

EINSATZ VON ULTRA- WIDEBAND IN MODERNEN FERTIGUNGSANLAGEN

PUBLIC

Hilke Matalewski
System Engineer Industrial Innovation
SEPTEMBER 2023



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

PUBLIC

NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.





Agenda

- Ultra-Wideband
- Anwendungsfälle
- Lokalisierung
- Skalierbarkeit des Lokalisierungsgebiets
- Zusammenfassung

Überblick UWB



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

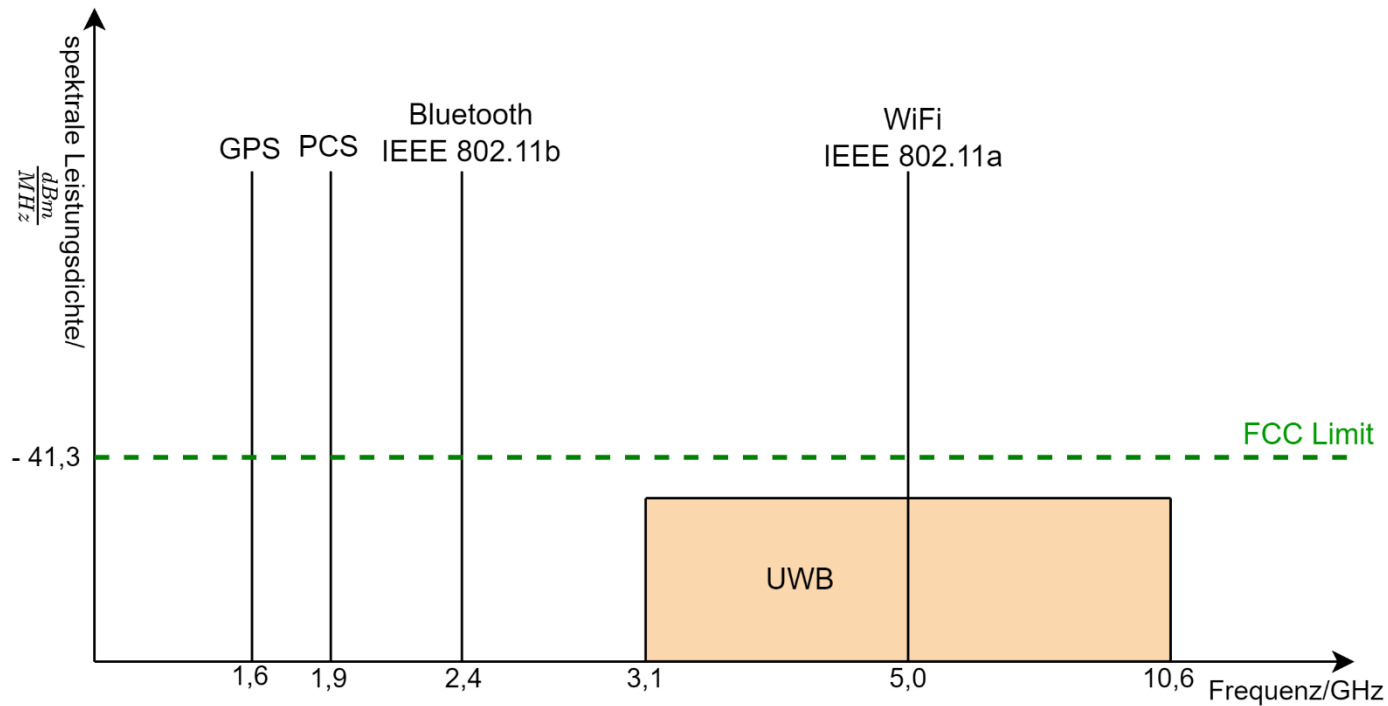
PUBLIC

NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.



VERGLEICH VON UWB UND ANDEREN FUNKTECHNOLOGIEN

- UWB ist eine Funktechnologie zur Übertragung von Informationen über eine große Bandbreite (~500MHz) im Trägerfrequenzbereich von 3-10,6GHz

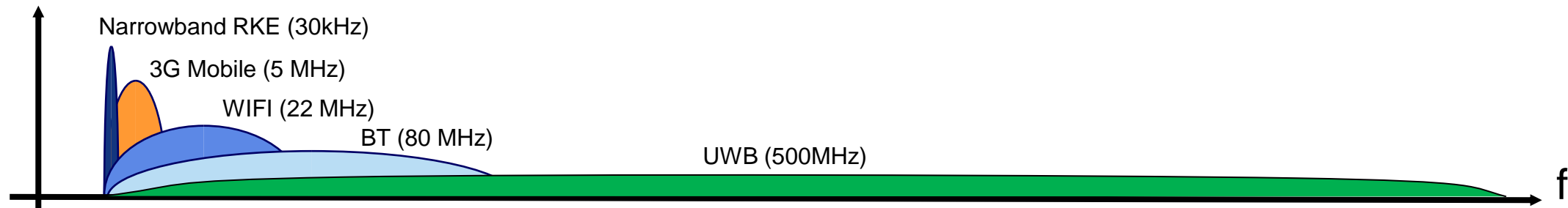
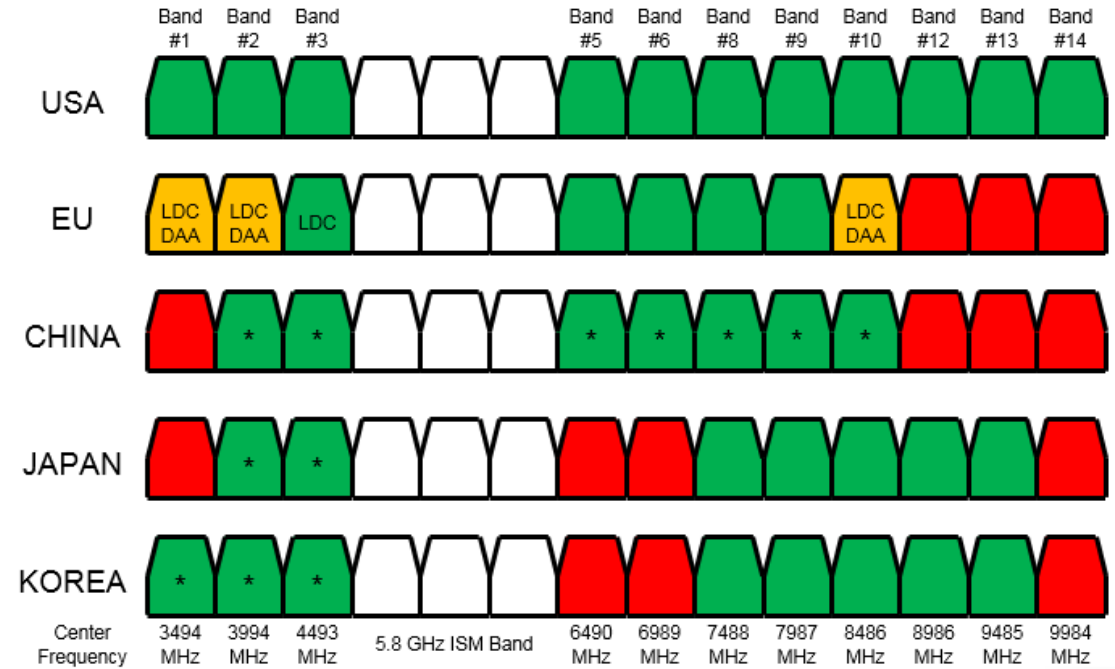


IR-UWB FREQUENZBEREICH

- IR-UWB ist standardisiert in IEEE802.15.4z

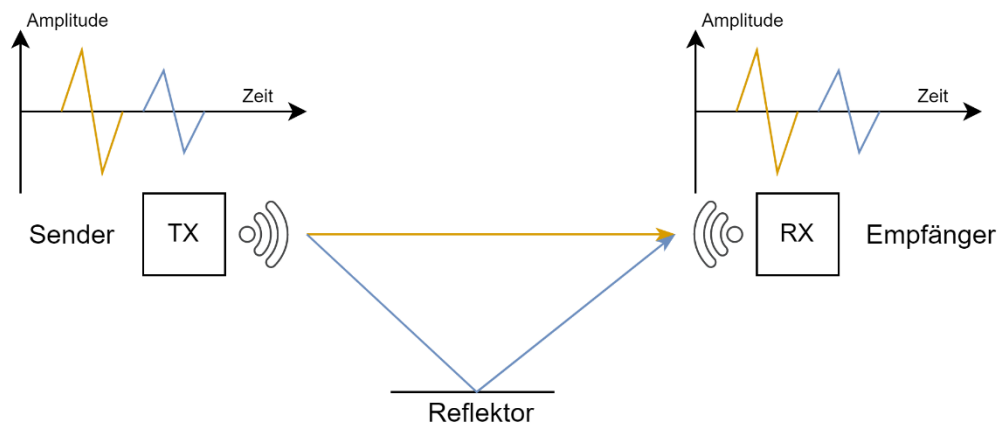
- Fokussierte Kanäle:

- 5: 6489.6 MHz
- 6: 6988.8 MHz
- 8: 7488.0 MHz
- 9: 7987.2 MHz

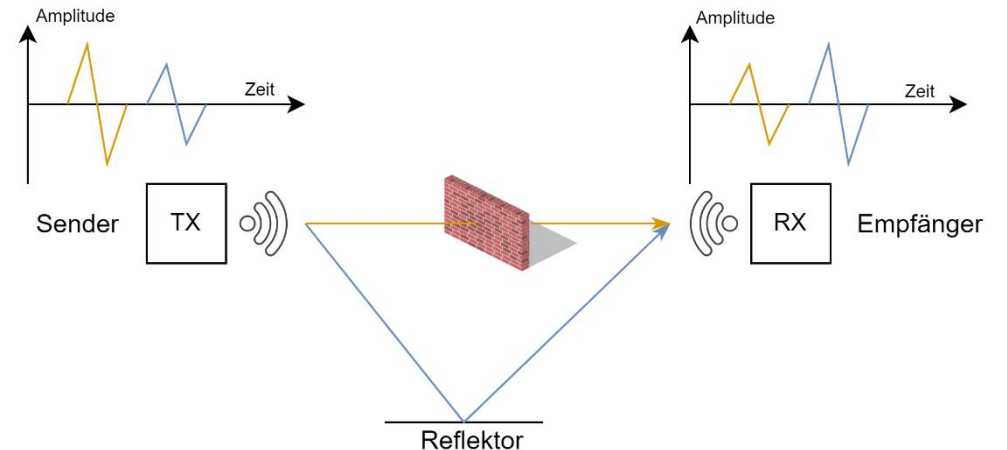


DETEKTION EINER SICHTVERBINDUNG

- Eine genaue Entfernungsmessung ist auch in NLOS-Szenarien erforderlich, z. B. in überfüllten Umgebungen mit zahlreichen Wänden, Menschen und anderen Hindernissen, in denen Mehrwegeeffekte auftreten.



Wenn der direkte Pfad der stärkste empfangene Impuls ist, handelt es sich um eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung.



Wenn der direkte Pfad nicht der stärkste empfangene Impuls ist, handelt es sich um eine Non-Line-Of-Sight (NLOS) Verbindung.

UWB: TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN FÜR SICHERES RANGING



Accuracy

+/- 10 cm Abstand
Angle of Arrival



Robustness

Stark in Mehrwegeumgebung
2ns Funkimpulse auf 500MHz Bandbreite



Range

100 Meter Reichweite unter Line-of-Sight-Bedingungen



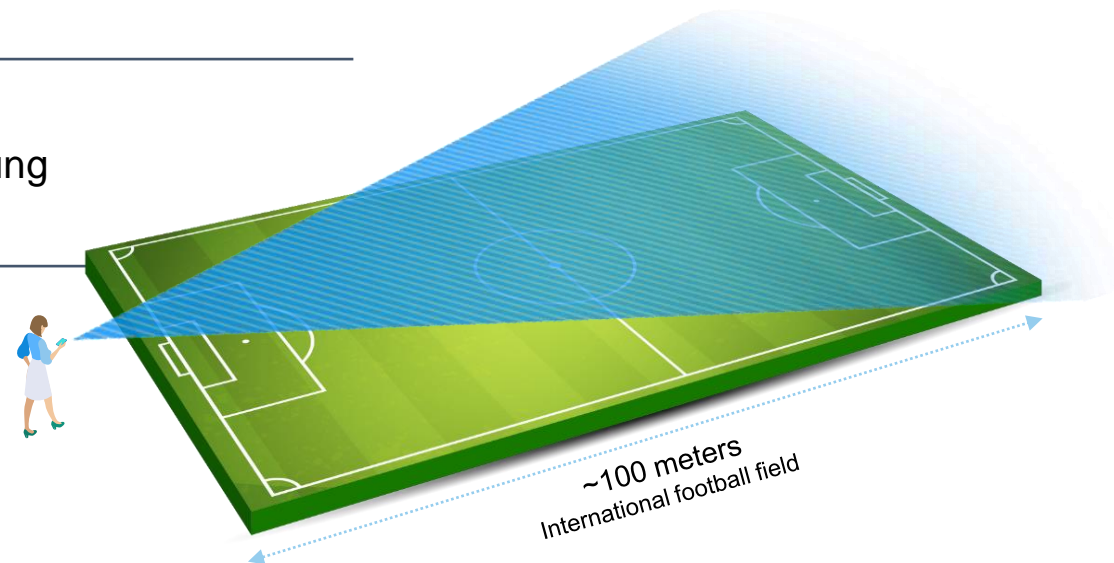
Security

Kryptografisch geschützte ToF-Messung



Real-time

Keine Latenz: Messungen in <10ms



UWB in modernen Fertigungsanlagen – Anwendungsfälle



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

PUBLIC

NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.



ANWENDUNGSGEBIETE

Lokalisierung

- Hands-Free Access
- Indoor Navigation
- Item Tracking



Point to Point Kommunikation

- Secure Hands-Free Access
- Follow Me
- Precision Landing



UWB Lokalisierung



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

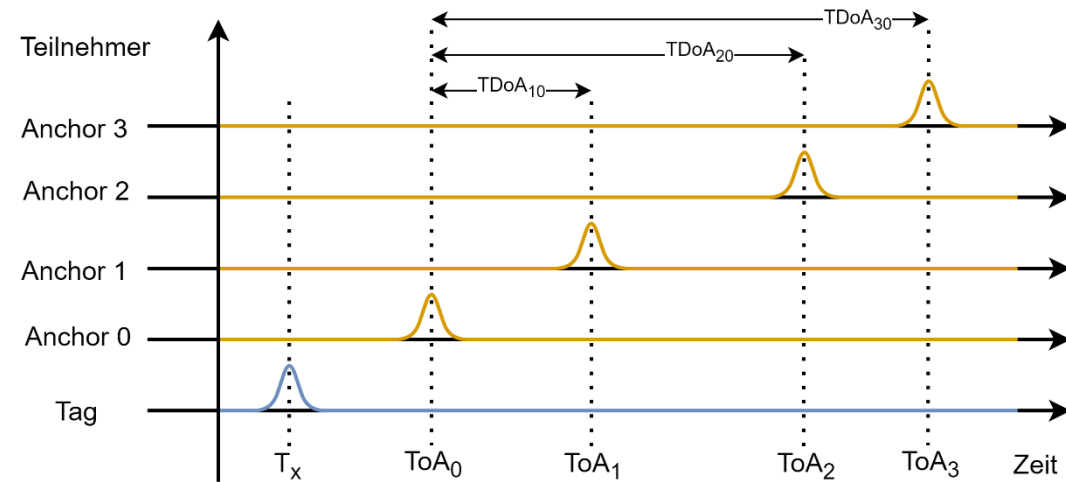
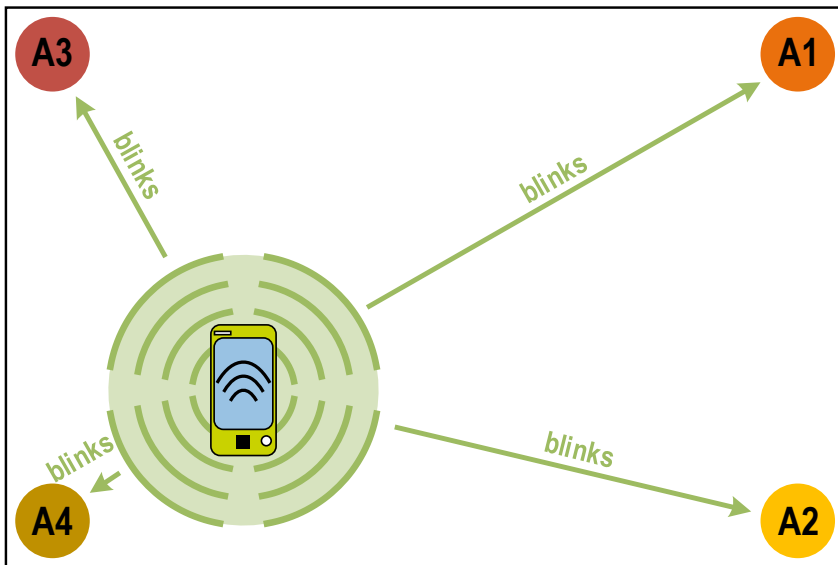
PUBLIC

NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.



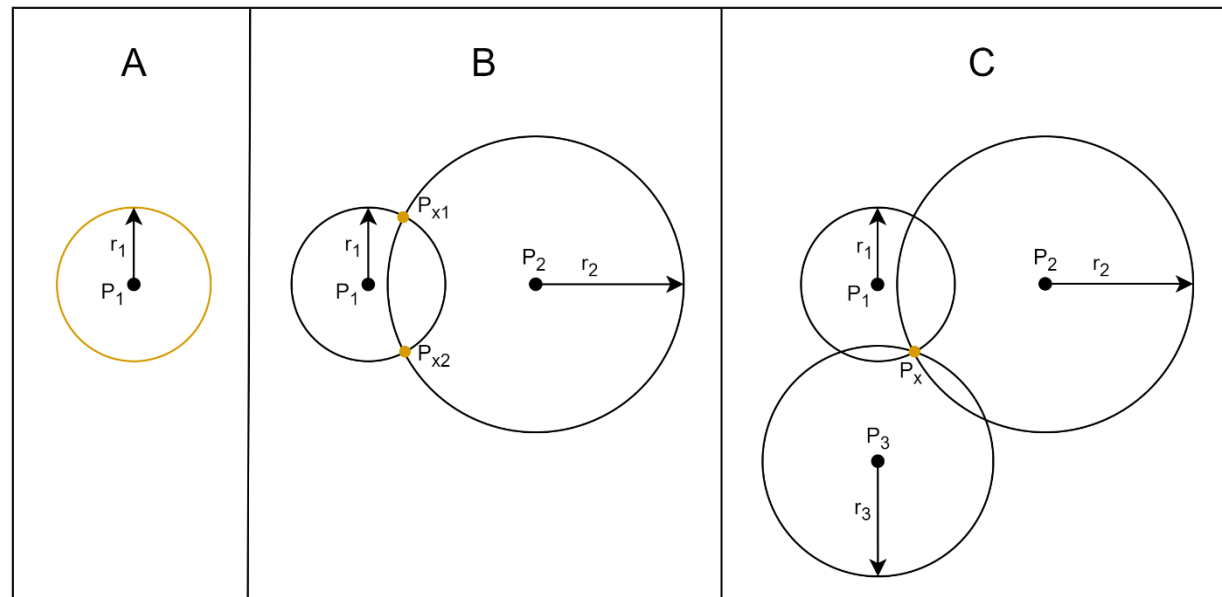
TIME DIFFERENCE OF ARRIVAL (TDOA)

- Der Initiator sendet ein Datenpaket aus (blink), und die Anker ($A_{1,2,3,4}$) antworten nicht
- **TDoA (Time Difference of Arrival)-Methode** schätzt die Entfernung, indem sie die Differenz der Zeitstempel zwischen den Ankern mit einem bekannten Abstand verwendet
- Zur Lokalisierung ohne Mehrdeutigkeiten werden vier Anker benötigt
- Alle Anchor müssen synchronisiert werden. Dies führt zu einer höheren Systemkomplexität und höheren Hardwarekosten als beim TWR (Two-Way Ranging)



LOKALISIERUNGSMETHODE: TRILATERATION

- Um ein Objekt zu lokalisieren, werden drei Distanzen benötigt
- Bei Verwendung von TDOA-Werten werden vier Anchor zur Lokalisierung ohne Mehrdeutigkeiten benötigt



Skalierbarkeit eines UWB Positionierungssystems



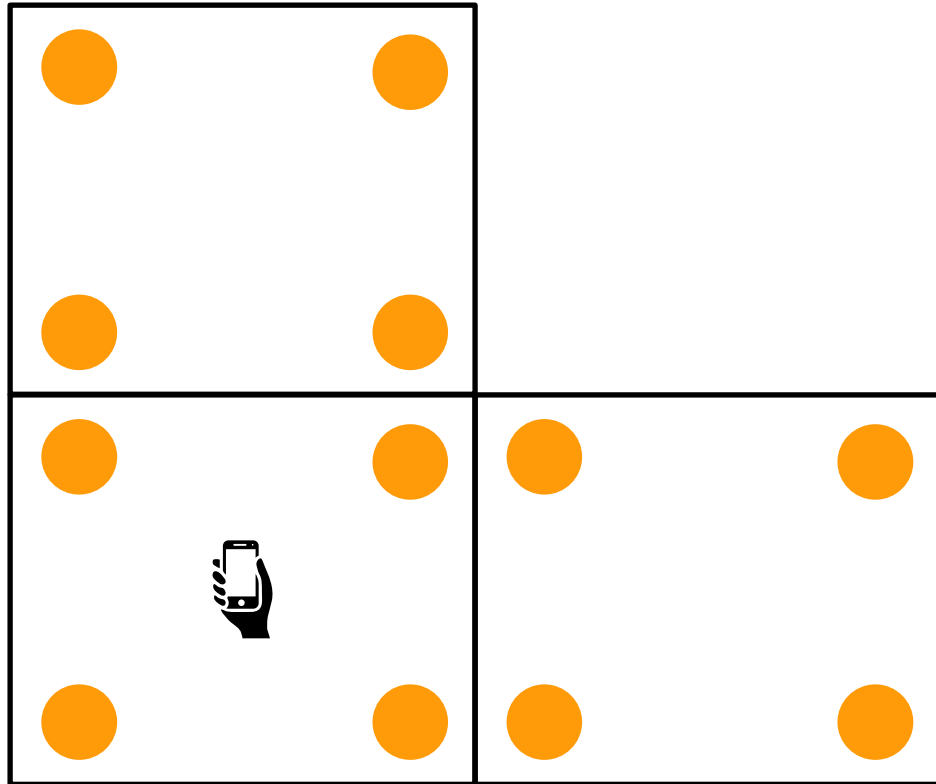
SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

PUBLIC



NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.

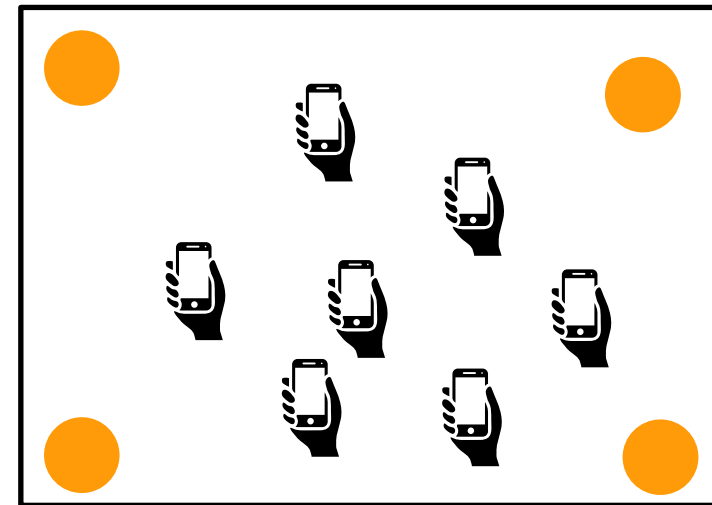


SKALIERBARKEIT



Skalierbarkeit der lokalisierbaren Fläche

-  Anchor
-  Zu lokalisierendes Gerät



Skalierbarkeit der Anzahl zu lokalisierender Geräte

AUSGANGSSITUATION: UWB RTLS-KIT VON MOBILEKNOWLEDGE

Inhalt des RTLS-Kits:

- 4 UWB-Ancor mit NXP's UWB chipset Trimension SR150 and SR040
- 2 UWB-Tags mit NXP's UWB chipset Trimension SR040 und einem NXP QN9090



Anchor



Android Smartphone
mit App



Tag

AUSGANGSSITUATION: SYSTEMÜBERSICHT

Management:

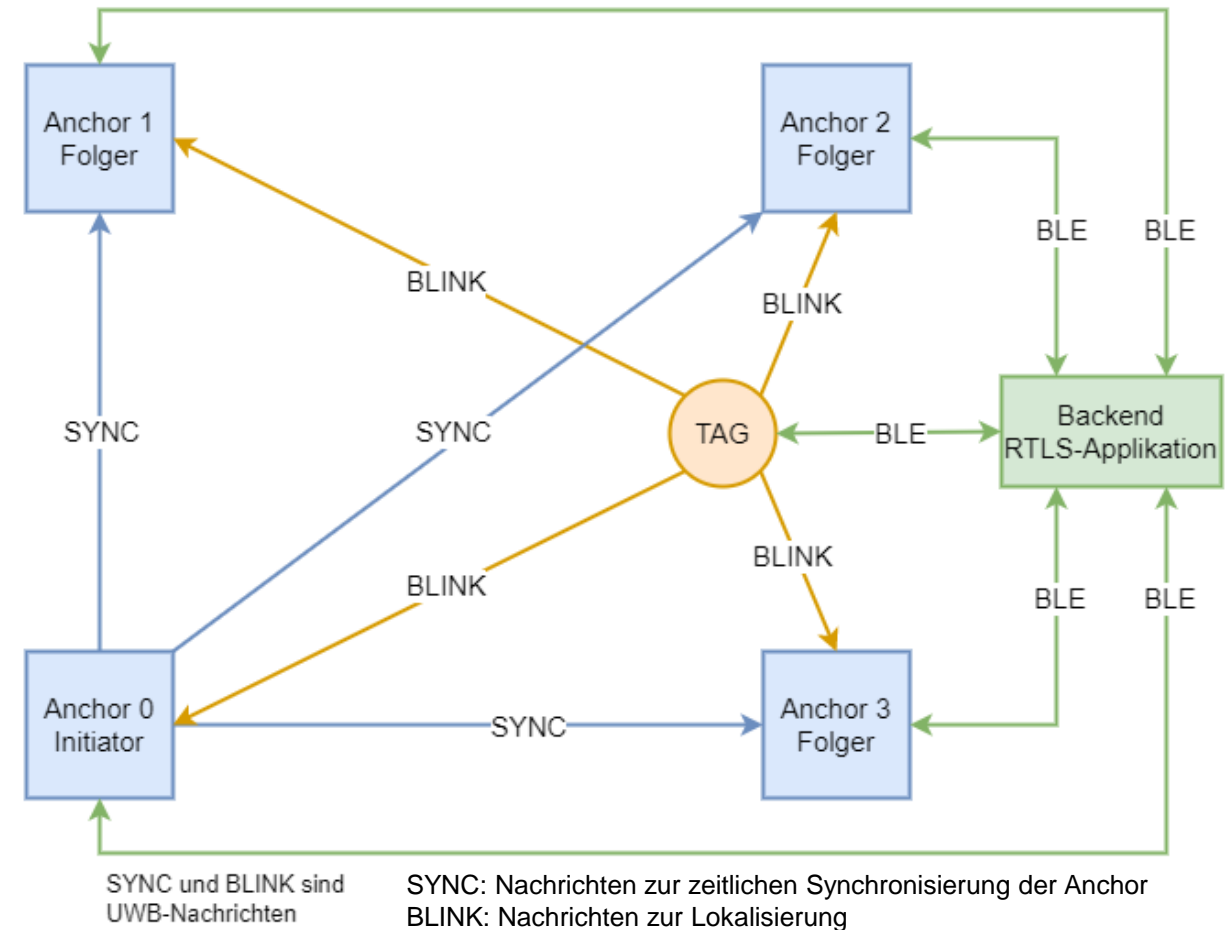
- Bluetooth Low Energy (BLE)-Verbindung zwischen Backend und Anchorn
- BLE-Verbindung zwischen Backend und Tags

Synchronisierung:

- UWB Sync-Nachrichten vom Initiatoranchor an die Folgeanchor

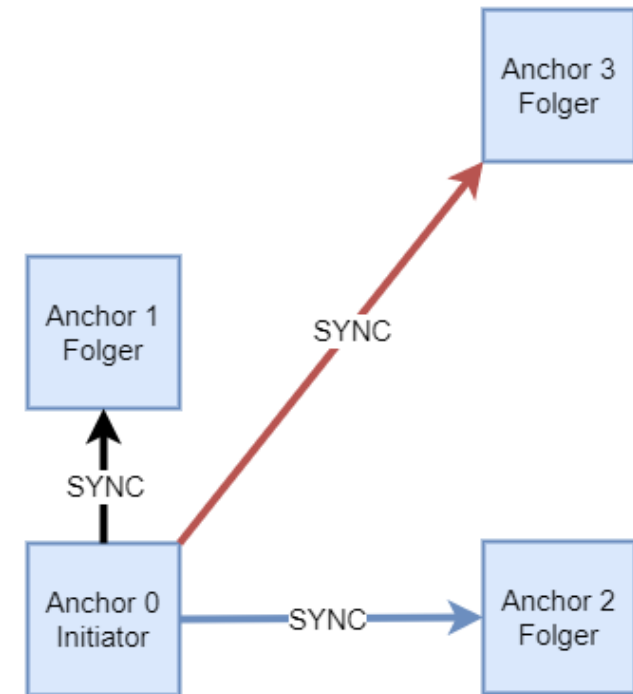
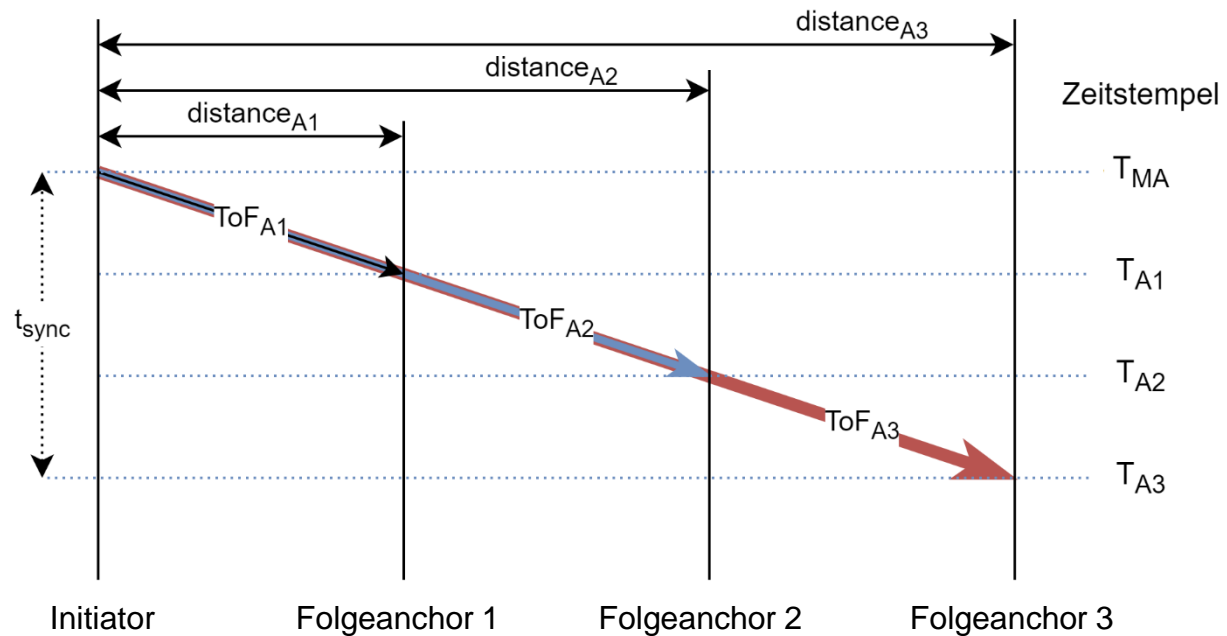
Lokalisierung:

- UWB Blink-Nachrichten vom Tag an alle Anchor



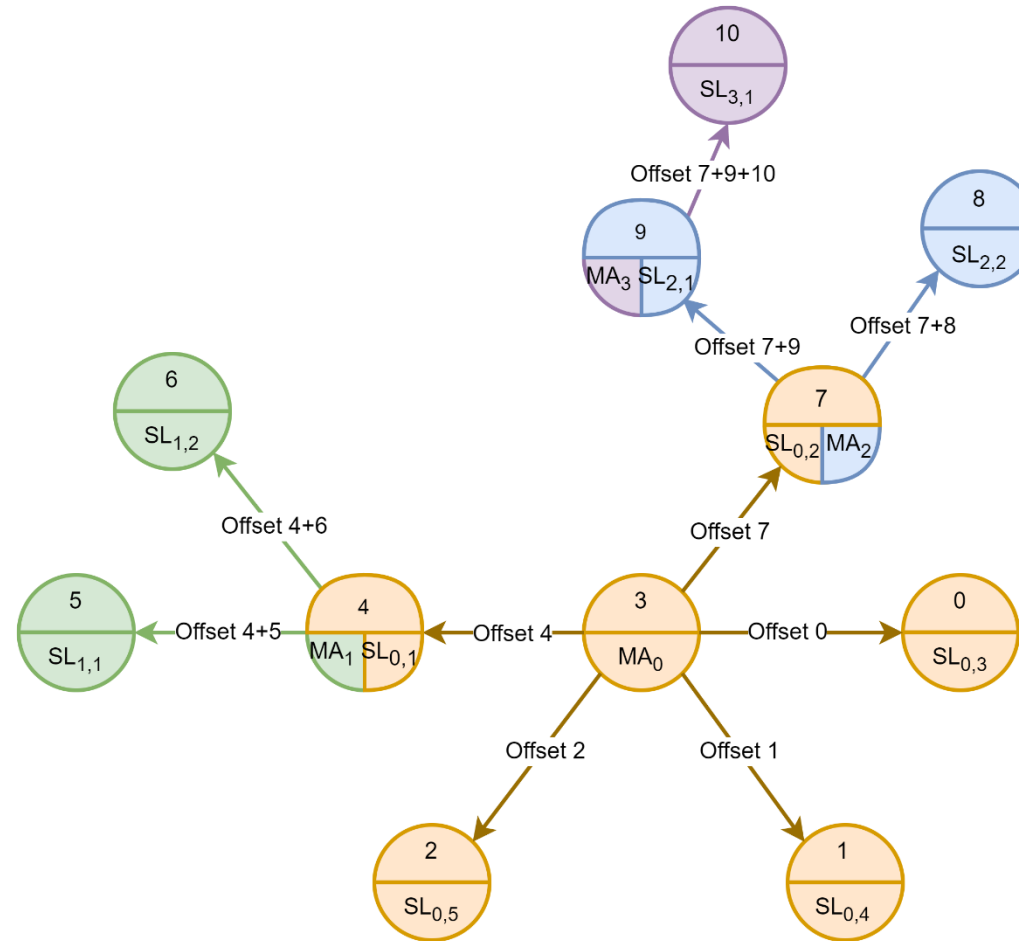
GRUPPENINTERNE SYNCHRONISIERUNG

- $Offset_{Folger,i} = T_{Initiator} + ToF_i - T_{Folger,i}$



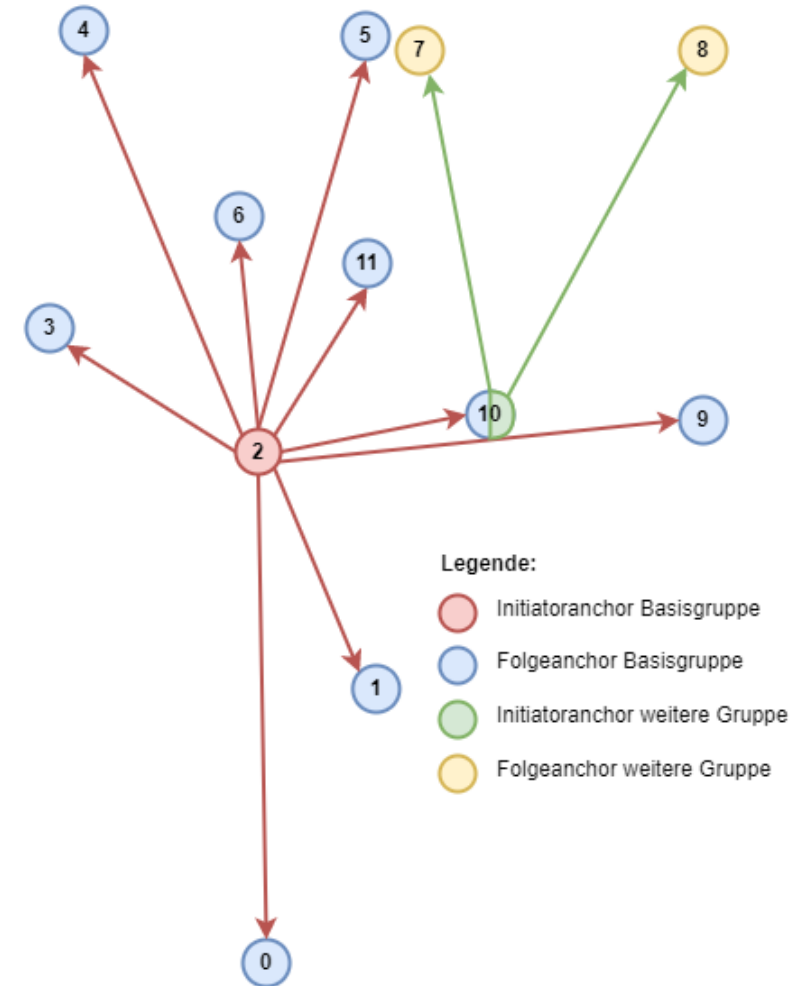
GRUPPENÜBERREIFENDE SYNCHRONISIERUNG

- $Offset_n = Offset_{MA,x} + T_{MA,x} + ToF_{xi} - T_{SL,xi}$
- Initiatoranchor der Basisgruppe stellt die Zeitreferenz dar
- Berechnung der Offsets ausgehend vom Initiatoranchor der Basisgruppe
- Speicherung der Offset in einer Lookup-Tabelle, die periodisch aktualisiert wird
- Lokalisierung: Addition der Offsets auf die jeweiligen Zeitstempel der Anchor



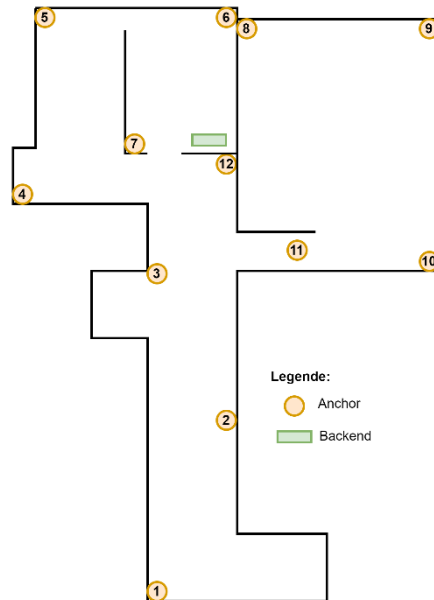
GRUPPENBILDUNG

1. Gruppengröße so groß wie möglich
2. Mindestens 2 Teilnehmer pro Gruppe
 - 1 Teilnehmer = Initiatoranchor
 - Min. 1 Teilnehmer = Folgeanchor
3. Gute Verbindung vom Initiatoranchor zu allen Folgeanchor innerhalb einer Gruppe
4. Initiatoranchor muss gleichzeitig Folgeanchor einer anderen Gruppe sein (ausgenommen Initiatoranchor der Basisgruppe)



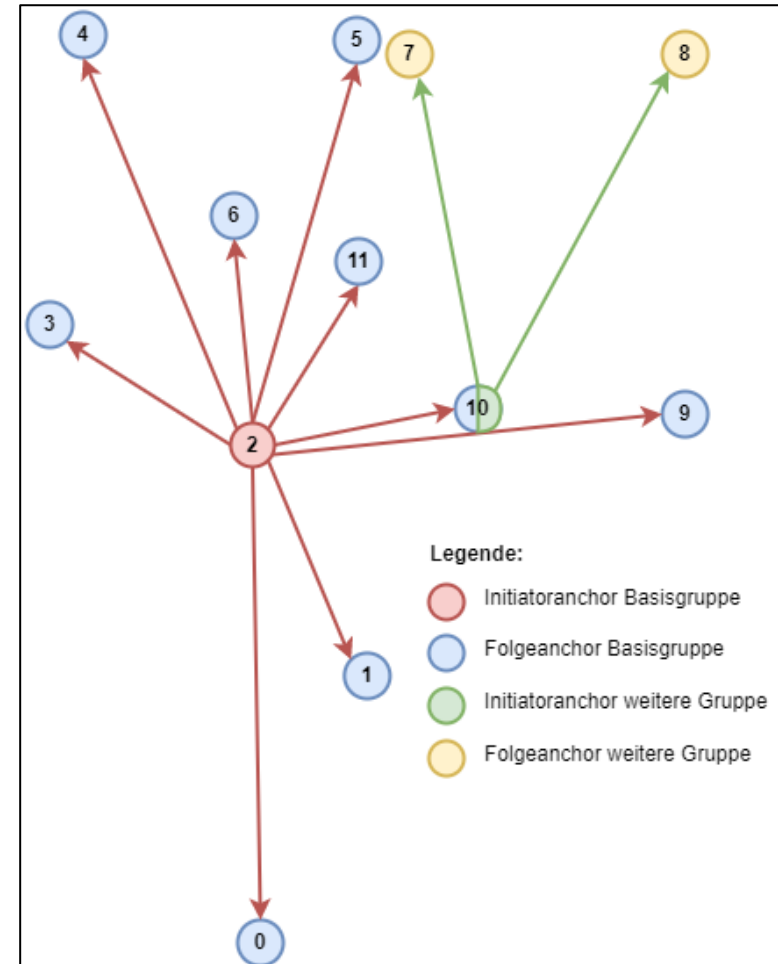
DEMONSTRATOR

- Wahl der Anzahl an Anchnorn
 - Wahl der Positionen der Anchor
 - Messungen zur Bestimmung der UWB Reichweite
- Alle Bereiche müssen von mindestens 4 Anchnorn abgedeckt werden



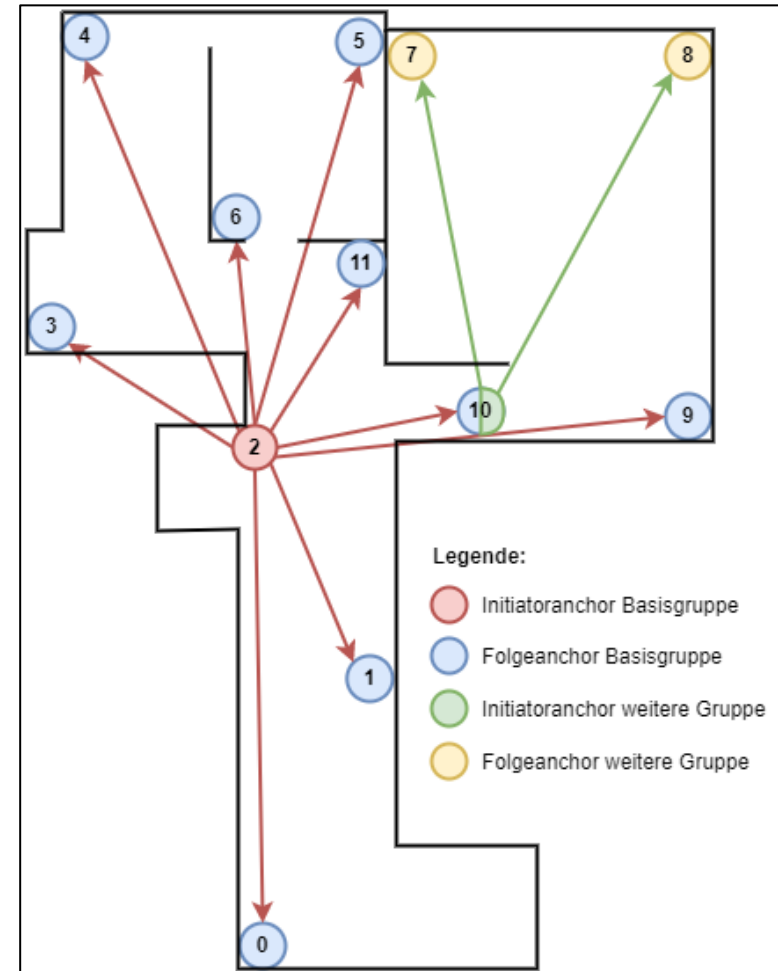
ERGEBNISSE

- Algorithmus zur Berechnung der Gruppen:
 - Berechnung der Abstände
 - Berechnung der ToF-Werte
 - Berechnung der Gruppen
- Algorithmus zur gruppenübergreifenden Synchronisierung
 - Berechnung der Synchronisierungsoffsets



ERGEBNISSE

- Algorithmus zur Berechnung der Gruppen:
 - Berechnung der Abstände
 - Berechnung der ToF-Werte
 - Berechnung der Gruppen
- Algorithmus zur gruppenübergreifenden Synchronisierung
 - Berechnung der Synchronisierungsoffsets



Zusammenfassung



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

PUBLIC

NXP, THE NXP LOGO AND NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD ARE TRADEMARKS OF NXP B.V.
ALL OTHER PRODUCT OR SERVICE NAMES ARE THE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. © 2023 NXP B.V.



ZUSAMMENFASSUNG

- Einsatz von Ultra-Wideband in modernen Fertigungsanlagen
 - Point to Point Kommunikation: z.B. Secure Hands-Free Access
 - Lokalisierung: z.B. Indoor Navigation
- Skalierbarkeitsfaktoren
 - Anzahl der zu lokalisierenden Geräte
 - Fläche, innerhalb welcher eine Lokalisierung stattfinden kann
- Entwicklung einer gruppenübergreifenden Synchronisierung für ein UWB basiertes Lokalisierungssystem



TECHNOLOGY SHOWROOM

JOURNEYS BY DESIRED ENGAGEMENT

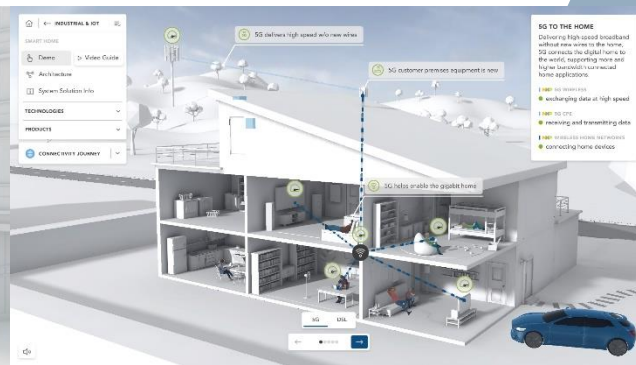
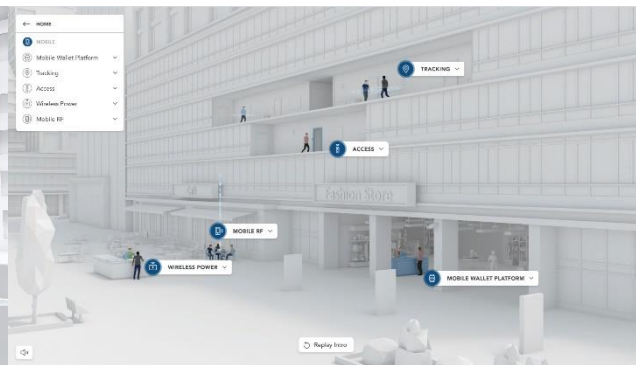
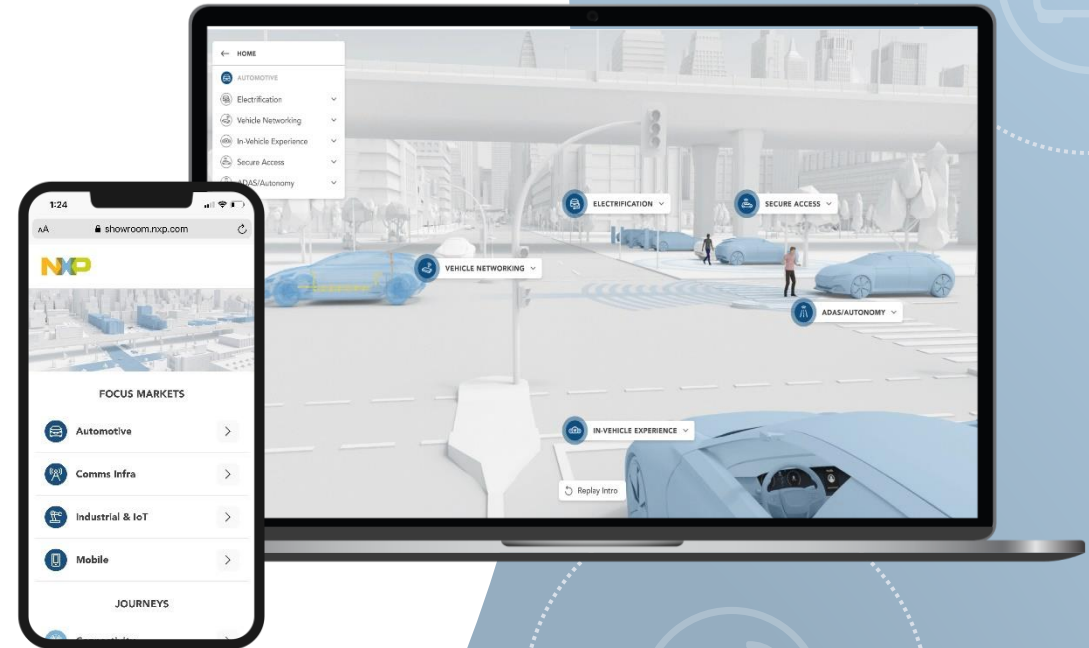
- Self-guided tour
- Live-streaming at set times
- Guided tours

40+ VIRTUAL DEMOS

- Focus on system solutions
- Set up along NXP verticals

JOURNEYS BY DESIRED FOCUS

- Edge & AI/ML
- Safety & Security
- Connectivity
- Analog



SHOWROOM.NXP.COM



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD