

VERNETZTE INDUSTRIELLE SYSTEME IN DER PRODUKTION

Eine Herausforderung für Ortungssysteme

- Hintergrund der IoT-Applikation
- IoT-Applikation: Produktion
- System Design
 - μ Loc
 - Indoor NMEA
- Testbeds
- Statistik
- Herausforderungen und Lösungen
- Zusammenfassung



▪ Digitalisierung in Unternehmen

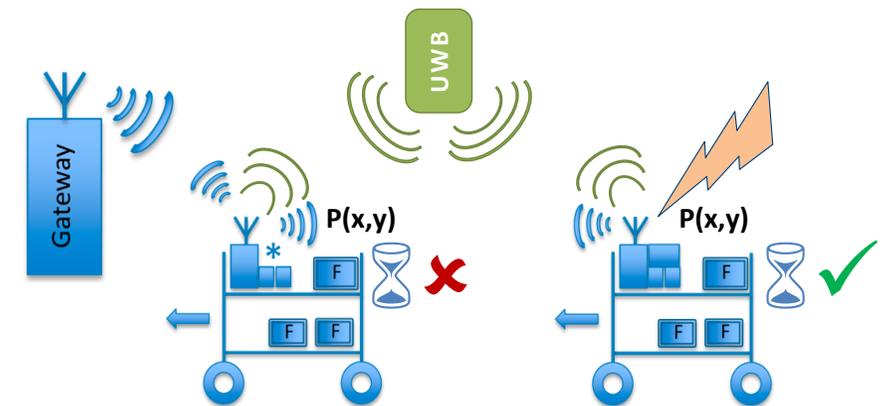
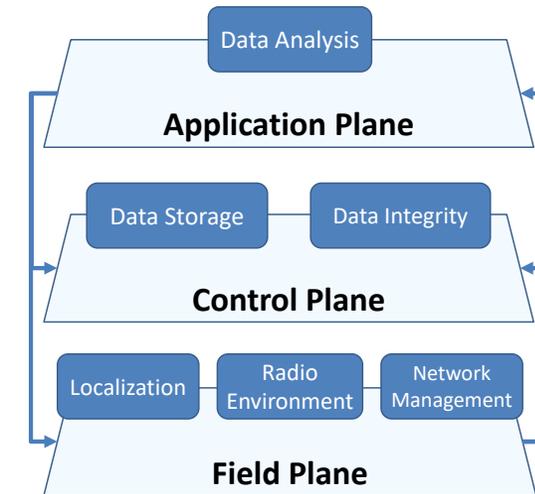
- Internet der Dinge (IoT)
- Intelligente Werkstück
- Echtzeit Datenakquise
- Datenfusion und Rückkopplung

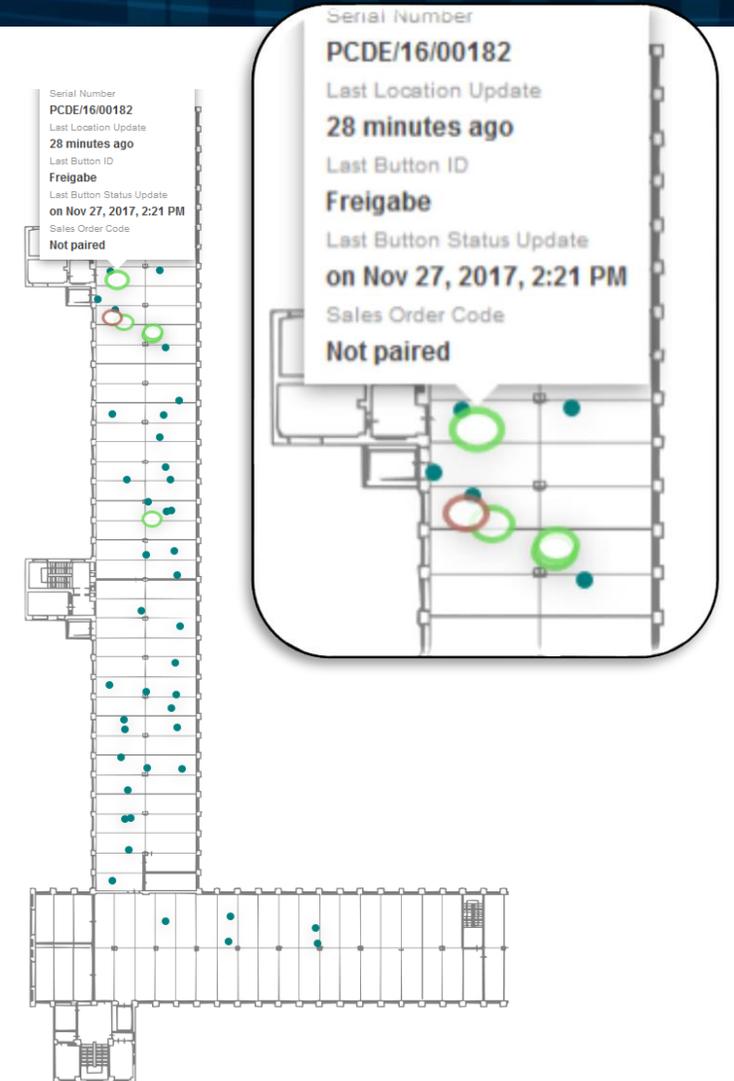
} **Industrie 4.0**

→ *Reibungsloser Produktionsablauf und Produktionssteuerung (LEAN)*

▪ Anforderung und Forschungsziele

- Hohe Datenverfügbarkeit
 - Robuste, drahtlose Übertragung
 - Latenzminimierung zum Erhalt von Echtzeitdaten
- Hohe Datenqualität
 - Sensordaten müssen valide sein z.B. Position der Transportwagen

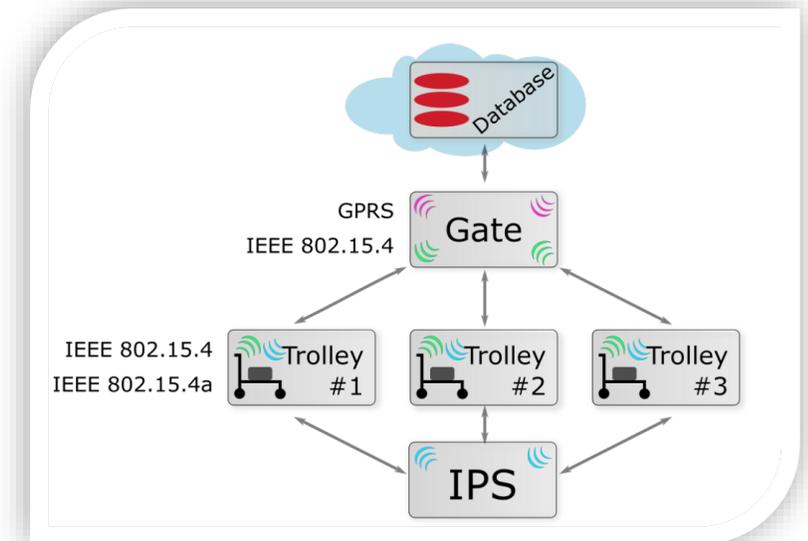




Anforderungen

- Einfache Möglichkeit Indoor-Ortung in existierende IoT Plattformen zu integrieren z.B. über standardisierte Schnittstellen
- Indoor Position soll innerhalb von 10s vorliegen, bei einem Ortungsfehler von $< 1\text{m}$
- Möglichkeit zur externen Abschaltung um Stromaufnahme zu verringern
- Garantierter 24/7h Betrieb ohne Softwareabstürze und Wartungsarbeiten
- Einfaches User Interface zur Konfiguration des gesamten Systems
- Geringe Interferenz mit anderen Geräten im 2.4 GHz Band.
- Ein Hardwaredesign für Anker und Tag

→ **Ultra-Wideband Technologie**

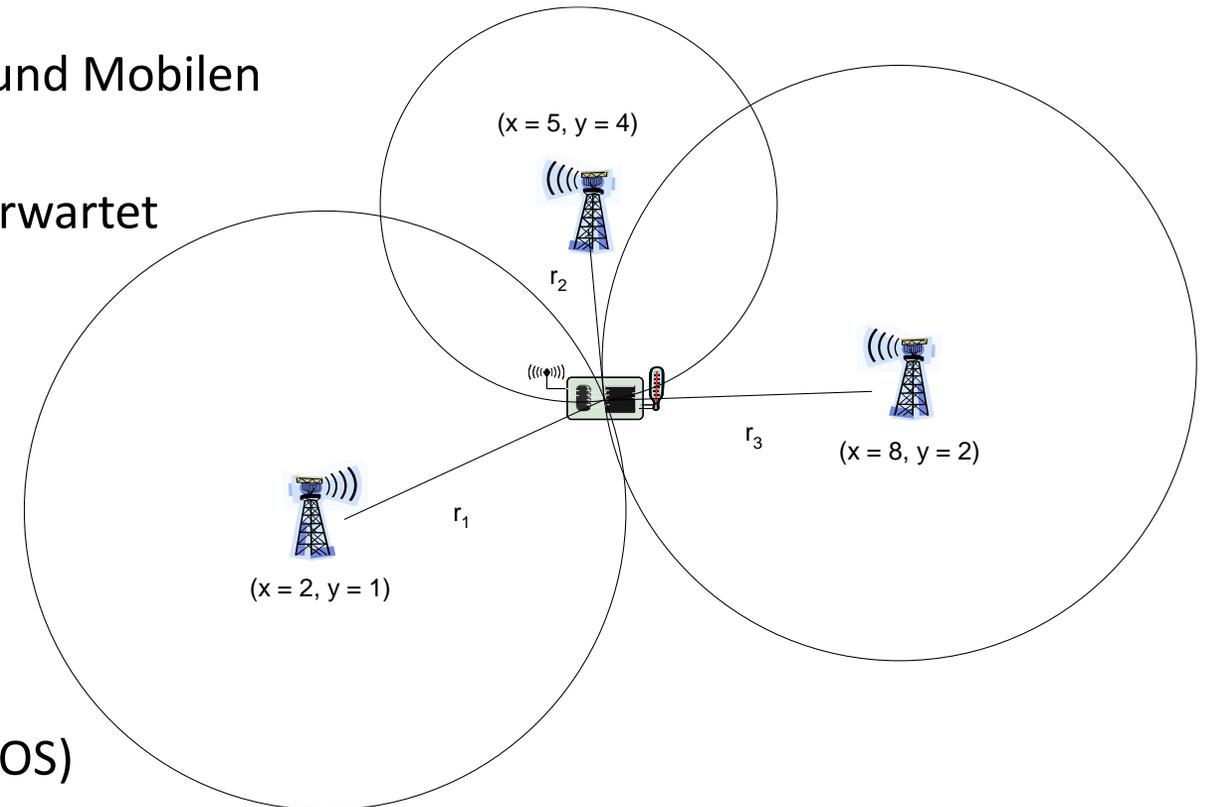


■ Ultra-Wideband Technologie

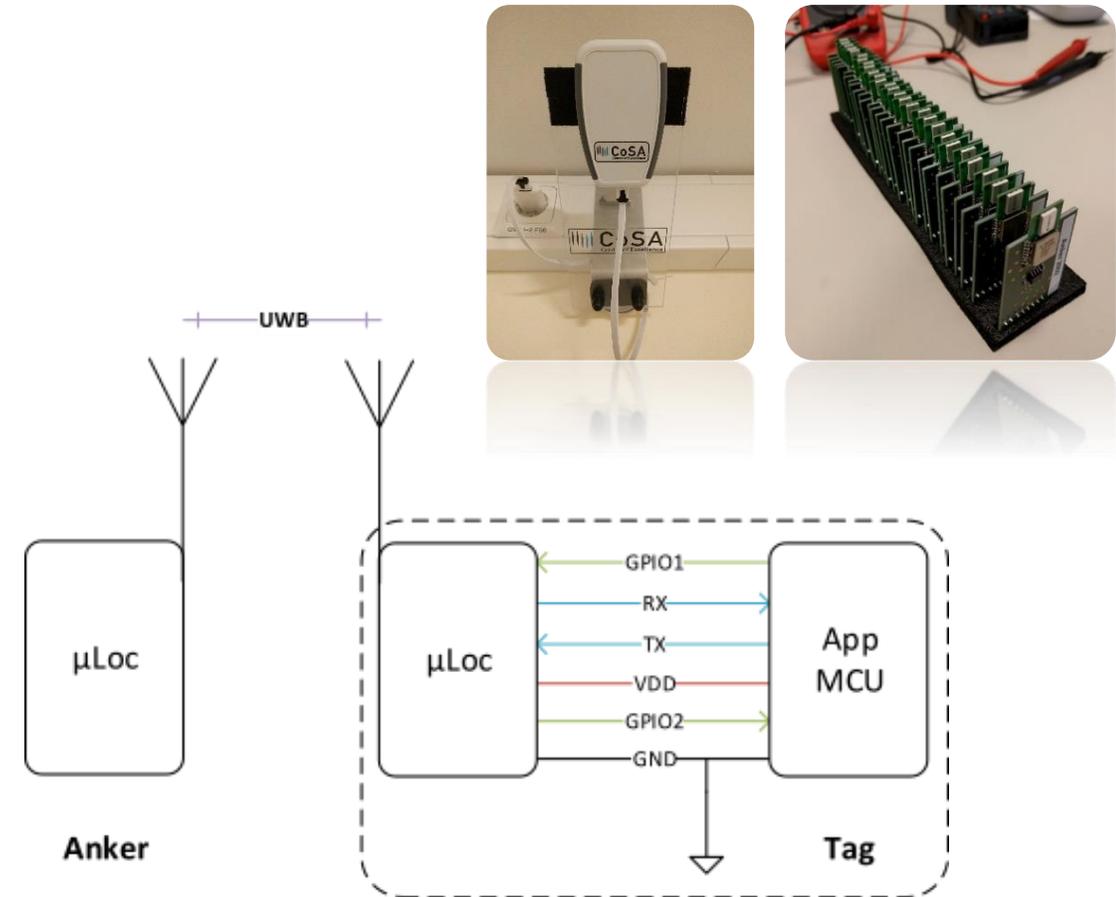
- Breitbandsignal → Hohe zeitliche Auflösung
- Signallaufzeit zwischen stationärem Gerät (Anker) und Mobilem Gerät (Transportwagen/Tag) wird bestimmt
- Typischerweise wird eine Genauigkeit von 333 ps erwartet
- 333 ps entspricht etwa 10 cm
- Aus der Signallaufzeit wird die Distanz bestimmt

■ Positionsbestimmung

- Mindestens 3 Anker Punkte
- Vorzugweise unter Sichtbedingung (Line-of-Sight, LOS)



- Microchip XMEGA128A1U 8-bit Mikrocontroller
- DWM1000 Funkschnittstelle
- Nicht flüchtiger, externer Speicher
- Zusätzliche Optionen
 - 100x61 mm kleines Handheld Gehäuse
 - Kostengünstiges Netzteil für den Anker
 - Kostengünstige Batterie Option mit Ladefunktion und serieller Schnittstelle für den Tag
- Drei verschiedene Lokalisierungsalgorithmen implementiert im Tag



Name in NMEA	Example	NMEA	iNMEA
Sentence ID	\$GPGGA	GNSS Fix Data	IPS Data
Time	180834	18:20:11	Reserved for later user
Latitude	402.89, N	4d 2.89' N	x = 402.89 m
Longitude	81.76, W	8d 176' W	y = 81.76 m
Fix Quality {0,1,2}	1	0 - invalid 1 - GPS fix 2 - DGPS fix	0 - invalid 1 - 1st floor 2 - 2nd floor
Number of Satellites	04	4 Satellites in View	4 anchors used for result
HDOP	1.5	Horizontal accuracy	Reserved for later use
Altitude	370.0,M	370.0 Meters over ground	Encoded unique anchor IDs
Height of geoid	-14.0 M	-14.0 meters	Reserved for later use
Time since last DGPS update	103	Age of DGPS data	Time until position result [ms]
DGPS reference station id	200	Differential Station 200	Reserved for later use
Checksum	*13	Check for tx errors	Check for tx errors

- Ziele für Indoor NMEA (iNMEA)

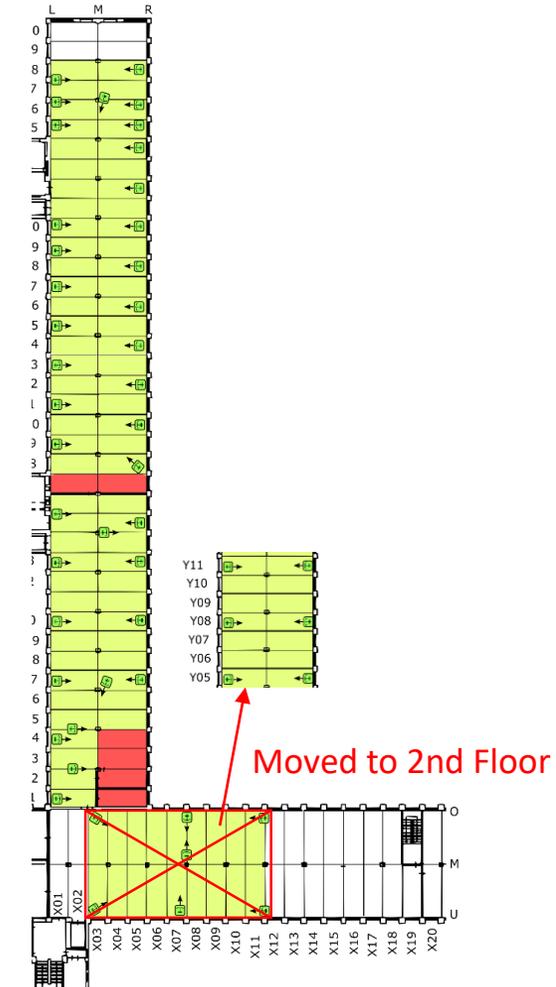
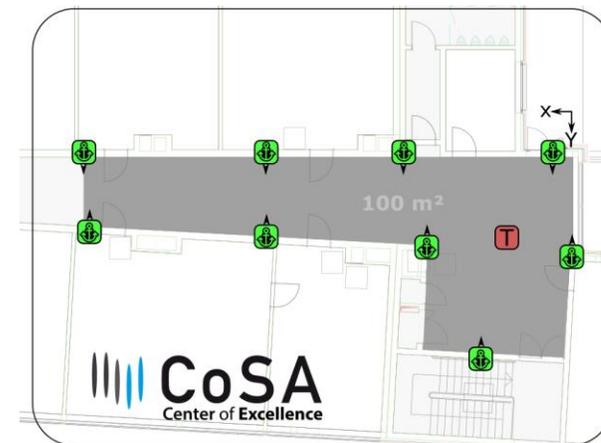
- Kompabilität zu existierenden NMEA-Parsern für einfache integration in bestehende IoT-Systeme
- Hoher Informationsgehalt in iNMEA, welcher für Debug-Zwecke genutzt wird z.B. satellite count.

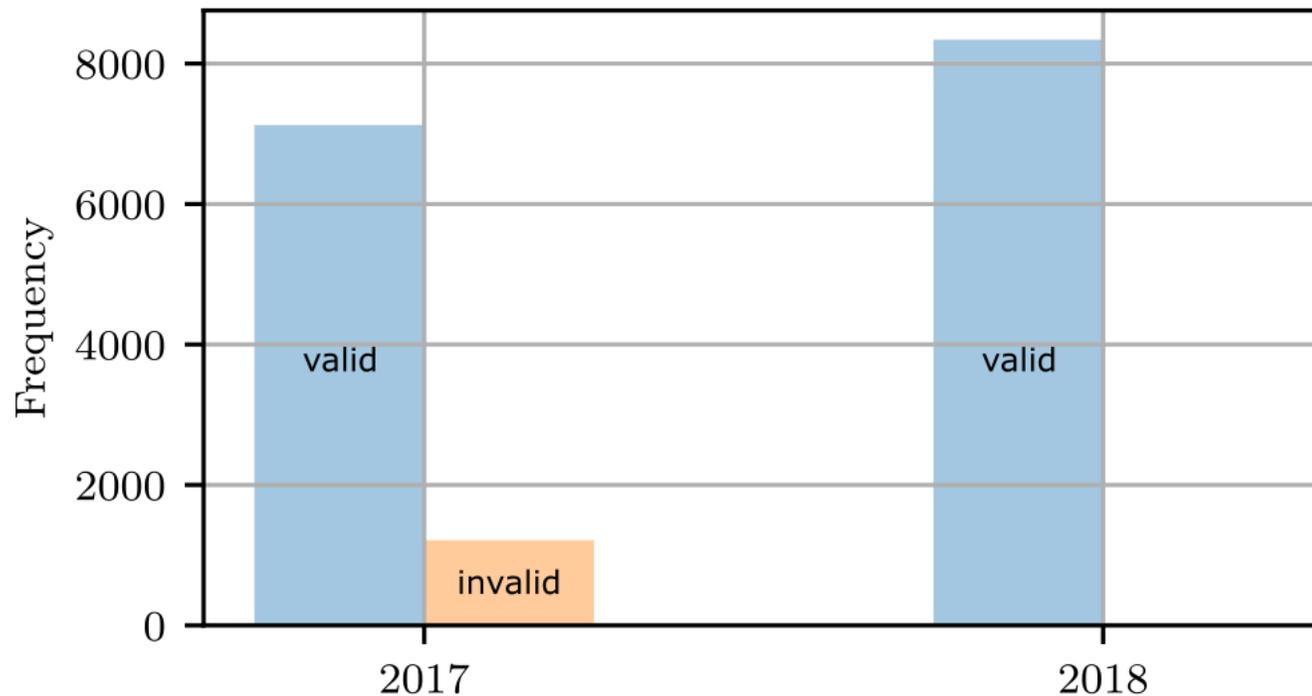
■ Berlin

- 24h/7 Betrieb ohne Wartung
- 1500 m² auf 2 Stockwerken
- 44 Anker installiert
- 10 Transportwagen mit μ Loc ausgerüstet
- 6 IoT Gateways

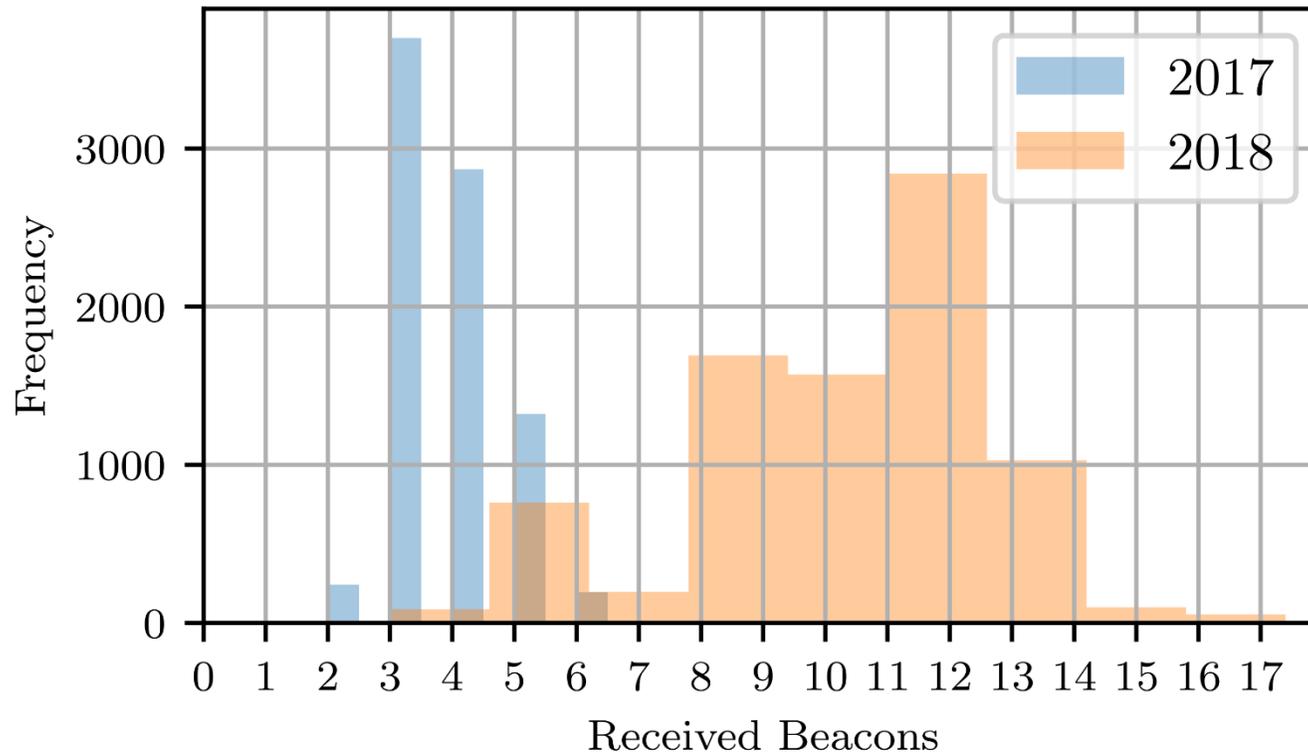
■ Technische Hochschule Lübeck

- 24h/7 Betrieb, Entwicklungstestbed
- 100 m² ein Stockwerk
- 9 Anker
- 5 Tasterboxen
- 1 IoT Gateway





- iNMEA Protokoll für Statistik genutzt
 - **Goal:** LEAN Produktion, Verringerung von Verschwendung
 - Als Datengrundlage wurden 28 Tage genutzt, welche 2 Produktionsdurchläufe der Wagen entspricht
- Lokalisation wird zur Optimierung der Produktion nach LEAN benötigt
- Ziel: 100% Verfügbarkeit (valid)
- 2017: 80% valid
- 2018: 100% valid



- Alle Änderungen führt zu mehr Empfangenen Beacons
- **2017** meist 3 Anker d.h. Ortung nur eingeschränkt möglich
- **2018** meist 12 Anker d.h. Ortung gut möglich

→ Wir haben nun eine Vielzahl von Ankern die wir für die bestmögliche Positionbestimmung nutzen können

Herausforderungen	Lösungsansätze
<ul style="list-style-type: none">- μLoc wird regelmäßig für einige Minuten ausgeschaltet. Falls sich der Transportwagen in dieser Zeit bewegt sind die Positionen ungültig.	<ul style="list-style-type: none">- Beacons welche eindeutige Anker-IDs, -Position und -Stockwerk beinhalten
<ul style="list-style-type: none">- Shadowing Effekte führen zu geringerer Reichweite des Funksystems. Es wurden häufig nur 15m erreicht \rightarrow Reduzierung um 40%	<ul style="list-style-type: none">- Installation von 44 Ankern und Erhöhung der Sendeleistung. Achtung: Erhöhung der Sendeleistung gegen Regularien verstoßen.
<ul style="list-style-type: none">- Erhöhung der Sendeleistung \rightarrow Steigerung der Multipfad Effekte z.B. Empfang von Beacons aus anderen Stockwerken und mehr Reflektionen z.B. an Wänden	<ul style="list-style-type: none">- Stockwerksindikator im iNMEA Protokoll und Stockwerksidentifizierung Anhand der Empfangssignalstärke- Neuer Lokalisierungsalgorithmus mRansac [1] um den Einfluss von Reflektionen im Ortungsergebnis zu minimieren
<ul style="list-style-type: none">- Anker Geometrie spielt bei der Genauigkeit des Ortungsergebnisses eine enorme Rolle	<ul style="list-style-type: none">- Horizontal dilution of precision (HDOP) für Indoor-Anwendungen, welcher als zusätzlicher Filter für den mRansac genutzt wird

[1] M. Pelka, P. Bartmann, S. Leugner, and H. Hellbrück, "Minimizing Indoor Localization Errors for Non-Line-of-Sight Propagation," in International Conference on Localization and GNSS, 2018.

- Einblick in ein großflächigen Indoor-Ortungssystem
- Wir zeigten Real-Effekte die in großflächigen Indoor-Ortungssystemen auftreten und nicht im Detail erforscht wurden z.B. Mehrwegeempfang in Indoor-Ortungssystemen
- Unsere Empfehlung ist iNMEA als Kommunikationsprotokoll für Indoor-Ortungscontroller und Mikrocontroller zu verwenden
- Wir zeigten wie eine Erhöhung der Indoor-Ortungssystemverfügbarkeit auch in großflächigen Indoor-Ortungssystemen möglich ist

Swen Leugner, M.Sc.

Technische Hochschule Lübeck
Kompetenzzentrum CoSA

Mönkhofer Weg 239
23562 Lübeck, Germany
Gebäude 18, Raum 18.2-17

Telefon: +49 451 300-5692
E-Mail: swen.leugner@th-luebeck.de
www.cosa.th-luebeck.de

Prof. Dr. Horst Hellbrück

Technische Hochschule Lübeck
Kompetenzzentrum CoSA

Mönkhofer Weg 239
23562 Lübeck, Germany
Gebäude 18, Raum 18.2-12

Telefon: +49 451 300-5042
E-Mail: horst.hellbrueck@th-luebeck.de
www.cosa.th-luebeck.de