



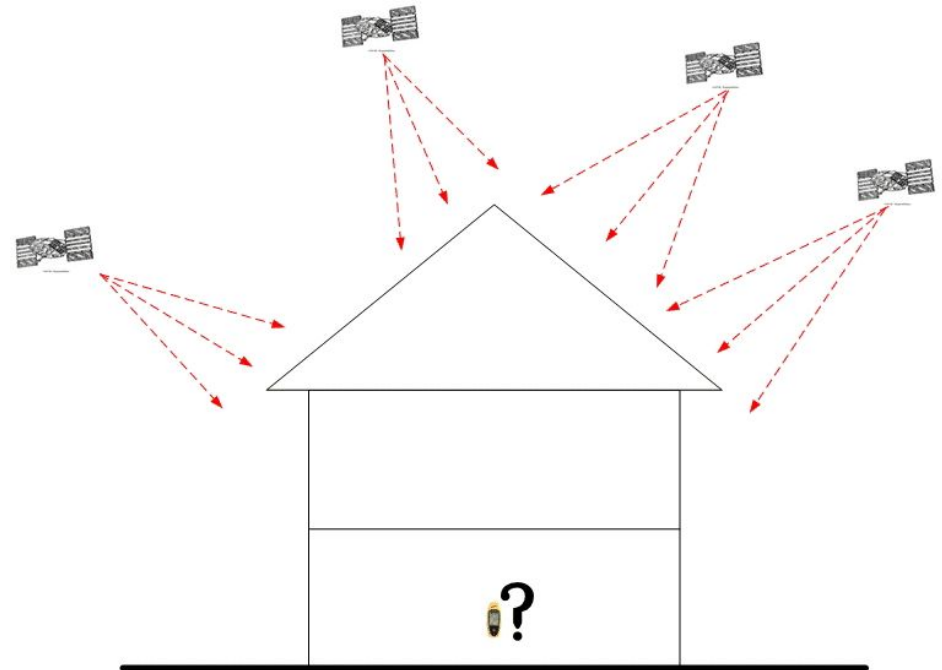
Indoornavigation mittels Smartphone

Thomas Willemsen

Geomatik | HafenCity Universität

Warum?

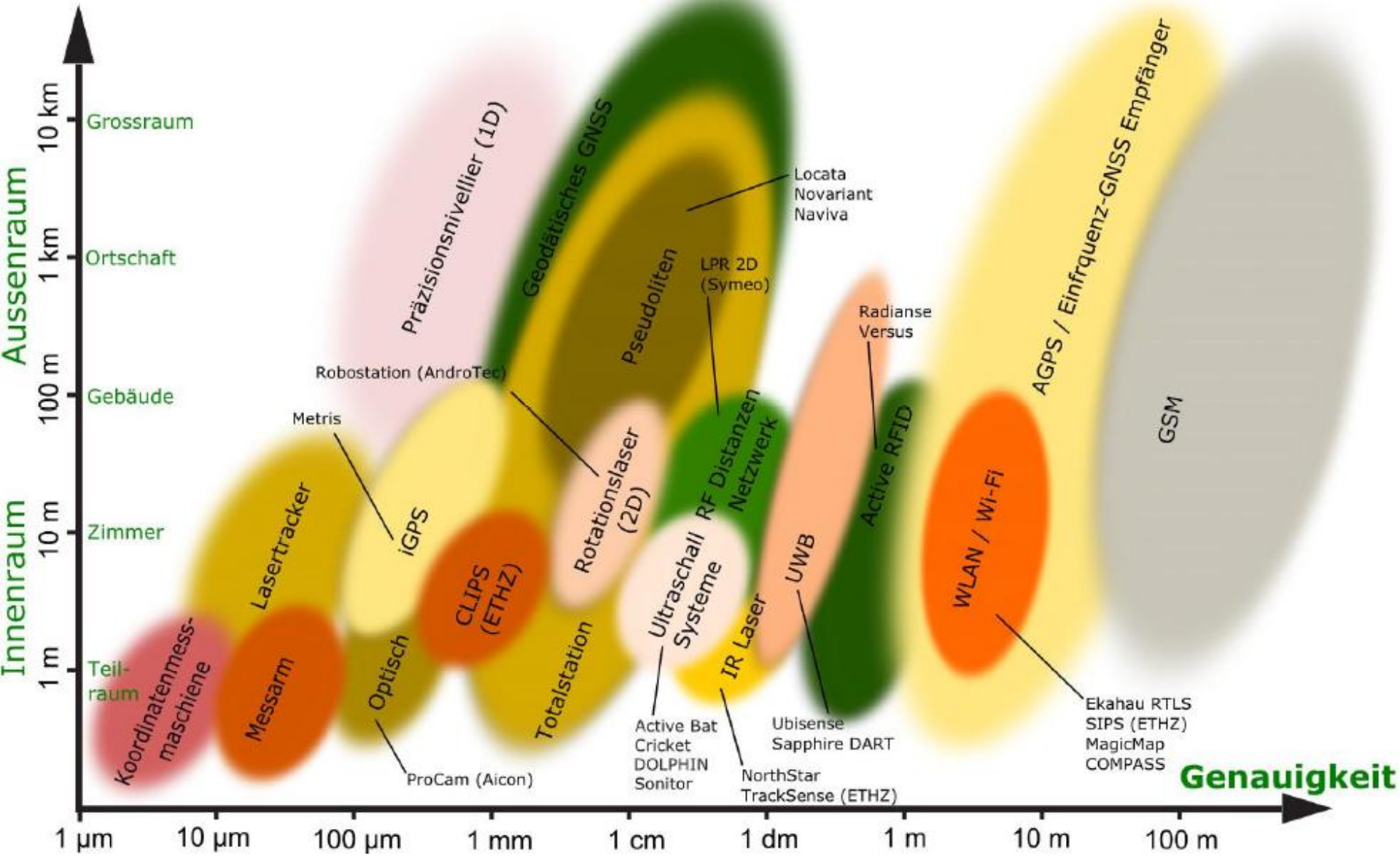
- Navigation von Tür zu Tür
- Öffentlicher Nahverkehr
- Anwendungsbeispiele:
 - Digitale Führung in Museen (Zusatzinformationen)
 - Große Bürogebäude
 - Einkaufszentren
 - Bahnhöfe



Möglichkeiten zur Umsetzung

Reichweite

Graphik: Rainer Mautz

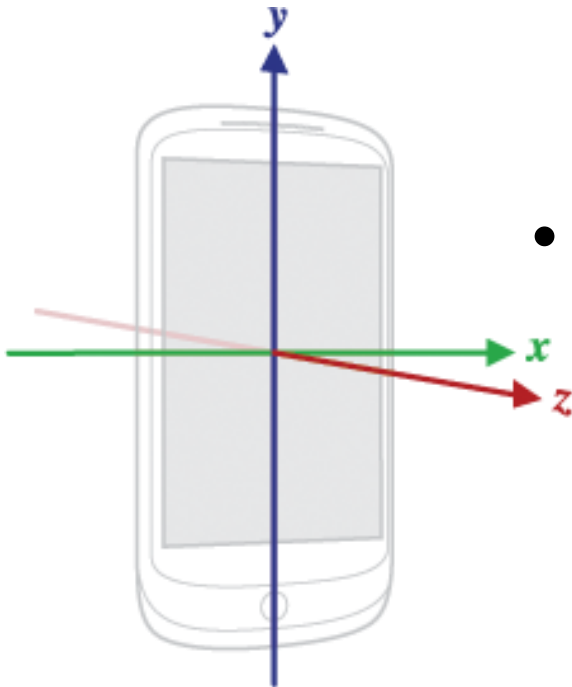


Idee

- Innenraumnavigation mittels möglichst wenig Aufwand für Anwender und Anbieter
- Hardware zur Berechnung der Position und Visualisierung (kein servergestütztes System)
- Vorhandene Infrastruktur nutzen
- Möglichst keine Infrastrukturmaßnahmen vornehmen zu müssen

Lösung

- Aktuelle Smartphonetechnologie
 - MEMS Sensoren
(MicroElectroMechanical System)



- Inertialsensoren im Smartphone:
 - 3-Achs-Beschleunigungsmesser
 - 3-Achs-Gyroskop
 - 3-Achs-Magnetfeldsensor
 - (Barometer)

MEMS Sensoren

Sensortyp	Name	Hersteller
3-Achs Gyroskop	MPU-6050	InvenSense
3-Achs Beschleunigungsmesser		
Barometer	BMP 180	Bosch
3-Achs Magnetfeldsensor	AK 8963	AKM
Bluetooth, GNSS, WiFi, Kamera		

Kalibrierung / Untersuchung

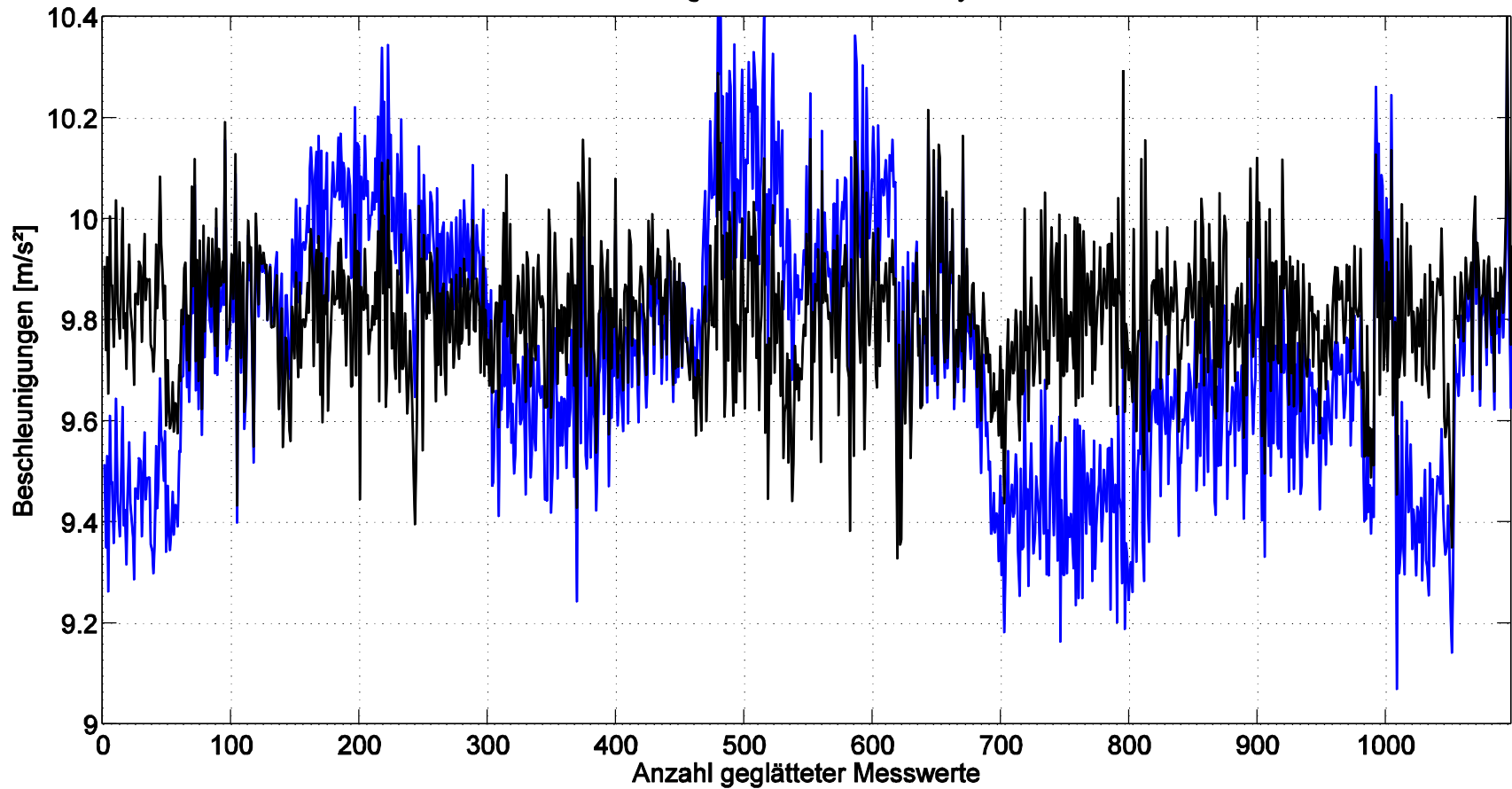
- Beschleunigungsmesser:
 - Zur Verebnung
 - Kalibrierung mittels Kalman Filter oder Einfach

$$g^2 = a_x^2 + a_y^2 + a_z^2$$

$$\begin{pmatrix} \bar{a}_x \\ \bar{a}_y \\ \bar{a}_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & s_z \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} a_x & b_x \\ a_y & -b_y \\ a_z & b_z \end{pmatrix}$$

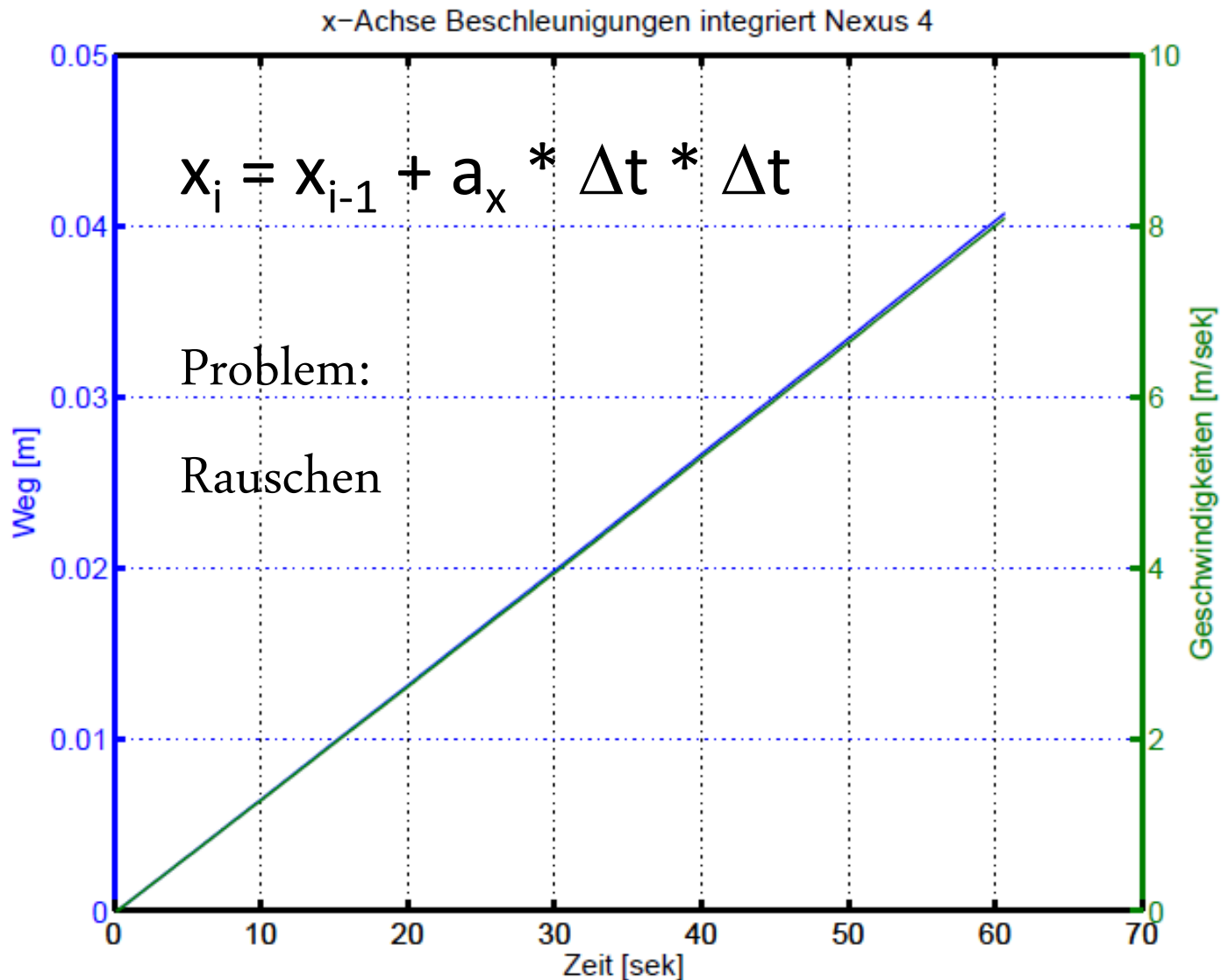
Beschleunigungssensor

Kalibrierung Accelerometer Galaxy Nexus

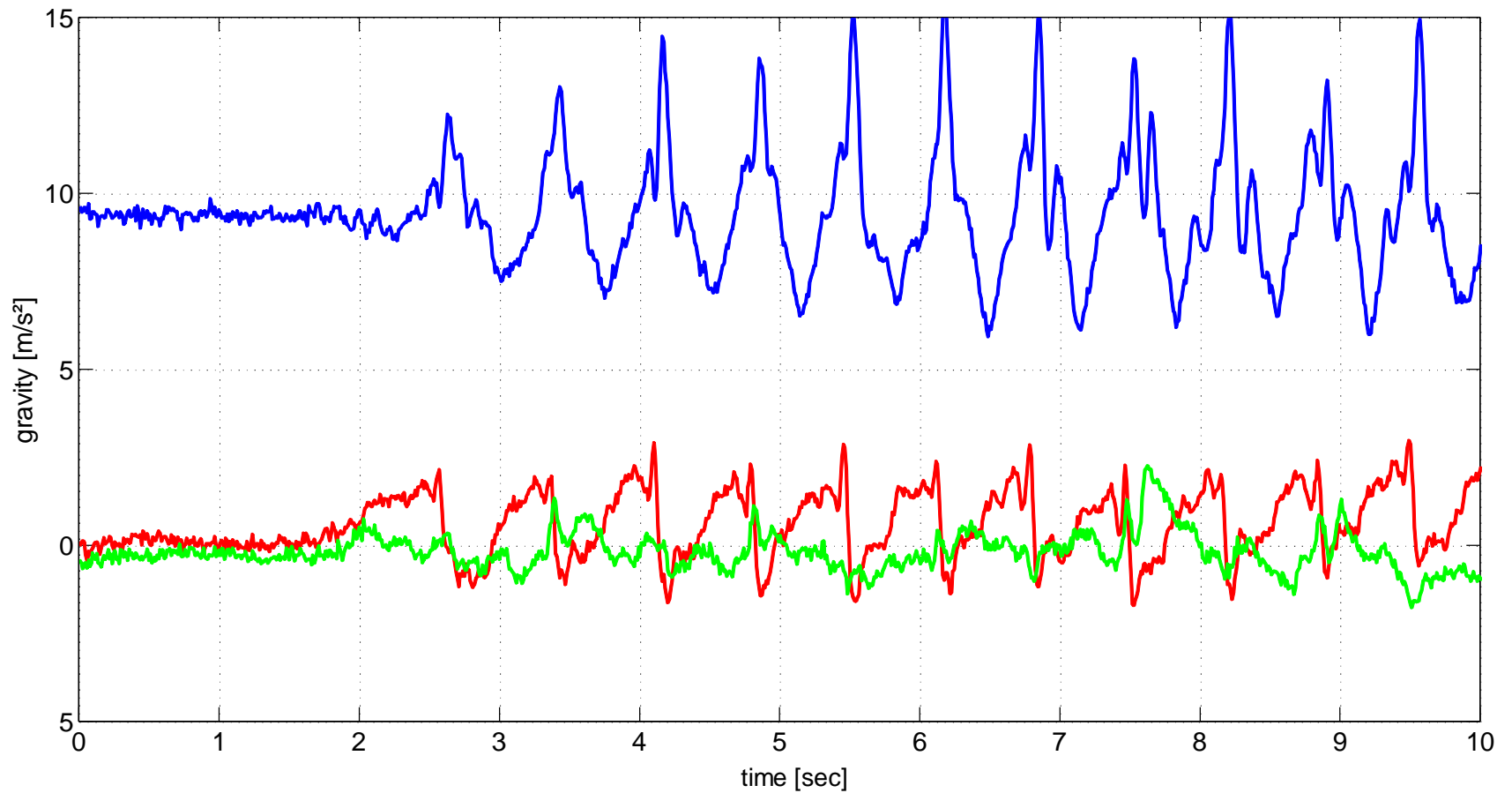


Beispiel z-Achse: 1.0107 ± 0.0003 (95%) $-0.2988 \text{ m/s}^2 \pm 0.0026$ (95%)

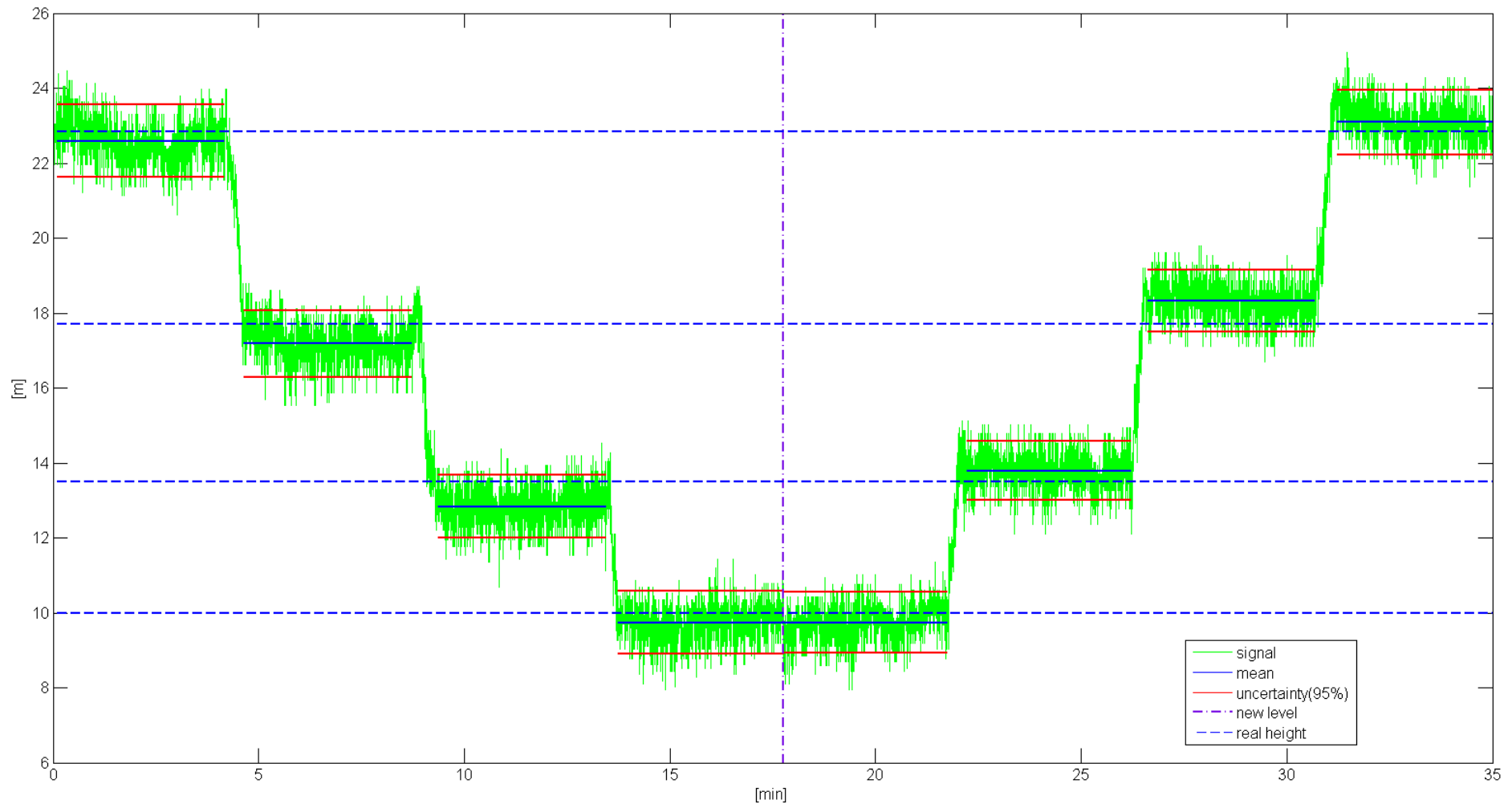
Integration Beschleunigungssensor



Schrittzähler

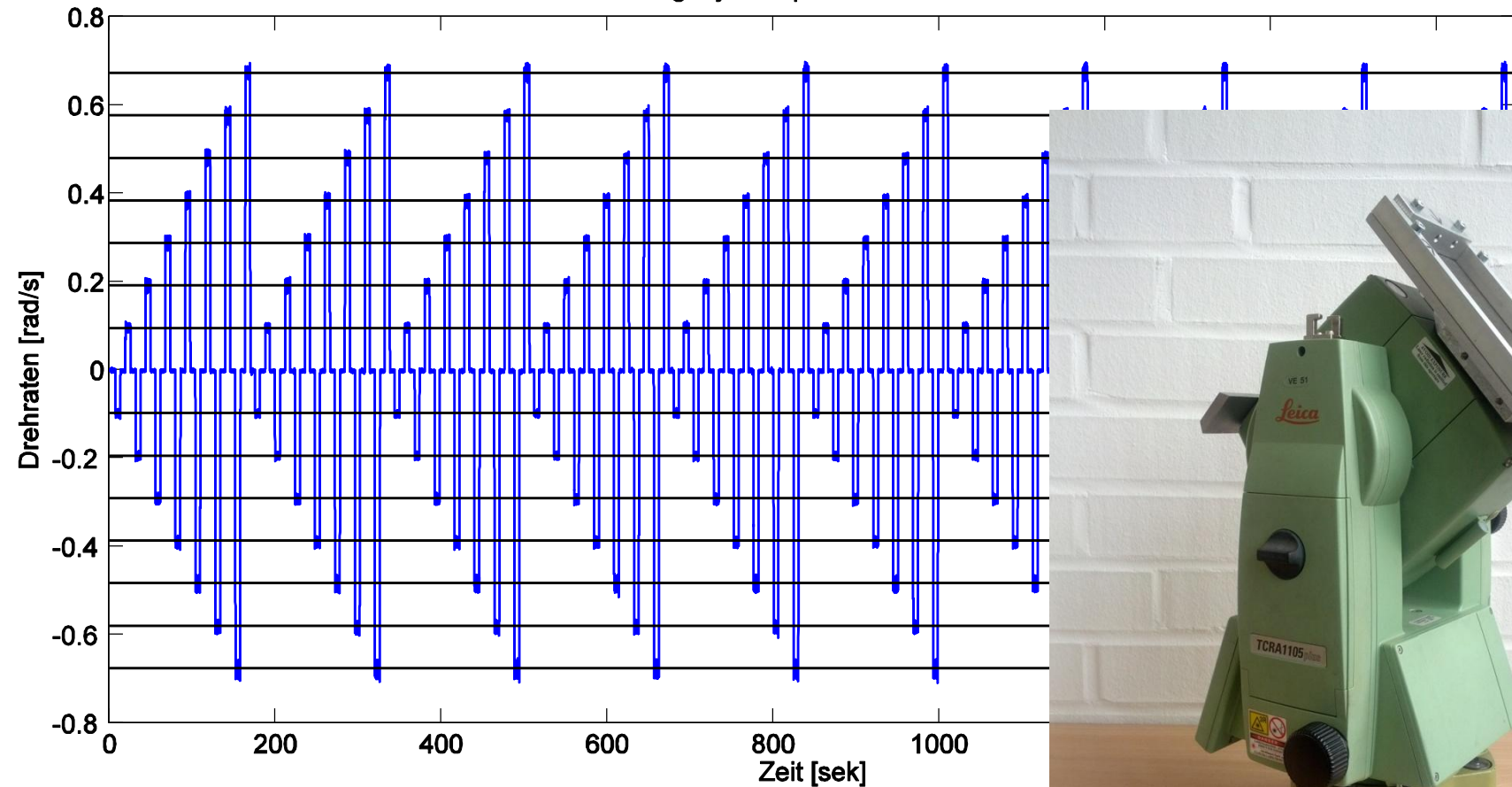


Barometer zur Stockwerkserkennung



Gyroskop zur Orientierung

Kalibrierung Gyroskop Nexus 4 über Rotation



Beispiel z-Achse:

0.9980 ± 0.0002 (95%) $0.0013 \text{ rad/sec} \pm 0.0001$ (95%)



Fusionierung mit Kalman filter

- Bewegungsmodell
 - Orientierung (verebnet) + Δt * Drehraten
 - 2D-Position + Δt * Geschwindigkeit
 - relative Höhe
- Korrektur
 - Magnetfeldsensor
 - Geschwindigkeit aus Schrittzähler
 - Drehraten aus Gyroskop
 - Relative Höhe aus Luftdruck des Barometers (barometrische Höhenformel)
 - Beschleunigungen mit g zur Verebnung

Besonderheiten

- Treppenerkennung mittels Barometer
- Alignement für Geschwindigkeitsoffsets im Gyroskop
- Zustandserkennung bei Stillstand
- Initialisierung mit Startkoordinaten

1D-Trajektorie aus Kalman Filter

Wegverlauf:

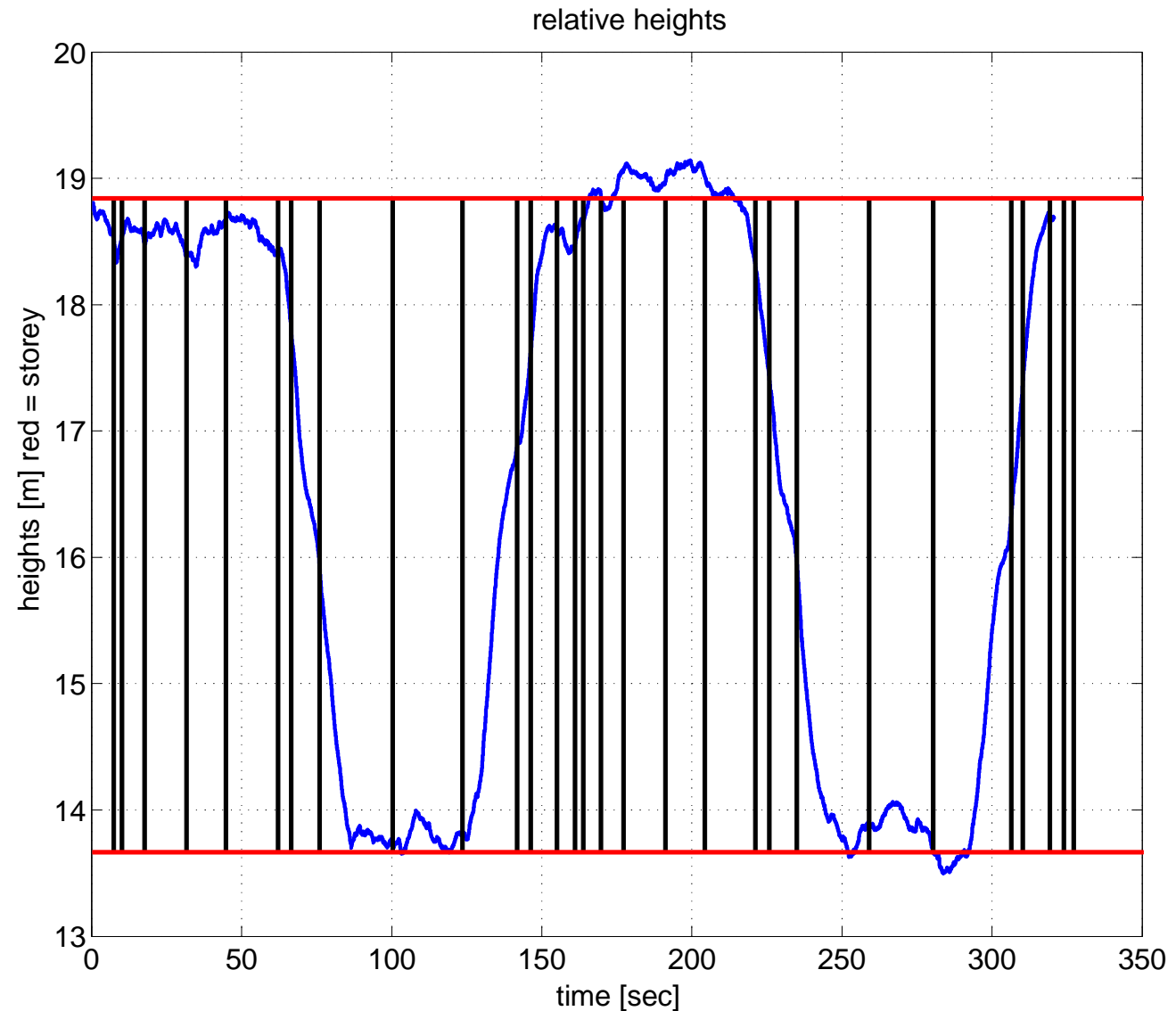
OG2-

OG1-

OG2-

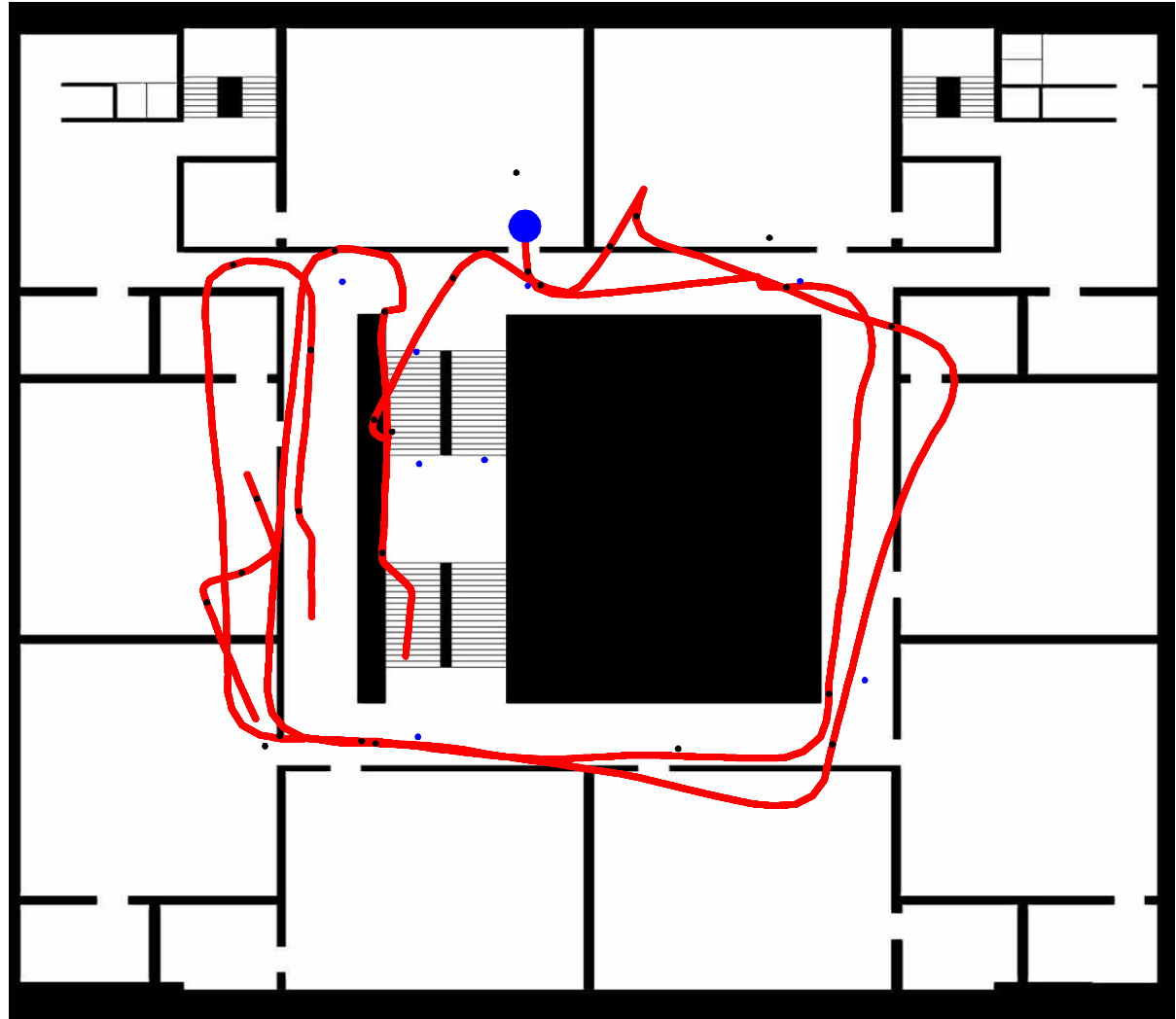
OG1-

OG2



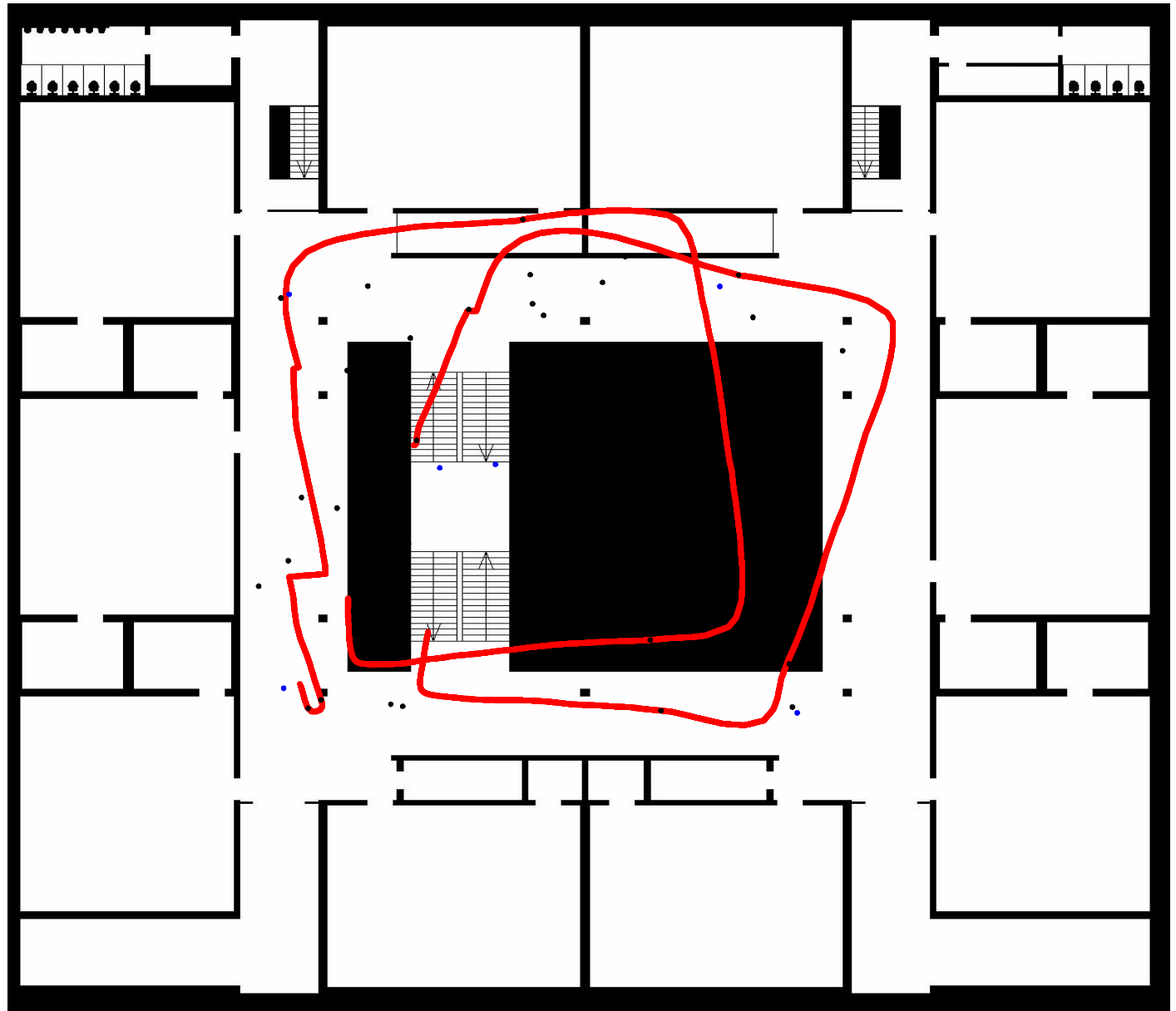
2D-Trajektorie aus Kalman Filter

- OG2 Gebäude D
- Blauer Punkt Start und Ende des Sollweges
- 400 m Gesamtweg



2D Trajektorie aus Kalman Filter

- OG1

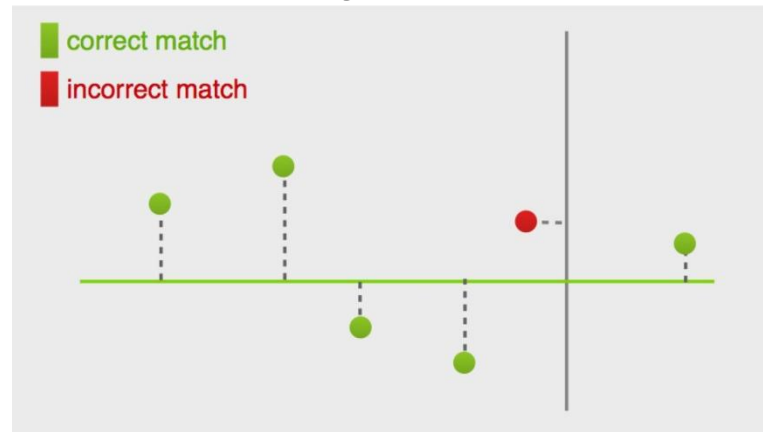


Differenzen zur Solltrajektorie



Beispiele Stützung

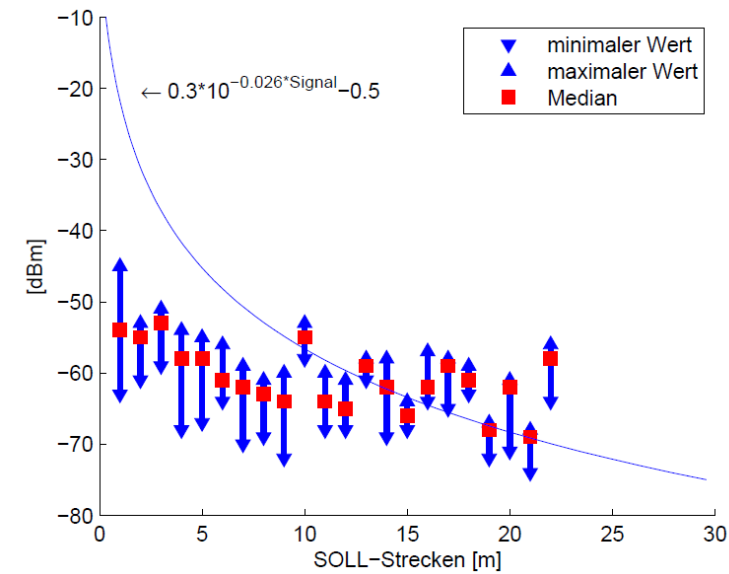
- Kanten Knoten (Map Matching)



- WiFi

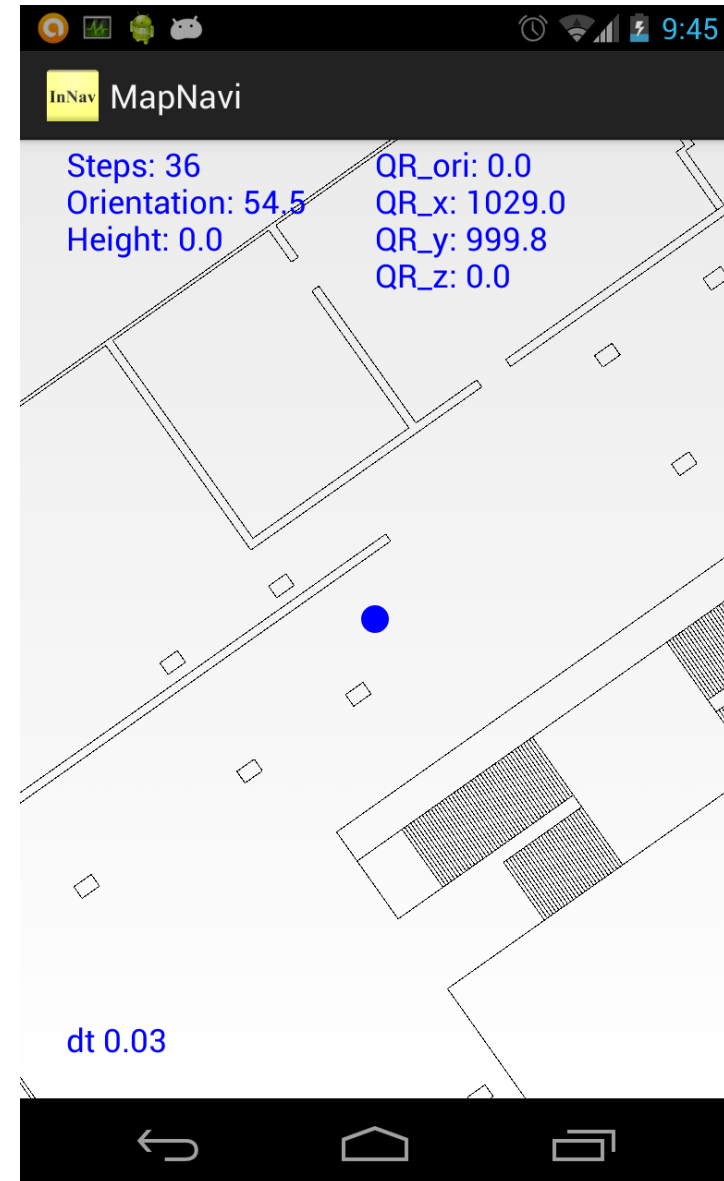
(Fingerprinting, Cell of origin, Signalstärke)

- Kamera



Umsetzung im Smartphone

- Rechenzeit
- Initialisierung mittels QR-Code
- Visualisierung
- Kartengrundlage



Zusammenfassung / Ausblick

Zusammenfassung

- Indoornavigation mittels Smartphones möglich
- Eine Lösung nur mit internen MEMS Sensoren benötigt nach wenigen Minuten Stützung

Ausblick

- Map Matching mit Kanten-Knoten Modell auch als Grundlage für das Routing
- Partikelfilter als Hauptfilter



thomas.willemsen@hcu-hamburg.de

Precise indoor mapping as a basis for coarse indoor navigation
(Journal of Applied Geodesy, October 2013)

Calibration of Smartphones for the use in indoor navigation
(IPIN, October 2012, Sydney)

