

TRACKING VON EINSATZKRÄFTEN IN GEBÄUDEN

Susanna Kaiser



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

Motivation



Wo genau sind die Einsatzkräfte?



Lagevisualisierung im Einsatzfahrzeug
in der Einsatzzentrale

* Quelle: <https://www.soester-anzeiger.de/lokales/moehnesee/sek-am-moehnesee-spezialein-polizei-zieht-in-guenne-aufmerksamkeit-auf-sich-90906040.html>

Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

Motivation

- Unterstützung von Einsatzkräften
- Schnelle Hilfe für Kameraden in Not
- Entlastung der Einsatzleitung durch Positionserkennung
- Reduzierter Kommunikationsbedarf, Funküberwachung vereinfacht
- Erhöhte Sicherheit für alle Einsatzkräfte
- Unterstützung des strategischen und taktischen Vorgehens
- Effizientere und lückenlose Durchsuchung von Gebäuden

Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

Motivation

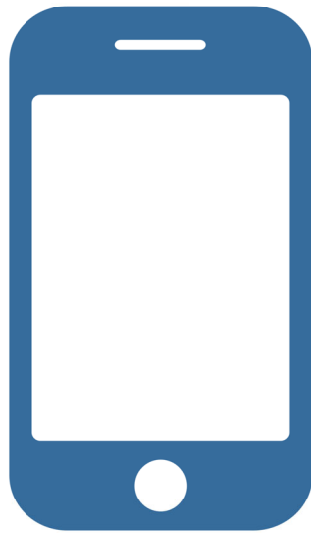


- Lokalisierung der Einsatzkräfte während des Einsatzes
- Klein und leicht tragbare Sensoren am Körper
- Lokalisierung der Einsatzkraft mit
 - ~~GPS~~
 - ~~Funktechnologien wie WLAN, Bluetooth~~
 - ~~visuellen Sensoren~~
 - Inertialsensoren

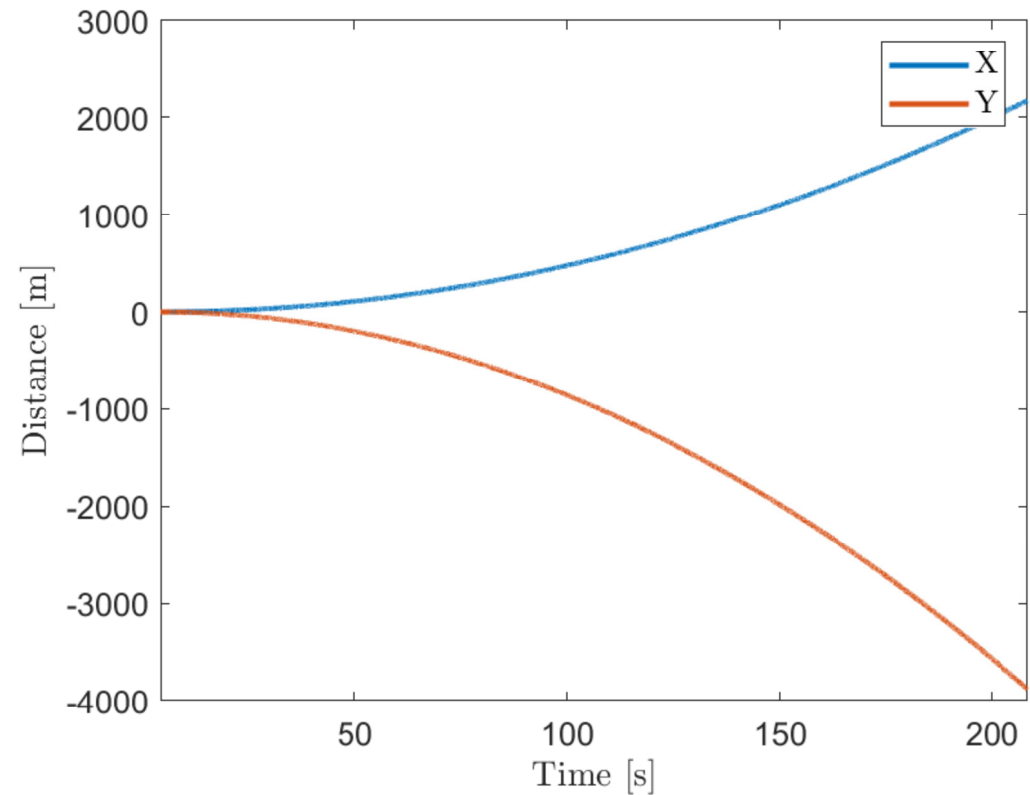
Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

Einführung Inertialsensorik

- Inertialsensoren: Beschleunigung (Accelerometer) und Drehraten (Gyros)

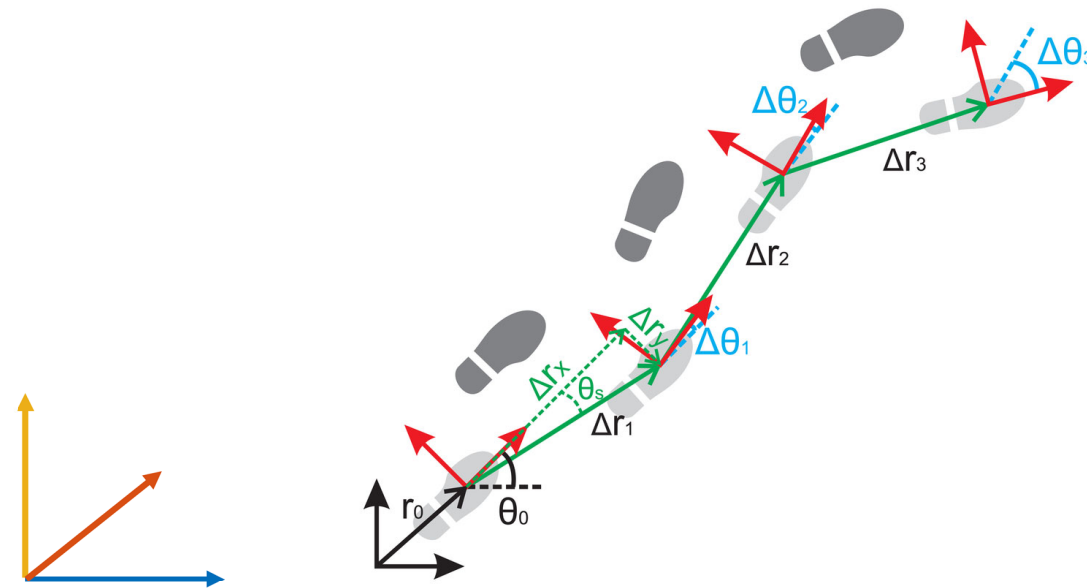
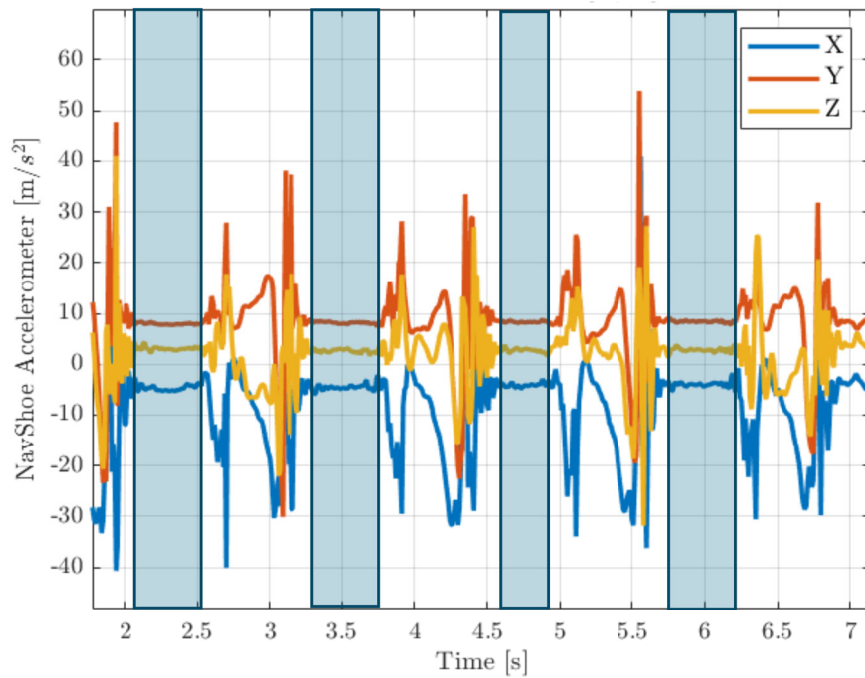
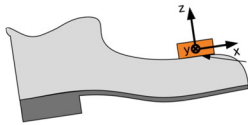


In jedem Smartphone
Aber: Langzeit-Drift!



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

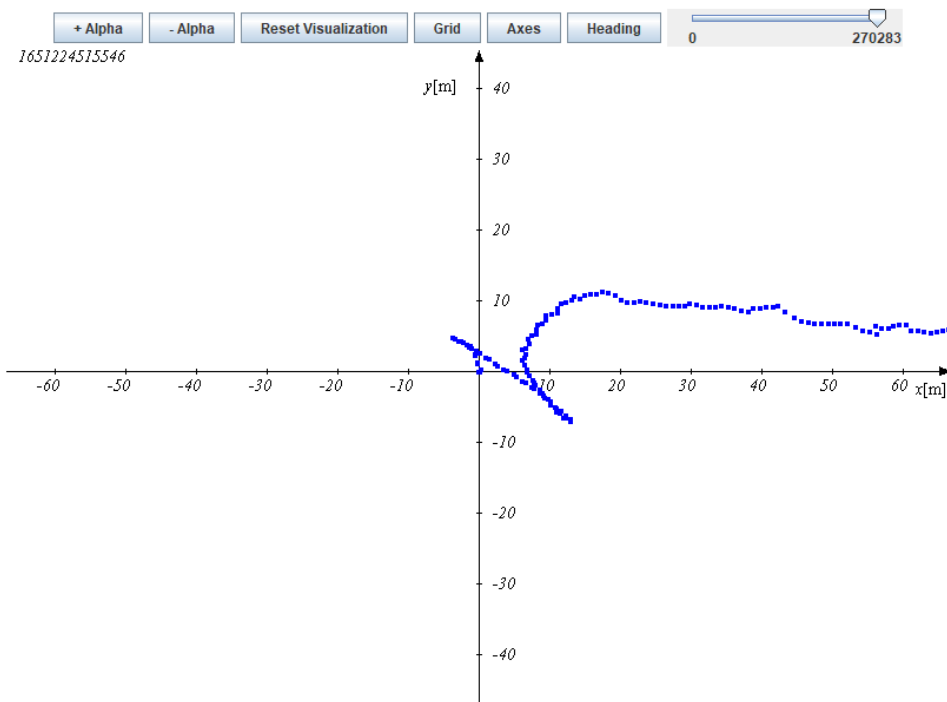
NavShoe-Kalibration



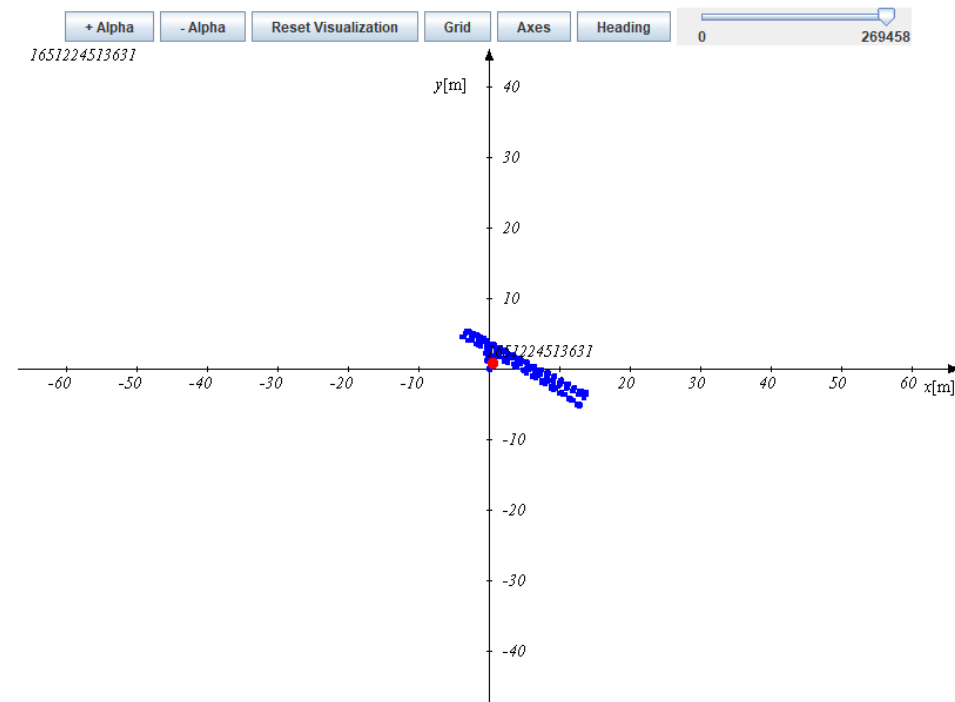
Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

NavShoe Vergleich mit und ohne Kalibration

Ohne Kalibration:



Mit Kalibration:



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

FootSLAM

- NavShoe: Inertialsensor → Trajektorie mit Orientierungsdrift
- SLAM: Simultaneous Localization and Mapping
 - Lokalisierung und gleichzeitiges Erlernen einer Karte
 - Dadurch: Reduktion des Orientierungsdrifts

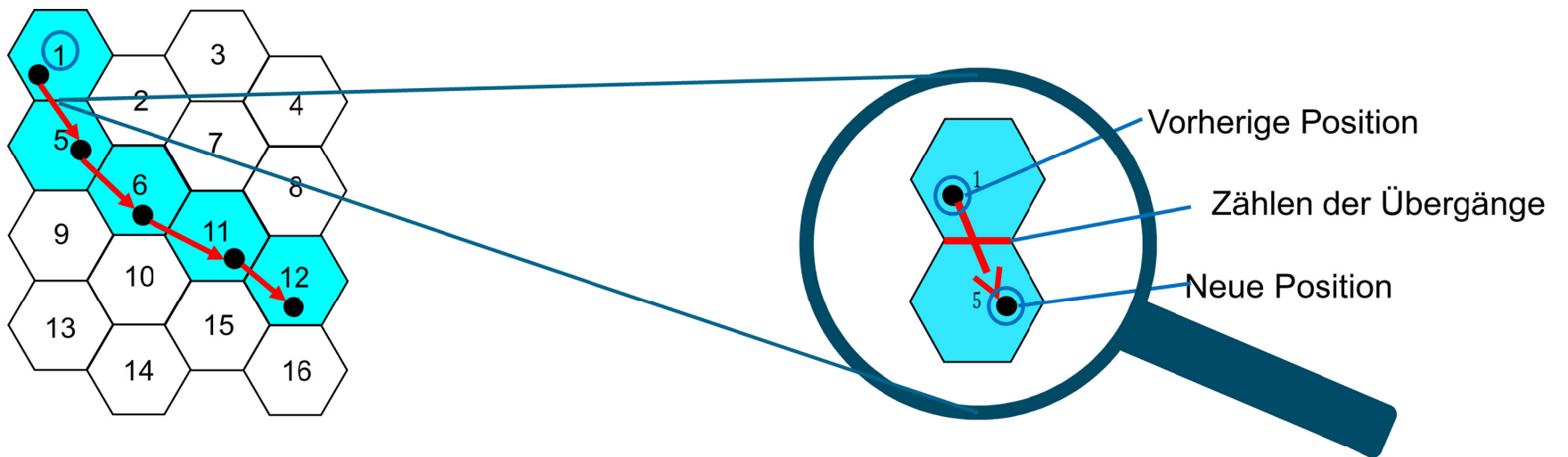


www.geekmaxi.com

Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

FootSLAM

▪ Grundprinzip:



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

FootSLAM

- Beispiel:

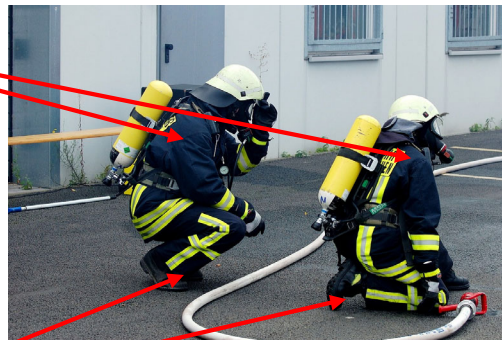


Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

NavShoe, LoRa und FootSLAM



LoRa-Transmitter



NavShoe

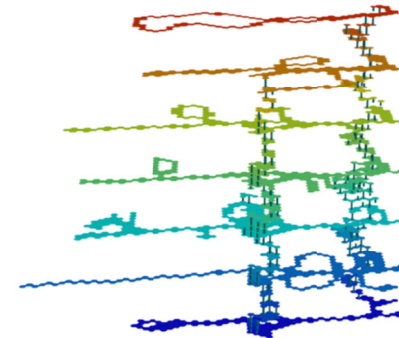
Einsatzfahrzeug
mit LoRa-Empfänger



Visualisierung

FootSLAM:

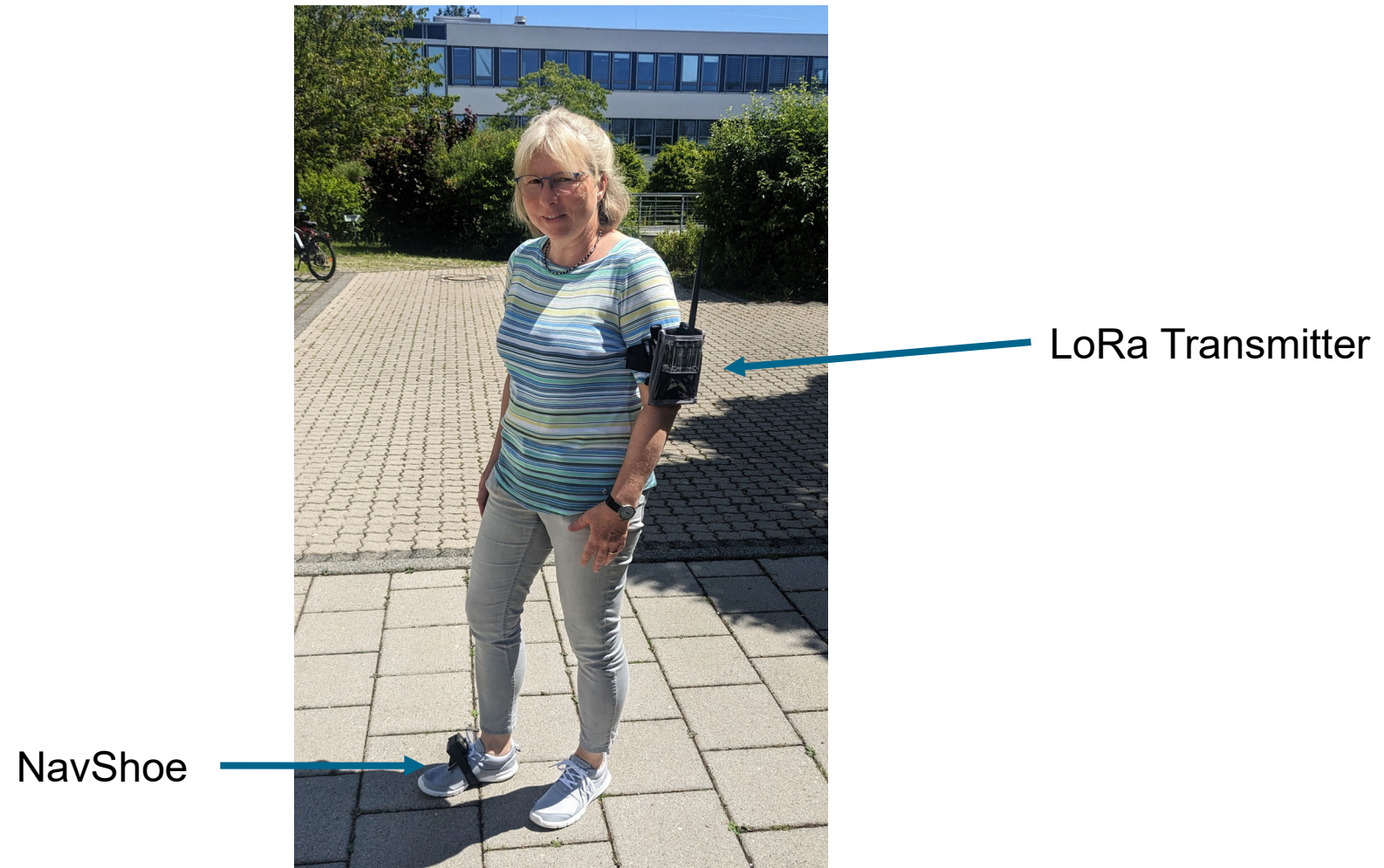
- Erlernen einer Umgebung
- Eliminieren von Redundanz
- Orientierung



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden



Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

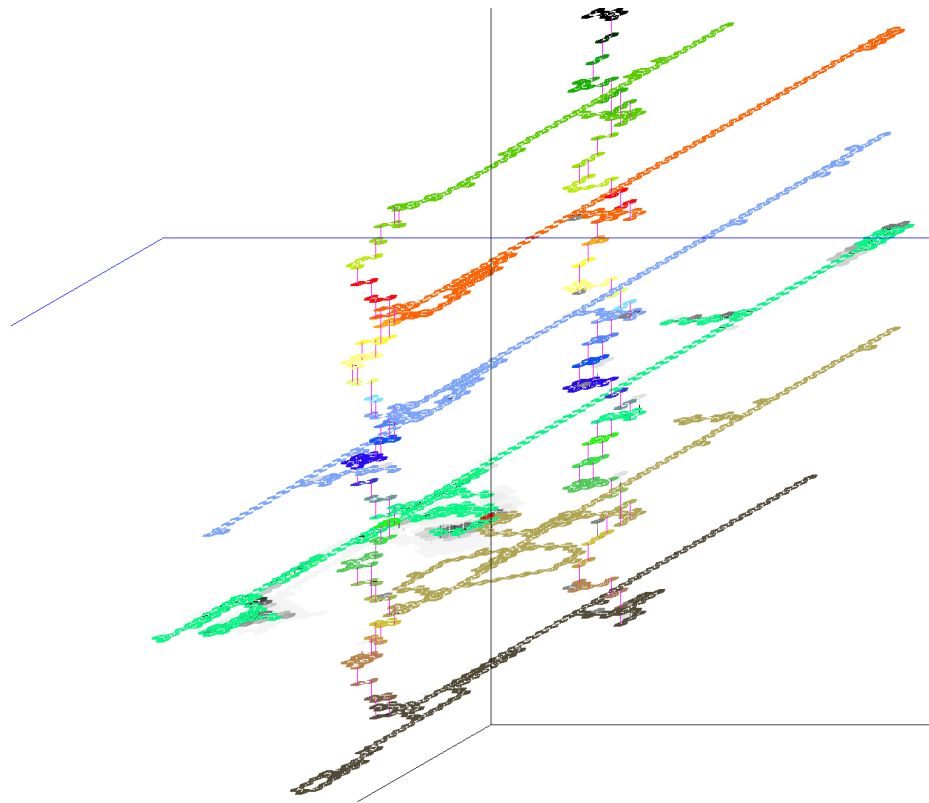


Tracking von Einsatzkräften in Gebäuden

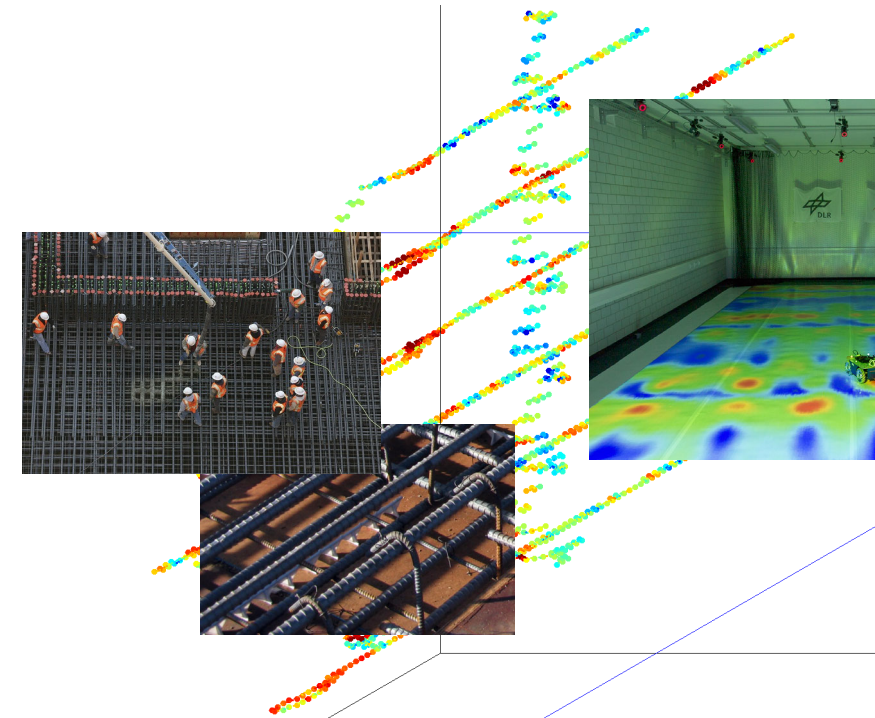
NavShoe, LoRa und FootSLAM



FootSLAM: Weitere Beispiele



FootSLAM Karte



Magnetfeld Karte

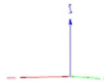
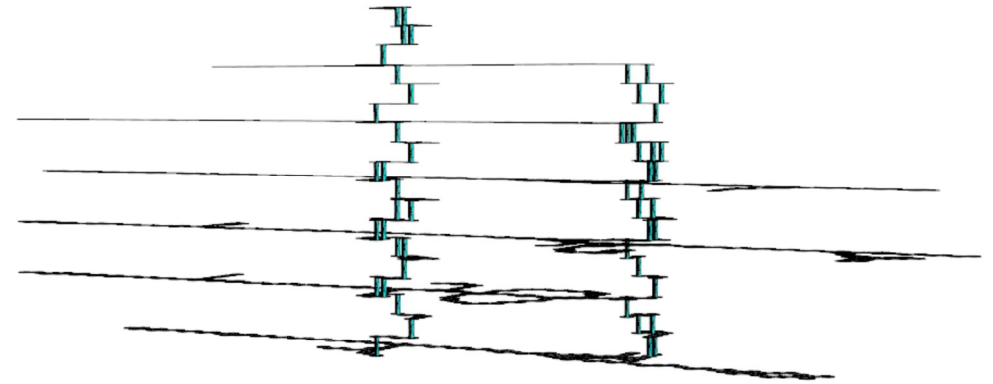
FootSLAM Karte



Magnetfeld Karte

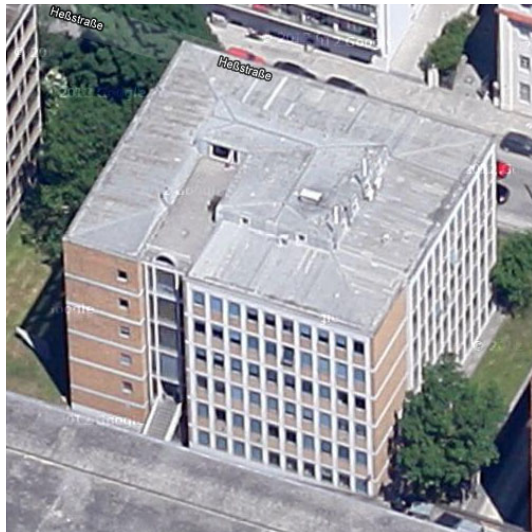
FootSLAM: Weitere Beispiele

DLR-KN



FootSLAM: Weitere Beispiele

TUM-Gebäude

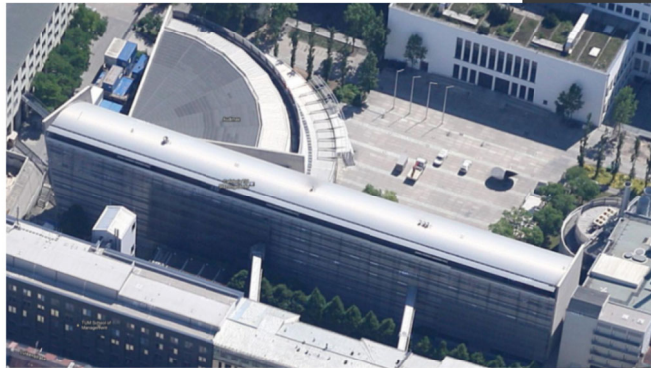


Quelle: Google Maps

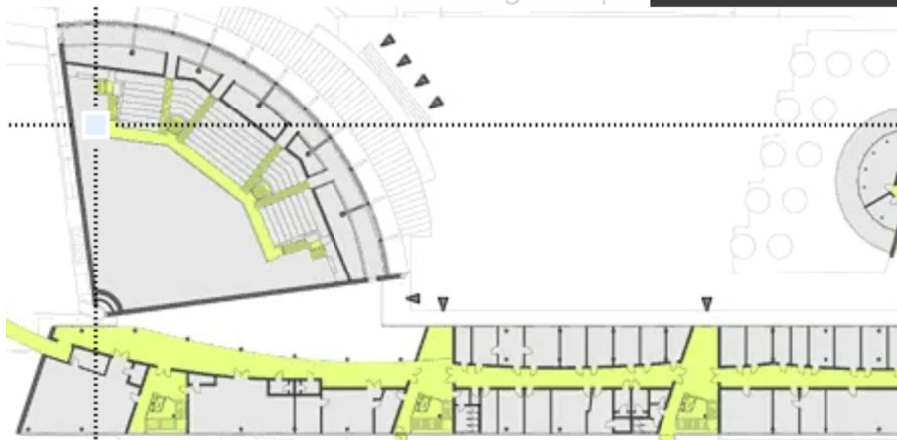


FootSLAM: Weitere Beispiele

TUM-Mensa



Quelle: Google Maps



FootSLAM: Weitere Beispiele

Live - Demo



Quelle: DLR-OS

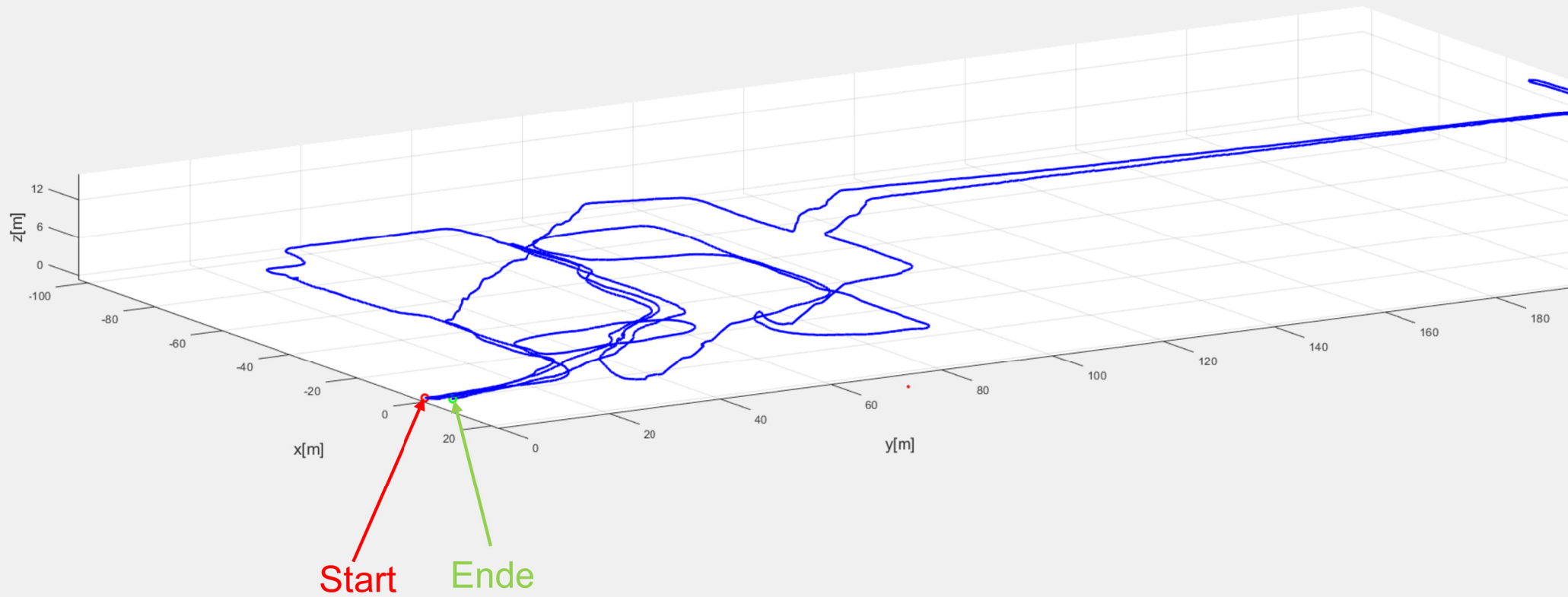
Messungen Münchener Flughafen



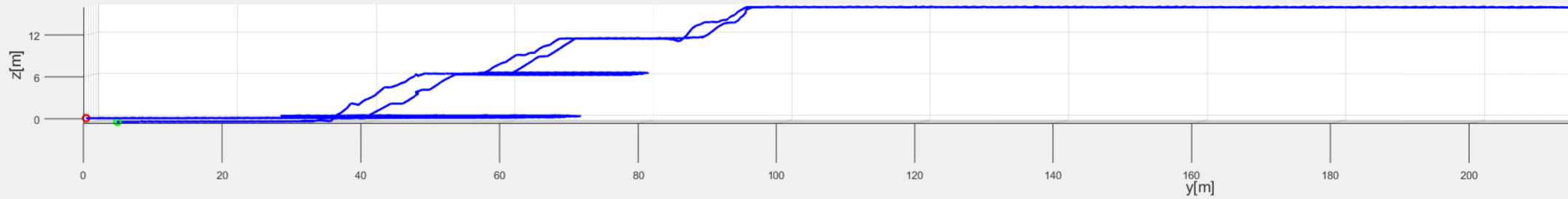
© Terminal 2 Gesellschaft mbH & Co oHG

Messungen Münchener Flughafen

Distanz: 1500 m
Dauer: 45 Minuten



Messungen Münchener Flughafen



FootSLAM Erweiterungen

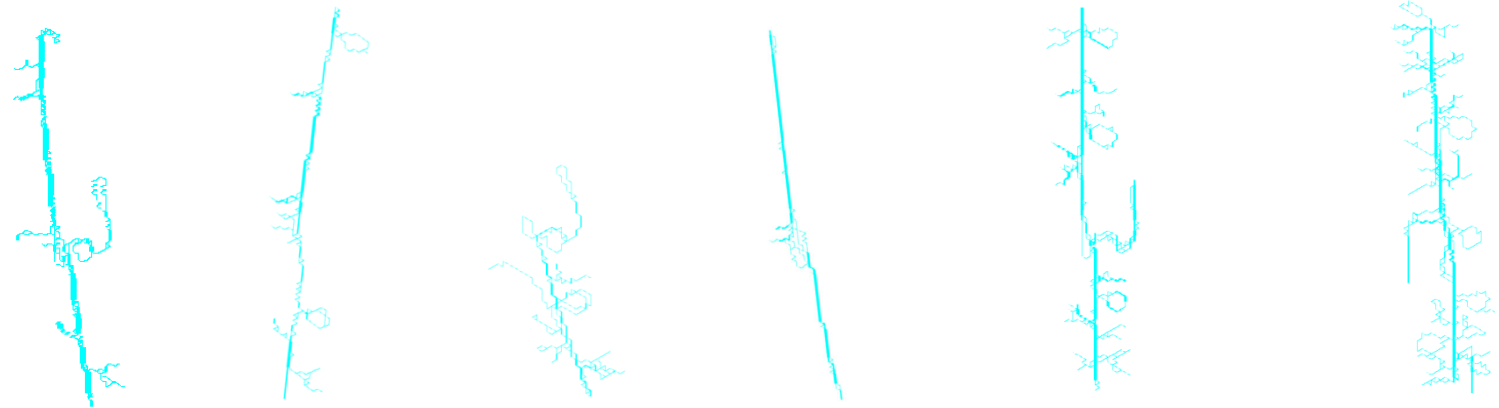
FootSLAM ist sehr vielfältig und erweiterbar:

- MagSLAM – Verwendung der Störungen des Magnetfeldes
- Kollaboratives FootSLAM: FeetSLAM
- Integration einer vorhandenen oder geschätzten Karte
- PlaceSLAM bzw. Hinzufügen bekannter Orte:
 - Markieren von wieder begangenen Orten
 - Markieren von bekannten Orten
- Implementierung von Rolltreppen und Fahrstühlen als Features
- Hinzunahme von weiteren Sensoren: Sensor Fusion
 - GNSS, WiFi, BLE beacons, UWB, Altimeter, RFID, ZigBee usw.
- Aktivitätsschätzung

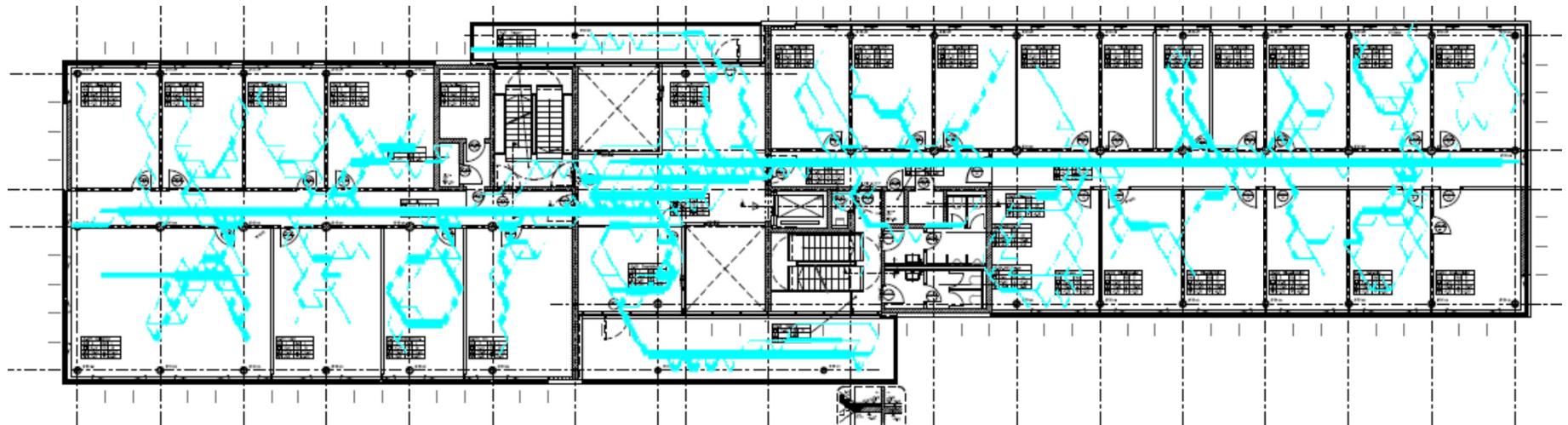


Erhöhung der Zuverlässigkeit/Genauigkeit

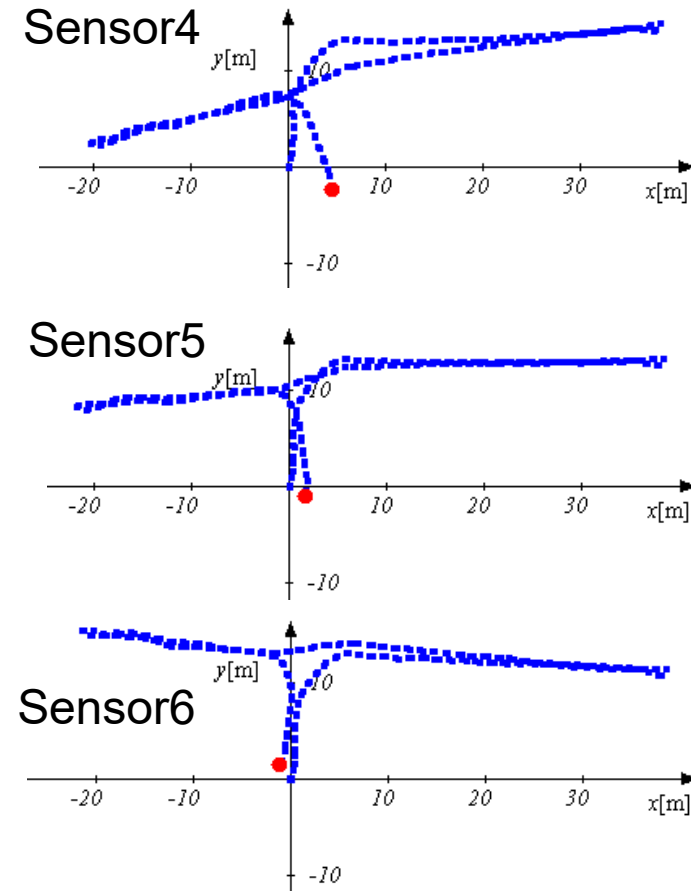
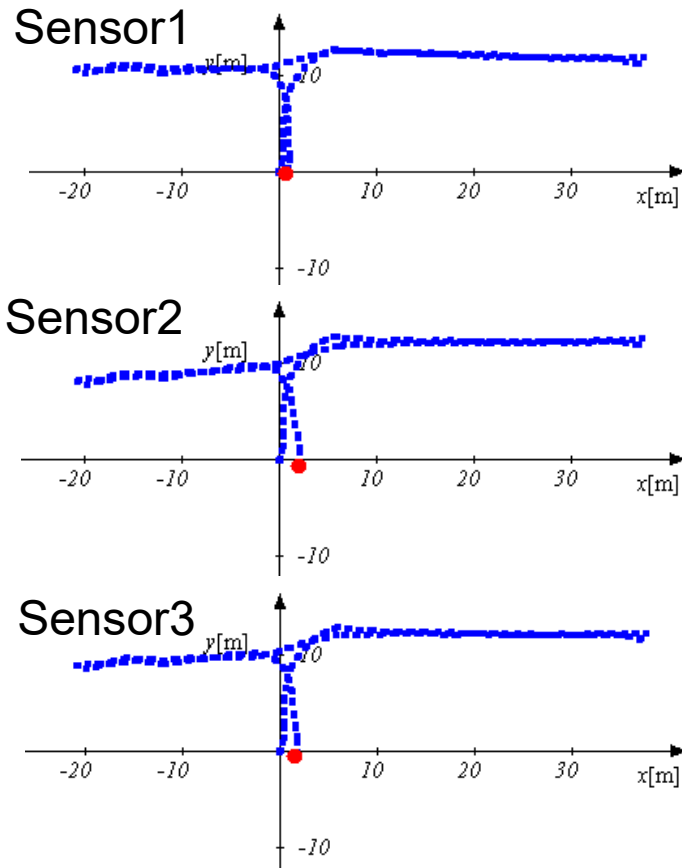
FeetSLAM – Iteratives Kombinieren von Datensätzen



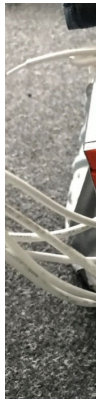
Kombinierte FeetSLAM Karte aus 6 Datensätzen:



Sukzessives Erlernen der Karte aus 6 Datensätzen



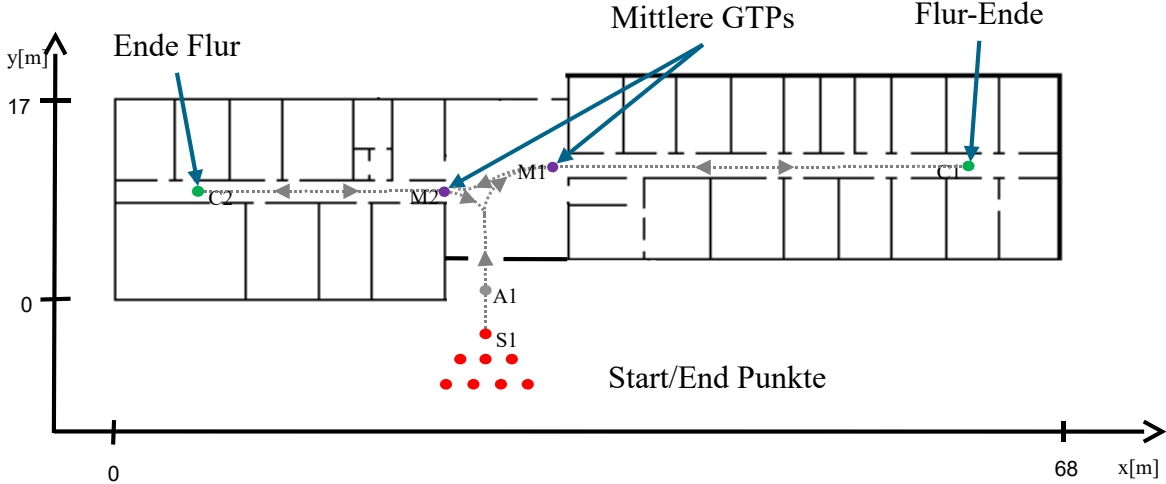
Vorteile: Genauigkeit und echtzeitfähig



Sukzessives Erlernen der Karte aus 6 Datensätzen

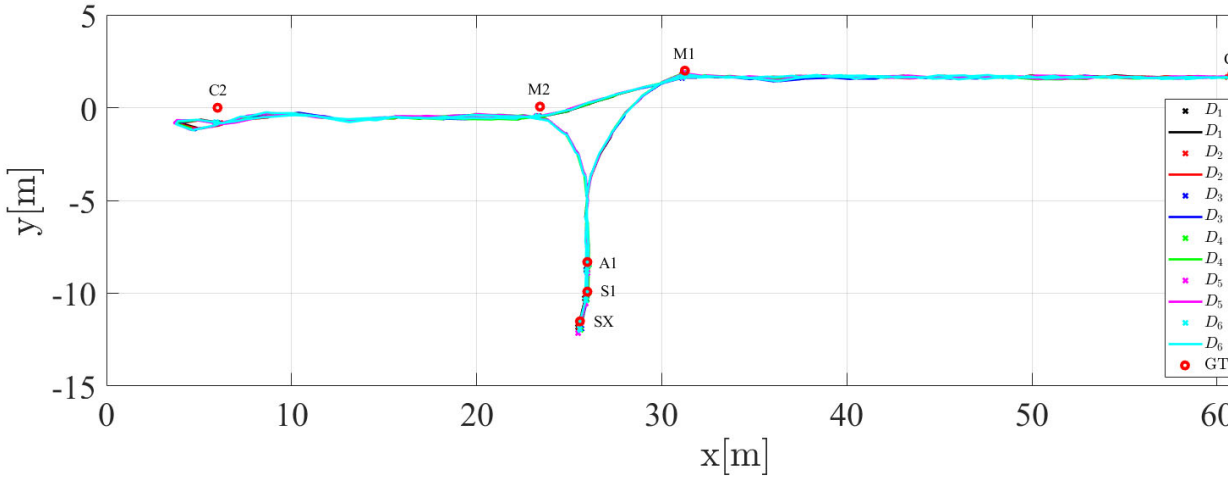


Genauigkeit bei Verwendung von mehreren Sensoren



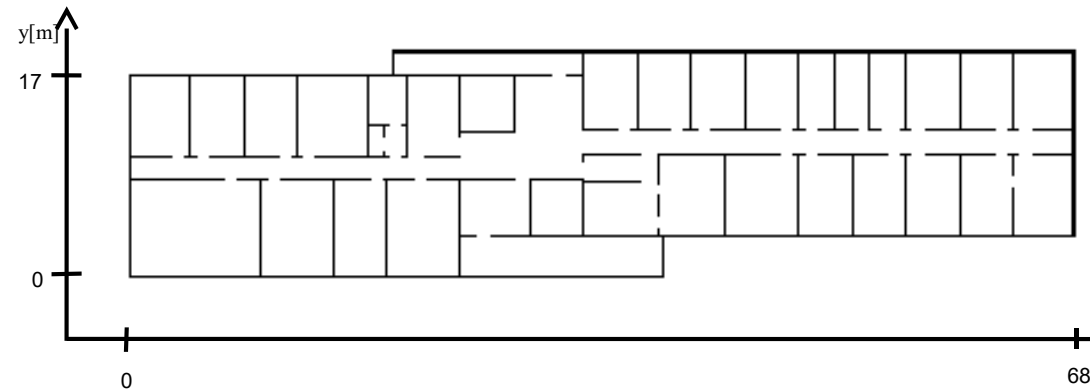
Mittlerer Fehler: $< 0.5 \text{ m}$

Mittlerer maximaler Fehler: $< 1 \text{ m}$

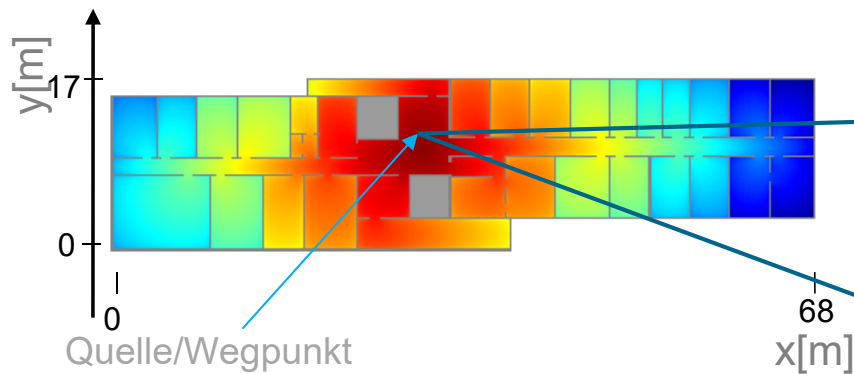


Integration von Karten

- Harte Wände

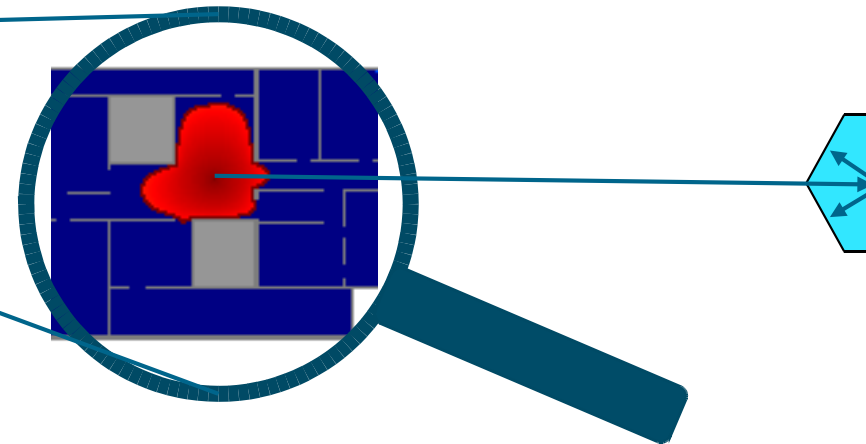


- Verwenden von Soft-Information



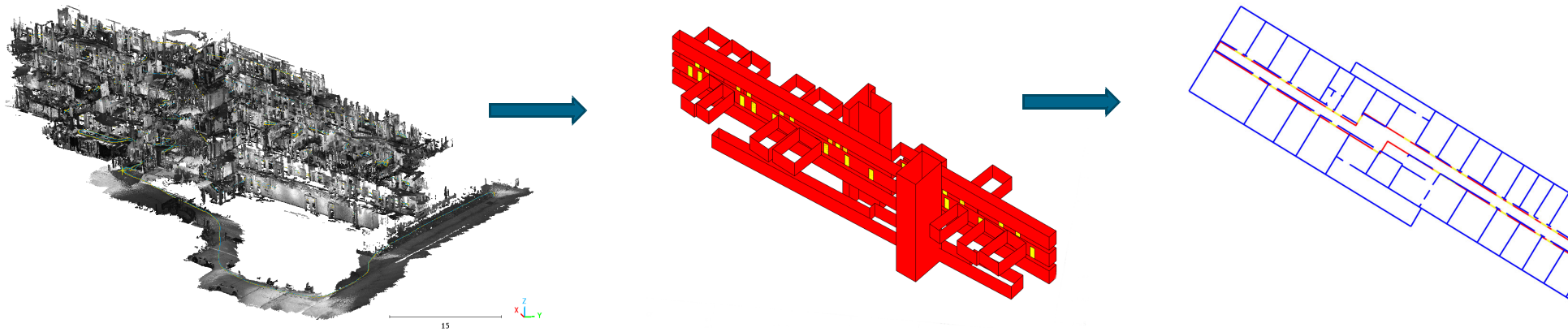
PDF der möglichen Richtungen

Belegung der H
Kantenzähler an



Integration von Karten

Karten aus einer 3D-Rekonstruktion:



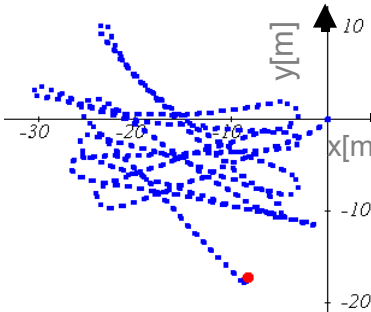
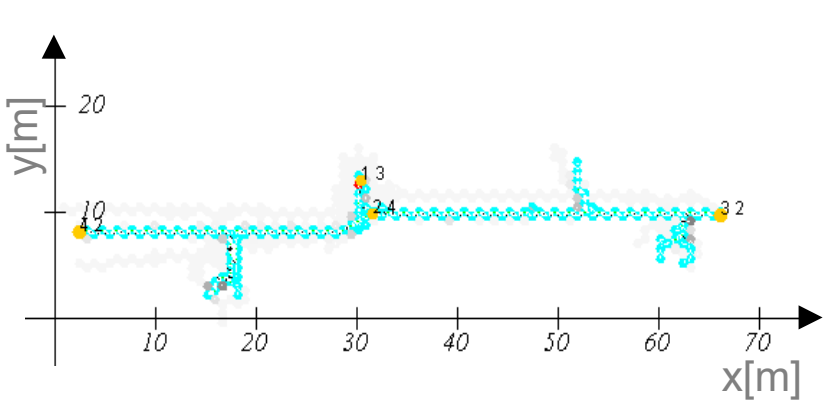
Quelle: DLR-OS



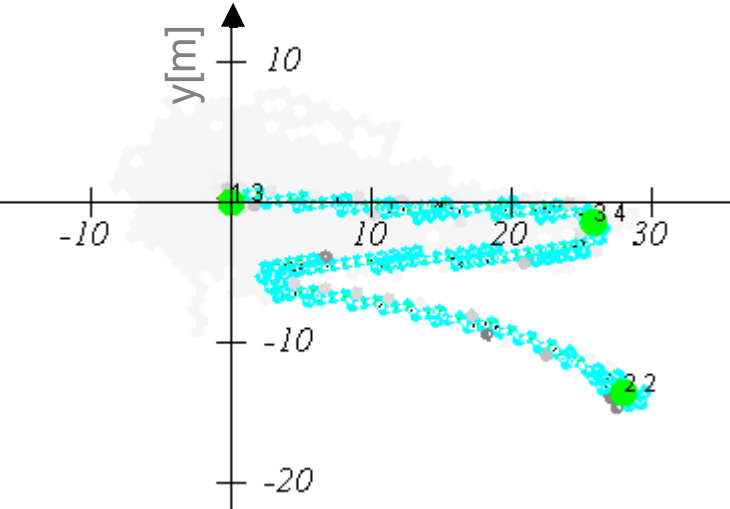
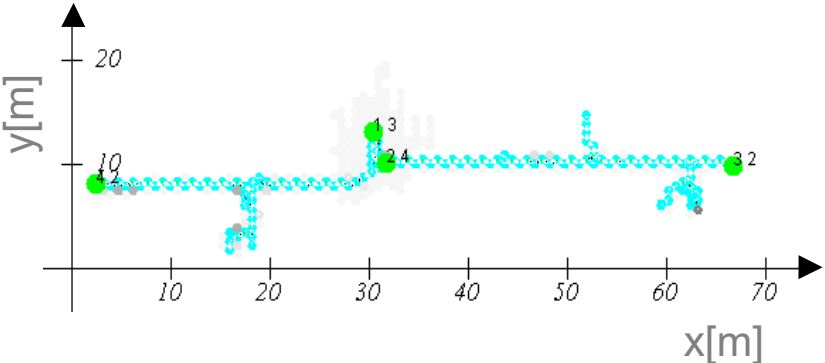
Ziel: Erhöhen der Genauigkeit von Anfang an

PlaceSLAM bzw. Hinzunahme bekannter Orte

PlaceSLAM – Erlernen von bestimmten Orten



Hinzunahme bekannter Orte

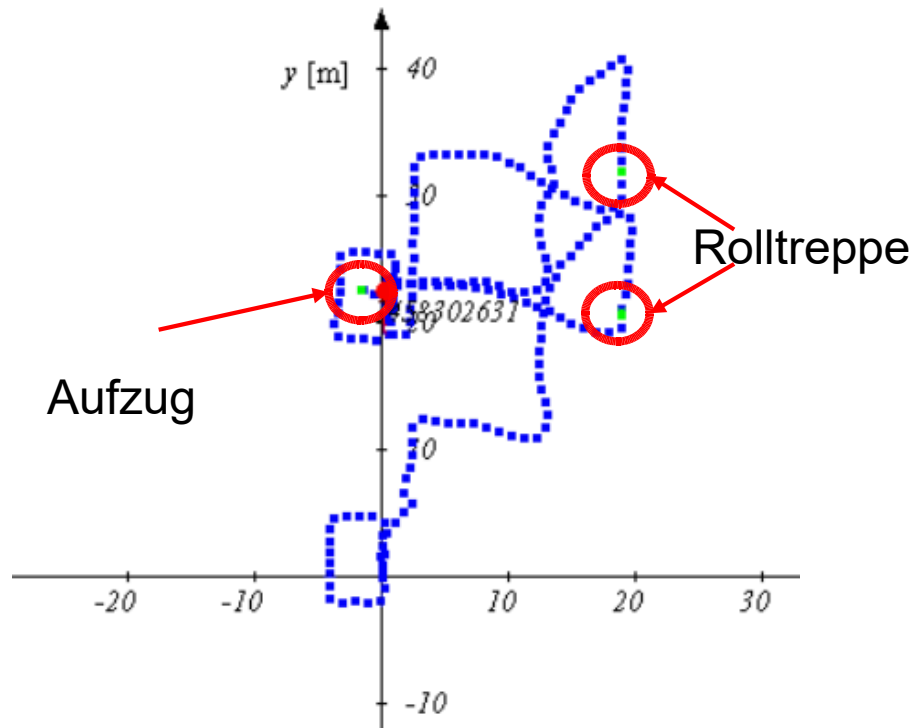


Ziel: Erhöhen der Genauigkeit der geschätzten Karte

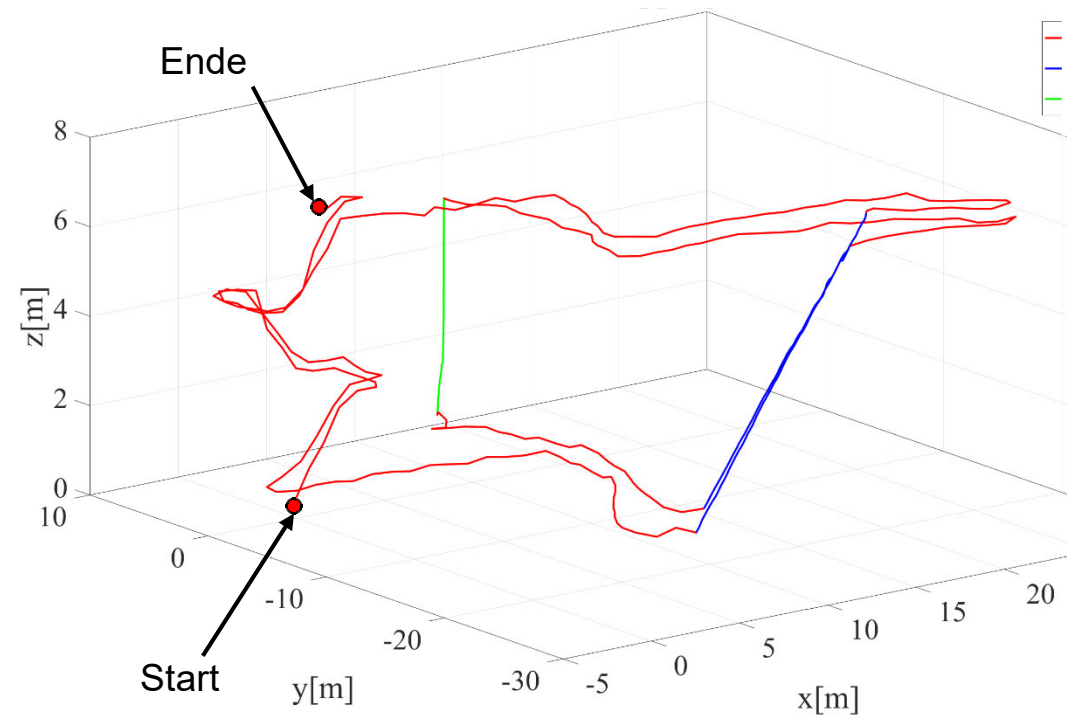
Implementierung von Rolltreppen und Fahrstühlen als Features

- NavShoe „übersieht“ Rolltreppen und Fahrstuhl

Navshoe-Messungen in einem Einkaufszentrum:



Detektion aus den Rohdaten

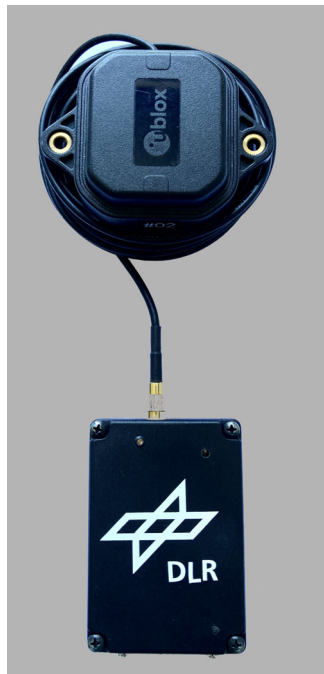


Ausgleich im SLAM Algorithmus



Lokalisierung in herausfordernden Szenarien

- Projekt RESCUER: Entwicklung eines GNSS-Tools für Einsatzkräfte



Externes Tool



Helm-Tool – integrierte Lösung

RESCUER: Tool-Tests in den Bergen unter herausfordernden Bedingungen

Cime de Caron

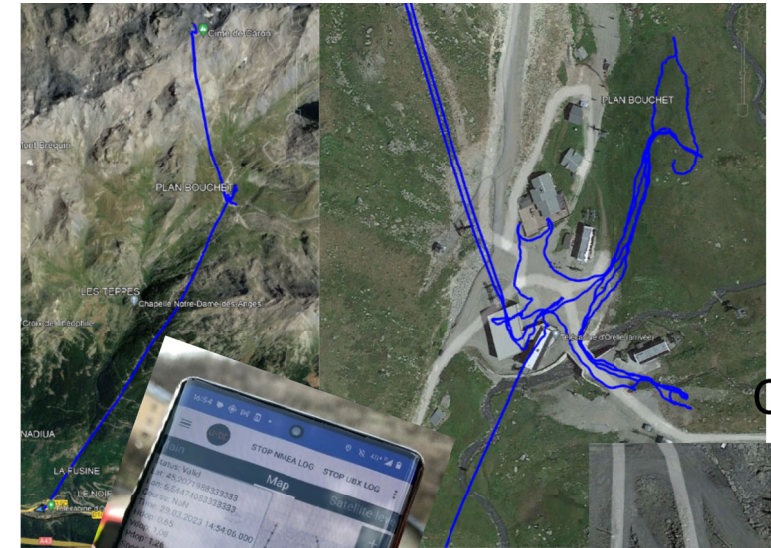


Fußgängertunnel

Schneefall

Schneetunnel

Plan Bouchet



Cime

Wetterbedingungen: Nebel, Schneefall, Wolken

Umgebungen: Gondelbahn, Sessellift, Schneetunnel, Fußgängertunnel



Echtzeit-Visualisierung (Udruid)

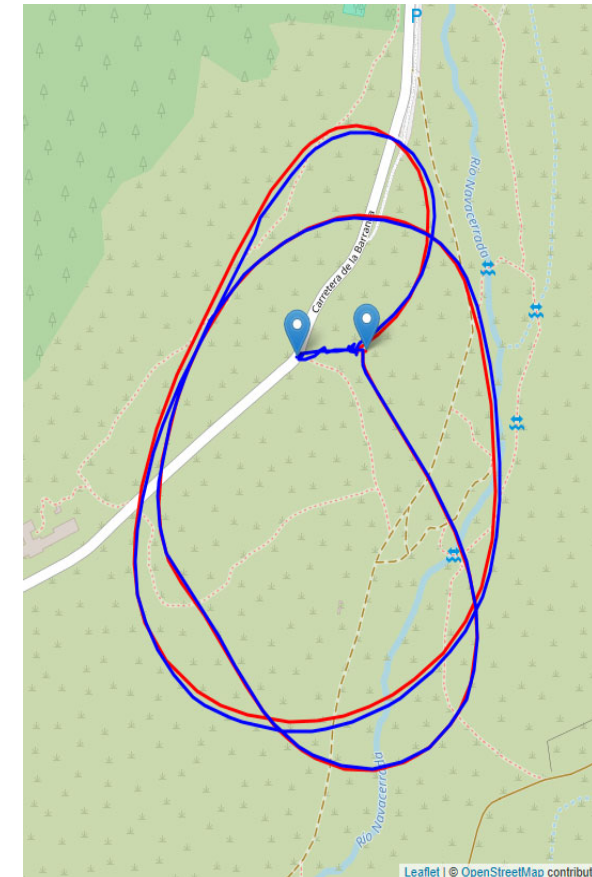


RESCUER: Tool-Tests während eines Hubschrauber-Flugs



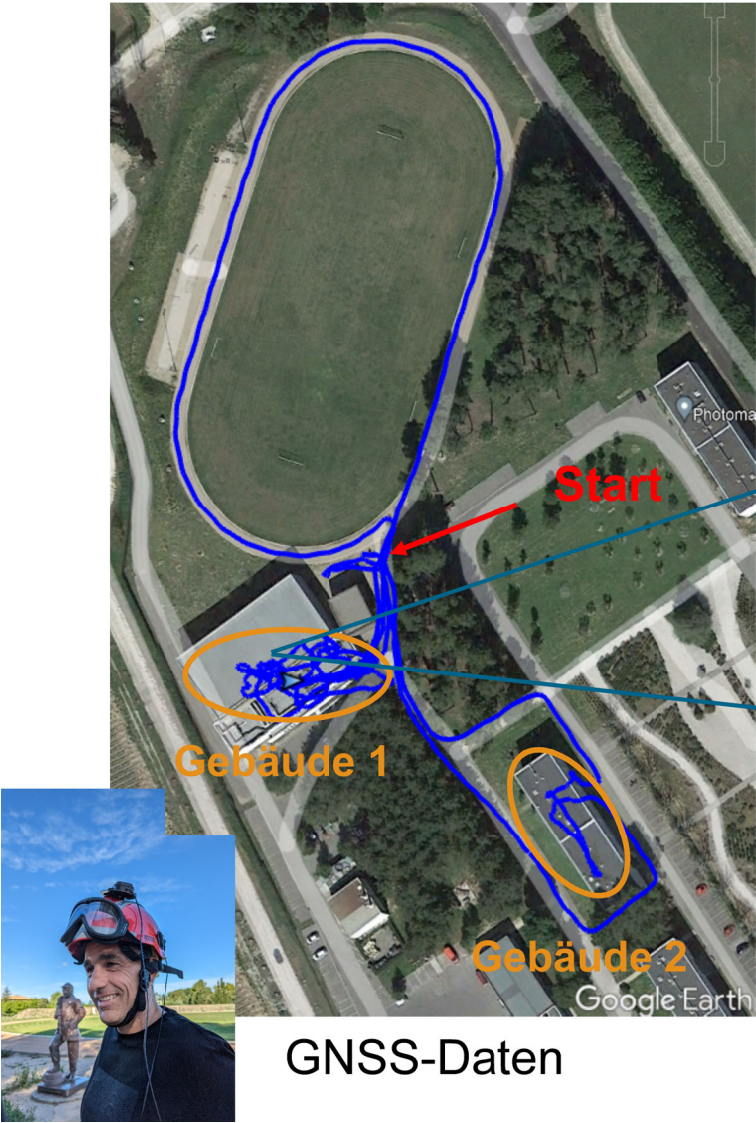
Zwei Versionen des Tools:

1. GNSS-tool mit fixierter Antenne an der Frontscheibe
2. Ein Ersthelfer mit GNSS-Tool steigt in den Helikopter ein, Antenne ist am Helm befestigt



Das Dach und der Motor hatten nur wenig Genauigkeit

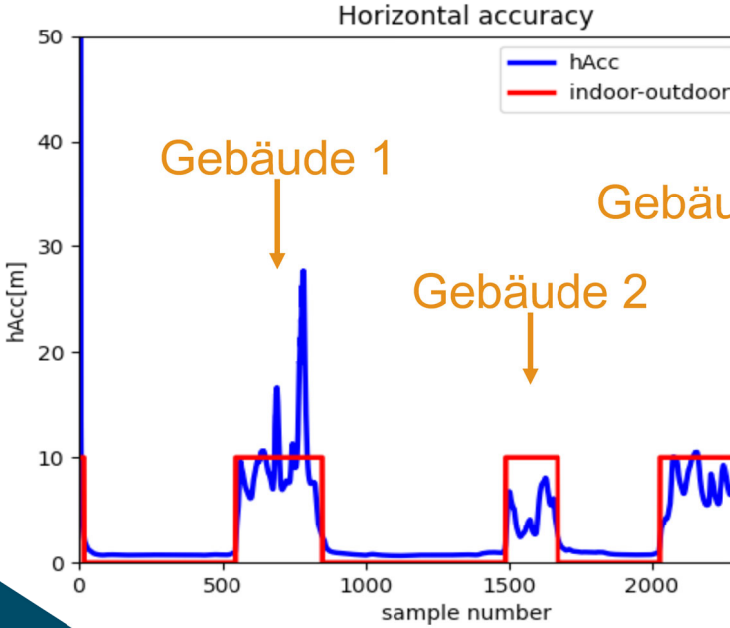
RESCUER: Indoor/Outdoor-Detektion und Sensor Fusion



Gebäude 1



NavShoe-Daten

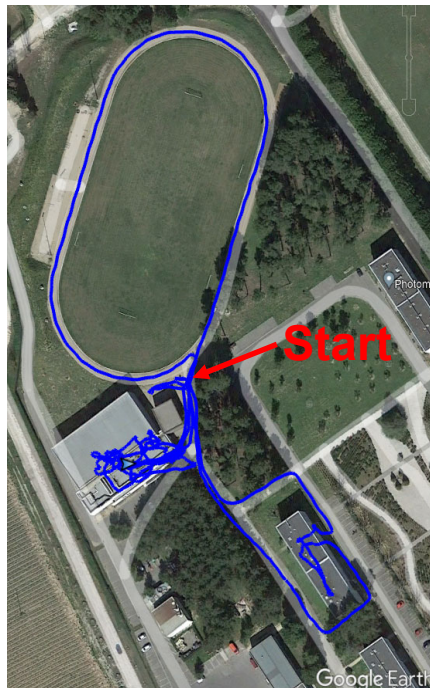


Indoor/Outdoor ist sehr gut zu e

Zusammenführung Indoor/Outdoor

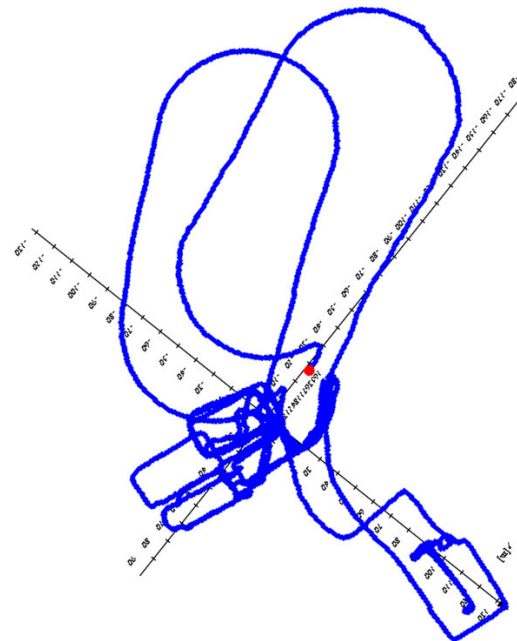
GNSS, NavShoe and FootSLAM

GNSS



+

NavShoe



=

FootSLAM



Live-Demo



Danke!

Fragen?

