN-Abdeckung.

- GNSS (Global Navigation Satellite System, z.B. GPS) bietet eine sehr präzise Positionsbestimmung, ist jedoch im Vergleich sehr energieintensiv. Daher wird GNSS gezielt nur dann aktiviert, wenn andere Methoden nicht ausreichend genaue Daten liefern.
- Beim GNSS Scan werden Satellitendaten lediglich gesammelt und die Positionsberechnung optimiert, ohne dauerhaft eine aktive GNSS-Sitzung aufrechtzuerhalten. Dies spart ebenfalls erheblich Energie gegenüber einer permanenten GNSS-Nutzung.
- Cell Locate ermöglicht eine Positionsbestimmung auf Basis von Mobilfunkzellen. Diese Methode ist global verfügbar und sorgt auch bei fehlendem WLAN oder GNSS-Signal für eine grobe, aber kontinuierliche Standortbestimmung.

Durch eine intelligente Steuerung und Priorisierung – etwa die bevorzugte Nutzung von Wi-Fi Scans – kann der Energieverbrauch des Geräts erheblich reduziert werden. Erst wenn Wi-Fi- oder Zellortung nicht ausreichen, wird automatisch auf GNSS oder andere genauere Verfahren umgeschaltet.

Alle Tracking-Strategien und Fallback-Mechanismen sind individuell konfigurierbar, sodass für verschiedene Anwendungen und Regionen die jeweils beste Balance zwischen Energieeffizienz, Genauigkeit und Verfügbarkeit gewählt werden kann.

Selbst wenn einzelne Technologien je nach Umgebung variieren, ermöglicht diese flexible Kombination eine nahezu lückenlose und detailreiche Routenaufzeichnung weltweit.

Auch für Indoor-Szenarien, in denen GNSS-Signale häufig nicht verfügbar oder ungenau sind, bieten wir geeignete Lösungen. Durch den Wi-Fi-SSID Scan sowie die Nutzung von bekannten Indoor-Access-Points lässt sich die Position auch innerhalb von Gebäuden zuverlässig bestimmen. Optional kann die Indoor-Positionierung durch zusätzliche Technologien wie Bluetooth Low Energy (BLE) Beacons oder Inertialsensorik ergänzt werden.

Damit wird eine präzise Standortbestimmung auch in komplexen Umgebungen wie Einkaufszentren, Flughäfen oder Industriehallen möglich – nahtlos integriert in das bestehende Tracking-Konzept.

5.3. WELCHE SENSOREN SETZEN WI-FI SSID SCAN EIN?

Im Sentinum Produktportfolio sind Teile der Juno und Apollon-Q Reihe mit einer Wi-Fi SSID Scan Funktion ausgestattet. Die Cellular und mioty® Produkte sind mit einem 2,4 GHz und 5 GHz Wi-Fi SSID Scan für die Auswertung von bis zu 20 MAC Adressen ausgestattet, die LoRaWAN® Produkte mit einem 2,4 GHz Wi-Fi SSID Scan für bis zu sechs Adressen:

Artikelnummer	Funkstandard	2,4 GHz Scan	5 GHz Scan	Maximale Anzahl der MAC Adressen
S-JUNO(-iX)-LOEU-TRACK	LoRaWAN®	✓	X	6
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH-TRACK	LoRaWAN®	✓	X	6
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2	Cellular	✓	✓	20
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3	Cellular	✓	✓	20
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2	Cellular	✓	✓	20
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3	Cellular	✓	✓	20
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TRACK	mioty®	✓	✓	20
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH-TRACK	mioty®	✓	✓	20
S-(i)APOQ-LOEU-T-ACC	LoRaWAN®	✓	X	6
S-(i)APOQ-LOEU-TR-ACC	LoRaWAN®	✓	X	6
S-(i)APOQ-NBM1-T-ACC	Cellular	✓	✓	20
S-(i)APOQ-NBM1-TR-ACC	Cellular	✓	✓	20

5.4. WIE FUNKTIONIERT WI-FI SSID SCANNING?

Die Wi-Fi SSID Scan-basierte Lokalisierung nutzt die Erkennung von Wi-Fi-Netzwerken in der Umgebung, um den Standort eines Geräts zu bestimmen. Dabei wird die Signalstärke (RSSI) der Wi-Fi-Signale verwendet, um eine Schätzung der Entfernung zu den verschiedenen Access Points (APs) vorzunehmen. Diese Technik wird oft in Innenräumen verwendet, wo GPS-Signale möglicherweise nicht verfügbar oder ungenau sind.

Im Wesentlichen funktioniert der Lokalisierungsprozess wie folgt:

1. Aktivierung des SSID Scans: Das Gerät beginnt mit einem passiven Wi-Fi Scan, bei dem es nach allen Beacon Frames lauscht, die von den in der Umgebung befindlichen Access Points (APs) ausgestrahlt werden. Diese Beacon Frames enthalten die SSID (den Namen des Netzwerks), die BSSID (die MAC-Adresse des APs) sowie die Signalstärke des empfangenen Signals (RSSI).
2. Messung der Signalstärke: Für jedes empfangene Signal wird die RSSI (Received Signal Strength Indicator) gemessen. Diese Signalstärke gibt an, wie stark das Signal des Access Points am Gerät empfangen wird. Eine höhere RSSI bedeutet in der Regel, dass sich das Gerät näher am entsprechenden Access Point befindet.
3. Vergleich mit bekannten Positionen: Um die Position des Geräts zu bestimmen, wird die gemessene RSSI-Werte in Kombination mit den bekannten Positionen der Access Points genutzt. Dies erfolgt durch Methoden wie Triangulation oder Trilateration, bei denen die Abstände zu mindestens drei oder mehr Access Points berechnet werden. Anhand dieser Berechnungen kann das Gerät seine Position auf einer Karte oder in einem Raum bestimmen.
4. Positionsbestimmung: Die gesammelten Daten von den Access Points werden analysiert, um die wahrscheinlichste Position des Geräts zu ermitteln. Dies geschieht unter Berücksichtigung der Signalstärke und der bekannten Positionen der Access Points. Moderne Algorithmen können die Lokalisierung auch weiter verfeinern, indem sie zusätzliche Faktoren wie die Umgebungsbedingungen oder die Bewegungen des Geräts mit einbeziehen.
5. Anzeige der Position: Nachdem das Gerät die Position bestimmt hat, wird diese dem Benutzer auf einer Karte oder in einer entsprechenden Benutzeroberfläche

angezeigt. Bei Bedarf kann auch die Genauigkeit der Position in Echtzeit aktualisiert werden, basierend auf weiteren SSID Scans und den sich ändernden Signalstärken.

5.5. VORTEILE UND ANWENDUNGEN DER WI-FI-BASIERTEN LOKALISIERUNG:

- Hohe Genauigkeit in Innenräumen: Da GPS-Signale in Gebäuden oft schwach oder nicht vorhanden sind, bietet das Wi-Fi Scanning eine ausgezeichnete Alternative zur Positionsbestimmung in geschlossenen Räumen.
- Einfache Implementierung: Da viele Gebäude bereits mit Wi-Fi-Netzwerken ausgestattet sind, kann die Lokalisierung über Wi-Fi mit minimalem zusätzlichem Aufwand implementiert werden.
- Kostengünstig: Wi-Fi-basierte Lokalisierung erfordert keine zusätzlichen Hardware-Investitionen, wenn bereits Wi-Fi-Access Points vorhanden sind.

Dieser Lokalisierungsansatz ist besonders in Indoor-Navigationssystemen, Asset Tracking oder Flottenmanagement von Vorteil, da er eine präzise Positionierung ermöglicht, auch ohne den Einsatz teurer GPS-Systeme.

Die Ortungstechnologie auf Basis von Wi-Fi SSID Scanning wird in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, bei denen es auf eine grobe bis mittlere Genauigkeit der Positionsbestimmung ankommt und vorhandene WLAN-Infrastruktur genutzt werden kann. Dabei erfasst ein Gerät die Namen (SSIDs) und Signalstärken (RSSI) der umliegenden WLAN-Netzwerke, ohne sich mit ihnen zu verbinden. Anhand dieser Informationen lässt sich abschätzen, wo sich das Gerät befindet – entweder durch Abgleich mit einer bestehenden WLAN-Datenbank (z. B. von Google oder Apple), durch vorheriges Fingerprinting oder mithilfe eines selbst aufgebauten WLAN-Kartierungsmodells.

Diese Technologie kommt beispielsweise bei der Innenraumlokalisierung in Gebäuden zum Einsatz, etwa in Einkaufszentren, Flughäfen oder großen Bürokomplexen, in denen GPS-Signale nur eingeschränkt oder gar nicht verfügbar sind. Auch im Bereich Logistik und Asset Tracking wird Wi-Fi Scanning genutzt, um den Standort von Geräten oder Waren innerhalb von Lagerhäusern oder auf Betriebsgeländen zu erfassen – oft in Kombination mit anderen Technologien wie BLE oder LoRaWAN. In Smartphones und Wearables wird die Methode verwendet, um standortbezogene Dienste wie Kartennavigation, Geofencing oder Standortfreigabe zu ermöglichen, selbst wenn keine Mobilfunkverbindung vorhanden ist.

Ein weiterer typischer Anwendungsfall ist die unterstützende Ortung für batteriebetriebene IoT-Geräte, bei denen GNSS zu energieintensiv wäre. Hier kann der Wi-Fi Scan helfen, eine ausreichend genaue Position zu bestimmen, ohne die Batterie stark zu belasten. Aufgrund der breiten Verfügbarkeit von WLAN-Netzen und der Möglichkeit, auch ohne aktive Netzwerkverbindung eine Positionsschätzung zu ermöglichen, stellt das Wi-Fi SSID Scanning eine flexible, kostengünstige und energiesparende Alternative oder Ergänzung zu klassischen GNSS- oder zellulären Ortungssystemen dar.

5.6. ABHÄNGIGKEIT DER GENAUIGKEIT

Die Genauigkeit der Wi-Fi-SSID Scan-Lokalisierung hängt von mehreren Faktoren ab und kann je nach Umgebung und Systemarchitektur stark variieren. Allgemein liegt die Genauigkeit bei der positionsbasierten Ortung mittels WLAN typischerweise zwischen 1 und 20 Metern. Dabei ist die exakte Positionsbestimmung von unterschiedlichen Parametern abhängig, die sowohl technischer als auch umgebungsbedingter Natur sind.

Ein wesentlicher Einflussfaktor ist die Signalstärke, auch RSSI (Received Signal Strength Indicator) genannt. Diese wird verwendet, um den Abstand zwischen dem Gerät und einem Access Point abzuschätzen. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Signalstärke und Entfernung nicht linear und kann durch Wände, Möbel, andere Geräte oder bauliche Gegebenheiten erheblich verzerrt werden. In offenen Räumen mit wenigen Hindernissen kann die Genauigkeit bei etwa 1 bis 5 Metern liegen, während sie in komplexeren Umgebungen wie Wohn- oder Bürogebäuden mit vielen Hindernissen eher zwischen 5 und 20 Metern schwankt.

Auch die Anzahl und Verteilung der verfügbaren Access Points spielt eine entscheidende Rolle. Je mehr Access Points mit bekannter und stabiler Position vorhanden sind, desto präziser kann die Ortung erfolgen. Wenn das Gerät Signale von mindestens drei gut verteilten Access Points empfängt, ist eine genauere Positionierung durch Triangulation oder Trilateration möglich. Sind hingegen nur ein oder zwei Access Points verfügbar oder befinden sich diese ungünstig verteilt, sinkt die Genauigkeit entsprechend.

Die Umgebung hat ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss auf die Lokalisierungsgenauigkeit. Wi-Fi-Signale können reflektiert, absorbiert oder gestreut werden – je nach Material und Anordnung von Wänden, Möbeln oder anderen Objekten im Raum. Elektronische Geräte in der Nähe können zusätzlich Störungen verursachen. So kann die Ortungsgenauigkeit in einem dicht bebauten Bürogebäude mit vielen Stahlträgern, Trennwänden und anderen Hindernissen zwischen 5 und 15 Metern liegen, während sie in einem offenen Lagerraum oder Flur auch bei 1 bis 3 Metern liegen kann.

Neben der Hardware spielt auch die Software eine wichtige Rolle: Die Qualität der eingesetzten Positionsbestimmungsalgorithmen kann die Genauigkeit erheblich verbessern. Verfahren, die beispielsweise auf maschinellem Lernen oder Kalibrierungsdaten basieren, können Umwelteinflüsse besser berücksichtigen und helfen, die gemessenen RSSI-Werte zu interpretieren und zu glätten. Dadurch steigt insbesondere in komplexeren Umgebungen die Zuverlässigkeit der Positionsangabe.

Ein weiterer Aspekt ist die Sichtbarkeit der Netzwerke. Verborgene SSIDs, also WLANs, die ihren Netzwerknamen nicht aussenden, sowie Interferenzen durch benachbarte Netzwerke oder andere Geräte, können die Positionsgenauigkeit ebenfalls reduzieren. In solchen Fällen stehen dem Gerät weniger verwertbare Informationen zur Verfügung, was zu einer ungenaueren Ortung führen kann.

Insgesamt zeigt sich, dass Wi-Fi Scanning eine flexible und in vielen Fällen ausreichend genaue Methode zur Positionsbestimmung darstellt – insbesondere dann, wenn andere Ortungstechnologien wie GPS nicht verfügbar oder zu energieintensiv sind. Die erreichbare Genauigkeit ist jedoch stets vom Zusammenspiel verschiedener Faktoren abhängig.

5.7. DARUM IST FÜR APOLLON DIE ORTUNG ÜBER WI-FI SSID SINNVOLL

Der Juno mit Wi-Fi SSID Scanning eignet sich besonders für Ortungsanwendungen, bei denen GNSS-Signale schwach oder nicht verfügbar sind, wie z. B. in Innenräumen oder städtischen Umgebungen. Durch die Kombination von Wi-Fi Scanning mit GNSS- und zellbasierten Ortungstechnologien können präzisere Standortdaten erzielt werden.

- Wi-Fi Scanning: Unterstützt sowohl aktives als auch passives Scannen von 2,4 GHz- und 5 GHz-Wi-Fi-Netzen.
- Energieeffizienz: Optimiert für Anwendungen mit niedrigem Stromverbrauch, ideal für batteriebetriebene Geräte.
- Hohe Sicherheit mit WPA3 Unterstützung
- Sehr gutes Ortungsverfahren für Innenräume
- Viele bestehende Netzwerke
- Kann die Lebensdauer entscheidend verlängern, da viel stromsparender als herkömmliches GNSS

Apollon Cellular kann bis zu 20 verschiedene Access Points auswerten und somit eine sehr genaue Lokalisierung vornehmen. Die Genauigkeit schwankt je nach Anwendungsfall. Realistisch sind Genauigkeiten von 3 bis 20 Metern.

5.8. FUNKTIONSWEISE VON GNSS SCAN

Die GNSS Scan-Funktionalität ermöglicht es, Positionsdaten über verschiedene GNSS-Systeme wie GPS, Galileo, GLONASS oder BeiDou zu ermitteln. Dabei erfolgt die Positionsbestimmung durch einen integrierten GNSS-Empfänger, der kontinuierlich nach sichtbaren Satelliten scannt und basierend auf den empfangenen Signalen die Position des Geräts berechnet. Sobald die Position ermittelt wurde, werden die entsprechenden Daten an eine zentrale Station oder Cloud-Plattform übermittelt. Dies ermöglicht eine präzise Lokalisierung, selbst in abgelegenen Gebieten, und das bei geringem Energieverbrauch, da der GNSS-Empfänger nur bei Bedarf aktiviert wird.

Die Genauigkeit der GNSS Scan-Funktion in LoRa-Modulen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Die typischen Genauigkeiten der GNSS-Positionierung liegen je nach verwendetem System zwischen 2,5 und 10 Metern, wenn Standard-GPS genutzt wird. Wenn mehrere GNSS-Systeme wie GPS, Galileo, GLONASS und BeiDou kombiniert werden, kann die Genauigkeit auf 1 bis 3 Meter verbessert werden. In schwierigen Umgebungen, wie etwa in städtischen Gebirgsschluchten oder bei starker Signalabschattung, kann die Genauigkeit jedoch auf 10 bis 50 Meter oder mehr ansteigen.

- Signalempfang: Der GNSS-Empfänger (z. B. im Smartphone) empfängt Funksignale von mindestens vier GNSS-Satelliten (z. B. GPS, Galileo, GLONASS).
- Laufzeitmessung: Jedes Signal enthält einen Zeitstempel. Der Empfänger misst, wie lange das Signal vom Satelliten zur Erde gebraucht hat (Laufzeit).
- Entfernungsschätzung: Aus der Signallaufzeit wird die Entfernung zu jedem Satelliten berechnet (Entfernung = Lichtgeschwindigkeit × Laufzeit).
- Positionsberechnung (Trilateration): Mit den Entfernungen zu mindestens vier Satelliten kann der Empfänger seinen eigenen Standort (Länge, Breite, Höhe) und

die exakte Zeit berechnen, indem er die Schnittpunkte der Kugeln um die Satelliten berechnet.

- Korrekturen: Fehler durch Atmosphäre, Satellitenbahnen oder Uhren werden teilweise durch Algorithmen oder zusätzliche Systeme (wie DGPS oder SBAS) korrigiert.

5.9. GNSS SCAN UND LORA® CLOUD

Die LoRaWAN® Geräte wie z.B. der Juno Tracker oder der Apollon-Q basieren auf dem LoRa® Edge LR1110 Chipset und senden die GNSS Scan Informationen auf Port 192, WIFI SSID SCAN Informationen auf Port 197. Die Daten werden an Datenbanken wie z.B. an die LoRa® Cloud gesendet und dort in werden die latitude und longitude Koordinaten berechnet. Anschließend werden die Koordinaten wieder über standardisierte Schnittstellen an den Netzwerkserver zurückgegeben.

Sentinum bietet einen solchen Service an. Sie können einfach die Daten an unsere Server senden und wir übernehmen den Rest für Sie. Fragen Sie uns einfach an.

Falls Sie eine eigene Integration wünschen, helfen Ihnen folgende Links weiter:

Verbinden von TTI mit der LoRa Cloud: [LoRa Cloud | The Things Stack for LoRaWAN®](#)

Verbinden von Chirpstack mit der LoRa Cloud: [LoRa Cloud - ChirpStack open-source LoRaWAN® Network Server documentation](#)

LoRa Cloud Homepage: [Semtech LoRa Cloud](#)

Beispiel für die TTI Integration:

Um The Things Stack (TTI) - also die LoRaWAN®-Plattform von The Things Industries - mit der Semtech LoRa Cloud zu verbinden, müssen Sie eine Integration einrichten, damit Daten, z. B. GNSS Scans, korrekt an die LoRa® Cloud übermittelt und verarbeitet werden. Die LoRa® Cloud übernimmt dabei Aufgaben wie Geolokalisierung, GNSS-Umrechnung, Wi-Fi-Positionierung oder Modem Services.

Voraussetzungen:

- Ein aktiver Account bei The Things Stack (TTI).
- Ein registriertes LoRaWAN-Gerät (z. B. ein Tracker mit GNSS).
- API-Zugang zu Semtech LoRa Cloud Services (über Dev Portal: <https://lora-developers.semtech.com>).
- LoRa Cloud Token (API Key) - diesen bekommen Sie im LoRa Cloud Portal.

1. Semtech LoRa Cloud aktivieren

- Gehe zu <https://lora-developers.semtech.com>.
- Erstelle ein Konto oder melden Sie sich an.
- Unter LoRa Cloud → Modem Services finden Sie Ihre Token (API-Schlüssel), den sie später in TTI eintragen müssen.

2. Integration in The Things Stack einrichten

- Melden Sie sich bei The Things Stack Console an (z. B. <https://eu1.cloud.thethings.industries/>).
- Öffnen Sie Ihr Endgerät (Device), das Sie verbinden möchten.
- Gehen Sie zu Integrations → Webhooks.
- Klicken Sie auf Add Webhook, und wählen Sie Semtech LoRa Cloud als Vorlage aus.

3. Webhook konfigurieren

- Füllen Sie das Formular aus:
 - Base URL: Wird automatisch von TTI vorgeschlagen.
 - Token: Tragen Sie hier Ihren API-Schlüssel von der LoRa Cloud ein.
 - Aktivieren Sie die gewünschten Services, z. B.:
 - Modem Services (für GNSS und Wi-Fi Scans).
 - Geolocation (für TDOA/RSSI).
 - Sie können auch GNSS- oder Wi-Fi-Daten senden lassen, je nach Gerätetyp.

4. Payload-Formate anpassen (wenn nötig)

- Achten Sie darauf, dass Ihr Endgerät die erwartete Payload-Struktur für Semtech LoRa Cloud Services verwendet (z. B. das von Semtechs LoRa Basics Modem vorgesehene Format).

5. Daten prüfen

- Sobald Ihr Gerät Positionsdaten (z. B. GNSS-Rohdaten) sendet, werden diese über TTI an die LoRa Cloud weitergeleitet.
- Die Antwort der LoRa Cloud wird dann wiederum über TTI zurück an Ihr Endgerät oder ihre Anwendung gesendet.

Test & Monitoring:

- Nutzen Sie die Live Data Ansicht in TTI, um zu sehen, ob Daten übermittelt werden.
- In der Semtech Cloud können Sie sehen, ob Anfragen ankommen und verarbeitet werden.
- Prüfen Sie die Antwortpakete mit den Geodaten (Latitude, Longitude) und Position Accuracy.

Hinweis:

Diese Integration funktioniert besonders gut mit Geräten, die auf Semtechs LoRa Basics Modem-E Architektur basieren (z. B. mit LoRa Edge™ Chips wie LR1110), aber auch eigene Formate sind möglich, solange die API-Requests kompatibel sind.

5.10. GPS FUNKTIONSWEISE

GPS (Global Positioning System) ist ein satellitengestütztes Navigationssystem, das es ermöglicht, die genaue Position auf der Erde zu bestimmen. Es besteht aus mindestens 24 Satelliten, die in etwa 20.000 Kilometern Höhe um die Erde kreisen. Diese Satelliten senden kontinuierlich Signale aus, die Informationen über ihre aktuelle Position und die

genaue Zeit, zu der das Signal gesendet wurde, enthalten. Jeder Satellit ist mit einer Atomuhr ausgestattet, die extrem präzise ist.

Ein GPS-Empfänger, der in Geräten wie Smartphones, Navigationssystemen oder anderen GPS-fähigen Geräten verbaut ist, empfängt diese Signale. Um die eigene Position zu bestimmen, benötigt der Empfänger Signale von mindestens vier Satelliten. Sobald die Signale empfangen werden, misst der Empfänger die Zeit, die das Signal benötigt hat, um vom Satelliten zum Empfänger zu gelangen. Da sich das Licht mit einer konstanten Geschwindigkeit ausbreitet, kann der Empfänger die Entfernung zu jedem Satelliten berechnen.

Mit den Entfernungen zu mindestens drei Satelliten kann der Empfänger mithilfe der Triangulation die Position auf der Erdoberfläche bestimmen. Ein vierter Satellit hilft, die Höhe (die Z-Koordinate) zu berechnen und eventuelle Fehler zu korrigieren. Die Genauigkeit der GPS-Position hängt von der Anzahl der empfangenen Satelliten und der Qualität des Signals ab. In offenen Gebieten, ohne Hindernisse wie hohe Gebäude oder Bäume, ist die Genauigkeit am besten. In städtischen Gebirgsschluchten oder bei schlechtem Wetter können Signalstörungen die Genauigkeit beeinträchtigen.

Um die Genauigkeit weiter zu verbessern, kommt in vielen Fällen Differentielles GPS (DGPS) zum Einsatz. Hierbei werden an festen, bekannten Punkten auf der Erde Stationen installiert, die Korrekturdaten an die mobilen GPS-Empfänger senden, um die Genauigkeit auf wenige Zentimeter zu steigern.

Neben dem amerikanischen GPS-System gibt es auch andere globale Navigationssatellitensysteme (GNSS) wie GLONASS (Russland), Galileo (Europa) und BeiDou (China), die oft zusammen mit GPS verwendet werden, um die Genauigkeit und Verfügbarkeit der Positionsbestimmung zu verbessern.

5.11. ULTRAWIDEBAND

Ultra-Wideband (UWB) ist eine moderne Funktechnologie zur hochpräzisen Positionsbestimmung, die besonders in Innenräumen eingesetzt wird. Die Ortung erfolgt durch das Senden extrem kurzer und breitbandiger Funksignale im Frequenzbereich von etwa 3,1 bis 10,6 GHz. Diese Signale haben eine sehr hohe zeitliche Auflösung, wodurch sich die Laufzeit des Signals – also die Zeit, die es benötigt, um von einem Sender zu einem Empfänger zu gelangen – äußerst genau messen lässt. Auf Basis dieser Zeitmessung kann die Entfernung zwischen zwei Geräten mit einer Genauigkeit von typischerweise 10 bis 30 Zentimetern, in manchen Fällen sogar unter 10 Zentimetern, berechnet werden.

Die UWB-Ortung funktioniert über zwei Hauptverfahren: das sogenannte Two-Way Ranging (TWR) und das Time Difference of Arrival (TDoA). Beim Two-Way Ranging sendet ein mobiles Gerät (auch Tag genannt) ein Funksignal an einen fest installierten Empfänger (Anchor). Dieser antwortet darauf, und der Tag misst die benötigte Zeit für Hin- und Rückweg. Aus dieser Zeit kann, unter Berücksichtigung der konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwellen, die Entfernung berechnet werden. Das TDoA-Verfahren funktioniert etwas anders: Hier sendet das Tag nur ein Signal aus, das von mehreren Anchors gleichzeitig empfangen wird. Die minimale Zeitdifferenz, mit der das Signal bei den unterschiedlichen Empfängern eintrifft, wird zur triangulierten Berechnung der Position verwendet. Dieses Verfahren erlaubt besonders energieeffiziente

Anwendungen, da das Tag nicht aktiv antworten muss und die Rechenarbeit auf der Serverseite erfolgt.

Ein typisches UWB-Positionssystem besteht aus mehreren fest installierten Anchors mit bekannten Positionen und mobilen Tags, die an Objekten, Personen oder Fahrzeugen angebracht sind. Die Positionsberechnung wird von einer zentralen Ortungssoftware übernommen, die kontinuierlich die Signale verarbeitet. UWB zeichnet sich nicht nur durch seine hohe Genauigkeit aus, sondern auch durch eine geringe Latenz, was es ideal für Echtzeit-Anwendungen macht – etwa in der industriellen Fertigung, in Logistikzentren oder zur Zugangskontrolle in Gebäuden. Auch bei komplexen Umgebungen mit viel Metall oder anderen Funkquellen bleibt UWB aufgrund seiner hohen Robustheit gegenüber Störungen sehr zuverlässig. Die typische Reichweite liegt in Innenräumen zwischen 30 und 100 Metern, abhängig von der Antennenkonfiguration und den baulichen Gegebenheiten. Damit stellt UWB eine äußerst leistungsfähige Lösung für präzises, sicheres und energieeffizientes Indoor-Tracking dar.

5.12. TRACKING IM LORAWAN®

Das Tracking im LoRaWAN®-Netzwerk funktioniert, indem Endgeräte (sogenannte Nodes) Funksignale aussenden, die von mehreren LoRaWAN®-Gateways empfangen werden. Die genaue Position des Geräts wird dabei nicht direkt vom Gerät selbst bestimmt, sondern durch Auswertung der empfangenen Signale im Netzwerk oder in einer speziellen Ortungsplattform (z. B. der Semtech LoRa® Cloud). Es gibt verschiedene Verfahren zur Positionsbestimmung, die je nach Anwendung und Infrastruktur kombiniert werden können.

Ein häufig verwendeter Ansatz ist das sogenannte TDOA-Verfahren (Time Difference of Arrival). Dabei misst das Netzwerk die Zeitdifferenz, mit der ein Funksignal eines LoRaWAN®-Geräts bei verschiedenen Gateways eintrifft. Da sich Funksignale mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, lassen sich aus diesen minimalen Zeitunterschieden Entfernungsdifferenzen zu den Gateways ableiten. Wenn mindestens drei Gateways das gleiche Signal empfangen, kann die Position des Geräts durch Triangulation berechnet werden. Diese Berechnung erfolgt zentral im LoRaWAN® Network Server oder in einer angebotenen Cloud-Lösung. Die Genauigkeit von TDOA liegt in der Regel im Bereich von etwa 200 bis 1000 Metern, abhängig von Gateway-Dichte, Synchronisation und Umgebungsbedingungen.

Das TDOA-Verfahren (Time Difference of Arrival) im LoRaWAN®-Netzwerk funktioniert über ein Prinzip ähnlich der Triangulation, genauer gesagt handelt es sich um eine Variante der Multilateration. Dabei wird die Position eines Geräts nicht direkt aus den Signalstärken (wie beim RSSI-Verfahren), sondern aus den Laufzeitunterschieden eines Funksignals bei mehreren Gateways berechnet.

Wenn ein LoRaWAN®-Endgerät (Node) eine Nachricht sendet, wird dieses Signal gleichzeitig (oder nahezu gleichzeitig) von mehreren Gateways in Reichweite empfangen. Jedes dieser Gateways vermerkt mit extrem hoher Zeitauflösung, wann genau das Signal angekommen ist. Da sich das Funksignal mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet, machen bereits Unterschiede im Nanosekundenbereich einen messbaren Unterschied in der berechneten Entfernung aus.

Durch die Berechnung der Zeitdifferenzen, mit denen das Signal bei den verschiedenen Gateways eintrifft, kann das System Kreise (bzw. Hyperbeln) mit möglichen Positionen des Geräts berechnen. Je mehr Gateways das Signal empfangen, desto genauer lässt sich der Schnittpunkt dieser Hyperbeln ermitteln – also die tatsächliche Position des Geräts. Dieses Verfahren erfordert mindestens drei synchronisierte Gateways, um eine zweidimensionale Position (Latitude/Longitude) zu berechnen.

Werden spezielle Gateways benötigt?

Für das Tracking im LoRaWAN® über TDOA wird eine besondere Art von Gateways benötigt:

Diese müssen GPS-synchronisiert sein oder über eine andere präzise Zeitsynchronisation (z. B. PTP – Precision Time Protocol) verfügen, damit die Zeitstempel für den Empfang des Signals exakt und vergleichbar sind.

Standard-LoRaWAN®-Gateways ohne Zeitsynchronisation können keine zuverlässigen TDOA-Daten liefern, da schon kleinste Abweichungen in der Zeiterfassung zu großen Fehlern in der Positionsbestimmung führen würden.

Genauigkeit

Die Genauigkeit von TDOA hängt stark von der Dichte und Verteilung der Gateways, der Qualität der Zeitsynchronisation und der Umgebung (z. B. Reflexionen) ab. Typischerweise liegt sie im Bereich von 200 bis 1000 Metern, in idealen Bedingungen auch besser. In städtischen Umgebungen kann sie durch Mehrwegeeffekte (Reflexionen) beeinträchtigt werden.

TDOA für indoor Tracking:

Indoor-Tracking mit dem TDOA-Verfahren im LoRaWAN®-Netzwerk ist theoretisch möglich, in der Praxis jedoch stark eingeschränkt und meist nicht empfehlenswert, wenn es um präzise Ortung innerhalb von Gebäuden geht. Hier sind die Gründe im Detail:

Warum TDOA für indoor Anwendungen problematisch ist:

1. Funkwellenverzerrung durch Hindernisse
Wände, Decken, Möbel und andere Objekte verursachen starke Dämpfung, Streuung und Reflexionen von Funksignalen. Dadurch verändert sich die effektive Laufzeit des Signals, was bei einem auf Zeitdifferenzen basierenden Verfahren wie TDOA zu massiven Genauigkeitsfehlern führt.
2. Mehrwegeausbreitung (Multipath)
Funksignale kommen nicht nur auf direktem Weg bei den Gateways an, sondern oft auch über Reflexionen. Diese Signale kommen mit minimaler Verzögerung an und verfälschen die Zeitmessung, wodurch die Positionsberechnung ungenau wird.
3. Schwierige Gateway-Platzierung
Für sinnvolles TDOA-Tracking müssen mindestens drei Gateways mit freier Sichtlinie zum Gerät vorhanden sein – das ist in Gebäuden schwer zu realisieren. Oft sind selbst große Gebäude nur mit einem Gateway abgedeckt, was keine TDOA-Positionierung ermöglicht.
4. Synchronisation leidet unter schlechten GPS-Empfang
GPS-Synchronisation der Gateways ist oft nicht möglich oder unzuverlässig in

Innenräumen, was die Grundlage für TDOA ruiniert. Ohne exakte Zeitsynchronisation funktioniert die gesamte Methode nicht.

Wann TDOA indoor *eingeschränkt* funktioniert:

- In sehr großen Hallen, Flughafenterminals oder offenen Logistikflächen mit guter Gateway-Abdeckung.
- Wenn zusätzliche Technologien zur Fehlerkorrektur eingesetzt werden (z. B. Algorithmen, die Multipath-Effekte erkennen).
- In Kombination mit anderen Lokalisierungstechnologien wie Bluetooth, UWB oder Wi-Fi, um Ausfälle oder Ungenauigkeiten auszugleichen.

5.13. TRACKING ÜBER DAS MOBILFUNKNETZWERK „CELL LOCATE“

Die Mobilfunkortung funktioniert, indem ein Mobilgerät über sein Funksignal mit dem Mobilfunknetz kommuniziert, und das Netz daraufhin den ungefähren Standort anhand verschiedener Parameter berechnet. Hier sind die wichtigsten Methoden im Überblick:

Methode	Typische Genauigkeit	Bemerkung
Cell-ID	100 m - mehrere km	Sehr grob; hängt von Zellgröße ab (Stadt vs. Land)
Enhanced Cell-ID	50 - 500 m	Besser durch Timing-Infos, aber abhängig vom Netz
TDOA (Time Difference of Arrival)	50 - 150 m	Benötigt mehrere synchronisierte Stationen
AOA (Angle of Arrival)	100 - 200 m	Weniger verbreitet, benötigt spezielle Antennen

Die Genauigkeit der Ortung über Mobilfunk hängt stark von der verwendeten Methode, der Netzabdeckung und der Umgebung ab. Der Leistungsaufnahme ist im Vergleich zu anderen Technologien sehr gering.

5.14. EDRX: AUF DEM WEG ZUM ABFRAGBAREN TRACKER

Die eDRX Funktion ist nur für Mobilfunkgeräte verfügbar!

Der Traum vom Tracker der ständig zuhört und aktiv abfragbar ist, wird real. Die eDRX Funktion hilft bei der Umsetzung.

eDRX (Extended Discontinuous Reception) erlaubt es einem **Mobilfunkgerät**, nach einer Datenübertragung in einen energiesparenden „Schlafmodus“ zu wechseln, bei dem es nicht ständig mit dem Mobilfunknetz kommuniziert. Normalerweise müssen Mobilfunkgeräte in kurzen Intervallen überprüfen, ob das Netzwerk neue Nachrichten für sie hat (z. B. eingehende Befehle oder Updates). Diese häufigen Überprüfungen kosten Energie, selbst wenn keine neuen Daten vorhanden sind.

Mit eDRX werden diese Überprüfungsintervalle deutlich verlängert: Ein Sensor kann so eingestellt werden, dass er nur noch alle Minuten oder sogar Stunden auf neue

Netzwerknachrichten hört. Während der Ruhezeiten schaltet sich der Empfänger des Geräts weitgehend ab, was den Energieverbrauch drastisch senkt. Sobald die festgelegte eDRX-Phase endet, „wacht“ der Sensor auf, hört kurz auf neue Nachrichten und kann dann wieder schlafen gehen, falls nichts Wichtiges empfangen wurde. Durch eine Nachricht vom Netzwerk zum Sensor kann der Standort des Gerätes abgefragt werden.

Dabei bleibt das Gerät weiterhin beim Netz registriert – es ist nicht komplett offline –, sondern reduziert nur seine aktive Empfangsbereitschaft. Das ist ideal für Anwendungen, bei denen das Gerät hauptsächlich selbst Daten sendet (z. B. Standort, Sensormesswerte) und nur selten erreichbar sein muss.

eDRX-Zyklen können dabei Sekunden bis Stunden dauern (abhängig vom Netzbetreiber und der Anwendung). Je höher die eDRX Frequenz, desto höher der Ruhestromverbrauch des Gerätes. Daher ist es entscheidend, die erforderlichen Abfragefrequenzen sorgfältig zu definieren und diese stets in Relation zur angestrebten Lebensdauer des Geräts zu setzen.

6. MONTAGE UND INSTALLATION

6.1. WARN- UND SICHERHEITSHINWEISE ZUR MONTAGE

Falls der Sensor auch nach der Montage gut zugänglich ist, montieren Sie erst den Sensor und aktivieren diesen nach der Montage!

Falls der Sensor nach der Montage nicht mehr zugänglich ist, aktivieren Sie erst den Sensor und montieren diesen nach der Aktivierung!

Vergewissern Sie sich vor dieser Art der Montage, dass die Oberfläche, auf die der Sensor geschraubt werden soll, eben ist, da sonst das Gehäuse beschädigt werden kann.

Bitte beachten:

- Führen Sie keine Gegenstände oder Körperteile in die Öffnungen des Sensors ein.
- Montieren Sie den Sensor nicht an der Decke oder am Boden.
- Montieren Sie den Sensor nicht in Höhen über zwei Meter.
- Montieren Sie den Sensor nur in Innenräumen an einer Wand in einem gewöhnlichen Raum bei einer Höhe von 1,50m bis 1,80m.

Die Standardversionen des Apollon-Sensors sind für eine Vielzahl industrieller und logistischer Anwendungen ausgelegt und verfügen über robuste Gehäuse mit hoher Schutzart. Bei der Installation sind folgende Punkte zu beachten:

- Montageort wählen, der innerhalb der spezifizierten Umgebungstemperaturen und -bedingungen liegt (siehe technische Daten).
- Gehäuse nicht verdecken: Die Funkkommunikation (z. B. LoRaWAN, BLE) darf nicht durch metallische Objekte, dichte Gehäuse oder strukturabschirmende Materialien behindert werden.

Montieren Sie den Sensor im Optimalfall mit freier Sichtverbindung zum Himmel. Damit kann ein reibungsfreier Betrieb der Funkschnittstellen sichergestellt werden.

- Sensor stabil befestigen, idealerweise über die vorgesehenen Montagelöcher. Vibrationsarme oder feste Untergründe werden empfohlen.
- Ausrichtung: Die Standardversion benötigt keine spezielle Ausrichtung, kann also flach, vertikal oder horizontal montiert werden - je nach Anwendungsfall.
- Nicht in unmittelbarer Nähe von starken elektromagnetischen Quellen montieren, um Signalstörungen zu vermeiden.

Dauermagnete können starke Magnetfelder erzeugen, die bei unsachgemäßer Handhabung gefährlich sein können. Beachten Sie daher folgende Warnhinweise:

- Hände und Finger schützen: Starke Magnete können sich schlagartig anziehen und Finger oder Haut einklemmen. Dies kann zu schmerzhaften Quetschungen und Verletzungen führen. Halten Sie beim Umgang mit Dauermagneten immer ausreichend Abstand und tragen Sie bei Bedarf Schutzhandschuhe.
- Elektronische Geräte fernhalten: Magnetfelder können elektronische Geräte wie Computer, Smartphones, Kreditkarten, Herzschrittmacher und andere empfindliche Elektronik beschädigen oder ihre Funktion beeinträchtigen. Halten Sie daher immer ausreichend Abstand zu solchen Geräten.
- Bruchgefahr beachten: Viele Dauermagnete bestehen aus spröden Materialien (z. B. Neodym), die bei plötzlichen Stößen oder hoher Belastung brechen können. Die Splitter können scharf sein und Verletzungen verursachen. Verwenden Sie die Magnete daher vorsichtig und vermeiden Sie Schläge oder zu hohe Belastungen.
- Gesundheitliche Risiken: Menschen mit Herzschrittmachern oder anderen implantierten medizinischen Geräten sollten den Kontakt mit starken Magneten vermeiden, da die Magnetfelder diese Geräte stören oder deaktivieren können. Konsultieren Sie vor der Nutzung gegebenenfalls einen Arzt.
- Magnete sicher lagern: Bewahren Sie Magnete in einem sicheren Abstand voneinander und von anderen metallischen Gegenständen auf. Ein plötzliches Anziehen kann zu Beschädigungen, Verletzungen oder unkontrollierbarem Herumfliegen der Gegenstände führen.
- Gefahr für Kinder: Dauermagnete sind kein Spielzeug! Besonders kleine Magnete können beim Verschlucken oder Einatmen lebensgefährlich sein und zu schweren inneren Verletzungen führen. Bewahren Sie Magnete daher stets außerhalb der Reichweite von Kindern auf.
- Erwärmung vermeiden: Dauermagnete verlieren bei Temperaturen über ihrer maximalen Betriebstemperatur (je nach Material zwischen 80 und 200 °C) dauerhaft ihre Magnetkraft. Setzen Sie Magnete daher keiner direkten Hitze oder offenen Flammen aus.

6.2. EMPFOHLENE BEFESTIGUNGSMETHODEN

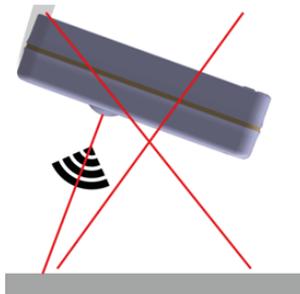
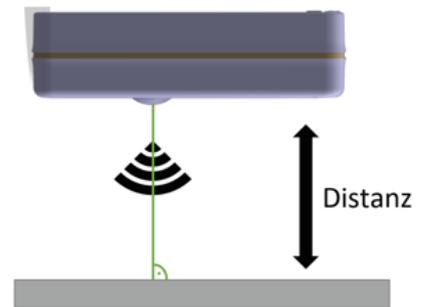
Montageart	Beschreibung	Empfohlenes Zubehör
Verschraubung	2 Schrauben M4 oder M5	2x geeignete Senkkopfschraube, ggf. Holzschraube 4mm – 5mm
Magneten	2 Neodytopfmagneten M4, Innengewinde	2x Neodymmagneten (indoor) zusammen 16-32 kg Tragkraft
Kleben	Doppelseitiges Klebeband oder Montagekleber	Doppelseitiges Klebeband oder Montagekleber

6.3. MONTAGEZUBEHÖR

Montageart	Empfohlenes Zubehör
Verschraubung	Maschinenschrauben DIN912 mit Muttern M4 oder Holzschrauben
Magneten	2 Mal Neodytopfmagnet, Haftkraft 16 – 32 kg inkl. 2 Schrauben
Kleben	Doppelseitiges Klebeband
Nieten	Zur Rückwandmontage mit Nietmuttern M4 oder Vorderwandmontage mit Blindnieten
Abstandplatte	Maße siehe technische Zeichnung
Bohrschablonen	siehe Ende Betriebsanleitung

6.4. ALLGEMEINE INSTALLATIONSANWEISUNGEN

Der Sensor misst den Abstand zum Objekt optimal, wenn er parallel zu diesem ausgerichtet ist. Bei stückigem oder schüttfähigem Material sollte der Sensor parallel zum Boden des Behälters montiert werden. Idealerweise trifft der Sensorstrahl das zu messende Objekt in einem Winkel von 90°.

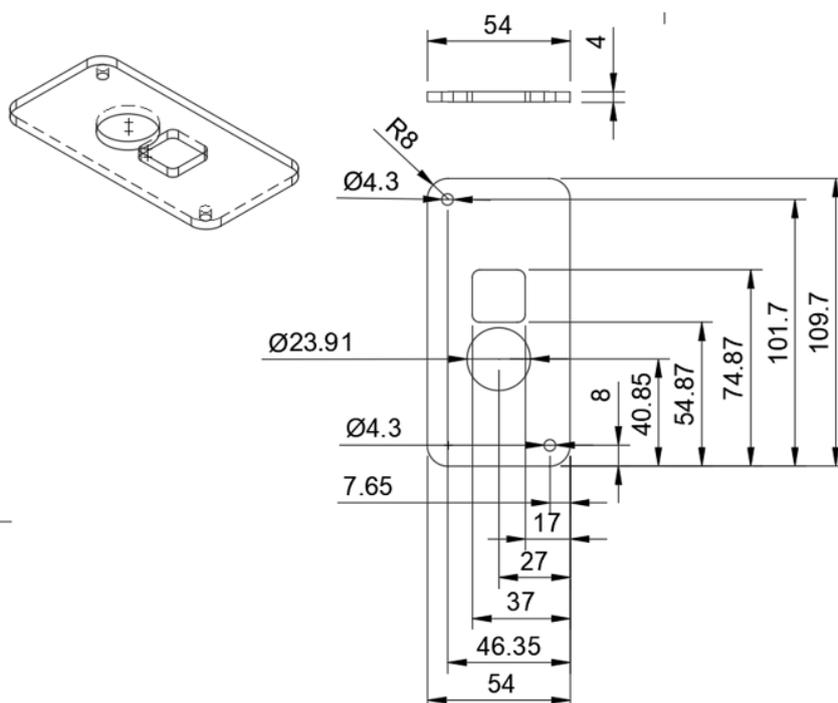


Wenn der Sensor nicht parallel zum Messobjekt montiert wird, kann die Messleistung beeinträchtigt werden. Ist der Sensor nicht waagrecht ausgerichtet, ist darauf zu achten, dass die prozentuale Berechnung des Füllstandes angepasst wird.

6.5. WICHTIGER HINWEIS FÜR GERÄTE MIT EXTERNER ANTENNE

Wenn Sie ein Gerät mit einer externen Antenne bestellt haben, die an dem goldenen RP-SMA-Stecker zu erkennen ist, installieren Sie zunächst die im Lieferumfang enthaltene Antenne. Der Sensor sollte mit der langen Seite an einem Behälter montiert werden. Dies bedeutet, dass die lange Seite des Sensors und die lange Seite des Behälters parallel verlaufen sollten. Achten Sie darauf, dass der Sensor ein möglichst freies Sichtfeld hat. Der Öffnungswinkel kann mit einem Kegel von 40° beschrieben werden.

Abstandsplatte: Die Distanzplatte kann auch für die Vorder- oder Rückwandmontage verwendet werden. Die Abstandsplatte sorgt dafür, dass eine flache Installation möglich ist und gewährleistet den Mindestabstand zwischen Sensor und Behälter. Auf diese Weise wird die Antennenleistung nicht beeinträchtigt. Falls erforderlich, kann die Distanzplatte auch für die Rückwandmontage verwendet werden.



Externe Antenne: Bitte beachten Sie, dass die Antenne immer senkrecht montiert werden sollte und dass die Spitze in den Himmel zeigt, wenn es die Anwendung erlaubt. Die Antenne sollte mindestens 2 cm von Metalloberflächen entfernt sein. Achten Sie darauf, dass die Antenne nicht durch umgebende Metallteile abgeschirmt wird, sofern die Anwendung dies zulässt. **Interne Antenne:** Wenn Ihr Gerät über eine interne Antenne verfügt (keine externe Antenne sichtbar), sollte der Sensor immer mit der langen Seite senkrecht montiert werden, da so die maximale Signalstärke des Geräts erreicht werden kann. Die Antenne befindet sich auf der Oberseite (Logo-Seite) des Gehäuses und sollte mindestens 2 cm von Metalloberflächen entfernt sein. Achten Sie darauf, dass die Antenne nicht durch umliegende Metallteile abgeschirmt wird, soweit es die Anwendung zulässt.

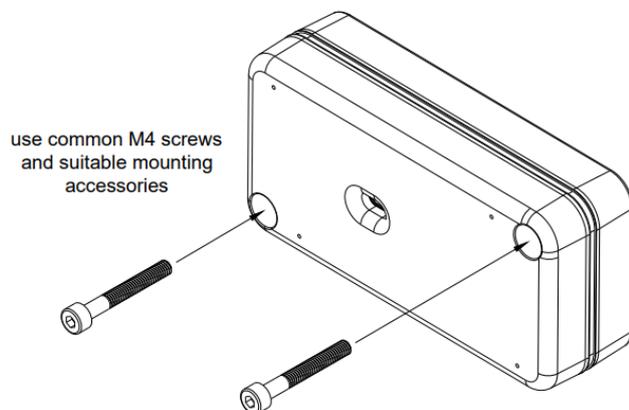
Bitte beachten Sie: Wenn Sie ein Gerät mit einer externen Antenne erhalten, betreiben Sie das Gerät niemals ohne externe Antenne! Dies kann zu irreparablen Schäden am Sensor führen.

6.6. WANDMONTAGE MIT SCHRAUBEN

Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Diese Art der Befestigung wird in der Regel verwendet, um den Sensor in einem Behälter zu befestigen. Setzen Sie die entsprechenden Schrauben in die vorgesehenen auf der Vorderseite in die Löcher ein. Alternativ können auch geeignete Holz- oder Kunststoffschrauben verwendet werden, wenn der Sensor an den jeweiligen Materialien befestigt werden soll. Verwenden Sie dazu die mitgelieferte Zweipunkthalterung.

Ist der Sensor nicht parallel zum Messobjekt montiert, kann die Messgenauigkeit beeinträchtigt werden. Bei einer nicht-horizontalen Ausrichtung muss die Berechnung des Pegels entsprechend angepasst werden.

Wird der Sensor an der Vorderwand installiert, sollte stets eine Abstandplatte verwendet werden, um den nötigen Abstand zwischen Antenne und Wand zu gewährleisten.



6.7. WANDMONTAGE MIT MAGNETEN

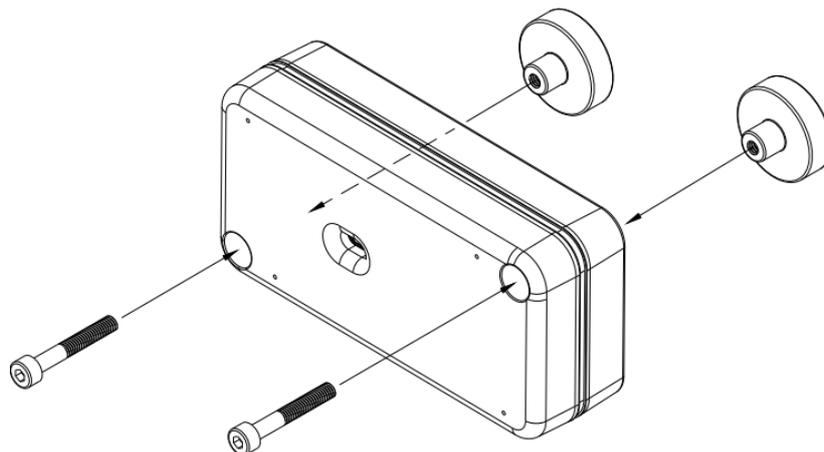
Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Die unten abgebildeten Magnete sind Neodym-Magnete. Andere Ausführungen können abweichen. NEODYM-Magnete bieten zwar eine höhere Kraft pro Fläche, sind aber nur bedingt für den Außeneinsatz geeignet. Bitte lassen Sie sich bei Bedarf von uns beraten.

Setzen Sie die entsprechenden Magnete in die vorgesehenen Löcher auf der Rückseite des Sensors ein. Die hier gezeigten Magnete sind NEODYM-Magnete. Sie können diesen Schritt alternativ für FERRIT-Magnete auf die gleiche Weise durchführen.

Setzen Sie die Schrauben in die in die Löcher auf der gegenüberliegenden Seite ein und ziehen Sie die Magnete durch verschrauben fest.

Optional: Ziehen Sie eine Anti-Rutsch-Abdeckungen über die Magnete. Die Antirutschabdeckung verhindert, dass der Magnet verrutscht, wenn das Objekt vibriert oder seine Position ändert.

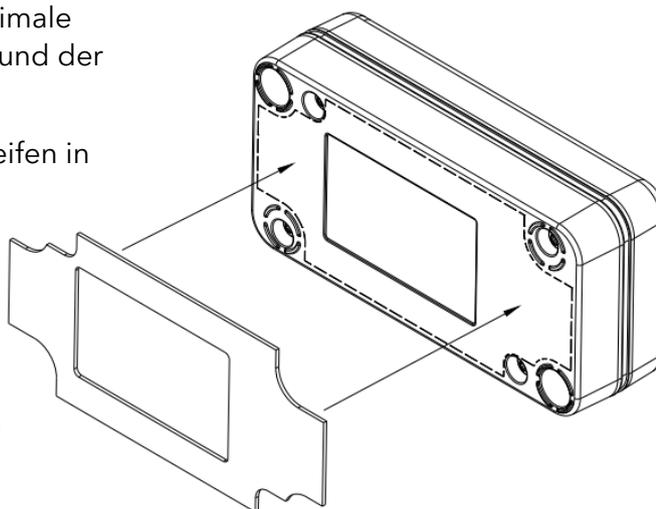
Neben der abgebildeten Rückwandmontage ist auch eine Vorderwandmontage möglich. Dazu werden die Positionen der Magneten vertauscht (Magnete in die Löcher auf der Vorderseite, Schrauben in die Löcher aus der Rückseite).



6.8. WANDMONTAGE MIT KLEBESTREIFEN

Stellen Sie vor dieser Montageart sicher, dass die Oberfläche sauber, trocken, glatt und klebfähig ist, da eine unebene oder staubige Fläche die Haftung der Klebestreifen beeinträchtigen kann. Vermeiden Sie die Anbringung auf rauen, porösen oder feuchten Oberflächen, da dies die Klebekraft verringern und zu einem Ablösen der Halterung führen kann. Drücken Sie die Halterung nach dem Aufkleben für einige Sekunden fest an, um eine optimale Verbindung zwischen den Klebestreifen und der Oberfläche zu gewährleisten.

Kleben Sie den doppelseitigen Klebestreifen in abgebildeten Bereich auf die Rückseite des Sensors. Das Tape sollte ausreichend dimensioniert werden, um den Halt zu gewährleisten. Achten Sie bei Montagen mit Klebestreifen darauf, dass die Klebestreifen vollständig haften und sich keine Ecken lösen.



6.9. ALLGEMEINE INFORMATIONEN ZUR MONTAGE MIT BLINDNIETMUTTERN

Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Eine Blindnietmutter ist eine Art von Befestigungselement, das zum Einbringen von Gewinden in dünne Materialien wie Bleche, Kunststoff oder Holz verwendet wird. Sie besteht aus einer Hülse mit einem Gewinde auf der Innenseite und einem Niet auf der Außenseite. Der Niet wird mit einem Spezialwerkzeug in das Material eingeführt und drückt die Hülse zusammen, wodurch das Gewinde in das Material eingebettet wird. Die Blindnietmutter wird häufig verwendet, wenn es nicht möglich ist, eine Mutter auf der Rückseite des Materials anzubringen, da die Nietmutter von einer Seite des Materials eingesetzt wird und das Gewinde auf der anderen Seite zum Einschrauben einer Schraube oder eines Bolzens zur Verfügung steht. Für die Montage wird ein spezielles Werkzeug benötigt, eine sogenannte Blindnietzange.



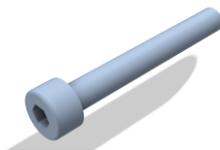
Blindnietmutter
(Variante mit
Senkkopf)



Distanzhülse für Blindnieten zum
Einsetzen in die Gehäuserückseite
für die Frontplattenmontage



4x40 Blindnieten



DIN912 Zylinderkopfschraube
M4x40 für Vorderwandmontage
mit Blindnietmutter, DIN912
Zylinderkopfschraube M4x30 (für
Rückwandmontage mit
Blindnietmutter)

Für die **Vorderwandmontage mit Blindnietmutter 6.10** ergeben sich folgende Schritte:

Schritt 1: Stellen Sie sicher, dass Sie alle notwendigen Materialien und Werkzeuge zur Hand haben. Sie benötigen eine Blindnietmutter, eine Einnietzange, eine Bohrmaschine, einen Bohrer, ein Messgerät und einen Schraubenschlüssel oder eine Zange.

Schritt 2: Bohren Sie ein Loch in das Material, in das die Blindnietmutter eingesetzt werden soll. Der Durchmesser des Lochs sollte 0,1 mm größer sein als der Außendurchmesser der Blindnietmutter.

Schritt 3: Setzen Sie die Blindnietmutter in die Bohrung ein, indem Sie sie durch die Bohrung schieben.

Schritt 4: Setzen Sie die Einnietzange auf die Blindnietmutter und ziehen Sie die Zange an, um die Blindnietmutter zu fixieren.

Schritt 5: Verwenden Sie die Nietzange, um die Blindnietmutter in das Material zu setzen. Ziehen Sie die Zange an, bis die Blindnietmutter vollständig eingebettet ist und eine feste Verbindung bildet.

Schritt 6: Überprüfen Sie die Blindnietmutter, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß installiert wurde und eine feste Verbindung bildet. Ziehen Sie sie ggf. mit einem Schraubenschlüssel oder einer Zange an, um sicherzustellen, dass sie sicher befestigt ist.

Für die **Rückwandmontage mit Blindnieten 6.11** folgende Schritte:

Schritt 1: Stellen Sie sicher, dass Sie alle notwendigen Materialien und Werkzeuge zur Hand haben. Sie benötigen einen Blindniet, eine Nietpistole und ggf. eine Bohrmaschine und einen Bohrer.

Schritt 2: Falls noch kein Loch vorhanden ist, bohren Sie eines an der gewünschten Stelle. Der Durchmesser sollte etwa 0,1 mm größer sein als der der Blindniete.

Schritt 3: Einsetzen der Blindniete Setzen Sie die Blindniete in die Nietpistole ein und schieben Sie sie durch das Loch im Material.

Schritt 4: Setzen Sie die Nietpistole auf den Kopf des Blindnietes und ziehen Sie die Pistole an, um den Niet zu spannen.

Schritt 5: Verwenden Sie die Nietpistole, um die Blindniete zu setzen. Ziehen Sie die Pistole an, bis der Niet vollständig eingebettet ist und eine sichere Verbindung bildet.

Schritt 6: Kontrollieren Sie, ob die Niete sicher sitzt. Falls nötig, können Sie sie mit einem Schraubenschlüssel oder einer Zange nachziehen, um eine optimale Befestigung zu gewährleisten.

6.10. VORDERWANDMONTAGE MIT BLINDNIETMUTTERN

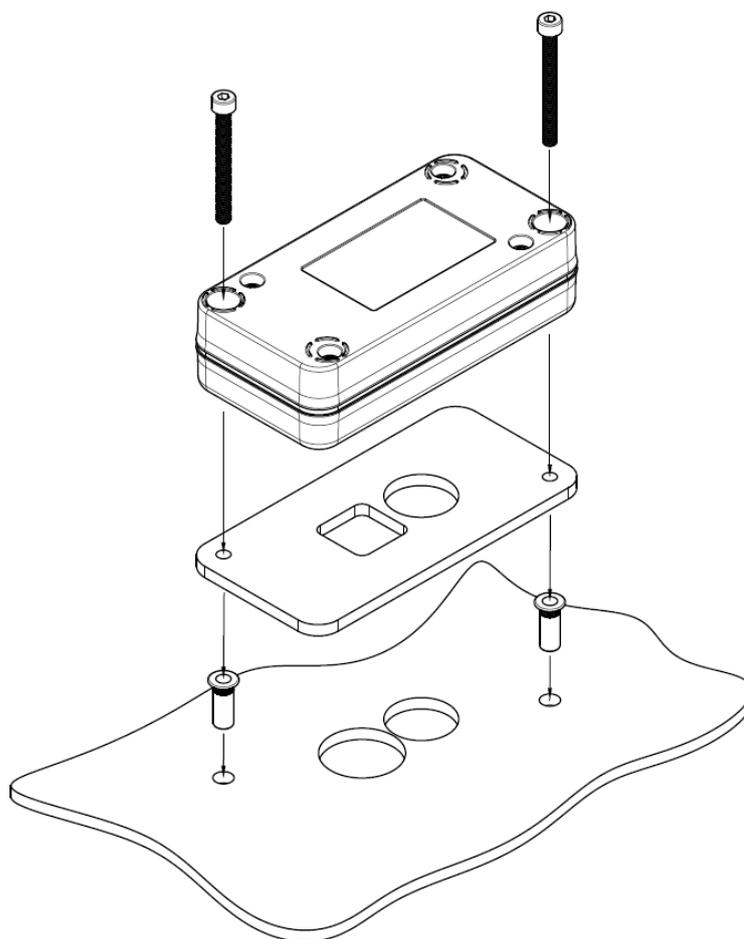
Verwenden Sie bei dieser Art der Installation immer die Abstandsplatte, um den Abstand der Antenne zur Wand zu gewährleisten.

Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Die **Vorderwandmontage** wird verwendet, wenn Sie die Vorderseite des Apollon-Q-Sensors an der Wand des Objekts befestigen wollen, an dem der Sensor angebracht werden soll. Die Vorderseite ist die Seite mit der Öffnung in der Mitte, auf der auch das Logo sichtbar ist. Diese Montageart ist die **bevorzugte Option**, da sie einen einfachen Batterie- oder SIM-Kartenwechsel durch einfaches Lösen der Schrauben ermöglicht (im Gegensatz zur Vorderwandmontage mit Blindnieten).

Aktivieren Sie den Sensor vor Beginn der Installation.

Schritt 1: Bohren Sie je nach Sensortyp (nur Radar und ToF) die entsprechenden Löcher in die Wand, an denen Sie den Sensor befestigen möchten. Verwenden Sie dazu die Bohrschablone. Die Löcher für die Blindnietmutter sollten einen Durchmesser von 6,1 mm haben.

Schritt 2: Befestigen Sie nun die Blindnietmutter mit einem geeigneten Werkzeug. Verwenden Sie die Distanzplatte und setzen Sie die Schrauben, wie in der Abbildung beschrieben, in die Laschen ein. Ziehen Sie die Schrauben mit einem maximalen Drehmoment von 2 Nm an. Wenn im Betrieb mit ständigen Vibrationen zu rechnen ist, empfehlen wir die Verwendung von Schraubensicherung.



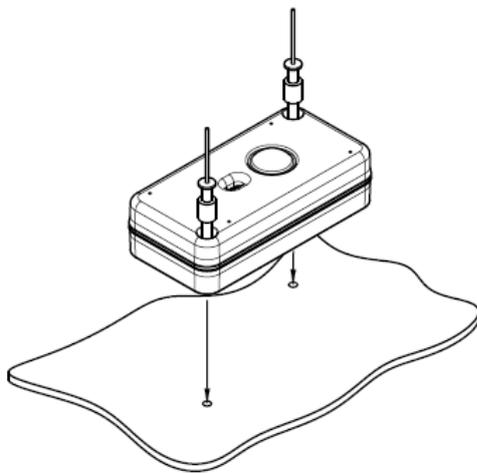
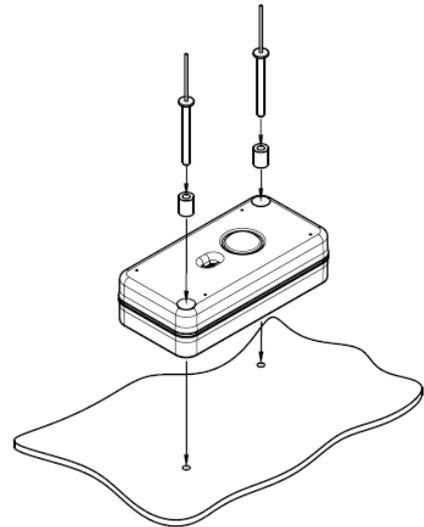
6.11. RÜCKWANDMONTAGE MIT BLINDNIETEN

Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Die **Rückwandmontage** funktioniert analog zur Frontplattenmontage mit Blindnietmutter.

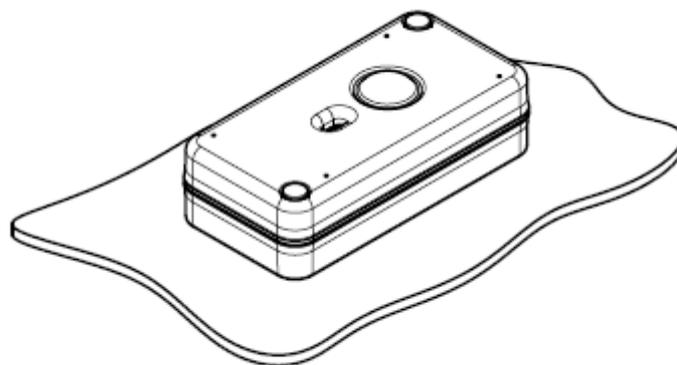
In diesem Fall liegt die Rückseite des Sensors an der Wand an. Für diese Montageart werden M4x30 Schrauben und 4x40 Blindnieten verwendet. Die Montage erfolgt **ohne Abstandsplatte**. Der Klemmbereich beträgt 3 mm bis 6 mm.

Die Bohrungen für die Blindnieten haben einen Durchmesser von 4,1 mm.

Schritt 1: Je nach Sensortyp (nur Radar und ToF) bohren Sie die entsprechenden Löcher in die Wand, an der Sie den Sensor montieren wollen. Verwenden Sie dazu die Bohrschablone. Die Löcher für die Blindnieten sollten einen Durchmesser von 4,1 mm haben.



Schritt 2: Stecken Sie die Nieten durch die vorgesehenen Laschen. Verwenden Sie dazu die mitgelieferten Abstandshalter (die längere Version). Führen Sie die Blindniete zuerst durch die Abstandshalter und dann durch die Laschen am Sensor. Vernieten Sie nun die Blindnieten mit einem geeigneten Werkzeug.



6.12. VORDERWANDMONTAGE MIT BLINDNIETEN

Verwenden Sie bei dieser Art der Montage immer die Abstandsplatte, um den Abstand der Antenne zur Wand zu gewährleisten.

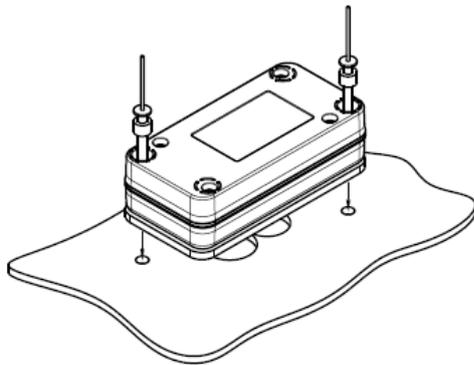
Eine Bohrschablone finden Sie am Ende der Betriebsanleitung. Die Vorderwandmontage wird verwendet, wenn Sie die Vorderseite des Apollon-Q-Sensors an der Wand des Objekts montieren möchten, in dem der Sensor installiert werden soll. Die Vorderseite oder Vorderseite ist die Seite mit der Öffnung in der Mitte, auf der auch das Logo sichtbar ist.

Aktivieren Sie den Sensor, bevor Sie mit der Installation beginnen.

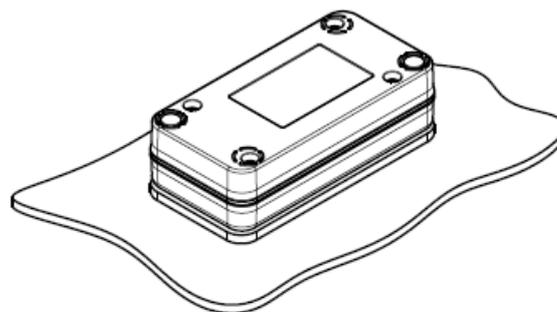
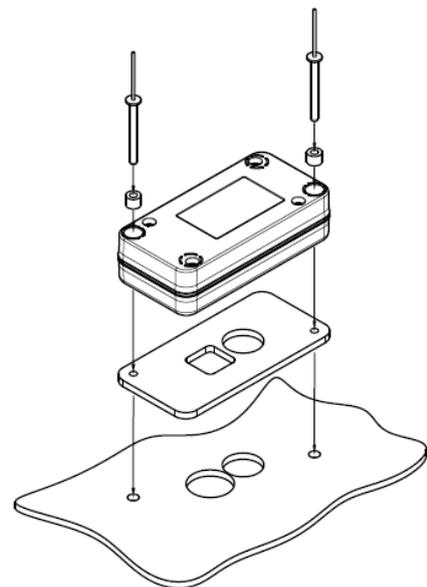
Für diese Art der Installation werden 4x40 Blindnieten verwendet. Die Montage erfolgt mit einer Distanzplatte.

Der Klemmbereich beträgt 3 mm bis 6 mm. Die Löcher für die Blindnieten haben einen Durchmesser von 4,1 mm.

Schritt 1: Bohren Sie je nach Sensortyp (nur Radar und ToF) die entsprechenden Löcher in die Wand, in die Sie den Sensor einbauen wollen. Verwenden Sie dazu die Bohrschablone. Die Löcher für die Blindnieten sollten einen Durchmesser von 4,1 mm haben.



Schritt 2: Stecken Sie die Nieten durch die vorgesehenen Laschen. Verwenden Sie dazu die mitgelieferten Abstandshalter (die kürzeren). Stecken Sie die Blindniete zuerst durch die Abstandshalter, dann durch die Laschen am Sensor und schließlich durch die Abstandsplatte. Vernieten Sie nun die Blindnieten mit einem geeigneten Werkzeug.



7. INBETRIEBNAHME UND VERWENDUNG

Bitte beachten, dass es bei der Nutzung von Messern oder anderen spitzen Gegenständen zur Beschädigung des Gehäuses oder Elektronik kommen kann.

Auf dem Sensor befinden sich zwei Hallsensoren (Magnetfeldschalter). Die folgende Grafik zeigt die Lage der Hallsensoren und die empfohlene Platzierung der Magnete.



Der obere, mittige Magnetfeldschalter (1) kann in drei verschiedenen Modi betrieben werden:

- Behälter ist geschlossen, wenn der Magnet angelegt ist
- der Behälter ist offen, wenn der Magnet angelegt wird
- der Sensor zählt eine Öffnung, wenn der Magnet zweimal durchläuft

Für neuere Sensoren wird die Funktion der Öffnungsdetektion vom Accelometer übernommen.

Die Aktivierung aller Varianten des Apollon Q (außer Zeta), lassen sich mit einem handelsüblichen Magneten an Magnetfeldschalter 2 aktivieren. Folgen sie anschließend den Schritten von 7.4 um den Sensor anschließend zu konfigurieren.

7.1. INBETRIEBNAHME DES SENSORS ÜBER BLE

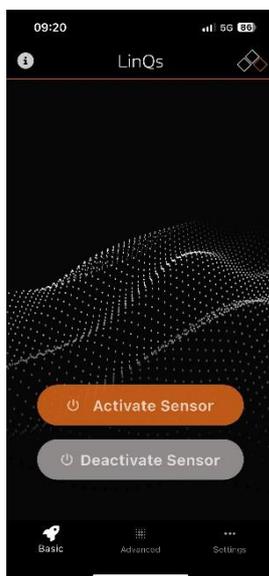
Für Sensoren mit ToF und ohne Radar steht BLE nicht zur Verfügung. Für diese Ausführungen befolgen Sie bitte die Schritte unter Punkt 7.4 um diese in Betrieb zu nehmen und zu konfigurieren.

Für alle anderen Sensoren können Sie die bequeme Variante per BLE wie folgt verwenden:

1. Alle weiteren Varianten können per BLE mit dem Handy aktiviert werden. Verwenden Sie dazu einfach unsere LinQs APP, die Sie im [APP Store](#) und [Google Play Store](#) finden.
2. Aktivieren Sie den Sensor, indem Sie den linken unteren Hallsensor (2) kurz, mind. 2 Sekunden mit einem Magneten auslösen. Der Sensor sollte nun eine akustische Tonfolge zurück geben. Der Advertising-Modus wird anschließend automatisch gestartet.

- Nun können Sie den Sensor bequem per BLE von Ihrem Endgerät aus ansteuern. Achten Sie darauf, dass es auf Ihrem Handy eingeschaltet ist, und Sie sich in Reichweite des Sensors befinden um diesen erreichen und ansteuern zu können.

BLE Advertising aktivieren



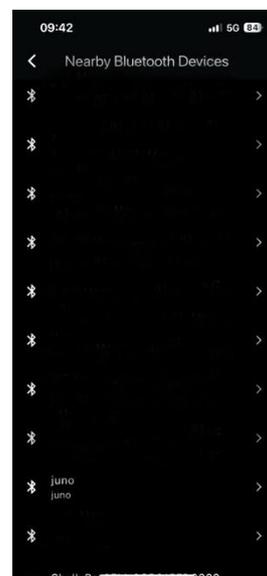
Der BLE Advertising Modus lässt sich mit dem Magnete oder nach Aktivierung des Sensors aktivieren.

BLE Gerät suchen



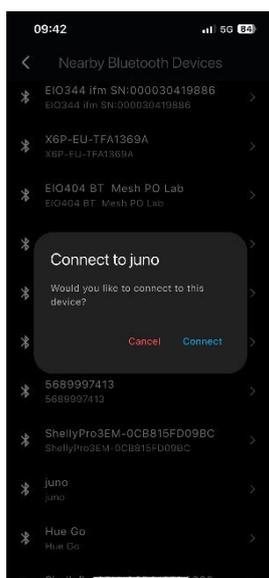
Nutze die Schaltfläche „Search“, um den Sensor über BLE zu suchen.

Mit dem Sensor über BLE verbinden



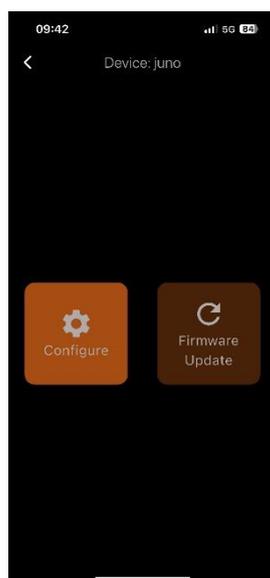
Wähle den richtigen Sensor aus und bestätige mit einem Klick auf „Apollon“.

Mit dem Sensor über BLE verbinden



Klicke auf die Schaltfläche „Connect“

Mit dem Sensor über BLE konfigurieren



Nutze jetzt die Schaltfläche „Configure“, um Parameter einzustellen.

Mit dem Sensor über BLE konfigurieren



Mit der Schaltfläche „Trigger Send“ kann eine Übertragung ausgelöst

werden. Tippe in den gewünschten Tabelleneintrag und ändere die Werte. Bestätige mit der Schaltfläche unten „Update & Reboot“ oder „Update“. Update und Reboot erzwingt zusätzlich zur Änderung einen Reboot, Update wird bei der nächsten Messung oder Übertragung angewendet.

7.2. INBETRIEBNAHME ÜBER MAGNET

Der Sensor lässt sich bequem per Magnet aktivieren: Sobald sich der Magnet direkt am Gehäuse befindet, erkennt die integrierte Reed-Kontakt-Technik das Magnetfeld und schaltet den Sensor ein. Ein kräftiger Neodym-Magnet ist ideal, doch grundsätzlich genügt jeder Magnet – besonders praktisch sind flächige Modelle wie Whiteboard-Magnete, weil sie das Magnetfeld gleichmäßig übertragen. Nach erfolgreicher Aktivierung ertönt ein kurzer Piepton; damit ist das Gerät einsatzbereit und wechselt automatisch in den Advertising-Modus.

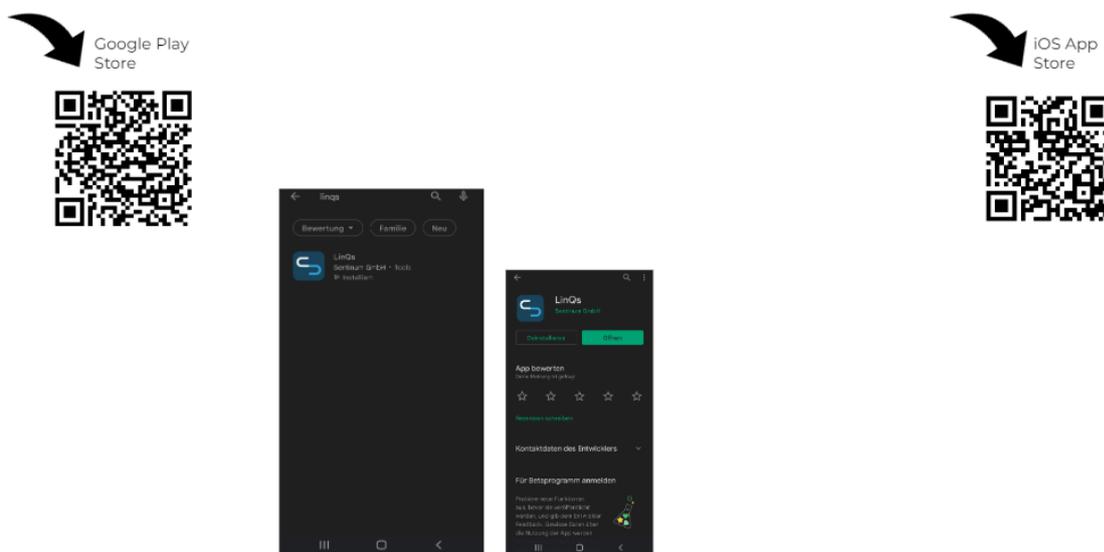


7.3. AKUSTISCHES SIGNAL UND FEEDBACK

- Beim Einschalten des Geräts ertönt ein akustisches Signal, das aus mehreren aufsteigenden Tönen besteht. Diese Tonfolge signalisiert erfolgreiches Aktivieren des Sensors.
- Beim Ausschalten werden mehrere abfallende Töne abgespielt, die das Herunterfahren des Geräts akustisch bestätigen.
- Beim Herstellen oder Trennen einer Bluetooth-Verbindung (BLE) gibt der Sensor ebenfalls ein akustisches Signal aus, das den Verbindungsstatus bestätigt.

7.4. NFC INBETRIEBNAHME, PARAMETRISIERUNG UND LAGE DES NFC TAGS

Die Aktivierung erfolgt über eine NFC App. Dazu wird ein Smartphone benötigt. Die App kann in den jeweiligen App Stores heruntergeladen werden. Suchen Sie dazu einfach nach "Sentinum LinQs" und laden Sie die LinQs App herunter.



Lokalisieren Sie zuerst den Tag auf dem Sensor und dann den Reader an Ihrem Endgerät. Die Lage des NFC Tags finden Sie an der Position des orangenen Pfeils.



Öffnen Sie die App und aktivieren Sie den Sensor. Um den Sensor in den Grundeinstellungen zu starten, klicken Sie im Startmenü der App auf die Schaltfläche "Sensor aktivieren". Legen Sie nun Ihr Gerät auf die NFC-Markierung des Sensors.



Wenn der Sensor aktiviert ist, wird "Sensor aktualisiert!" angezeigt. Danach können Sie mit der Aktivierung der anderen Sensoren fortfahren.

7.5. EINSATZMÖGLICHKEITEN DER SENSOREN

Die Sensoren der Apollon-Q Serie sind vielseitig einsetzbar und bieten eine zuverlässige Lösung für unterschiedlichste Anwendungen in der Füllstandmessung. Durch die Kombination aus Radar- und optischer Messung ermöglichen sie präzise Messungen in verschiedenen Bereichen, unabhängig davon, ob es sich um Flüssigkeiten, Schüttgut oder Stückgut handelt. Dank ihrer robusten Bauweise und der Unterstützung gängiger Kommunikationsstandards wie mioty®, NB-IoT, LoRaWAN® und LTE-CAT-M1 sind sie flexibel einsetzbar und gewährleisten eine zuverlässige Datenübertragung selbst in anspruchsvollen Umgebungen.

Ein zentraler Anwendungsbereich ist das Smart Waste Management. Die Sensoren erfassen zuverlässig den Füllstand in Papierkörben, Glas- und Altkleidercontainern sowie anderen Behältern, die in Städten und Gemeinden regelmäßig geleert werden müssen. Durch die präzise Messung können Leerungen effizienter geplant, unnötige Fahrten vermieden und die Entsorgungslogistik optimiert werden. Durch die energieeffiziente LoRaWAN®- oder mioty®-Kommunikation können die Sensoren über viele Jahre hinweg betrieben werden, ohne dass ein häufiger Batteriewechsel erforderlich ist.

Auch in der Industrie und Logistik spielen die Sensoren eine wichtige Rolle. Sie ermöglichen die kontinuierliche Überwachung des Füllstands in IBC-Behältern, Industrieabfällen und Lagerbeständen von C-Teilen. Dank der Unterstützung von NB-IoT und LTE-CAT-M1 können Messdaten direkt über Mobilfunknetze übertragen werden, was eine nahtlose Integration in bestehende IoT-Systeme ermöglicht. Dies trägt dazu bei, Produktionsabläufe effizienter zu gestalten und rechtzeitige Nachbestellungen sicherzustellen.

Ein weiterer relevanter Einsatzbereich ist die Messung in Schächten und Kanälen. Hier tragen die Sensoren dazu bei, Füllstände von Wasser, Schlamm oder anderen Materialien zu erfassen, um Wartungsintervalle besser zu planen und kritische Zustände frühzeitig zu erkennen. Dies hilft dabei, Überflutungen oder Verstopfungen rechtzeitig zu vermeiden.

Zusätzlich bieten die Sensoren mit ihrem integrierten GPS die Möglichkeit, Container und mobile Behälter zu tracken. Dies ist besonders in der Logistik von Vorteil, da der Standort und der Füllstand jederzeit überwacht werden können, um Prozesse effizient zu steuern.

Der Apollon-PP Sensor bietet eine zuverlässige Präsenzdetection und ist ideal für den Einsatz in der Logistik und Industrie. Er ermöglicht die Überwachung von Regalen, C-Teilen und Behältern und unterstützt verschiedene Kommunikationsstandards wie LoRaWAN®, mioty®, NB-IoT und LTE-CAT-M1, was eine einfache Integration in IoT-Systeme gewährleistet.

Zusätzliche Funktionen wie Öffnungs- und Vandalismusedetektion sowie das einfache Provisioning über NFC und Downlinks sorgen für eine hohe Benutzerfreundlichkeit. Die nachhaltige energieeffizienter Datenübertragung und hohe breite Anwendungsmöglichkeiten.

8. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION UND NEIGUNGSDETEKTION

Die Klappenöffnungsdetektion kann entweder über den Magnetschalter oder den Beschleunigungssensor erfolgen. Die Neigungsdetektion (Tilt Feature) erfolgt über den Beschleunigungssensor

8.1. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION ÜBER DEN MAGNETSCHALTER



Bei älteren Versionen wird der Magnetfeldschalter 2 zur Aktivierung genutzt. Die Öffnung wird durch den Hall-Switch 1 geregelt. Die Magnetfeldschalter können in drei verschiedenen Modi betrieben werden:

1. Der Magnetfeldschalter ist aktiv. Es können entweder einer oder beide Sensoren verwendet werden.
2. Als Magnete werden große Neodym-Magnete empfohlen. Diese sollten so nah wie möglich am Sensor angebracht werden. Ein empfohlener Abstand zwischen dem Magneten und dem Sensor kann aufgrund der variablen Größe des Magneten nicht universell angegeben werden. Es wird ein maximaler Abstand von 1 cm zwischen Magnet und Gehäuse empfohlen.
3. Zum Vergleich: Mit einem Neodym-Scheibenmagneten mit $d = 20\text{mm}$ und $h = 5\text{mm}$ werden zuverlässige Werte bei Abständen unter 1 cm erreicht.
4. Die Magnetfeldschalter können in drei verschiedenen Modi betrieben werden:
 - Behälter ist geschlossen, wenn der Magnet angelegt ist.
 - Der Behälter ist offen, wenn der Magnet angelegt wird.
 - Der Sensor zählt eine Öffnung, wenn der Magnet zweimal durchläuft.

8.2. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION MIT BESCHLEUNIGUNGSSENSOR UND NEIGUNGSDETEKTION

Bei den neuen Versionen wird lediglich der Magnetschalter 2 für das Aktivieren des Advertising des BLEs auslöst.

Der Apollon-Sensor ist mit einem integrierten 3-Achsen-Beschleunigungssensor des Typs ausgestattet, der für die zuverlässige Erkennung von Bewegungs- und Lageänderungen genutzt wird. Eine der zentralen Funktionen dieses Sensors ist die Detektion des Öffnens von Klappen, Deckeln oder Gehäusen, wie sie typischerweise in industriellen Anwendungen vorkommen.

1. Lageerkennung im Ruhezustand:

- Im geschlossenen Zustand der Klappe befindet sich der Sensor in einer definierten, stabilen Position.
- Der LIS2DTW12 misst kontinuierlich die Beschleunigung entlang der X-, Y- und Z-Achse.
- Über die sogenannte statische Beschleunigung (hauptsächlich durch die Erdanziehung verursacht) kann die absolute Lage der Klappe eindeutig erkannt werden.

2. Änderung der Neigung oder Bewegung:

- Wird die Klappe geöffnet oder bewegt, ändert sich die Orientierung des Sensors im Raum.
- Der Sensor erkennt diese Änderung durch eine deutliche Abweichung der gemessenen Beschleunigungswerte auf mindestens einer Achse.
- Diese Änderung wird als Trigger-Ereignis interpretiert.

3. Schwellwertbasierte Erkennung:

- Im Firmware-Setup des Apollon kann ein Neigungswinkel oder eine Bewegungsschwelle definiert werden (z. B. Änderung um 15, nicht ultra-low Power Betrieb)
- Sobald die Messwerte diesen Schwellenwert überschreiten, wird ein Klappenöffnungsereignis registriert.

Der Sensor kann natürlich weiter sehr stromsparend betrieben werden in dem die Messfrequenz des Winkels entsprechend hoch eingestellt wird, z.B. 5 Minuten. Dann ist die Messung insignifikant zum restlichen Stromverbrauch.

4. Optional: Interrupt-gesteuerter Betrieb:

- Der Sensor unterstützt Low-Power-Modi mit Interrupt-Auslösung.
- Das bedeutet, dass der Sensor im stromsparenden Zustand verbleibt und nur bei erkannter Bewegung einen Interrupt an den Mikrocontroller auslöst - ideal zur Verlängerung der Batterielaufzeit.
- **Nachteil: Der Winkel kann nicht eingestellt werden und ist auf 65° festgelegt**

5. Ereignisverarbeitung und Datenübertragung:

- Nach einer erkannten Öffnung wird das Ereignis im internen Speicher protokolliert.
- Je nach Konfiguration kann sofort ein Datenpaket über LoRaWAN, BLE oder ein anderes Netzwerkprotokoll gesendet werden, um das Ereignis zu melden.

Vorteil dieser Methode

- Keine mechanischen Komponenten notwendig (im Vergleich zu Reed- oder Magnetschaltern)
- Unempfindlich gegenüber Magnetfeldstörungen
- Einfache Nachrüstung oder Anpassung über Software

8.3. ORIENTIERUNGEN (AM BEISPIEL APOLLON IQ)

Vorderseite



Seitenansicht



Rückseite



9. KOMMUNIKATION MIT DER SCHNITTSTELLE

Die detaillierte Möglichkeit zur Konfiguration der Sensor-Kommunikation, dem Join-Verhalten finden Sie je nach Version in der jeweiligen generischen [LoRaWAN®](#), [Mioty®](#) oder [Cellular \(NB-IoT und LTE-M1\)](#) Dokumentation.

Des weiteren finden Sie alle Dokumente zur generischen Dokumentation finden Sie unter <https://docs.sentinum.de/wichtig-produktübergreifende-dokumentation-für-sensoren>.

9.1. LORAWAN JOIN VERHALTEN

Bevor Telemetriedaten via LoRaWAN versendet werden können, muss das Gerät eine Verbindung mit dem Netzwerk herstellen. Dazu versendet das Gerät so lange Join-Requests, bis erfolgreich ein Join-Accept empfangen wurde. Als Kompromiss zwischen Energieverbrauch und zügigem Join, werden die Sendeabstände der Join-Requests immer größer. Außerdem wird auch die Datarate variiert (zunächst große Datarate bzw. kleiner Spreizfaktor, dann kleinere Datarate bzw. größerer Spreizfaktor). Das Join Verhalten hält die Vorgaben und Empfehlungen der LoRa-Alliance Spezifikation strikt ein. Sentinum Sensoren setzen die Vorgaben durch sogenannte Join-Bursts, deren Abstand zueinander wächst.

Ein Join-Burst besteht aus maximal 6 Join-Requests mit abnehmender Datarate (DR5-DR0) bzw. zunehmenden Spreizfaktor (SF7-SF12). Die Abstände zwischen den Requests nehmen quadratisch zu, um die Lora-Alliance spezifischen Duty-Cycle Richtlinien nicht zu verletzen. Die LoRa-Alliance schreibt einen Abnehmenden Duty-Cycle für Join-Requests gemäß folgender Tabelle vor

Zeit	Duty-Cycle
<1h	1%
<11h	0.1%

Das bedeutet das in der ersten Phase (<1h) genau so viel Sendebudget zur Verfügung steht, wie in der zweiten (<11h), obwohl nur ein Zehntel der Zeit zur Verfügung steht. Um das Budget maximal auszunutzen, sind die Abstände zwischen Join-Bursts (bestehend aus max. 6 Join-Requests) zunächst klein und werden dann größer. Konkret werden in Phase 1 2 Bursts durchgeführt. In Phase 2 werden 2 weitere Bursts durchgeführt, ab Phase 3 wird 1 Burst pro Tag durchgeführt. Die Länge der Bursts wächst von ca. 10 Minuten in Phase 1, über ca. 100 in Phase 2, auf bis zu 16 Stunden in Phase 3, an.

9.2. MIOTY JOIN-VERHALTEN

Bevor Telemetriedaten via mioty versendet werden können, muss das Gerät eine initiale Kommunikationsstrecke mit der Basisstation aufbauen. Ein expliziter Join-Prozess wie bei LoRaWAN ist nicht erforderlich. Stattdessen beginnt das Gerät direkt mit der Aussendung sogenannter Telegramme, die aus 512 Bit großen Datenpaketen bestehen, welche wiederum in bis zu 12 Subpakete (Sub-Packets) fragmentiert und über verschiedene Frequenzen sowie Zeitpunkte verteilt werden (Telegram Splitting). Die erste erfolgreiche Zustellung eines Telegramms mit gültiger Geräte-ID wird vom Backend als Netzbeitrag interpretiert. Die Konfiguration des Geräts (z. B. Device ID, Application Key) ist vorab festgelegt und muss mit dem Backend übereinstimmen.

Wird keine Bestätigung im Backend registriert (z. B. durch fehlende Empfangs-Timestamps oder fehlende Auswertungsergebnisse), beginnt das Gerät mit erneuten Übertragungsversuchen. Diese Wiederholungen erfolgen in sogenannten mioty-Sendezyklen. Die Zyklusdauer wächst progressiv von anfänglich 5 Minuten (nach dem

ersten Versuch), über 30 Minuten, auf bis zu 12 Stunden an, um die Duty-Cycle-Vorgaben (<1%) einzuhalten und gleichzeitig den Energieverbrauch zu minimieren.

Die Sendefrequenzen (868.0-868.6 MHz in Europa) und Kanäle werden zyklisch gewechselt, um Mehrfachkollisionen zu vermeiden. Das Gerät verändert die Datarate nicht aktiv, da diese durch das Protokoll festgelegt ist (15.625 kbit/s für Uplink, optional 4.882 kbit/s für Downlink). Die Telegramme sind robust gegenüber Interferenzen, da bei Empfang nur 3 von 12 Subpaketen korrekt empfangen werden müssen (Forward Error Correction).

Ein vollständiger Sendeversuch besteht aus einem Telegramm mit 12 Subpaketen über eine Dauer von ca. 1,2 Sekunden (inkl. Guard Time). Bei erfolgreicher Registrierung wechselt das Gerät in einen regulären Betriebsmodus mit fixen Sendeintervallen. Falls nach mehreren Sendezyklen (typisch 10-12) kein Empfang erfolgt, pausiert das Gerät für 24 Stunden, bevor ein neuer Initialisierungsversuch gestartet wird.

9.3. CELLULAR JOIN VERHALTEN (NB-IOT UND LTE-M1)

Bevor Telemetriedaten via Cellular (NB-IoT oder LTE-M1) versendet werden können, muss das Gerät den standardisierten Netzbeitritt nach 3GPP (Release 13 ff.) durchführen. Dazu scannt das Gerät zunächst den LTE-Frequenzbereich (z. B. Band 8 oder Band 20 für Europa) und sucht nach verfügbaren Zellen. Nach erfolgreicher Synchronisation (PSS/SSS) und Decodierung des System Information Blocks (SIB) startet das Gerät den Attach-Prozess. Dieser umfasst RRC Connection Request, NAS Authentication, Security Setup und Establishment eines PDP- bzw. PDU-Kontexts (APN, IP-Adresse).

Wenn der erste Netzbeitritt fehlschlägt (z. B. durch kein Empfang, abgewiesene Authentifizierung oder kein PDU-Kontext), startet ein Retry-Zyklus. Die Retry-Zyklen unterliegen einem exponentiellen Backoff: Nach dem ersten Fehlschlag erfolgt der nächste Versuch nach ca. 15 Sekunden, danach 60 Sekunden, 5 Minuten, bis hin zu 6 Stunden. Die maximale Anzahl an Join-Versuchen pro Tag ist durch den Carrier limitiert, z. B. auf 6 oder 8 Versuche. Die Mobilfunkmodems halten sich strikt an die 3GPP- und GSMA-Richtlinien zur Netzwerkzugangskontrolle (Access Control Mechanism).

Sowohl NB-IoT als auch LTE-M1 nutzen Coverage Enhancement Levels (CE Level 0-2), um auch bei schlechtem Empfang erfolgreich beitreten zu können. In CE Level 2 kann eine Nachricht mit bis zu 2048 Wiederholungen übermittelt werden. Die Datenraten variieren dabei deutlich: NB-IoT arbeitet typischerweise mit bis zu 250 kbit/s im Uplink und 26 kbps im Downlink, während LTE-M1 Uplinkraten bis 1 Mbit/s erreicht. Die Verbindungsdauer ist abhängig vom Netzstatus und kann im ungünstigen Fall (CE Level 2 + Backoff) mehrere Stunden betragen.

Zur Reduktion des Energieverbrauchs setzen Cellular-Geräte nach erfolgreichem Join Power-Saving-Mechanismen ein:

- PSM (Power Saving Mode): Das Gerät bleibt für mehrere Stunden oder Tage im stromsparenden Schlafmodus und registriert sich erst bei der nächsten geplanten Sendung erneut.
- eDRX (Extended Discontinuous Reception): Das Gerät überprüft nur in festgelegten Intervallen (z. B. alle 20 Minuten bis 3 Stunden), ob Downlink-Nachrichten vorhanden sind.

Wird kein Netz gefunden, unterbricht das Gerät seine Suche nach spätestens 60 Minuten und geht für mehrere Stunden in einen Tiefschlaf. Erst danach erfolgt ein neuer Netzsuch- und Join-Zyklus. Das Verhalten ist herstellerseitig optimiert und basiert auf den Empfehlungen der Netzbetreiber sowie den Anforderungen an hohe Energieeffizienz im IoT-Masseneinsatz.

10. PFLEGE UND REINIGUNG

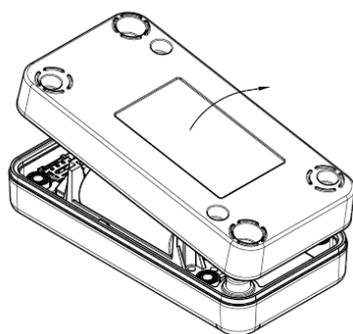
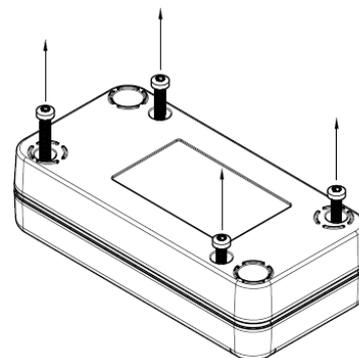
Damit der Sensor zuverlässig funktioniert und eine lange Lebensdauer gewährleistet ist, sollte er regelmäßig gepflegt werden. Beachten Sie dabei die folgenden Hinweise:

- Reinigen Sie das Gehäuse, insbesondere die Lüftungsschlitze des Sensors mit einem trockenen oder leicht angefeuchteten Mikrofasertuch. Achten Sie darauf, dass keine Feuchtigkeit in das Gerät eindringt.
- Führen Sie die Reinigung regelmäßig durch, insbesondere in staubigen oder pollenreichen Umgebungen, um die Funktionalität des Sensors langfristig sicherzustellen.
- Verzichten Sie auf alkohol- oder lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel, da diese die Oberfläche des Sensors beschädigen können.
- Verwenden Sie keine Druckluft oder andere intensive Reinigungsmethoden, da diese empfindliche Sensorbauteile beschädigen können.
- Harte Ablagerungen (z. B. Kalk, Öl oder Fett) können die Messgenauigkeit beeinträchtigen. Falls notwendig, mit einem weichen, feuchten Tuch und mildem Reinigungsmittel frühzeitig reinigen.
- Bei optischen oder radarbasierenden Sensoren sollten die Linsen bzw. Antennenflächen regelmäßig auf Verschmutzung oder Kratzer überprüft werden.
- Kontrollieren Sie regelmäßig den festen Sitz des Sensors sowie der Halterung.

11. BATTERIEWECHSEL

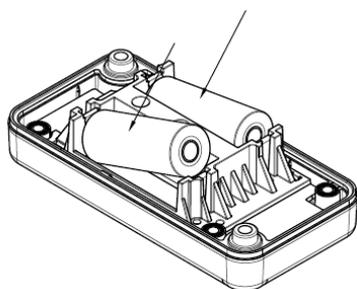
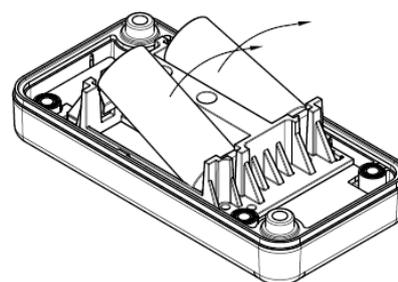
Kommunikationsstandart	Zugelassene Batterien
LoRaWAN® und mioty®	<ul style="list-style-type: none"> • Energizer® Ultimate Lithium-Batterien - AA • VARTA Ultra Lithium Mignon AA
zellulare Sensoren (NB-IoT und LTE-CAT-M1)	<ul style="list-style-type: none"> • VARTA-CR-AH-R A

Öffnen Sie die 4 Schrauben auf der Rückseite des Sensors, die mit den Orangenen Pfeilen markiert sind. Hierzu benötigen Sie einen Torx T10 Schraubendreher und vergewissern Sie sich, dass die Dichtung nicht beschädigt ist.



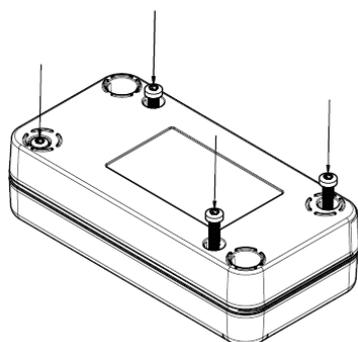
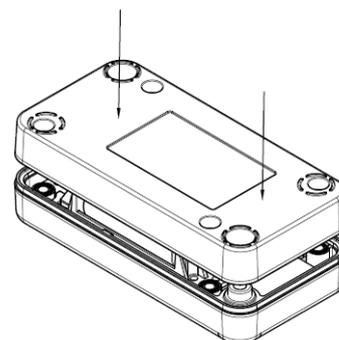
Nehmen Sie die Rückseite des Gehäuses des Sensors ab

Entfernen Sie die alten Batterien aus dem Batteriehalter



Setzen Sie 2 neue Batteriezellen ein. Wenn andere als die empfohlenen Zellen verwendet werden, können Leistung und Produktsicherheit beeinträchtigt werden und die in den Datenblättern angegebenen Laufzeiten und Leistungen ggf. nicht erreicht werden.

Nach dem Einsetzen der Zellen sollte der Sensor mit einem kurzen Piepton starten. Sobald Sie dieses Signal hören, setzen Sie die Rückseite des Gehäuses wieder auf.



Verschrauben das Gehäuse. Ziehen Sie die Schrauben über Kreuz an, um eine gleichmäßige und spannungsfreie Befestigung sicherzustellen. Vergewissern Sie sich, dass die ursprüngliche Position der Dichtung nicht verändert wurde. Montieren Sie den Sensor anschließend wieder an seinem Einsatzort. Entsorgen Sie die alten Batterien umweltgerecht.

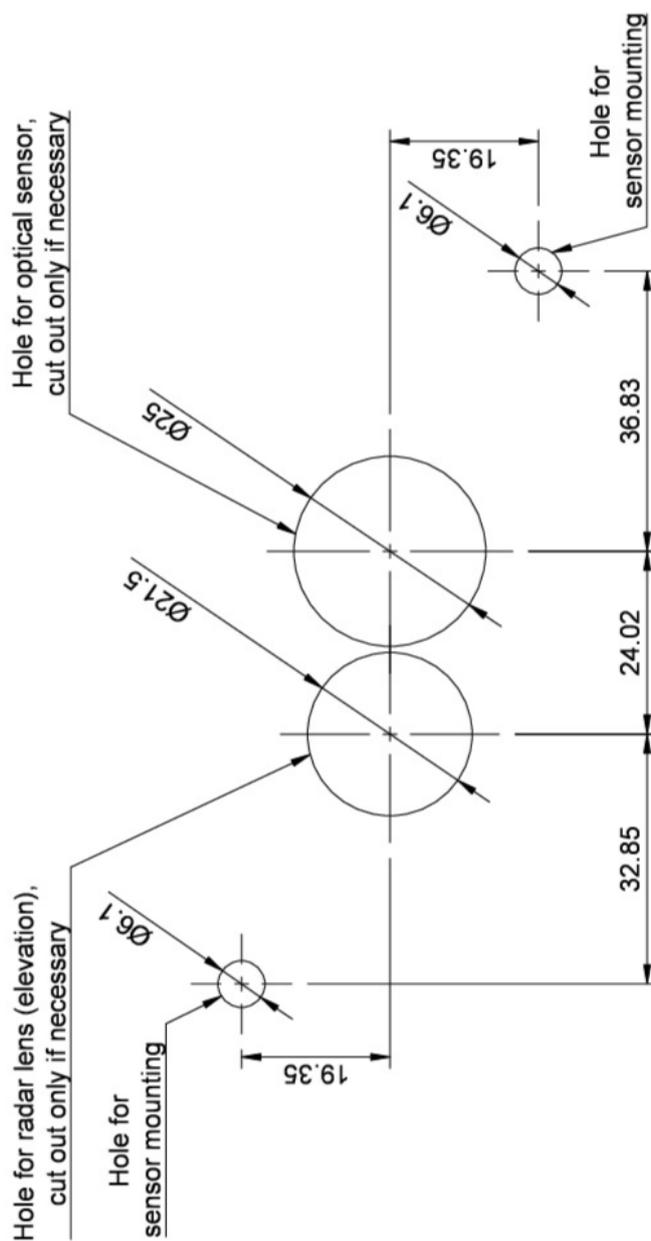
12. KENNZEICHNUNG UND ZERTIFIZIERUNG



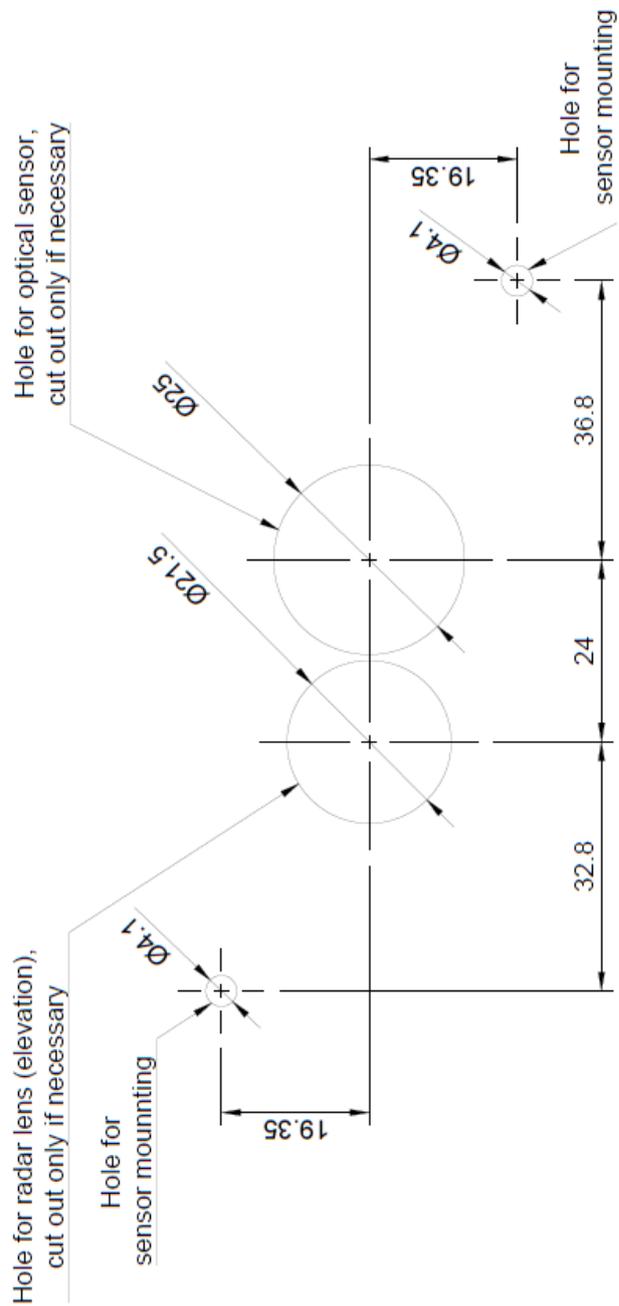
Zulassungsdokumente und Zertifizierungen, wie auch die CE EU-Konformitätserklärung sind unter <https://docs.sentinum.de/sensoren-und-produktreihen> auffindbar.

13. BOHRSCHABLONEN FÜR DIE INSTALATION

13.1. BLINDNIETMUTTER



13.2. BLINDNIETEN



13.3. WANDMONTAGE (SIEHE NÄCHSTE SEITE)

