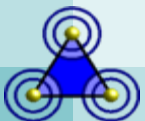




# Middleware für mobile spontan vernetzte Sensornetzwerke

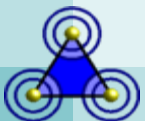
Jan Blumenthal, Dirk Timmermann  
Universität Rostock

DFG-SPP 1140 Jahreskolloquium:  
Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für  
vernetzte mobile Systeme  
16.05.2006, Mannheim



# Arbeitsbericht

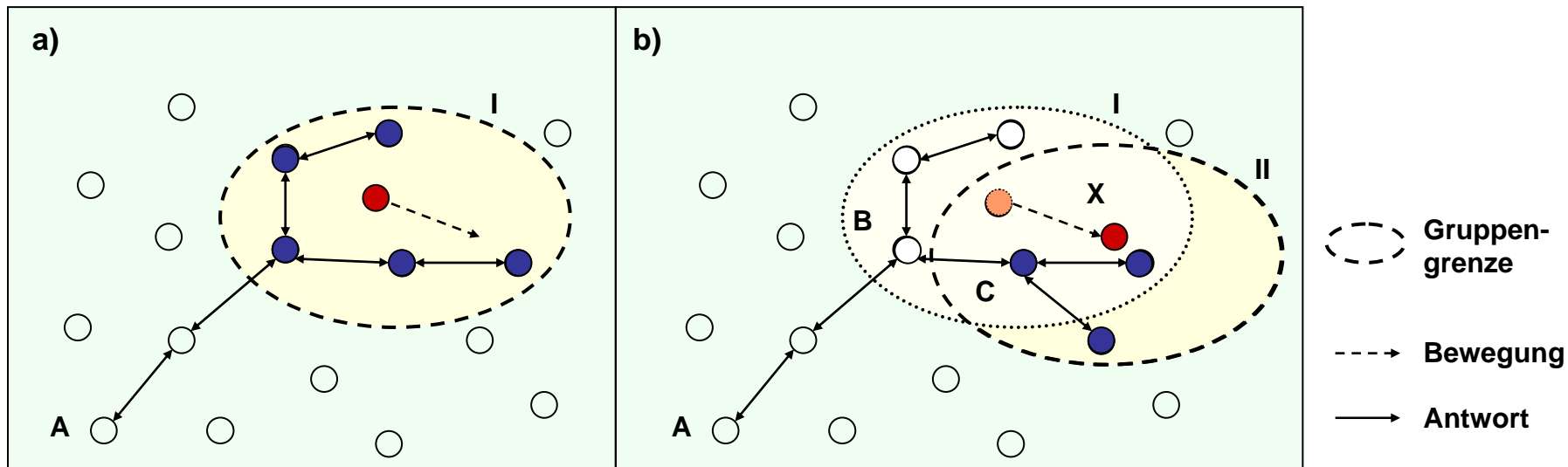
- Sensorknotensoftware
- Dienstarchitektur
- Gruppengrenzen
- Positionierung
- Demonstrator



# Ziele im 2. Förderzeitraum

## Dienstarchitekturen für mobile Dienste in Sensornetzwerken

- (a) Mehrere Knoten arbeiten zusammen an einer Anfrage
- (b) Dienste bewegen sich mit dem zu beobachtenden Objekt



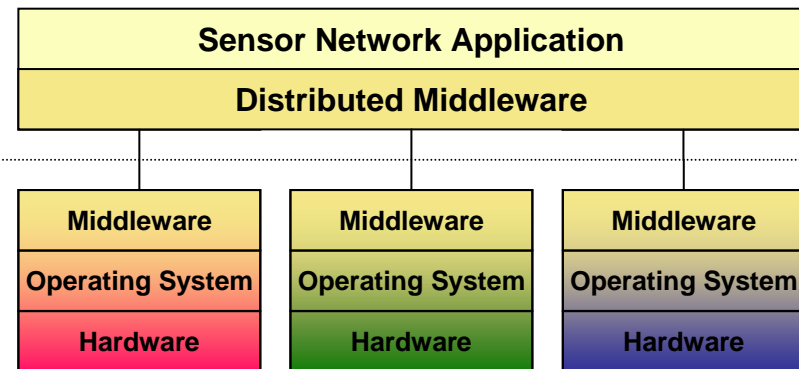
Überwachung eines mobilen Objekts in Sensornetzwerken

### Benötigt:

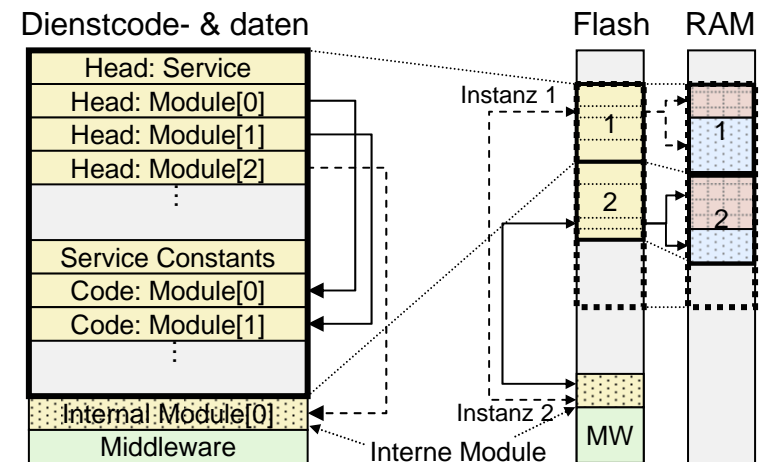
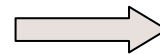
- Reprogrammierbarkeit und dynamische Weiterentwicklung des Sensornetzes
- Situationsspezifische Anfragen zur Laufzeit
- Begrenzte Ressourcen erzwingen sparsame RAM-Nutzung

# Sensorknotensoftware

- Kommunikationsfähiges “BIOS” für einfache Sensorknoten
- Übernimmt Betriebssystemaufgaben
  - Senden, Empfangen und Weiterleiten von Nachrichten
  - Nachrichtenüberprüfung (CRC)
- Aktualisierung der Middleware durch **Over-the-Air-Flashing (OTA)**
- Erweiterung der Sensorknotensoftware um **mobile Dienste**
  - Nativer Code: schnell, kompakt und flexibel
- Ressourcenoptimiertes Zusammenspiel aus Code und Daten



Softwarestruktur



Speicherarchitektur

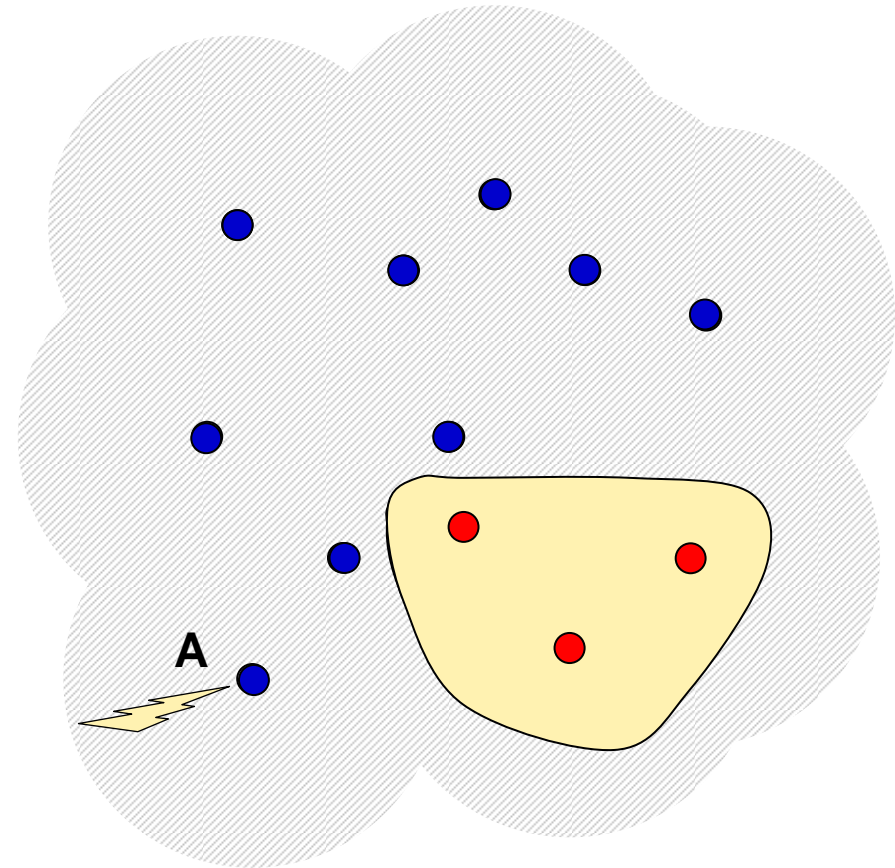
# Mobile Dienste




## Lokale Dienstinstanz

- Zustandsmaschine enthält private und öffentliche Daten
- Ermittelt dynamisch Gruppengrenzen

## Weiterleiten von Diensten

- Daten und Code an benachbarte Knoten
- Aktualisieren lokaler Daten bei Dienstempfang
- Dynamische Gruppenbildung
- Flashen des Codes nur bei Bedarf



-  Kein Gruppenmitglied
-  Gruppenmitglied
-  Knoten ohne Dienst

 Dienstgebiet

 Detektierte Gruppe

# Dienstgrenzen

## Definition:

Alle Knoten, die eine Bedingung in einem geschlossenen Gebiet erfüllen, bilden eine Gruppe.

## Bisher:

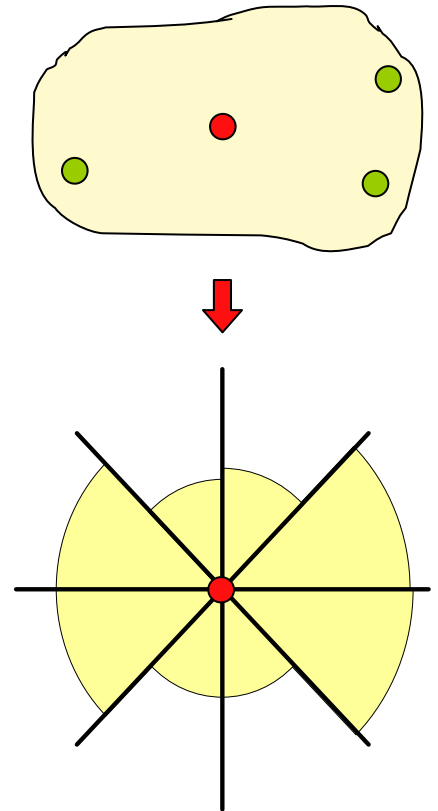
- Speichern bekannter Sensorknoten
- hoher Ressourcenverbrauch
- keine Skalierung

## Anforderungen:

- ressourcensparend sehr wichtig
- Genauigkeit weniger wichtig
- skalierbar

## Ansatz:

- Speichern von Vektoren zur Gruppengrenze
- Unterteilung in 8 Sektoren à  $45^\circ$
- Speichern von Distanzinformation zum entferntesten Knoten mit Dienstzugehörigkeit



# Grenzfindung in der Simulation

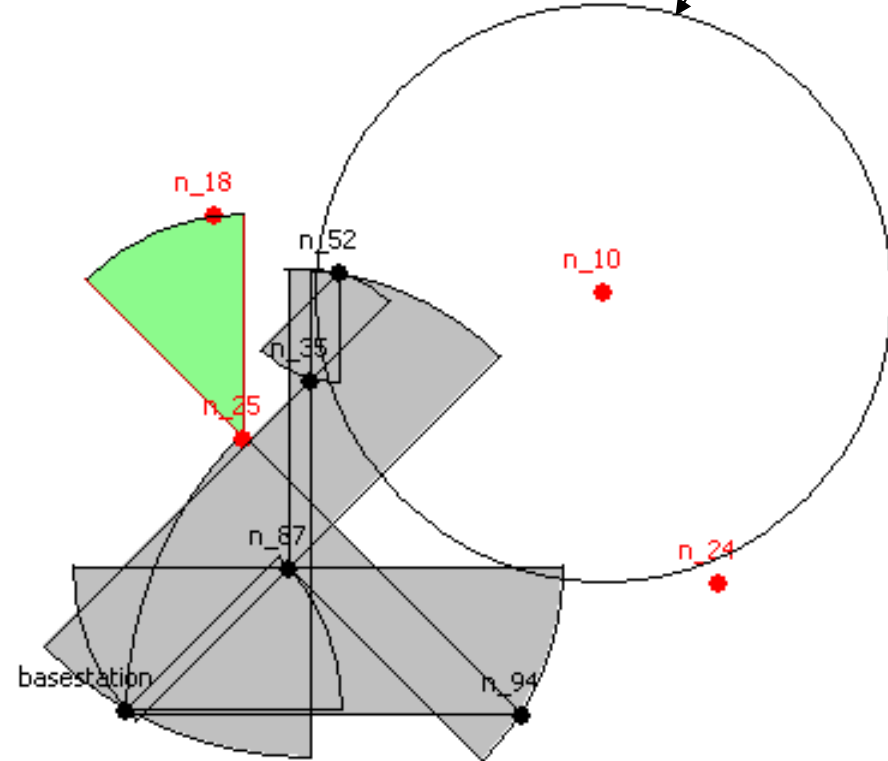
Übertragungreichweite

## Simulation

- 9 Sensorknoten
- Sektorgrenzen einzelner Sensorknoten

## Vorteile des Verfahrens

- Verzicht auf Wurzelfunktionen
- Verzicht auf trigonometrische Funktionen
- Schnell und einfach
- Geringer Speicherbedarf



Legende

|   |  |
|---|--|
| ● | Gruppeneigenschaft erfüllt               |
| ● | Gruppeneigenschaft nicht erfüllt         |
| ▵ | Sektorgrenze (Eigenschaft erfüllt)       |
| ▵ | Sektorgrenze (Eigenschaft nicht erfüllt) |

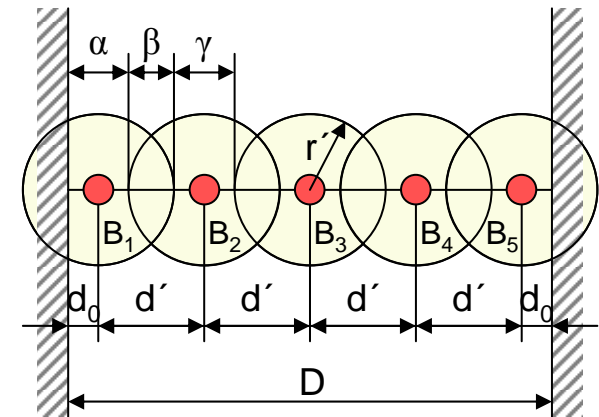
*Position sectors[8];*

Bsp: 32 Byte auf 16 Bit-Systemen bei  $P(x,y)$

# Weitere Arbeiten im 2. Förderzeitraum

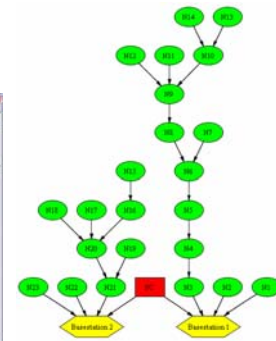
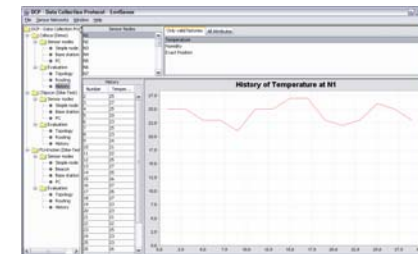
## Mobile Positionierung

- Weighted Centroid Localization
- Guter Tradeoff aus Genauigkeit & Aufwand
- für mobile Anwendungen geeignet
- robust gegenüber Eingangswertschwankungen



## EnviSense

- Konfiguration und Administrierung von Sensornetzwerken
- Softwareaktualisierung durch Over-the-Air Flashing (OTA)
- Einfache Auswertung von Sensormesswerten



Jan Blumenthal et al.: Precise Positioning with a Low Complexity Algorithm in Ad hoc Wireless Sensor Networks, PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Vol.28 (2005), Journal-Edition No. 2, June 2005

Jan Blumenthal et al.: Controlling Wireless Sensor Networks using SeNeTs and EnviSense, INDIN 05, ISBN: 0-7803-9095-4, Perth, Australien, August 2005



# Weitere Arbeiten im 2. Förderzeitraum II

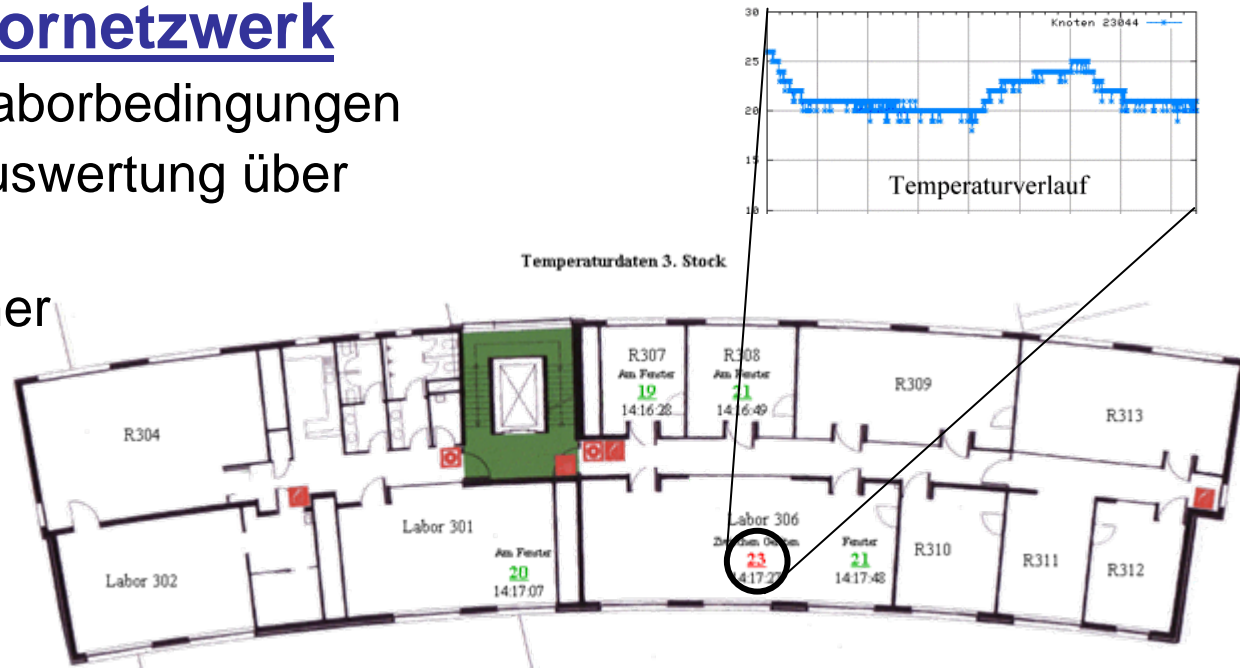
## Demonstrator

- Kooperation: Rostock, Lübeck & Kiel
- Eigene Arbeiten
  - Sensorknotensoftware
  - Positionierung mobiler Knoten



## Validierung: Sensornetzwerk

- Überwachung von Laborbedingungen
- Konfiguration und Auswertung über Webserver
- Laufzeit: ½ Jahr bisher



# Veröffentlichungen, 2. Projektphase

| Veröffentlichungen | 2004 | 2005 | 2006 | Gesamt |
|--------------------|------|------|------|--------|
| International      | 3    | 4    | 5    | 12     |
| National           | 5    | 2    | 1    | 8      |
| Buchkapitel        | 1    | 1    |      | 2      |
| Journal            |      | 1    |      | 1      |
|                    |      |      |      | 23     |

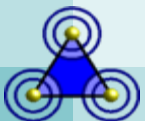
## Sonstiges:

- CeBit 2005: Projekt-Präsentation
- Landestechnologieanzeiger M/V
- Nachwuchspreis M/V 2004 an Diplomand F. Reichenbach für Diplomarbeit "Positionsbestimmung in drahtlosen Ad-Hoc Sensornetzwerken"



# Geplante Forschungen

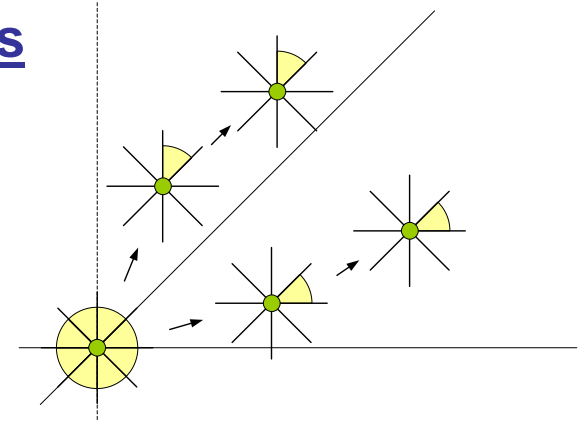
- Kommunikationsreduzierung bei Gruppenbildung
- Hinderniserkennung
- Kooperative Geschwindigkeitsschätzung
- Mobile Phänomene



# Optimierung der Gruppenbildung

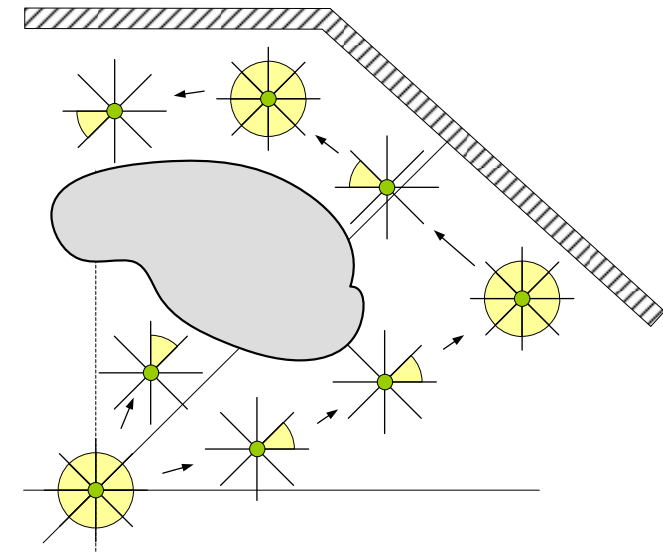
## Reduzierung des Kommunikationsaufwandes

- Sektorcast statt Fluten
- Positionsabhängige Filterung
- Mehrstufiges kombiniertes Verfahren
- Besonders geeignet für homogene Netzwerke



## Detektion von Hindernissen

- Besondere Behandlung von Hindernissen/Löchern notwendig
- Umgehen von Hindernissen und deren verteilte Detektion



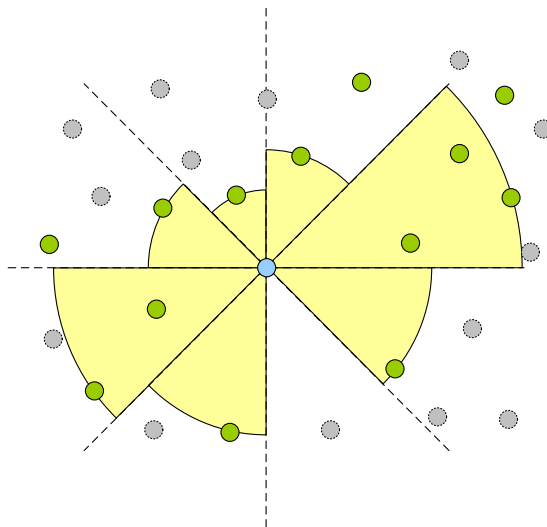
# Verbesserung der Sektorgenauigkeit

## Stand:

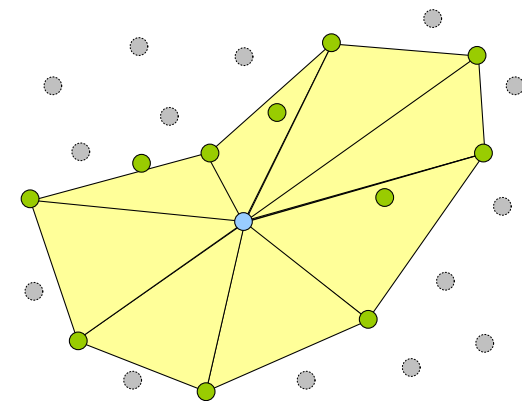
- Abbildungsfehler durch statische Sektorgröße

## Ansatz:

- adaptive Sektorgrößen
- nur wichtigsten Informationen speichern
- Situationsadaptiver Kompromiss zwischen Genauigkeit und mathematischem Aufwand



Sektorgröße:  $45^\circ$



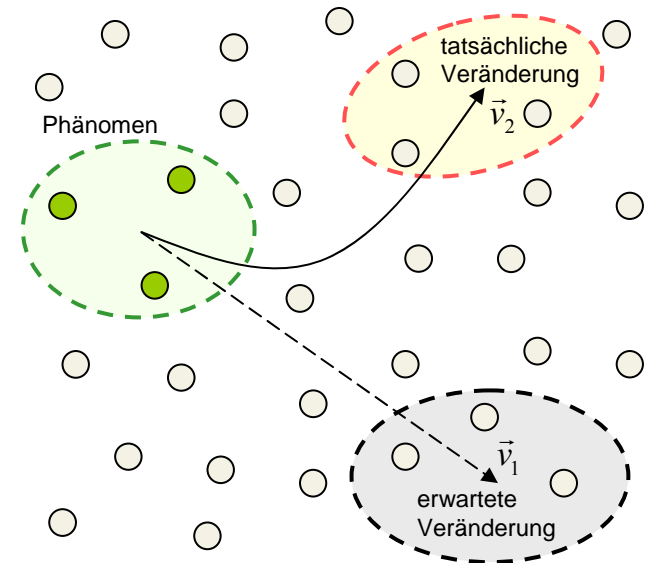
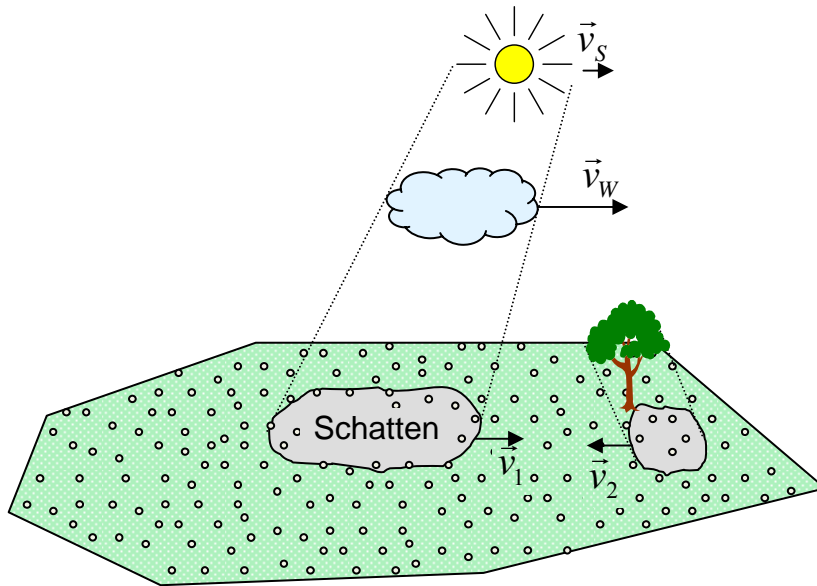
variable Sektorgröße

# Analyse mobiler Phänomene

## Gruppenbildung ermöglicht Phänomenanalyse

- Gleichzeitige Analyse mehrerer mobiler Phänomene
- Geschwindigkeitsschätzung
- Zusammenführung mehrerer Gruppen

- Routing zu prognostizierter Position durch Bewegungsschätzung
- Detektion „verlorener“ Instanzen



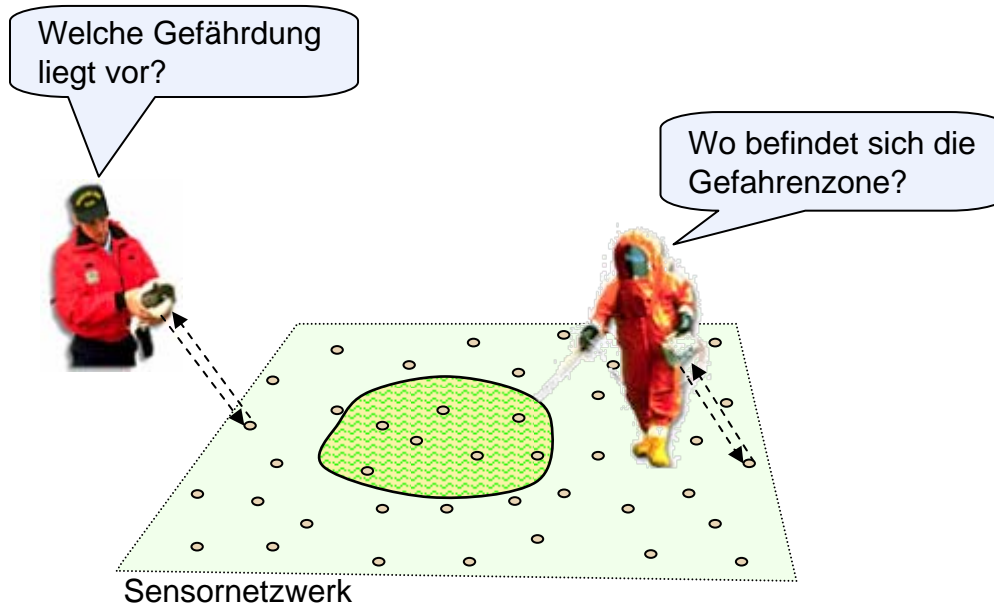
# Kooperationen in 3. Förderphase

## Fortsetzung „leichtgewichtiger“ Demonstrator:

- Lokationsabhängige Dienste / Phänomenanalyse für Sensornetzwerke

## Demonstrator für MANET und Sensornetzwerke:

- Rettungseinsatz auf Messengelände
- Lokalisieren von gefährdeten Bereichen
- Handhelds der Rettungskräfte verbinden sich über ein Gateway mit den mobilen Diensten im Sensornetzwerk



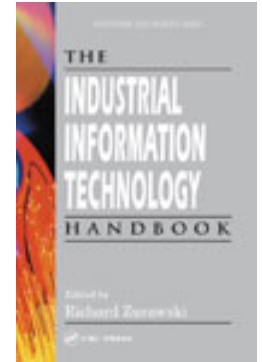
## **Unser Part:**

- Mobile Dienste im Sensornetzwerk
- Detektion von Gruppen

# Zusammenfassung

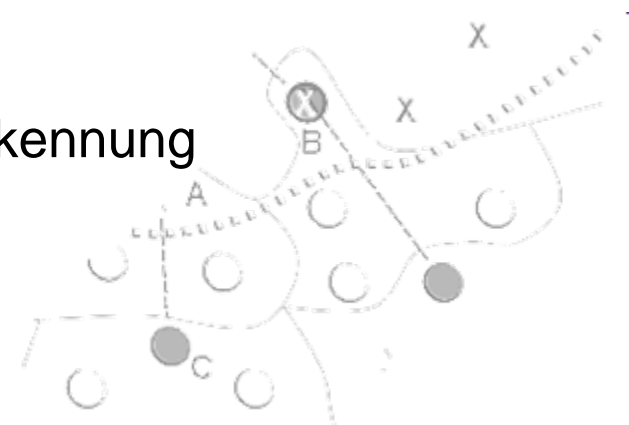
## Arbeitsbericht:

- Sensorknotensoftware & Over-the-Air Flashing
- ressourcensparende Dienstarchitektur für Sensornetzwerke
- Gruppenbildung
- Positionierung von Sensorknoten
- EnviSense
- Demonstrator



## Geplante Forschungen:

- Kommunikationsreduzierung & Hinderniserkennung
- Höhere Genauigkeit
- Phänomenanalyse
- Demonstratoren





# Ausgewählte Publikationen

Jan Blumenthal, Dirk Timmermann, Carsten Buschmann, Stefan Fischer, Jochen Koberstein, Norbert Luttenberger: Minimal Transmission Power as Distance Estimation for Precise Localization in Sensor Networks, International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, IWCMC 2006, Vancouver, Kanada, Juli 2006

Jan Blumenthal, Dirk Timmermann: Resource-Aware Service Architecture for Collaboration of Sensor Nodes, Euro-American Workshop on Middleware for Sensor Networks at International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS '06), San Francisco, Deutschland, Juni 2006

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Minimal Transmission Power vs. Signal Strength as Distance Estimation for Localization in Wireless Sensor Networks, International Workshop on Wireless Ad-hoc and Sensor Networks, IWWAN 2006, New York, USA, Juni 2006

Jan Blumenthal, Dirk Timmermann: Resource-Aware Service Architecture for Mobile Services in Wireless Sensor Networks, International Conference on Wireless and Mobile Communications ICWMC'06, Bukarest, Rumänien, Juli 2006

Ralf Salomon, Jan Blumenthal: Coarse-Grained Localization: Extended Analyses and Optimal Beacon Distribution Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and FactoryAutomation (ETFA 2005), Catania, Italien, September 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Frank Golatowski, Dirk Timmermann: Controlling Wireless Sensor Networks using SeNeTs and EnviSense, 3rd IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 05, ISBN: 0-7803-9095-4, Perth, Australien, August 2005

**Jan Blumenthal, Frank Golatowski, Marc Haase, Matthias Handy: Software Development for Large-Scale Wireless Sensor Networks, Embedded Systems Handbook, Taylor & Francis, ISBN: 0849328241, USA, August 2005**

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Precise Positioning with a Low Complexity Algorithm in Ad hoc Wireless Sensor Networks, PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Vol.28 (2005), Journal-Edition No. 2, S.80-85, ISBN: 3-598-01252-7, Saur Verlag, Deutschland, June 2005

**Jan Blumenthal, Frank Golatowski, Marc Haase, Matthias Handy: Software for Wireless Sensor Networks, In: The Industrial Information Technology Handbook, Series: Industrial Electronics Volume: 1, CRC Press, Richard Zurawski, ISA Corporation, ISBN: 0849319854, South San Francisco, USA, November 2004**

Jan Blumenthal, Matthias Handy, Dirk Timmermann: SeNeTs - Test and Validation Environment for Applications in Large-Scale Wireless Sensor Networks (Folien), 2nd IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 04, S. 69-73, ISBN: 0-7803-8513-6, Berlin, Deutschland, Juni 2004



Vielen Dank!

[www.sensornetworks.org](http://www.sensornetworks.org)

