

Projekt NOM@D

Wintersemester 2002/03

Carmelita Görg, Andreas Könsgen, Stefan Aust, Niels Pollem, Bernd-Ludwig Wenning  
(VAK 03-748)

# Location Based Services

<http://nomad.informatik.uni-bremen.de/>

Holger Bastisch, Sven Häfker, Jens Krause,  
Sascha Wilking, Björn Haje

# Location Based Services

- Teilgruppe des studentischen Projekts Nom@d des Studiengangs Informatik der Universität Bremen
- Betreuung durch AG Comnets / AG Rechnernetze
- Laufzeit Oktober 2001 bis September 2003

# Ziele

- Lokalisierung von Clients im WLAN
- Bereitstellung von Location Based Services
  - Darstellung der aktuellen Position in einer Karte
  - Kommilitonenfinder
  - Darstellung von an die aktuelle Position angepasste Webseiten

# Plattform

- Notebooks
- Lucent Orinoco Gold PC-Card
- Microsoft Windows XP
- Microsoft .NET-Framework
- WLAN der Universität Bremen

# Grundidee der Positionsbestimmung

- Jede Position hat ein spezifisches Empfangsbild aus empfangenen AccessPoints und deren Signalstärken und kann anhand dieser identifiziert werden
- Ermittlung der empfangenen AccessPoints
- Ermittlung der Signalstärken der einzelnen AccessPoints

# Datenermittlung

- Ermittlung der Signalstärken muss direkt aus der WLAN-Karte oder deren Treiber erfolgen, da kein Betriebssystem entsprechende Schnittstellen bereitstellt
- Keine Kenntnisse der Firmware der Karten vorhanden, daher nicht möglich Daten direkt aus der WLAN-Karte auszulesen

## Datenermittlung (2)

- Für Karten mit Lucent-Orinoco-Chipsatz existiert ein Hilfsprogramm, das die benötigten Daten in eine Logdatei schreiben kann
- Lösung: Fernsteuerung des Lucent-Hilfsprogramms und anschließendes Parsen der entstandenen Logdatei

# Positionsberechnung

- Bestimmung der Entfernung zu den einzelnen empfangenen AccessPoints anhand der Signalstärke mittels:

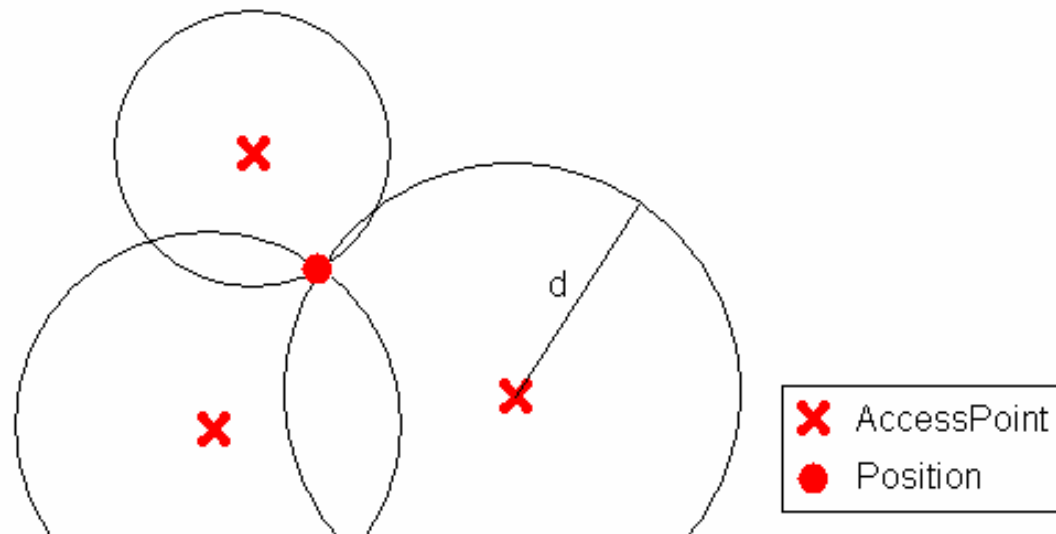
$$d = c(s) * e^{(s + 17,027)/(-11,901 * 2,5)}$$

wobei:

- d: Abstand zum AccessPoint
- s: Signalstärke des AccessPoint
- Die Konstante 2,5 und die Funktion c wurden empirisch ermittelt
- Die beiden anderen Konstanten wurden aus einer Gleichung der Uni San Diego übernommen

# Positionsberechnung (2)

- Bestimmung der Position durch Berechnung des Schnittpunktes der Kreise um die 3 stärksten AccessPoints



# Positionsberechnung (3)

- Ablauf der Berechnung
  - Berechnung der Schnittpunkte der beiden Kreise mit der stärksten Signalstärke
  - Verläuft die Kreisbahn des Kreises mit der dritthöchsten Signalstärke durch einen der beiden Schnittpunkte?
    - Ja: diesen Schnittpunkt als Position zurückgeben
    - Nein: Mittelwert der beiden vorhandenen Schnittpunkte berechnen und Position zurückgeben

# Positionsberechnung (4)

## ■ Vorteile

- Geringer Einrichtungsaufwand, es müssen nur die Positionen der AccessPoints ermittelt werden

## ■ Nachteile

- Keine Berücksichtigung von baulichen Gegebenheiten
- Hohe Ungenauigkeit

# Fingerprints

- Ermittlung der Position durch Vergleich der Empfangenen AccessPoints und deren Signalstärken mit in einer Datenbank hinterlegten Vergleichswerten
- Zum Vergleich werden nur AccessPoints mit einer Signalstärke  $>50\text{dB}$  herangezogen, da schwächere Signale zu große Schwankungen in ihrer Stärke aufweisen

## Fingerprints (2)

- Die verbliebenen Messwerte werden mit den in der Datenbank hinterlegten Referenzwerten verglichen und die Position des Referenzwertes mit der geringsten Abweichung als Ergebnis zurückgegeben
- Bei mehreren Referenzwerten mit gleicher geringster Abweichung wird als Ergebnis der Mittelwert genommen

# Fingerprints (3)

## ■ Vorteile

- Höhere Genauigkeit

## ■ Nachteile

- Hoher Einrichtungsaufwand, da an allen Positionen Messwerte aufgenommen werden müssen
- Einrichtung muss bei baulichen Änderungen wiederholt werden

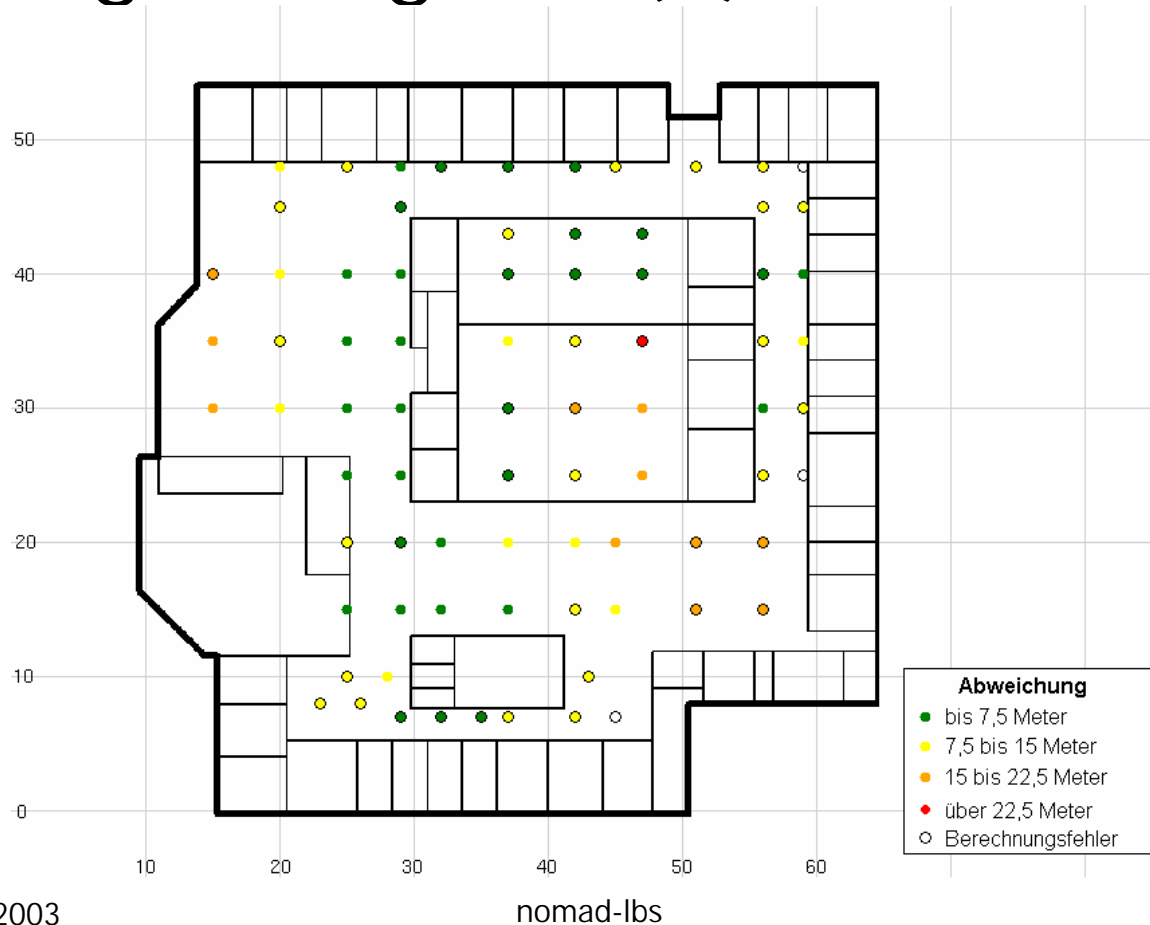
# Testumgebung



# Messgenauigkeit

- Positionsberechnung
  - Durchschnittliche Abweichung 9,2 Meter
  - Durchschnittlich 78% der Berechnungen erfolgreich
- Fingerprints
  - Noch keine systematische Ermittlung der Genauigkeit

# Messgenauigkeit (2)



# Probleme

- Stark schwankende Empfangslage
  - Änderung der Signalstärke von bis zu 5dB innerhalb einer Sekunde
  - In einem Umkreis von bis zu 5 Metern treten identische Empfangssituationen auf
- Starke bauliche Unterschiede in einer Ebene (Beton- vs. Holzwände)

## Probleme (2)

- Die 3 AccessPoints in einer Reihe erschweren bei Berechnung die Ermittlung des Schnittpunkts
- Starke Störung des WLANs durch andere elektrische Geräte (z.B. Fahrstuhl)

# Geplante Verbesserungen

- Verbesserung der Positionsberechnung durch Näherung bei der Berechnung der Schnittpunkte der Kreise
- Einsatz des jeweils anderen Algorithmus als Fallback, falls der ursprünglich benutzte keine Position ermitteln kann

## Geplante Verbesserungen (2)

- Tracking der letzten ermittelten Positionen, um bei mehreren errechneten Positionen die wahrscheinlichere herausfinden zu können
- Festlegung von Laufwegen, bei denen die Aufenthaltswahrscheinlichkeit höher ist

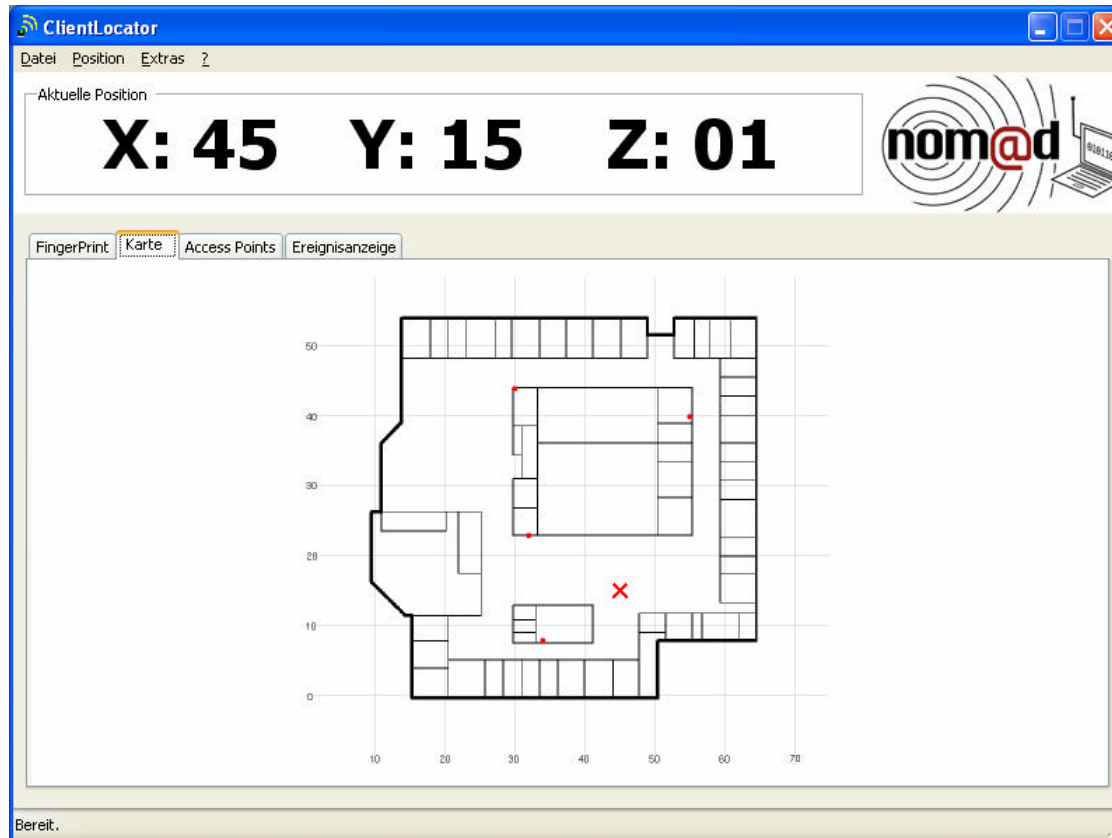
# Implementierung

- Client-Server-Modell
  - Ermittlung der Signalstärken am Client
  - Berechnung der Position auf dem Server
  - Kommunikation zwischen Client und Server mittels SOAP / WebServices
  - Weitere WebServices für zusätzliche Funktionen (z.B. Übermittlung von Gebäudekarten)

# Implementierung (2)

- ClientLocator
  - PlugIn-basierte clientseitige GUI
  - Ermittlung der Positionsdaten mittels PlugIn
  - Weitere PlugIns zur Weiterverarbeitung der ermittelten Position

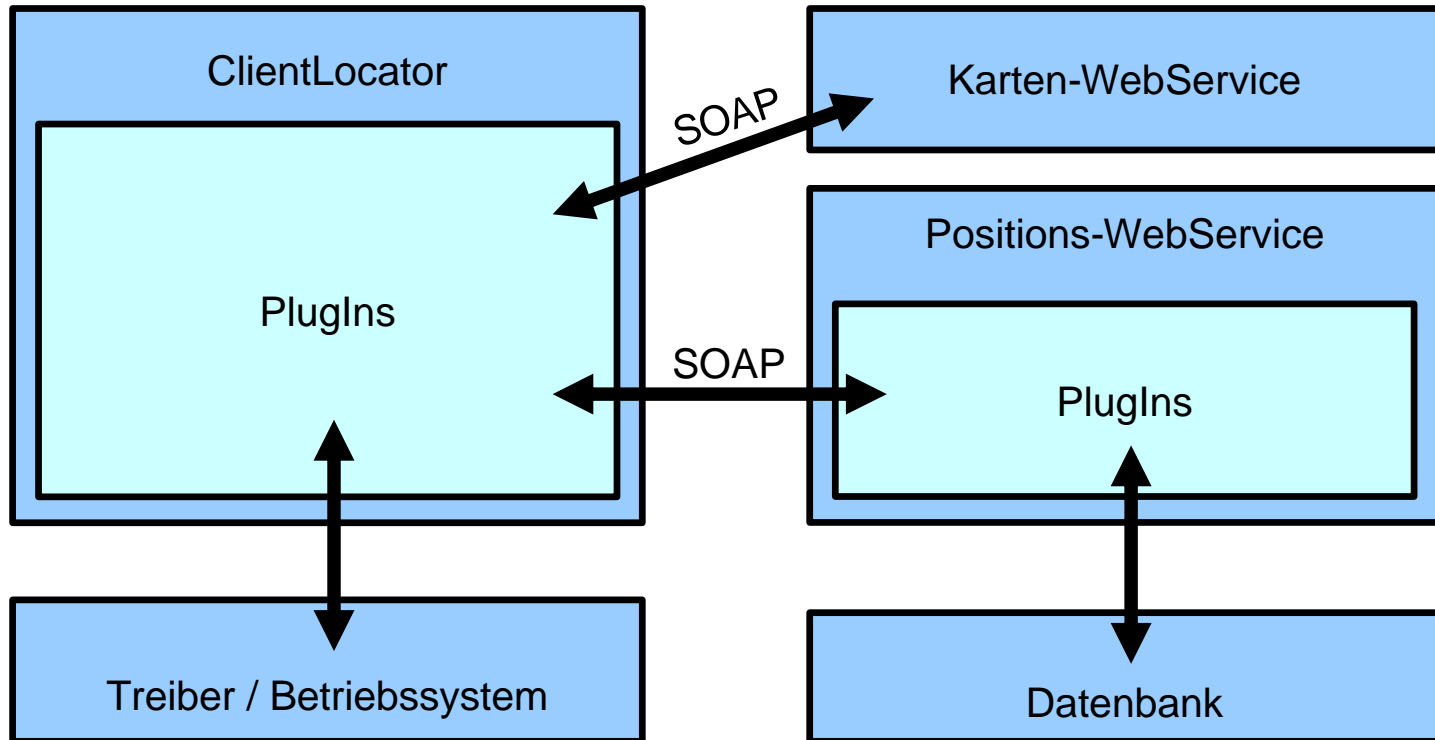
# Implementierung (3)



# Implementierung (4)

- Positions-WebService
  - Stellt Rahmen für PlugIns zur Positionsberechnung zur Verfügung
  - PlugIns zur Positionsberechnung und Fingerprint-Methode vorhanden
  - Erweiterung durch PlugIn-Modell jederzeit möglich

# Implementierung (5)



# Hintergrund zur Formel auf Folie 8 (Positionsberechnung)

- Die Formel basiert auf einer Dämpfung der allgemeinen Form  $s = s_0 - k \cdot \ln(d/d_0)$
- $s_0$  ist hierbei die Signalstärke im Abstand  $d_0$ ,  
 $k$  ist eine Dämpfungskonstante, die u.a. von der Frequenz abhängt
- Im vorliegenden Fall wurde angenommen:  
 $s_0 = -17,027$  dBm,  $k = 11,901 \cdot 2,5$  dBm, die Konstante  $d_0$  wurde durch die Funktion  $c(s)$  ersetzt  
→  $s = -17,027 - 11,901 \cdot 2,5 \cdot \ln(d/c(s))$
- Umgestellt nach  $d$  ergibt sich die auf Folie 8 gegebene Formel