



Leistungsfähigkeit von Lokalisierungsverfahren im WLAN



Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
3. Vorgehen
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
4. Varianten zur Positionsbestimmung
5. Teststrecken
6. Ergebnisse und Ausblick



Gliederung

1. Motivation

2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung

3. Vorgehen

- a. Testumgebung
- b. Gerätschaften und Messungen
- c. Location Fingerprint und Radio Maps

4. Varianten zur Positionsbestimmung

5. Teststrecken

6. Ergebnisse und Ausblick



Motivation

- Einrichtung eines LBS an der Universität Regensburg
- dafür wird ein Lokalisierungsverfahren benötigt, dass
 - in geschlossenen Räumen funktioniert
 - mit möglichst geringem Aufwand (Kosten) zu realisieren ist
 - die bestehende Infrastruktur nutzt



Motivation - Arbeiten in diesem Bereich

- MSR RADAR
 - 1999 - 2000
 - Projekt von Microsoft Research
 - Netzwerke: WaveLAN und IEEE 802.11b
 - basiert auf Radio Maps in Kombination mit Bildung von Durchschnitten
- Horus - A WLAN Location Determination System
 - 2002 - 2004
 - University of Maryland
 - Netzwerk: IEEE 802.11b
 - basiert auf Radio Maps, Verwendung von „Joint Clustering“ zur Positionsbestimmung



Motivation - Fragestellung

- Wie leistungsfähig sind WLAN Positionsbestimmungsverfahren?
- Lassen sich diese Verfahren an der Universität Regensburg für einen LBS einsetzen?
- Welche Ergebnisse liefert die Positionsbestimmung im WLAN



Gliederung

1. Motivation

2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung

3. Vorgehen

- a. Testumgebung
- b. Gerätschaften und Messungen
- c. Location Fingerprint und Radio Maps

4. Varianten zur Positionsbestimmung

5. Teststrecken

6. Ergebnisse und Ausblick



Möglichkeiten – bisher erreichte Genauigkeiten

- MSR RADAR

	25%	50%	75%
One Nearest	1,92 m	2,94 m	4,69 m
K Nearest (Avgeraged, k=5)	1,5 m	2,75 m	-

- Horus - A WLAN Location Determination System

	Mittelwert	90%
Joint Clustering	0,8 m	2,2 m



Generelle Probleme des Verfahrens

- Mehrwegeausbreitung des Signals
Veränderungen in der Umgebung haben Auswirkungen auf die empfangenen Sendestärken (Reflektion, Refraktion, Streuung, Beugung)
- Dämpfung des Signals
z. B. durch Personen im Raum
- Störungen durch andere Geräte die im gleichen Frequenzband (2,4 GHz) operieren
z. B. Geräte mit Bluetooth, schnurlose Telefone (DECT), Mikrowellen

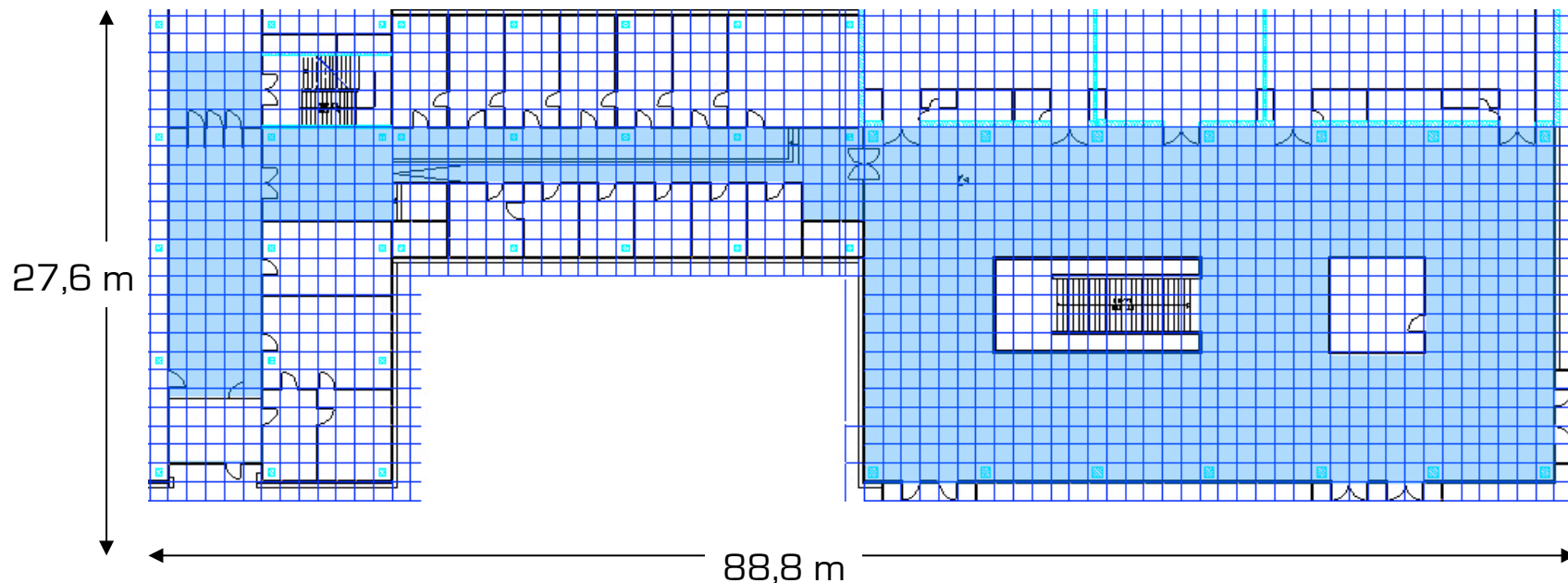


Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
- 3. Vorgehen**
 - a. Testumgebung**
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
4. Varianten zur Positionsbestimmung
5. Teststrecken
6. Ergebnisse und Ausblick



Testumgebung (1)



Erdgeschoss des Sammelgebäudes Bereich Jura/Wirtschaft der Universität Regensburg

Zellgröße: 1,2 m²

Anzahl Messpunkte: 1012

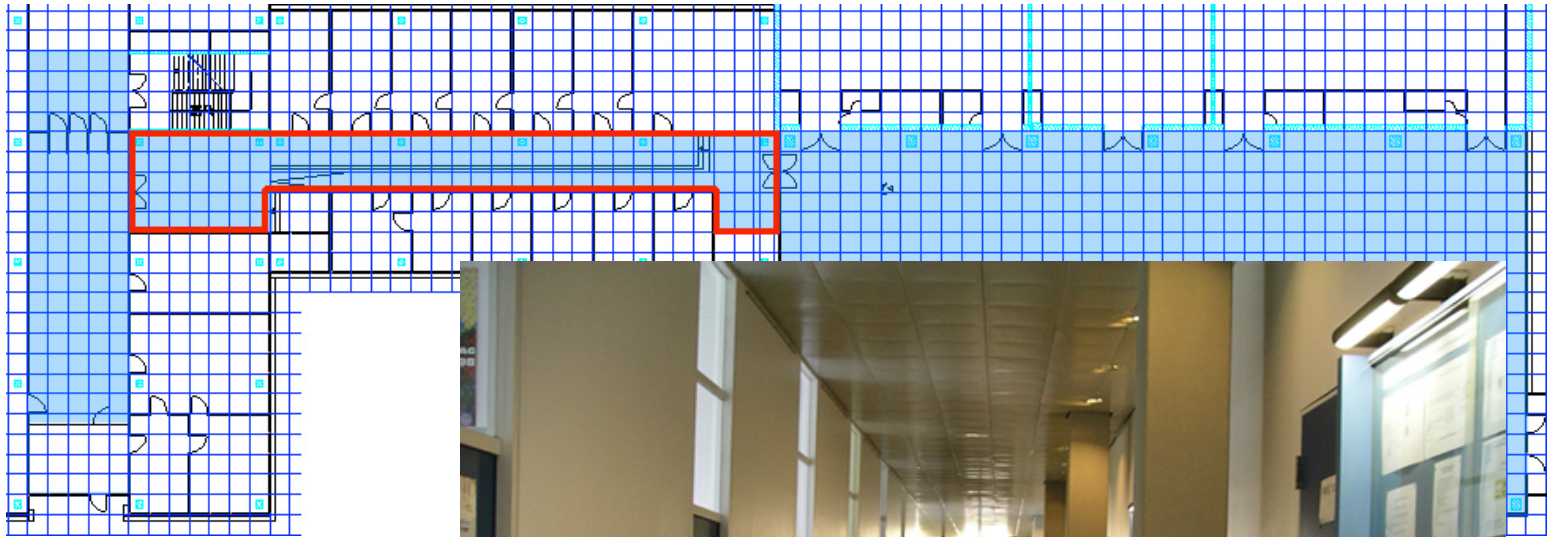


Testumgebung (2)



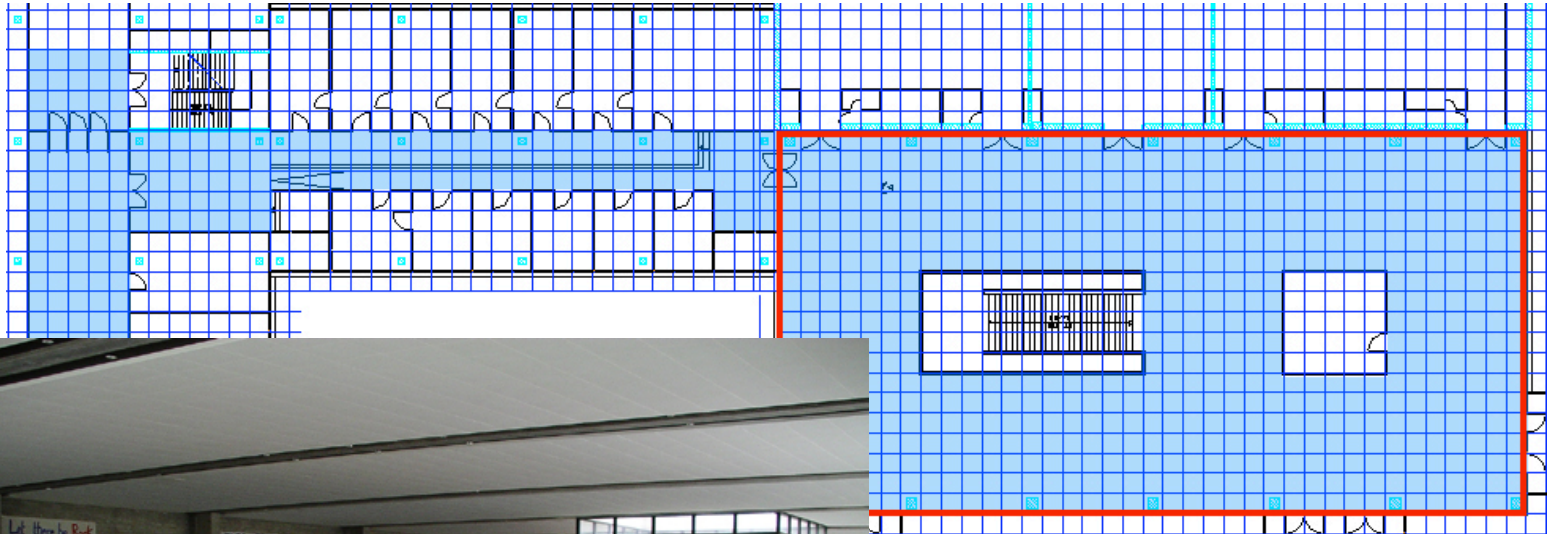


Testumgebung (3)

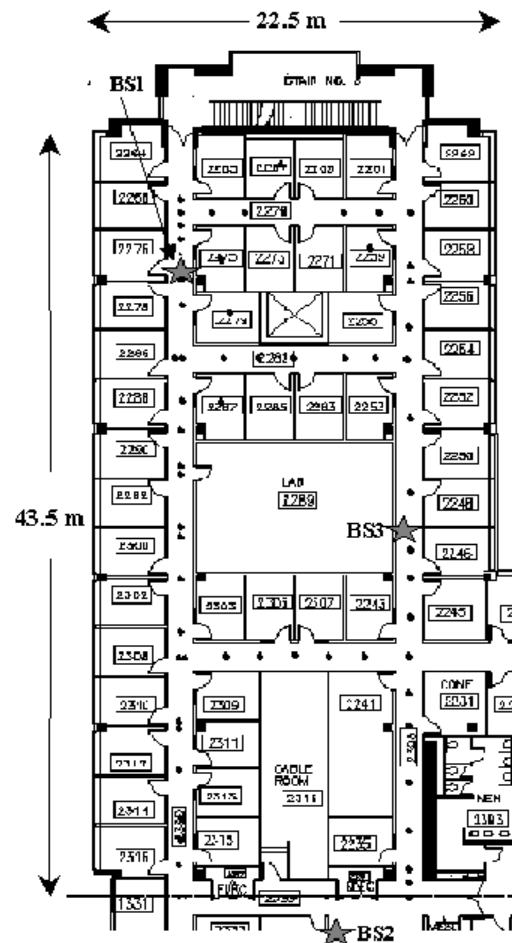




Testumgebung (3)



Testumgebung – Vergleich (1)



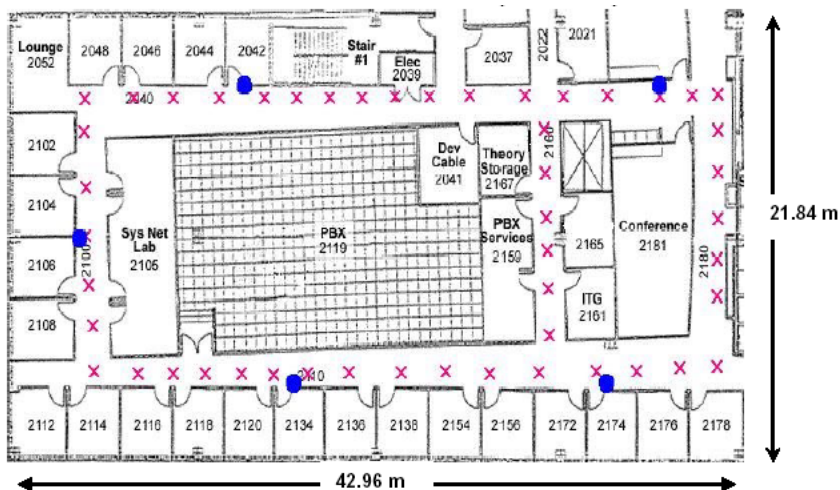
Testumgebung des
MSR RADAR
(WaveLAN)

22,5m x 43,5m

70 Messpunkte



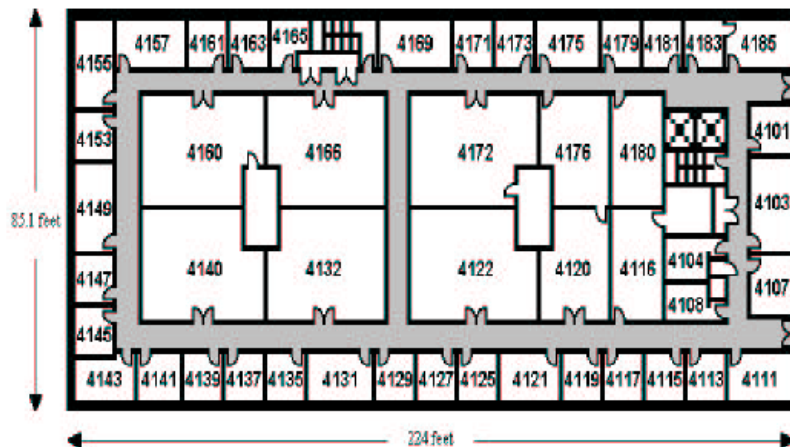
Testumgebung – Vergleich (2)



Testumgebung des
MSR RADAR
(IEEE 802.11b)

42,96m x 21,84m

49 Messpunkte



Testumgebung des
Horus - A
WLAN Location Determination System

68,3m x 26m

110 Messpunkte
Abstand: 5 feet (1,524m)



Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
- 3. Vorgehen**
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen**
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
4. Varianten zur Positionsbestimmung
5. Teststrecken
6. Ergebnisse und Ausblick



Gerätschaften



- Laptop: IBM Thinkpad R40 Intel Centrino (1,3 GHz) 1GB RAM
OS: gentoo Linux
- WLAN Karte: Lucent Technologies Orinoco silver 11 Mbits/s
- Access Points: Lucent AP 500



Durchführung der Messungen

- *Scanning* – Suche nach empfangbaren Access Points
 - 2 Varianten: Active Scanning (Probe Request, Probe Response)
Passive Scanning (Beacons)
 - für Messungen wurden Active Scanning genutzt

- Aufnahme von 20 Samples pro Zelle



Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
- 3. Vorgehen**
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps**
4. Varianten zur Positionsbestimmung
5. Teststrecken
6. Ergebnisse und Ausblick

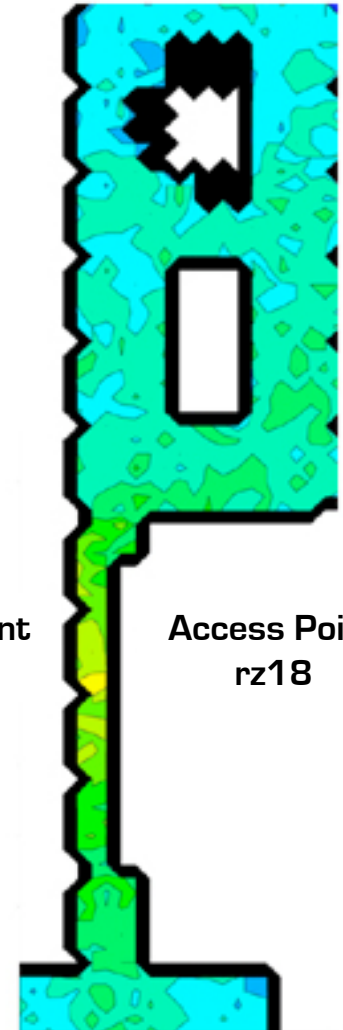
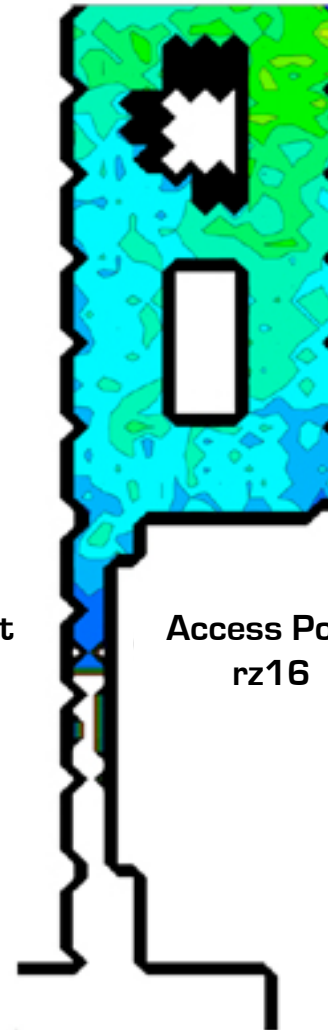
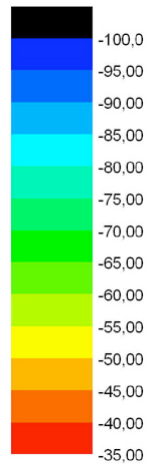
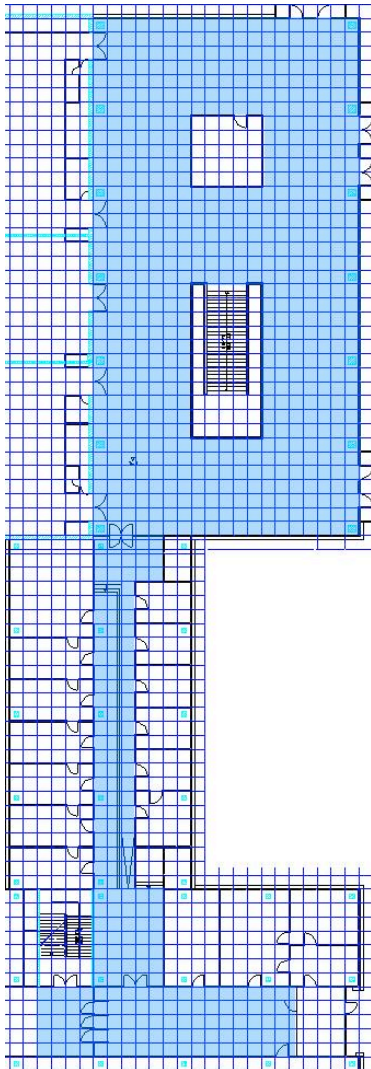


Location Fingerprint

- Definition Location Fingerprint:
Koordinaten einer Position + Signalstärken aller empfangbaren Access Points an dieser Position
$$LF = (x, y, z, \text{signal}(AP1), \dots, \text{signal}(APi))$$
- Location Fingerprints werden empirisch erhoben oder mittels Modellen zur Signalausbreitung geschätzt
- Speicherung der Location Fingerprints für das Gebiet in einer Datenbank → Radio Map
- Zur Positionsbestimmung wird der Location Fingerprint erneut gemessen und mit den Werten aus der Radio Map verglichen

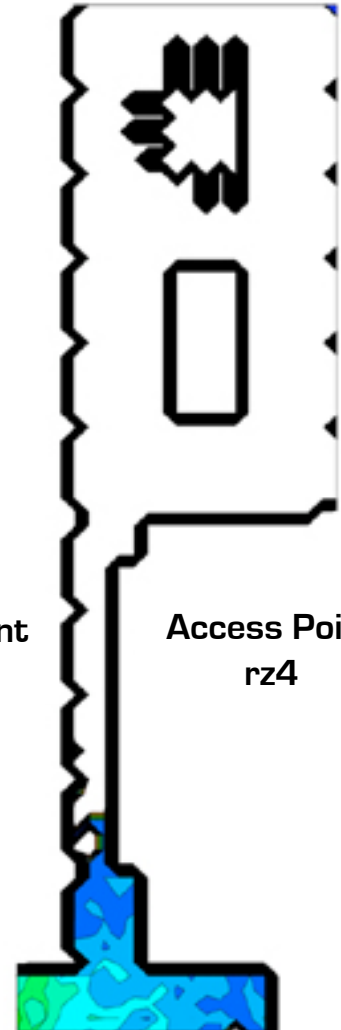
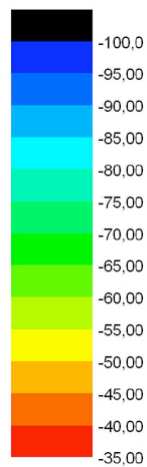
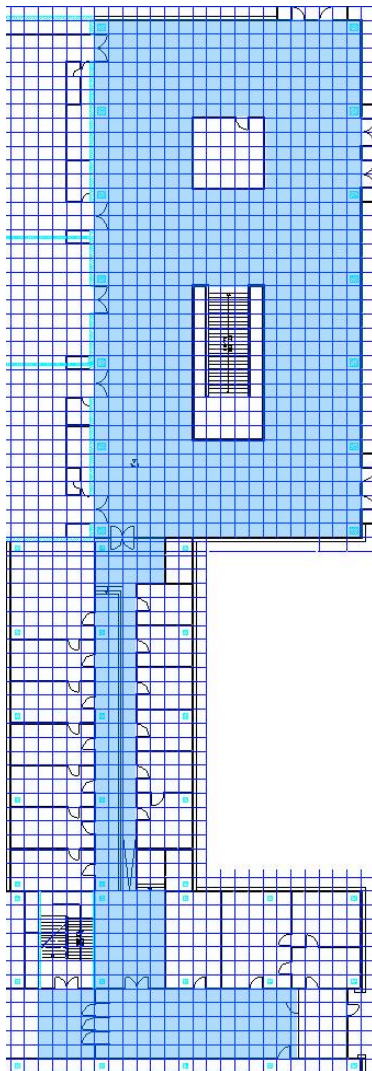


Radio Maps (1)



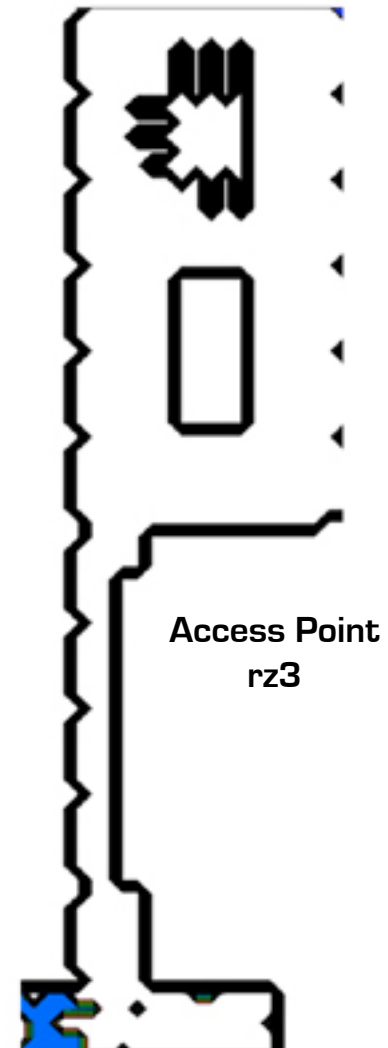
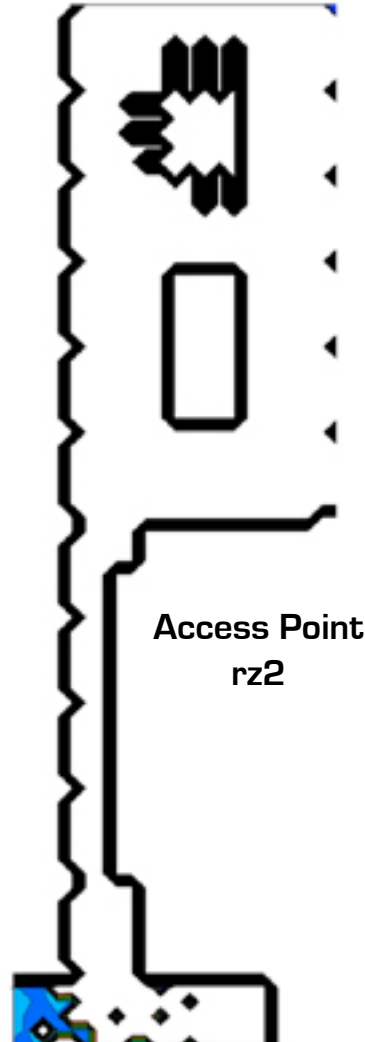
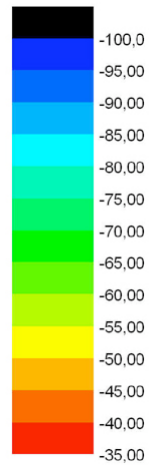
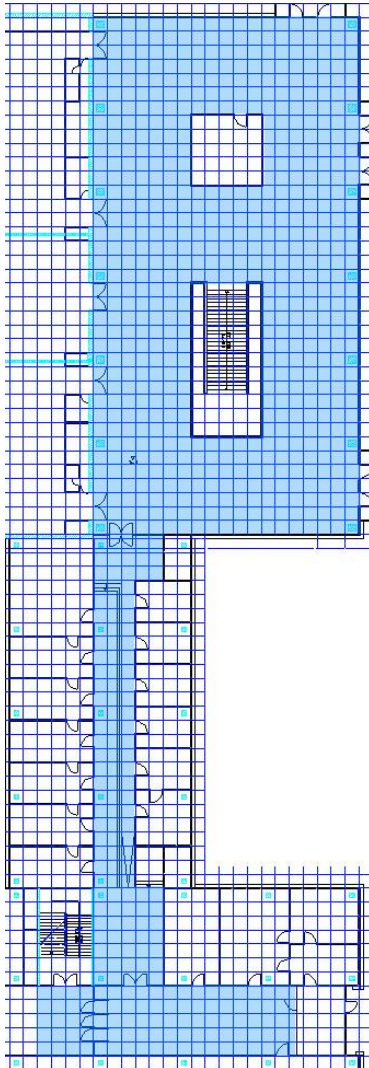


Radio Maps (2)





Radio Maps (3)





Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
3. Vorgehen
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
- 4. Varianten zur Positionsbestimmung**
5. Teststrecken
6. Ergebnisse und Ausblick



Varianten der Positionsbestimmung (1)

- verwendete Daten
 - Datenbereinigung
Messwerte in der Datenbank und in den aktuellen Messungen enthalten „Ausreißer“, die zu Fehlern bei der Lokalisierung führen
→ Entfernen der „Ausreißer“
 - Entscheidung über verwendete Werte
 - ursprüngliche Werte
 - Median
 - Mittelwert (und Varianz)
 - Kombination von Werten (aktuelle Messung, Vergleichswerte aus der Radio Map)



Varianten der Positionsbestimmung (2)

- Distanzmaß - Euklidische Distanz

$$d(\vec{S}_1, \vec{S}_2) = \|\vec{S}_1, \vec{S}_2\| = \sqrt{(s_{1,AP1}^2, s_{1,AP1}^2) + \dots + (s_{n,AP1}^2, s_{n,AP1}^2)}$$

$$d(\vec{S}_1, \vec{S}_2) \in [0, \infty]$$

- Ähnlichkeitsmaß - Kosinus-Maß

$$\cos(\vec{S}_1, \vec{S}_2) = \frac{\sum_i s_{1,i} s_{2,i}}{\sqrt{\sum_i s_{1,i}^2} \times \sqrt{\sum_i s_{2,i}^2}}$$

$$\cos(\vec{S}_1, \vec{S}_2) \in [-1, 1]$$



Varianten der Positionsbestimmung (3)

- Algorithmen

- Basis: Vorauswahl der Zellen mit den gleichen APs wie die aktuelle Messung
- One Nearest Neighbour Method
Es wird die Zelle gewählt, deren Messwerte den geringsten Abstand zur aktuellen Messung haben
- K Nearest Neighbour Method
Es werden die k Zellen ausgewählt, deren Messwerte den geringsten Abstand zur aktuellen Messung haben.
Die Zelle, die am häufigsten unter diesen k Zellen vertreten ist, wird als aktuelle Position angenommen.

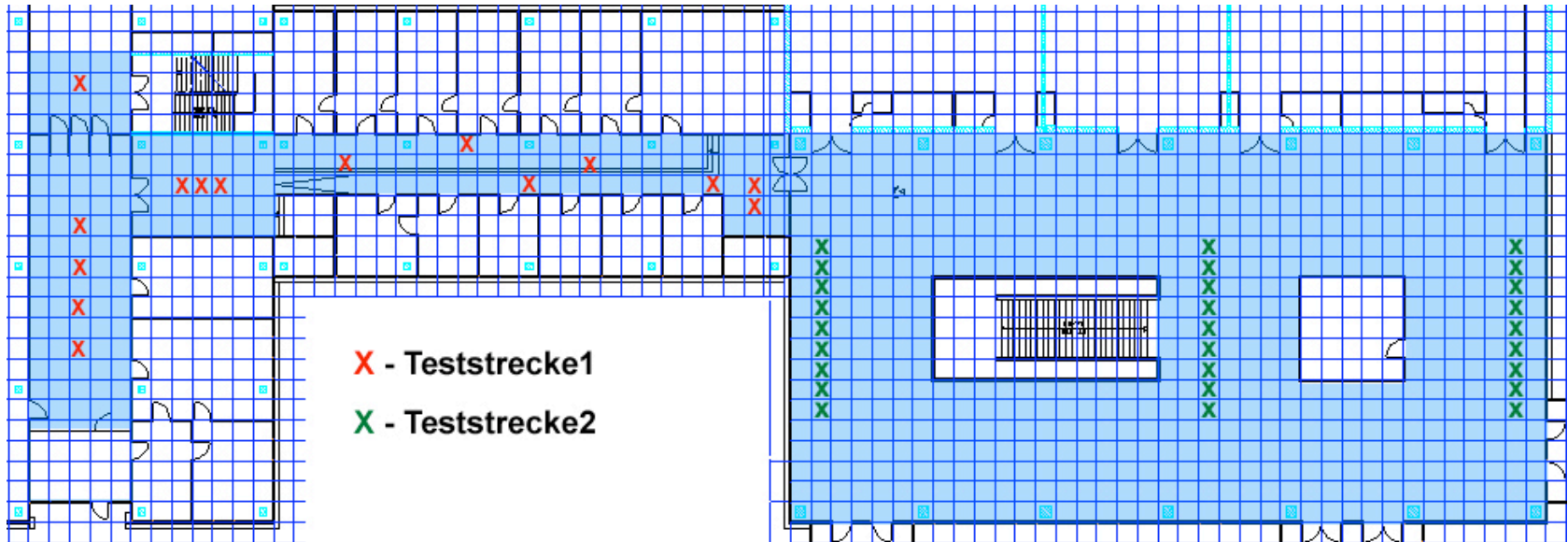


Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
3. Vorgehen
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
4. Varianten zur Positionsbestimmung
- 5. Teststrecken**
6. Ergebnisse und Ausblick



Teststrecken





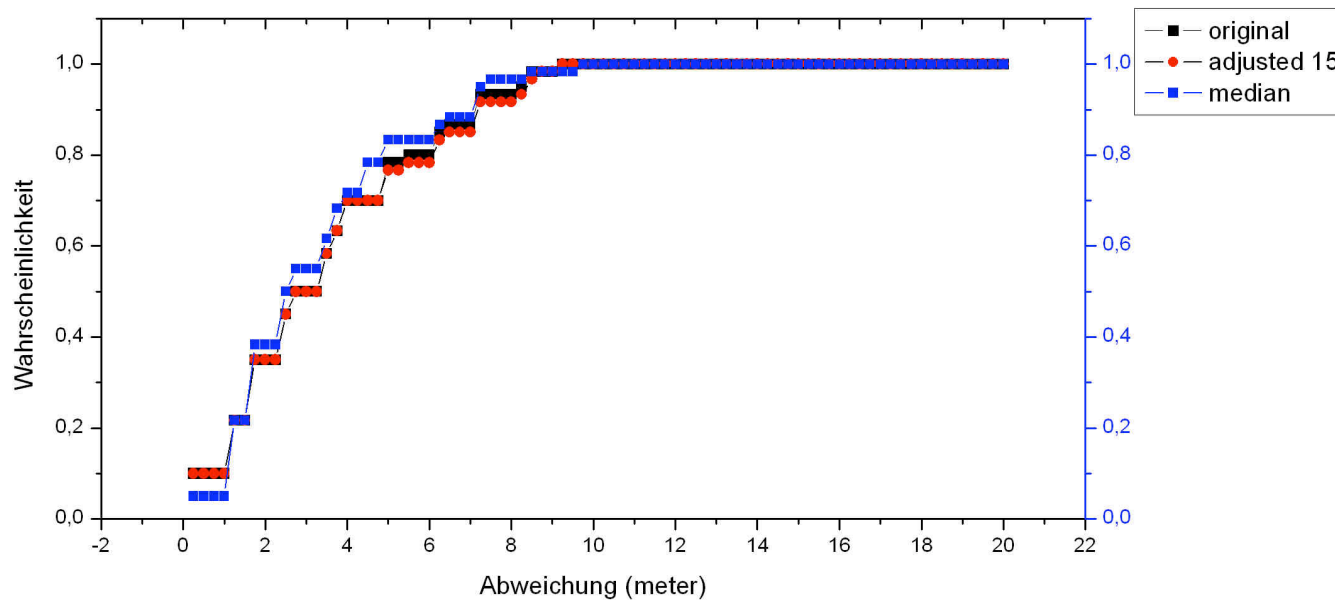
Gliederung

1. Motivation
2. Möglichkeiten und Probleme WLAN Positionsbestimmung
3. Vorgehen
 - a. Testumgebung
 - b. Gerätschaften und Messungen
 - c. Location Fingerprint und Radio Maps
4. Varianten zur Positionsbestimmung
5. Teststrecken
- 6. Ergebnisse und Ausblick**



Ergebnisse – Teststrecke 1

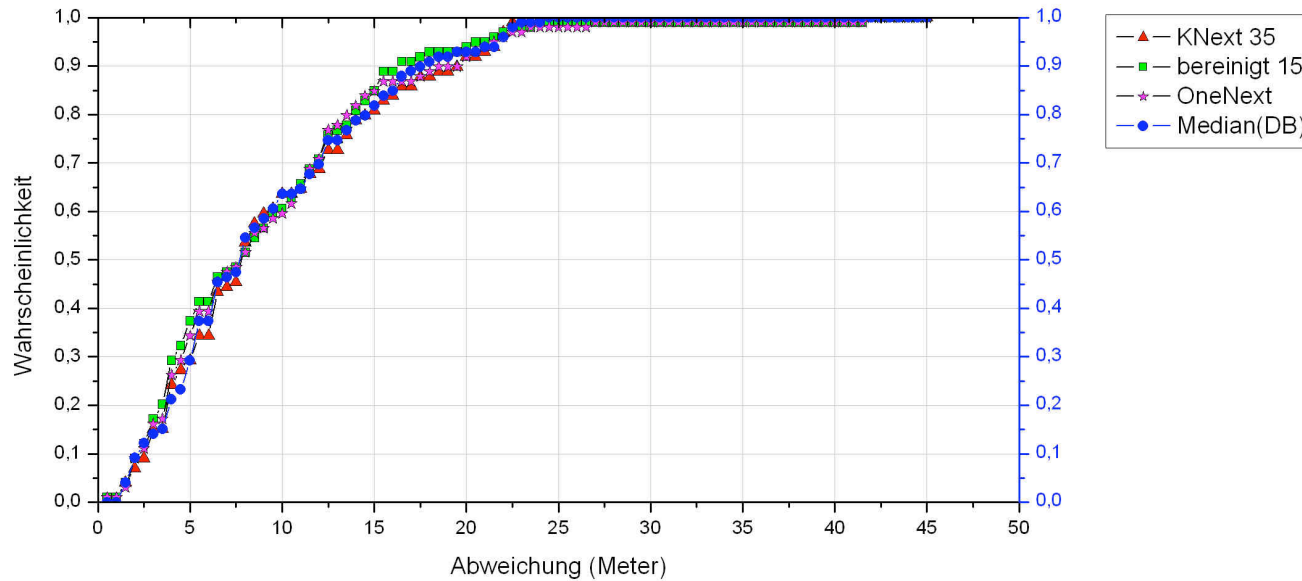
Ergebnisse der One Nearest Neighbour Method



	25% Quantil	50% Quantil	90% Quantil
original	1,75 m	2,75 m	7,25 m
adjusted 15	1,75m	2,75 m	7,25 m
median	1,75 m	2,5 m	7,25 m



Ergebnisse – Teststrecke 2



	25% Quantil	50% Quantil	90% Quantil
K Nearest 35	4,5 m	8 m	20 m
Bereinigt	4 m	8 m	16,5 m
One Nearest	4 m	8 m	20 m
One Nearest Median	5 m	8 m	18 m



Bestimmung sinnvoller Parameter

- Welche Daten sollten zur Positionsbestimmung verwendet werden ?
→ bis jetzt keine relevanten Änderungen der Ergebnissen beim Wechsel der verwendeten Daten
- Welche Algorithmen bringen die besten Ergebnisse ?
→ K Nearest Neighbours liefert tendenziell bessere Ergebnisse; abhängig vom gewählten k und den verwendeten Daten



Ergebnisse - Fazit

- Ähnliche Ergebnisse wie in den vorhergehenden Tests lassen sich nur unter speziellen Bedingungen erreichen
- In sehr großen und unstrukturierten Räumen ist diese Positionsbestimmung eher weniger geeignet



Ausblick

Verbesserungsmöglichkeiten

- Testen von Clustering-Algorithmen
- Kombination mit Positionssendern (Baken)
- Kombination mit Bewegungsmodellen (Bewegungshistorie)