

JUNO 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. Vorgesehene Verwendung und Produktversionen	4
3.1. Produktcodes und Funktionen.....	4
3.2. Produktcodes und Lokalisierungsverfahren.....	5
3.3. Vorgesehene Verwendung.....	5
3.4. Unterschiede der iX Versionen	5
4. Technische Zeichnung	7
4.1. Juno (ohne TH)	7
4.2. Juno TH (mit TH Öffnung)	8
5. Lieferumfang.....	9
5.1. Klebepad technische Zeichnung.....	9
6. Zugelassene Batterien und Typen	10
7. Zubehör	10
8. Ortungs- und Lokalisierungsverfahren Übersicht	11
8.1. Gegenüberstellung unterschiedlicher Technologien	12
8.2. Intelligenter Einsatz von unterschiedlichen Tracking Technologien zur Energieoptimierung	12
8.3. Welche Sensoren setzen WIFI SSID SCAN ein?.....	13
8.4. Wie funktioniert WIFI SSID Scanning	14
8.5. Vorteile und Anwendungen der Wi-Fi-basierten Lokalisierung:	14
8.6. Abhängigkeit der Genauigkeit	15
8.7. Darum ist für JUNO die Ortung über WIFI SSID sinnvoll	16
8.8. Funktionsweise von GNSS Scan	17
8.9. GNSS Scan und LoRa® Cloud	17
8.10. Tracking im LoRaWAN®	20
8.11. Tracking über das Mobilfunknetzwerk „Cell Locate“	22
8.12. eDRX: Auf dem Weg zum abfragbaren tracker	22
9. Generelle Handhabungshinweise.....	24
9.1. Besondere Handhabungshinweise für -TH Versionen	25
10. Montage und Installation	27
10.1. Warn- und Sicherheitshinweise zur Montage	27
10.2. Empfohlene Befestigungsmethoden	28
10.3. Allgemeine Installationsanweisungen.....	28
10.4. Installationsanweisungen für Juno TH Versionen.....	28

10.5. Wichtiger Hinweis für Geräte mit externer Antenne	29
10.6. Wandmontage mit Schrauben	31
10.7. Wandmontage mit Magneten	33
10.8. Wandmontage mit Klebestreifen	34
11. Inbetriebnahme und Verwendung.....	36
11.1. Inbetriebnahme des Sensors mit Magnet.....	36
11.2. Inbetriebnahme des Sensors über BLE (Kurzanleitung).....	37
11.3. Inbetriebnahme des Sensors über NFC.....	38
12. Kommunikation mit der Schnittstelle.....	44
13. Pflege und Reinigung	45
14. Batteriewechsel	46
15. Klappenöffnungsdetektion und Neigungsdetektion.....	49
15.1. Klappenöffnungsdetektion über den Magnetschalter	49
15.2. Klappenöffnungsdetektion mit Beschleunigungssensor und Neigungsdetektion.....	50
16. LoRaWAN spezifische Eigenschaften	52
16.1. LoRaWAN Join Verhalten	52
17. Kennzeichnung und Zertifizierung	53

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.
- Der Betrieb ist nur in maximal 2 Meter Raumhöhe 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.

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.
- Das Gerät darf nur dann installiert und in Betrieb genommen werden, wenn es unbeschädigt aus der Originalverpackung entnommen werden kann. Direkt nach der Entnahme ist eine Sichtprüfung auf Beschädigungen durchzuführen. Sollte das Produkt beschädigt sein, ist eine Inbetriebnahme untersagt.

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>.

3. VORGESEHENE VERWENDUNG UND PRODUKTVERSIONEN

Diese Betriebsanleitung gilt für die gesamte Produktserie Juno. Innerhalb der Serie gibt es verschiedene Produktversionen, die sich in ihren Lokalisationsmethoden sowie in der Ausstattung und Funktionalität der Sensorik unterscheiden. Die spezifischen Eigenschaften und Funktionen der jeweiligen Versionen werden im weiteren Verlauf dieser Anleitung gesondert erläutert.

3.1. PRODUKT-CODES UND FUNKTIONEN

Artikelnummer	Funkstandard	Funktionen
S-JUNO(-iX)-LOEU	LoRaWAN®	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-MIOTY	mioty®	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH	LoRaWAN®	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH	mioty®	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO-NB-TH	NB-IoT	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-LOEU-TRACK	LoRaWAN®	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH-TRACK	LoRaWAN®	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TRACK	mioty®	Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH-TRACK	mioty®	Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Neigungsdetektion (Tilt), Aktivitätserkennung, Öffnungs- und Bewegungserkennung

3.2. PRODUKTCODES UND LOKALISIERUNGSVERFAHREN

Artikelnummer	Funkstandard	WIFI SSID Scan	GNSS Scan	GNSS	Cell Locate	Tracking im LPWAN
S-JUNO(-iX)-LOEU	LoRaWAN®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY	mioty®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH	LoRaWAN®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH	mioty®	X	X	X	X	✓
S-JUNO-NB-TH	NB-IoT	X	X	X	✓	X
S-JUNO(-iX)-LOEU-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X	✓

3.3. VORGESEHENE VERWENDUNG

Der Juno-Sensor ist ein drahtloses, batteriebetriebenes IoT-Gerät zur Erfassung von Umwelt- und Bewegungsdaten. Er ist für den Einsatz in industriellen und gewerblichen Anwendungen konzipiert, insbesondere zur Zustandsüberwachung und Lokalisierung von Objekten in Innen- und Außenbereichen.

Je nach Produktvariante verfügt der Sensor über unterschiedliche Sensorik-Module (z. B. Temperatur, Bewegung, Neigung) sowie verschiedene Lokalisierungstechnologien (z. B. GNSS, WIFI SSID Scan, GNSS Scna, LoRaWAN-basierte Positionsbestimmung). Der Sensor ist ausschließlich für die in der Anleitung beschriebenen Anwendungen bestimmt und darf nur im Rahmen der darin genannten technischen Spezifikationen betrieben werden.

Eine anderweitige oder darüber hinausgehende Nutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für daraus resultierende Schäden übernimmt die Sentinum GmbH keine Haftung.

3.4. UNTERSCHIEDE DER IX VERSIONEN

Die Juno iX-Versionen verfügen über erweiterte Zertifizierungen für den industriellen Einsatz.

Darüber hinaus bieten sie einen erweiterten Lieferumfang sowie zusätzliche Konfigurationsmöglichkeiten in Bezug auf Mess- und Sendeintervalle. So ermöglichen die iX-Modelle beispielsweise ein minimales Mess- und Sendeintervall von einer Minute, während bei der Standardversion ein Mindestintervall von fünf Minuten eingehalten

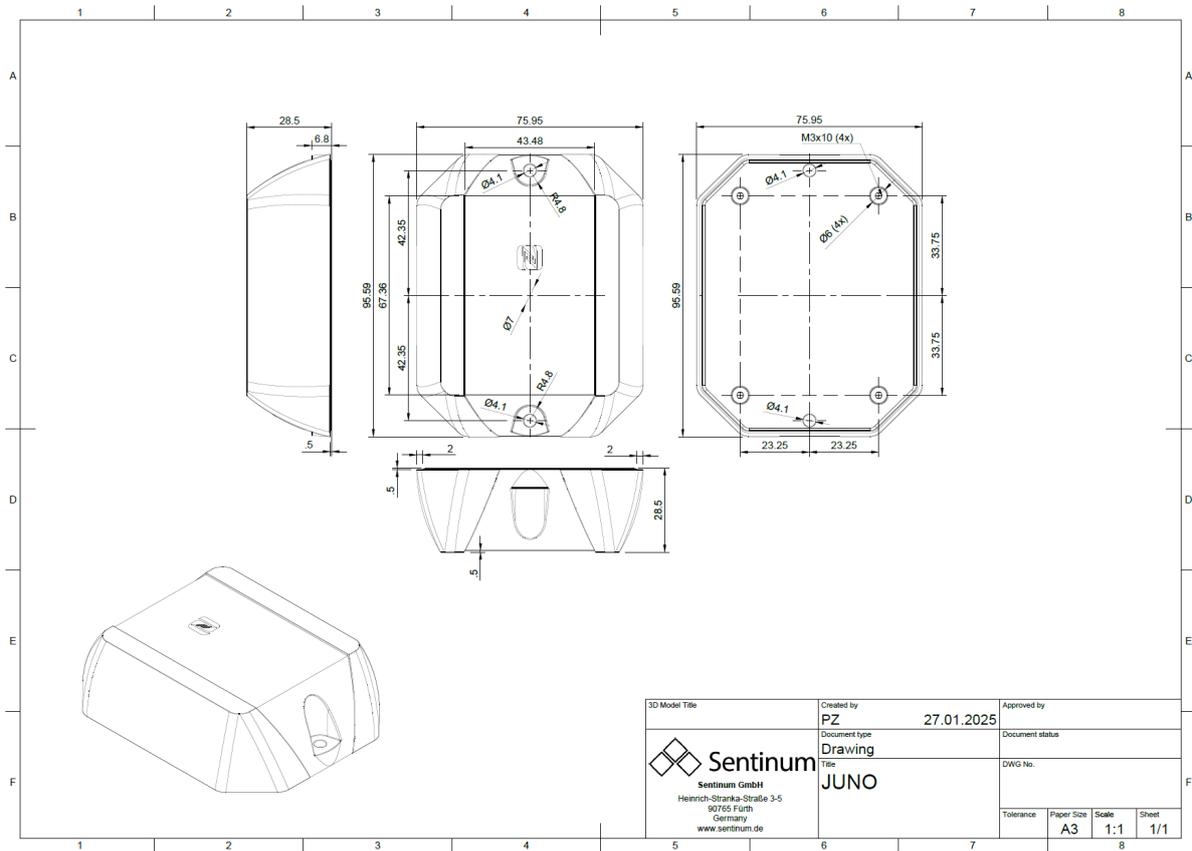
werden muss. Die industriellen Juno-Versionen und die Standardversionen unterscheiden sich auch in ihrer Gehäusefarbe.

Version	Gehäusefarbe
Standard Version	schwarz
-iX industrielle Versionen	seidengrau

4. TECHNISCHE ZEICHNUNG

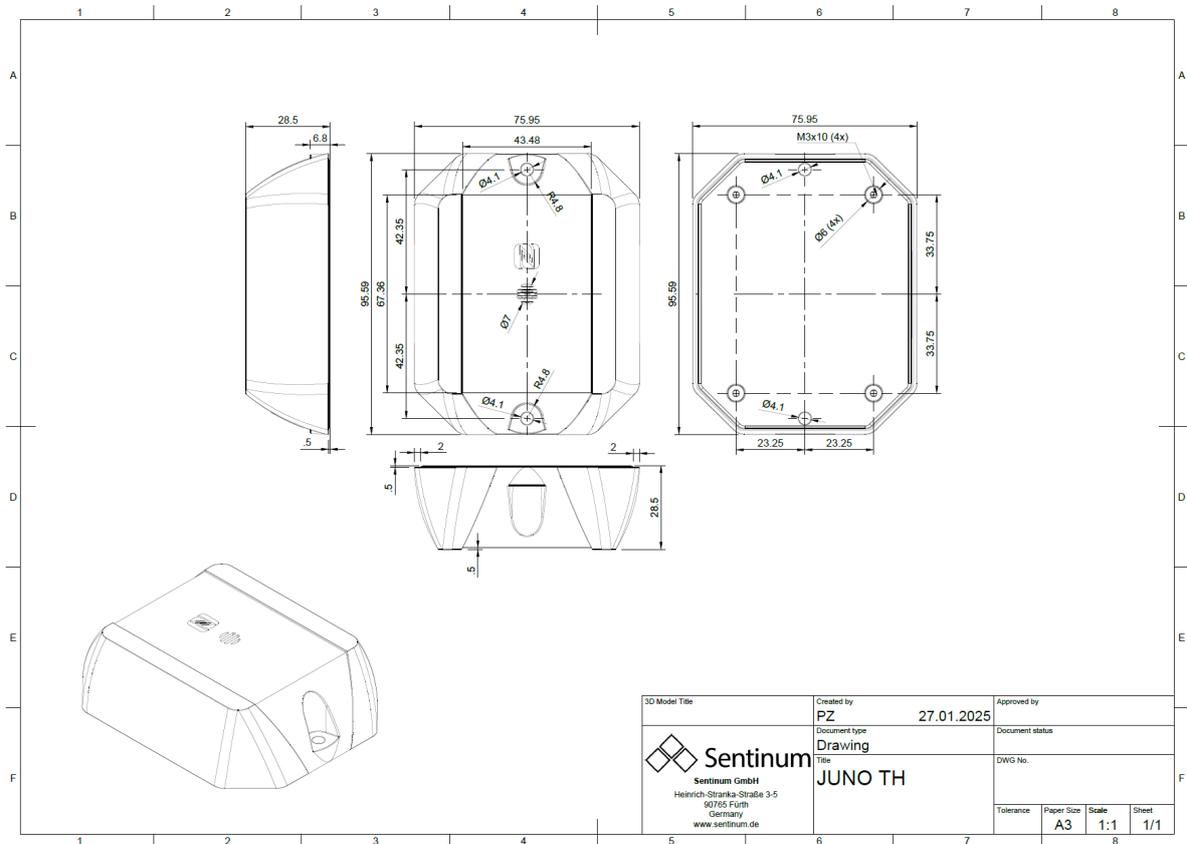
4.1. JUNO (OHNE TH)

Technische Zeichnung ohne die Öffnung für den TH Sensor.



4.2. JUNO TH (MIT TH ÖFFNUNG)

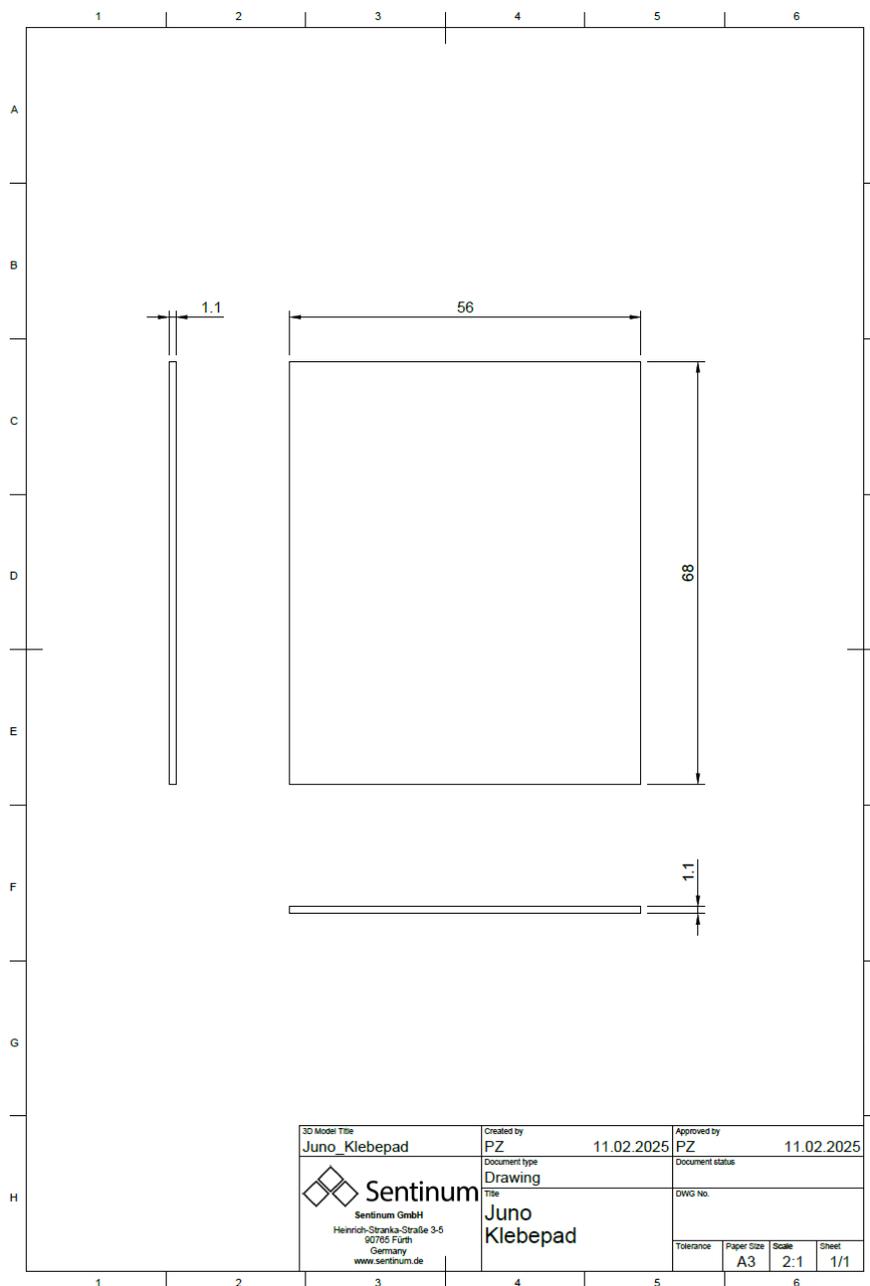
Technische Zeichnung mit der Öffnung für den TH Sensor.



5. LIEFERUMFANG

Produktversionen	Lieferumfang
Standard Version	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor • Batterien
-iX industrielle Versionen	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor • Batterie • Bohrschablone • Klebepad

5.1. KLEBEPAD TECHNISCHE ZEICHNUNG



6. ZUGELASSENE BATTERIEN UND TYPEN

Für den Betrieb des Produkts sind die folgenden Batterietypen zugelassen.

Bitte beachten Sie, dass die Wahl der Batterie einen erheblichen Einfluss auf die Laufzeit hat.

Für eine maximale Betriebsdauer empfehlen wir die Verwendung der Standardbatterien.

Artikelnummer	Zugelassene Batterien
S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TRACK S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH-TRACK	<ul style="list-style-type: none"> • Energizer Ultimate Lithium AA • Varta ULTRA Lithium AA • Varta Longlife Power AA • SAFT LS14500 (Standard)
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3 S-JUNO-NB-TH	<ul style="list-style-type: none"> • CR14505 (HCB) • ER14505M (HCB, Standard) • UHR-ER14505-X (Ultralife)

7. ZUBEHÖR

Artikelnummer	Beschreibung
PBA-000102	Klebeband für Juno
Z-JUNO-MAG-NEO	2x Neodymmagnet mit Schrauben für Sensoren der Juno Serie, hält 36kg.

8. 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	WIFI SSID Scan	GNSS Scan	GNSS	Cell Locate	Tracking im LPWAN
S-JUNO(-iX)-LOEU	LoRaWAN®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY	mioty®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH	LoRaWAN®	X	X	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH	mioty®	X	X	X	X	✓
S-JUNO-NB-TH	NB-IoT	X	X	X	✓	X
S-JUNO(-iX)-LOEU-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-LOEU-TH-TRACK	LoRaWAN®	✓	✓	X	X	✓
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3	NB-IoT, CAT-M1	✓	X	✓	✓	X
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X	✓
S-JUNO(-iX)-MIOTY-TH-TRACK	mioty®	✓	X	✓	X	✓

8.1. 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
WIFI 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

8.2. INTELLIGENTER EINSATZ VON UNTERSCHIEDLICHEN TRACKING TECHNOLOGIEN ZUR ENERGIEOPTIMIERUNG

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

- Beim WiFi-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 WiFi-Scans - kann der Energieverbrauch des Geräts erheblich reduziert werden. Erst wenn WiFi- 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 WiFi-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.

8.3. WELCHE SENSOREN SETZEN WIFI SSID SCAN EIN?

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

8.4. WIE FUNKTIONIERT WIFI 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.

8.5. 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.

8.6. 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.

8.7. DARUM IST FÜR JUNO DIE ORTUNG ÜBER WIFI SSID SINNVOLL

Der Juno mit WIFI 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

Juno 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.

8.8. 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 ($\text{Entfernung} = \text{Lichtgeschwindigkeit} \times \text{Laufzeit}$).
- 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.

8.9. 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 197 und die WIFI SSID Scan Daten auf Port 172. 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, musst du 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 bekommst du im LoRa Cloud Portal.

1. Semtech LoRa Cloud aktivieren

- Gehe zu <https://lora-developers.semtech.com>.
- Erstelle ein Konto oder melde dich an.
- Unter LoRa Cloud → Modem Services findest du deinen Token (API-Schlüssel), den du später in TTI eintragen musst.

2. Integration in The Things Stack einrichten

- Melde dich bei The Things Stack Console an (z. B. <https://eu1.cloud.thethings.industries/>).
- Öffne dein Endgerät (Device), das du verbinden möchtest.
- Gehe zu Integrations → Webhooks.
- Klicke auf Add Webhook, und wähle Semtech LoRa Cloud als Vorlage aus.

3. Webhook konfigurieren

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

4. Payload-Formate anpassen (wenn nötig)

- Achte darauf, dass dein 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 dein 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 das Endgerät oder deine Anwendung gesendet.

Test & Monitoring:

- Nutze die Live Data Ansicht in TTI, um zu sehen, ob Daten übermittelt werden.
- In der Semtech Cloud kannst du sehen, ob Anfragen ankommen und verarbeitet werden.
- Prüfe 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.

8.10. PORTBELEGUNG FÜR WIFI SSID SCAN PAYLOAD, GNSS SCAN PAYLOAD UND REGULÄRE PAYLOAD

Feature	LoRaWAN Port	Beschreibung
GNSS Scan Payload	197	Rohdaten (Satelliten-ID, Zeit, etc.) werden zum Geolocation-Backend gesendet.
WIFI SSID Scan Payload	194	Gescannte MAC Adressen + RSSI-Daten werden zur Ortung übertragen.
Reguläre Payload	1	Reguläre Payload Daten des Sensors, wie z.B. Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Winkel, Batterie Spannung etc.

Beispiel für der WIFI SSID Scan Payload:

```

27 },
28   "correlation_ids": [
29     "gs:uplink:01JX25NFV0V6Y7W4N3NYFZC7R"
30   ],
31   "received_at": "2025-06-06T08:28:07.602296081Z",
32   "uplink_message": {
33     "session_key_id": "AZdBG9ZF0R4vwZawK/d+0Q==",
34     "f_port": 197,
35     "f_cnt": 41,
36     "frm_payload":
37       "AbqsHwklDq62yPCegvM9zAAksQ05vasMuBX9Azm1ACsxA5iB",
38     "decoded_payload": {
39       "access_points": [
40         {
41           "mac": "AC:1F:09:14:0E:AE",
42           "rssi": -70
43         },
44         {
45           "mac": "C8:F0:9E:82:F3:30",
46           "rssi": -74
47         },
48         {
49           "mac": "00:24:B1:03:B9:BD",
50           "rssi": -84
51         },
52         {
53           "mac": "0C:B8:15:FD:03:39",
54           "rssi": -85
55         },
56         {
57           "mac": "00:24:B1:03:98:81",
58           "rssi": -91
59         }
60       ],
61       "format": 1
62     },
63     "tx_metadata": [
64       {
65         "gateway_ids": {

```

Für die Dekodierung der WIFI SSID SCAN und GNSS SCAN Daten können folgende Provider empfohlen werden:

- Semtech LoRa Cloud (Abgekündigt Ende Juli 2025)
- AWS
- Tencent
- Traxmate
- Sentinum

Für on-prem Applikationen können lokale Datenbanken verwendet werden.

8.11. 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.

8.12. 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.

8.13. 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.

9. GENERELLE HANDHABUNGSHINWEISE

1. Transport und Lagerung

- Transportieren und lagern Sie den Sensor in der Originalverpackung, um mechanische Beschädigungen und statische Entladungen zu vermeiden.
- Lagern Sie das Gerät nach dem im technischen Datenblatt spezifizierten Parametern

2. Montage

- Verwenden Sie zur Befestigung ausschließlich die vorgesehenen Montagepunkte am Gehäuse.
- Achten Sie darauf, den Sensor stabil und erschütterungsfrei zu befestigen, um die Messgenauigkeit nicht zu beeinträchtigen.

3. Inbetriebnahme

- Stellen Sie sicher, dass die Batterie korrekt eingesetzt ist und ausreichend Ladung besitzt.
- Aktivieren Sie den Sensor über den integrierten Magnetschalter oder mit der vorgesehenen Smart Phone App (modellabhängig).
- Verwenden Sie zur Konfiguration die von Sentinum bereitgestellte Software oder App.

4. Betrieb

- Betreiben Sie den Sensor ausschließlich innerhalb der spezifizierten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Schutzklasse).
- Vermeiden Sie starke magnetische Felder oder metallische Abschirmungen, die die Funkkommunikation oder Sensorfunktionen beeinträchtigen können.

5. Reinigung

- Reinigen Sie das Gehäuse bei Bedarf mit einem leicht feuchten, fusselreien Tuch.
- Verwenden Sie keine aggressiven Reinigungsmittel oder Lösungsmittel.
- Die Tracker Versionen (nicht -TH, ohne Öffnung) sind IP69k zugelassen und können dementsprechend gereinigt werden

6. Wartung

- Der Juno-Sensor ist wartungsarm. Ein Batteriewechsel ist je nach Nutzung nach mehreren Jahren erforderlich.
- Überprüfen Sie regelmäßig die Funktion und die Verbindung zum Backend-System.

7. Entsorgung

- Entsorgen Sie das Gerät am Ende seiner Lebensdauer gemäß den lokalen Vorschriften für Elektronik- und Batterierücknahme.

9.1. BESONDERE HANDHABUNGSHINWEISE FÜR -TH VERSIONEN

Die Juno TH-Versionen sind mit einer speziellen Membran zur Ermöglichung des Luftaustauschs ausgestattet, um präzise Temperatur- und Feuchtemessungen zu gewährleisten.

Bitte beachten Sie im Umgang mit der Membran folgende Hinweise:

- Die Membran ist empfindlich gegenüber mechanischer Belastung. Keine spitzen oder scharfen Gegenstände in die Öffnung einführen.
- Verschmutzungen durch Späne, Staub oder Partikel müssen unbedingt vermieden werden. Achten Sie darauf, dass sich die Membran nicht zusetzt - dies beeinträchtigt die Messgenauigkeit.
- Eine Reinigung oder ein Austausch der Membran darf nicht eigenständig vorgenommen werden. Wenden Sie sich hierzu stets an den Hersteller oder autorisierte Fachstellen.
- Die Membran darf nicht mit aggressiven Reinigungsmitteln in Kontakt kommen. Dies kann die Membran dauerhaft beschädigen oder ihre Durchlässigkeit verändern.

Montagehinweis:

- Auch wenn der Sensor über die Schutzklasse IP67 verfügt, darf sich kein Wasser im Bereich der Membranöffnung sammeln. Stauendes Wasser kann zu verfälschten Messwerten führen.
- Für den Außeneinsatz ist der Sensor immer in einem Winkel von mindestens 45° geneigt anzubringen, sodass die Membran nach unten zeigt.
- Positionieren Sie den Sensor nicht bodennah und nicht in Spritzwasserbereichen, um das Eindringen von Spritzschmutz, Schlamm oder stehendem Wasser in die Öffnung zu vermeiden.

Ein unsachgemäßer Umgang kann zu Messfehlern oder Funktionsstörungen führen.

Weiterhin gilt:

- Luftzirkulation sicherstellen: Der Sensor sollte nicht in vollständig abgeschlossenen Gehäusen oder stark abgeschirmten Bereichen montiert werden. Eine freie Luftzirkulation ist für genaue Feuchte- und Temperaturmessungen essenziell.
- UV-Exposition vermeiden: Langfristige direkte Sonneneinstrahlung kann das Gehäusematerial und möglicherweise die Membranstruktur beeinträchtigen. Empfohlen wird eine Montage im (teil-)beschatteten Bereich oder unter einer kleinen Abdeckung (z. B. Wetterschutzdach), sofern die Umgebungsbedingungen dies zulassen.
- Kondenswasserbildung vermeiden: Bei stark schwankenden Temperaturen kann sich in ungünstiger Einbaulage Kondenswasser im Bereich der Membranöffnung bilden. Auch deshalb ist die schräge, nach unten gerichtete Montage entscheidend.
- Nicht lackieren oder beschichten: Das Gehäuse - insbesondere die Membranöffnung - darf nicht überstrichen, lackiert oder beschichtet werden. Selbst dünne Schichten können die Membran verschließen und zu erheblichen Messfehlern führen.

- Nicht in aggressiven Atmosphären einsetzen (z. B. mit hoher Konzentration an Lösungsmitteldämpfen, Schwefelverbindungen o. ä.), wenn nicht explizit freigegeben: Solche Bedingungen können die Membran und Elektronik beeinträchtigen.

10. MONTAGE UND INSTALLATION

10.1. 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.

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.

10.2. EMPFOHLENE BEFESTIGUNGSMETHODEN

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

10.3. ALLGEMEINE INSTALLATIONSANWEISUNGEN

Installation der Juno Tracker Versionen (ohne Öffnung)

Die Standardversionen des Juno-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.

10.4. INSTALLATIONSANWEISUNGEN FÜR JUNO TH VERSIONEN

Die TH-Versionen enthalten eine empfindliche Luftaustausch-Membran zur präzisen Klimaüberwachung. Daher gelten zusätzliche Anforderungen:

- Sensor immer in geneigter Position montieren (mindestens 45° Neigung), sodass die Membran nach unten zeigt. Dies verhindert, dass sich Wasser oder Schmutz in der Membranöffnung sammelt.

- Nicht bodennah oder in Spritzwasserbereichen montieren – der Sensor sollte erhöht und vor direktem Schmutzeintrag geschützt angebracht werden.
- Montageort so wählen, dass freie Luftzirkulation gewährleistet ist. Keine Montage in abgeschlossenen Gehäusen ohne Belüftung.
- Nicht direkter Sonneneinstrahlung aussetzen, um Überhitzung und Messverfälschungen zu vermeiden. Eine (teilweise) Beschattung oder ein kleiner Wetterschutz wird empfohlen.
- Vermeidung von Partikel- oder Staubbelastung: TH-Modelle nicht in Bereichen montieren, in denen mit hoher Staubbelastung oder Spänen zu rechnen ist (z. B. Werkstätten, Schleifstationen).
- Die Membran darf nicht verschlossen, verklebt oder überstrichen werden.
- Reinigung oder Austausch der Membran nur durch autorisierte Stellen oder in Rücksprache mit dem Hersteller.

10.5. MONTAGEHINWEISE FÜR TRACKER VERSIONEN

Um bestmögliche Performance zu gewährleisten berücksichtigen Sie bitte folgende Montagehinweise für die Tracker Versionen:

- Der GNSS-Sensor sollte stets **außerhalb von Metallgehäusen** montiert werden.
- Vermeiden Sie die Installation in unmittelbarer Nähe von Metalloberflächen oder metallischen Strukturen.
- Sorgen Sie für eine **freie Sichtverbindung zum Himmel**, um den bestmöglichen GNSS-Empfang sicherzustellen.
- Halten Sie **mindestens 30 cm Abstand zu metallischen Materialien nach vorne und zur Seite**.
- Platzieren Sie den Sensor fern von Hochspannungsleitungen und starken elektromagnetischen Feldern.
- Vermeiden Sie die Montage in geschlossenen Räumen oder unter Abdeckungen, die GNSS-Signale blockieren könnten.
- Wenn der Tracker mobil eingesetzt wird, stellen Sie sicher, dass der Sensor während des Betriebs fest montiert ist.

10.6. 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.

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.

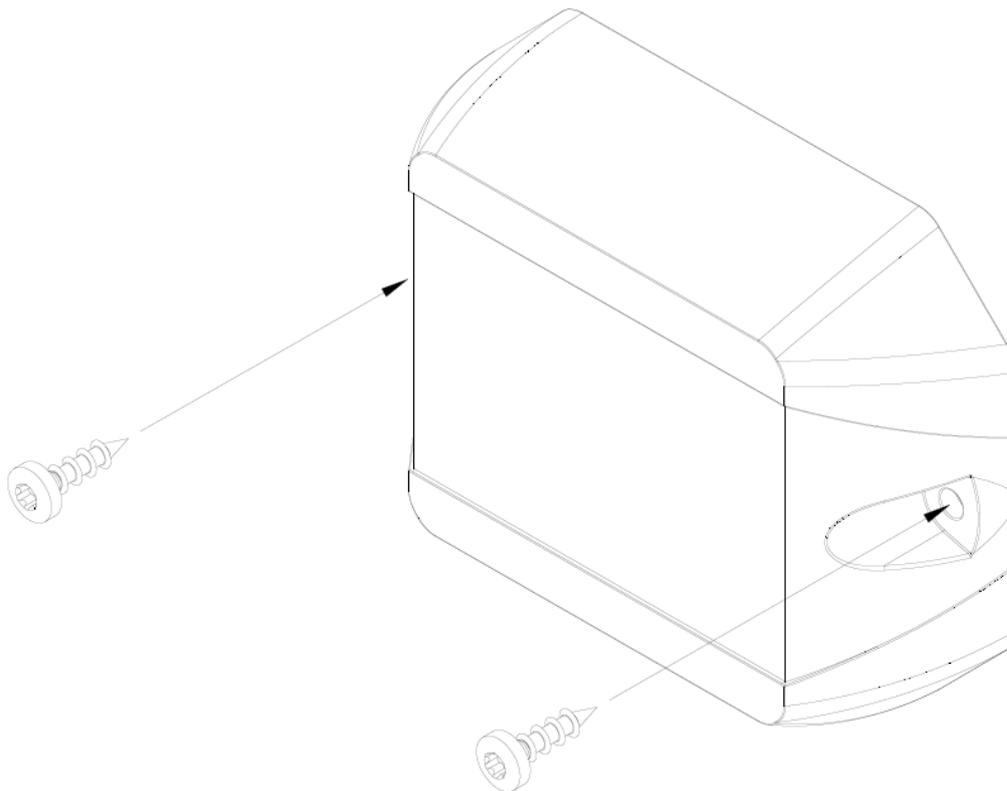
Bitte beachten Sie: Wenn Sie ein Gerät mit einer externen Antenne erhalten, betreiben Sie das Gerät niemals ohne externe Antenne! Dies kann zu irreparablen Schäden am Sensor führen.

10.7. WANDMONTAGE MIT SCHRAUBEN

Der Juno-Sensor kann sicher und dauerhaft an einer Wand oder anderen festen Oberfläche montiert werden. Die Montage erfolgt über die dafür vorgesehenen Schraublöcher im Gehäuseflansch.

Vorbereitung der Montage

- Montageposition bestimmen: Wählen Sie einen Montageort, der vibrationsarm, trocken und für die Sensorfunktion geeignet ist (z. B. freie Luftzirkulation für TH-Versionen).
- Befestigungsuntergrund prüfen: Geeignet sind massive Untergründe wie Beton, Mauerwerk, Holz oder technische Kunststoffplatten. Für poröse Untergründe geeignete Dübel verwenden.
- Werkzeug bereitstellen
 - Akkuschauber oder Schraubendreher mit Drehmomentkontrolle
 - Bohrer (passend zur Wandbeschaffenheit)
 - Dübel (bei Bedarf)
 - Schrauben (siehe unten)



Schraubenauswahl

- Die Montagebohrungen im Sensorgehäuse sind für M4-Schrauben ausgelegt.
- Je nach Montageuntergrund empfehlen sich:

- Zylinderkopfschrauben M4 (z. B. DIN 912, Edelstahl) für Kunststoffgehäuse oder Metallrahmen
- Spax-Schrauben 43 mm mit geeigneten Dübeln für Wände aus Beton, Ziegel oder Holz
- Die Schraube muss durch das Gehäuse frei geführt werden können, ohne das Gehäuse zu verspannen oder zu beschädigen.

Montagehinweise

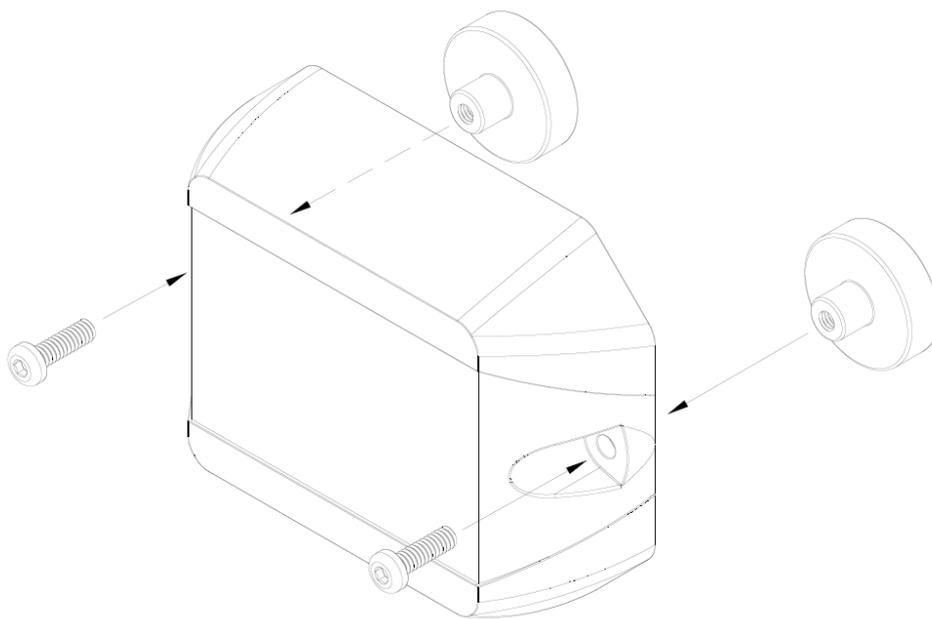
- Maximales Anzugsdrehmoment: 3 Nm. Ein höheres Drehmoment kann zu Gehäuseverformung oder Bruch führen.
- Schrauben gleichmäßig und spannungsfrei anziehen.
- Achten Sie darauf, dass das Gehäuse plan aufliegt, ohne dass sich mechanische Spannungen aufbauen.
- Keine zusätzlichen Löcher bohren oder das Gehäuse modifizieren.
- Nicht über Kopf montieren, wenn sich Kondenswasser oder Schmutz im Sensorbereich sammeln könnte.

Sicherheitshinweise

- Tragen Sie bei der Montage geeignete Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille bei Bohrarbeiten).
- Prüfen Sie die korrekte Befestigung durch leichtes Ziehen und Drücken am Gehäuse.
- Stellen Sie sicher, dass keine Kabel oder elektrische Leitungen hinter der Wand beschädigt werden.
- Bei TH-Versionen: Beachten Sie den empfohlenen Neigungswinkel (mind. 45°) und die Ausrichtung der Membran nach unten.

10.8. WANDMONTAGE MIT MAGNETEN

Für Anwendungen, bei denen eine flexible oder wiederlösbare Befestigung erforderlich ist, kann der Juno-Sensor mithilfe von Montagemagneten an metallischen Oberflächen angebracht werden. Die Magnetmodule werden zunächst fest mit Schrauben am Sensorgehäuse befestigt. Die Gehäusekonstruktion bietet dafür speziell vorgesehene Montagelöcher, deren Position und Abmessung der mitgelieferten technischen Zeichnung entnommen werden können.



Zur sicheren Montage der Magnete ist es wichtig, ausschließlich die vorgesehenen Schraubpunkte zu verwenden und darauf zu achten, dass die Schrauben mit einem maximalen Drehmoment von 3 Nm angezogen werden. Für die Befestigung der Magnete eignen sich – je nach Magnettyp – in der Regel Zylinderkopfschrauben M3 aus Edelstahl. Die Magneten selbst müssen fest mit dem Gehäuse verbunden sein, um ein Verrutschen oder Lösen bei Vibrationen oder Stößen zu verhindern.

Nach der Montage der Magnete kann der Sensor auf eine geeignete, ferromagnetische Fläche (z. B. Stahlträger, Schaltschrank, Maschinengehäuse) aufgesetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Kontaktfläche eben, sauber und ausreichend tragfähig ist. Unebenheiten, Rost, Lack oder Schmutz können die Haltekraft der Magnete deutlich reduzieren.

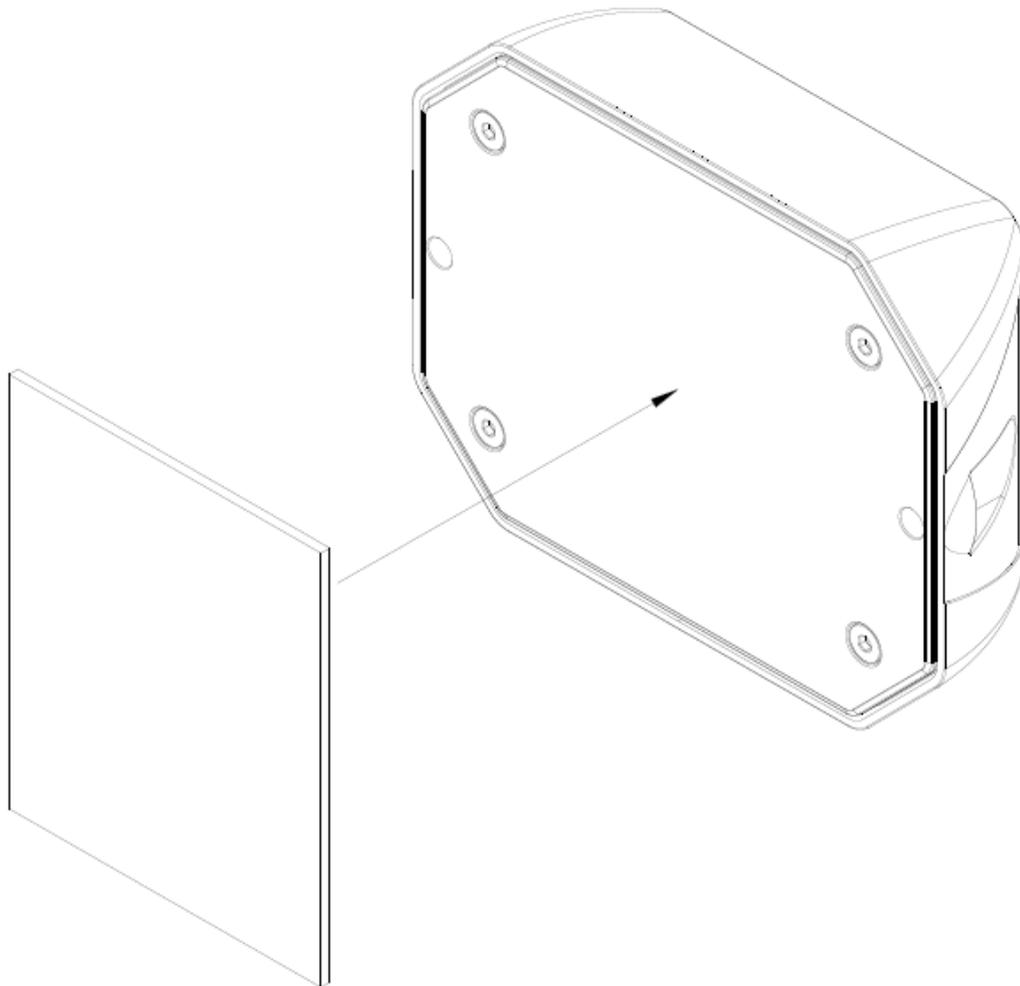
Die magnetische Befestigung bietet sich insbesondere für temporäre Einsätze, Testinstallationen oder Standorte an, bei denen ein werkzeugloser Austausch erforderlich ist. Dennoch muss beachtet werden, dass mechanische Belastungen oder Erschütterungen den Halt verringern können. In sicherheitsrelevanten Anwendungen oder bei dauerhafter Montage wird empfohlen, den Sensor zusätzlich zu sichern oder auf eine feste Verschraubung zurückzugreifen.

Zudem können Magnete je nach Materialzusammensetzung unter direkter Sonneneinstrahlung, Hitze und Witterungseinflüssen schneller altern oder porös werden. Dadurch kann es im Laufe der Zeit zu einem Verlust der Haltekraft oder zum Abrutschen des Sensors kommen - insbesondere bei längerer Nutzung im Außenbereich. Für dauerhafte Außenanwendungen sollten deshalb ausschließlich witterungsbeständige, gekapselte Magnethalter verwendet und der Sensor regelmäßig auf festen Sitz überprüft werden.

Auch bei der Magnetmontage gelten die allgemeinen Hinweise zur Ausrichtung - insbesondere bei TH-Versionen mit empfindlicher Membran: Der Sensor sollte stets mindestens 45° geneigt mit der Membran nach unten montiert werden, um Wasseransammlungen oder Partikeleindrang zu verhindern.

10.9. WANDMONTAGE MIT KLEBESTREIFEN

Alternativ zur Verschraubung oder Magnetmontage kann der Juno-Sensor auch mithilfe von hochwertigen 3M-Klebestreifen befestigt werden. Die Klebestreifen sind vorgeschnitten und speziell an die Gehäuseform des Juno angepasst, um eine schnelle, saubere und dauerhafte Montage zu ermöglichen - insbesondere auf glatten, festen Untergründen.



Voraussetzungen und Vorbereitung

- Der Montageuntergrund muss eben, tragfähig, sauber, trocken und fettfrei sein.
- Vor dem Aufbringen ist die Fläche mit Isopropanol oder einem geeigneten Kunststoffreiniger zu säubern.
- Der Klebestreifen sollte nicht auf porösen, strukturierten oder stark unebenen Flächen verwendet werden, da die Haftung dort beeinträchtigt ist.

Montageanleitung

- Die Schutzfolie auf einer Seite des Klebestreifens abziehen und den Streifen plan auf die Rückseite des Sensors aufbringen. Die Platzierung kann auf Basis der angebrachten Markierungen erfolgen. Dabei ist darauf achten, dass der Streifen exakt sitzt und keine Luftschlüsse entstehen.
- Anschließend die zweite Schutzfolie abziehen und den Sensor mit gleichmäßigem Druck (ca. 10-15 Sekunden) auf die vorbereitete Fläche aufkleben.
- Der Sensor sollte mindestens 24 Stunden ungestört haften, um die vollständige Klebkraft zu erreichen.

Wichtige Hinweise

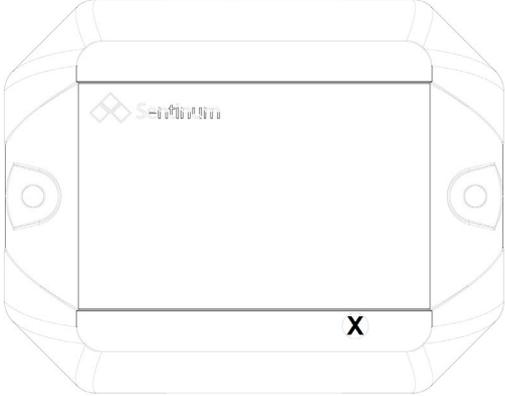
- Die Klebeverbindung ist für den langfristigen Einsatz in Innenräumen oder geschützten Außenbereichen ausgelegt.
- In Umgebungen mit starker UV-Belastung, Feuchtigkeit, starker Hitze (> 80 °C) oder ständiger Vibration kann die Klebeleistung beeinträchtigt werden.
- Eine nachträgliche Korrektur der Position ist nach dem Aufbringen nur sehr eingeschränkt möglich.
- Bei TH-Versionen ist auch bei der Klebemontage die empfohlene Montageposition (mindestens 45° geneigt, Membran nach unten) einzuhalten, um die Funktionsfähigkeit der Sensormembran nicht zu gefährden.
- Die Klebestreifen sind nicht wiederverwendbar. Beim Umsetzen des Sensors muss ein neuer Klebestreifen verwendet werden.

11. INBETRIEBNAHME UND VERWENDUNG

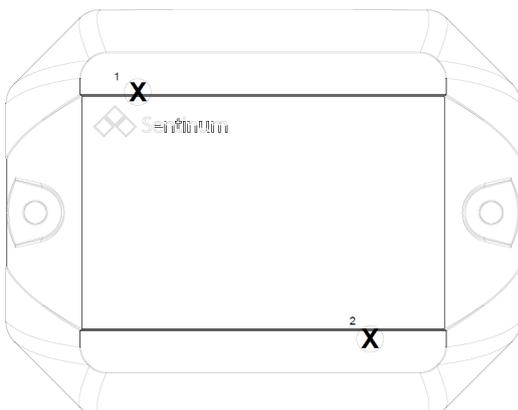
Bitte beachten, dass es bei der Nutzung von Messern oder anderen spitzen Gegenständen zur Beschädigung des Gehäuses oder Elektronik kommen kann.

11.1. INBETRIEBNAHME DES SENSORS MIT MAGNET

Auf dem Sensor befindet sich ein Magnetfeldschalter zum einfachen aktivieren des Sensors. Die folgende Grafik zeigt die Lage des Magnetfeldschalter.

Artikelnummer	Zugelassene Batterien
S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TRACK S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH-TRACK S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3 S-JUNO-NB-TH	

Um den Sensor zu aktivieren, halten Sie einen handelsüblichen Magneten an die mit **X** gekennzeichnete Stelle. Empfohlen wir ein Neodym Magnet mit einer Mindestfläche von 1cm². Der Magnet muss mindestens 2 Sekunden an der Stelle verweilen, bis sich das Gerät aktiviert. Dies wird mit einem Piepton quittiert.



Bitte beachten Sie für den Betrieb, dass der Hall-Switch 1 immer für die Detektion einer Klappenöffnung genutzt werden kann und der Magnetschalter 2 immer für das aktivieren oder das Advertising des BLEs auslöst.

11.2. INBETRIEBNAHME DES SENSORS ÜBER BLE (KURZANLEITUNG)

Diese Aktivierung über BLE gilt nur für die Artikelnummern:

S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TRACK

S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH-TRACK

S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2

S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3

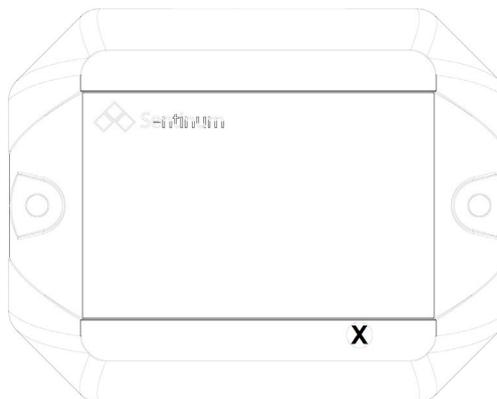
S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2

S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3

1. Versetzen Sie den Sensor in den BLE Advertising Mode, damit der Juno von BLE-fähigen Endgeräten erkannt und gefunden werden kann.

- 1.1 Um den Advertising-Modus zu aktivieren, halten Sie einen handelsüblichen Magneten an die im rechten Bild mit einem X markierte Stelle des Gehäuses.

- Halten Sie den Magneten für mindestens 2 Sekunden dicht an das Gehäuse, oder
- legen Sie ihn kurzzeitig direkt auf die markierte Position.



Der Advertising-Modus wird anschließend automatisch gestartet.

1.2 TBD

TBD

11.3. INBETRIEBNAHME DES SENSORS ÜBER NFC

Diese Aktivierung gilt nur für die Artikelnummern:

S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY

S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH

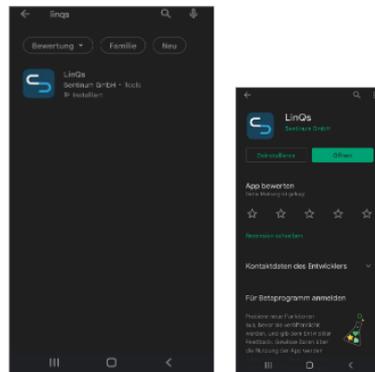
S-JUNO-NB-TH

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.

Google Play Store



iOS App Store



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.

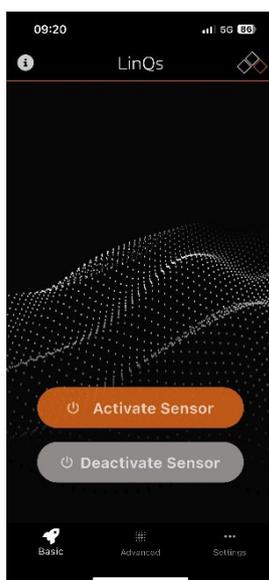


Die Lage des Tags ist außerdem auf der Oberseite markiert und mit der Aufschrift „Tap here“ versehen. Weiterhin können Sie der technischen Zeichnung die Lage des NFC Tags entnehmen.

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.

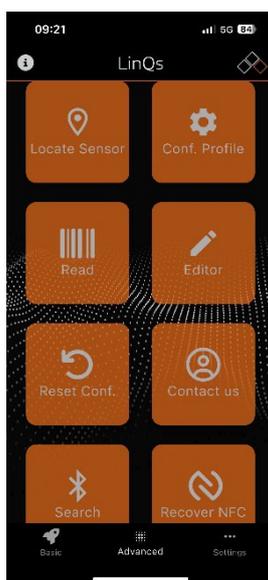
Wenn der Sensor aktiviert ist, wird "Sensor aktualisiert!" angezeigt. Danach können Sie mit der Aktivierung der anderen Sensoren fortfahren.

Sensor aktivieren



Nutze die Schaltfläche „Activate Sensor“ um den Sensor zu aktivieren und den Sensor den BLE Advertising Modus zu aktivieren

Parameter auslesen und setzen über NFC



Nutze die Schaltfläche „Read“ um die Parameter auszulesen.

Werte über NFC setzen

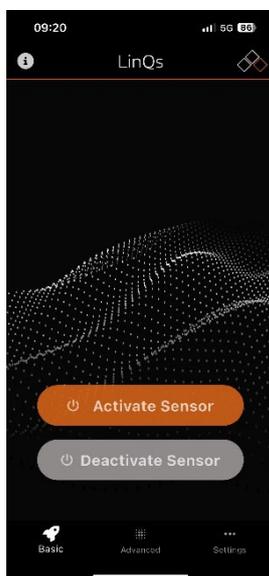


Tippe in den gewünschten Tabelleneintrag und ändere die Werte. Bestätige mit der Schaltfläche unten „Update & Reboot“ oder „Update“.

Update und Reboot erzwingt zusätzlich zur Änderung einen Reboot, Update wird bei der nächsten Messung oder Übertragung angewendet.

11.4. INBETRIEBNAHME DES SENSORS ÜBER BLE

BLE Advertising aktivieren



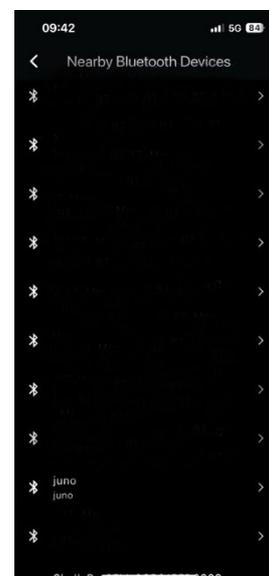
Der BLE Advertising Modus lässt sich mit dem Magnete oder nach Aktivierung des Sensors aktivieren.

BLE Gerät suchen



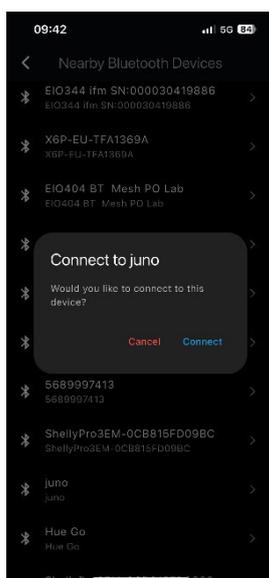
Nutze die Schaltfläche „Search“, um den Sensor über BLE zu suchen.

Mit dem Sensor über BLE verbinden



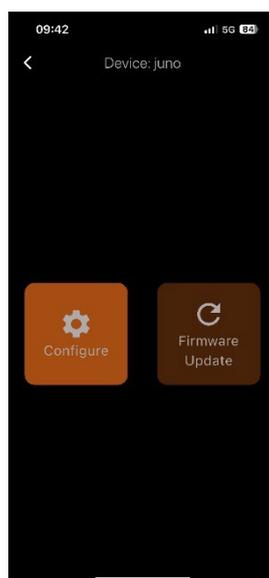
Wähle den richtigen Sensor aus und bestätige mit einem Klick auf „juno“.

Mit dem Sensor über BLE verbinden



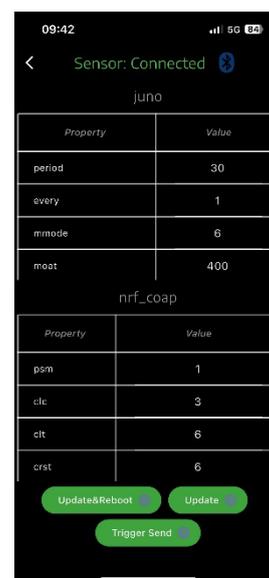
Klicke auf die Schaltfläche „Connect“

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.

11.5. AKTUSTISCHES 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.

12. SENSORFUNKTIONEN

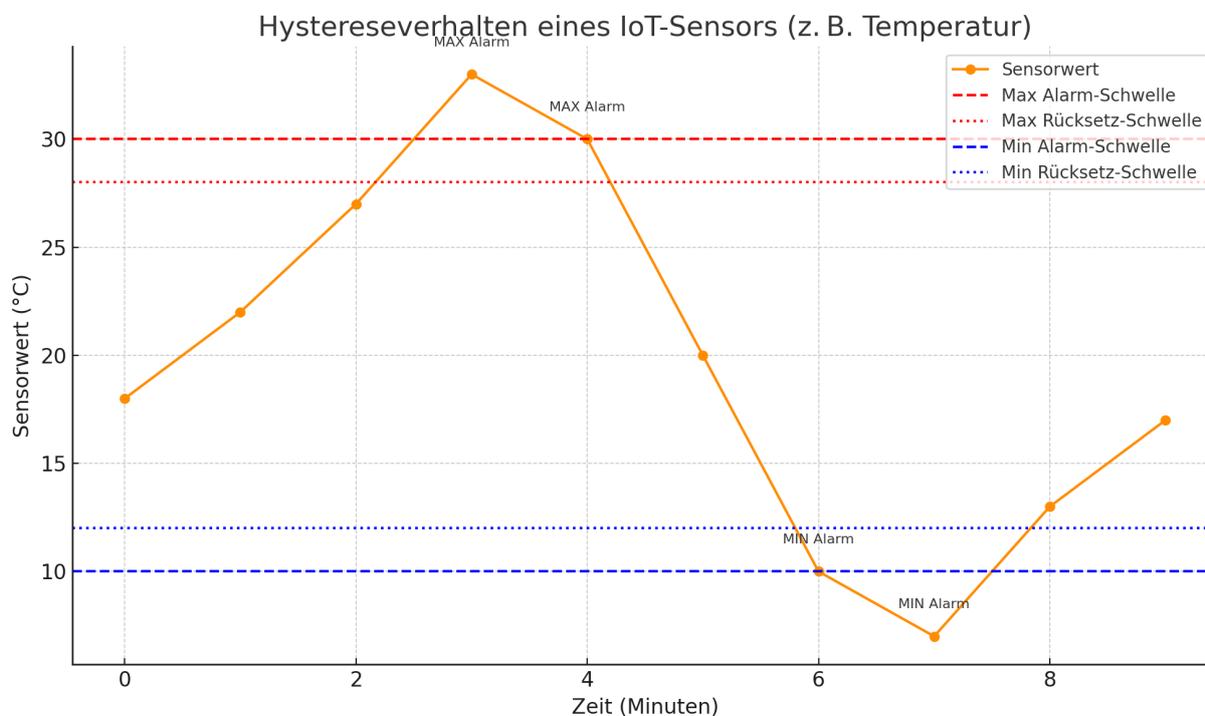
Im folgenden werden spezifische Sensorfunktionen für den Juno erklärt.

12.1. HYSTERESE

Hysterese bezeichnet ein Verhalten, bei dem die Reaktion eines Systems nicht nur vom aktuellen Zustand, sondern auch von seiner Vorgeschichte abhängt. Das heißt: Das System „merkt sich“, wo es herkommt - und reagiert deshalb unterschiedlich auf den gleichen Reiz, je nachdem, ob sich der Reiz gerade erhöht oder verringert.

Hysterese = Verzögerung oder Unterschied im Verhalten beim Hoch- und Runterfahren eines Signals oder Reizes.

Für den Juno werden zwei Hysterese Grenzwerte, einer für die Temperatur und einer für die rel. Luftfeuchtigkeit angegeben. Die Werte werden sowohl auf die Delta als auch auf die absoluten Grenzwerte angewendet.



Beschreibung:

- Orange Linie: Sensorwerte über die Zeit.
- Rote Linien:
 - Gestrichelt (--): Maximaler Alarm-Schwellenwert (z. B. 30 °C).
 - Gepunktet (···): Rücksetzpunkt bei fallender Temperatur (z. B. 28 °C).
- Blaue Linien:
 - Gestrichelt (--): Minimaler Alarm-Schwellenwert (z. B. 10 °C).
 - Gepunktet (···): Rücksetzpunkt bei steigender Temperatur (z. B. 12 °C).

Beispiel-Ablauf:

- Der Sensor löst einen "MAX Alarm" aus, sobald der Wert ≥ 30 °C ist.

- Der Alarm bleibt aktiv, bis der Wert unter 28 °C fällt → erst dann wird zurückgesetzt.
- Umgekehrt gilt das gleiche für den unteren Bereich mit dem "MIN Alarm" bei ≤ 10 °C.

Das Verhalten verhindert, dass bei minimalen Schwankungen ständig Alarmer ausgelöst oder deaktiviert werden – typisch für Hysterese.

12.2. TRACKING UND TRACKING IN MOTION

Die Lokalisierung des Geräts ist unabhängig von der Übertragung der Sensordaten (z. B. Temperatur, Neigungswinkel oder relative Luftfeuchtigkeit).

Das bedeutet:

Das Intervall für die Standortbestimmung kann frei konfiguriert werden, ohne dass sich die Sendeintervalle der Sensordaten ändern.

Die Messwerte der Sensoren werden unabhängig vom Bewegungszustand des Trackers erfasst und übermittelt – egal ob das Gerät in Bewegung ist oder stillsteht.

Die Ortung des Geräts erfolgt entweder in festen Zeitabständen oder ereignisgesteuert, z. B. durch erkannte Bewegung oder andere Aktivitätsparameter.

12.3. NEIGUNGS- UND „TILT“ERKENNUNG

Für die Juno-Sensoren mit integrierter Neigungserkennung stehen zwei Betriebsmodi zur Verfügung:

1. Ultra-Low-Power-Neigungserkennung
Dieser Modus zeichnet sich durch einen besonders geringen Stromverbrauch von nur 1 μA aus. Er erkennt zuverlässig eine Neigung oder Klappenöffnung ab ca. 50 Grad. Ideal für Anwendungen, bei denen eine grobe Neigungserkennung ausreicht und Energieeffizienz im Vordergrund steht.
2. Erweiterte Neigungserkennung
Zusätzlich ist ein fortschrittlicher Modus verfügbar, der eine gradgenaue Erfassung von Neigungen oder Klappenöffnungen ermöglicht. Der Stromverbrauch ist hierbei abhängig von der gewählten Abtastfrequenz, liegt jedoch über dem der Ultra-Low-Power-Variante. Dieser Modus eignet sich für Anwendungen mit höheren Anforderungen an die Genauigkeit.

Die Funktionen Neigungs- und Öffnungserkennung sowie Tracking in Motion schließen sich gegenseitig aus.

Das bedeutet: Ein Sensor, bei dem das Tracking in Motion aktiviert ist, kann keine Echtzeit-Neigungs- oder Klappenöffnungserkennung durchführen.

Der aktuelle Neigungswinkel wird jedoch weiterhin regelmäßig mitübertragen, sodass eine nachträgliche Auswertung der Position möglich ist.

13. KOMMUNIKATION MIT DER SCHNITTSTELLE

Die 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>.

14. PFLEGE UND REINIGUNG

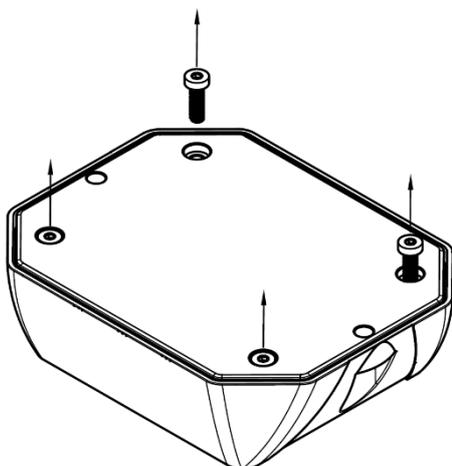
Damit der Sensor zuverlässig funktioniert und eine lange Lebensdauer gewährleistet ist, sollte er regelmäßig gepflegt werden. Beachten Sie dabei die folgenden Hinweise:

- 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.
- Achten Sie darauf, dass keine Blätter, Wasser oder Schnee auf dem Sensor liegen oder haften. Das kann die Performance des Sensors negativ beeinflussen.

15. BATTERIEWECHSEL

1.

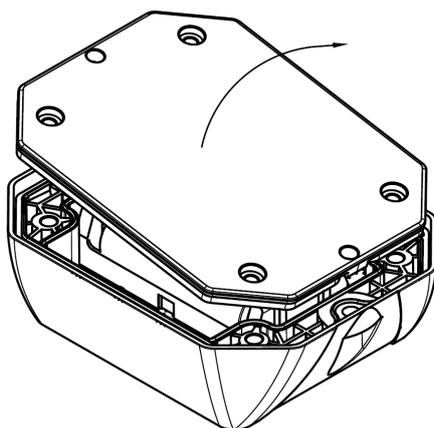
Step 1 - remove screws



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.

2.

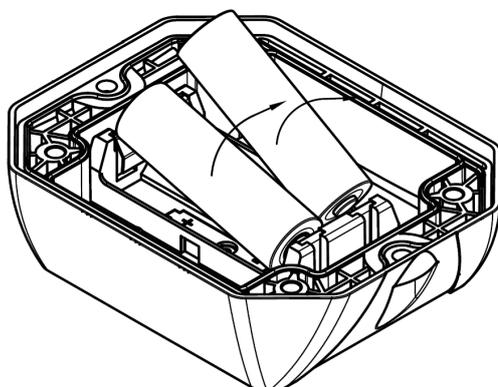
Step 2 - take off the back panel



Nehmen Sie die Rückseite des Gehäuses des Sensors ab. Überprüfen Sie den Sitz der Dichtung und achten Sie darauf, diese beim Öffnen nicht zu beschädigen

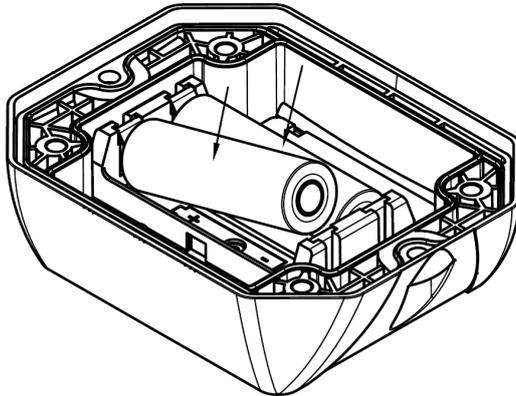
3.

Step 3 - remove old batteries



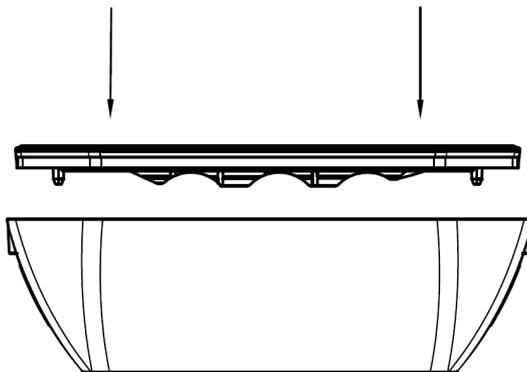
Entfernen Sie die alten Batterien aus dem Batteriehalter.

4. Step 4 - insert new batteries



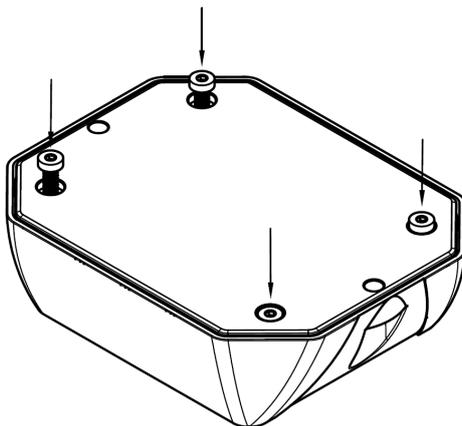
Setzen Sie 2 neue Batteriezellen ein. Wenn andere als die empfohlenen Zellen verwendet werden, können Leistung und Produktsicherheit beeinträchtigt werden und die in den Datenblättern angegebenen Laufzeiten und Leistungen ggf. nicht erreicht werden. Nach dem Einsetzen sollte der Sensor mit einem kurzen Piepton starten. Sobald Sie dieses Signal hören, setzen Sie die Rückseite des Gehäuses wieder auf.

5. Step 5 - close the back panel



Legen Sie die Rückseite wieder auf die Gehäuseoberseite. Achten Sie darauf, dass Sie die Dichtung ordentlich sitzt und dass sich das Gehäuse ordnungsgemäß verschließen lässt.

6. Step 6 - tighten the screws (1,3-1,5 Nm max.)



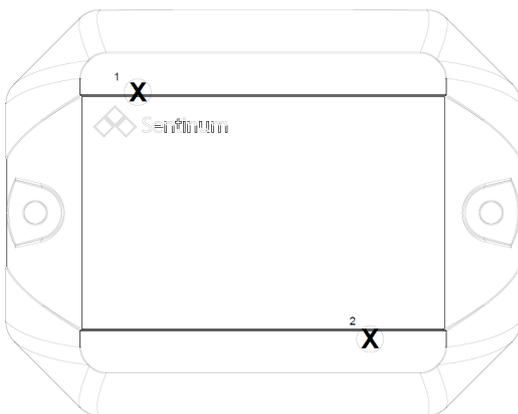
Verschrauben das Gehäuse. Ziehen Sie die Schrauben über Kreuz an, um eine gleichmäßige und spannungsfreie Befestigung sicherzustellen. Vergewissern Sie sich, dass die ursprüngliche Position der Dichtung nicht verändert wurde. Montieren Sie den Sensor anschließend wieder an seinem Einsatzort. Entsorgen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

Artikelnummer	Zugelassene Batterien
S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TRACK S-JUNO(-iX)-LOEU/MIOTY-TH-TRACK	<ul style="list-style-type: none">• Energizer Ultimate Lithium AA• Varta ULTRA Lithium AA• Varta Longlife Power AA• SAFT LS14500 (Standard)
S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TRACK-3 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-2 S-JUNO(-iX)-NBM1-TH-TRACK-3 S-JUNO-NB-TH	<ul style="list-style-type: none">• CR14505 (HCB)• ER14505M (HCB, Standard)• UHR-ER14505-X (Ultralife)

16. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION UND NEIGUNGSDETEKTION

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

16.1. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION ÜBER DEN MAGNETSCHALTER



Bitte beachten Sie für den Betrieb, dass der Hall-Switch 1 immer für die Detektion einer Klappenöffnung genutzt werden kann und der Magnetschalter 2 immer für das aktivieren oder das Advertising des BLEs auslöst.

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.

16.2. KLAPPENÖFFNUNGSDETEKTION MIT BESCHLEUNIGUNGSSENSOR UND NEIGUNGSDETEKTION

Der Juno-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 Juno kann ein Neigungswinkel oder eine Bewegungsschwelle definiert werden (z. B. Änderung um 15, nicht ultra-low Power Betrieb)

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.

- Sobald die Messwerte diesen Schwellenwert überschreiten, wird ein Klappenöffnungsereignis registriert.
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

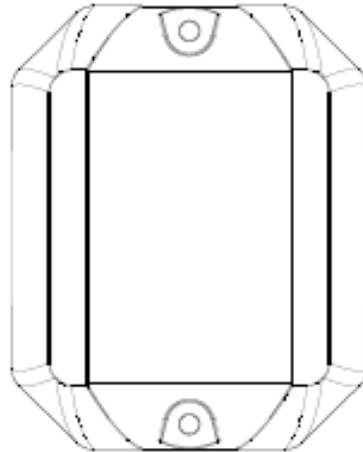
- Keine mechanischen Komponenten notwendig (im Vergleich zu Reed- oder Magnetschaltern)
- Unempfindlich gegenüber Magnetfeldstörungen
- Einfache Nachrüstung oder Anpassung über Software

16.3. ORIENTIERUNGEN

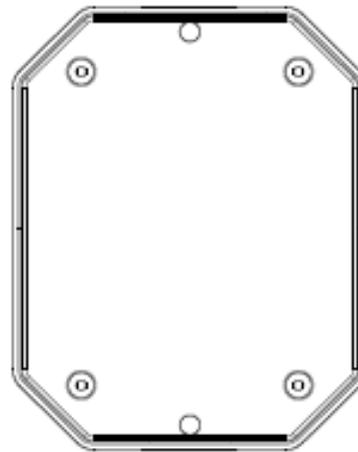
vertical



face up



face down



17. LORAWAN SPEZIFISCHE EIGENSCHAFTEN

17.1. 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.

18. KENNZEICHNUNG UND ZERTIFIZIERUNG



