

# Präzises Indoor-Positionierungssystem ( $\pm 2\text{cm}$ )

## Platzierungshandbuch

v2026\_01\_27

Übersetzung. Originalversion auf Englisch:

[https://marvelmind.com/pics/Marvelmind\\_Robotics\\_ENG\\_placement\\_manual.pdf](https://marvelmind.com/pics/Marvelmind_Robotics_ENG_placement_manual.pdf)

# Versionsänderungen

27.01.2026: Einfaches 3D-Tracking – für DJI-Drohnen in Innenräumen hinzugefügt

07.11.2025: Kleinere Verbesserungen

07.10.2025: Kleinere Verbesserungen

07.07.2023\_v1.2: Kleinere Verbesserungen

03.07.2023\_v1.1:

- [Split-Modem-Architektur hinzugefügt](#)

- [Multi-Modem-Architektur aktualisiert](#)

- Kleinere Verbesserungen

04.04.2022\_v1:

- Links zur Beschreibung hinzugefügt

- Alle Links auf relevante Versionen aktualisiert

- Starter-Set-Foto geändert

- Alle Fälle von Starter Set HW v4.9 auf Starter Set Super-MP-3D aktualisiert

- [2D-Installation für Starter Set Super-MP-3D hinzugefügt](#)

- [Starter Set Super-MP-3D – einfache 3D-Installation hinzugefügt](#)

- Mini-RX Starter Set – einfache 3D-Installation – entfernt (Produkt wird nicht mehr hergestellt)

- Folie „Autonome Inspektionsdrohne (IA, 2D, TDMA, Vertikal-XZ)“ – vorübergehend entfernt

13.07.2020\_v0.09: Umbenannt „Raum mit Säulen (IA, 2D, TDMA)“ -> „Vollständig überlappende Submaps (IA, 2D, TDMA)“

2019\_08\_15\_v0.08: Folien hinzugefügt Tunnel 1200x25m, autonome Inspektion (NIA, 2D)

2019\_07\_15\_v0.07: Folien hinzugefügt Raum mit Säulen (IA, 2D, TDMA), Räume + Korridor (IA, 2D, TDMA), Autonome Inspektionsdrohne (IA, 2D, TDMA, Vertikal-XZ)

2018\_11\_07\_v0.06: Folie hinzugefügt Echtzeit-Tracking: Verzögerung reduzieren

2018\_10\_03\_v0.05: Folie hinzugefügt Schritte über die Standardeinstellungen hinaus

2018\_06\_25\_v0.04: Foliensatz hinzugefügt Bereich von 100x100m mit Tracking unter Verwendung von Submaps

2018\_06\_25\_v0.04: Foliensatz hinzugefügt Langstrecken-Tracking – Bereich 30x30m

2018\_06\_19\_v0.03: Fallbeispiel hinzugefügt Multi-Modem 1.5D – Fahrzeugortung unter Tage

2018\_06\_07\_v0.02: Fallbeispiel hinzugefügt Business Center

2018\_05\_30\_v0.01: Erstveröffentlichung

# Beschreibung

Das Handbuch gibt praktische Hinweise und Beispiele, wie das präzise ( $\pm 2\text{cm}$ ) Indoor-Positionierungssystem montiert werden sollte, um in verschiedenen Anwendungen und Konfigurationen die beste Leistung zu erzielen

Vor dem ersten Start prüfen: 8 grundlegende Schritte vom Auspacken bis zur autonomen Fahrt/Flug

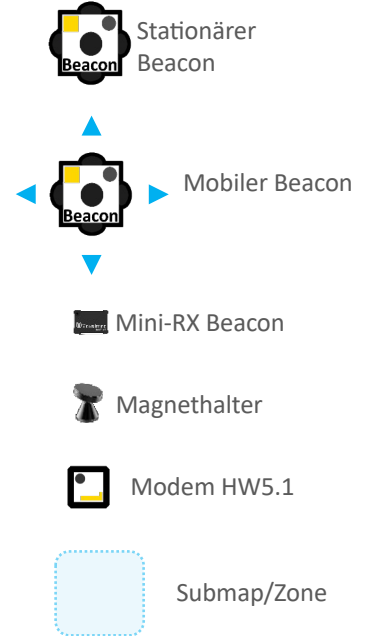
Um mehr über Indoor-Positionierungssysteme zu erfahren, siehe: Funktionsweise von Indoor-Positionierungssystemen

# Inhalt

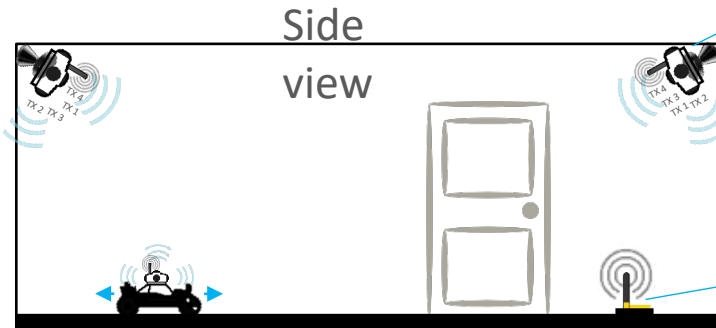
[01a: Einfaches 2D-Tracking – zum Beispiel RC-Auto im Innenbereich](#)  
[01b: Gepaarte Beacons 2D – Position + Richtung](#)  
[02a: Einfaches 3D-Tracking – zum Beispiel Drohne im Innenbereich](#)  
[02b: Einfaches 3D-Tracking – für DJI-Drohnen in Innenräumen](#)  
[02c: Gepaarte Beacons 3D – Position + Richtung](#)  
[02d: Richtcharakteristik Mikrofon RX1](#)  
[03: Tracking von Gehwegen, Tunneln, U-Bahnen, Minen in 2D](#)  
[04: Submaps in 2D](#)  
[05: Radroboter in 46x5m-Bereich \(2D-Navigation\)](#)  
[06a: Business-Center-Bereich – Tracking von Personen in 2D](#)  
[06b: Business-Center-Bereich – Tracking von Personen in 2D](#)  
[7: Bereich von 100x100m mit Tracking unter Verwendung von Submaps](#)  
[7.1: Großflächiges 2D-Tracking \(100x100m\) – mehrere Submaps](#)  
[7.2: Detaillierte Systemansicht](#)  
[7.3: Detaillierte Ansicht der Beacon-Montage](#)  
[7.4: Optimale 2D-Konfiguration](#)  
[7.5: 2D gestreckt](#)  
[7.6: 2D super-gestreckt](#)  
[7.7: 3D optimal](#)  
[7.8: 3D gestreckt](#)  
[7.9: 3D super-gestreckt](#)  
[7.10: Zusammenfassung – 100x100m-Bereich](#)  
[8a: Vollständig überlappende Submaps \(IA, 2D\)](#)  
[8b: Vollständig überlappende Submaps \(IA, 2D, TDMA\)](#)  
[9: Räume + Korridor \(IA, 2D\)](#)  
[9a: Räume + Korridor \(IA, 2D, TDMA\)](#)

[10: Räume mit Säulen + Korridor \(IA, 2D, TDMA\)](#)  
[11: Tunnel 1200x25m, autonome Inspektion \(NIA oder IA, 2D\)](#)  
[12: Echtzeit-Tracking: Reduzierung der Verzögerung](#)  
[13: Stabiles „Z“ für Drohne – Einstellungen und Empfehlungen](#)  
[14a: Multi-Modem 1.5D – für sehr große Netzwerke](#)  
[14b: Split-Modem-Architektur – für sich schnell bewegende Objekte](#)  
[15a: Tracking in 30x30m-Bereich](#)  
[15b: Tracking in 30x30m-Bereich – Zonen](#)  
[15.1: Schritt 1: Erstellung der Distanzkarte \(2, 3\)](#)  
[15.1a: Einfrieren der Distanz für ein Paar](#)  
[15.2: Schritt 2: Erstellung der Distanzkarte \(3, 4\)](#)  
[15.3: Schritt 3: Erstellung der Distanzkarte \(4, 5\)](#)  
[15.4: Schritt 4: Erstellung der Distanzkarte \(2, 5\)](#)  
[15.5: Schritt 5: Erstellung der Distanzkarte \(2, 4\)](#)  
[15.6: Schritt 6: Erstellung der Distanzkarte \(3, 5\)](#)  
[15.6a: Manuelle Distanzeingabe](#)  
[15.7: Schritt 7\(a\): Die endgültige Konfiguration \(3D-Tracking\)](#)  
[15.8: Schritt 7\(b\): Die endgültige Konfiguration \(2D-Tracking\)](#)  
[16: Starter Set HW v4.9 – einfache 3D-Installation](#)  
[17: Kontakte](#)

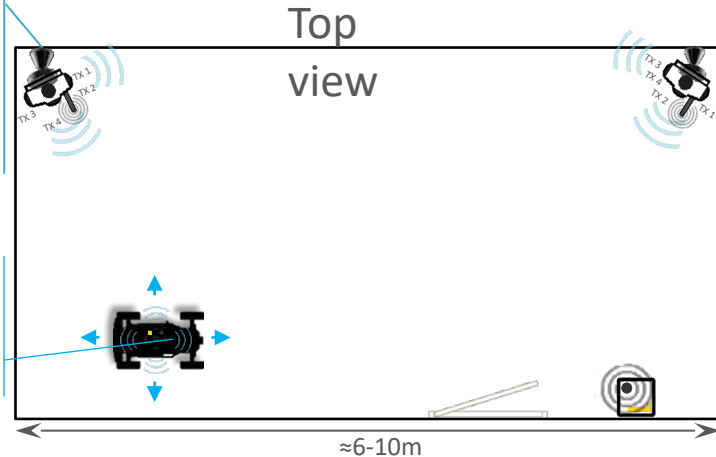
## Konventionen:



# 01a: Einfaches 2D-Tracking – zum Beispiel ein RC-Auto in Innenräumen



Side view



Top view

**Magnethalter**  
Um 45 Grad von der Wand gedreht

**Mobiler Super-Beacon**  
- Auf einem Gabelstapler/Roboter oder einer Person angebracht

## Stationärer Super-Beacon

- Soll auf einem speziellen Magnethalter platziert werden, der um 45 Grad von der Wand gedreht ist, um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren.
- Nur erforderliche Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegenüber externen Geräuschen. Jeder Sensor hat einen Abstrahlwinkel von  $\sim 90^\circ$

## Modem HW v5.1

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking erforderlich ist
- Kann je nach Antenne und resultierendem RSSI zehn bis hundert Meter von den Beacons entfernt platziert werden

## Raum

- Beginnen Sie mit einer mittelgroßen Karte von 6x4 bis 6-10 m oder so
- Die maximale Größe der Karte für das Starter Set beträgt bis zu 1000 m<sup>2</sup>

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
  - 2 x stationäre Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus den 8 verfügbaren Frequenzen: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
  - 1 x mobiler Super-Beacon
  - 1 x Modem HW v5.1
- 2 x Magnethalter

## Hinweise:

- Ausgelegt für 2D-Tracking (X,Y)
  - Ein RC-Auto im Raum
  - Ein einrädiger Roboter
  - Eine Person
- Nicht geeignet für Drohnen – 3D-Tracking (X,Y,Z) ist erforderlich

## Architektur:

- NIA (Empfohlen zum Kennenlernen des Systems und für 1 mobilen Beacon)
- IA (Empfohlen für >2-4 mobile Beacons)



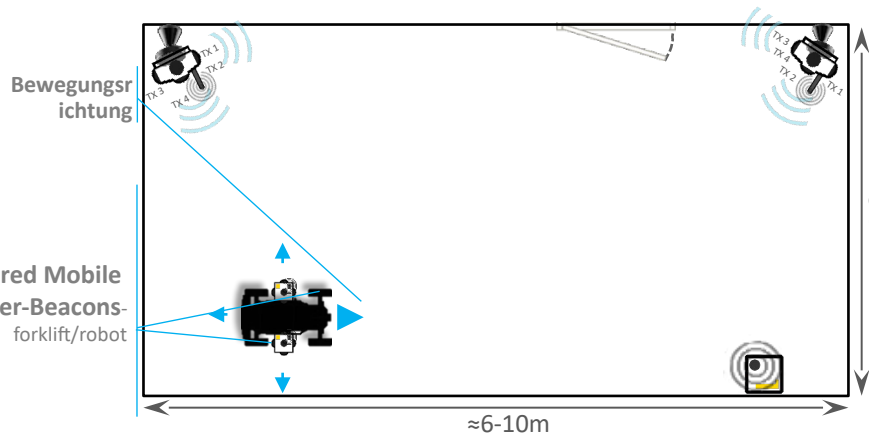
Montage des Super-Beacon  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: So platzieren Sie Beacons

# 01b: Paired Beacons 2D – Position + Richtung

Seitenansicht



Draufsicht



## Stationärer Super-Beacon

- Soll an Wänden oder Decken angebracht werden – um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren
- Nur benötigte Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegenüber externen Geräuschen. Jeder Sensor hat einen Öffnungswinkel von ca. 90°

## Modem HW v5.1

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking benötigt wird
- Kann je nach Antenne und resultierendem RSSI bis zu zehn bis hundert Meter von den Beacons entfernt platziert werden

## Raum

- Beginnen Sie mit einer mittelgroßen Karte von 6x4 bis 6-10 m oder so
- Die maximale Kartengröße für das Starter Set beträgt bis zu 1000 m<sup>2</sup>



So montieren Sie den Super-Beacon  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: So platzieren Sie Beacons

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D + Mobile Super-Beacon:](#)

- 2 x stationäre Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus 8 verfügbaren Frequenzen: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 2 x mobile Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

- 2 x Magnethalterung

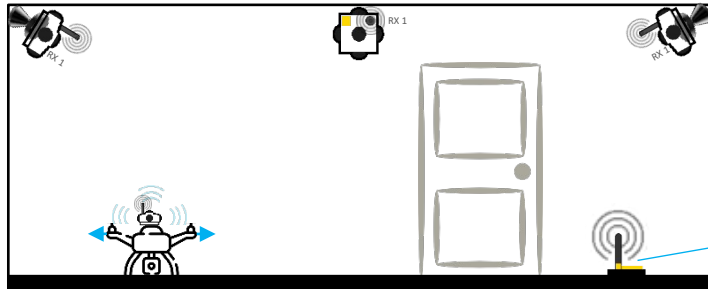
- Position wie bei einem herkömmlichen GPS, sondern auch eine Richtung benötigt wird
- Verwendet gepaarte mobile Beacons, die am Roboter/an der Drohne installiert werden, und verlässt sich nicht auf einen Kompass, der in Innenräumen mit viel Metall in der Umgebung falsche Ergebnisse liefern kann
- Je größer der Abstand zwischen den mobilen Beacons, desto präziser kann die Richtung bestimmt werden. Angemessene Richtungsgenauigkeit bei einer Basis von >20cm. Dringend empfohlen – 0,5m oder mehr
- [Demo-Video zur Einrichtung der Funktion](#)
- Um mehr über Richtung/Orientierung zu erfahren, siehe: IMU

## Architektur:

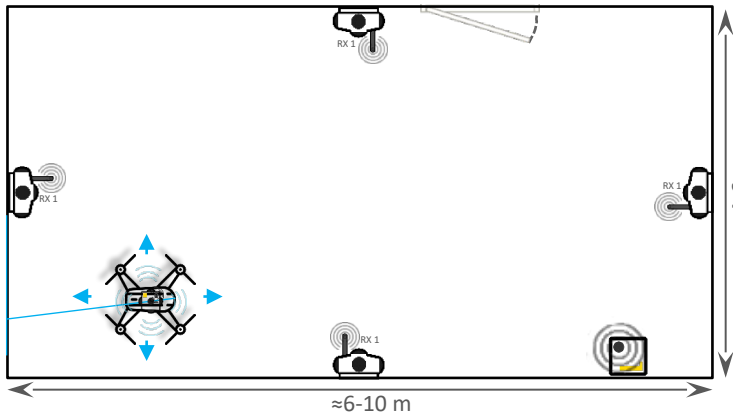
- IA
- NIA (empfohlen für >2-4 mobile Beacons)

# 02a: Einfaches 3D-Tracking – zum Beispiel Drohne in Innenräumen

Seitenansicht



Draufsicht



## Mobiler Super-Beacon

- Platziert auf einer Drohne/Copter, Person

## Stationärer Super-Beacon

- Sollte an Wänden oder der Decke angebracht werden – um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren
- Nur erforderliche Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegenüber externem Rauschen. Jeder Sensor hat einen Strahl von ca. 90°

## Modem HW v5.1

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking benötigt wird
- Kann je nach Antenne und resultierendem RSSI bis zu mehreren zehn bis hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden

## Raum

- Beginnen Sie mit einer mittelgroßen Karte von 6x4 bis 6-10m oder ähnlich
- Die maximale Kartengröße für das Starter Set beträgt bis zu 1000m<sup>2</sup>



So montieren Sie den Super-Beacon  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: So platzieren Sie Beacons

## Konfiguration:

### - [Starter Set Super-MP-3D:](#)

- 4 x stationäre Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus 8 verfügbaren Frequenzen: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

### - 4 x Magnethalter

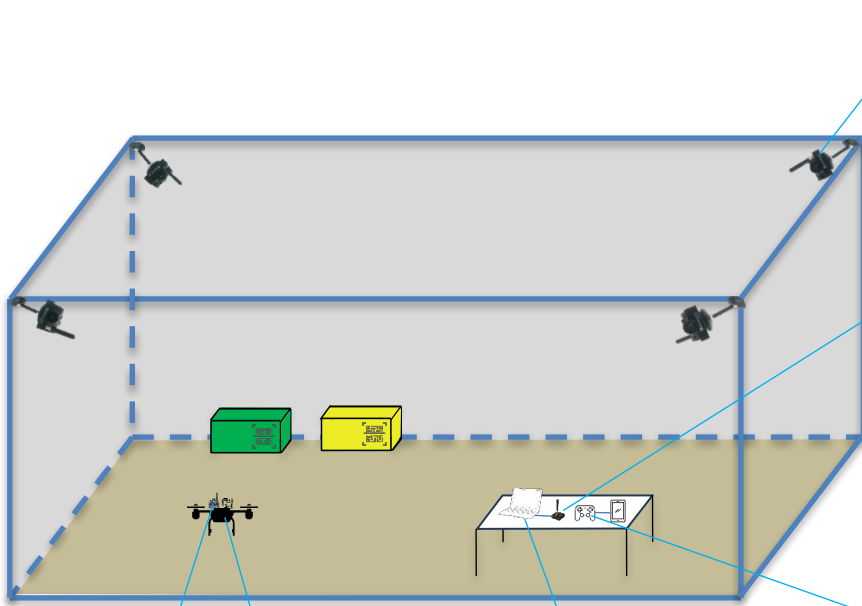
## Hinweise:

- Unterstützt 3D (X,Y,Z) + 1 Redundanz
- Entwickelt zur schnellen Evaluierung des präzisen ( $\pm 2$  cm) Indoor-„GPS“ mit IMU:
  - Drohnen
  - VR-Helme
  - Systeme, die entweder eine hohe Aktualisierungsrate erfordern oder in anspruchsvollen Umgebungen arbeiten, wenn die ultraschallbasierte Navigation mit einer IMU-basierenden Navigation verifiziert werden muss
  - IMU+Ultraschall-Sensorfusion => unterstützt Aktualisierungsraten bis zu 100 Hz
  - Nützlich zur zusätzlichen Filterung von Positionssprüngen in anspruchsvollen Umgebungen
  - Wenn eine IMU generell benötigt wird

## Architektur:

- IA
- NIA (empfohlen für Drohnen und Copter)

# 02b: Einfaches 3D-Tracking – für DJI-Drohnen in Innenräumen



**Mobiler Super-Beacon**  
- Auf einer Drohne montiert

**DJI-Drohne**  
- Integration erfolgt über das DJI SDK

**Dashboard**  
- Wird für die Systemeinstellung verwendet. Visuelle Drohnenverfolgung. Streamt an Ihr ERP und WMS

**Stationärer Super-Beacon**  
- Sollte an Wänden oder an der Decke angebracht werden – um Schatten im Ultraschallbereich zu minimieren  
- Aktivieren Sie nur die benötigten Sensoren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegenüber externen Geräuschen. Jeder Sensor hat einen Öffnungswinkel von ~90°

**Modem HW v5.1**  
- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking erforderlich ist  
- Kann bis zu mehreren zehn bis hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden, abhängig von der Antenne und dem resultierenden RSSI

**Marvelmind-App + DJI RC**  
- Spezielle Marvelmind-Android-App, die eine Fernsteuerung des Systems ermöglicht. Verbindet sich mit einer DJI RC

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
  - 4 x stationärer Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus 8 verfügbaren Frequenzen: 19 kHz, 22 kHz, 25 kHz, 28 kHz, 31 kHz, 34 kHz, 37 kHz, 45 kHz
  - 1 x mobiler Super-Beacon
  - 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Magnethalterung
- 1 x DJI-Drohne
- 1 x DJI RC + Android-Smartphone mit Marvelmind DJI-App
- 1 x Windows/Linux-Laptop

## Hinweise:

- Weitere Informationen finden Sie im Marvelmind DJI Autonomous Flight Manual
- Voraussetzung für die DJI-Drohne ist die Unterstützung von MSDK 5.0+. Weitere Informationen zu unterstützten Drohnen finden Sie im DJI MSDK Tutorial

## Architektur:

- NIA
- MF NIA

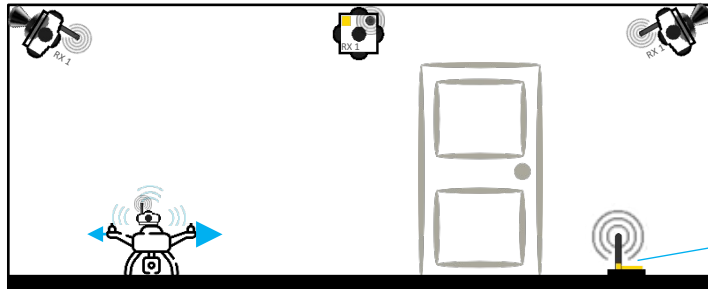


Montage des Super-Beacon  
Weitere Informationen finden Sie unter [Help: how to place beacons](#)



# 02c: Gepaarte Beacons 3D – Position + Richtung

Seitenansicht



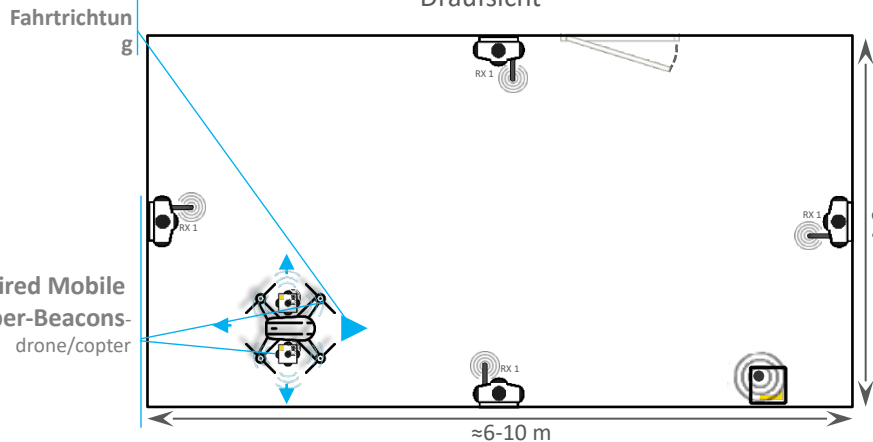
## Stationäres Super-Beacon

- Sollte an Wänden oder Decke angebracht werden – um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren
- Nur erforderliche Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegen externe Geräusche. Jeder Sensor hat ca. 90°-Keule

## Modem HW v5.1

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking erforderlich ist
- Kann je nach Antenne und resultierendem RSSI bis zu mehreren zehn bis hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden

Draufsicht



## Raum

- Beginnen Sie mit einer mittelgroßen Karte von 6x4 bis 6-10 m oder ähnlich
- Die maximale Kartengröße für das Starter Set beträgt bis zu 1000 m<sup>2</sup>



So montieren Sie ein stationäres Beacon  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: So platzieren Sie Beacons

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D + Mobile Super-Beacon:](#)

- 4 x stationäre Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus 8 verfügbaren Frequenzen: 19 kHz, 22 kHz, 25 kHz, 28 kHz, 31 kHz, 34 kHz, 37 kHz, 45 kHz
- 2 x mobile Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

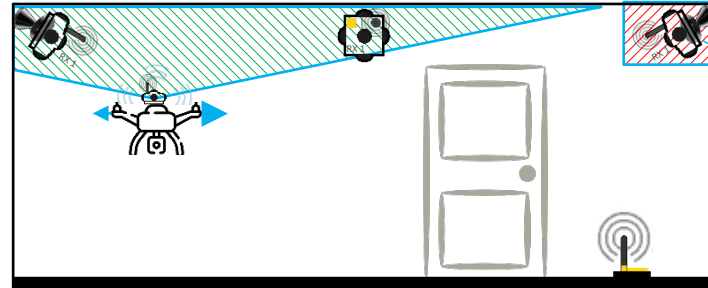
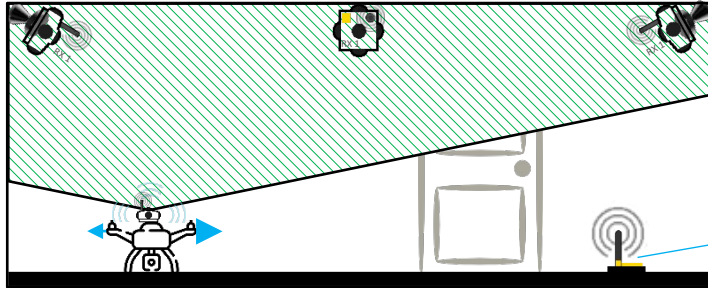
- 4 x Magnethalter

- Konzipiert für Fälle, in denen nicht nur die Position wie bei einem herkömmlichen GPS, sondern auch eine Richtung erforderlich ist
- Verwendet gepaarte mobile Beacons, die am Roboter/an der Drohne installiert sind, und ist nicht auf einen Kompass angewiesen, der in Innenräumen mit viel Metall in der Umgebung falsche Ergebnisse liefern kann
- Je größer die Basis zwischen den mobilen Beacons, desto präziser kann die Richtung bestimmt werden. Angemessene Richtungsgenauigkeit bei einer Basis >20 cm. Dringend empfohlen – 0,5 m oder mehr
- [Demo-Video zur Einrichtung der Funktion](#)
- Um mehr über Richtung/Orientierung zu erfahren, siehe: IMU, Wie viele mobile Beacons benötige ich pro Drohne?

## Architektur:

- IA
- NIA (empfohlen für Drohnen und Copter)

# 02d: Mikrofon RX1-Diagramm



## Stationäres Super-Beacon

- Sollte an Wänden oder der Decke angebracht werden – um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren
- Aktivieren Sie nur die erforderlichen Sensoren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegen externe Geräusche. Jeder Sensor hat einen  $\sim 90^\circ$ -Strahl

## Modem HW v5.1

- Muss immer eingeschaltet sein, wenn Tracking benötigt wird
- Kann je nach resultierendem RSSI bis zu mehreren zehn oder hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden

## Stationäres Super-Beacon

- Super-Beacon ist für das mobile Beacon unsichtbar, da der Winkel zum Mikrofon sehr klein ist
- Dies kann zu schlechtem oder gar keinem Tracking führen

## Hinweise:

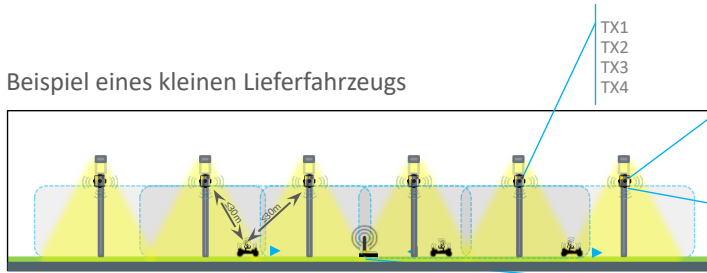
- Diese Folie zeigt das Mikrofondiagramm RX1. Es basiert auf der 3D-IA-Architektur. Auf dem unteren Bild sehen Sie, dass das mobile Super-Beacon das stationäre Super-Beacon nicht hören kann, weil der Winkel zum Mikrofon zu klein ist
- Vermeiden Sie solche Fälle, indem Sie die stationären Beacons so hoch wie möglich platzieren oder nicht zu nah an der Ebene der stationären Beacons fliegen
- Weitere Informationen zum Mikrofon finden Sie in unserem Operating Manual Kapitel 3.6.1 sowie in unserem Hilfevideo: Microphone diagram



Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: how to place beacons

# 03: Tracking von Gehwegen, Tunneln, U-Bahnen und Minen in 2D

Beispiel eines kleinen Lieferfahrzeugs



## Stationäre Super-Beacon

- Sollten hoch an Laternenmasten angebracht werden – um Schatten bei Ultraschall zu minimieren
- Nur benötigte Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und Störfestigkeit gegenüber externen Geräuschen

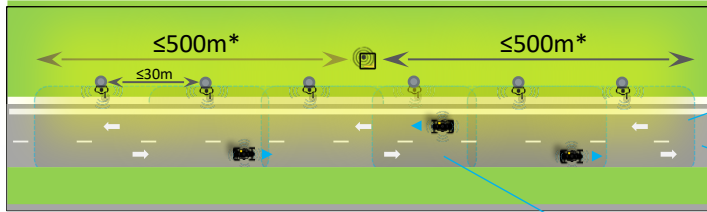
## Laternenmast

## Modem HW v5.1

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking erforderlich ist
- Kann bis zu mehreren zehn bis hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden

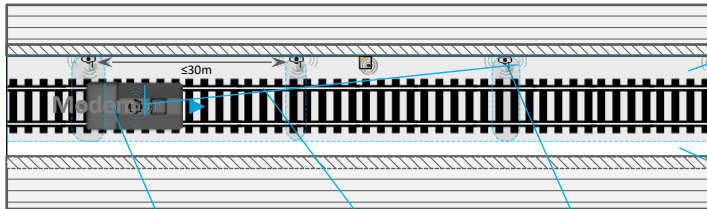
## Leicht überlappende Submaps

## Gehwegbereich



Gehweg

Beispiel eines unterirdischen Schienentransports



## Submap

## Tunnel (Untergrund, Bergwerk usw.)

Zug/Trolley

Mobil Super-Beacon

Stationäres Super-Beacon

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D + N Super-Beacon S:](#)

- N x stationäre Super-Beacon
- N x mobile Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1
- N x Magnethalter
- N x Antenne Full-Size
- N x Omni-Microphone-IP67 (empfohlen)

## Hinweise:

- Außenanwendungen: Park, Parkplatz, Eisenbahn
- Innenanwendungen: U-Bahn, Tunnel, lange Lagerhalle
- 2D-Tracking (lineare Anordnung)
- Siehe Hilfe: Mikrofondiagramm-Video
- Für eine bessere Abdeckung kann das Omni-Microphone-IP67 verwendet werden

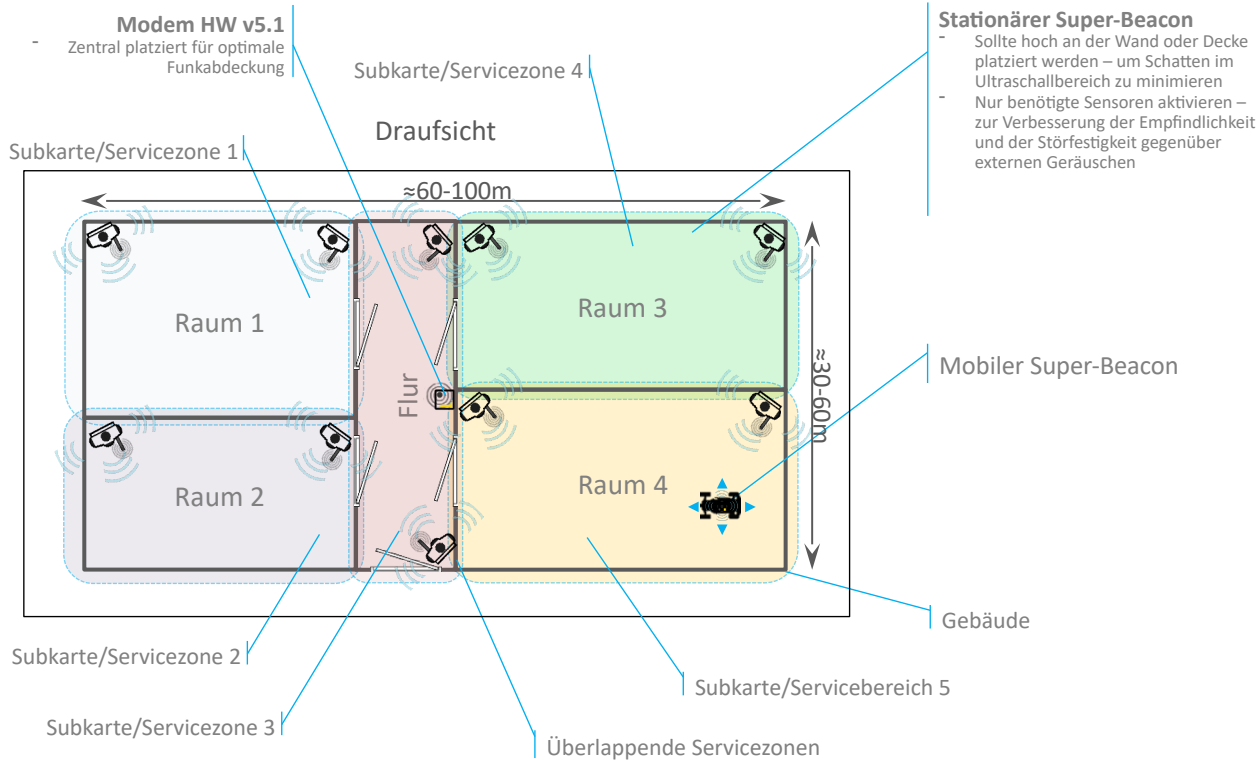
Funkreichweite bis zu 400 m mit einer Antenne in voller Größe und bis zu 1 km mit spezieller Richtantenne in jede Richtung (2 km freie Sichtverbindung)  
Kann in Multi-Modem-Systemen weiter erweitert werden



Wie man einen stationären Beacon montiert  
Für weitere Informationen siehe Hilfe: Wie man Beacons platziert



# 04: Submaps in 2D



- Stationärer Super-Beacon**
- Sollte hoch an der Wand oder Decke platziert werden – um Schatten im Ultraschallbereich zu minimieren
  - Nur benötigte Sensoren aktivieren – zur Verbesserung der Empfindlichkeit und der Störfestigkeit gegenüber externen Geräuschen

Mobiler Super-Beacon

## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacons:](#)
  - 10 x stationärer Super-Beacon
  - 1 x mobiler Super-Beacon
  - 1 x Modem HW v5.1
- 10 x Magnethalter

## Hinweise:

- Konzipiert für Gebäude mit mehreren Räumen
- Diese spezifische Konfiguration unterstützt 2D-Tracking. Sie kann auch in 3D erstellt werden, wenn anstelle von 2D-Submaps 3D-Submaps erstellt werden. Siehe Simple 3D Tracking
- Siehe Bedienungsanleitung
- Siehe Submaps-Hilfvideo
- Siehe Simple 2D Tracking, um korrekte 2D-Karten zu erstellen
- Prüfen Sie auf unserer Webseite <https://marvelmind.com/download/> =>
- [Wie man Indoor-Navigationskarten erstellt](#)
- [Wie man große Indoor-Ortungssysteme aufbaut](#)
- [Wie baut man Karten größer als 30x30m?](#)

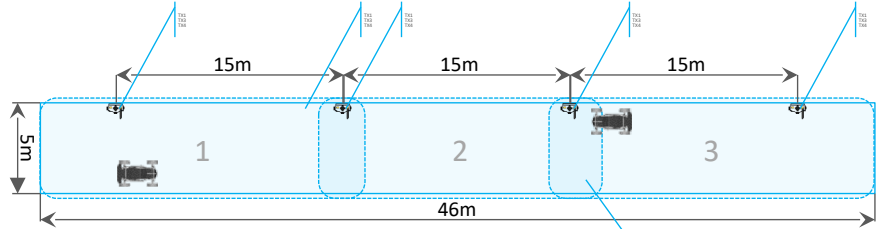


So montieren Sie einen stationären Beacon  
Weitere Informationen finden Sie unter Hilfe: So platzieren Sie Beacons



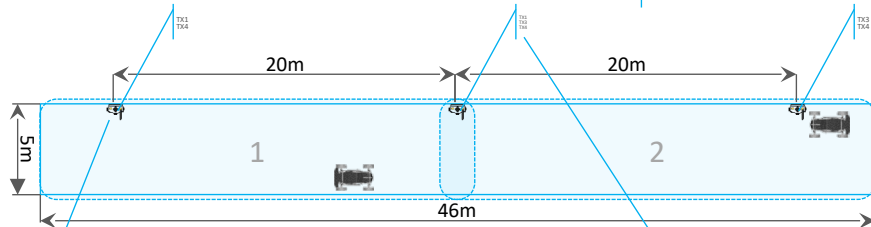
# 05: Radroboter in 46x5 m-Bereich (2D-Navigation)

Option 1: Optimal konservativ, 2D



Submaps/Servicezonen überlappen sich für eine reibungslose Übergabe zwischen Submaps

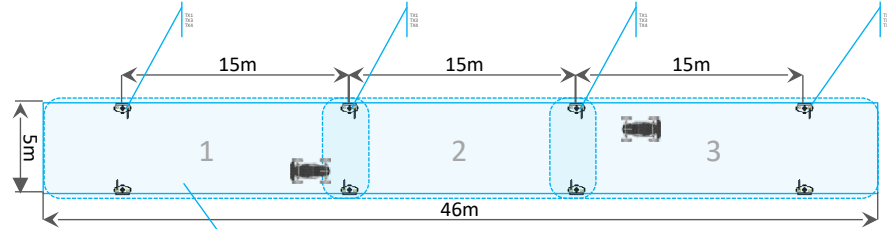
Option 2: Streckung, 2D



Aktivieren Sie TX1 (nach rechts gerichtet) und TX4 (nach vorne gerichtet). Und deaktivieren Sie TX2/TX3/TX5. Sie sind nach unten, links und oben gerichtet, wo sich der Roboter nicht befinden kann. Das Deaktivieren nicht benötigter Sensoren erhöht die Empfindlichkeit/Reichweite und verringert die Menge an Rauschen/Echo, die der Beacon aufnimmt

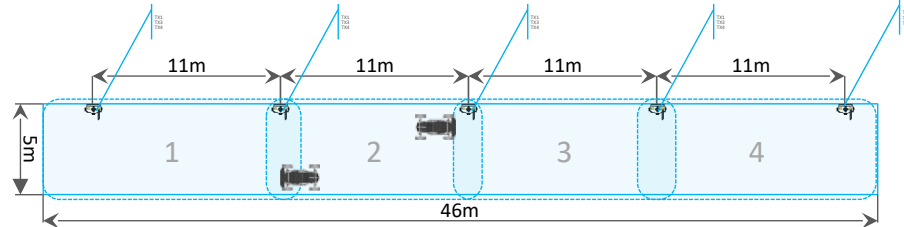
Platzieren Sie stationäre Beacons mit USB nach unten. Aktivieren Sie nur die erforderlichen Sensoren pro Beacon. Hier zum Beispiel TX1 (nach rechts gerichtet), TX4 (nach vorne gerichtet), TX3 (nach links gerichtet) aktivieren. Und TX2/TX5 deaktivieren. Sie sind nach oben und unten gerichtet, wo sich der Roboter nicht befinden kann. Das Deaktivieren nicht benötigter Sensoren erhöht die Empfindlichkeit/Reichweite und verringert die Menge an Rauschen/Echo, die der Beacon aufnimmt

Option 3: Optimal konservativ, 3D



So erstellen Sie Submaps und Servicezonen:  
[Hilfvideo: Verwendung von Submaps zum Erstellen großer Karten](#)

Option 4: Konservativ, 2D



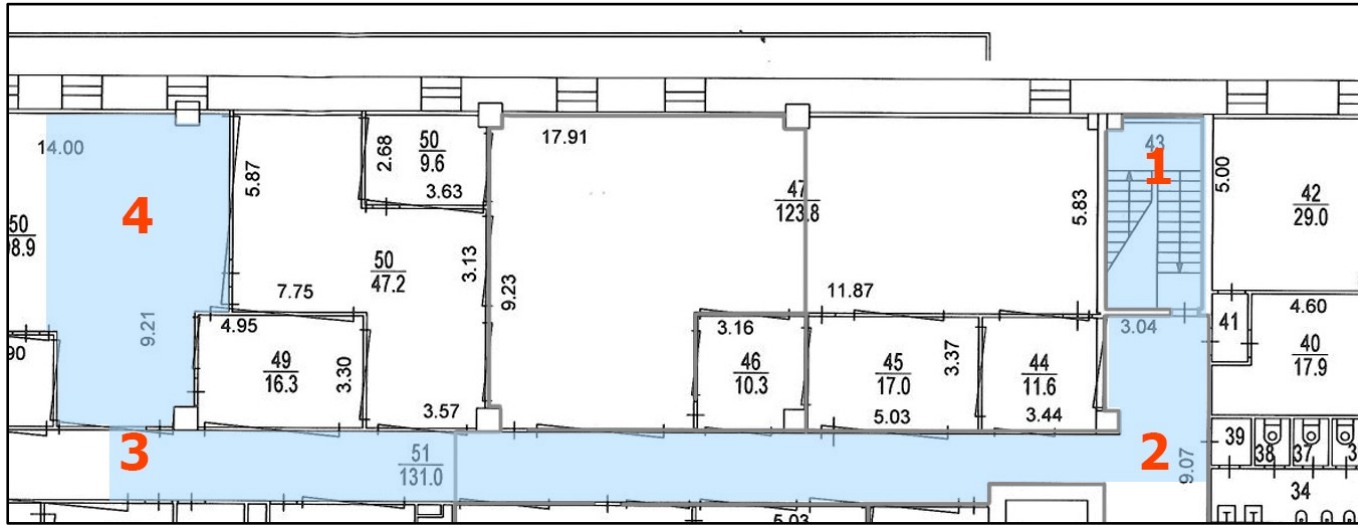
## Hinweis:

- Autonomen Lieferroboter überprüfen – Systemansicht



So montieren Sie den stationären Beacon  
 Weitere Informationen finden Sie unter Hilfe: So platzieren Sie Beacons

# 06a: Business-Center-Bereich – Personenverfolgung in 2D



## Kundenerwartungen:

- Abdeckung aller blauen Zonen mit dem Marvelmind Indoor GPS Tracking System, um Personen zu verfolgen
- Zeigen, wie Beacons korrekt platziert werden
- Submaps anzeigen
- Sensoreinstellungen anzeigen
- Zonen 1 und 4 müssen mit 3D-Tracking abgedeckt werden
- Zonen 2 und 3 müssen mit 2D-Tracking abgedeckt werden

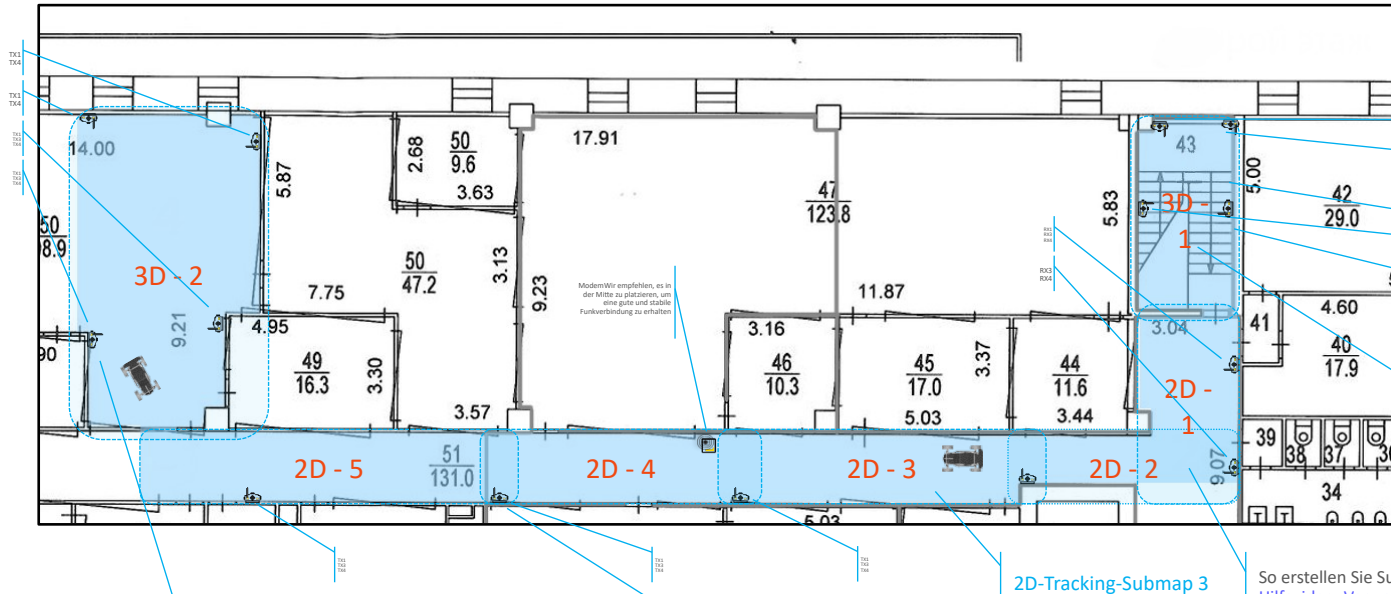
## Hinweis:

- Siehe Demo: Video zur präzisen Indoor-Verfolgung über mehrere Etagen
- Siehe Demo: Video zur Verfolgung von vier Lagerarbeitern



So montieren Sie den stationären Beacon  
Weitere Informationen finden Sie unter Hilfe: So  
platzieren Sie Beacons

# 06b: Bürozentrum-Bereich – Personenverfolgung in 2D



## Konfiguration:

- 14 x Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

Wir empfehlen, alle Sensoren einzuschalten, falls unterschiedliche Höhen und geringe Abstände vorliegen. 3D-Tracking ist erforderlich, um Höhenänderungen beim Treppensteigen zu erfassen.

3D-Tracking-Submap 1

2D-Tracking-Submap 3

So erstellen Sie Submaps und Servicezonen:  
[Hilfsvideo: Verwendung von Submaps zum Erstellen großer Karten](#)  
[So erstellen Sie Karten für die Innennavigation](#)

Aktivieren Sie TX1 (nach rechts gerichtet) und TX4 (nach vorne gerichtet). Und deaktivieren Sie TX2/TX3/TX5. Diese sind nach unten, links und oben gerichtet, wo sich der Roboter nicht befinden kann. Das Deaktivieren nicht benötigter Sensoren erhöht die Empfindlichkeit/Reichweite und verringert die Menge an Rauschen/Echo, die der Beacon empfängt.

Platzieren Sie stationäre Beacons mit dem USB-Anschluss nach unten. Aktivieren Sie pro Beacon nur die erforderlichen Sensoren. Aktivieren Sie hier beispielsweise TX1 (nach rechts gerichtet), TX4 (nach vorne gerichtet) und TX3 (nach links gerichtet). Und deaktivieren Sie TX2/TX5. Diese sind nach oben und unten gerichtet, wo sich der Roboter nicht befinden kann. Das Deaktivieren nicht benötigter Sensoren erhöht die Empfindlichkeit/Reichweite und verringert die Menge an Rauschen/Echo, die der Beacon empfängt.



Montage einer stationären Bake  
 Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: So platzieren Sie Baken

# 7: Bereich von 100x100 m mit Tracking unter Verwendung von Submaps

Die nächsten Folien erläutern die Einstellungen für das Tracking in großen, offenen Lagerhallen mittels Marvelmind Indoor-„GPS“ im NIA mit Submap-Funktion.

Sie enthält außerdem einige Montagehinweise und Einstellungsanweisungen. Wir geben einige Beispiele sowie deren Vor- und Nachteile. Da das System recht flexibel ist, werden verschiedene Optionen vorgestellt.

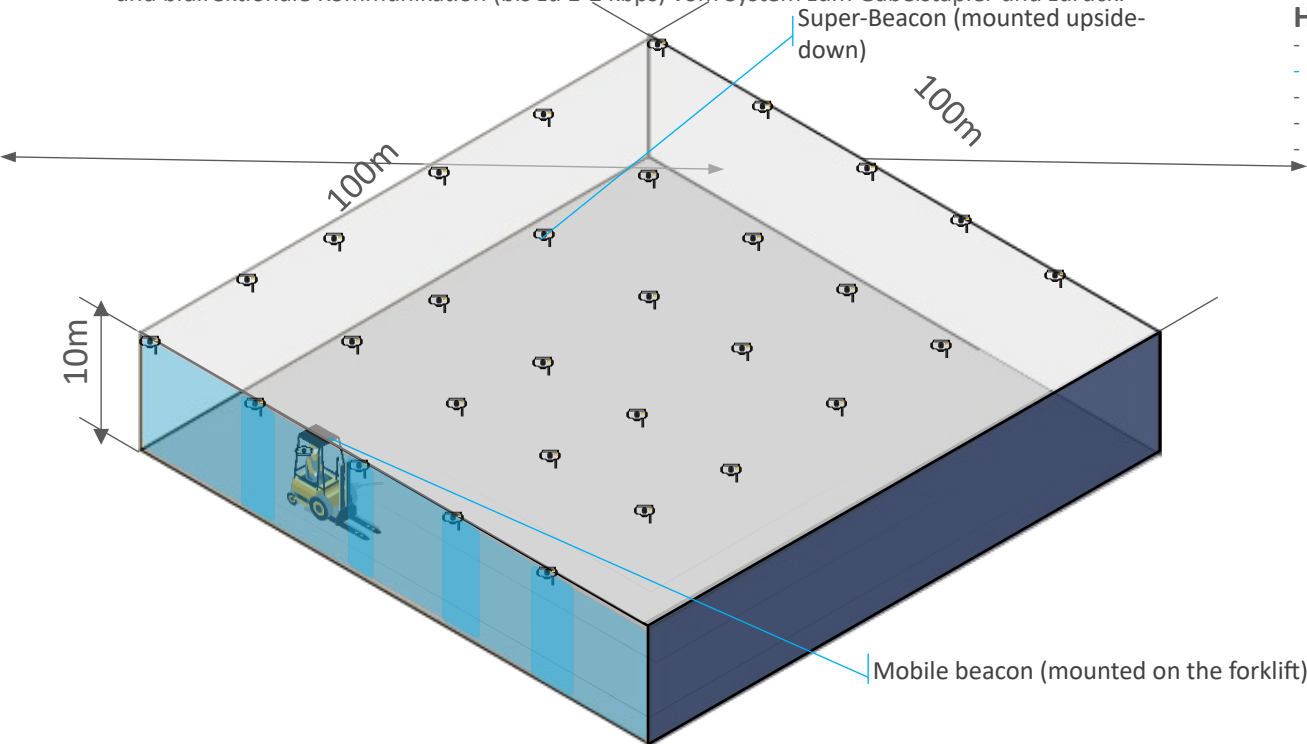
Erfahren Sie mehr in unseren Artikeln:

[So bauen Sie große Indoor-Positionierungssysteme auf](#)

[Wie baut man Karten größer als 30x30 m?](#)

# 7.1: Großes 2D-Tracking (100x100 m) – mehrere Submaps

Hier ist ein Beispiel für das Tracking in einem offenen Lager mit Verwendung von NIA. Stationäre Super-Beacons sind kopfüber an der Decke montiert. Die mobile Bake ist auf einem Gabelstapler nach oben gerichtet montiert. Das System liefert die präzise ( $\pm 2$  cm) Echtzeitposition der mobilen Bake (Gabelstapler) in Echtzeit (1-6 Hz), speichert deren Weg und alle Positionen in einer .CSV-Datei zur Nachbearbeitung und Analyse. Es ermöglicht außerdem Echtzeit-Alarme und bidirektionale Kommunikation (bis zu 1-2 kbps) vom System zum Gabelstapler und zurück.

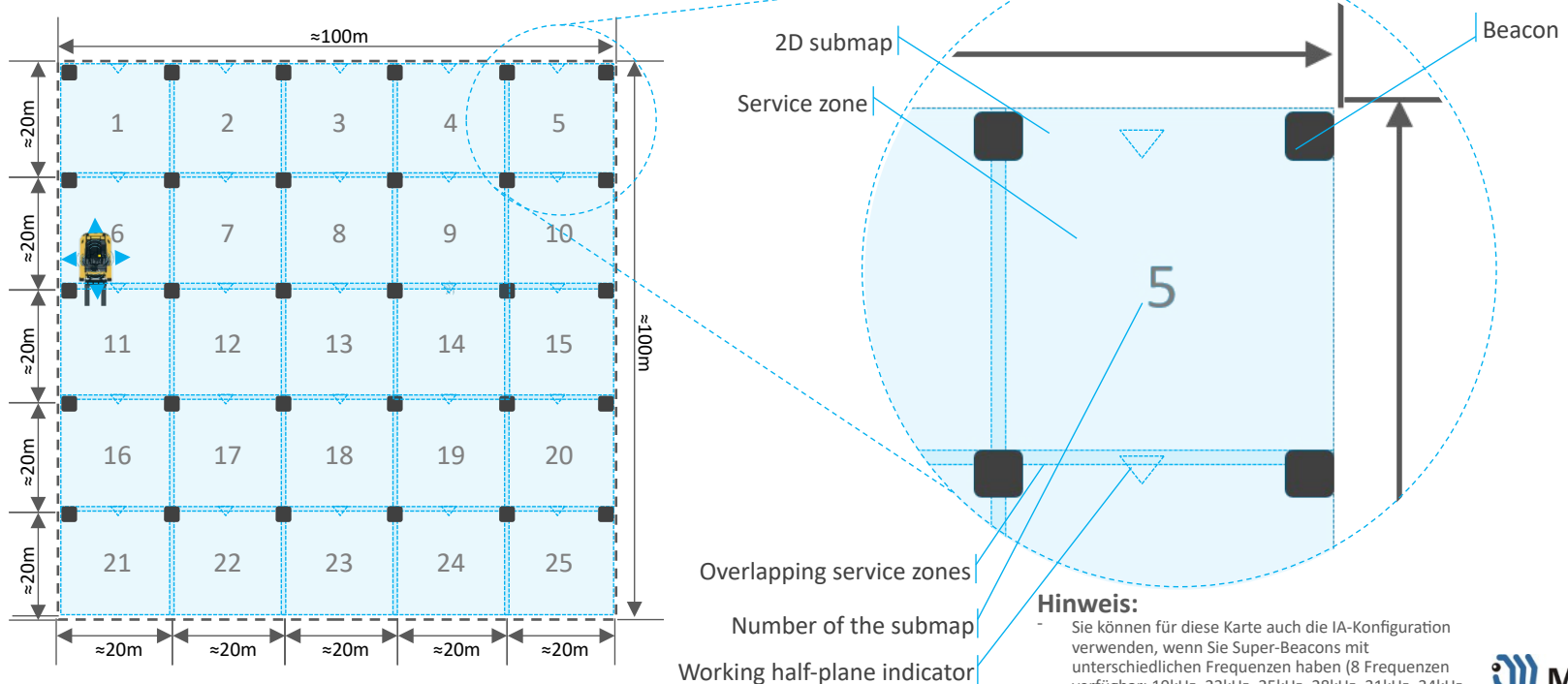


## Hinweise:

- Anwendungsfälle: große, offene Lagerhallen
- 2D-Tracking (x, y)
- Mehrere Submaps
- Es erfolgt eine Platzierung unter Verwendung von NIA
- Sie können für diese Karte auch die IA-Konfiguration verwenden, wenn Sie Super-Beacons mit unterschiedlichen Frequenzen aus den 8 verfügbaren Frequenzen haben: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz

## 7.2: Detaillierte Systemansicht

Das gesamte zu trackende Gebiet wird mit stationären Super-Beacons abgedeckt. Die Beacons werden in einem Raster an der Decke angebracht, das an jedem Punkt, an dem Tracking erforderlich ist, einen Abstand von weniger als 30m zwischen 2 oder mehr stationären Super-Beacons an der Decke und einem mobilen Super-Beacon am Gabelstapler ermöglicht. Die Servicezonen überlappen sich für eine nahtlose Übergabe. Dies ist ein Beispiel einer 2D-Karte in NIA, daher enthalten die Submaps nur zwei Beacons und einen speziellen Indikator, der die Arbeitszone anzeigt.



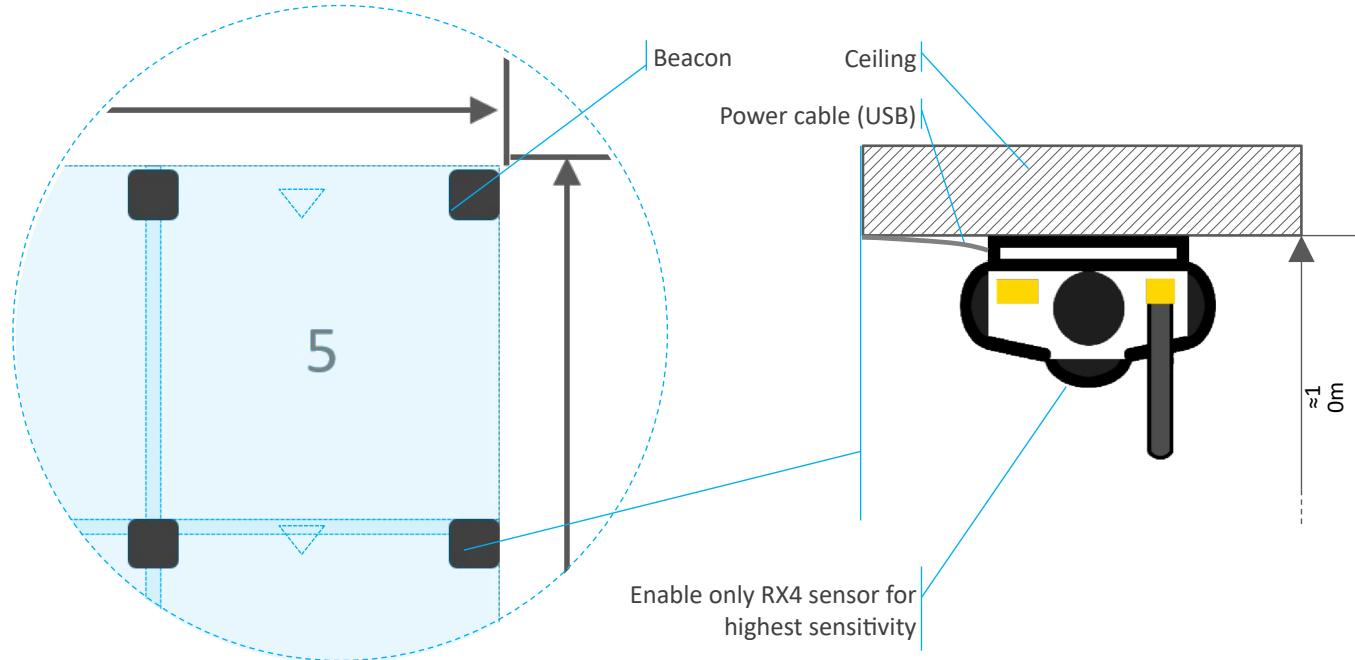
### Hinweis:

- Sie können für diese Karte auch die IA-Konfiguration verwenden, wenn Sie Super-Beacons mit unterschiedlichen Frequenzen haben (8 Frequenzen verfügbar: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz)

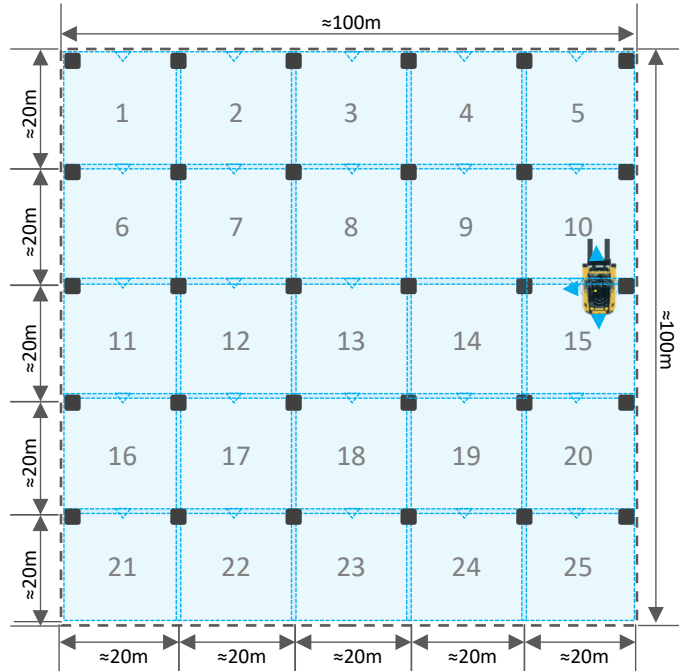
## 7.3: Detaillierte Ansicht der Beacon-Montage

Die Beacons werden kopfüber an der Decke angebracht. Der Arbeitssensor ist RX4. Wenn die anderen Sensoren (RX1, RX2, RX3, RX5) deaktiviert sind, weist der Beacon in RX4-Richtung die höchste Empfindlichkeit und aus anderen Richtungen Störungsresistenz auf. Die Höhe im Beispiel beträgt 10m.

Die Beacons können über den eingebauten LiPol-Akku betrieben werden, es wird jedoch empfohlen, eine externe Stromversorgung (reguläres USB) oder einen Wandler  $\sim 110/220 \Rightarrow 5V$  USB bereitzustellen



# 7.4: Optimale 2D-Konfiguration



### Hinweise:

Da die Konfiguration für 2D ausgelegt ist, liefert sie nur X- und Y-Koordinaten. Die Konfiguration ist z.B. für das Tracking von Gabelstaplern in offenen Lagerhallen ohne hohe Regale konzipiert.

### Vorteile:

- Solides Tracking
- Sehr präzise ( $\pm 2\text{cm}$ )
- Konzipiert für Gabelstapler

### Nachteile:

- Mehr Beacons (Preis) als bei gestreckten Konfigurationen

### Konfiguration:

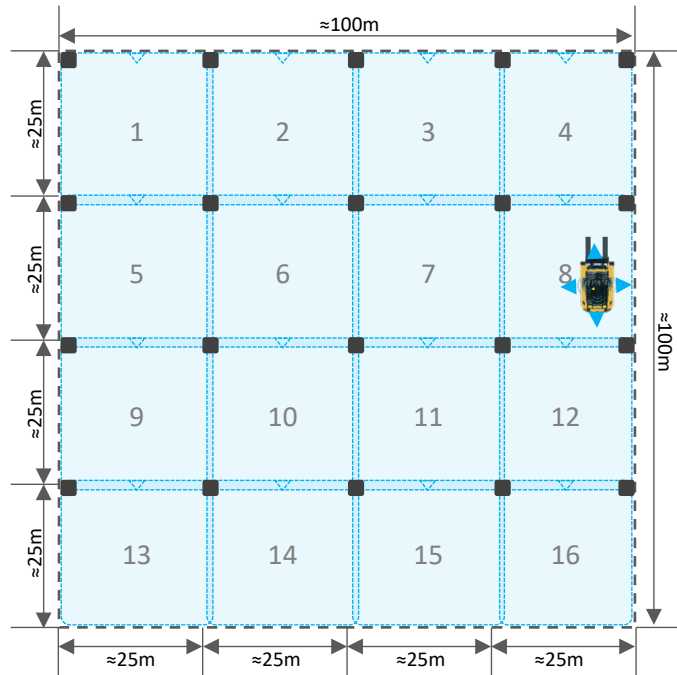
100x100m „2D optimal“:

- 30 x stationärer Super-Beacon
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

### Videos ansehen:

- [Autonomer Lieferroboter – Systemansicht](#)
- [Live-Tracking: präzise Indoor-Positionierung](#)
- [Wie man 10 Gabelstapler präzise \( \$\pm 2\text{cm}\$ \) verfolgt](#)

## 7.5: 2D gestreckt



### Hinweise:

Die Konfiguration „2D gestreckt“ ist eigentlich dieselbe wie „2D optimal“, funktioniert jedoch mit größeren Abständen zwischen den Beacons. Das Tracking kann jedoch durch externe Störgeräusche oder durch ein zu schwaches Ultraschallsignal unterbrochen werden.

Es handelt sich ebenfalls um 2D, daher werden nur X- und Y-Koordinaten ausgegeben.

### Vorteile:

- Geringere Gesamtkosten als die 2D-Optimalkonfiguration

### Nachteile:

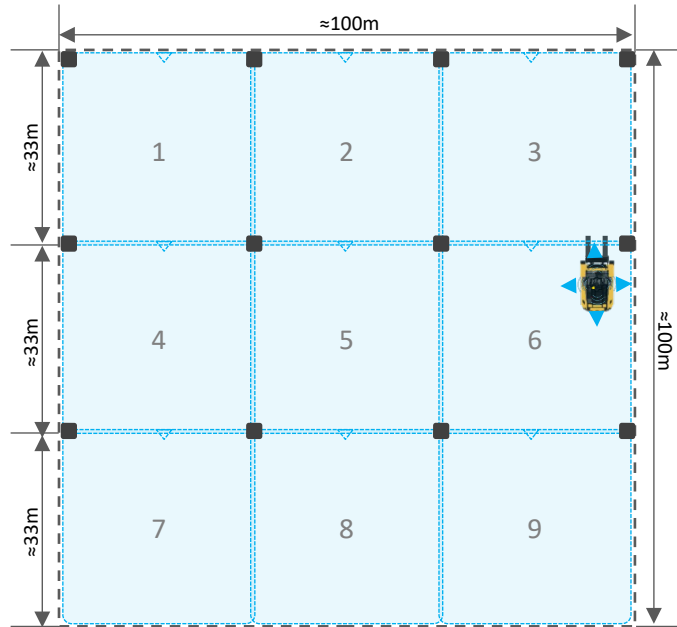
- Potenziell weniger stabiles Tracking als die 2D-Optimalkonfiguration

### Konfiguration:

100x100 m „2D stretched“:

- 20 x stationäre Super-Beacon
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

## 7.6: 2D super-stretched



### Hinweise:

Die Konfiguration „2D super-stretched“ bietet den besten Preis, da die Abstände am größten sind.

Sie ist 2D und liefert daher nur X- und Y-Koordinaten.

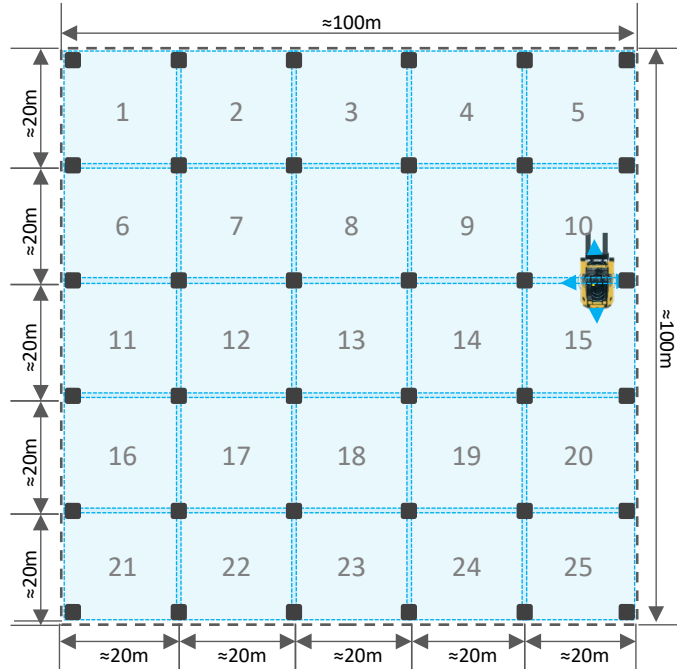
- Vorteile:
- Die geringsten Gesamtkosten unter den drei Konfigurationen
- Nachteile:
- Kann mehr manuelle und Feinabstimmungen als andere Konfigurationen erfordern

### Konfiguration:

100x100 m „2D super-stretched“:

- 12 x stationäre Super-Beacon
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

## 7.7: 3D optimal



### Hinweise:

Die Konfiguration „3D optimal“ ist ausgewogen im Preis-Leistungs-Verhältnis. Die Konfiguration ist 3D und liefert somit eine (X,Y,Z)-Positionierung. Sie verfügt über eine 3+1-Redundanz. Das bedeutet: Wenn 1 von 4 Beacons in der Submap blockiert ist, bleibt die 3D-Ortung weiterhin bestehen. Die Konfiguration eignet sich beispielsweise nicht nur zur Verfolgung von Gabelstaplern, sondern auch von Drohnen in offenen Lagerhallen ohne hohe Regale.

### Vorteile:

- Zuverlässige Ortung
- Geeignet für Drohnen – liefert 3D (x, y, z)

### Nachteile:

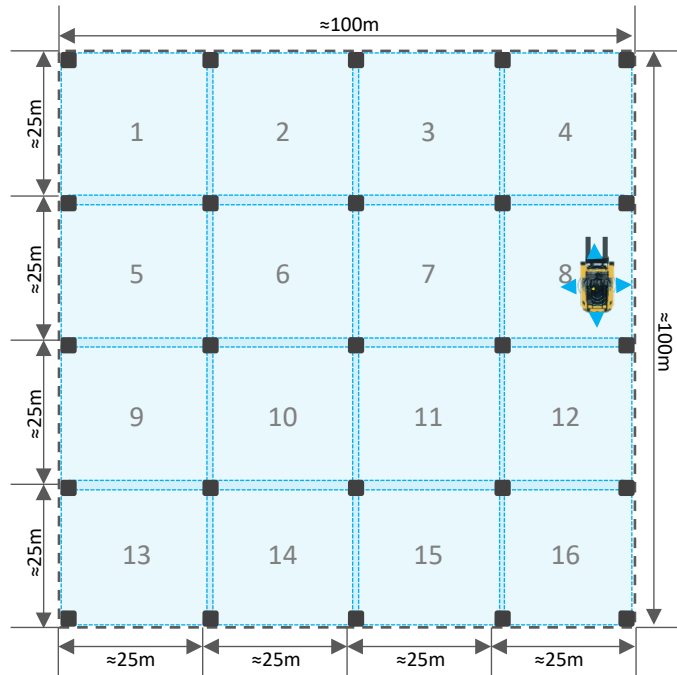
- Mehr Beacons als bei gestreckten Konfigurationen

### Konfiguration:

100x100m „3D optimal“:

- 36 x stationärer Super-Beacon
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

## 7.8: 3D gestreckt



### Hinweise:

Die Konfiguration „3D stretched“ ist im Wesentlichen dieselbe wie „3D optimal“, arbeitet jedoch mit größeren Entfernungen. Dies bietet einen Preisvorteil, jedoch kann das Tracking durch Störgeräusche unterbrochen werden. Die Konfiguration ist 3D und liefert somit eine (X,Y,Z)-Positionierung. Sie verfügt über eine 3+1-Redundanz. Das bedeutet, dass bei Blockierung von 1 von 4 Beacons in der Submap weiterhin ein 3D-Tracking möglich ist. Die Konfiguration eignet sich beispielsweise nicht nur zur Verfolgung von Gabelstaplern, sondern auch von Drohnen in offenen Lagerhallen ohne hohe Regale.

### Vorteile:

- Geringere Kosten als bei der Konfiguration 3D optimal

### Nachteile:

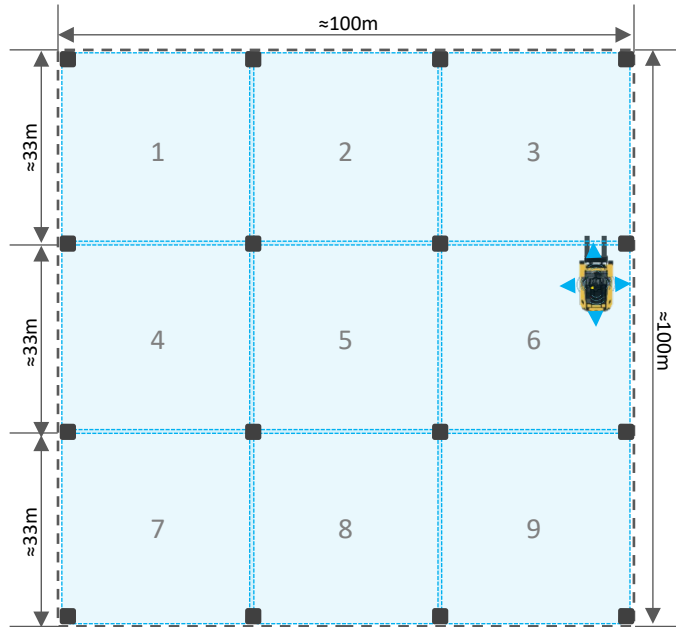
- Komplexere Einstellungen und weniger stabile Leistung als bei der Konfiguration 3D optimal

### Konfiguration:

100x100m „3D stretched“:

- 25 x stationäres Super-Beacon
- 1 x mobiles Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

## 7.9: 3D super-stretched



### Hinweise:

Die Konfiguration „3D super-stretched“ hat den besten Preis, da die Entfernungen am größten sind, ist aber hauptsächlich für zukünftige HW/SW-Versionen konzipiert. Sie ist 3D und liefert uns somit nur X- und Y-Koordinaten. Sie verfügt über eine 3+1-Redundanz. Das bedeutet, dass bei Blockierung von 1 von 4 Beacons in der Submap das Tracking weiterhin möglich ist.

### Vorteile:

- Die niedrigsten Gesamtkosten unter den drei Konfigurationen

### Nachteile:

- Kann mehr manuelle und Feineinstellungen erfordern als andere Konfigurationen

### Konfiguration:

100x100m „3D super-gestreckt“:

- 16 x Stationary Super-Beacon
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

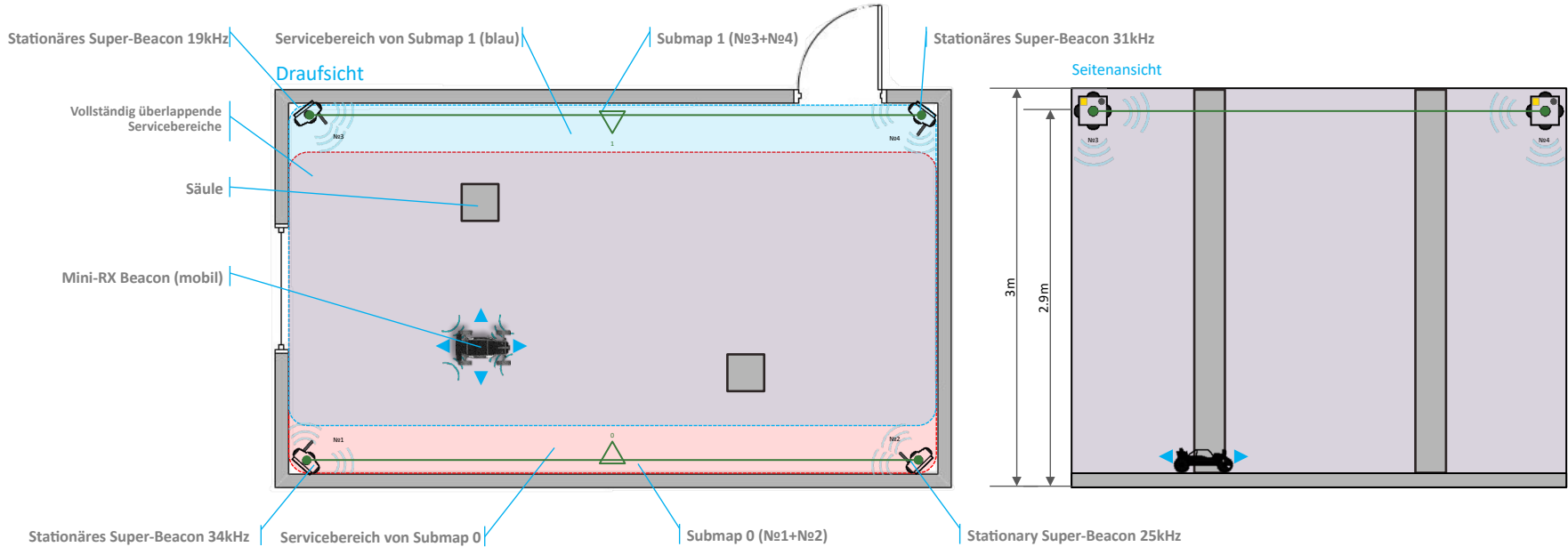
## 7.10: Zusammenfassung – 100x100m Bereich

Wir haben verschiedene Konfigurationen zur Verfolgung mobiler Objekte (Fahrzeuge, Gabelstapler, Drohnen) in einem 100x100m großen Lager mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\text{cm}$  vorgestellt.

Außerdem haben wir einige Empfehlungen zur Montage und Einrichtung des Systems gegeben:

- 2D optimal
- 2D gestreckt
- 2D super-gestreckt
- 3D optimal
- 3D gestreckt
- 3D super-gestreckt

# 8a: Vollständig überlappende Submaps (IA, 2D)



## Konfiguration:

### - Inverse Architecture (IA):

- 2 x Stationäres Super-Beacon 19kHz
- 2 x Stationäres Super-Beacon 25kHz
- 2 x Stationäres Super-Beacon 31kHz
- 2 x Stationäres Super-Beacon 34kHz
- 1 x Mini-RX als mobiler Beacon (oder mehrere Mini-RXs für mehrere mobile Objekte)
- 1 x Modem HW v5.1

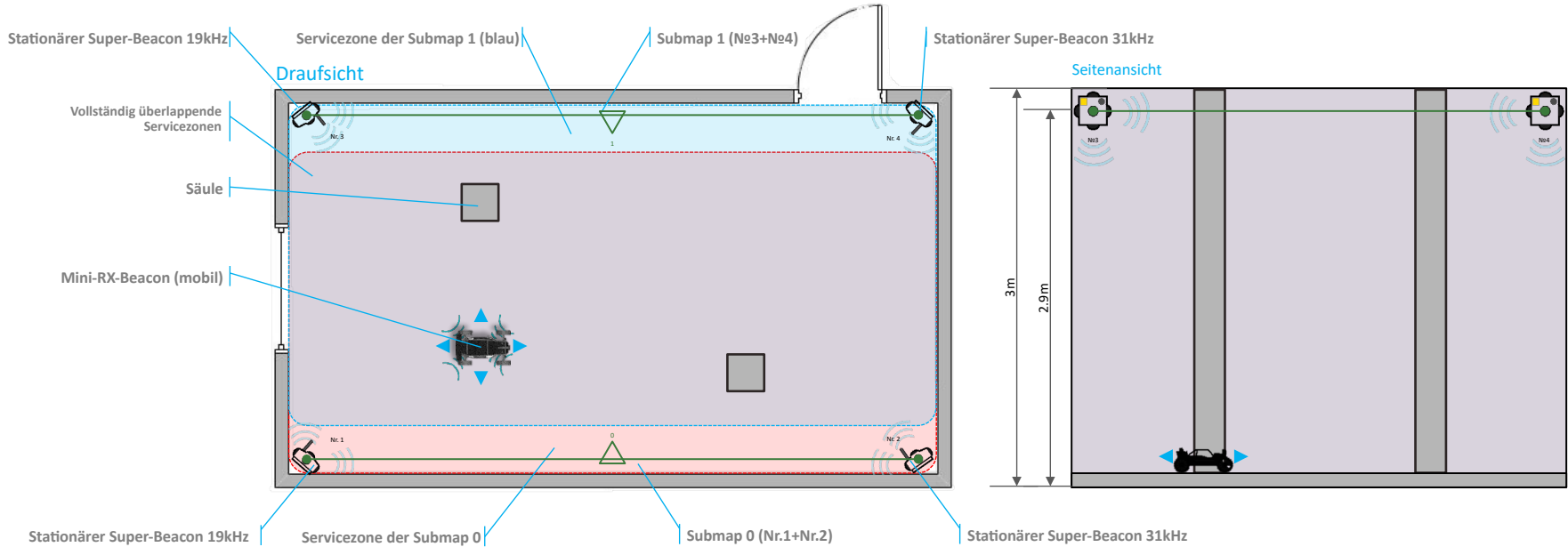
## Hinweise:

- Wenn eine Submap blockiert ist, sorgt eine andere Submap für ein zuverlässiges Tracking
- In einer Submap darf sich die Frequenz der einzelnen Beacons nicht wiederholen (z. B. dürfen nicht zwei 31kHz-, 37kHz-Beacons usw. in einer Submap vorhanden sein)
- Sehen Sie sich das präzise Tracking ( $\pm 2\text{cm}$ ) von Besuchern im Video des Cinema Museums an



Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung der Beacons

# 8b: Vollständig überlappende Submaps (IA, 2D, TDMA)



## Konfiguration:

- [Inverse Architecture \(IA\) mit TDMA:](#)
  - 2 x Stationärer Super-Beacon 19kHz
  - 2 x Stationärer Super-Beacon 31kHz
  - 1 x Mini-RX als mobiler Beacon (oder mehrere Mini-RXs für weitere mobile Objekte)
  - 1 x Modem HW v5.1



Montage eines stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung von Beacons

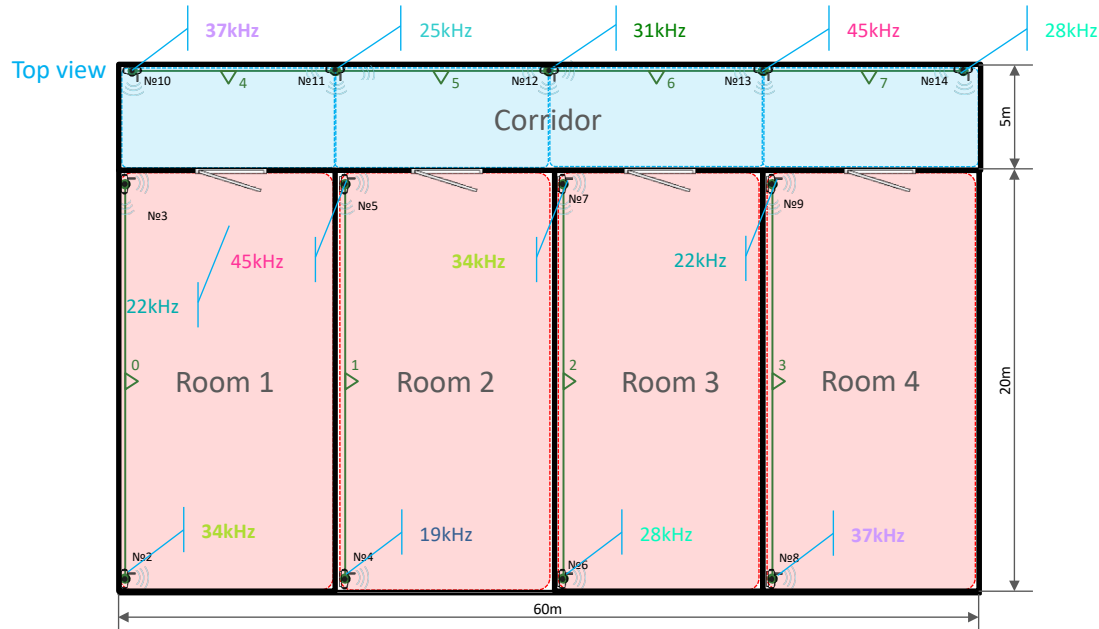
## Hinweise:

- TDMA-Funktion, die hilft, die Tracking-Qualität in komplexen Situationen zu verbessern
- Wenn eine Submap blockiert ist, sorgt eine andere Submap für zuverlässiges Tracking
- Innerhalb einer Submap darf sich die Frequenz der einzelnen Beacons nicht wiederholen (z. B. dürfen nicht zwei 31kHz-, 37kHz- usw. Beacons in einer Submap vorhanden sein)
- Weitere Details zu TDMA finden Sie im Betriebshandbuch (Kapitel 6.2)
- Sehen Sie sich das Indoor-Video „Track of Marvelmind Jacket“ an
- Sehen Sie sich das Indoor-Video „Tracking of visitors in Cinema Museum“ an

## TDMA-Einstellungen:

- TDMA-Sequenzlänge = 2
- TDMA-Position in der Sequenz:
  - Submap 0 = 0
  - Submap 1 = 1

# 9: Räume + Flur (IA, 2D)



## Konfiguration:

### - Inverse Architecture (IA) mit 8 Frequenzen:

- 1 x stationärer Super-Beacon 19kHz
- 2 x stationärer Super-Beacon 22kHz
- 1 x stationärer Super-Beacon 25kHz
- 2 x stationärer Super-Beacon 28kHz
- 1 x Mini-RX als mobiler Beacon (oder mehrere Mini-RX für mehrere mobile Objekte)
- 1 x Modem HW v5.1
- 1 x stationärer Super-Beacon 31kHz
- 2 x stationärer Super-Beacon 34kHz
- 2 x stationärer Super-Beacon 37kHz
- 2 x stationärer Super-Beacon 45kHz

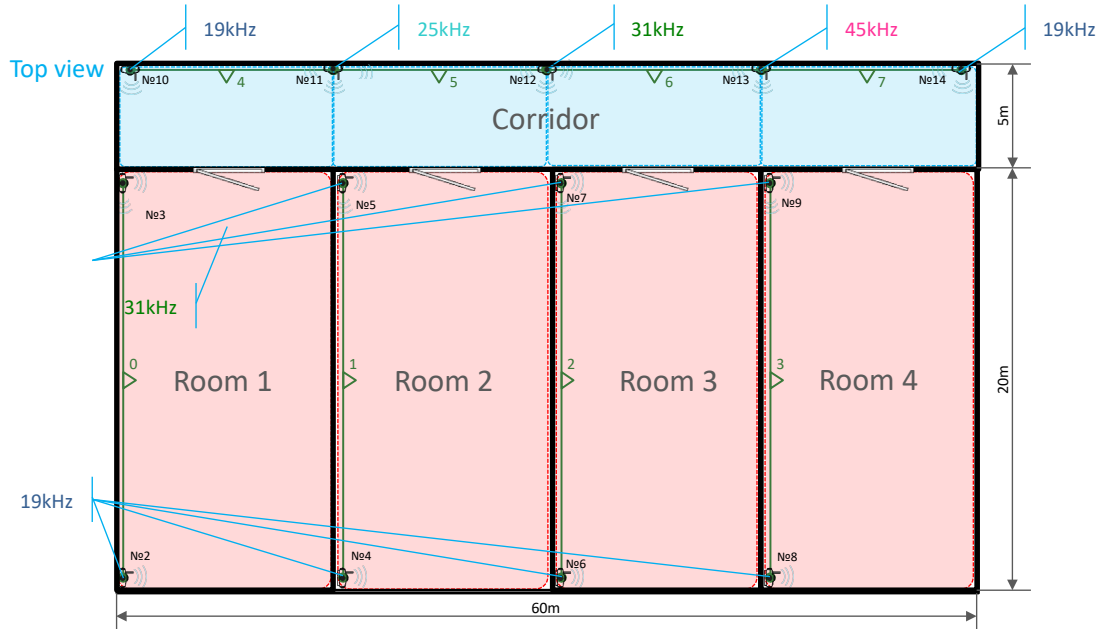


Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung von Beacons

## Hinweise:

- Konzipiert zur Verfolgung von Personen oder Robotern im Büro
- Diese spezielle Konfiguration unterstützt 2D
- Sie können die Konfigurationen nach Belieben ändern.
- In einem Submap darf sich die Frequenz jedes Beacons nicht wiederholen (z. B. dürfen sich in einem Submap keine zwei Beacons mit 31 kHz, 37 kHz usw. befinden)
- Weitere Details zu TDMA finden Sie im Bedienungshandbuch (Kapitel 6.2)
- Siehe Hilfevideo zu Submaps
- Siehe Video zur Verfolgung von 4 Lagerarbeitern

# 9a: Räume + Korridor (IA, 2D, TDMA)



Montage eines stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung der Beacons

## Konfiguration:

### Inverse Architecture (IA) mit TDMA:

- 6 x stationäre Super-Beacon 19 kHz
- 1 x stationärer Super-Beacon 25 kHz
- 5 x stationäre Super-Beacon 31 kHz
- 1 x stationärer Super-Beacon 45 kHz
- 1 x Mini-RX als mobiler Beacon (oder mehrere Mini-RX für mehrere mobile Objekte)
- 1 x Modem HW v5.1

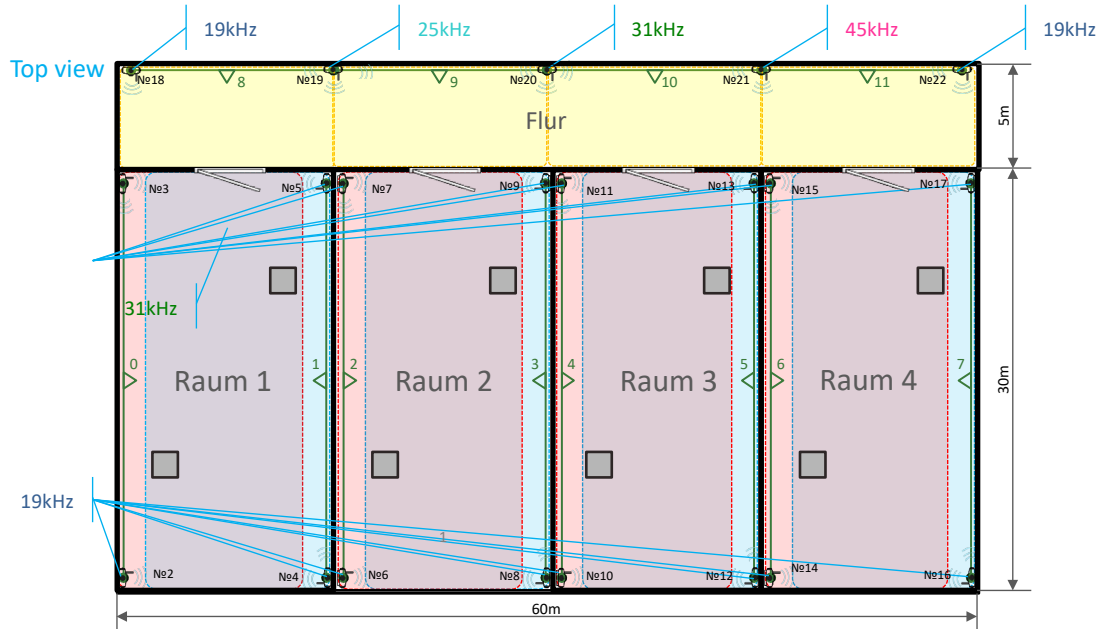
## Hinweise:

- Entwickelt zur Verfolgung von Personen oder Robotern im Büro
- Diese spezielle Konfiguration unterstützt 2D
- In einer Submap darf sich die Frequenz jedes Beacons nicht wiederholen (es können z. B. nicht zwei 31-kHz-, 37-kHz- usw. Beacons in einer Submap sein)
- Weitere Details zu TDMA finden Sie im Benutzerhandbuch (Kapitel 6.2)
- Sehen Sie sich das Submaps-Hilfevideo an
- Sehen Sie sich das TDMA-Museum-Demovideo an
- Sehen Sie sich das Video „Tracking 4 warehouse workers“ an

## TDMA-Einstellungen:

- TDMA-Sequenzlänge = 2
- TDMA-Position in der Sequenz:
  - Submap 0-3 = 0
  - Submap 4-7 = 1

# 10: Räume mit Säulen + Korridor (IA, 2D, TDMA)



Wie man ein stationäres Beacon montiert  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung von Beacons

## Konfiguration:

### Inverse Architecture (IA) mit TDMA:

- 10 x stationäres Super-Beacon 19kHz
- 1 x stationäres Super-Beacon 25kHz
- 9 x stationäre Super-Beacon 31kHz
- 1 x stationäres Super-Beacon 45kHz
- 1 x Mini-RX als mobiles Beacon (oder mehr Mini-RX für mehrere mobile Objekte)
- 1 x Modem HW v5.1

## Hinweise:

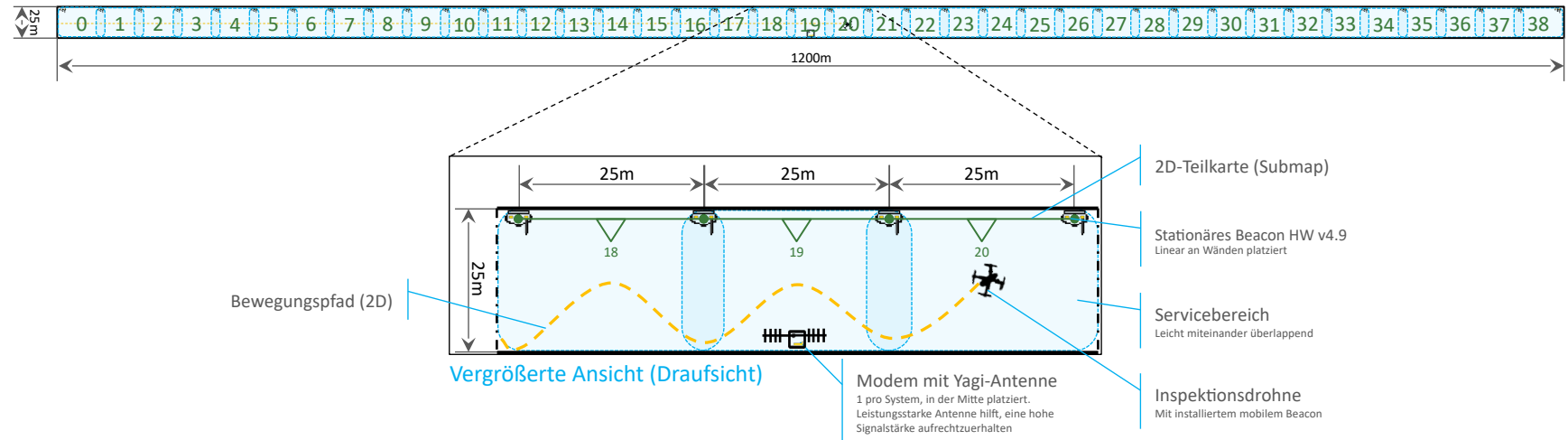
- Konzipiert zur Verfolgung von Personen oder Robotern im Büro
- Diese spezielle Konfiguration unterstützt 2D
- In einer Submap darf sich die Frequenz der einzelnen Beacons nicht wiederholen (zum Beispiel dürfen nicht zwei Beacons mit 31 kHz, 37 kHz usw. in einer Submap sein)
- Weitere Details zu TDMA finden Sie im Benutzerhandbuch (Kapitel 6.2)
- Siehe Hilfevideo zu Submaps
- Siehe TDMA im Museum-Demovideo
- Siehe Video zur Verfolgung von 4 Lagerarbeitern

## TDMA-Einstellungen:

- TDMA-Sequenzlänge = 3
- TDMA-Position in der Sequenz:
  - Submap 0, 2, 4, 6 = 0
  - Submap 1, 3, 5, 7 = 1
  - Submap 8, 9, 10, 11 = 2

# 11: Tunnel 1200x25m, autonome Inspektion (NIA oder IA, 2D)

## Gesamtansicht (Draufsicht)



## Konfiguration:

- [Non-Inverse Architecture \(NIA\) oder Inverse Architecture \(IA\)](#):
  - 40 x stationäres Super-Beacon (mit 8 Frequenzen für IA)
  - 1 x Modem HW v5.1
  - N x Super-Beacon als mobiles Beacon

## Hinweise:

- Konzipiert für autonome Tunnelinspektion
- Bei IA darf sich die Frequenz der Beacons in einer Submap nicht wiederholen (z. B. dürfen nicht zwei 31kHz-, 37kHz- usw. Beacons in einer Submap sein)
- Weitere Details finden Sie im Bedienungshandbuch (Kapitel TDMA)
- Siehe Submaps-Hilfvideo



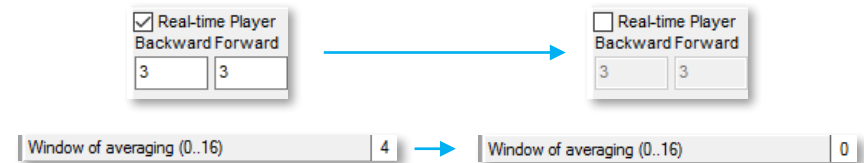
Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie unter Hilfe: So  
platzieren Sie Beacons

# 12: Echtzeit-Tracking: Reduzierung der Verzögerung

Verwenden Sie diese Anleitung, wenn Sie die geringstmögliche Verzögerung benötigen

## 1. Schalten Sie den Real-time Player aus

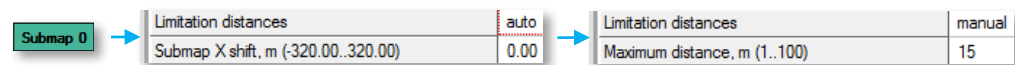
- Der Real-time Player ist eine Funktion, die den Verfolgungspfad glatter macht. Da er vorwärts und rückwärts blickt, entsteht eine kleine Verzögerung. Schalten Sie ihn aus, wenn Sie weniger Verzögerung benötigen. Real-time Player auf 0/0 setzen oder deaktivieren. Real-time Averaging Window in den Modem-Einstellungen auf 0 statt des Standardwerts 4 setzen



## 2. Funkprofil auf höhere Geschwindigkeit umstellen => 500kbps statt des Standardwerts 38kbps

## 3. Ändern Sie die Begrenzung der Entfernungen

- Gehen Sie zu den Submap-Einstellungen und ändern Sie sie von Auto auf Manuell und setzen Sie sie auf den größten Abstand zwischen dem mobilen Beacon und den stationären Beacons in der Submap – 10-15m – je nachdem, was Sie haben. Die Latenz beträgt 1,2..1,5/Aktualisierungsrate, d.h. bei einer Ultraschall-Aktualisierungsrate von 16Hz haben Sie eine Latenz von ~100ms



## 4. Verwenden Sie IMU + Ultraschall-Fusion.

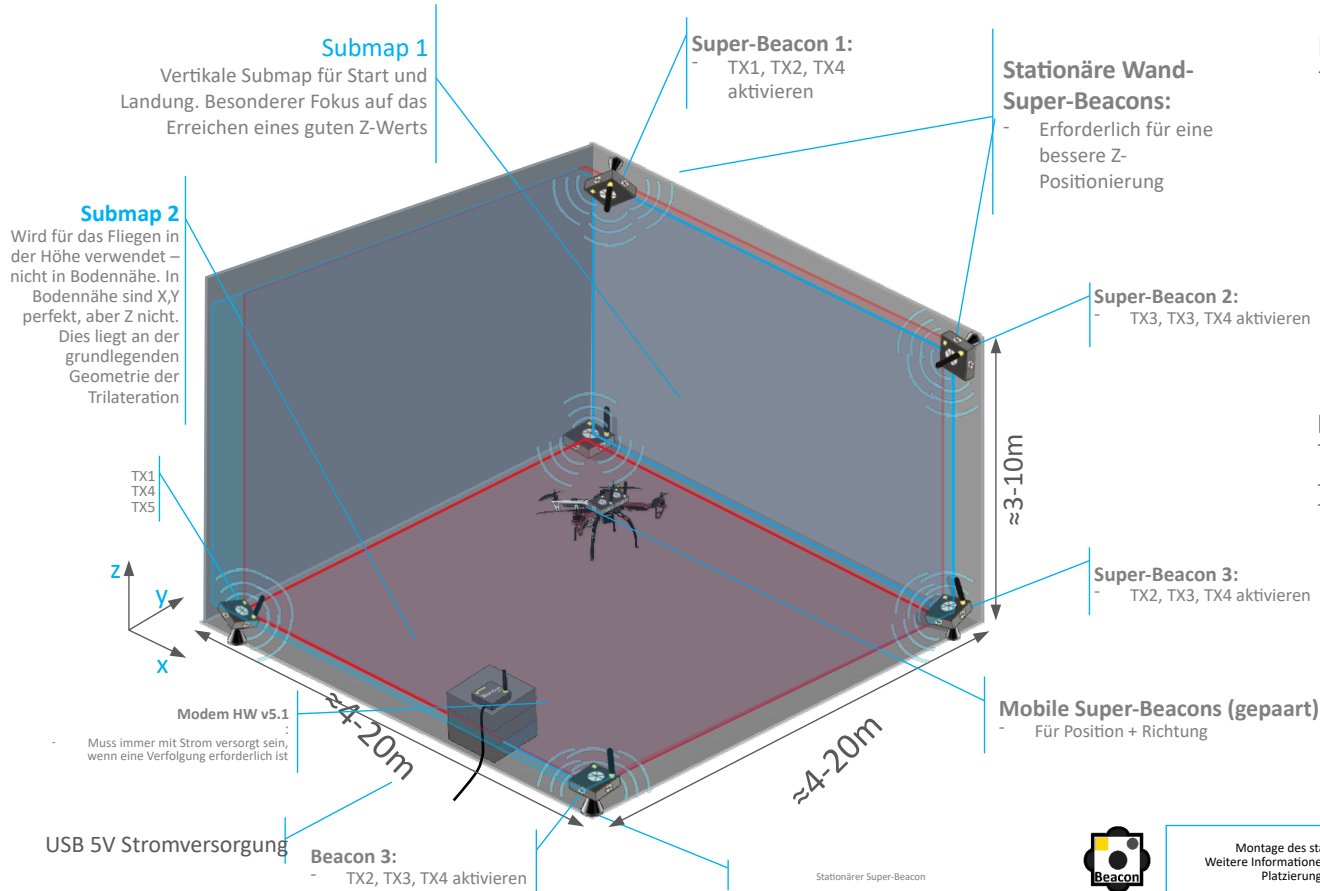
- Sobald Sie eine Positions-Aktualisierungsrate von 4-8Hz oder mehr haben, funktioniert die Sensorfusion gut und Sie erhalten eine resultierende Aktualisierungsrate von 100Hz und eine Latenz von etwa 12-15ms

## Hinweis:

- Sehen Sie sich unseren Artikel an: <https://marvelmind.com/download/> => [Wie erhöht man die Positions-Aktualisierungsrate?](#)

# Erweiterte Einstellungen

# 13: Stabiles „Z“ für Drohnen – Einstellungen und Empfehlungen



## Konfiguration:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon:](#)
  - 6 x stationärer Super-Beacon
  - 1 x mobiler Super-Beacon (oder 2 mobile Super-Beacons zur Unterstützung der Paired-Beacon-Funktion – Sie erhalten Position + Richtung)
- 1 x Modem HW v5.1

## Hinweise:

- Entwickelt für autonome Flugdrohnen im Innenbereich und gute Z-Verfolgung in allen Höhen
- Unterstützt 3D (X,Y,Z) + N Redundanz
- Ausführliche Video-Hilfe: Hilfe: Z-Koordinaten für Copter



Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie unter Hilfe:  
Platzierung von Beacons

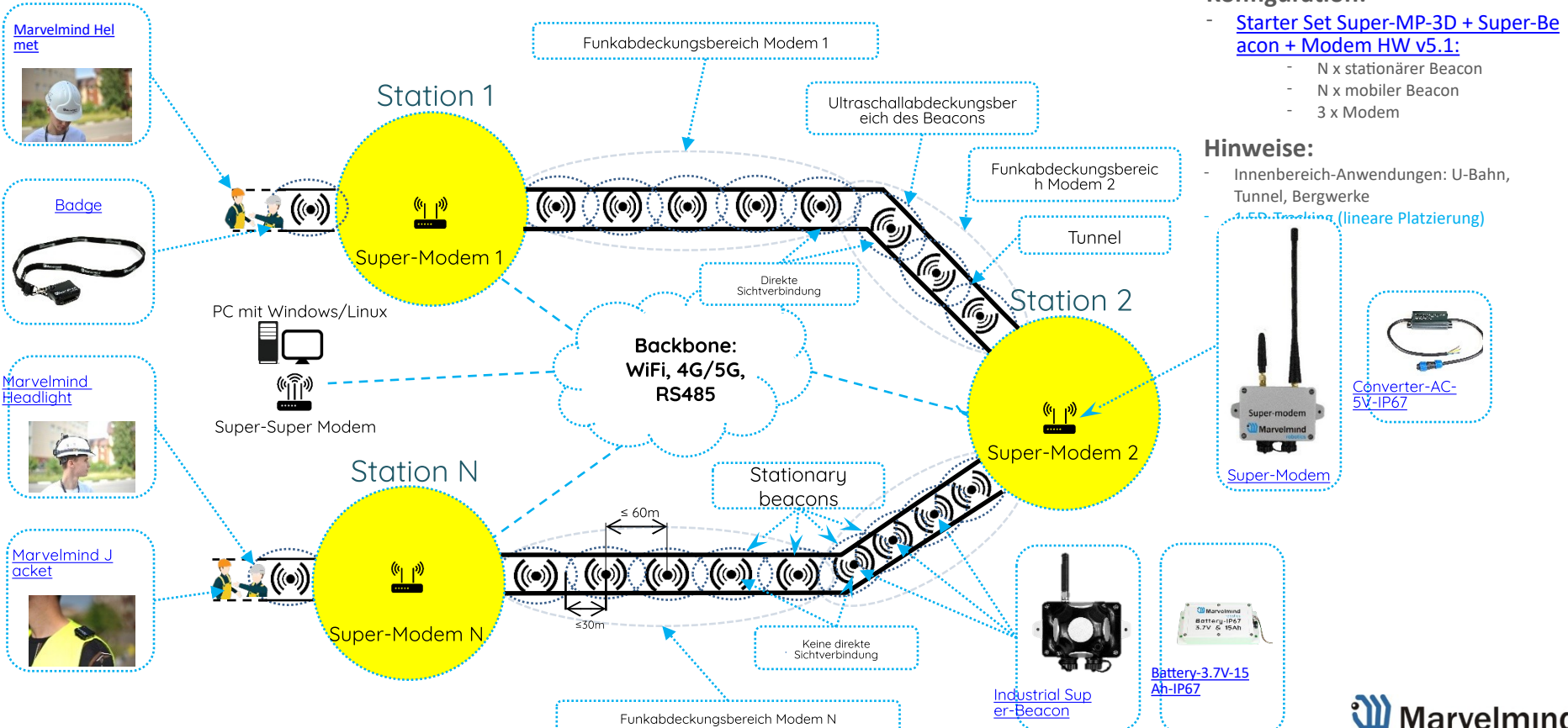
# 14a: Multi-Modem 1.5D – für sehr große Netzwerke

## Konfiguration:

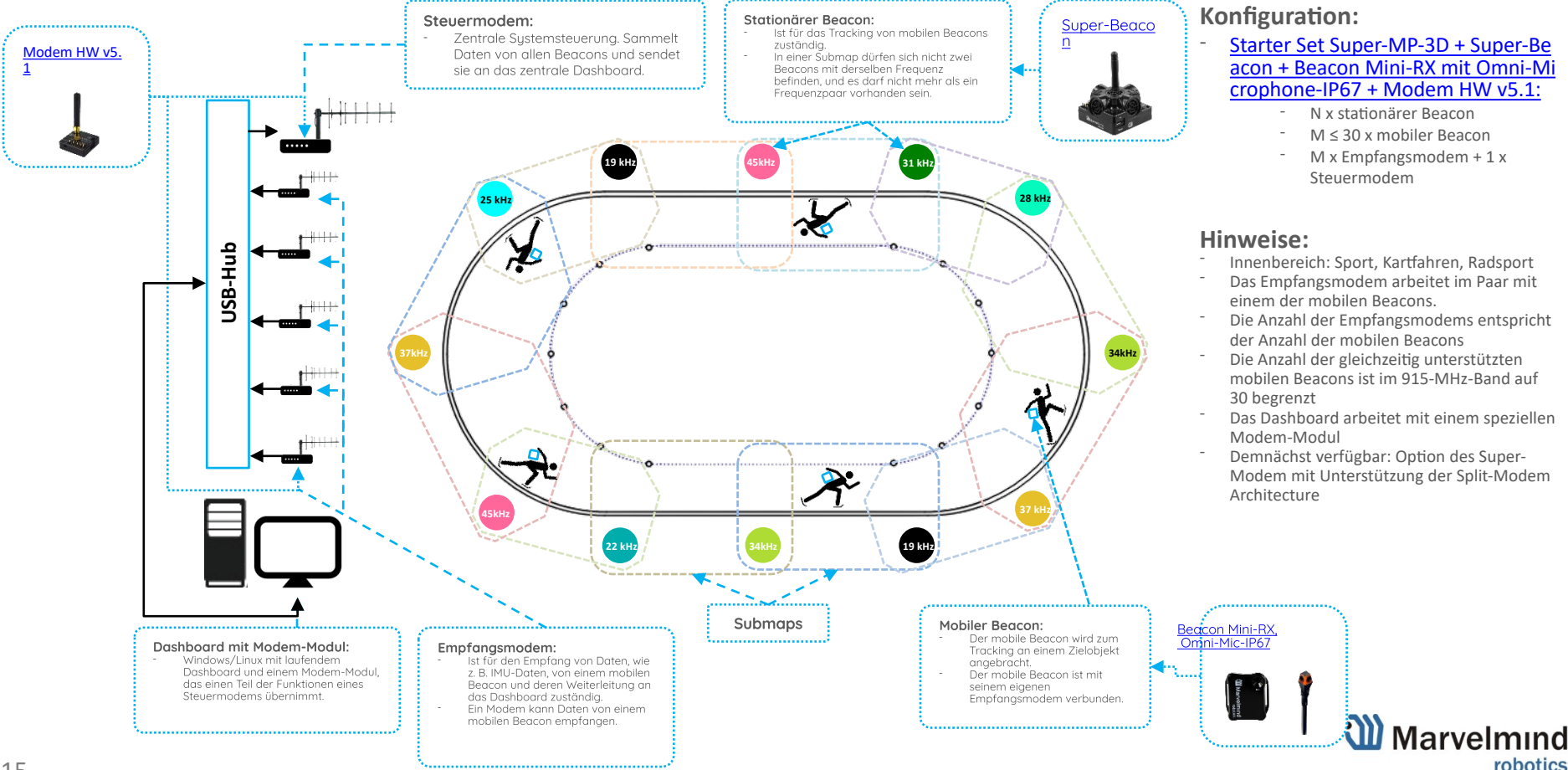
- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + Modem HW v5.1:
  - N x stationärer Beacon
  - N x mobiler Beacon
  - 3 x Modem

## Hinweise:

- Innenbereich-Anwendungen: U-Bahn, Tunnel, Bergwerke
- [5G Tracking \(lineare Platzierung\)](#)



# 14b: Split-Modem-Architektur – für sich schnell bewegende Objekte



# 15a: Tracking in einem Bereich von 30x30m

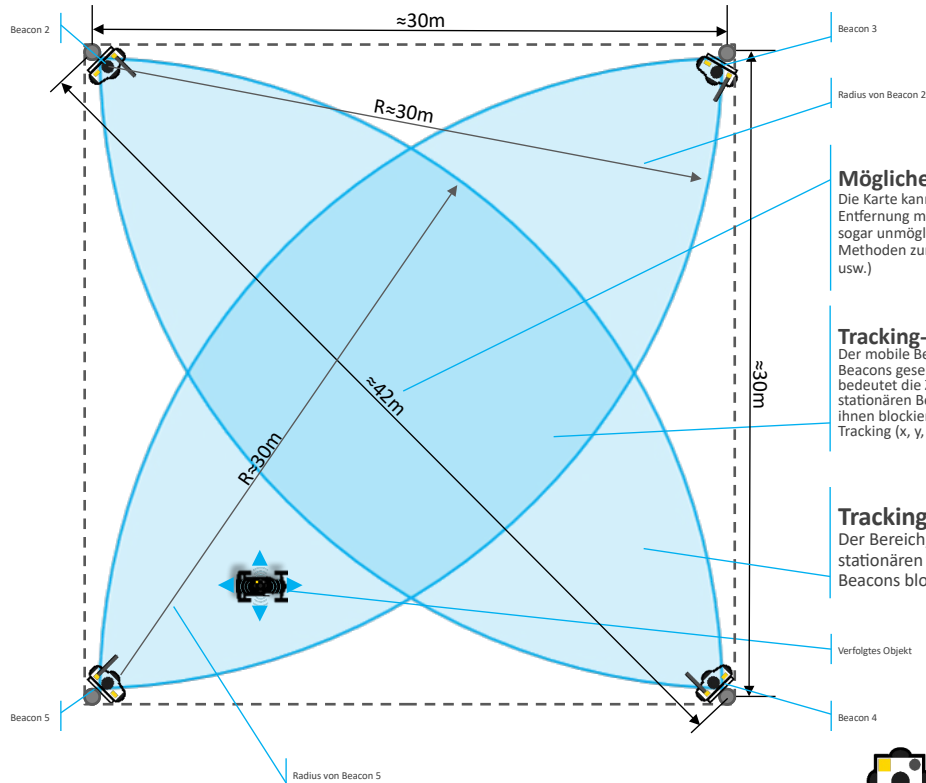
Die nächsten Folien enthalten Anweisungen zur Einrichtung und Montage des Systems zur Abdeckung eines offenen Bereichs von 30x30 m.

Es hat verschiedene Konfigurationen:

1. [2D \(x, y\)](#)
2. [3D \(x, y, z\)](#)

Wählen Sie eine aus, die Ihren Anforderungen entspricht.

# 15b: Tracking in einem Bereich von 30x30m - Zonen



## Möglicherweise zu große Entfernung

Die Karte kann automatisch erstellt werden, aber da die Entfernung mehr als 30m beträgt, kann dies kompliziert oder sogar unmöglich sein. Verwenden Sie in diesem Fall andere Methoden zur Messung (Laser-Entfernungsmesser, Maßband usw.)

## Tracking-Zone mit 3+1-Redundanz

Der mobile Beacon muss von mindestens 3 stationären Beacons gesehen werden. Tracking-Zone mit 3+1-Redundanz bedeutet die Zone, in der der mobile Beacon von 4 stationären Beacons gesehen wird. Und wenn einer von ihnen blockiert ist, haben Sie immer noch ein stabiles 3D-Tracking (x, y, z)

## Tracking-Zone ohne Redundanz

Der Bereich, in dem der mobile Beacon von 3 stationären Beacons gesehen wird. Wenn einer der Beacons blockiert ist, springt die Verfolgung

## Konfiguration:

### - Starter Set Super-MP-3D:

- 4 x stationäre Super-Beacon mit unterschiedlichen Frequenzen aus 8 (19kHz, 22kHz, 25kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz)
- 1 x mobiler Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Omni-Microphone-IP67 (empfohlen)

## Hinweise:

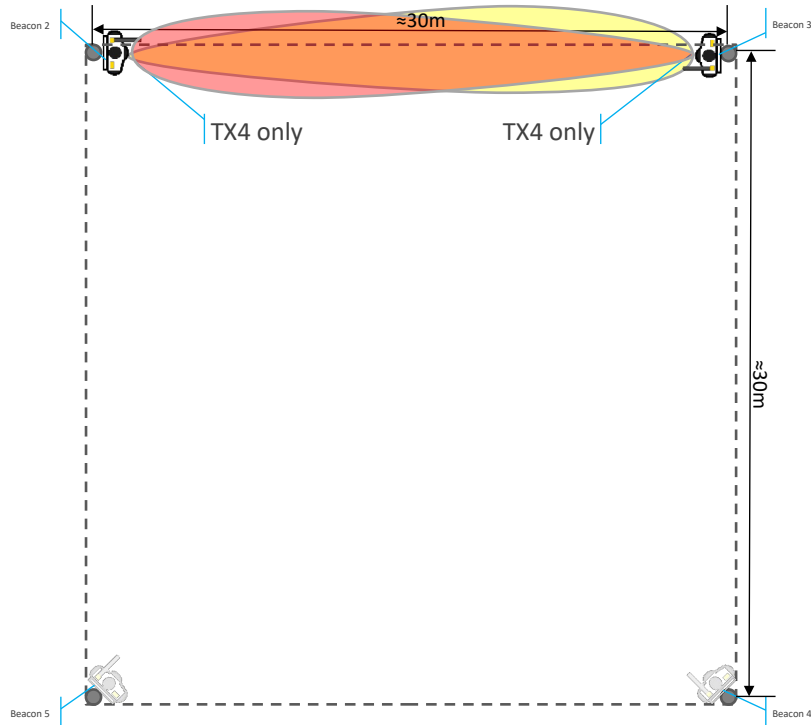
- Unterstützt 3D (X,Y,Z) + 1 Redundanz
- Unterstützt 2D (X, Y)

**Siehe Anweisungen auf den folgenden Folien**



Montage des stationären Beacons  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe:  
Platzierung der Beacons

# 15.1: Schritt 1: Erstellen der Entfernungskarte (2, 3)



## Entfernung zwischen Beacon 2 und Beacon 3 ermitteln

- Richten Sie die Beacons zueinander aus (mit Blickrichtung zum TX4-Sensor) (weitere Informationen finden Sie in unserem Hilfevideo: Mikrofondiagramm)
- Schalten Sie nur den TX4-Sensor ein
- Stellen Sie die Anzahl der Perioden auf 50 ein
- Servicezone festlegen
- Entfernung einfrieren. Wie das geht, sehen Sie auf der nächsten Folie...

NOTICES

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

Eingefrorene Entfernung

# 15.1a: Wie man die Distanz für ein Paar einfriert

1

Warten, bis der Distanz-Tab weiß wird -> Rechtsklick auf den Distanz-Tab

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

2

Auf Freeze distance for pair Klicken

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

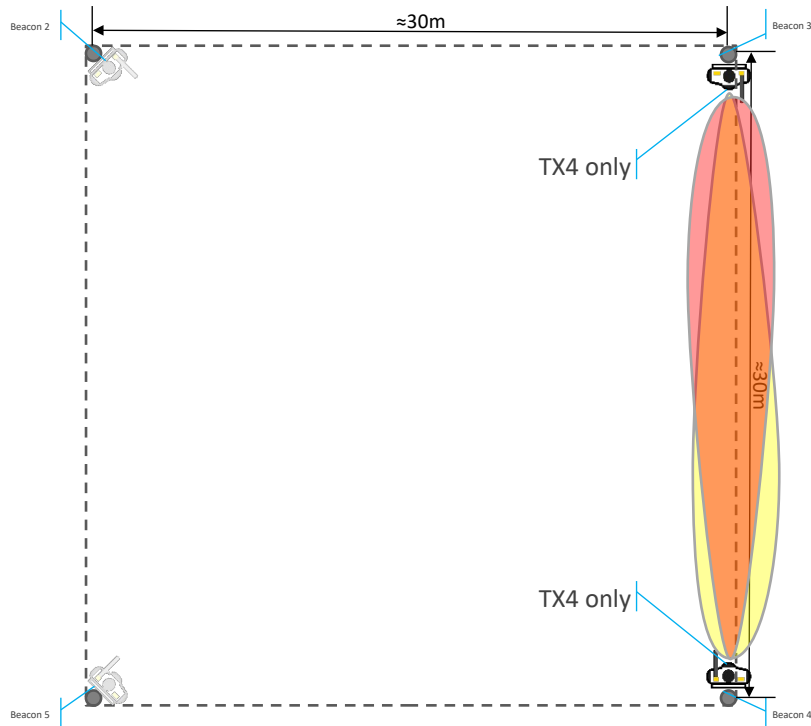
- Freeze distance for pair
- Freeze average for pair
- Don't use distance
- Freeze all
- Unfreeze all
- Enter distance for pair
- Clear cell

3

Jetzt ist sie eingefroren

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

## 15.2: Schritt 2: Erstellen der Distanzkarte (3, 4)



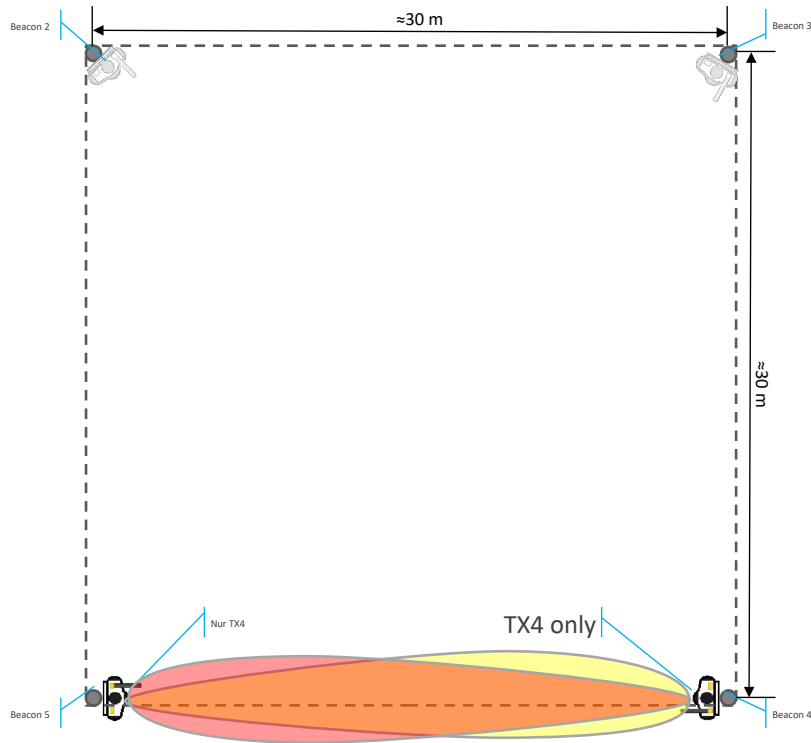
### Ermittlung der Distanz zwischen Beacon 3 und Beacon 4

- Beacons einander zuwenden (TX4-Sensor zeigt zueinander)
- Nur den TX4-Sensor einschalten
- Die Anzahl der Perioden auf 50 setzen
- Nicht vergessen, alle Distanzbegrenzungen aufzuheben (ca. 45m)
- Distanz einfrieren. Wie das geht, siehe auf dieser Folie...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124			
5					
6					

# 15.3: Schritt 3: Erstellung der Entfernungskarte (4, 5)



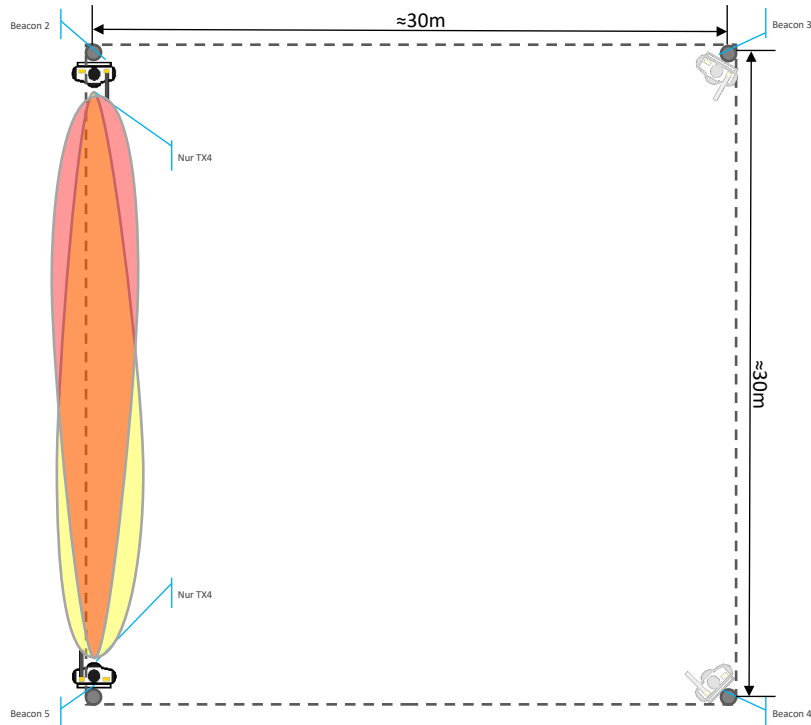
## Ermittlung der Entfernung zwischen Beacon 4 und Beacon 5

- Beacons zueinander ausrichten (TX4-Sensor einander zugewandt)
- Nur TX4-Sensor einschalten
- Anzahl der Perioden auf 50 setzen
- Vergessen Sie nicht, alle Entfernungsbeschränkungen aufzuheben (ca. 45 m)
- Entfernung einfrieren. Wie das geht, sehen Sie auf dieser Folie ...

ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5			30.127		
6					

# 15.4: Schritt 4: Erstellung der Entfernungskarte (2, 5)



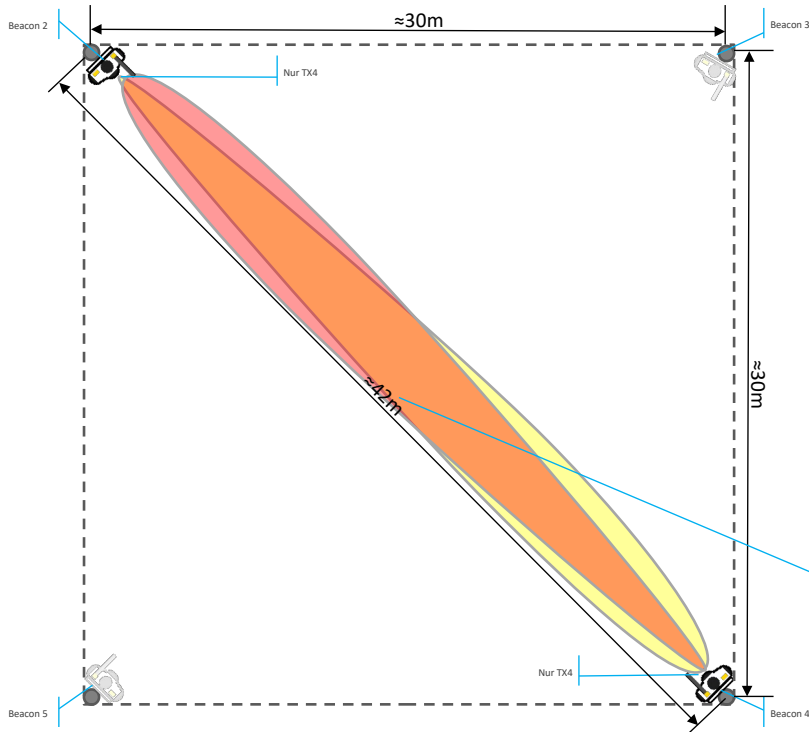
## Ermittlung des Abstands zwischen Beacon 2 und Beacon 5

- Beacons zueinander ausrichten (mit Blick auf den TX4-Sensor)
- Nur den TX4-Sensor einschalten
- Die Anzahl der Perioden auf 50 einstellen
- Vergessen Sie nicht, alle Abstandsbeschränkungen aufzuheben (ca. 45m)
- Abstand einfrieren. Wie das geht, sehen Sie auf dieser Folie...

ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129		30.125	
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

# 15.5: Schritt 5: Erstellen der Abstandskarte (2, 4)



## Ermittlung des Abstands zwischen Beacon 2 und Beacon 4

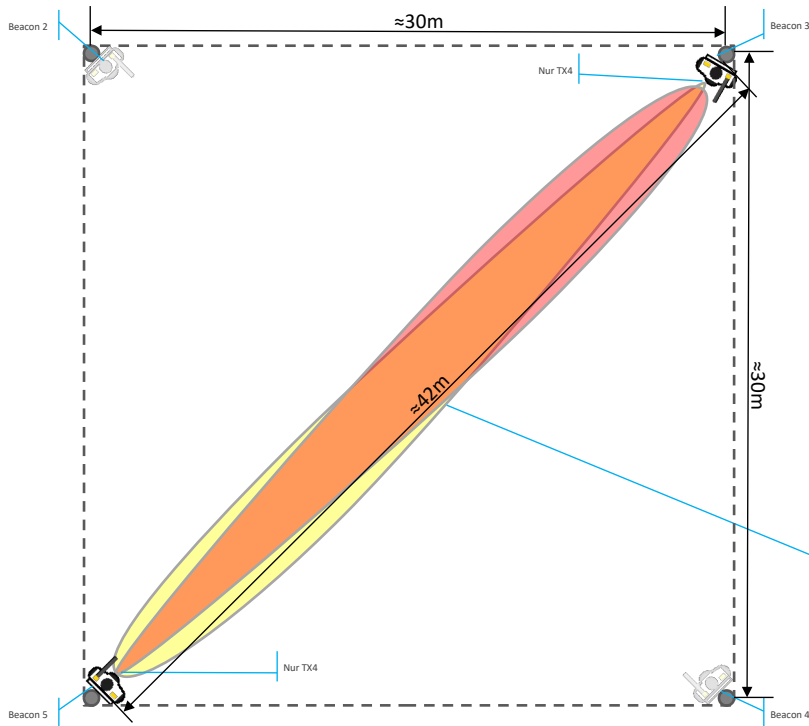
- Beacons zueinander ausrichten (mit Blick auf den TX4-Sensor)
- Nur den TX4-Sensor einschalten
- Die Anzahl der Perioden auf 50 einstellen
- Vergessen Sie nicht, alle Entfernungsbegrenzungen aufzuheben (ca. 45m)
- Entfernung einfrieren. Wie das geht, sehen Sie auf dieser Folie...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124		
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

Die Karte kann weiterhin automatisch erstellt werden, doch da die Entfernung mehr als 30m beträgt, kann es kompliziert sein. Verwenden Sie in diesem Fall andere Messmethoden (Laser-Entfernungsmesser, Maßband usw.). Geben Sie sie dann manuell ein

# 15.6: Schritt 6: Erstellen der Entfernungskarte (3, 5)



## Ermittlung der Entfernung zwischen Beacon 3 und Beacon 5

- Richten Sie die Beacons zueinander aus (TX4-Sensor zueinander gerichtet)
- Schalten Sie nur den TX4-Sensor ein
- Stellen Sie die Anzahl der Perioden auf 50 ein
- Vergessen Sie nicht, alle Distanzbegrenzungen (ca. 45 m) aufzuheben
- Distanz einfrieren. Wie das geht, sehen Sie auf dieser Folie...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124	42.319	
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125	42.319	30.127		
6					

Die Karte kann weiterhin automatisch erstellt werden, doch da die Entfernung mehr als 30m beträgt, kann es kompliziert sein. Verwenden Sie in diesem Fall andere Messmethoden (Laser-Entfernungsmesser, Maßband usw.). Geben Sie sie dann manuell ein

# 15.6a: Manuelle Distanzeingabe

Rechtsklick auf den Distanz-Tab

1

robotics

HIDE	2	3	4
2		21.300	
3	21.300		
4	0.225	0.225	

- Unfreeze distance for pair
- Freeze all
- Unfreeze all
- Enter distance for pair
- Clear cell

X=21.300

3

2

robotics

HIDE	2	3	4
2		21.300	
3	21.300		
4	0.222	0.222	

- Unfreeze distance for pair
- Freeze all
- Unfreeze all
- Enter distance for pair
- Clear cell

X=21.300

3

Klicken Sie auf „Enter distance for pair“

3

Enter distance

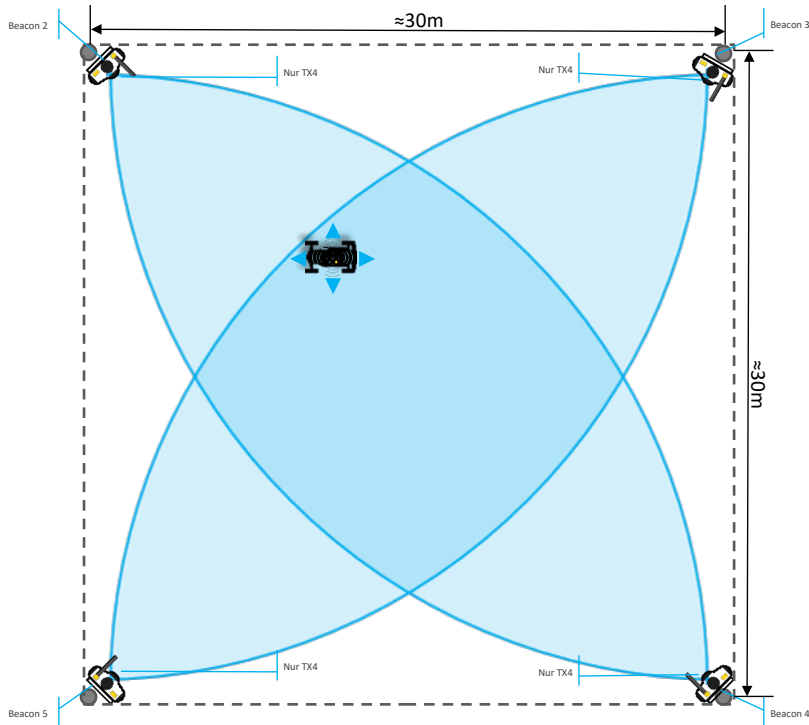
Enter distance (meters)

OK Cancel

Geben Sie die Distanz ein

3

# 15.7: Schritt 7(a): Die endgültige Konfiguration (3D-Tracking)



## Endgültige Konfiguration für 3D

- Richten Sie die Beacons zur Mitte aus
- Schalten Sie nur den TX4-Sensor ein – Sie erhalten die höchste Empfindlichkeit und die höchste Störfestigkeit aus anderen Richtungen
- Karte einfrieren

DOUCS

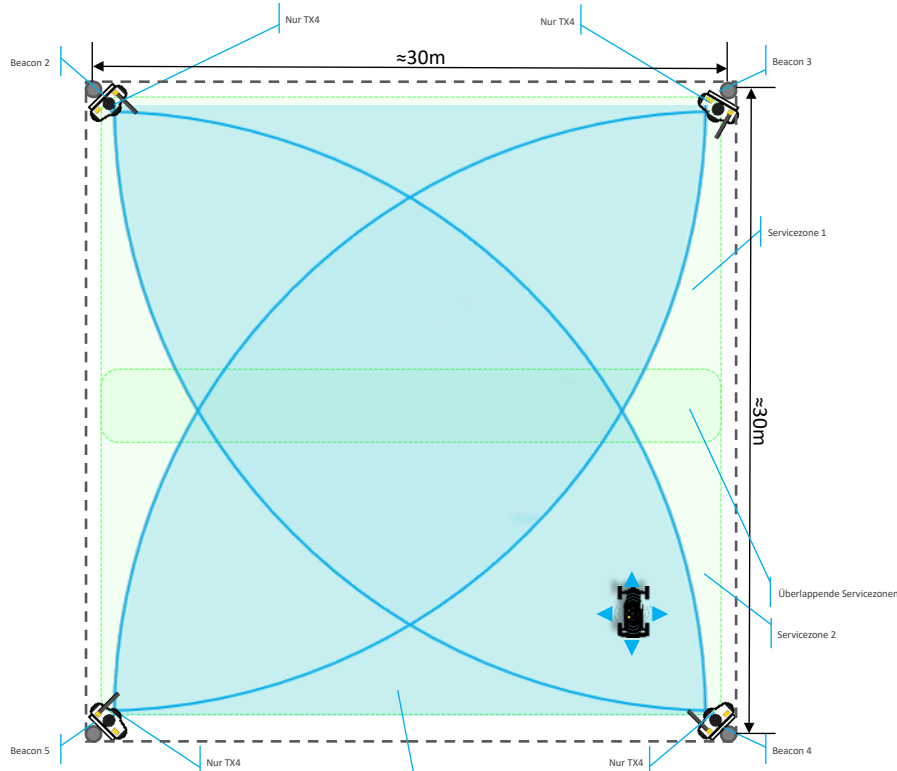
HIDE	2	3	4	5	6	.	.	.
2		30.129	42.321	30.125		.	.	.
3	30.129		30.124	42.319		.	.	.
4	42.321	30.124		30.127		.	.	.
5	30.125	42.319	30.127			.	.	.
6						.	.	.

Nun haben wir die Installation und Einrichtung abgeschlossen.

Dies gab uns die Möglichkeit, in einem großen Bereich im 3D-Modus (x, y, z) mit 3+1-Redundanz in einigen Zonen zu tracken.

Die Tracking-Zone ist nicht wirklich auf 30 m begrenzt, aber innerhalb von 30 m ist sie zuverlässiger, stabiler und verlässlicher.

# 15.8: Schritt 7(b): Die endgültige Konfiguration (2D-Tracking)



## Endgültige Konfiguration für 2D

- Richten Sie die Beacons zur Mitte aus (mit Blick auf den TX4-Sensor)
- Schalten Sie nur den TX4-Sensor ein (eine andere Option ist, TX1, TX2, TX3 einzuschalten. Abhängig von der Situation)
- Erstellen Sie zwei Submaps. Video zum Erstellen von Submaps
- Verfolgen Sie Roboter, Personen, autonome Fahrzeuge und alles andere

Nun haben wir die Installation und Einrichtung abgeschlossen.

Dies gab uns die Möglichkeit, in einem großen Bereich im 2D-Modus (x, y) zu tracken.

Die mögliche Tracking-Zone in 2D ist größer als in 3D – siehe die blauen Zonen, aber sie verfügt nicht über Z-Achsen-Messung und Redundanz.

Die Tracking-Zone ist nicht wirklich auf 30 m begrenzt, aber innerhalb von 30 m ist sie zuverlässiger, stabiler und verlässlicher.

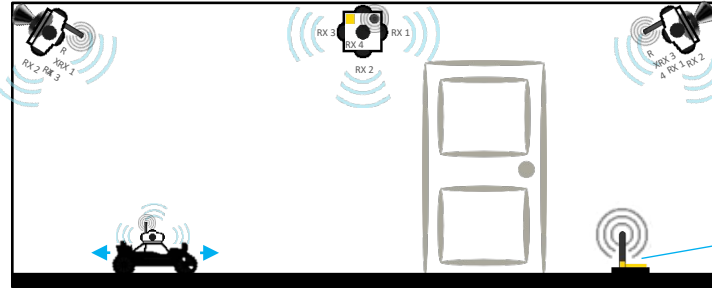
### Größerer Abdeckungsbereich

Wie wir sehen können, ist der Verfolgungsbereich der 2D-Konfiguration größer, bietet jedoch keine Z-Koordinate (Höhe) und keine Redundanz. Wählen Sie die Konfiguration, die zu Ihrem Anwendungsfall passt

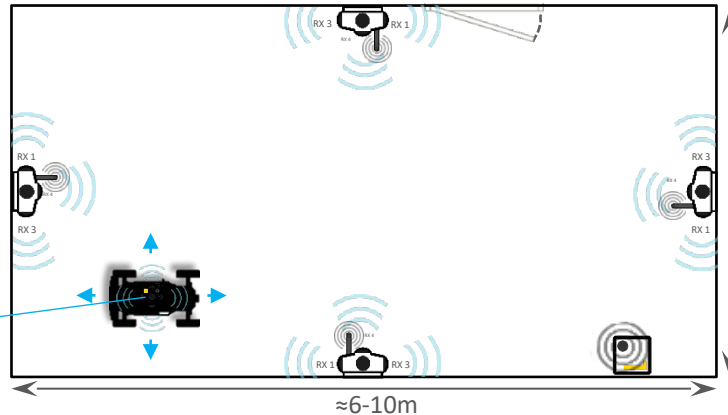
# Legacy-Konfigurationen

# 16: Starter Set HW v4.9 – einfache 3D-Installation

Seitenansicht



Draufsicht



## Beacon HW v4.9

- Platziert auf einem Gabelstapler/Roboter, einer Person

## Stationärer Beacon HW v4.9

- Sollte an Wänden oder der Decke angebracht werden – um Schatten in der Ultraschallabdeckung zu minimieren
- Aktivieren Sie nur die erforderlichen Sensoren – um die Empfindlichkeit und die Störfestigkeit gegen externe Geräusche zu verbessern. Jeder Sensor hat einen Öffnungswinkel von ~90 Grad

## Modem HW v4.9

- Muss immer mit Strom versorgt sein, wenn Tracking benötigt wird
- Kann je nach Antenne und resultierendem RSSI bis zu mehreren zehn oder hundert Metern von den Beacons entfernt platziert werden

## Raum

- Beginnen Sie mit einer mittelgroßen Karte von 6x4 bis 6–10 m oder ähnlich
- Die maximale Kartengröße für das Starter Set beträgt bis zu 1000 m<sup>2</sup>



So montieren Sie einen stationären Beacon  
Weitere Informationen finden Sie in der Hilfe: how to place beacons

## Konfiguration:

### Starter Set – HW v4.9:

- 4 x stationäre Beacon HW v4.9
- 1 x Beacon HW v4.9
- 1 x Modem HW v4.9

## Hinweise:

- Konzipiert für eine schnelle Gesamtbewertung des präzisen ( $\pm 2$  cm) Indoor-„GPS“
- Unterstützt 3D (X, Y, Z) + 1 Redundanz, zum Beispiel:
  - Ein Gabelstapler und Lager
  - Ein einrädiger Roboter
  - Eine Drohne
  - Eine Person
  - Tracking eines VR-Helms
- Nicht mehr in Produktion, aber weiterhin käuflich zu erwerben. Es werden nur SW-Updates zur Fehlerbehebung bereitgestellt.

# 17: Kontakte

- <https://marvelmind.com/help/>
- [Marvelmind YouTube-Kanal](#)
- [FAQ](#)
- Für weitere Unterstützung senden Sie Ihre Fragen an [info@marvelmind.com](mailto:info@marvelmind.com)