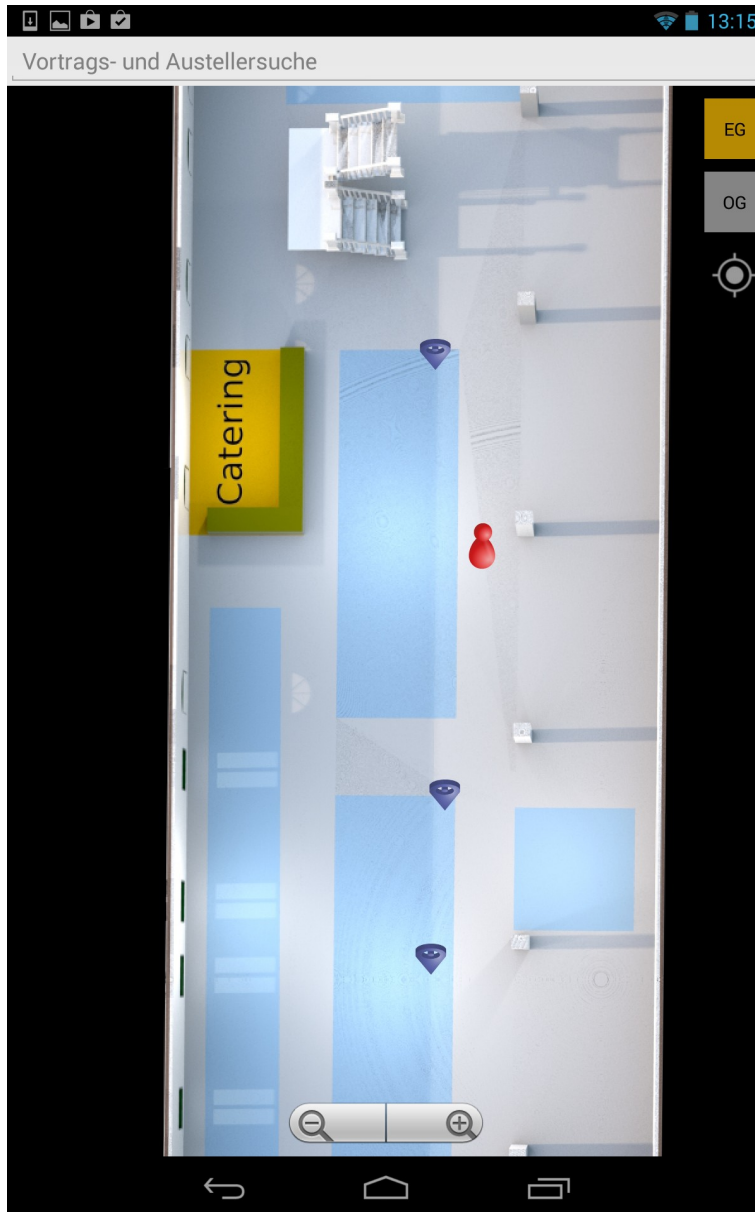


Indoor-Navigation unter Android





MOTIVATION

- ↳ Bestimmung der Besucherposition
 - ↳ Nutzung bestehender WLAN-Netze
 - ↳ Nutzung möglichst vieler Sensoren (Sensor Fusion)
 - ↳ Hohe Genauigkeit (< 3m)
 - ↳ Suche & Anzeige von Points of Interest
 - ↳ Automatische Etagenerkennung
- ... und das alles mit Open Source Software!

<https://github.com/tarent/invio>



Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN

Bewegungssensoren

Fusion aller Sensoren

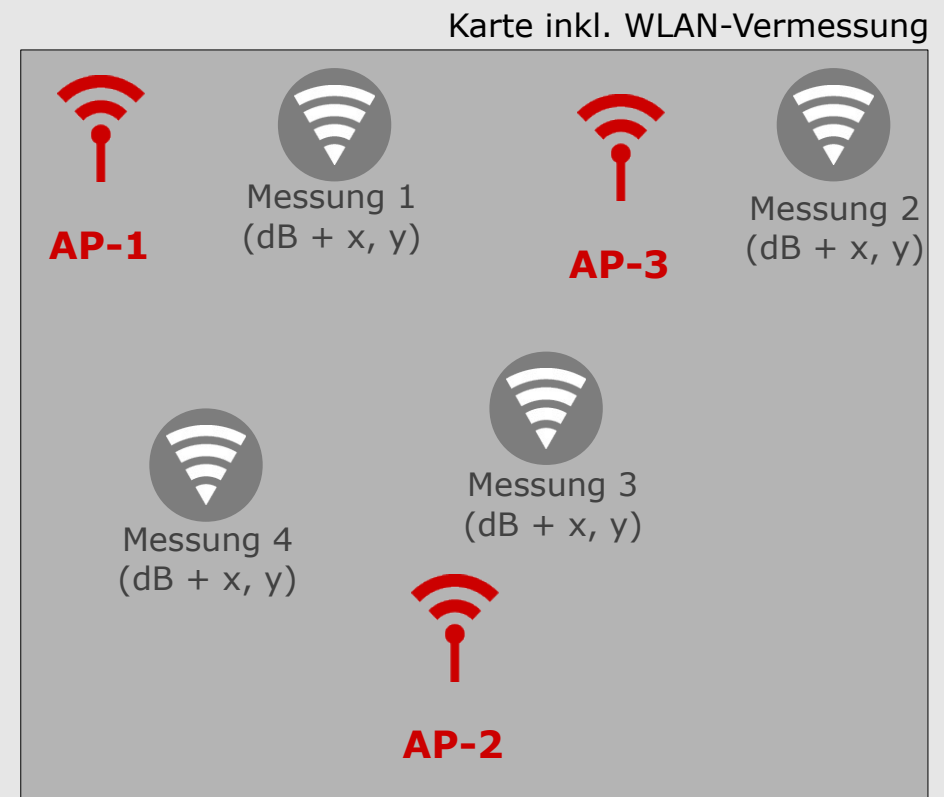
Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

↳ **initialer Download von Umgebungsdaten**

↳ Lokale Sensorabfrage

↳ Lokale Positionsberechnung



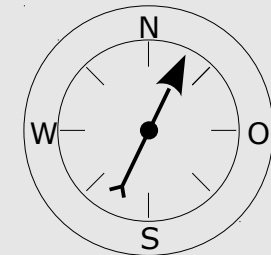
↳ initialer Download
von Umgebungsdaten

↳ **Lokale Sensorabfrage**

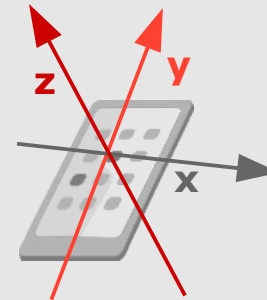
↳ Lokale Positionsberechnung



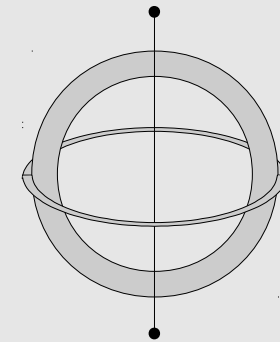
WLAN



Kompass



Beschleunigungs-
-sensor

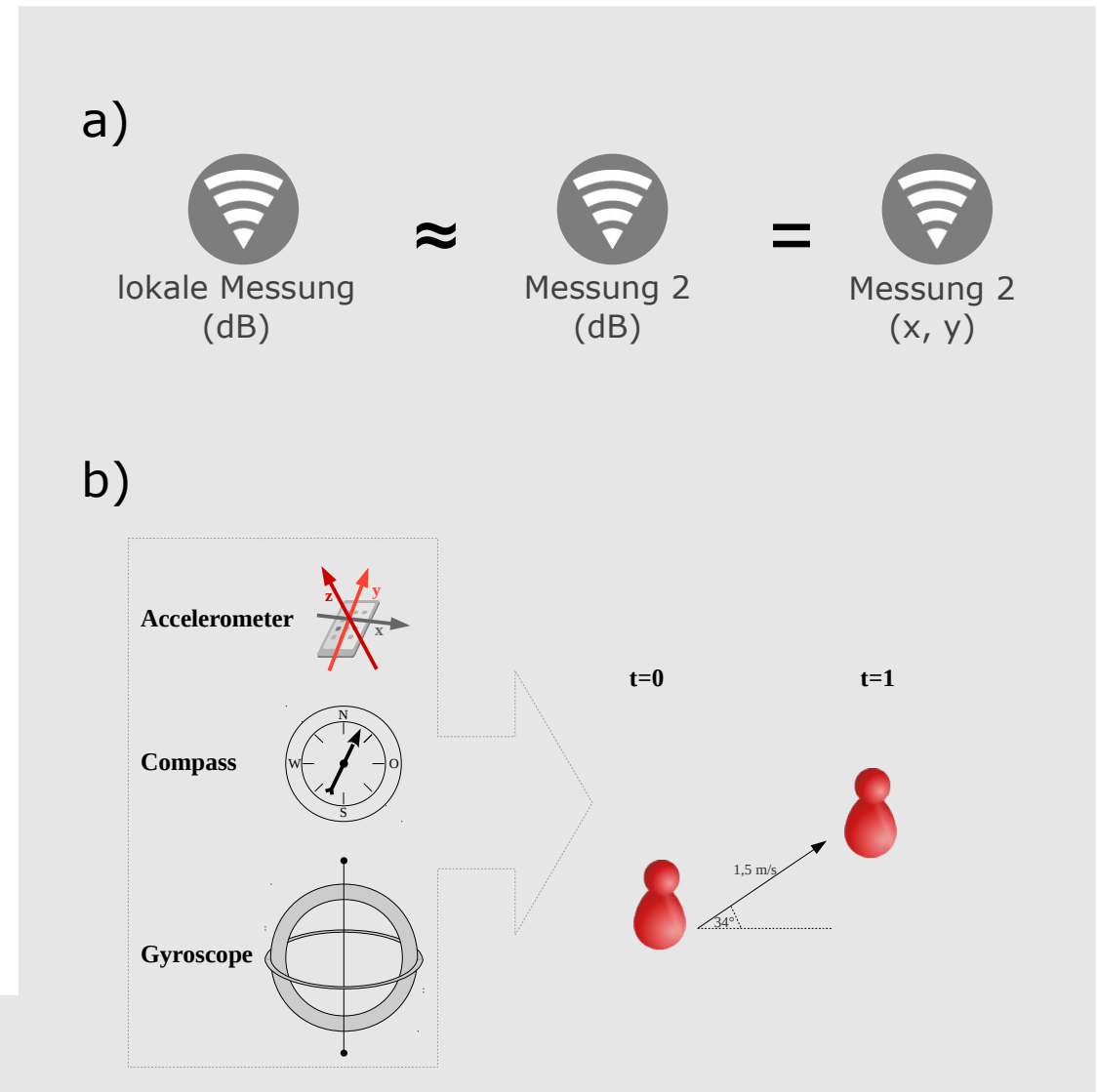


Gyroskop

↳ initialer Download
von Umgebungsdaten

↳ Lokale Sensorabfrage

↳ **Lokale Positionsberechnung**



Wie machen wir Indoor Navigation?



Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN

Bewegungssensoren

Fusion aller Sensoren

Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

↳ mapeditor

↳ mapserver

↳ admin-app

↳ customer-app

↳ mapeditor

↳ Erstellen von georeferenzierten Karten inkl. Metadaten

↳ Hinterlegen von georeferenzierten Objekten

↳ Upload zum **mapserver**

↳ mapserver

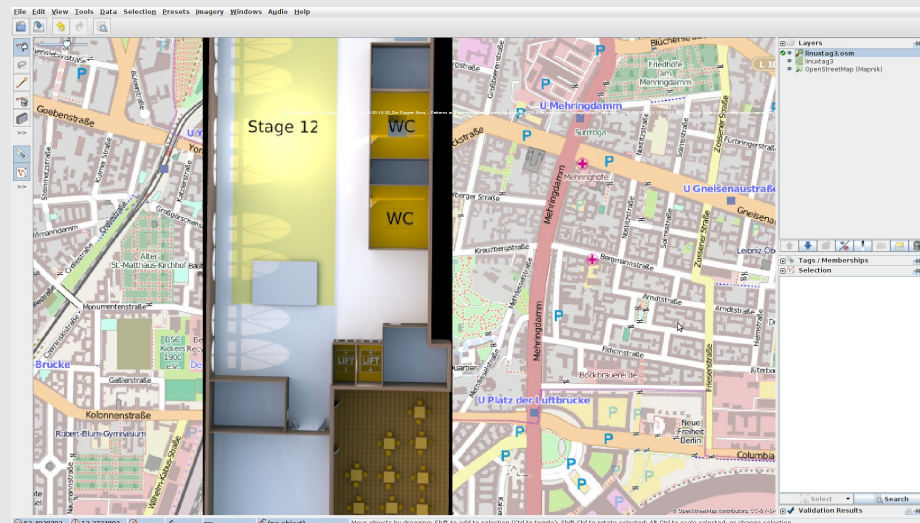
↳ Bereitstellung von Karten inkl. aller Metadaten aus dem mapeditor

↳ Bereitstellung der initialen WLAN-Vermessung aus der **admin-app**

↳ Erstellen von Karten-Tiles unterschiedlicher Zoomstufen

↳ admin-app

↳ customer-app



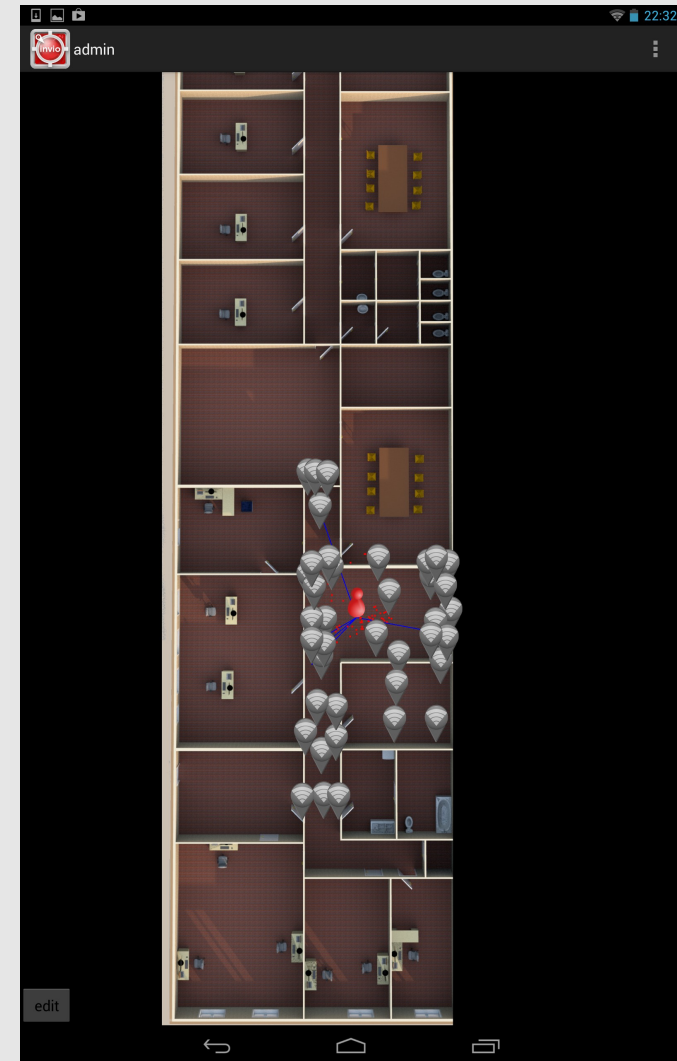
↳ mapeditor

↳ mapserver

↳ admin-app

↳ Erstellen von initialen WLAN-Messungen mit Georeferenzierung je Karte

↳ customer-app



↳ mapeditor

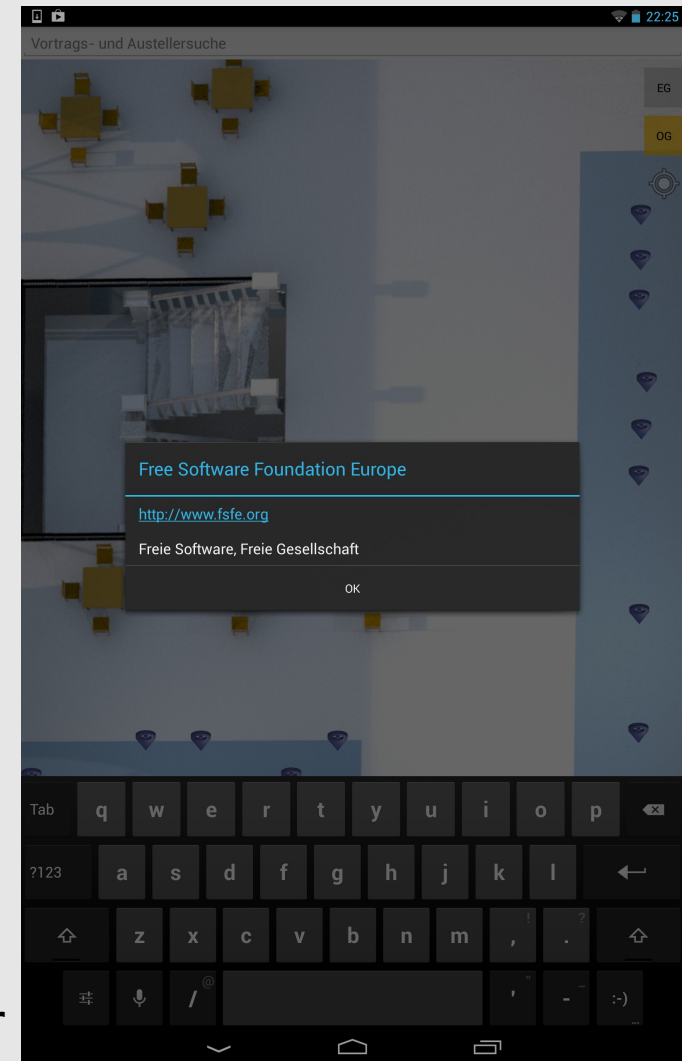
↳ mapserver

↳ admin-app

↳ customer-app

↳ initiale Abfrage der Karten vom mapserver

↳ Lokalisierung durch Matching von aktuellen Sensormessdaten auf die Karten-Daten



Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren



WLAN

Bewegungssensoren

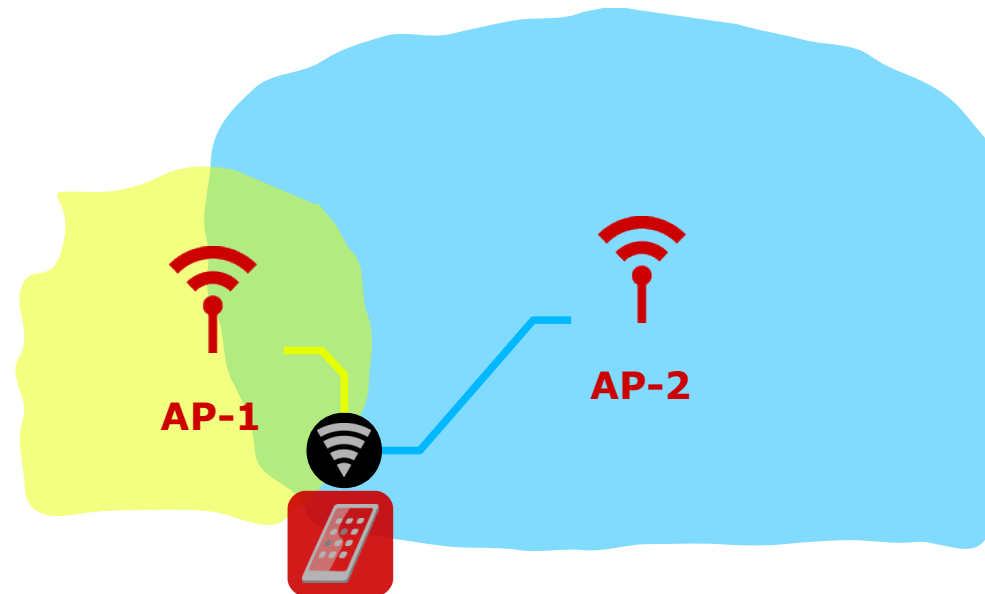
Fusion aller Sensoren

Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

- ↳ Ergebnis eines WLAN Broadcast Callbacks sind die MAC-Adressen aller sichtbaren Access-Points und deren empfangene Signalstärke:

```
"id": "FP-now"  
"AP-1": {"-45"}  
"AP-2": {"-87"}
```



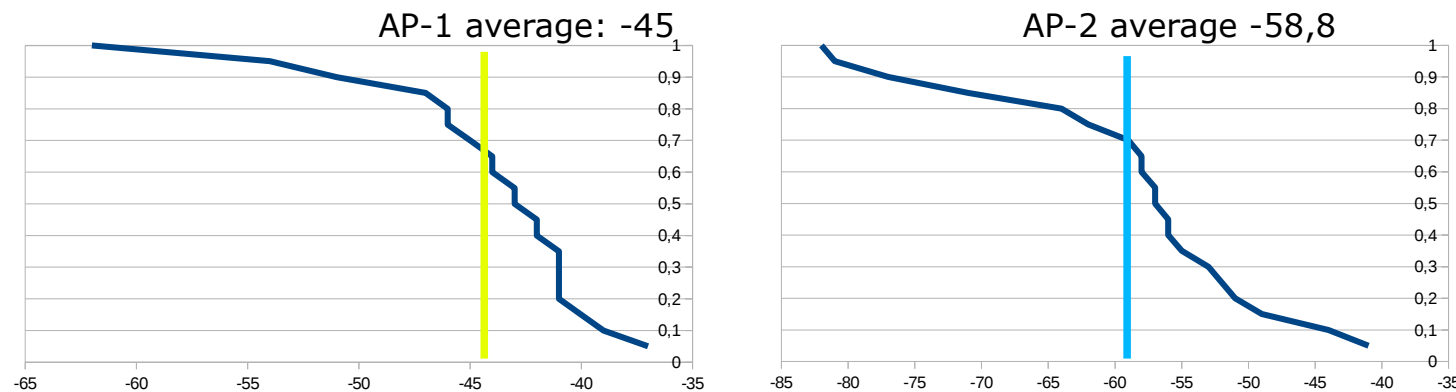
- ↪ Innerhalb eines WLAN-Scanvorgange werden 5 Fingerprint Messungen durchgeführt, die in einem gewichteten Histogramm abgelegt werden:

```
"histogram":
```

```
"point":{"mAltitude":0,"mLatitudeE6":50722458,"mLongitudeE6":7061819}
```

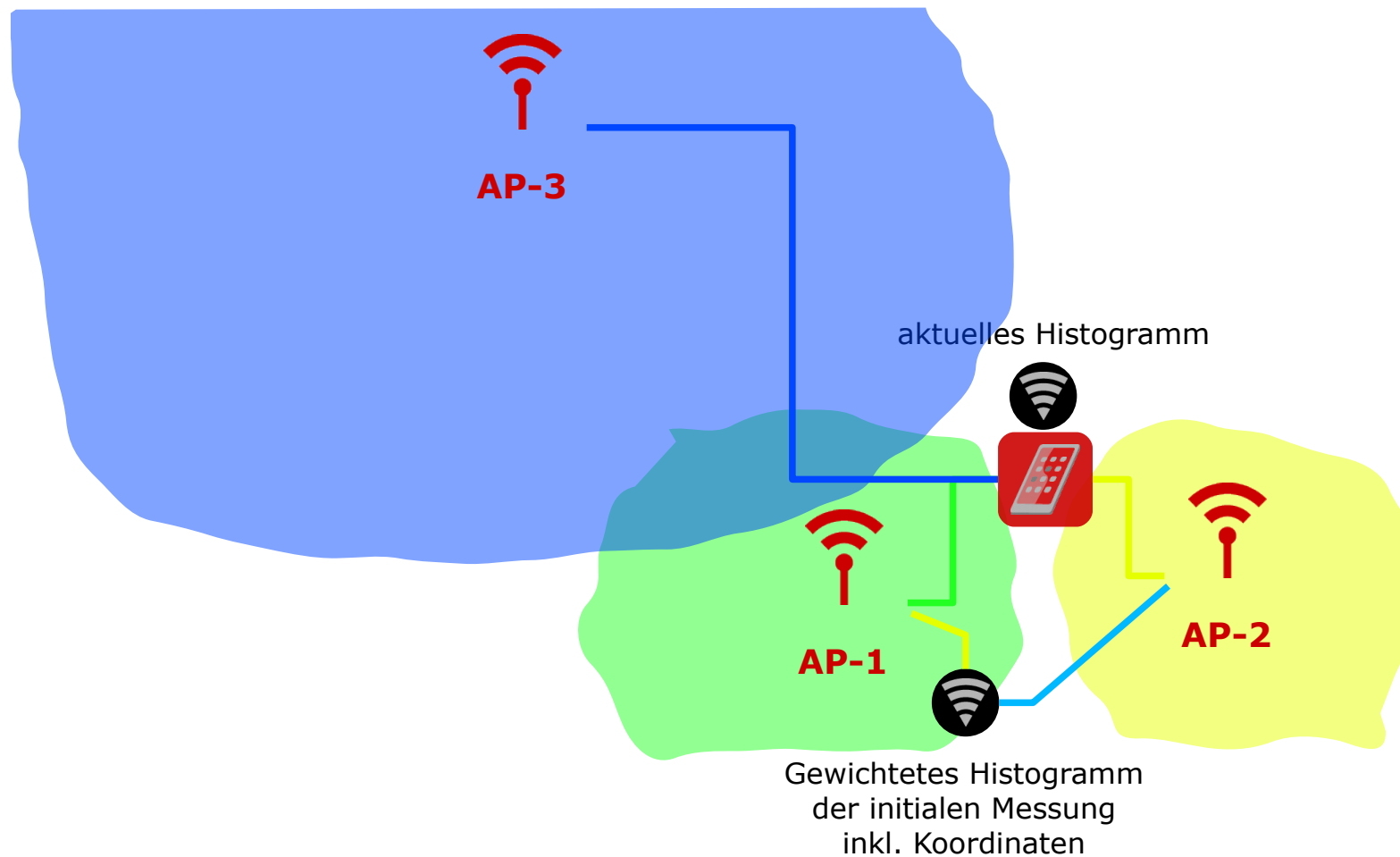
```
"AP-1":{"-45":1.0}
```

```
"AP-2":{"-65":0.2,"-60":0.2,"-58":0.4,"-53":0.2}
```



- ↪ Histogramme werden verwendet um Schwankungen ausgleichen zu können.
- ↪ Der Konfigurations-Spielraum ist gering, da langsame Geräte bis zu 5 Sekunden pro Messung benötigen, schnelle nur 1 Sekunde.

- ↳ Die **customer-app** vermisst in kurzen Abständen die aktuelle WLAN-Umgebung und speichert sie in einem temporären Histogramm.

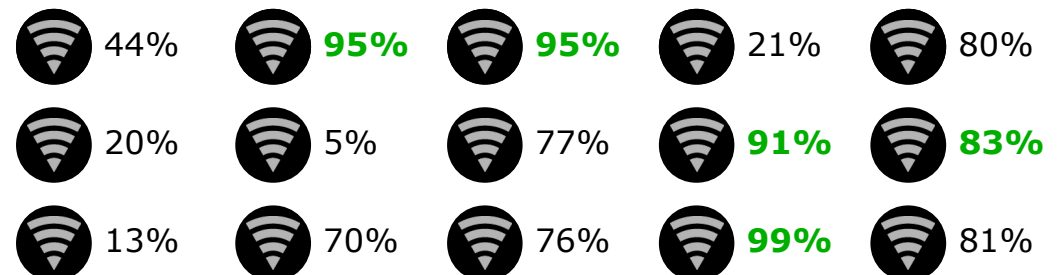


- ↪ Vergleich des aktuellen Histogramms mit der Histogramm-Datenbank
 - Kullback-Leibler Divergenz
- ↪ Die Histogramm-Datenbank wird durch die **admin-app** erstellt und befindet sich auf dem Endgerät
 - initialer Download
 - optionale Update-Zyklen
- ↪ Es werden die 5 ähnlichsten Histogramme ermittelt.

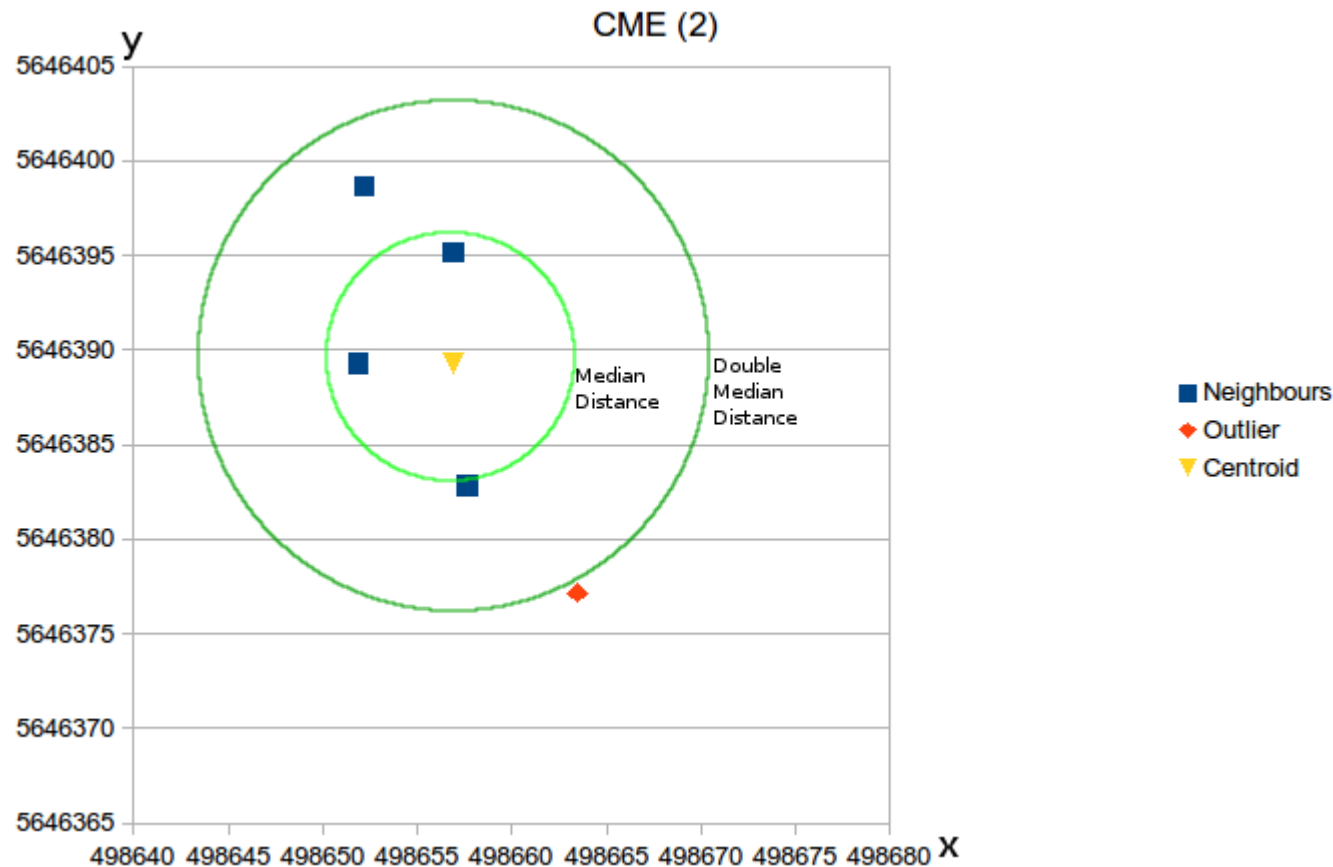
aktuelles Histogramm



Histogramm Datenbank

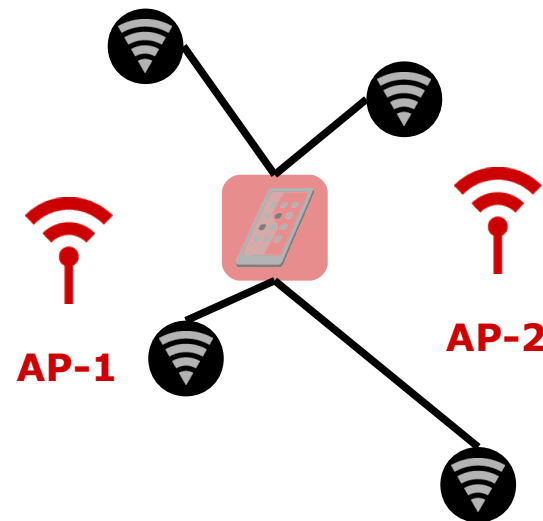


- ↳ Basierend auf dem Centroid, der aus den Positionen der stärksten 5 Histogramme berechnet wird



- ↳ Der Faktor 2 für den Schwellwert hat sich als ausgewogen erwiesen

- ↳ Interpolierung der Position aus den Histogrammen, die nach der Outlier Elimination übrig geblieben sind.



- ↳ In einem Sliding Window kann z.B. von den 5 letzten Positionen der Median verwendet werden um die Genauigkeit und Outlier Elimination weiter zu verbessern.

Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN



Bewegungssensoren

Fusion aller Sensoren

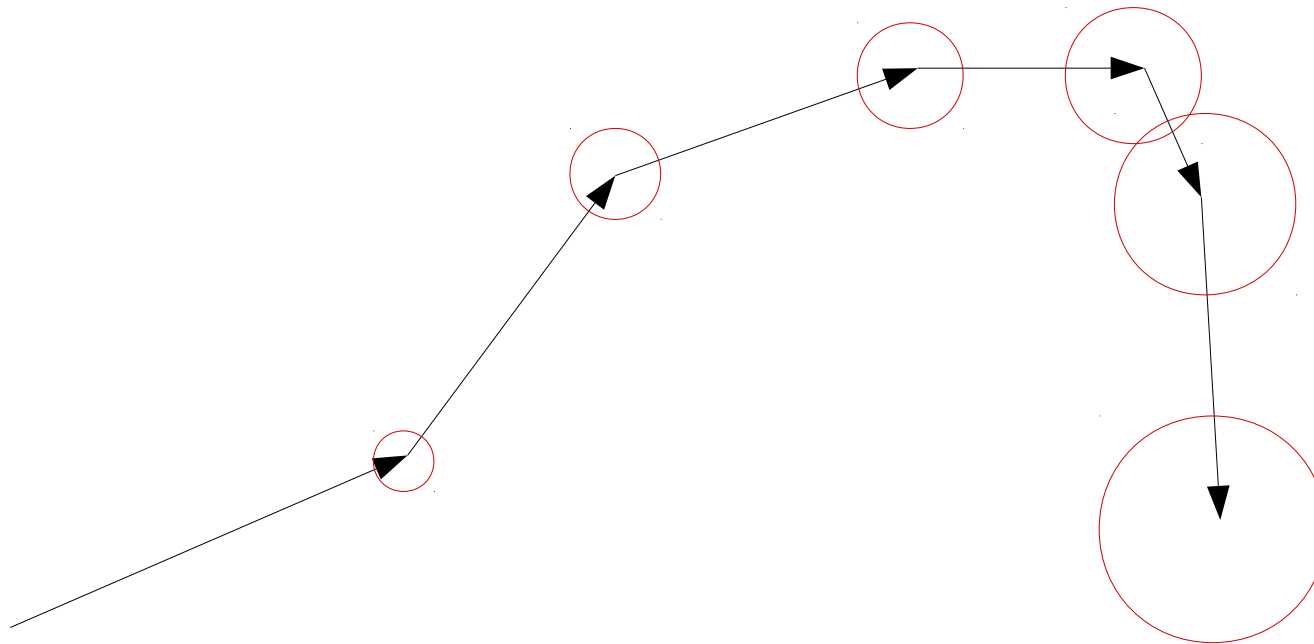
Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

Fortlaufende Positionsabschätzung mittels:

↳ Bewegungsrichtung

↳ Geschwindigkeit



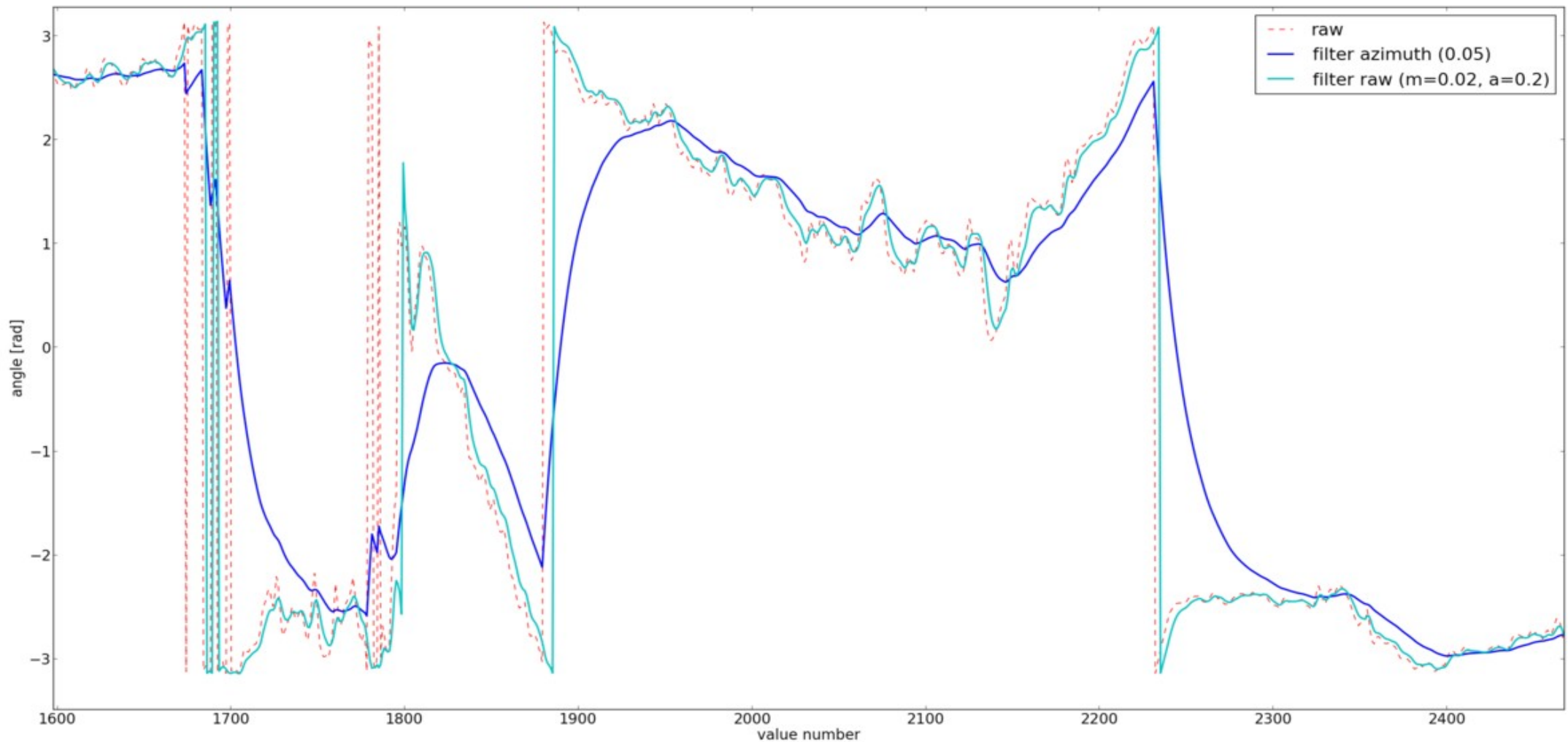
Bewegungsrichtung

- ↳ Kompass
- ↳ `Sensor.TYPE_MAGNETIC_FIELD`
- ↳ `Sensor.TYPE_ACCELEROMETER`

Geschwindigkeit

- ↳ `Sensor.TYPE_LINEAR_ACCELERATION` (wenn verfügbar)
- ↳ Im einfachsten Fall binär:
 - ↳ Stehen
 - ↳ Gehen, mit konstanter Geschwindigkeit
- ↳ Besser: Schrittfrequenz zählen

Tiefpassfilter hilft gegen starkes Sensorrauschen



Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN

Bewegungssensoren



Fusion aller Sensoren

Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

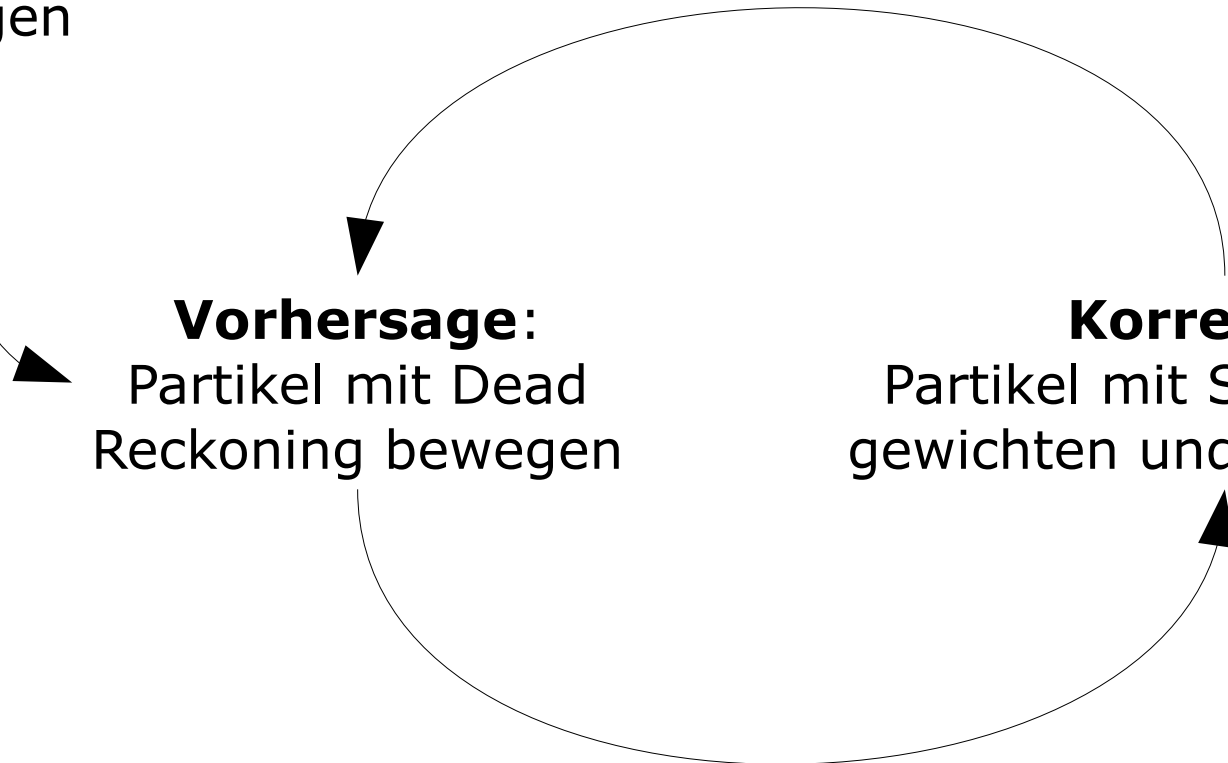
Informationen aus WLAN-Messung und Bewegungsabschätzung werden durch Partikelfilter kombiniert:

Initialisierung:

Partikel erzeugen

Vorhersage:
Partikel mit Dead Reckoning bewegen

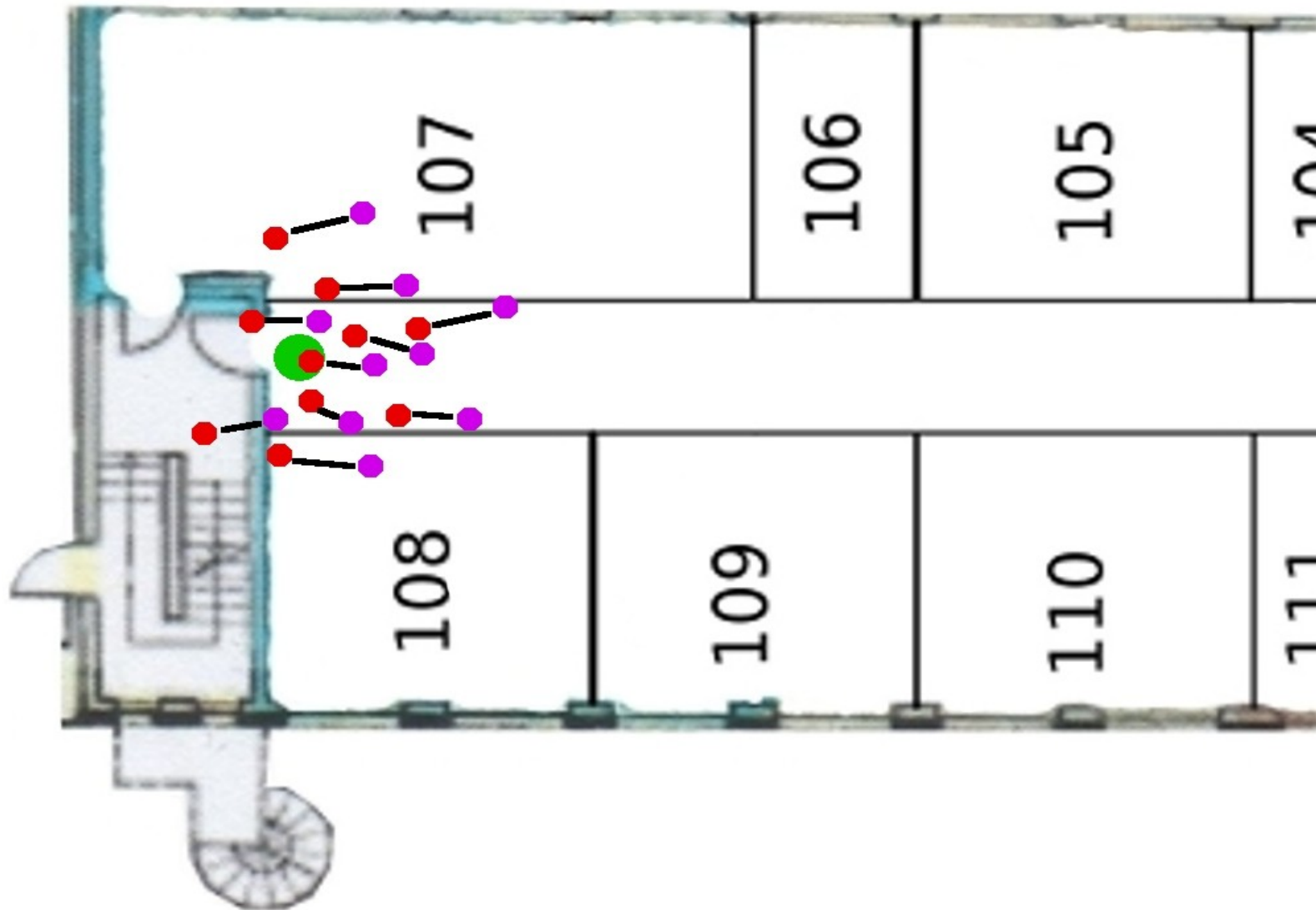
Korrektur:
Partikel mit Scanergebnis gewichten und neu sampeln



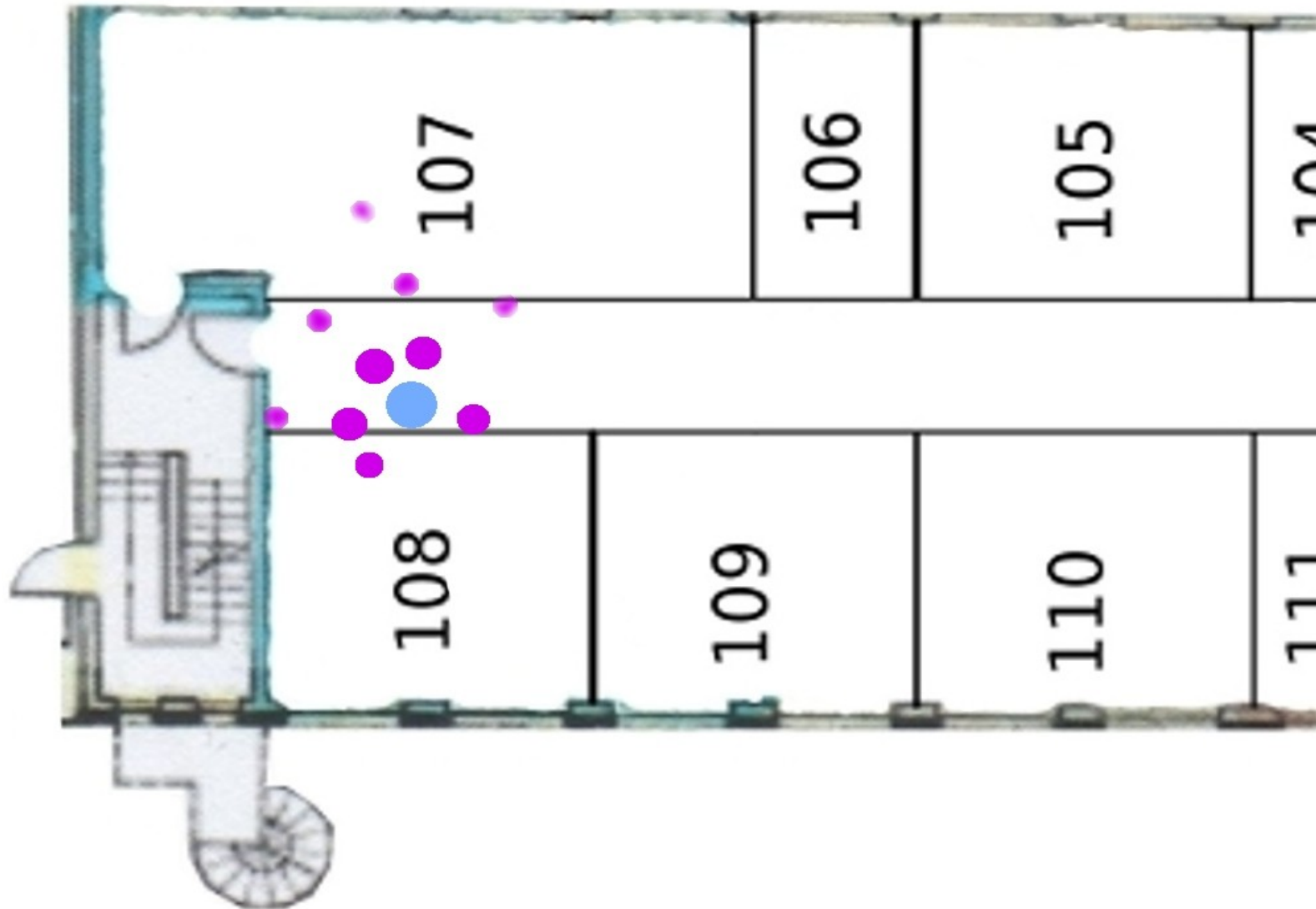
Partikel werden um den angenommenen Startpunkt herum durch Streuung erzeugt



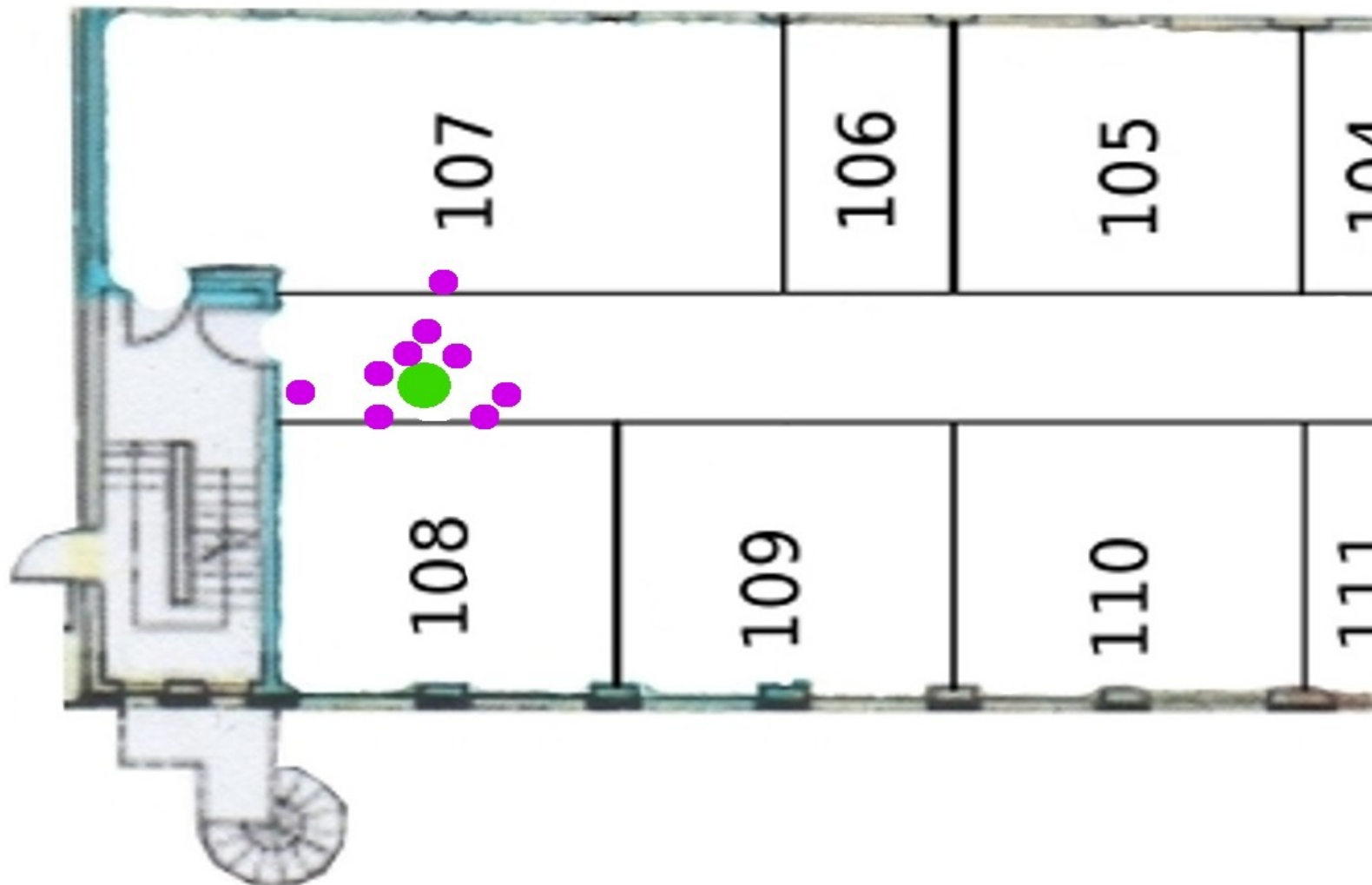
Partikel werden mit Rauschen in die durch das Dead Reckoning vorhergesagte Richtung verschoben



Partikel werden gemäß ihrer Distanz zur neu ermittelten WLAN-Position gewichtet

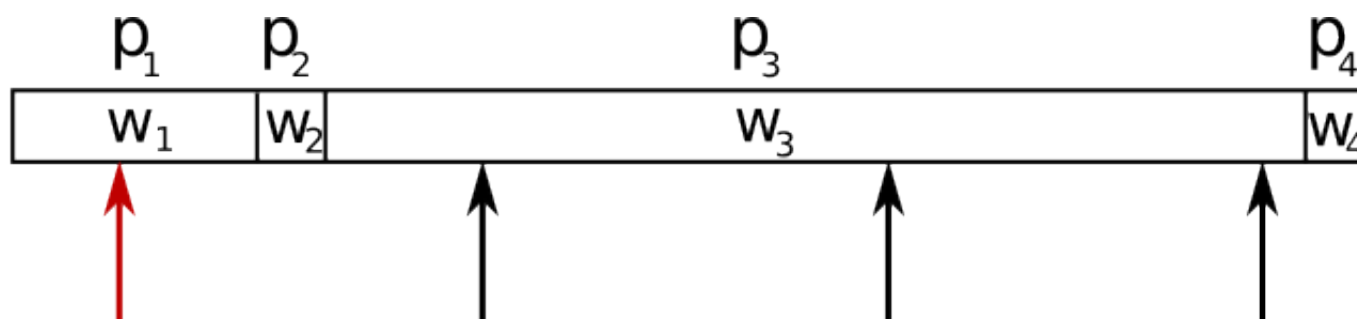


Neue Partikel werden entsprechend der Gewichtung erzeugt und die wahrscheinlichste Position daraus abgeleitet



Stochastic Universal Sampling

- ↳ Häufigkeit der Partikel proportional zur Gewichtung
- ↳ Verteilungsfunktion wird im gleichen Intervall ($1/\#\text{Partikel}$) abgetastet. Ergebnis: gesampelte Partikelmenge
- ↳ Gesampelter Partikelmenge wird Streuung (gaußverteilt) hinzugefügt



$$X = \{p_1, p_2, p_3, p_4\} \rightarrow X' = \{p_1, p_3, p_3, p_3\}$$

Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN

Bewegungssensoren

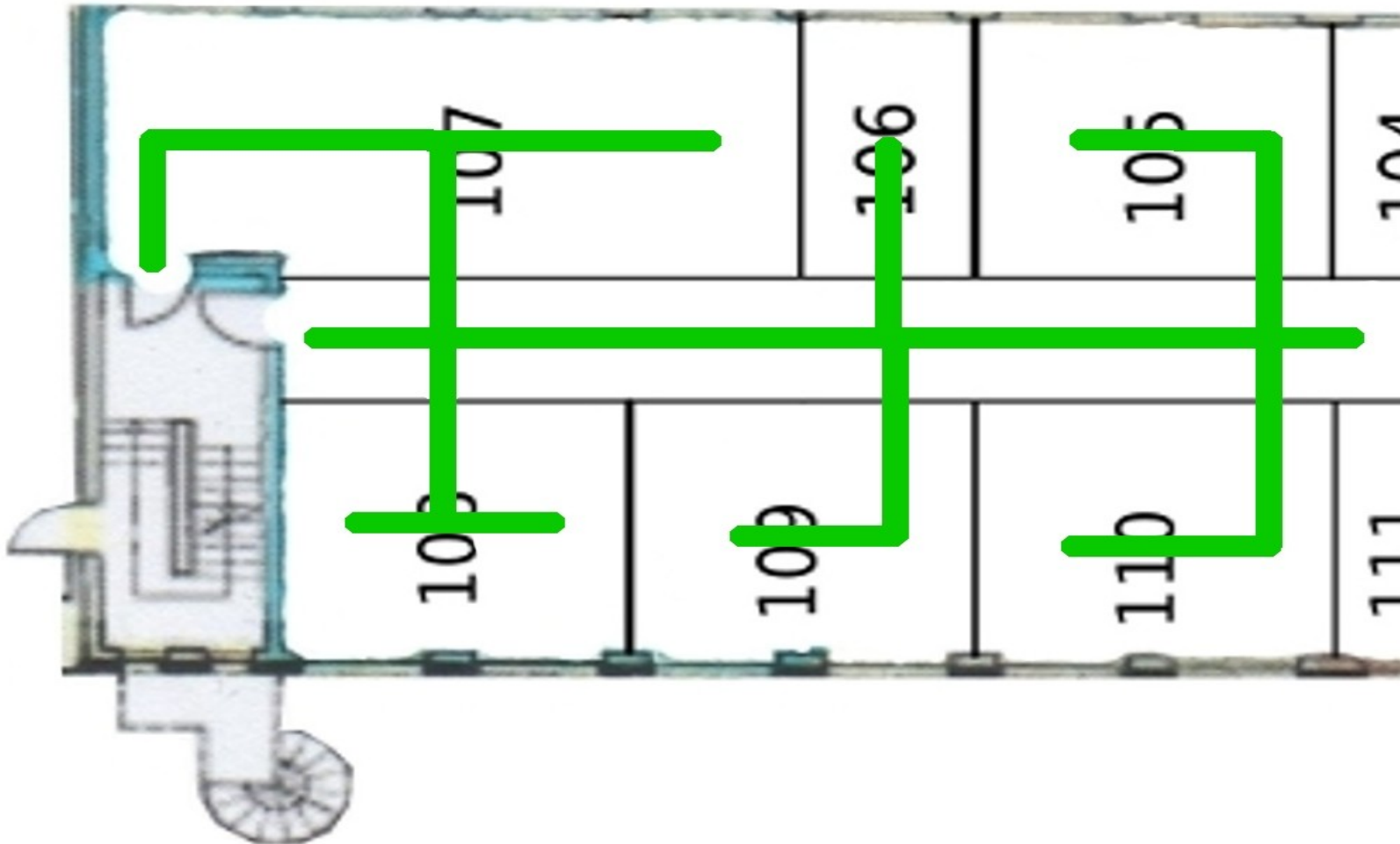
Fusion aller Sensoren



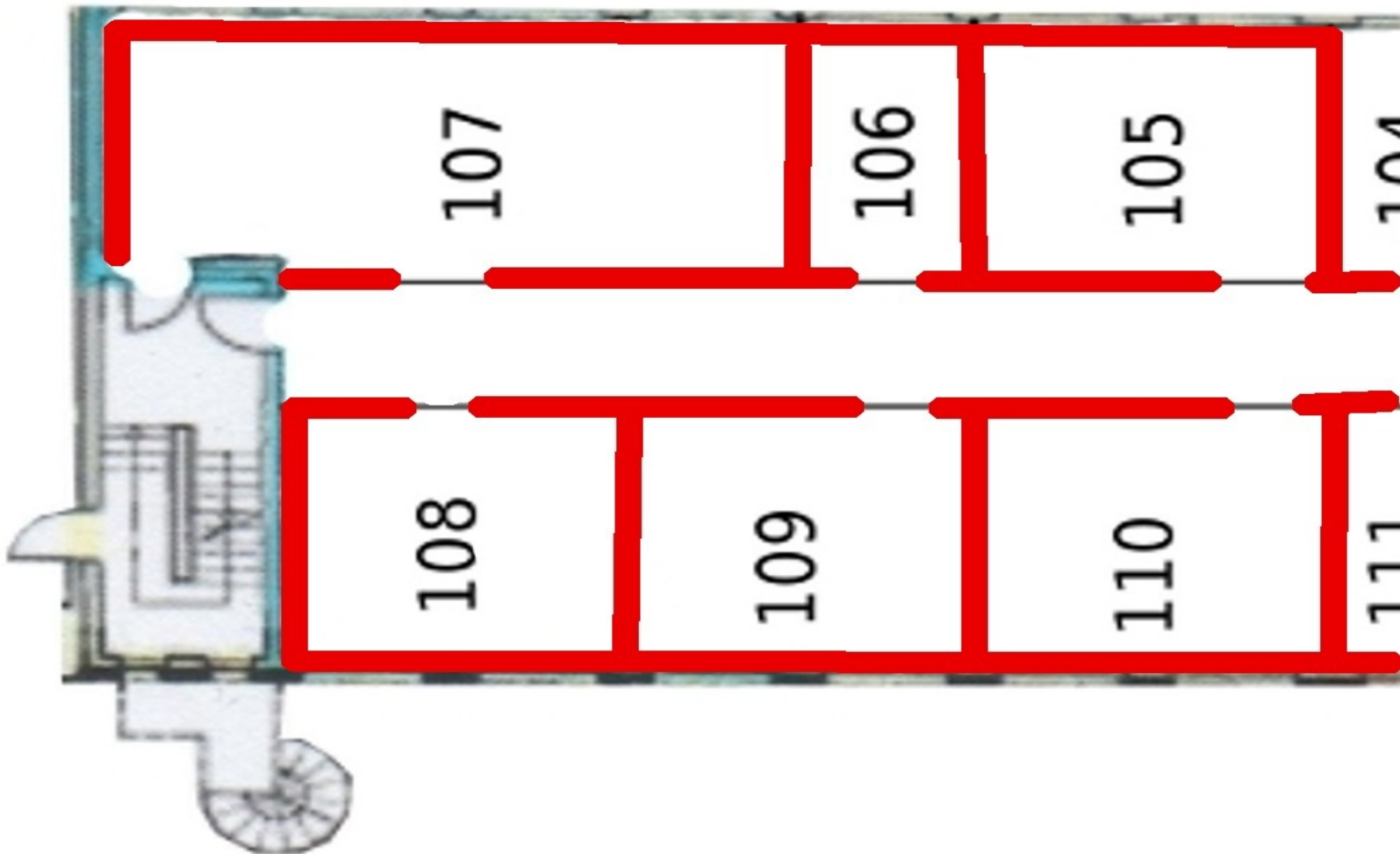
Matching auf Umgebungsinformationen

Ausblick & Demo

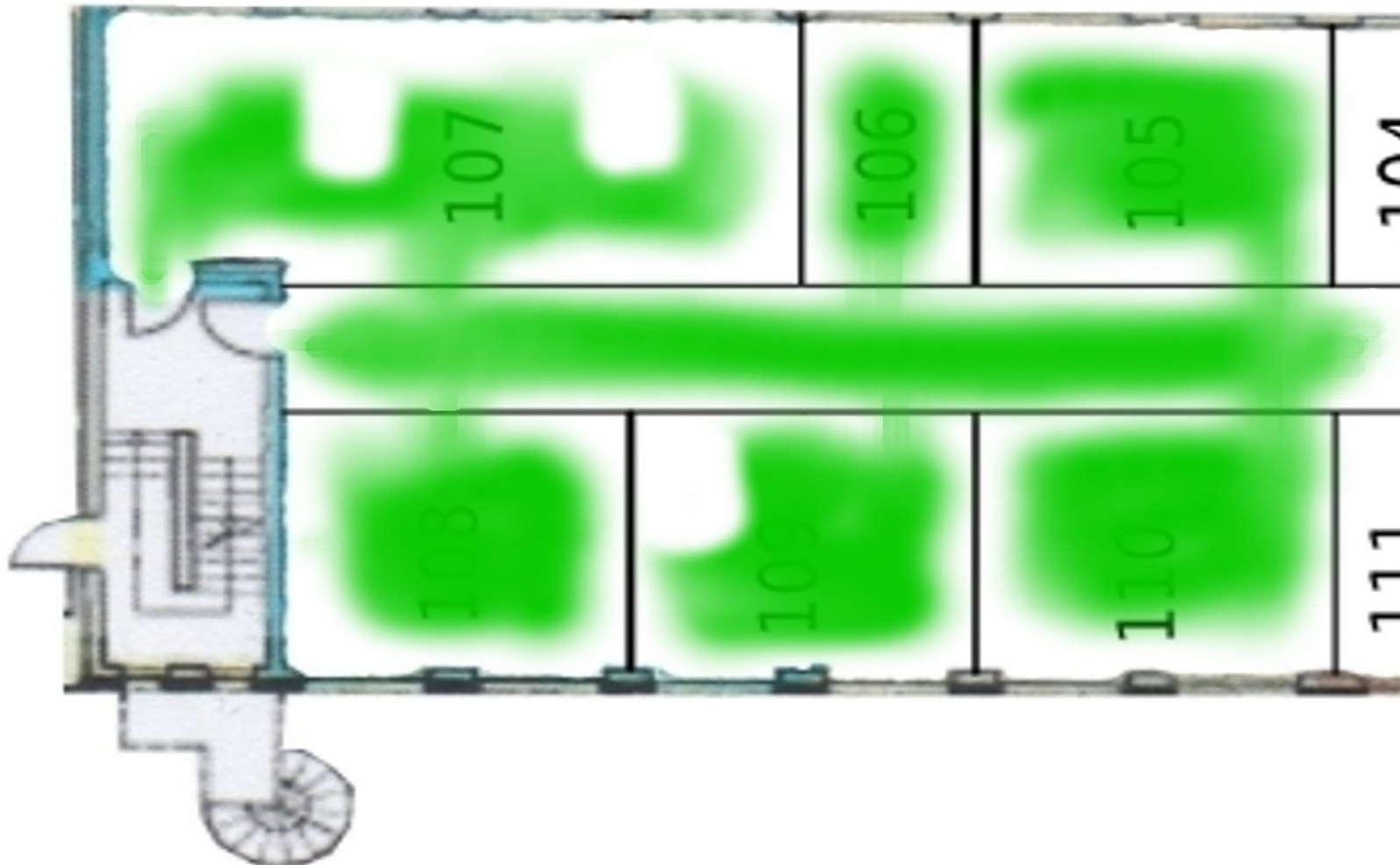
Lokalisierungsrelevante Informationen können in die Karte kodiert werden:
(binär, positiv, statisch/dynamisch)



Lokalisierungsrelevante Informationen können in die Karte kodiert werden:
(binär, negativ, statisch/dynamisch)



Lokalisierungsrelevante Informationen können in die Karte kodiert werden:
(probabilistisch, statisch)



Wie machen wir Indoor Navigation?

Welche Komponenten verwenden wir?

Sensoren

WLAN

Bewegungssensoren

Fusion aller Sensoren

Matching auf Umgebungsinformationen



Ausblick & Demo

Pro:

- ↳ Laufzeit ist grundsätzlich direkt proportional
- ↳ zur Entfernung

Contra:

- ↳ Ohne freies Sichtfeld: Reflektionen, Brechungen
- ↳ Zeiten sind, dank Lichtgeschwindigkeit, sehr kurz, daher braucht man:
 - ↳ große Entfernungen oder
 - ↳ sehr genaue Uhren oder
 - ↳ sehr viele Messungen

Time of Arrival (TOA): **Wie lange** ist das Signal von Basisstationen zum Empfänger unterwegs (oder andersrum, oder auch hin und zurück)?

Time Difference of Arrival (TDOA): In **welchem Abstand** kommen synchronisierte Signale beim Empfänger an oder ein Signal des Empfängers bei den synchronisierten Basisstationen?

Zumindest TDOA benötigt spezielle Infrastruktur.



Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg

↳ tarent



Das ganze Team:

Andreas Grau
Andrei Boulgakov
Atanas Alexandrov
Désirée Amling
Dino Omanovic
Jens Maiero
Jan Schmitt
Martin Gernhardt
Miluska Pech
Nils Neumaier
Ricarda Steffens
Robert Linden
Sven Schumann
Thomas Kudla
Timo Kanera

Vielen Dank!

Kontakt



Andreas Grau Mail: a.grau@tarent.de

Robert Linden Mail: r.linden@tarent.de

Rochusstraße 2-4
53123 Bonn

Telefon: +49 (0) 228 54 881 -0
Telefax: +49 (0) 228 54 881 -235