Fusion multimodaler Positionsdaten zur Ortung und Navigation in übergreifenden Mobilitätsketten durch allgegenwärtige Technologien

B. Kotterba, F. Bintakis, M. Lieboner, S. Ritter, L. Schmidt [1]
J. Muschiol, D. Albrecht, K. Gutberlet[2]

[1] iAQ Institut für Assistenzsysteme und Qualifizierung, Heidelberg
[2] Netzfactor GmbH, Bochum

gefördert durch

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bericht aus dem Projekt: COMPAGNO

Deutsches Rotes Kreuz

caritas

minos sicherheitstechnik GmbH

[NETZFACTOR] < the data engineers />

iAQ

BauWohnBeratung

Übersicht

- Aktueller Stand der Technik
- Schwächen & Genauigkeiten von Ortungsverfahren
- Schritterkennung
- Fusion multimodaler Positionsdaten
- Anwendungsszenario
- Ergebnisse

Technologischer Stand

- Rapide ansteigende Allgegenwärtigkeit von Technologie
- Internet der Dinge
- Verbreitung smarter Endgeräte
  - 3,2 Millionen verkaufte Tablet-PCs in 2012
  - 34% aller Deutschen haben ein Smartphone
- Mobiler Datenzugriff mittels Funktechnologie
  - Evolution der Standards: 2G, 3G, 4G, 5G

Technologischer Stand

- Vielzahl von Sensoren und Empfängern in mobilen Endgeräten

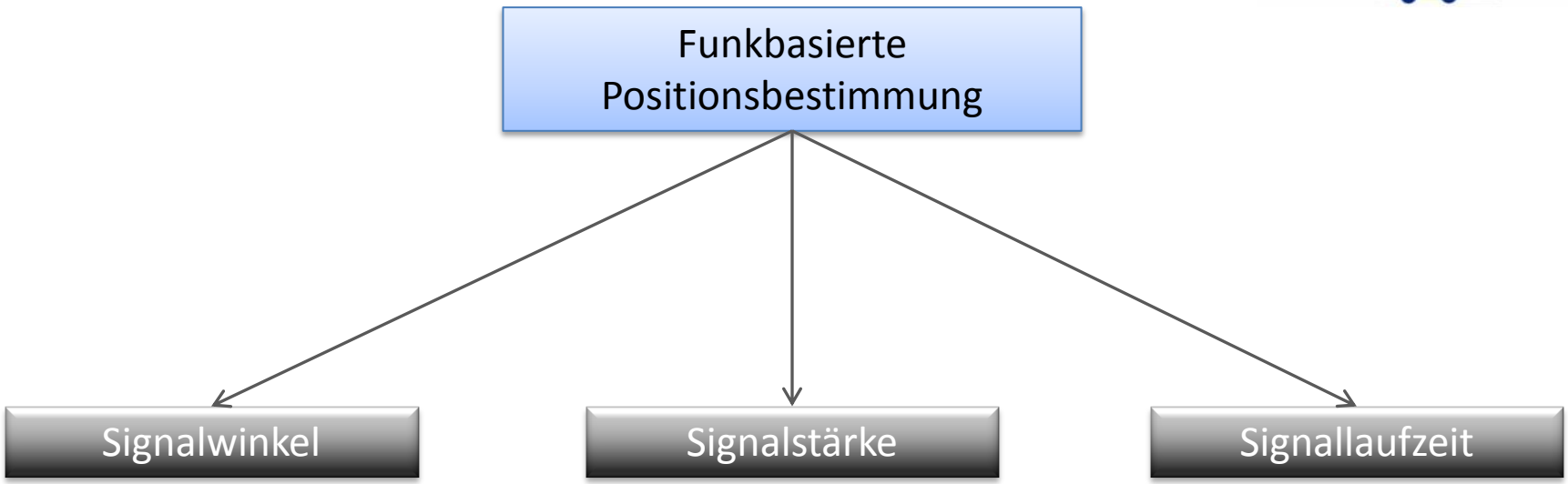
- Näherungssensor
- Lichtsensor
- Kamera
- NFC
- Magnetfeldsensor/Kompass
- Accelerometer
- Gyroskop
- Barometer
- Telefonie
- WiFi
- GPS

Unterstützende Informationen zur Ortung

Verfügbare Location Based Information (LBI):

- Kartendaten (z.B. OpenStreetMap)
- Fahrpläne des ÖPNV
- Bewegungsmuster
- Lokale barometrische Daten
- NFC Tag-Koordinaten
- Fingerprint-Maps
- Cell-ID- und BSSID-Geokoordinaten
  (systemintern von Mobilfunkzellen & WiFi-Ortung verwendet)

Funkbasierte Ortungsverfahren



Herausforderung: GPS Ungenauigkeiten

Ursache	Verschlechtert das Signal um bis
Störungen durch die Ionosphäre	bis zu 14 m
Störungen durch die Troposphäre (ZHD Komponente)	~ 2,3 m
Störungen durch die Troposphäre (ZWD Komponente)	~15 cm
SA (selective availability) (Abgeschaltet seit 2000)	100 m

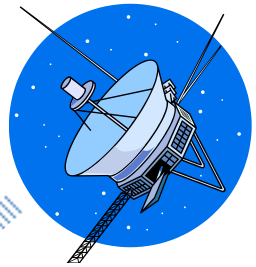
Quelle:

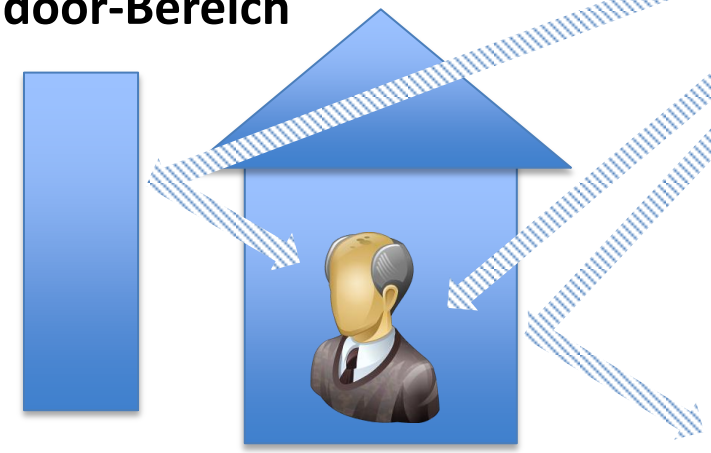
http://iono.jpl.nasa.gov/waas.html

Schwächen von Ortungsverfahren

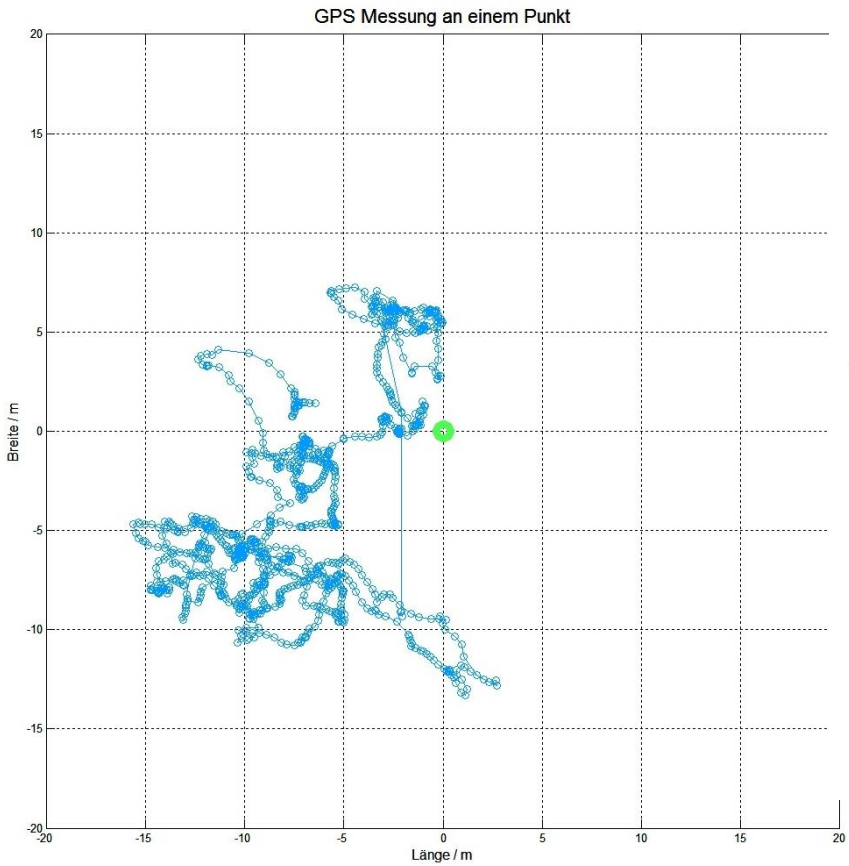
Navigation erfordert verlässliche Positionsbestimmung

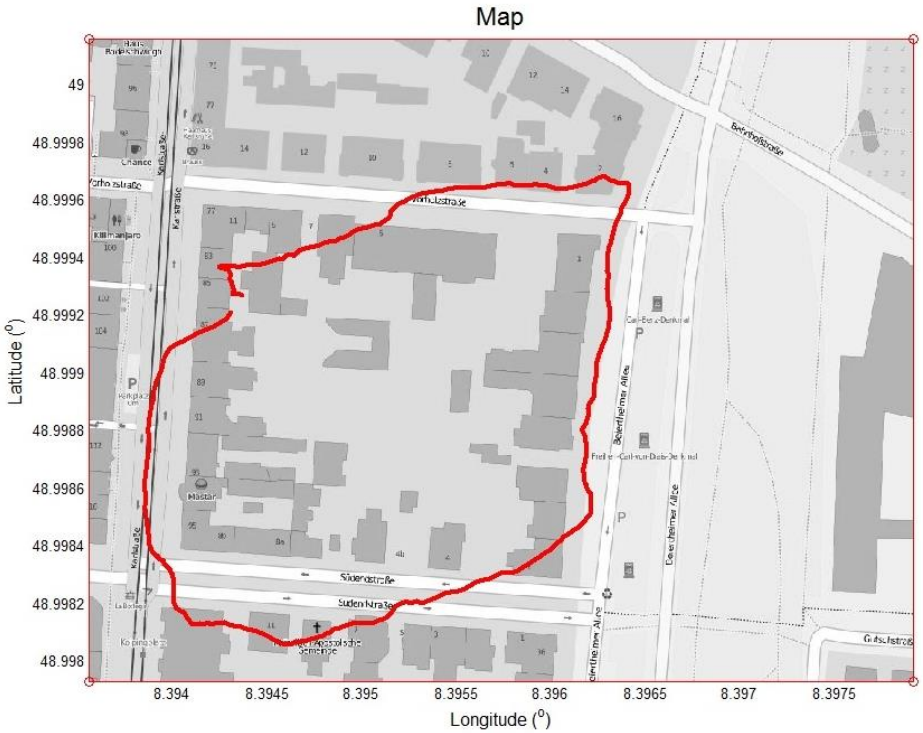
- GPS
  - Für optimale Ergebnisse werden **zusätzliche Informationen** benötigt (A-GPS, Barometer, etc.)
  - **Ungehinderter Datenempfang** von Satelliten erforderlich
  - **Abschattungen** und **Reflexionen** durch Bebauung, Gelände, Wald
  - Kein Einsatz im **Indoor-Bereich**



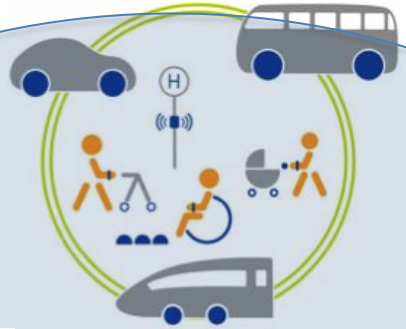


Gemessene GPS-Genauigkeiten





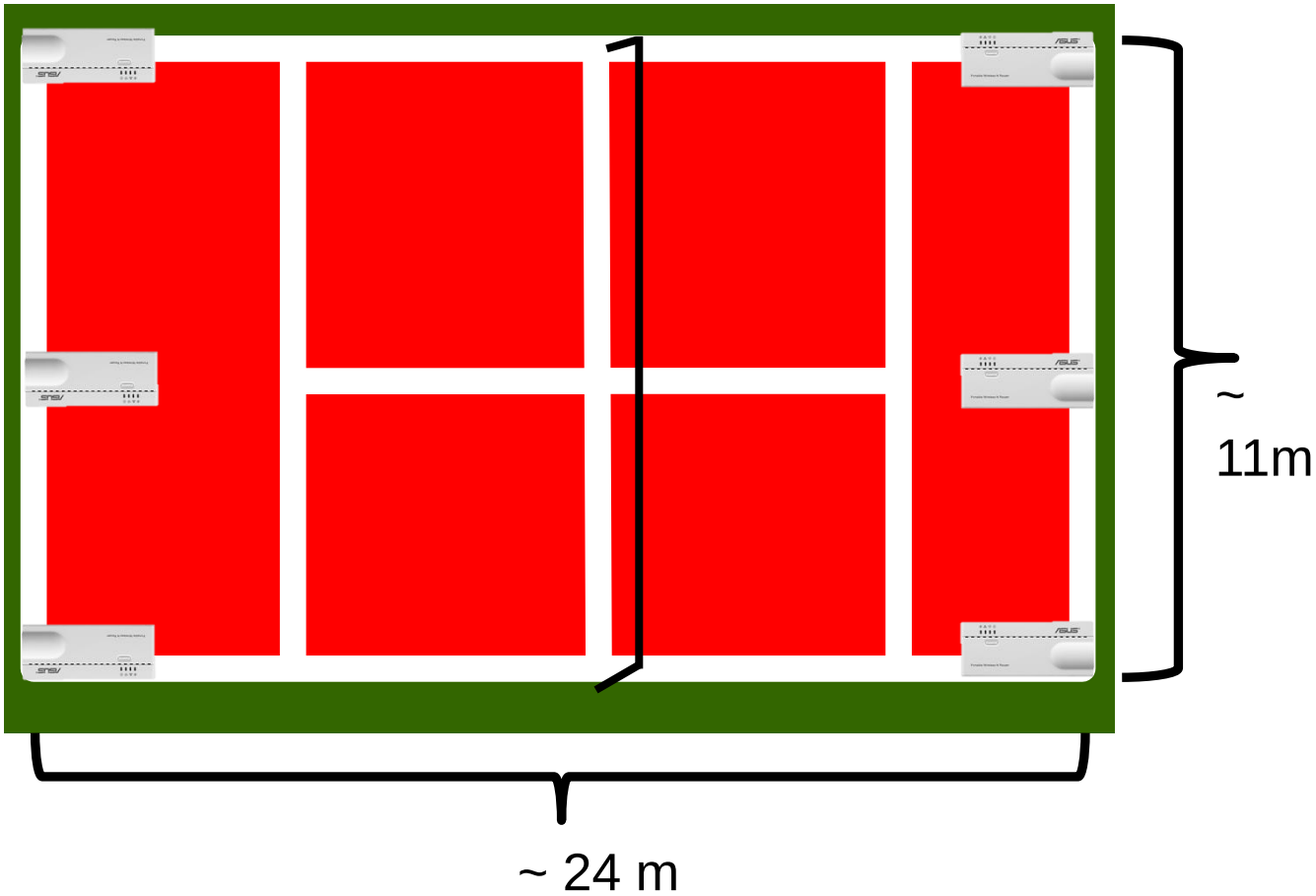
Schwächen von Ortungsverfahren



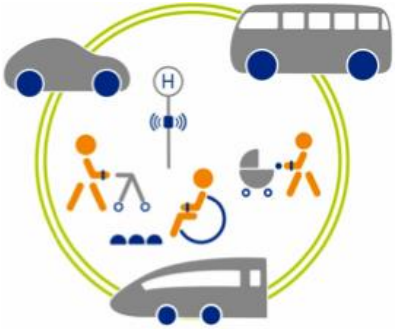
<u>WLAN/Zellortung</u> durch Trilateration:

- **Interferenzen** und Abschwächung der Signale
- Qualität der **Netzabdeckung**
- Geringe **Ortsauflösung**
- Datenbank mit **BSSID-Einträgen muss gepflegt** werden

Feldversuch: Genauigkeit der WLAN-Trilateration

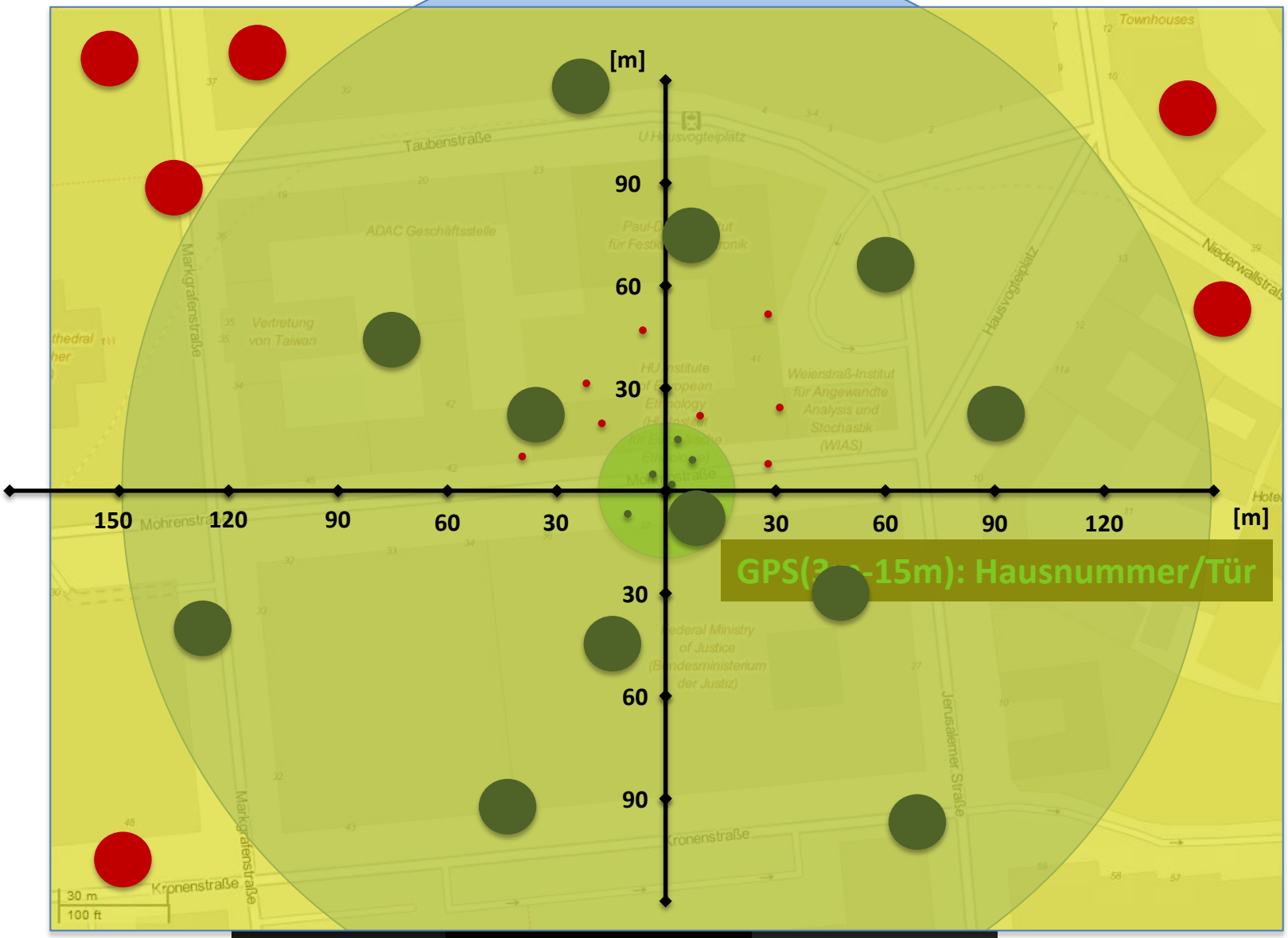


Feldversuch:
Genauigkeit der WLAN-Trilateration



- Fingerprinting
- Kalman Filter
- Trilateration

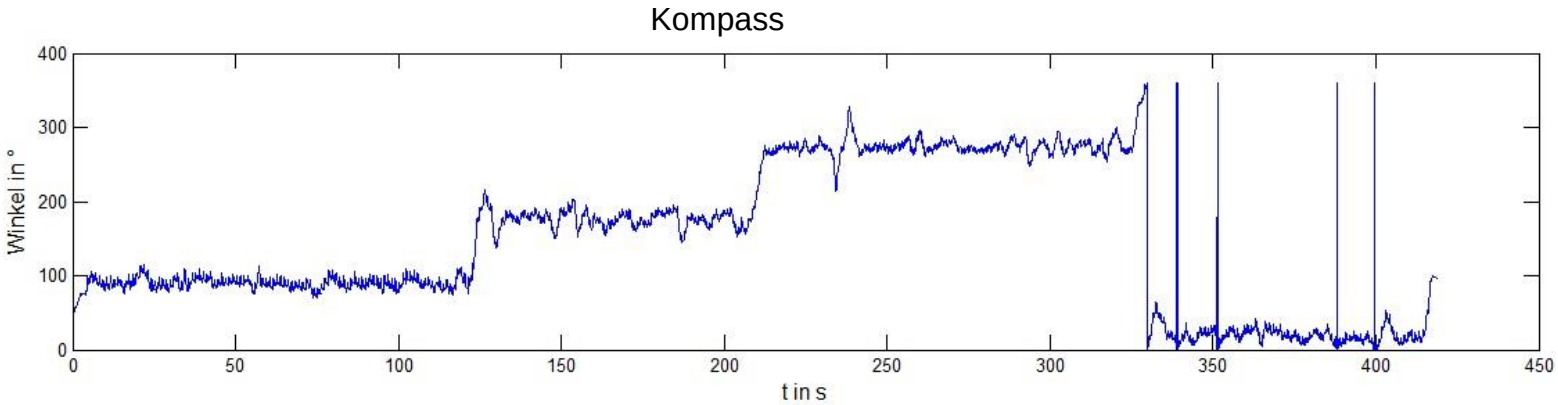
Genauigkeit auf ca. 7,5 Meter konnte nachgewiesen werden

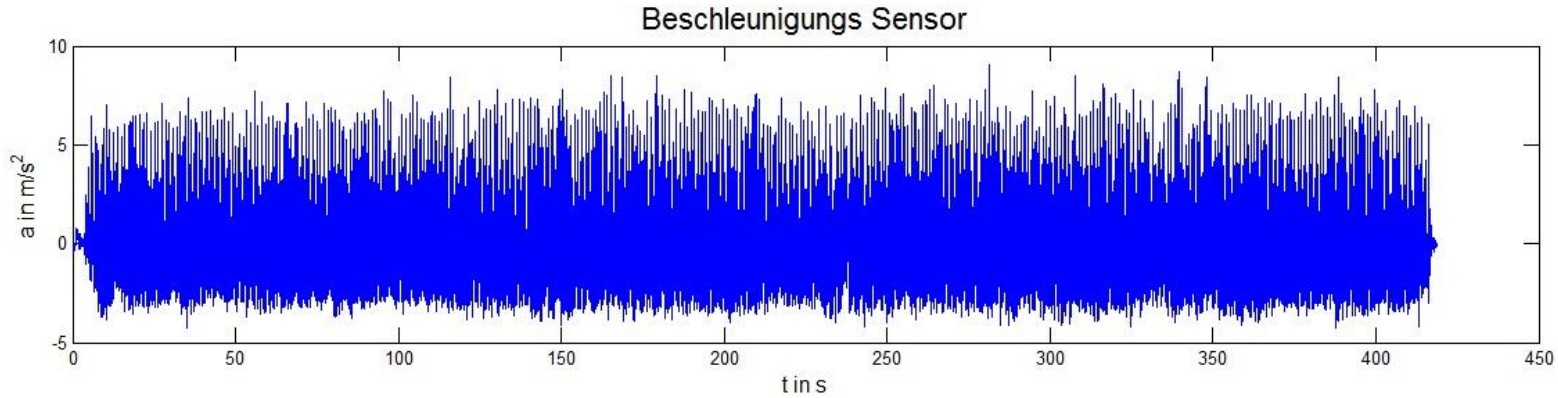


Funkzelle (>100m): Stadt(-teil) : Straße/Block

Nutzung der relevanten Daten, aber nicht mehr **!**

Eine Runde um Block

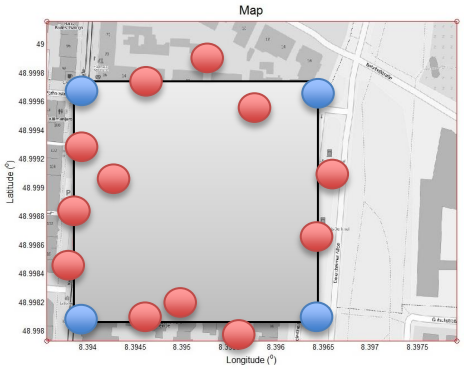




Schrittzählung und Streckenschätzung

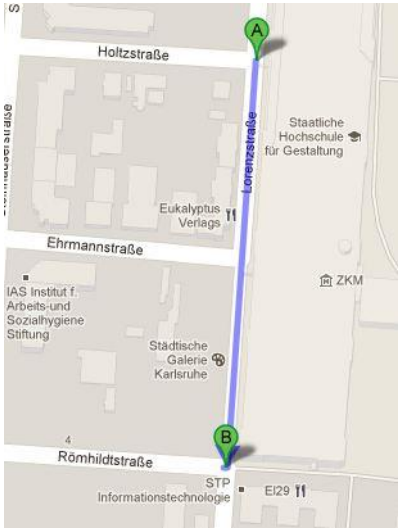
Gemessene und geschätzte Streckenlänge:

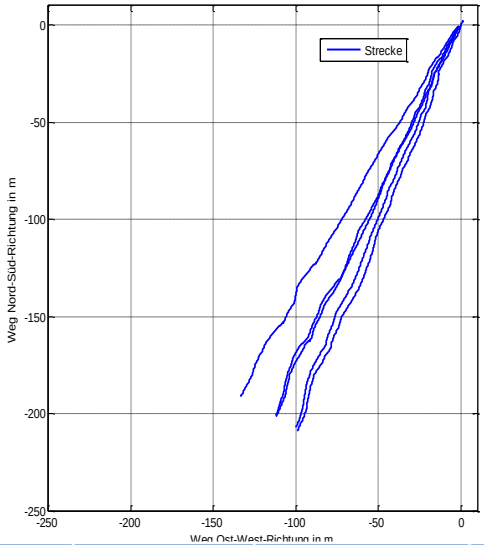
Wiederholung	wdh1	wdh2	wdh3	wdh4	wdh5	std	Mittel
Map	245	245	245	245	245		
GPS Luft	239,72	255,71	239,06	233,04	239,2	8,48	241,35
GPS Track	-	261,93	249,61	237,39	244,32	10,37	248,31
acc+ori	236,68	230,48	230,41	230,17	233,15	2,80	232,18



Orientierung

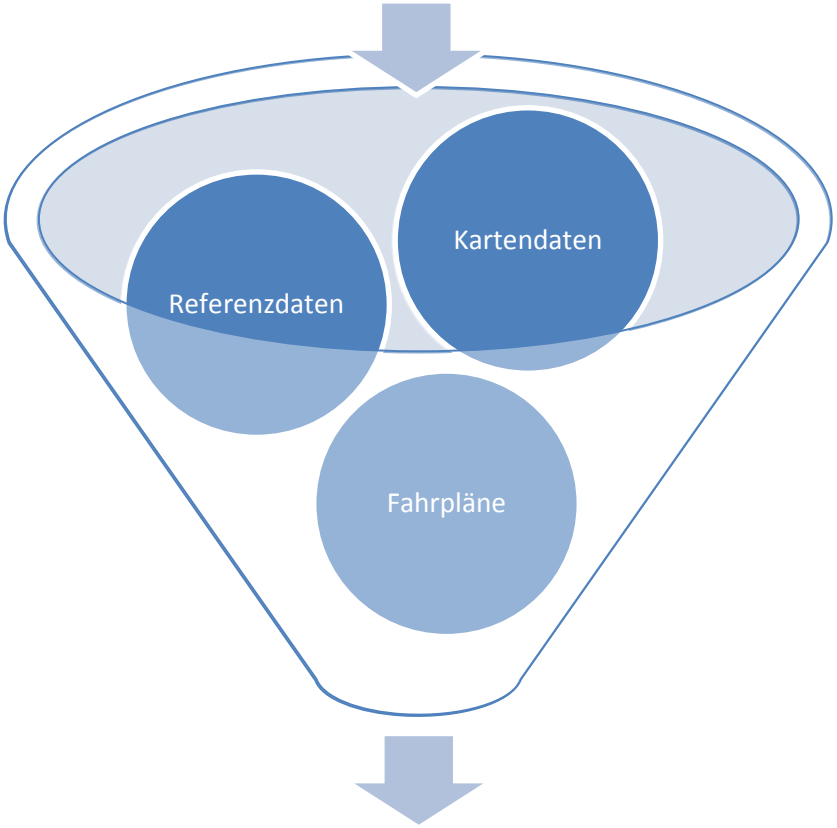
Winkelabweichung über mehrere Wiederholungen





	WDH1	WDH2	WDH3	WDH4	WDH5	Mittel	STD	Real
N → S	205,3°	205,8°	209,1°	209,0°	214,9°	208,8°	3,8241	183,5°
S → N	17,8°	21,3°	25,7°	17,8°	17,9°	20,1°	3,4898	3,5°

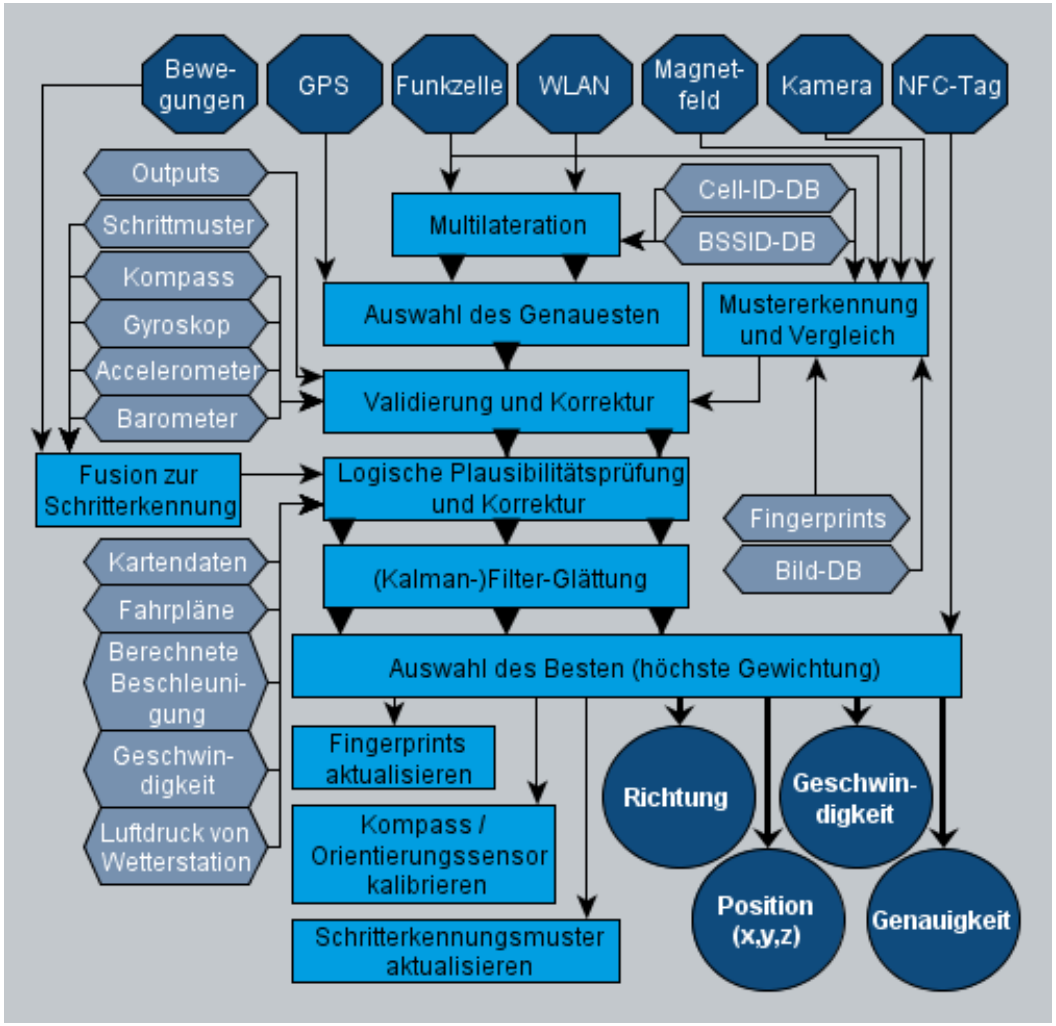
Fusion multimodaler Positionsdaten



Vorläufige Position

Finale Position

Modell



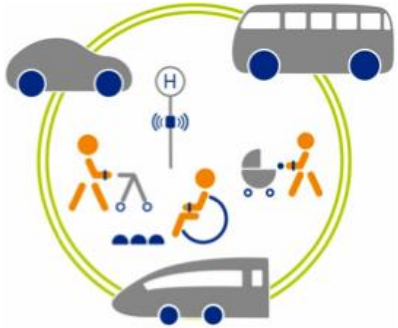
Ausgelöst durch **Trigger-Ereignisse** (*Achtecke*)

werden diverse **Informationsverarbeitungs-** und **Fusionsschritte** (V*ierecke*) unter Einbeziehung

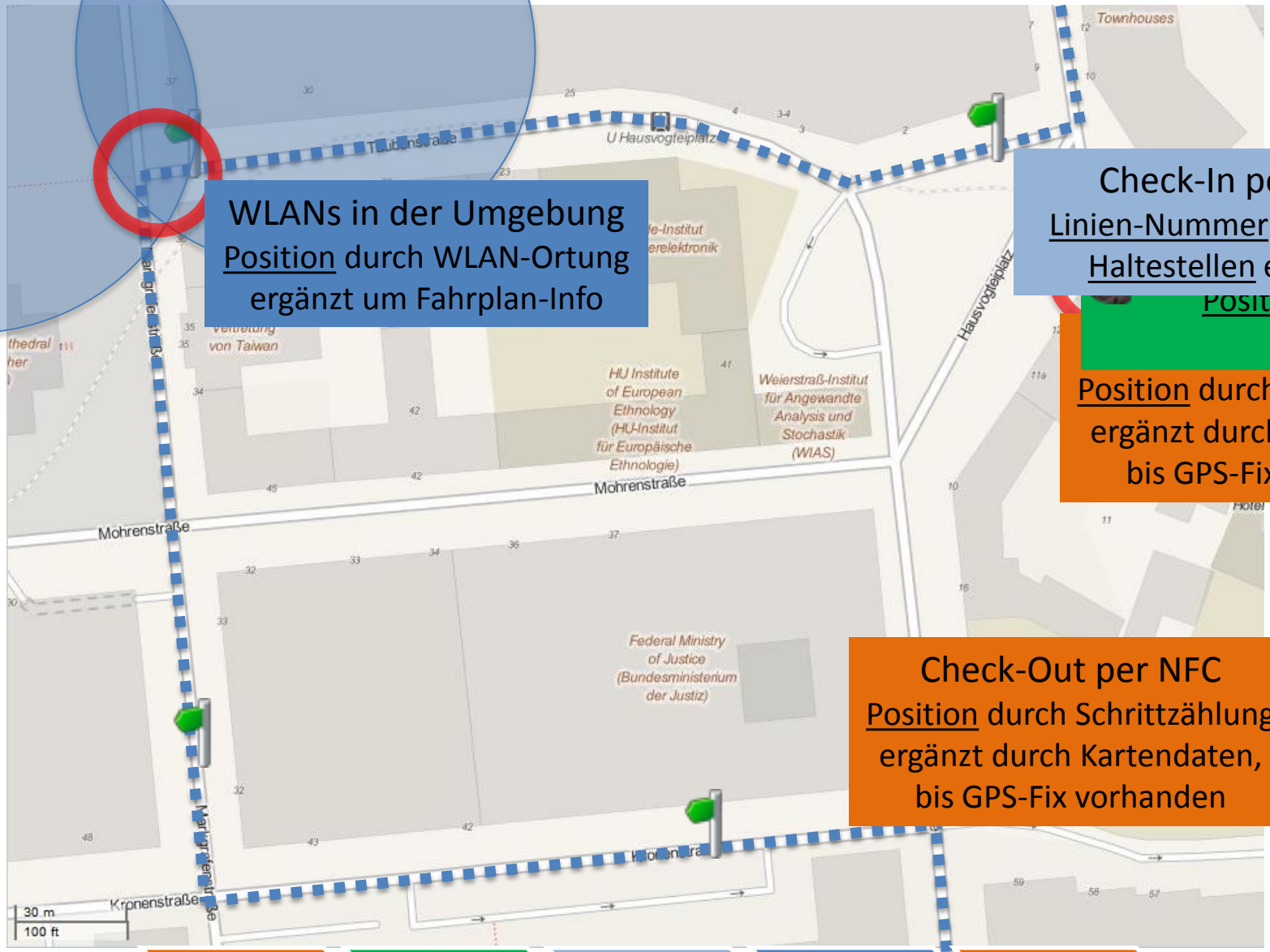
multimodaler Zusatzinformationen (*Sechsecke*) intelligent durchiteriert,

um schließlich die vier Haupt-Outputs „**Richtung**“, „**Geschwindigkeit**“, „**Genauigkeit**“ und „**Position**“ (*Kreise*) zu generieren.

Beispiele der Fusion



Validierung	Plausibilisierung
GPS-Richtungsänderung validiert durch Gyroskop	Bestimmte Winkel mit einer hohen Geschwindigkeit können logisch ausgeschlossen werden
GPS-Geschwindigkeitsänderungen validiert durch Accelerometer	Positionen in Wänden sind nicht möglich
GPS-Richtung validiert durch Kompass	Positionen abseits einer Bus-Route, wenn sicher ist, dass Person sich in dem Bus befindet
Erkannter Schritt validiert durch Bewegungsmuster	Physikalisch unmögliche Beschleunigungen



WLANs in der Umgebung
Position durch WLAN-Ortung
ergänzt um Fahrplan-Info

Check-In per NFC
Linien-Nummer und deren
Haltestellen erhalten

Position durch
GPS

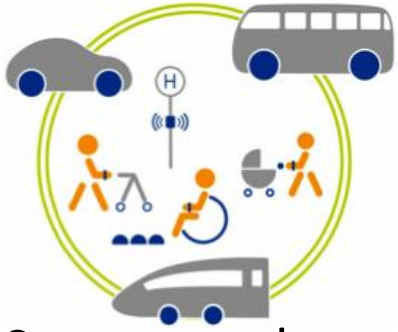
Position durch Schrittzählung
ergänzt durch Kartendaten,
bis GPS-Fix vorhanden

Check-Out per NFC
Position durch Schrittzählung
ergänzt durch Kartendaten,
bis GPS-Fix vorhanden

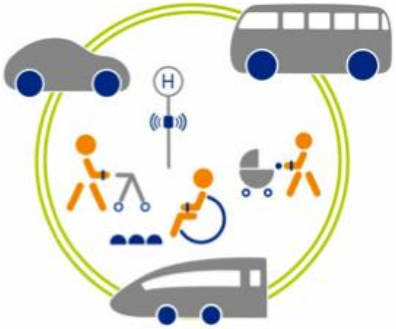
Schritterkennung → GPS → NFC → WLAN → NFC / Schritterkennung

Nutzung der relevanten Daten, aber nicht mehr **!**

Ergebnisse



- Verbesserung der Ortung durch **Fusion** verschiedener Sensor- und ortsbasierter Daten
- Erweiterbarkeit um **neue Technologieansätze** (modular)
- **Lernfähigkeit** der Verfahren (Bewegungsmuster, Fingerprints, etc.)
- <u>Herausforderungen:</u>
  - komplexe Kombination erfordert **Rechen- und Akkuleistung**
  - Verfügbarkeit einer leistungsfähigen **Internetverbindung**
- <u>Blick in die nahe Zukunft</u>:
  Herausforderungen zukünftig vernachlässigbar.



Fusion von Bewegungsdaten für eine zuverlässige Positionsbestimmung und zuverlässige Vorhersagen.

„Mache die Dinge so einfach wie möglich - aber nicht einfacher.“
(Albert Einstein)

[netzfactor] GmbH, Bochum
(www.netzfactor.de)

iAQ Institut für Assistenzsysteme und Qualifizierung, Heidelberg
(www.iaq-hd.de)