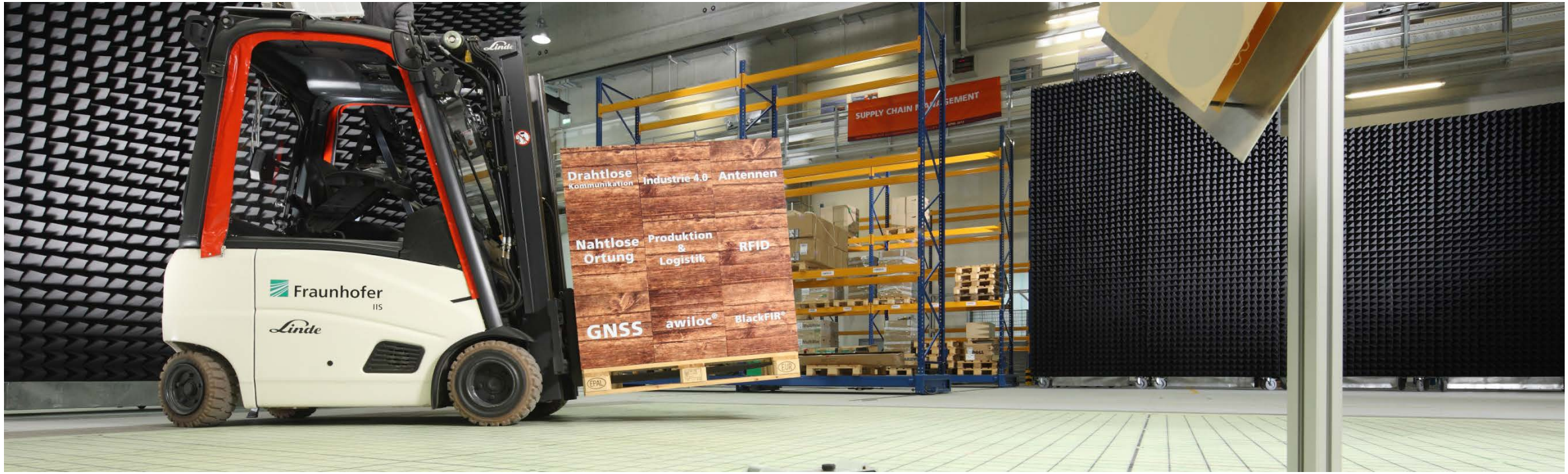
5G IM DIALOG

IN- UND OUTDOOR-LOKALISIERUNG: HYBRID POSITIONING MIT KOMBINIERTEN GNSS- UND 5G-SIGNALEN

Fraunhofer IIS, 10.03.2021

Jochen Seitz



© Fraunhofer IIS/Kurt Fuchs

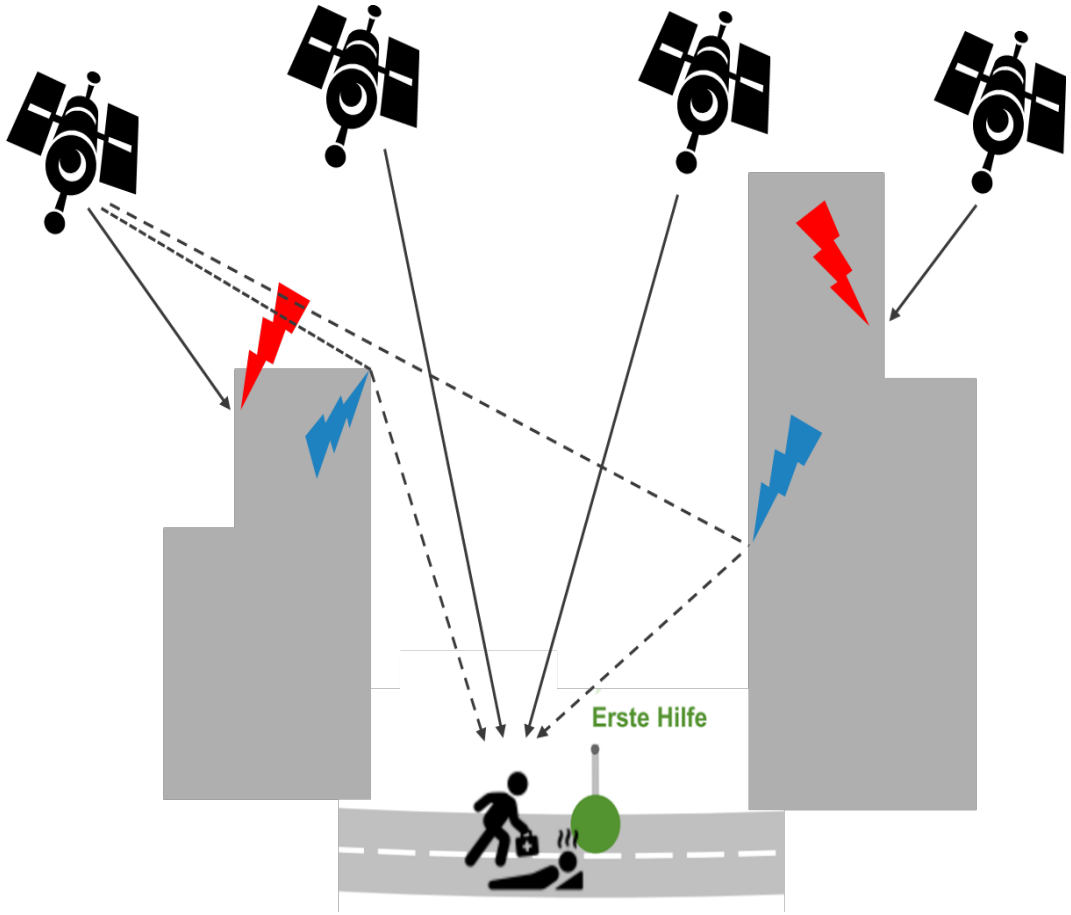
© Fraunhofer

Fraunhofer IIS

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen
Motivation

- Herausforderungen für die Funklokalisierung:
  - Abschattungen von Signalpfaden
    → Zu geringe Anzahl an ankommenden Signalen
  - Reflektierte oder gestreute Signalpfade:
    → Längere Signallaufzeiten
    → Große Fehler in der Positionsschätzung

"Time-of-F/Light" 1*ns* = 30*cm*



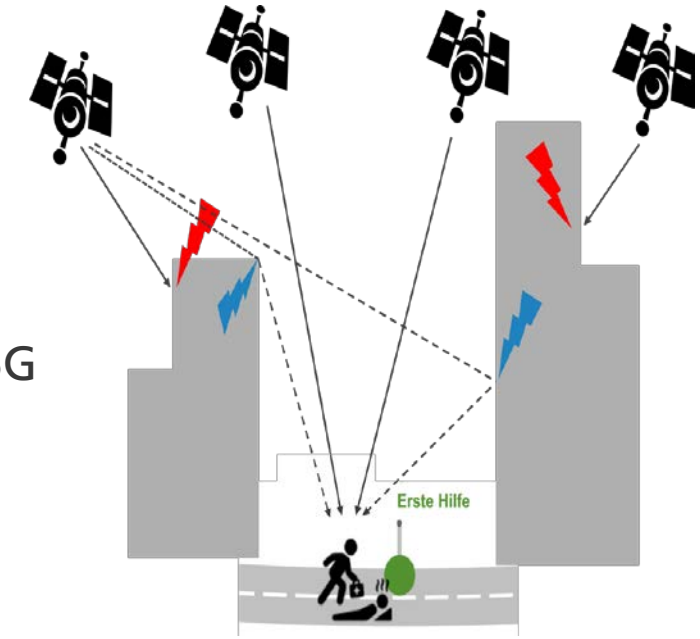
© Fraunhofer

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Fragestellung und Lösungsansatz

- **Fragestellungen**:
  - Wie kann man die Signalausbreitung erfassen und mit in die Lokalisierung einbeziehen?
  - Wie kann die Genauigkeit in herausfordernden Umgebungen zuverlässig erhöht werden?
  - Wie können robuste Lokalisierungssysteme realisiert werden?
- Unser Lösungsansatz für **Hybrid Positioning**:
  - Grundlagen schaffen durch Simulation der Funksignale und Tests
  - Hybride Sensorsysteme mit heterogenen Signalen, z. B. GNSS und 5G
  - Hybride Methoden mit
    - datengetriebenen Ansätzen (Machine Learning) und
    - Klassischen (Bayeschen-) Filtern für die Lokalisierung

"Time-of-F/Light" 1*ns* = 30*cm*



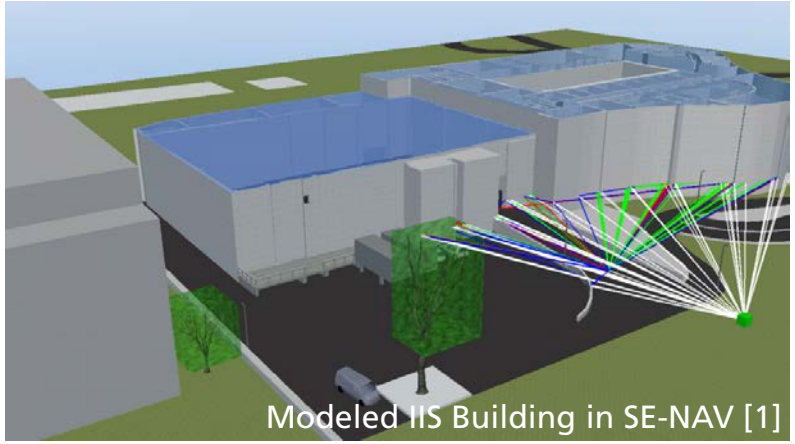
© Fraunhofer

Fraunhofer IIS

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Simulationsplattform für Hybrid Positioning

- Grundlagen schaffen durch Simulation der Funksignale:
  - 3-D Umgebungsmodelle + Materialeigenschaften
  - Ray-Tracing der Signale mit LoS (weiß), Reflektionen (rot), Streuung (blau) und Transmission (grün)
  - Unterstützte Signale:
    - GNSS (GPS, Galileo)
    - 5G (FR1 PRS, SRS)
    - Optional: WLAN, UWB
- Test & Analyse durch Kombination von Simulation, Emulation und Produkte


Modeled IIS Building in SE-NAV [1]

[1] Lukcin et al. (submitted for ICL-GNSS 2021) A combined Ray Tracing simulation environment for hybrid 5G and GNSS positioning

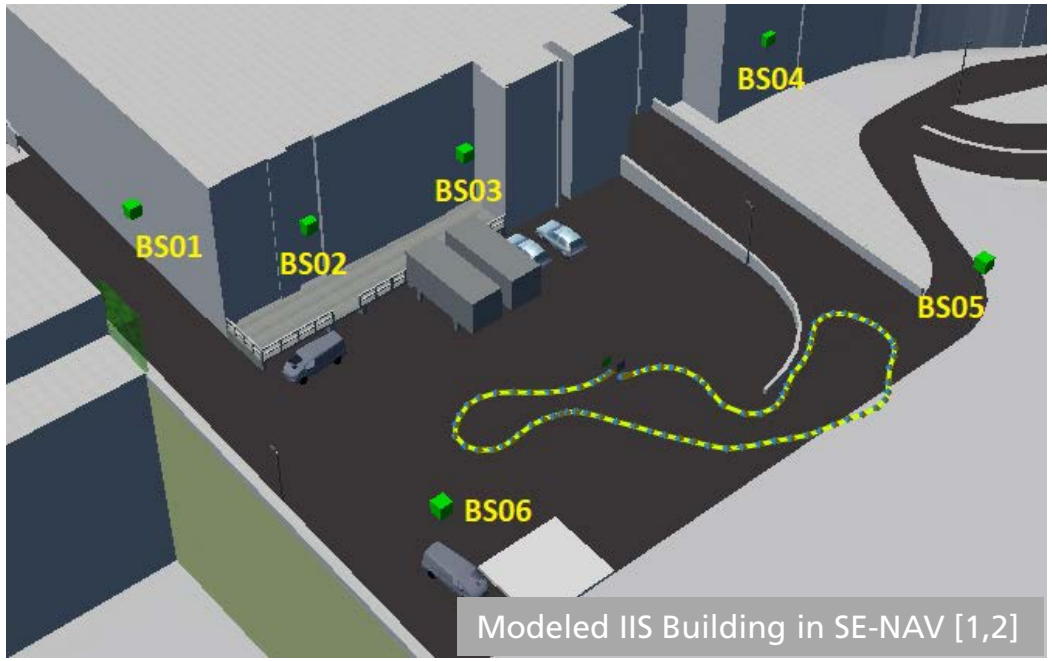
© Fraunhofer

Fraunhofer IIS

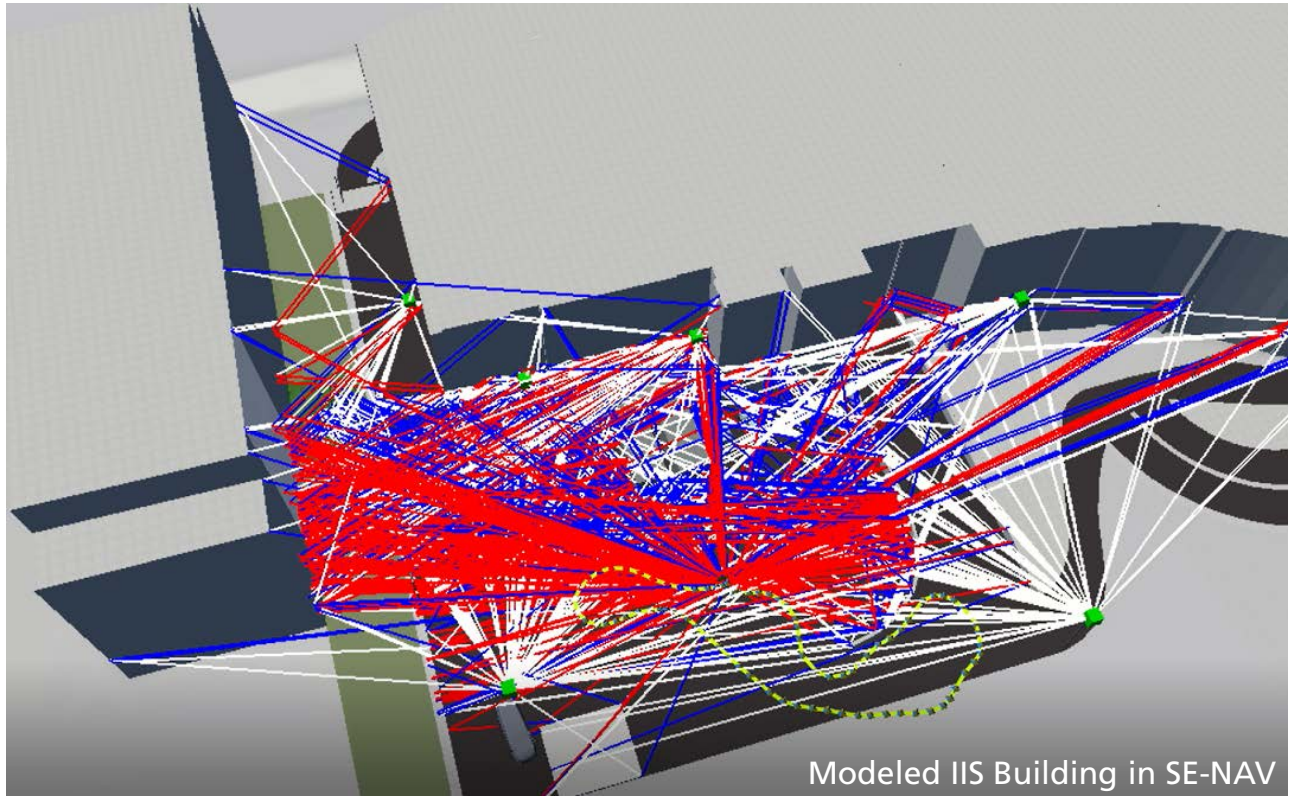
In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Simulationsplattform für Hybrid Positioning

- Beispielszenario mit sechs 5G Basisstationen: LoS (weiß), Reflektionen (rot) und Streuung (blau)



Modeled IIS Building in SE-NAV [1,2]


Modeled IIS Building in SE-NAV

[1] Lukcin et al. (submitted for ICL-GNSS 2021) A combined Ray Tracing simulation environment for hybrid 5G and GNSS positioning

[2] Mata et al. *(ION GNSS+ 2020)* Preliminary Field Trials and Simulations Results on Performance of Hybrid Positioning Based on GNSS and 5G Signals

Fraunhofer IIS

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Pipeline Hybrid Positioning (Methoden)

- Pipeline Hybrid Positioning (Methoden):

© Fraunhofer

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

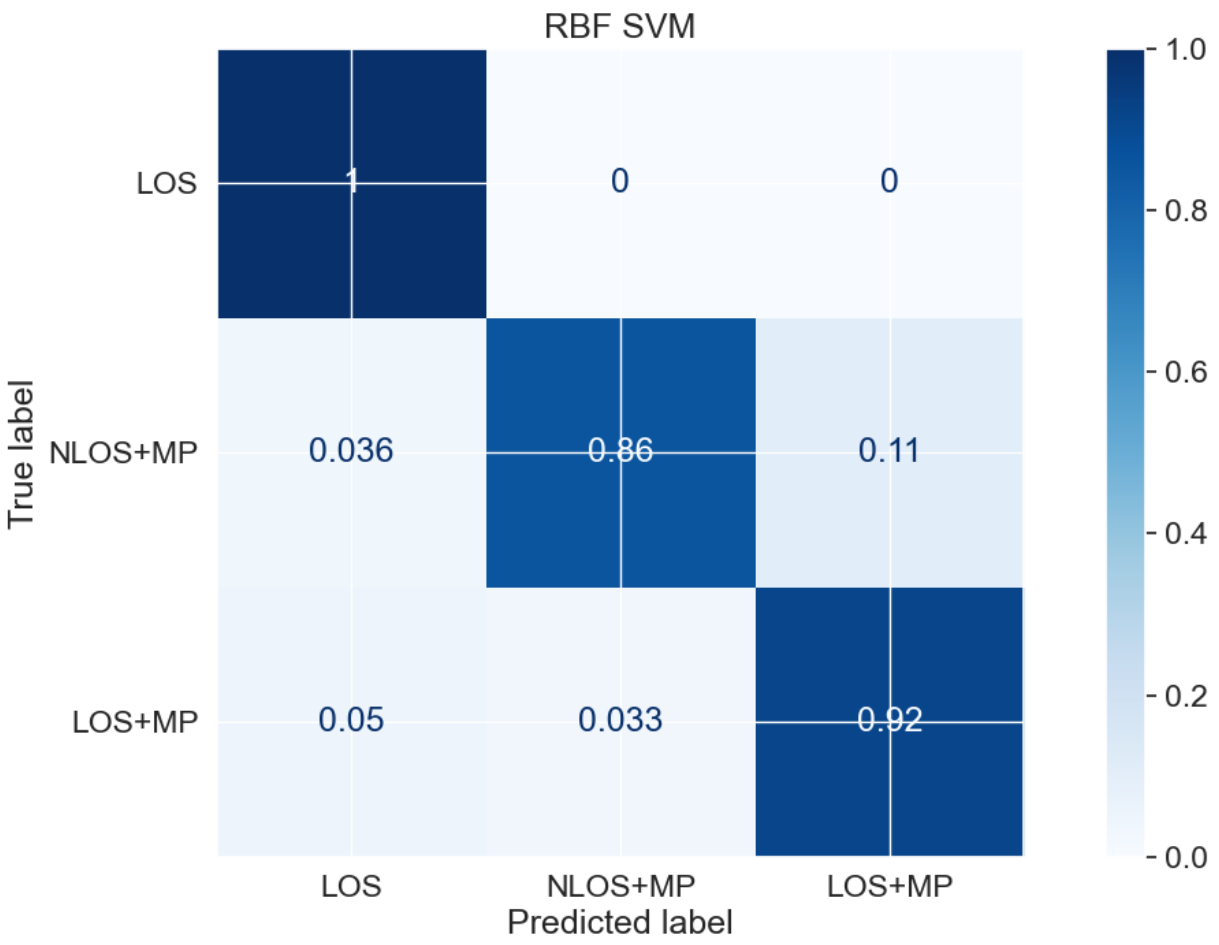
Pipeline Hybrid Positioning (Methoden)

Anomalien erkennen (Integrity Monitoring - RAIM, ML)

- Erste Simulationsergebnisse für GNSS:
  - Unterscheidung:
    - Line-of-Sight (LOS)
    - Non-Line-of-Sight (NLOS) + Mehrwegeausbreitung (MP)
    - LOS + MP

→ Klassifikation möglich

→ Thema der aktuellen Forschung am IIS [1,2]



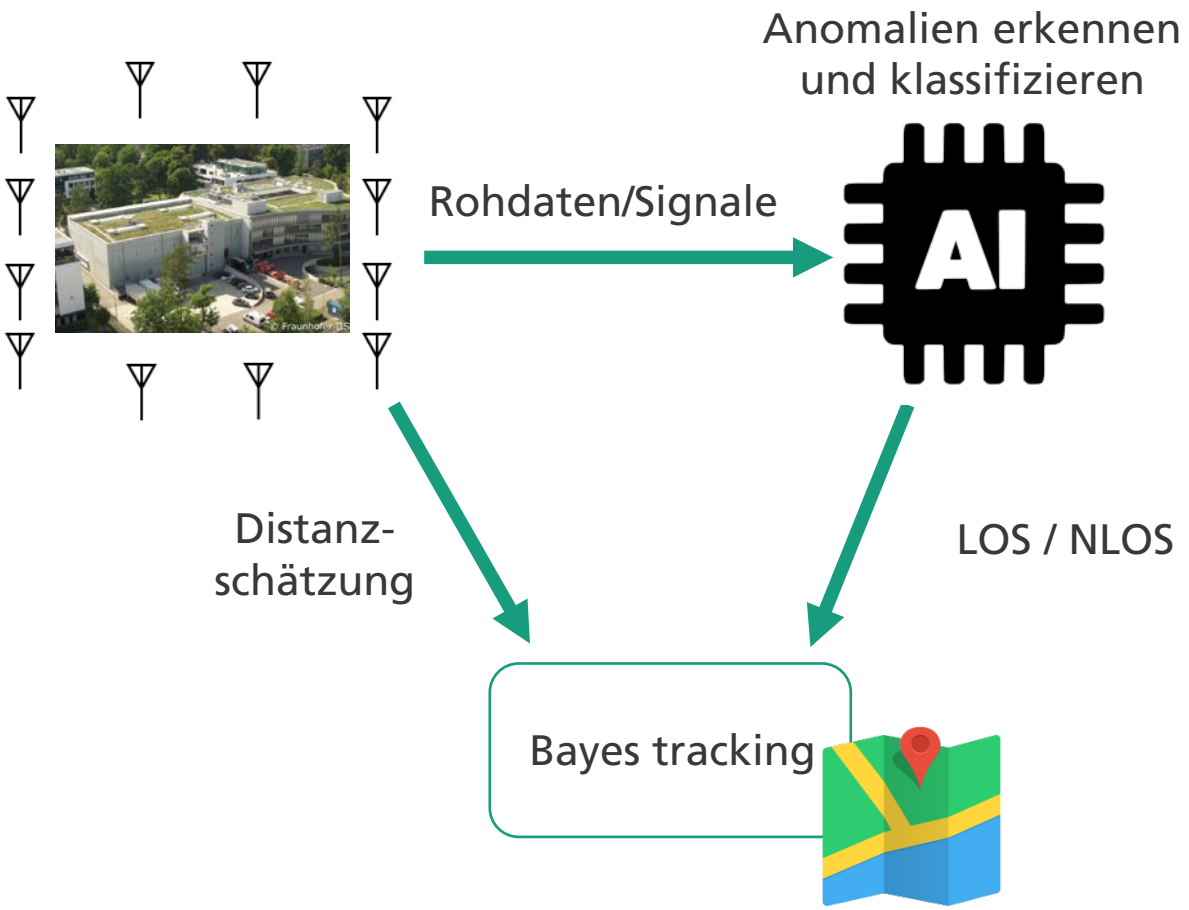
[1] Stahlke et al. (2020) NLOS detection using UWB Channel Impulse Responses and Convolutional Neural Networks

[2] Lukcin et al. (submitted for ICL-GNSS 2021) A combined Ray Tracing simulation environment for hybrid 5G and GNSS positioning

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Pipeline Hybrid Positioning (Methoden)

- Hybrid Positioning (Methoden)
  - Klassische (Bayes-) Filter für die Lokalisierung
  - Mit zusätzlichen Informationen anreichern (LOS/NLOS)
  - Gewichtung von Messungen je nach Signalqualität
- Hybrid Positioning (Sensorsysteme)
  - Für alle Signalarten (GNSS, 5G)



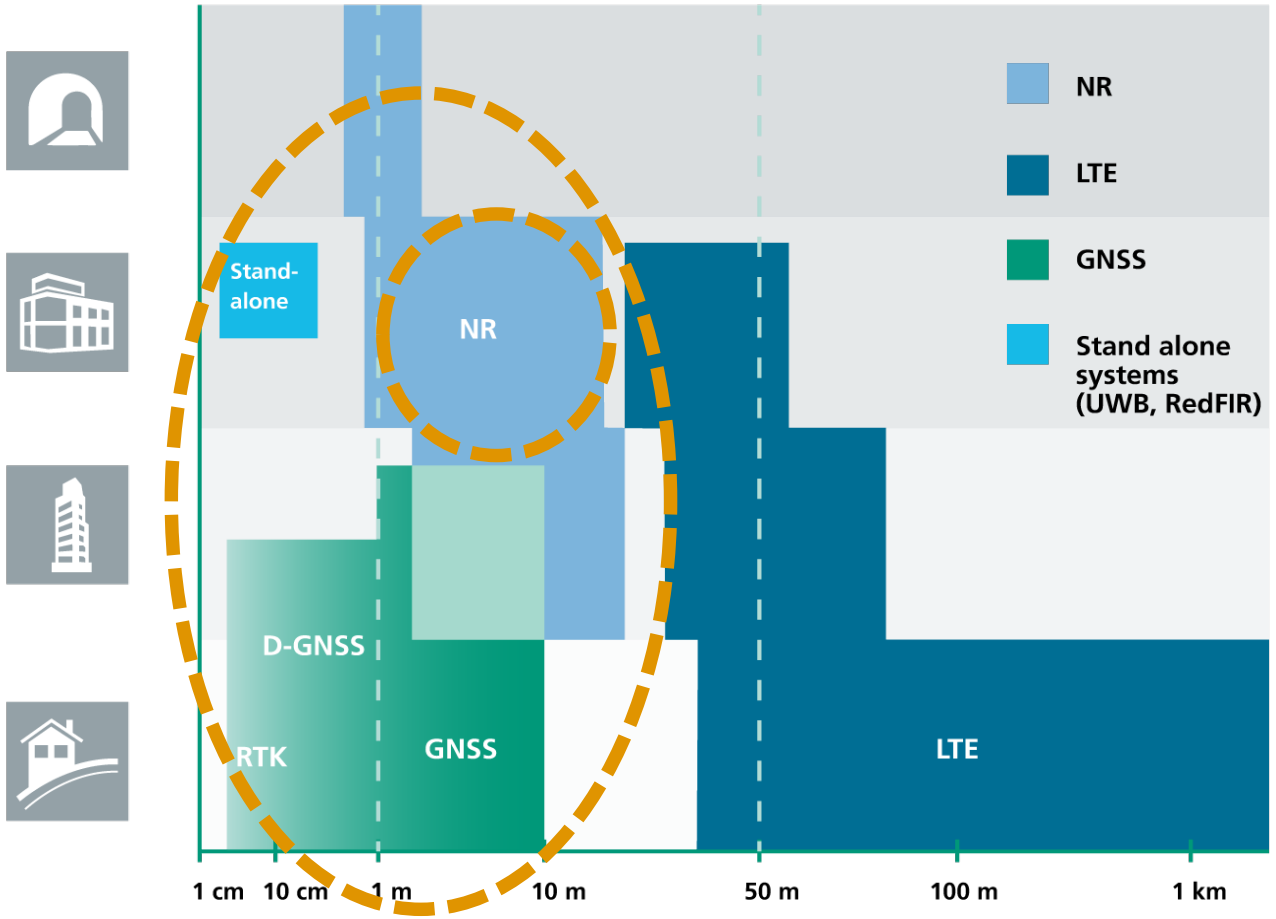
[1] Stahlke et al. (2020) NLOS detection using UWB Channel Impulse Responses and Convolutional Neural Networks

© Fraunhofer

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Pipeline Hybrid Positioning (Sensorsysteme)

- Potential für präzise Lokalisierung durch Kombination von Systemen mit hoher Genauigkeit:
  - Standalone (UWB, WiFi) → indoor
  - 5G (New Radio) → indoor/outdoor
  - GNSS (Galileo, GPS) → outdoor

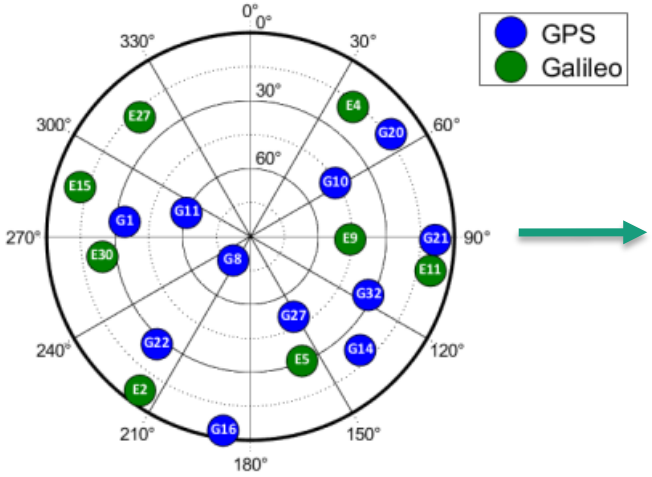


© Fraunhofer
Fraunhofer IIS

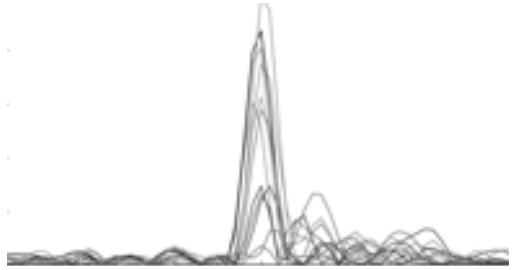
In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Pipeline Hybrid Positioning (Sensorsysteme)

GNSS



5G, UWB, etc.



Signale, z. B. Kanalimpulsantworten

Anomalien erkennen (Integrity Monitoring - RAIM, ML)

Anomalien erkennen und klassifizieren

LoS

NLoS

LoS

NLoS

Hybrid Positioning (Sensorsysteme)

© Fraunhofer

Fraunhofer IIS

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen
Anwendungsgebiete

- Anwendungsgebiete
  - Indoor-Outdoor-Szenarien
    - Firmengelände
    - Innenstädte
  - Simulation von Verteilungen (Campus-Netze)

- Anwendungsgebiete
  - Herausfordernde Outdoor-Szenarien
    - Lokalisierung von Drohnen
    - Lokalisierung & Steuerung von Maschinen
    - Unterstützung bei Rettungseinsätzen

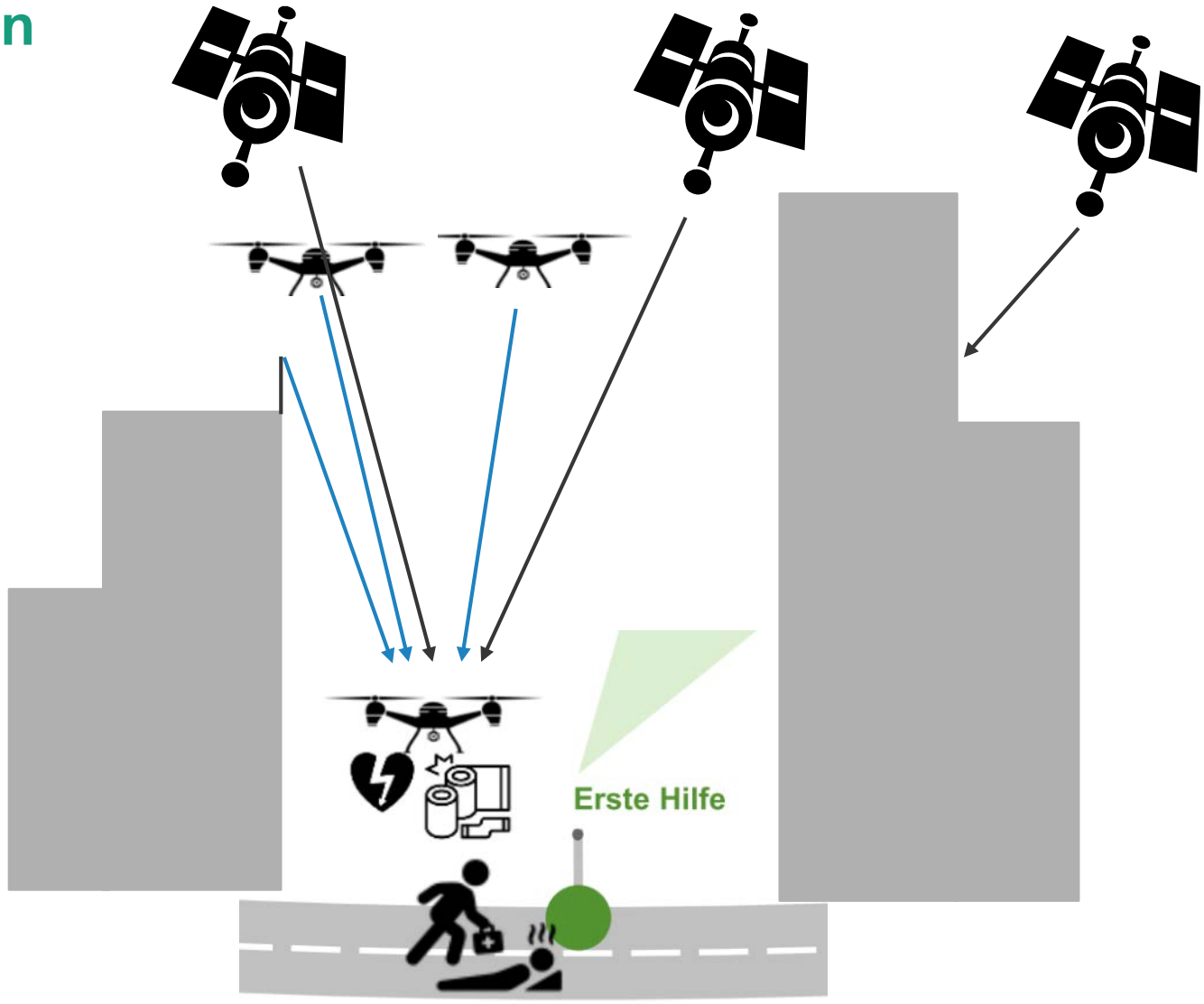
5G: Stadt. Land. Leben retten (5G-Innovationswettbewerb des BMVI)

© Fraunhofer

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Anwendung Lokalisierung von Drohen

- Hybride Lokalisierung der Drohnen mit GNSS- und 5G-Signalen:
  - Höhere Verfügbarkeit auch bei Abschattung einzelner Signale
  - Höhere Genauigkeit durch Fusion
- Hybride Lokalisierung von Personen und Einsatzkräften
  - Drohne als mobile Basisstation oder
  - Drohne mit Sidelink (UWB/5G) für lokal und temporär erhöhte Genauigkeit

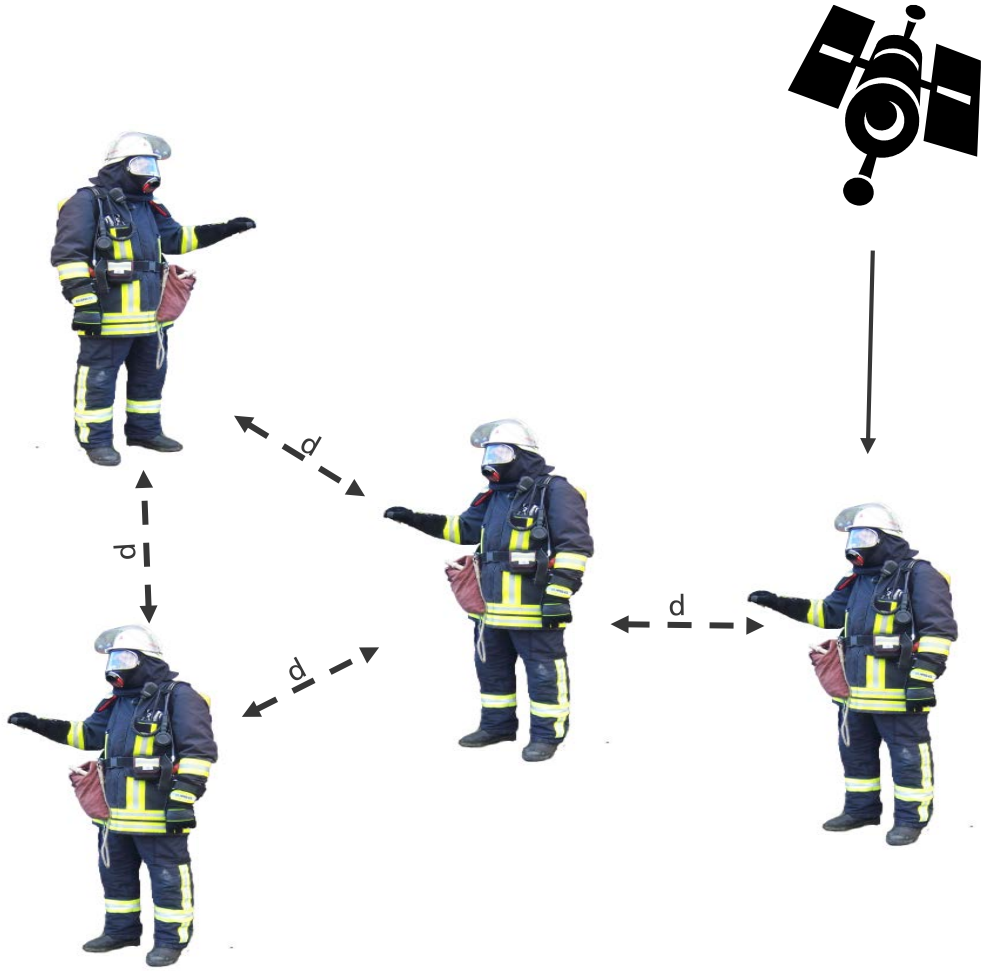


© Fraunhofer
Fraunhofer IIS

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen

Unterstützung bei Rettungseinsätzen

- Globale Ortung über GNSS + 5G
- Lokale Ortung über Distanzmessungen zwischen Einsatzkräften → Sidelink-Ranging (UWB, später 5G)
- Vorteile:
  - keine lokale Infrastruktur notwendig
  - Lagebild jederzeit bekannt
  - Ortung innerhalb und außerhalb von Gebäuden

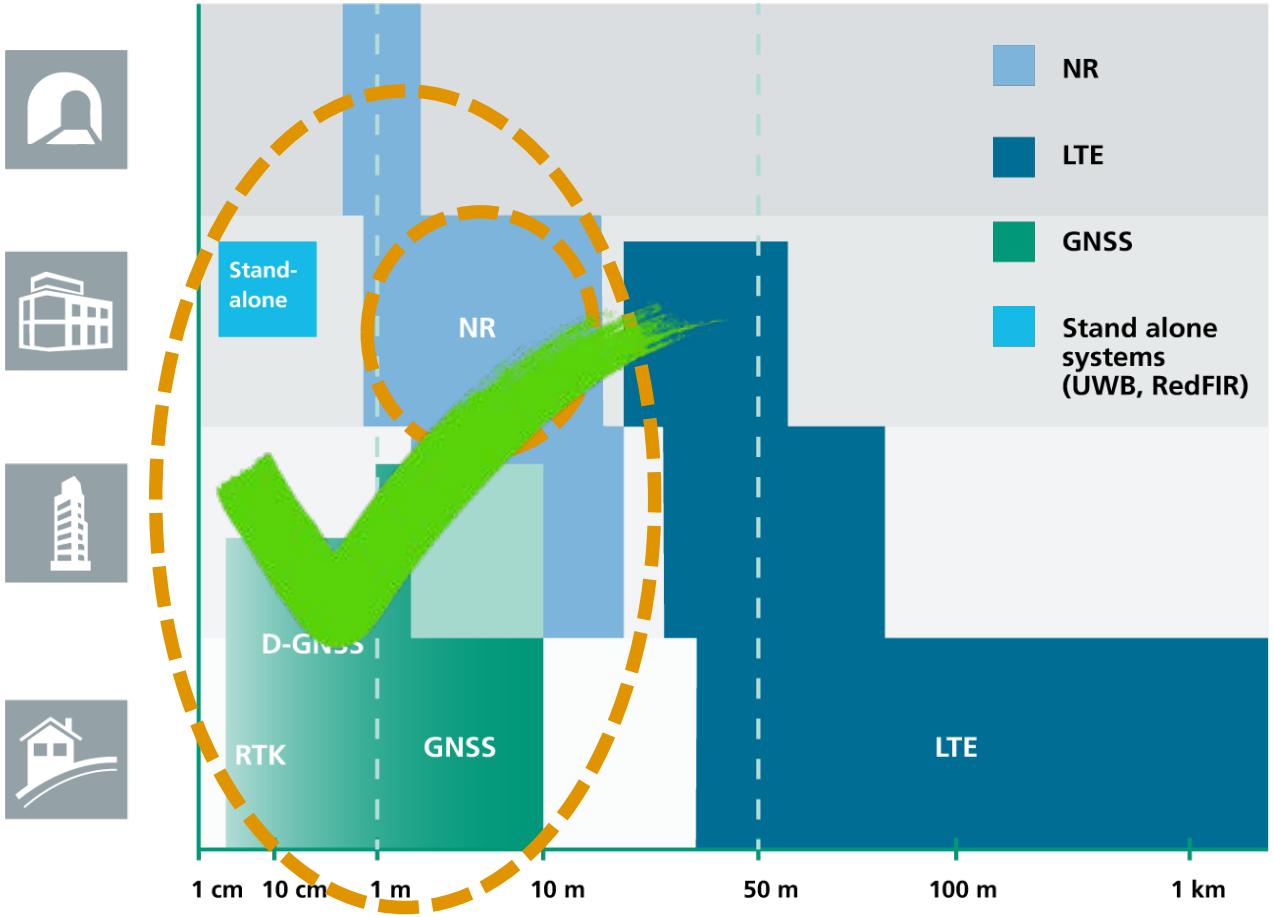


© Fraunhofer

Fraunhofer IIS

5G-Dialog

In- und Outdoor-Lokalisierung: Hybrid Positioning mit GNSS- und 5G-Signalen



Vielen Dank!

Dipl.-Ing. Jochen Seitz

Geschäftsfeldkoordinator
Data Analytics & Machine Learning

Gruppenleiter Hybrid Positioning & Information Fusion

jochen.seitz@iis.fraunhofer.de

© Fraunhofer

Fraunhofer IIS