

# Indoor Positionierung

## Anforderungen und technische Möglichkeiten

Sommersemester 2007  
HAW Hamburg

Sebastian Gregor  
Hamburg, 29.05.2007

# Überblick

- Einleitung: Wozu überhaupt Indoor Positionierung?
- Techniken und Begriffe: Worüber reden wir hier überhaupt?
- Systeme: Was gibt es bisher?
- IMAPS: Wie funktioniert das jetzt genau? Was kann es?
- Ausblick: Und wie geht es jetzt weiter?
- Literatur: Wo kann ich mehr erfahren?

# Wozu überhaupt Indoor Positionierung?

Worüber reden wir hier überhaupt?

## Begriffe

Positionierung:

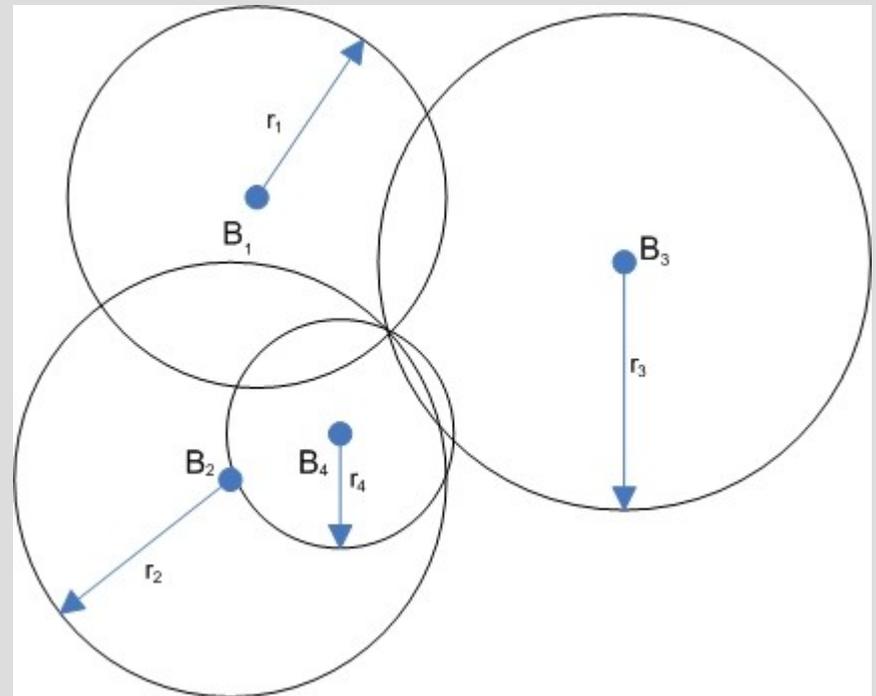
- symbolische vs. physikalische Positionierung
- absolute vs. relative Positionierung

Positionsermittlung:

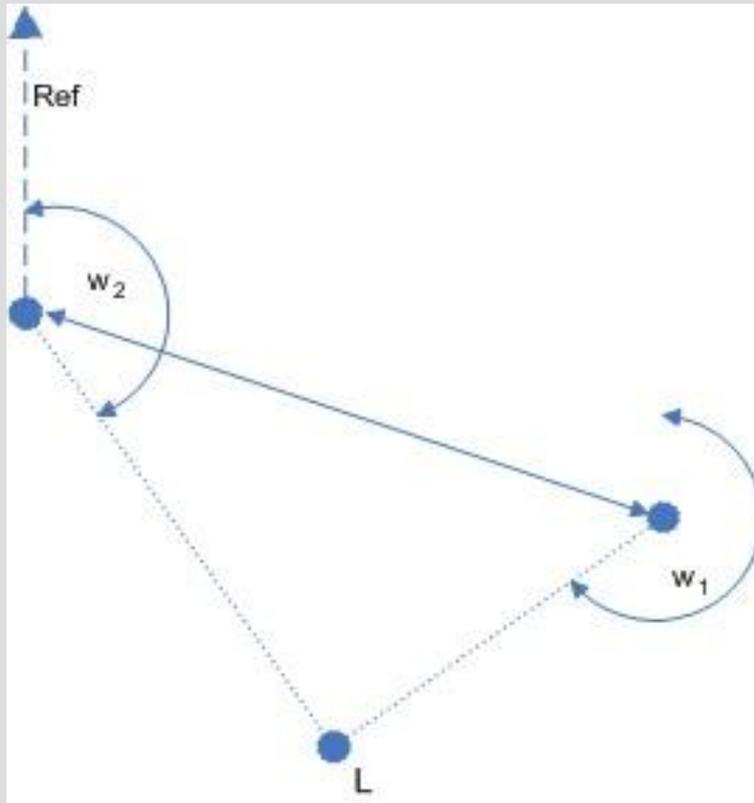
- zentrale vs. lokale Positionsermittlung
- Tracking vs. Positionierung

## Techniken: (Multi)Lateration

- mathematisches Verfahren
- Berechnung mit Hilfe von min. 4 gemessenen Entfernungen zu absoluten Bezugspunkten
- physikalische Positiondaten



## Techniken: Angulation



- Mathematisches Verfahren
- Berechnung der Positionsdaten unter Verwendung von Winkeln zu verschiedenen Referenzpunkten

## Techniken: Szenenanalyse

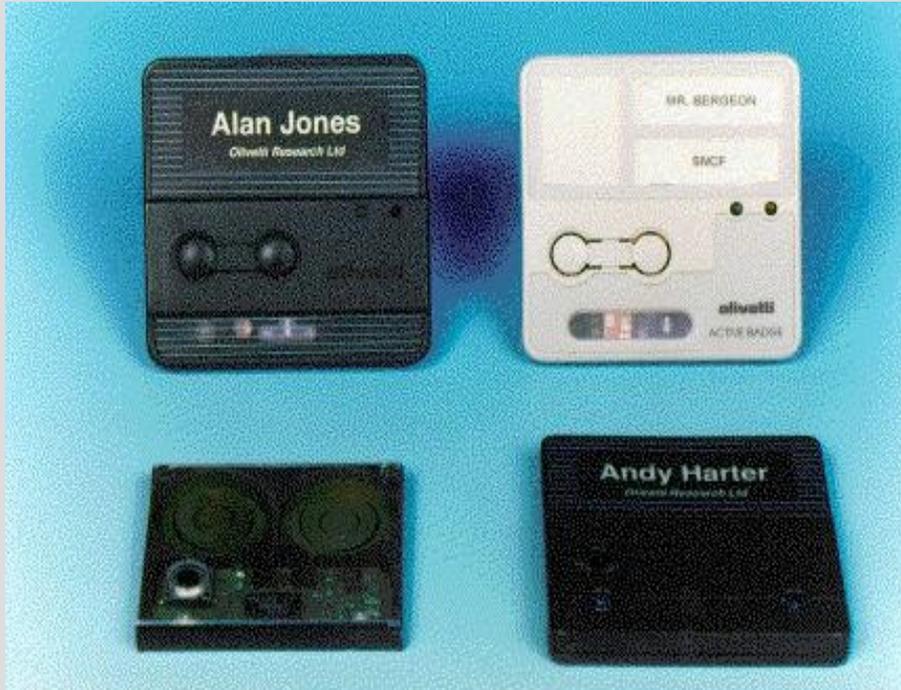
- Positionsdaten anhand von Umgebungsdaten ermittelt
- Unterteilung in:
  - statische Szenenanalyse
  - differentielle Szenenanalyse

## Techniken: Nachbarschaftsanalyse

- Nutzt fest installierte Sensoren
- Sensoren stellen Annäherung oder Gegenwart eines Klienten fest
- Rückschluss auf die Position des Klienten durch Position der Sensoren

Was gibt es bisher?

## Beispielsysteme: Active Badge



- 1992 Olivetti Labors / Cambridge
- Arbeitet mit Infrarotlicht
- Fest installierte Empfänger und ein Controller
- Aktive Infrarotsender (Badges)
- Zentrale Datenbank liefert Positionsdaten einer jeden Badge

## Beispielsysteme: Radar

- 2000 Microsoft Research Lab Redmond
- Basiert auf vorhandener WLAN Infrastruktur
- Liefert absolut physikalische Daten
- 2 Phasen:
  - Offline Phase - System kalibriert sich
  - Online Phase - aktive Messung und Positionsberechnung
- Ermittelt absolute physikalische Positionsdaten

## Beispielsysteme: Hi Ball Tracker

- 3 Teile:
  - Ceiling (Array von LEDs)
  - CIB (Ceiling – HiBall Interface Board)
  - HiBall (Infrarotsensoren und Kameralinsen)
- Positionsermittlung- und Orientierungsinformationen durch Angulation ermittelt
- Sehr hohe Genauigkeit (0,5 mm & 0.2 Grad)



## Beispielsysteme: Smart Floor

- Von Gorgia Tech in 2000 entwickelt
- Embedded Drucksensoren im Boden
- Ermittelt Positionsdaten durch Auswertung des Drucks der auf die Sensoren ausgeübt wird
- Sehr hohe Kosten

## Beispielsysteme: INDOOR



- Kein konkretes System – Projekt zur Nutzung von GNSS Signalen zu Indoor Positionsermittlung
- Projekt 2006 vom DLR gegründet
- Ziel: Entwicklung von Techniken und Technologien zum Empfang von GNSS Signalen in Gebäuden
- Bisher keine konkreten Veröffentlichungen und Ergebnisse

## Beispielsysteme: Cricket/Cricket Compass (1)

- 2001 im Massachusetts Institute of Technology entwickelt
- Benutzt TDoA zur Ermittlung von physikalische und symbolischen Positionsdaten
- Verwendet Ultraschall und Funk
- 2 Bestandteile:
  - Beacons (US- und RF-Sender montiert an Decken)
  - Listener (US- und RF-Empfänger)
- Listener sind passiv und kennen als einzige ihre Position
- Min. 3 Beacons zur Ermittlung von physikalischen Positionsdaten

## Beispielsysteme: Cricket/Cricket Compass (2)

- Positionsdaten mit Genauigkeit von 9 cm
- Cricket Compass ermittelt mit Orientierung durch V – Förmig angeordnete US – Empfänger
- Ausrichtung wird mit Genauigkeit von 3 bis 10 Grad ermittelt



# IMAPS

Wie funktioniert das jetzt genau?

## Anforderungen:

- Möglichst exakte physikalische und symbolische Positionsermittlung
- Langlebig
- Skalierbar
  - Erweiterbarkeit
  - Anzahl der Nutzer
- Geringer Installations- und Verwaltungsaufwand
- Privatsphäre
- Geringe Kosten

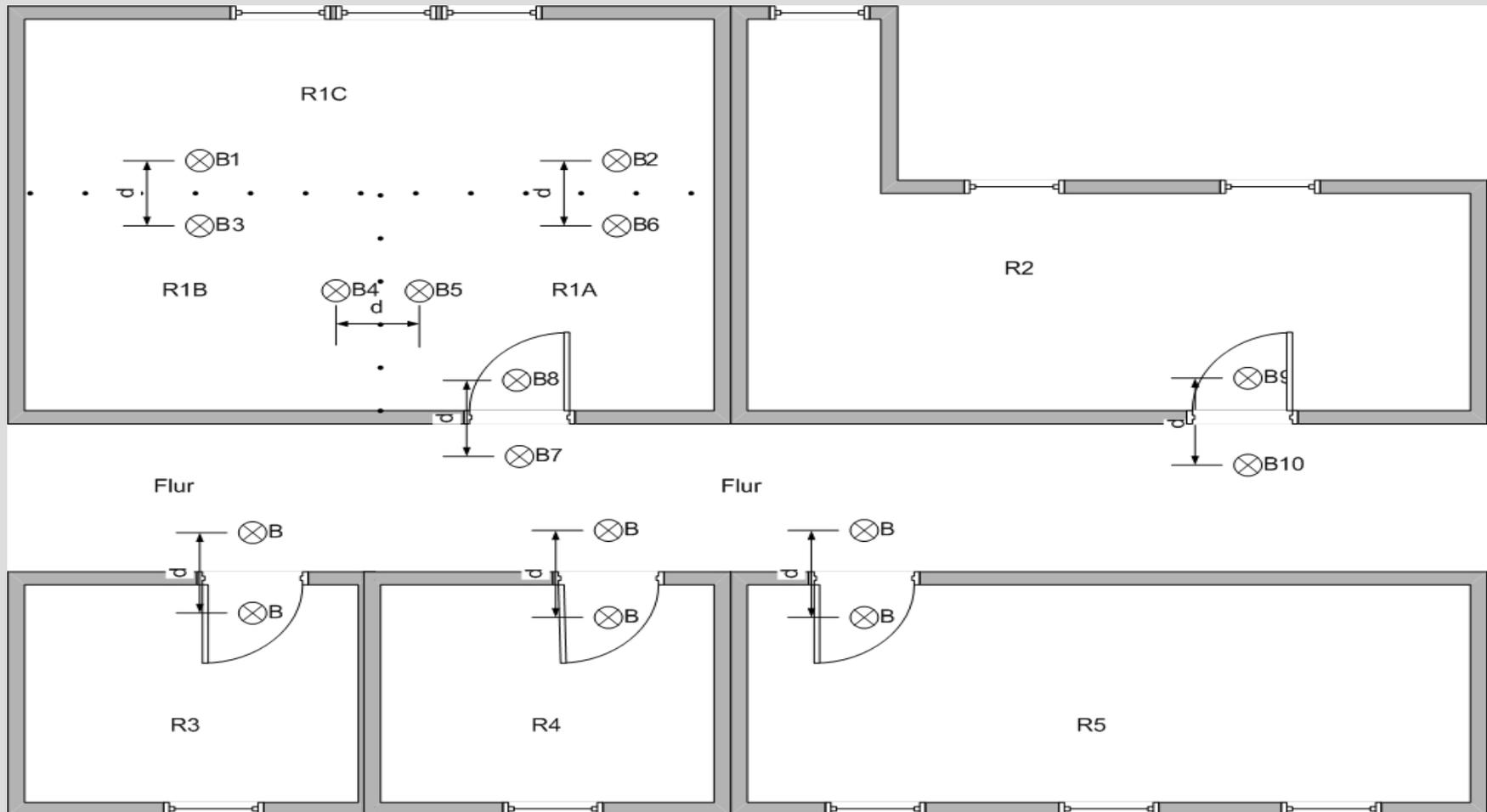
## Architektur:

- Sender (Beacons)
  - Ultraschallsender und Funktransceiver
  - Senden eigene Positionsdaten und Ultraschallsignale
  - An Decken installiert
  - Aktiv
- Empfänger (Listener)
  - Ultraschallempfänger und Funktransceiver
  - Berechnen eigene Positionsdaten
  - Passiv

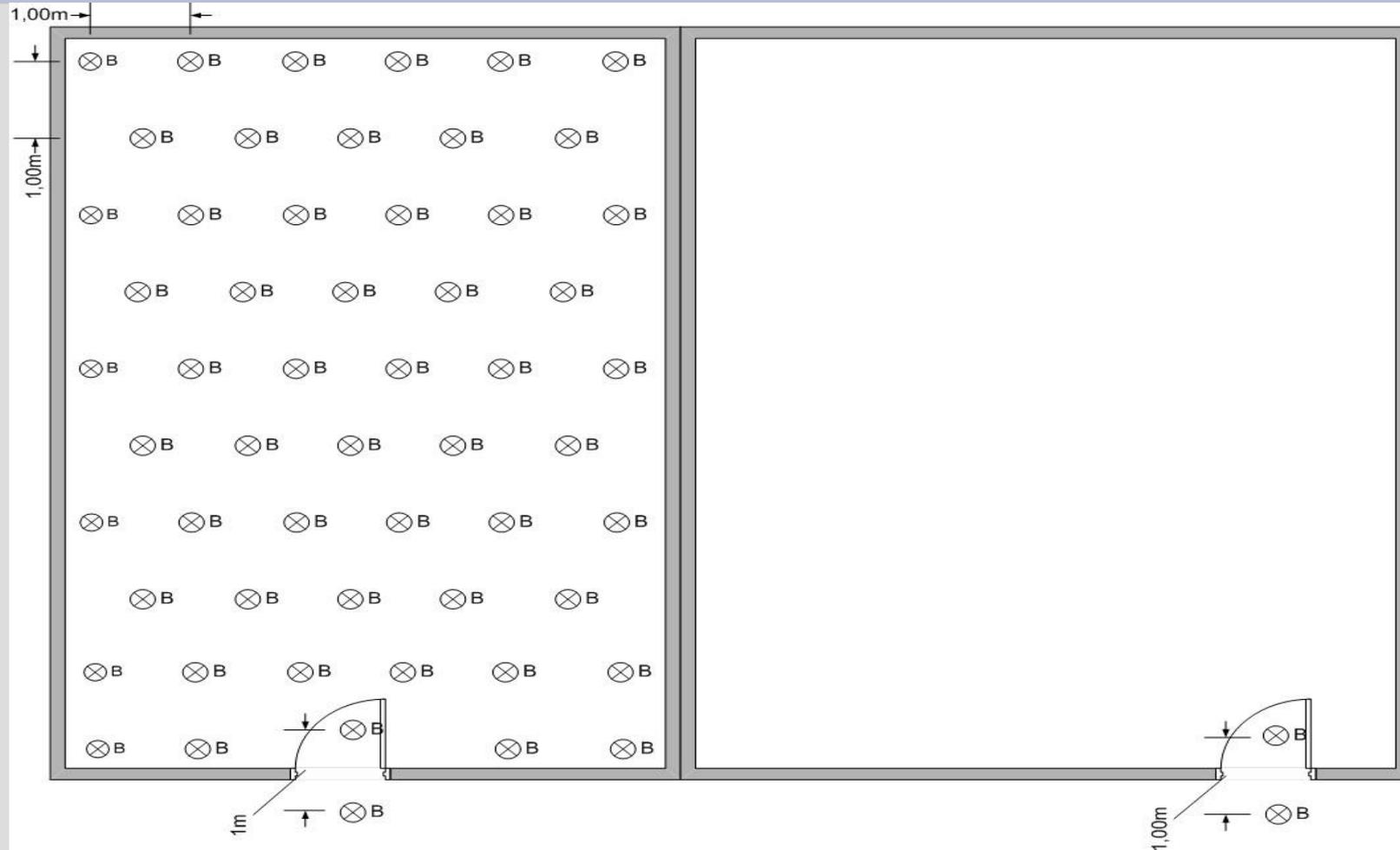
## Architektur (2):

- Dezentrale Architektur
- Ermittlung der Distanz zwischen Beacon und Listener mit TDoA
- Multilateration zur Berechnung physikalische Positionsdaten

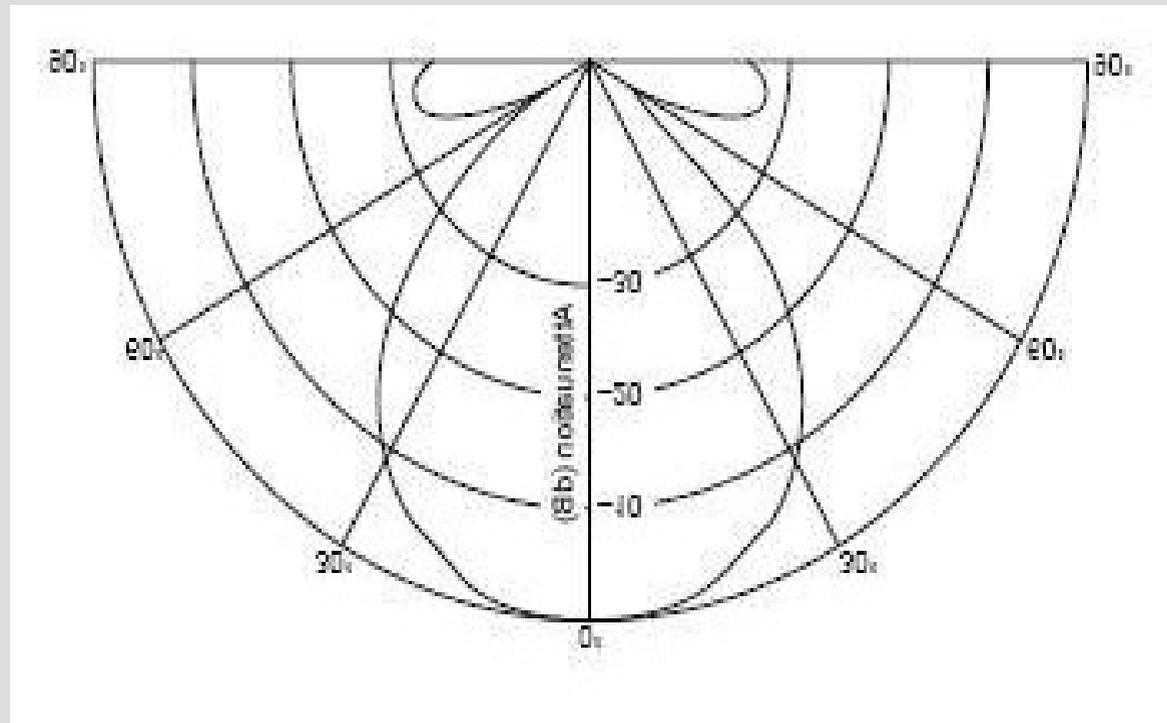
# Beispiel Ermittlung symbolischer Positionsdaten:



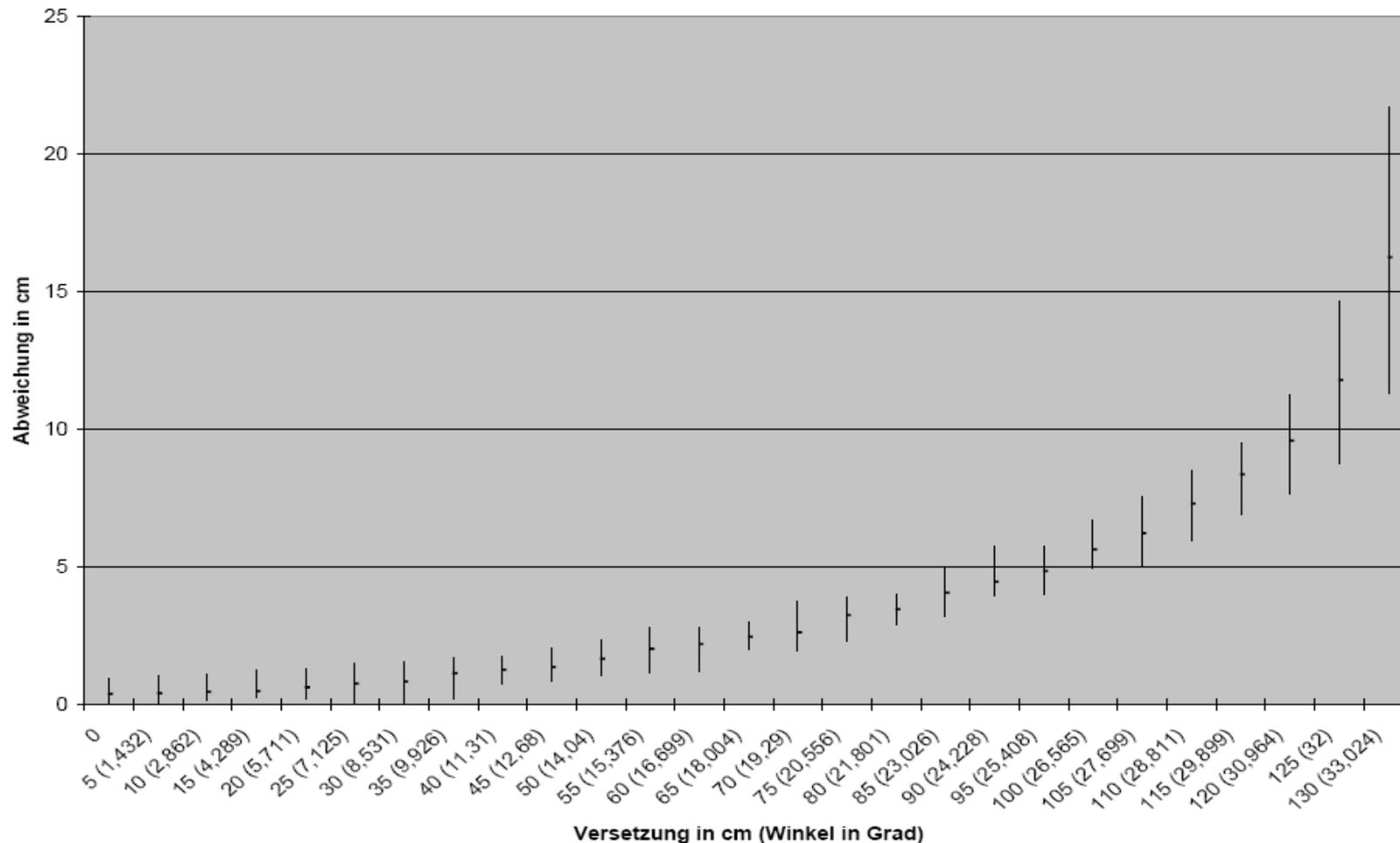
# Beispiel Ermittlung physikalischer Positionsdaten:



## Problem: Der Winkel der Ultraschall - Sensoren



## Problem: Der Winkel der Ultraschall – Sensoren (2)



## Bisheriger Stand der Entwicklung vs. Anforderungen

voll erfüllt:

- Privatsphäre
- Skalierbarkeit
- symbolische Positionsangaben

teilweise erfüllt:

- lange Laufzeiten
- genau physikalische Positionsangaben
- geringe Kosten

ungenügend erfüllt:

- Geringer Installationsaufwand
- Geringer Verwaltungsaufwand

Wie geht es jetzt weiter?

## Ausblick

- Hardware Layout überarbeiten
- Filteralgorithmen implementieren / testen
- Stimulationssoftware
  
- Framework/Applikation zur Verwaltung von IMAPS
- Framework/Applikation zur besseren Anbindung von Listenern
  
- Orientierung implementieren
- Übergang von Outdoor zu Indoor Positionierung
- ...

# Literatur

Wo kann ich jetzt mehr erfahren?

## Literatur (1)

- [1] HIGHTOWER, Jeffrey (Hrsg.) ; BORRIELLO, Gaetano (Hrsg.): Location Systems for Ubiquitous Computing. 2000  
<http://www.cs.wustl.edu/~lu/cs537s/Papers/hightower2001location.pdf>
- [2] LEMELSON, Hendrik: Eine Übersicht über In- und Outdoor Positionierungssysteme. 2005  
[http://www.informatik.uni-mannheim.de/pi4/lectures/ws0506/seminar/Ausarbeitung\\_PositionierungUebersicht\\_Indoor\\_und\\_Outdoor\\_Positionierungssysteme.pdf](http://www.informatik.uni-mannheim.de/pi4/lectures/ws0506/seminar/Ausarbeitung_PositionierungUebersicht_Indoor_und_Outdoor_Positionierungssysteme.pdf)
- [3] BALAKRISHNAN, Hari ; BALIGA, Roshan ; CURTIS, Dorothy ; GORACZKO, Michel ; MIU, Allen ; PRIYANTHA, Bodhi ; SMITH, Adam ; STEELE, Ken ; TELLER, Seth ; WANG, Kevin  
Lessons from Developing and Deploying the Cricket Indoor Location System / MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory. 2003. – Forschungsbericht.  
<http://cricket.csail.mit.edu/V1Exp.pdf>

## Literatur (2)

- [4] MIU, Allen Ka L.: Design and Implementation of an Indoor Mobile Navigation System, Massachusetts Institute of Technology, Materarbeit, 2002. –  
<http://nms.lcs.mit.edu/publications/cricketnavthesis.pdf>
- [5] REICHENBACH, Frank: Positionsbestimmung in drahtlosen Ad-Hoc Sensor-Netzwerken, Universität Rostock, Diplomarbeit, 2004. –  
[http://www-md.e-technik.uni-rostock.de/www\\_db/stud\\_arb/Stud\\_Arbeiten/Diplome/Frank%20Reichenbach%202004/Positionsbestimmung%20in%20drahtlosen%20Ad-Hoc%20Sensor-Netzwerken,%20F.%20Reichenbach,%202004.pdf](http://www-md.e-technik.uni-rostock.de/www_db/stud_arb/Stud_Arbeiten/Diplome/Frank%20Reichenbach%202004/Positionsbestimmung%20in%20drahtlosen%20Ad-Hoc%20Sensor-Netzwerken,%20F.%20Reichenbach,%202004.pdf)
- [6] INDOOR – Galileo/GPS Indoor Navigation & Positionierung  
<http://www.indoor-navigation.de>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?