

FleetNet - Internet on the Road



Hannes Hartenstein, NEC NL-E Heidelberg
Martin Mauve, Universität Mannheim

KuVS Summer School 'Mobile Computing', 16.-19. Juni 2002

- Entwicklung einer Plattform für die Kommunikation zwischen Fahrzeugen (Demonstrator, Standardisierung)
- Ziel: Verbesserung der Verkehrssicherheit sowie des Reisekomforts
- Fahrzeuge als Knoten des 'Mobile Internet'
- Ansatz: Drahtloses Multihop Ad Hoc Netzwerk

BOSCH



TEMIC

DAIMLERCHRYSLER

NEC

SIEMENS

Universität Hannover



TUHH



Gefördert durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

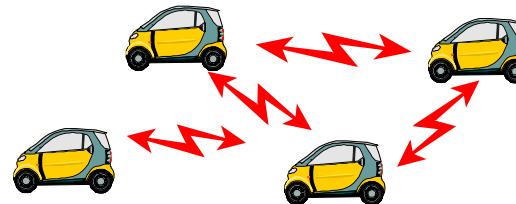
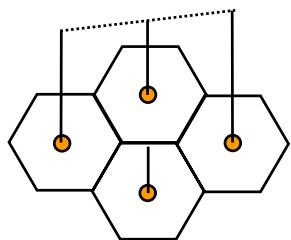
Derzeitige Telematikdienste

,Inter-Vehicle Communications‘

Zellfunknetze



Mobiles Ad Hoc Netzwerk, dezentral



Zugangsnetzwerk



Lokales Netz

Server-basierte Dienste



,Floating applications‘

Vorteile des ‚Ad Hoc Netzwerk‘ Ansatz

Lokalitäts-Prinzip:

Daten werden übertragen und prozessiert, wo sie auch generiert und benötigt werden.

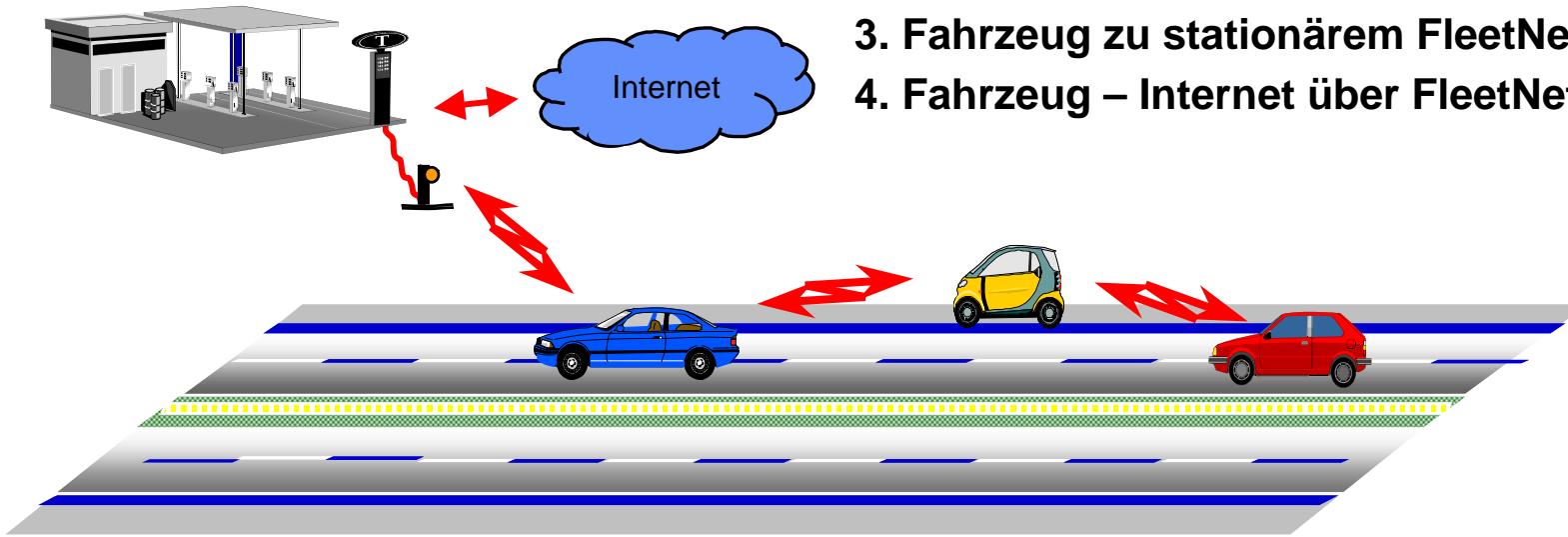
- **Schnell**
- **Robust**
- **Verfügbar und flexibel**
- **Kostengünstig**

Vortrags-Übersicht

- Überblick
- Anwendungsklassen und Kommunikationstypen in FleetNet
 - ATIS Demo
- Technische Herausforderungen
 - Funktechnologie
 - MAC und Radio Resource Management
 - Routing ← **NEC/Uni Mannheim Fokus in Fleetnet**
 - Internet Integration
- Ausblick

Plattform für die Kommunikation zwischen Fahrzeugen

1. Fahrzeug-Fahrzeug: direkt
2. Fahrzeug-Fahrzeug: multihop
3. Fahrzeug zu stationärem FleetNet Gateway
4. Fahrzeug – Internet über FleetNet Gateway



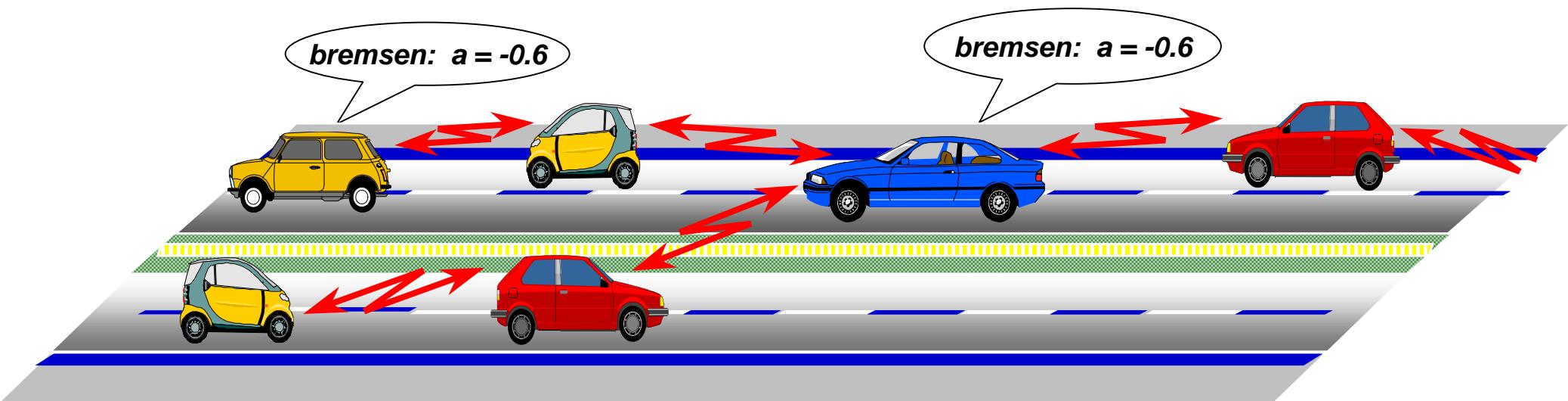
Anwendungen

- Fahrassistenz
- Dezentralisierte
'Floating Car Data'
- Nutzer-Kommunikation &
Informationsdienste

Fahrassistenz

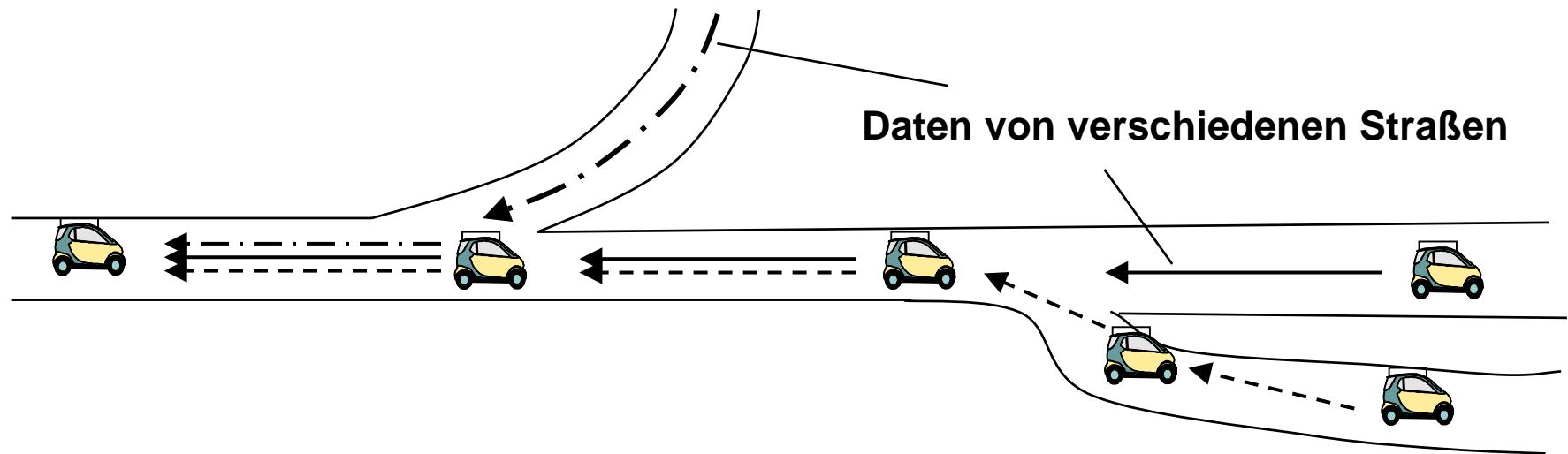
Beispiele: Warnungen, Platooning

- Weiterleiten von Sensor-Daten
- Hohe Ansprüche an Verzögerung und Zuverlässigkeit
- Hohe Priorität wenn die Sicherheit von Menschen betroffen ist
- Positionsabhängige Adressierung



Dezentralisierte 'Floating Car Data'

Beispiele: dynamische Navigation, Routen-Wettervorhersage

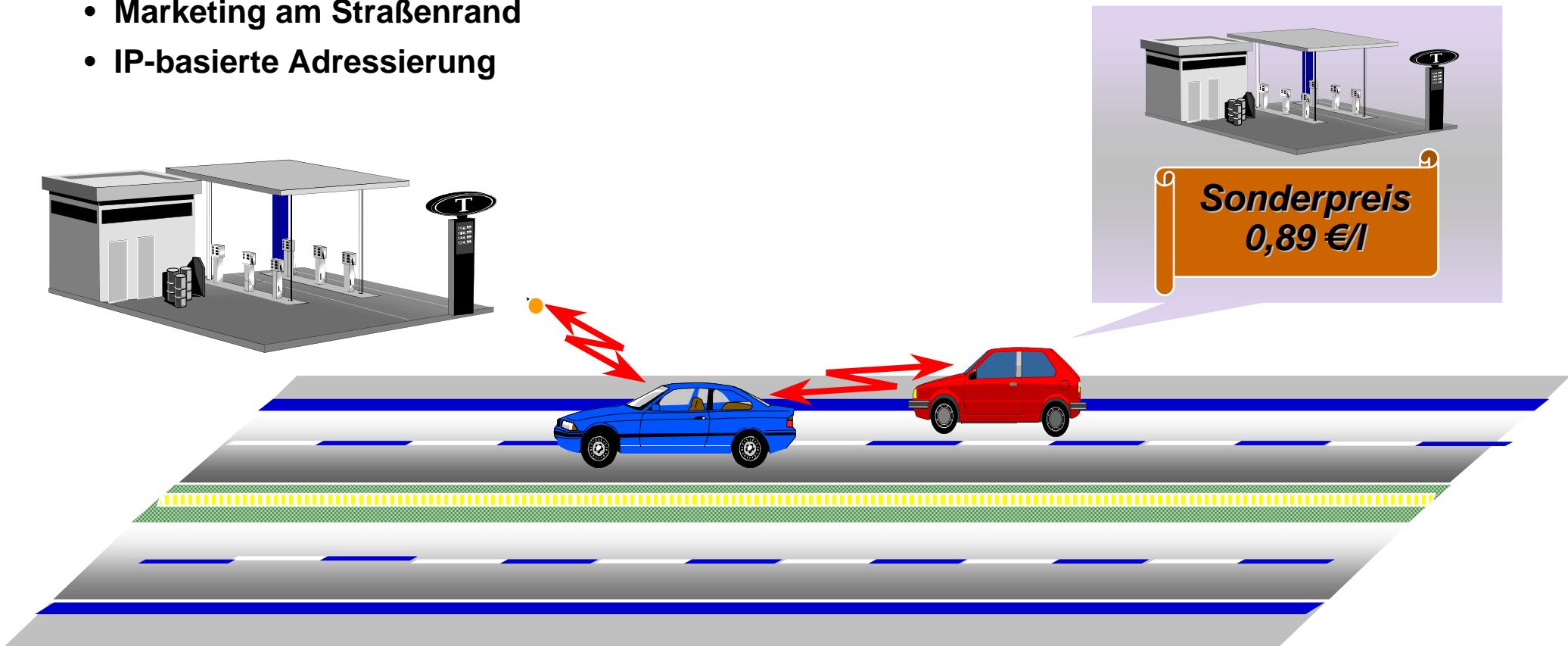


- Beispiel: Bestimmen der Verkehrslage auf der aktuellen Route
- Informationen von verschiedenen Routen wird verglichen und zur Navigation verwendet
- Übertragungen erfolgen regelmäßig
- Daten werden per Broadcast an alle Nachbarn übertragen

Allgemeine Kommunikation und Internetintegration

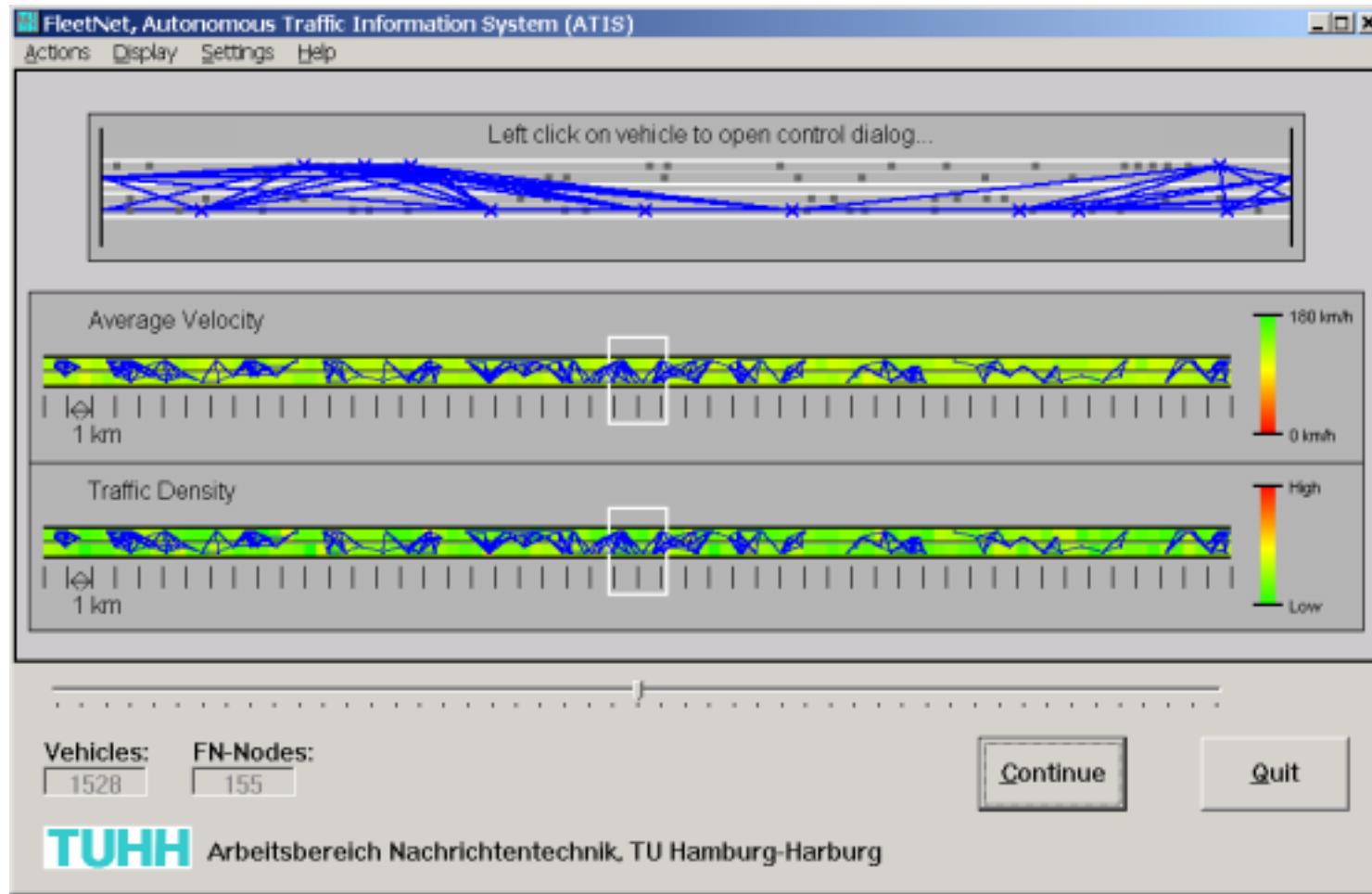
Beispiele: Internet-Zugang, Anwendungen für Mitfahrer

- Unterstützung bekannter Internetanwendungen (Mail, Chat, WWW, ...)
- Allgemeine Kommunikation zwischen Fahrzeugen und mit dem Festnetz
- Marketing am Straßenrand
- IP-basierte Adressierung



FleetNet Beispielanwendung

Autonomous Traffic Information System der TUHH (A. Ebner, H. Rohling):



Vortrags-Übersicht

- Überblick
- Anwendungsklassen und Kommunikationstypen in Fleetnet
 - ATIS Demo
- Technische Herausforderungen
 - Funktechnologie
 - MAC und Radio Resource Management
 - Routing ← **NEC/Uni Mannheim Fokus in Fleetnet**
 - Internet Integration
- Ausblick

Auswahl Funktechnologie & Frequenzbänder

1. **Funkwarn-System Robert Bosch GmbH** 868 MHz
2. **Radar Systeme** 24,00 - 24,25 GHz
3. **IEEE 802.11 Radio LANs** ISM-Band: 2,4 - 2,483 GHz
4. **ETSI/BRAN Hiperlan** Hiperlan Band bei 5 GHz
5. **UTRA TDD** Unlizenziertes UMTS-Band: 2,010 -2,020 GHz

Fleetnet untersucht UTRA TDD

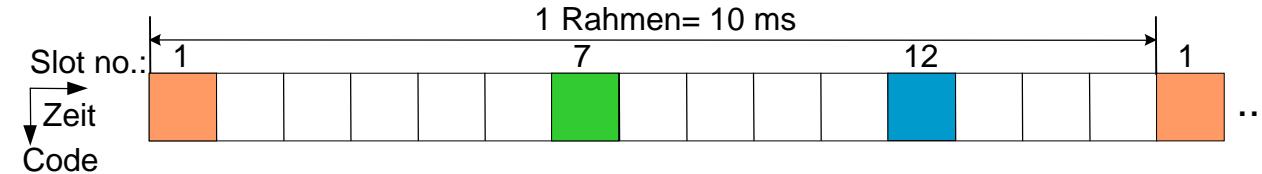
1. **UMTS Standard**
2. **Unterstützt hohe Relativgeschwindigkeiten und ausreichende Datenrate**
3. **Unlizenziertes 10 MHz-band (2010 - 2020 MHz) verfügbar**
4. **UMTS - Massenmarkt**

Herausforderung: 'verteiltes' UTRA TDD

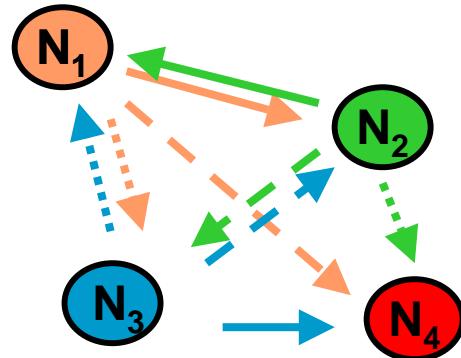
Medium Access Control und Radio Resource Management

FleetNet Ad Hoc Mode - UTRA TDD Ad Hoc

Konzept: Ein Knoten darf pro Zeitschlitz senden – an verschiedene Empfänger



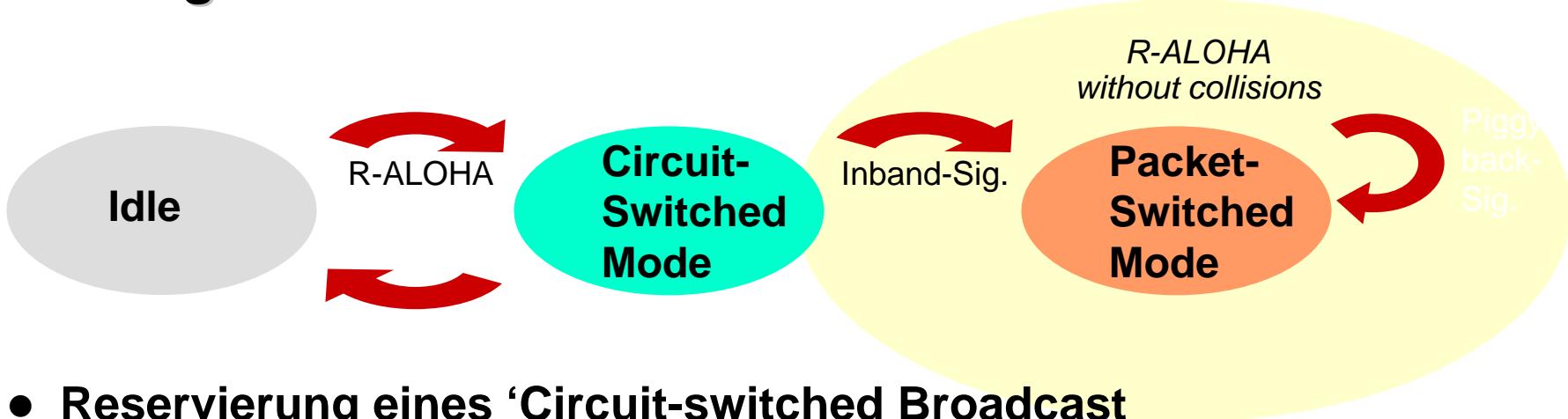
Beispiel mit
3 codes:
Code 1:
Code 2:
Code 3:



Leistungsregelung wie bei reinen TDMA-Systemen

Reservierungsverfahren

States
of a
station

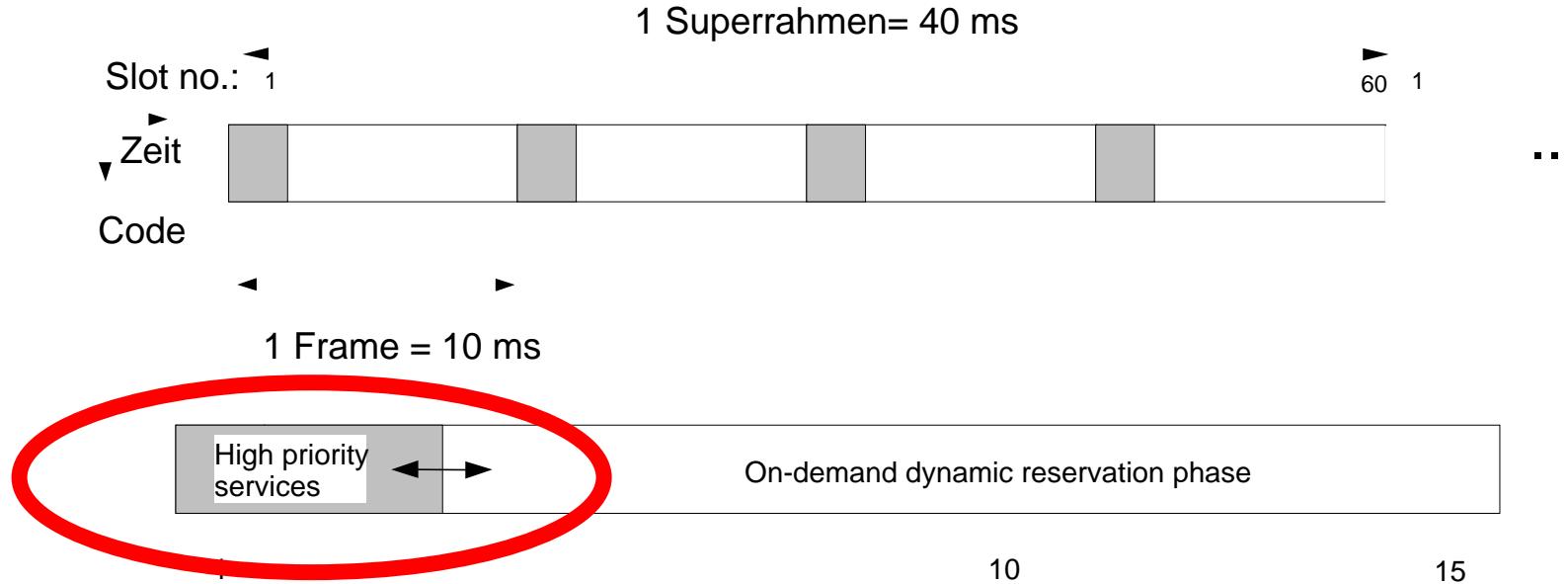


- Reservierung eines 'Circuit-switched Broadcast Channel' (CSBC)
- CSBC ist permanent reserviert
- Zusätzliche Kapazität wird über CSBC reserviert
- Leistung vergleichbar mit R-ALOHA ohne Kollisionen

Resource Management

- Jeder Knoten sendet den beobachteten Zeitschlitz-Status als Broadcast-Nachricht im CSBC

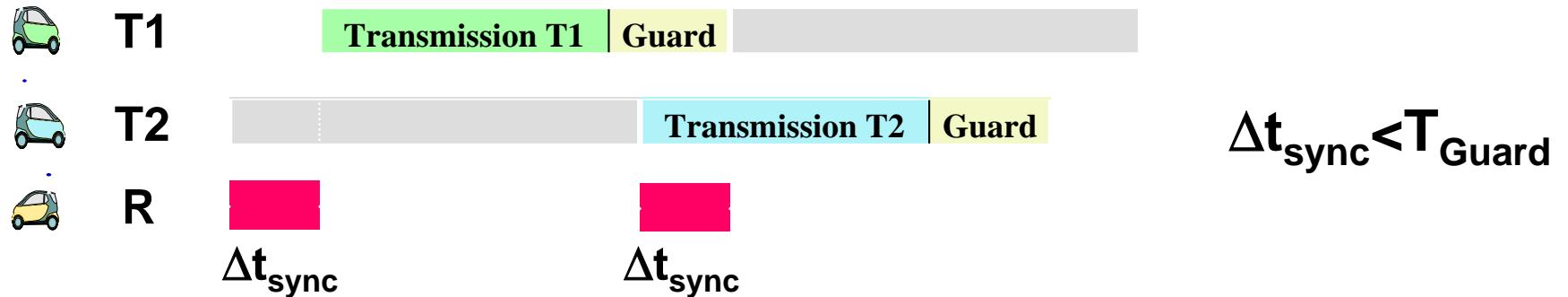
Radio Resource Management (Fort.)



Synchronisation (1)

Grobsynchronisation bzgl. Zeit

- **Vermeidung von Überlappung einzelner Bursts**



- **Verwendung externer Zeitreferenz durch GPS:**

- Genauigkeit $< 1 \mu s$ (ausreichend für Grobsynchronisation)
- eine Uhr für alle FleetNet Knoten

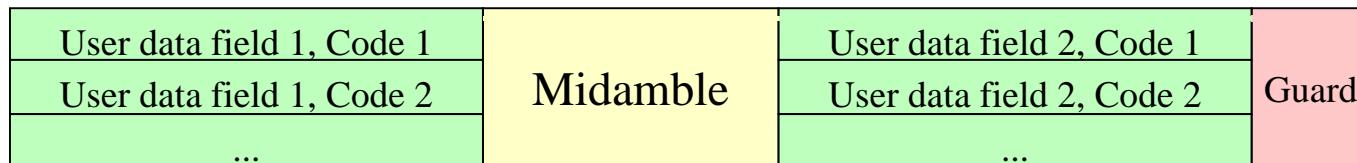


Verfahren ohne Einsatz von GPS werden derzeit untersucht.

FleetNet – Synchronization (2)

Feinsynchronisation (Zeit/Frequenz) durch ‚one-shot synchronization‘

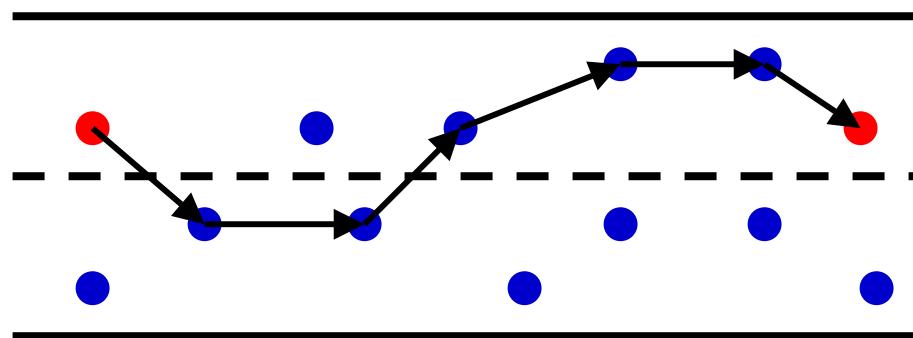
- Demodulation und Dekodierung muss ohne spezielles Wissen bzgl. des Senders ausgeführt werden



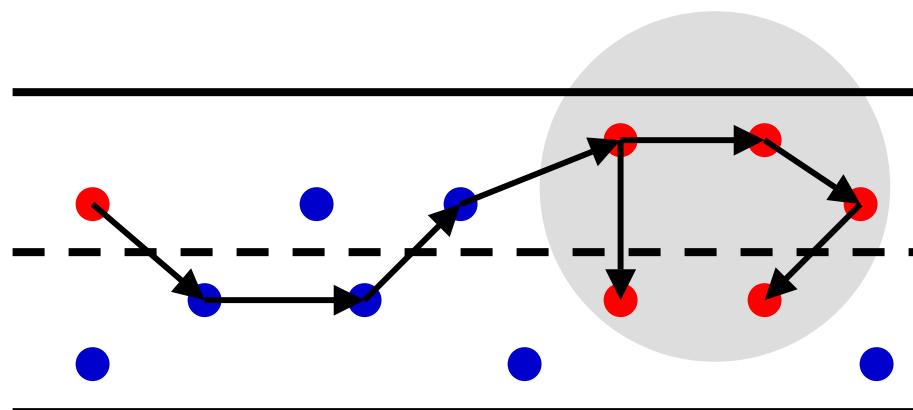
- Realisierung über empfangene Midamble
 1. Feinsynchronisation bzgl. Zeit (Suche maximale Korrelation mit Referenz-Midamble)
 2. Frequenzsynchronisation (Suche maximale Korrelation mit modulierter Version der Referenz-Midamble)

FleetNet – Routing

Unicast



Geocast



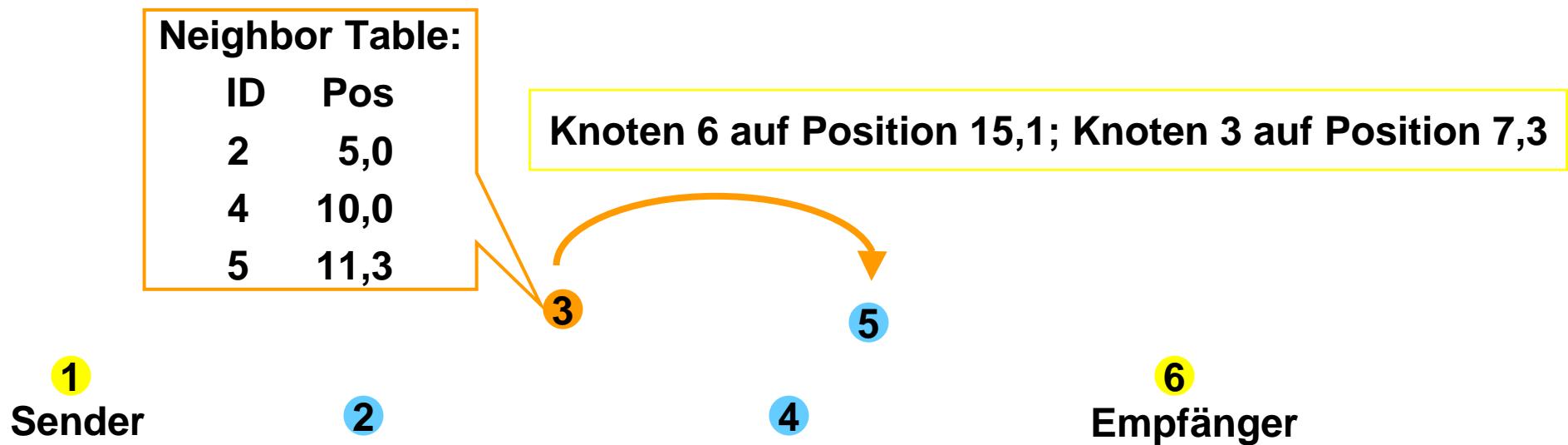
Herausforderung:
häufige Topologie-
änderungen!

Positionsbasiertes Routing

Die geographische Position der Empfänger wird bei der Wegewahl berücksichtigt:

Eindeutige ID + Geographische Position = L3 Adresse eines FleetNet Knotens

Positionsbasiertes Weiterleiten:



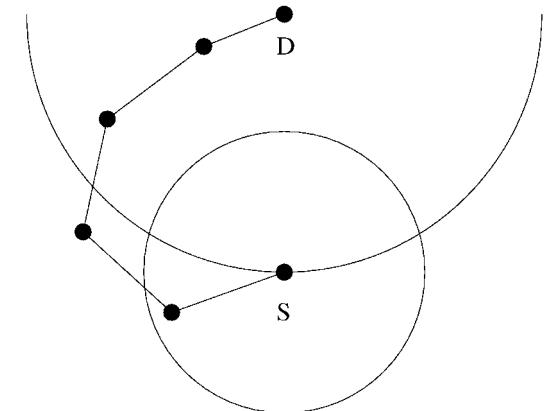
Positionsbasiertes Routing: Anforderungen und Vorteile

Anforderungen:

- Jeder Knoten muss die eigene Position und die seiner Nachbarn kennen
- Location Service bildet IDs auf geographische Positionen ab
- Neben "greedy forwarding" wird eine Reparaturstrategie benötigt

Vorteile:

- Es werden keine Routen benötigt
- Nächster Nachbar wird lokal bestimmt
- Ist auch in hochdynamischen Netzen möglich
- Geocast lässt sich leicht integrieren



**Problem beim
Greedy Forwarding**

Simulative Leistungsbewertung

Problem:

- **Abhängig von Netzwerkdynamik und -struktur**

Bisher:

- **Zufällige Knotenbewegungen auf rechteckiger Grundfläche**
- **Dann simulativer Vergleich mit ns-2**
- **Wenig Aussagekraft für ein spezielles Einsatzgebiet**

Verbesserter Ansatz:

- **Verwendung realistischer Fahrzeugbewegungen**
- **Aber: Simulation von Fahrzeugbewegungen ist komplex**
- **Daher: Einsatz eines Simulators von DaimlerChrysler**
- **Dann: Verwenden dieser Daten in ns-2**

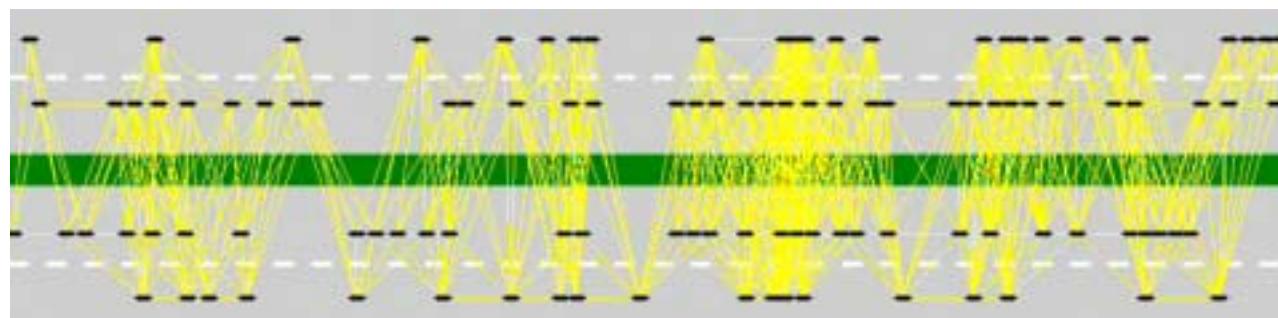
Netzwerkcharakteristika

$\Leftrightarrow 20 \text{ m} \Rightarrow$

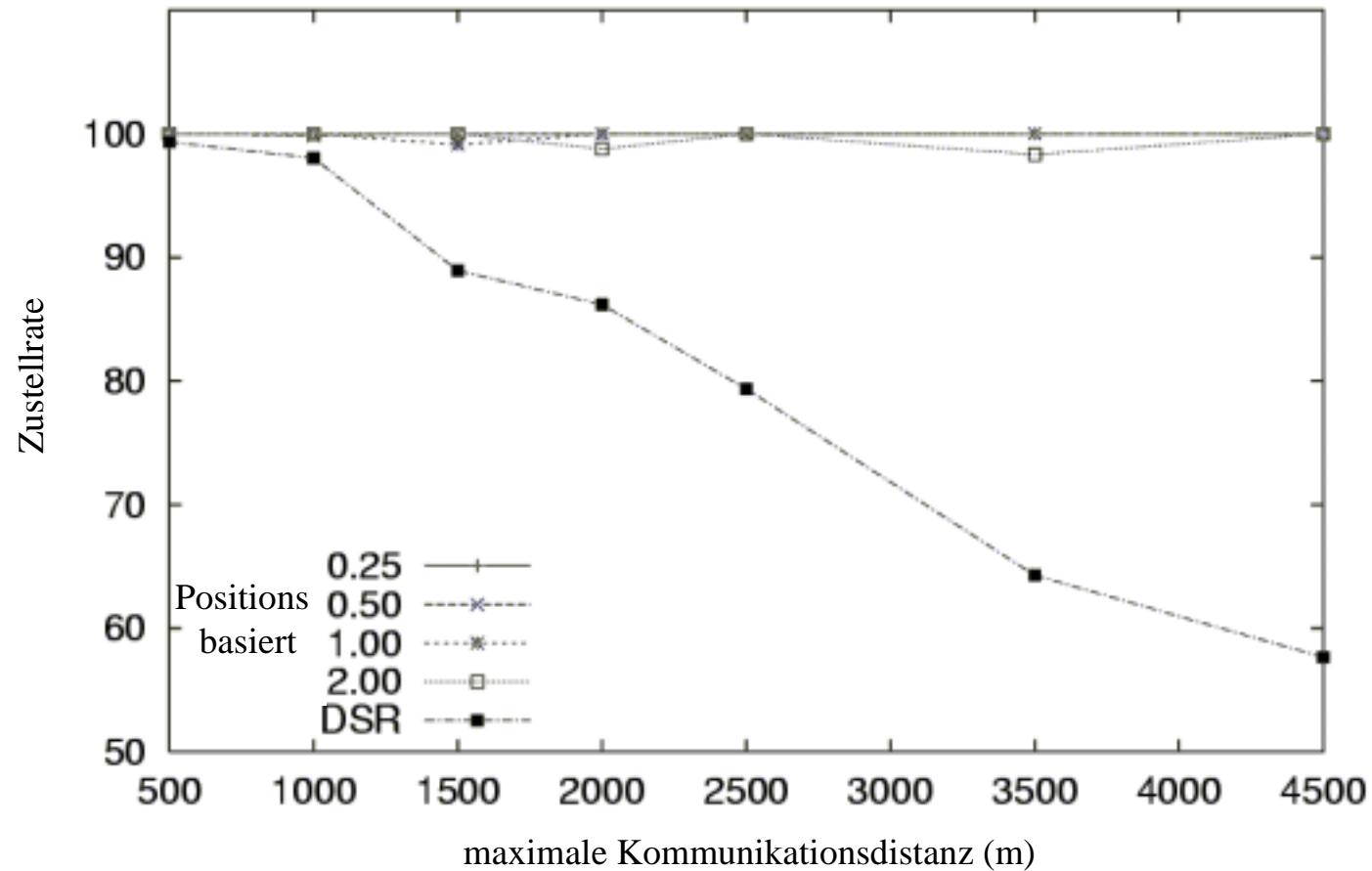


$\Leftrightarrow 4000 \text{ m} \Rightarrow$

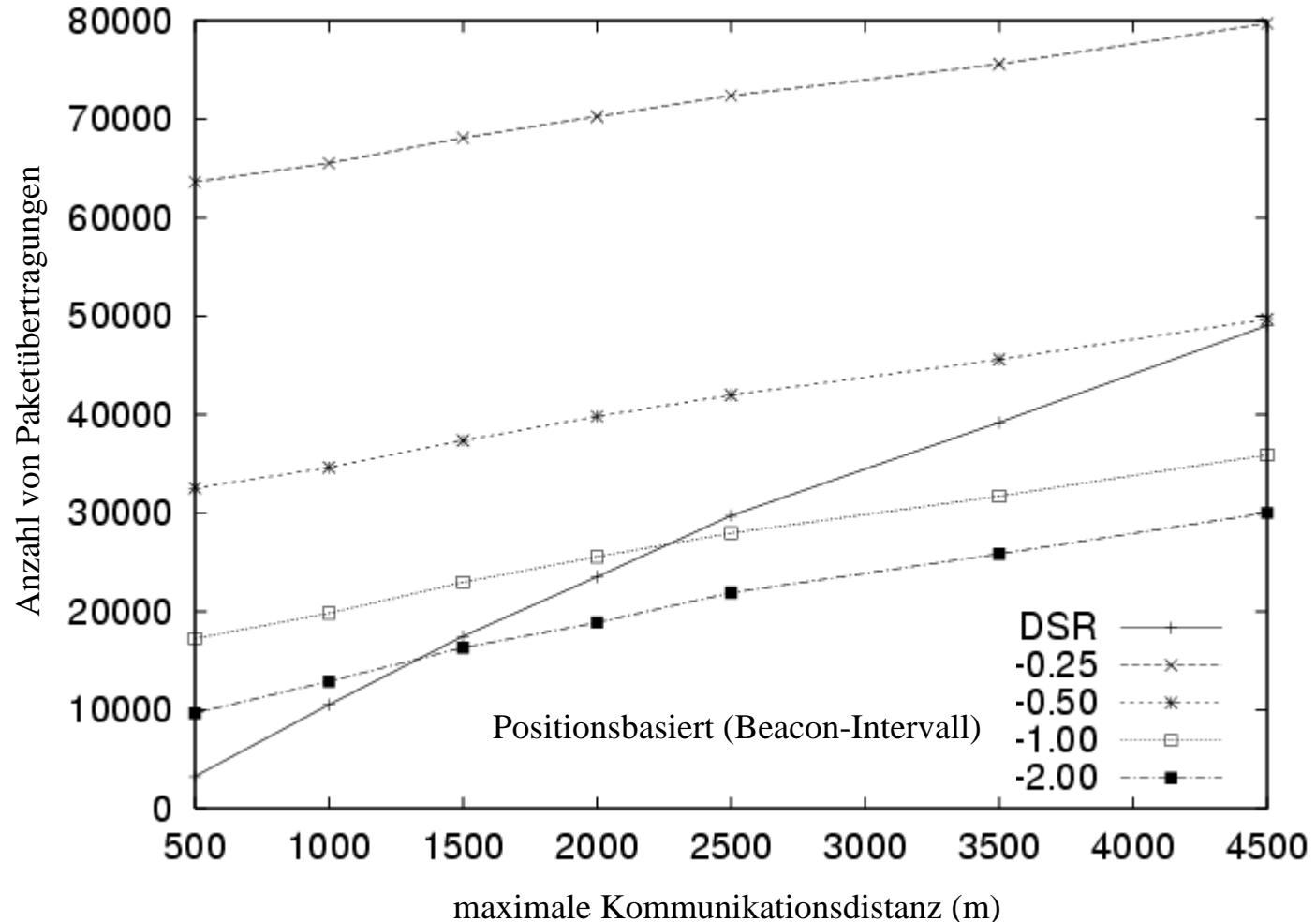
$\Leftrightarrow 20 \text{ m} \Rightarrow$



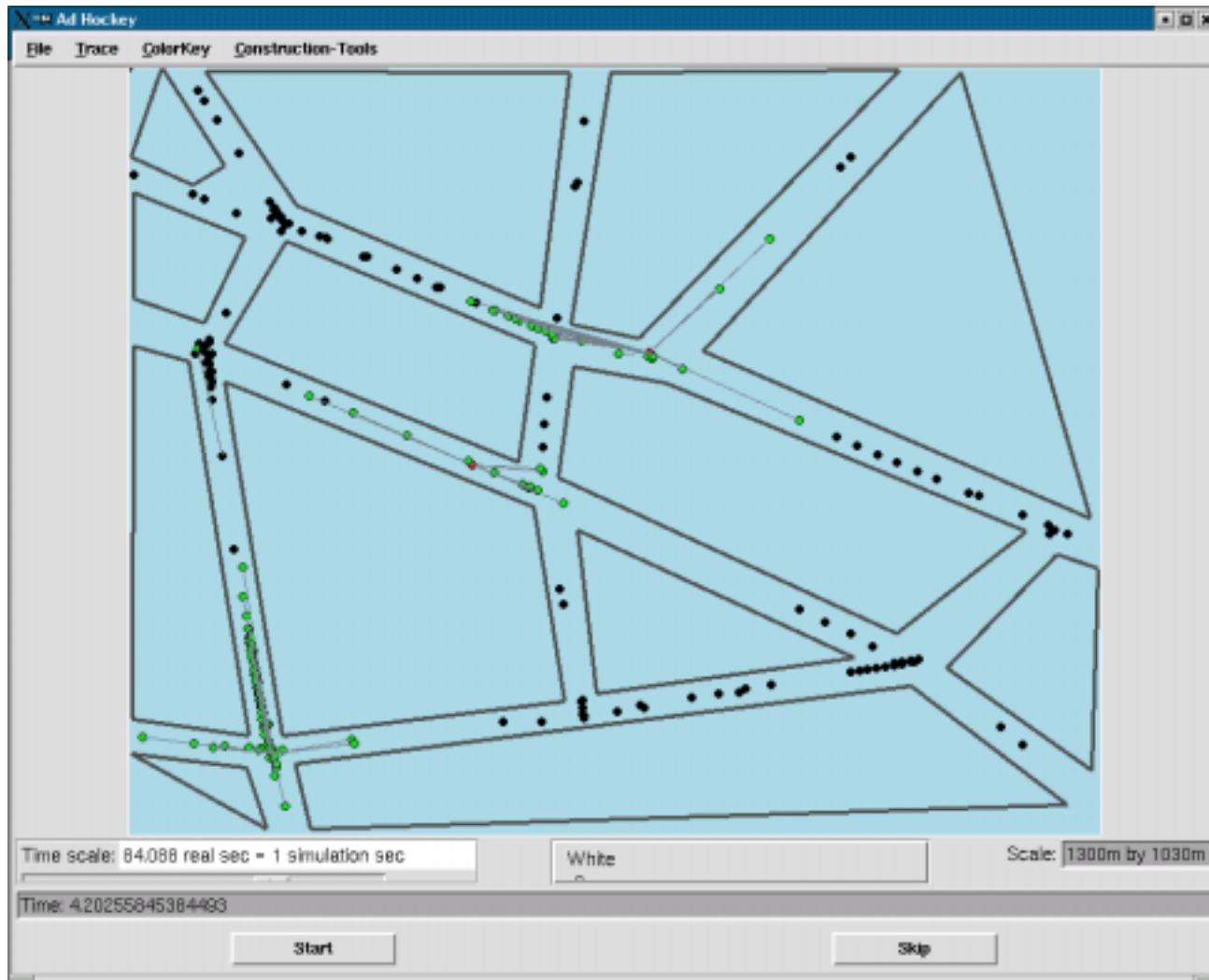
Simulationsergebnisse



Simulationsergebnisse II



Demnächst: Stadtszenarien



Weitere Arbeiten:

- Alternative Location Services
- Routing auf Ebene von Strassenzügen
- Vermeidung lokaler Optima
- Effizientes Fluten
- Konsistenz der Nachbarschaftstabelle erhöhen
- Sicherheit

Internet Integration

Ziel

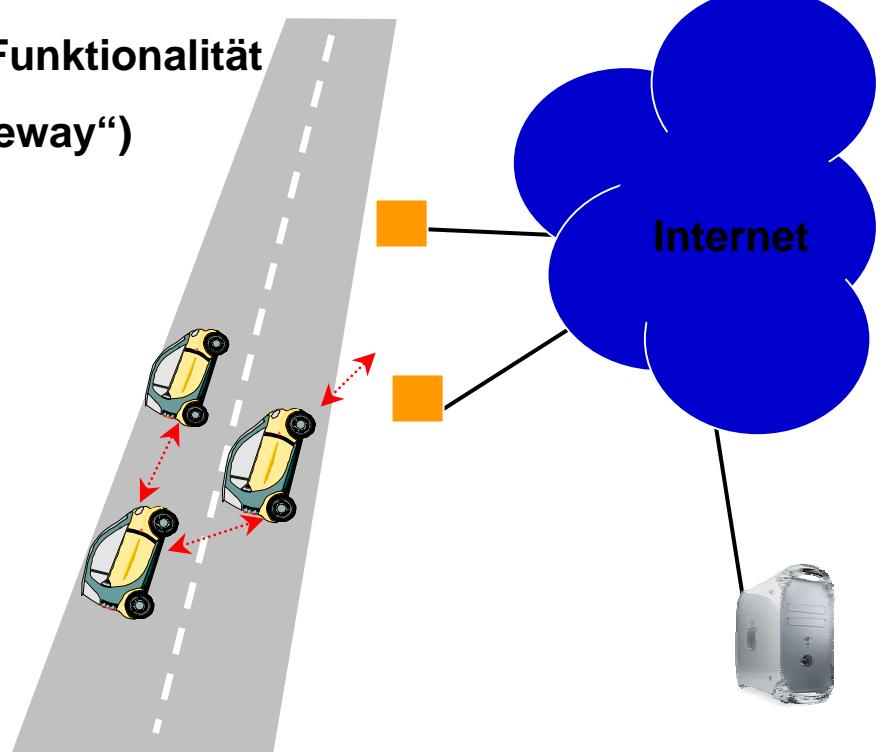
- × Fahrzeuge sollen über FleetNet auf das Internet zugreifen können

Ermöglicht durch eine Gateway-Architektur

- × Spezielle FleetNet Knoten erbringen Gateway Funktionalität
- × Beispielsweise am Straßenrand („FleetNet Gateway“)
- × Ein Gateway ermöglicht Internetzugriff

Herausforderungen

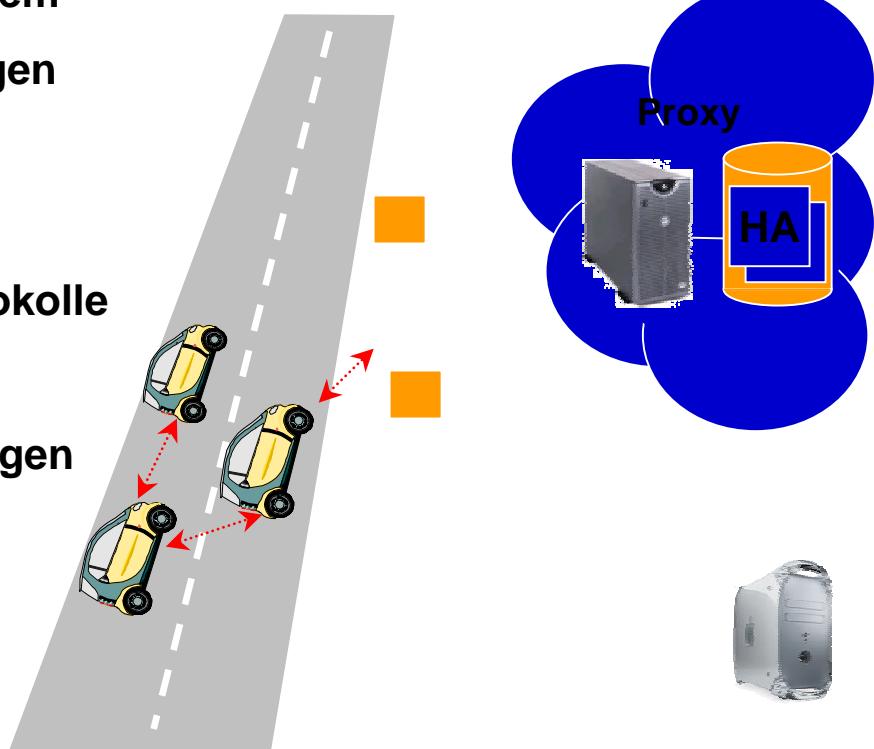
- × Kurze Kontaktzeiten zum Internet
- × Hohe Geschwindigkeit von Fahrzeugen
- × Unterstützung existierender Anwendungen



Internet Integration – Architektur

Vorgehen: Kombination von Mobile IP und Proxy System

- ✖ **Mobile IP berücksichtigt die Mobilität von Fahrzeugen**
 - **Transparent für die höheren Schichten!**
- ✖ **Proxy spaltet die Verbindungen in zwei Hälften**
 - **Ermöglicht Einsatz alternativer Transportprotokolle**
 - **Unterstützt Caching**
 - **Erfordert keine Änderungen in den Anwendungen**



Zusammenfassung

Mobile Ad-Hoc-Netzwerke werden neue Anwendungen ermöglichen

- Diese ergänzen bestehende Anwendungen auf Basis Zellulärer Netze

Anwendungen in der Kommunikation zwischen Fahrzeugen

- Kooperatives Fahren
- Dezentralisiertes 'Floating Car Data'
- Allgemeine Kommunikation und Internetintegration

FleetNet - Internet on the Road

- Plattform für die Kommunikation zwischen Fahrzeugen
- Ziele: Lösung von Kernproblemen, Standardisierung und Anwendungen
- Ergebnisse sind frei zugänglich
- Weitere Informationen: www.fleetnet.de



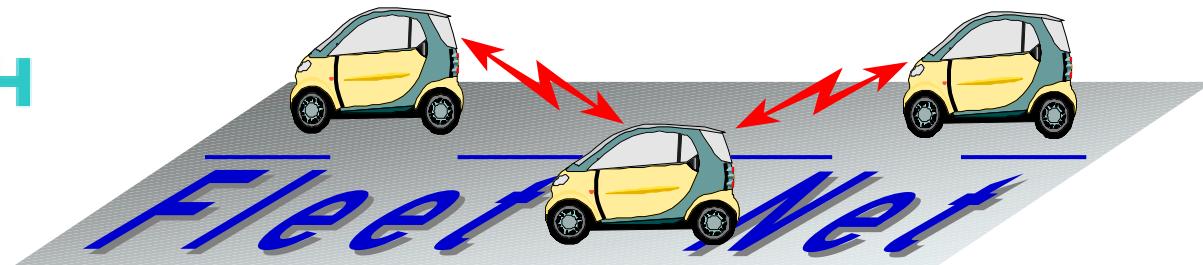
Universität Hannover

TUHH

NEC



DAIMLERCHRYSLER



BOSCH

TEMIC

SIEMENS



Weitere Informationen:
www.fleetnet.de

**Dieses Projekt wird gefördert
durch das Bundesministerium für
Bildung und Forschung (BMB+F)**



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Contacts

DaimlerChrysler AG	Dr. W. Franz	Walter.franz@daimlerchrysler.com
FhI Fokus	B. Bochow	Bochow@fokus.gmd.de
NEC Europe Ltd.	Dr. H. Hartenstein	Hannes.hartenstein@ccrle.nec.de
Robert Bosch GmbH	Dr. W. Detlefsen	Wolfgang.detlefsen@de.bosch.com
Siemens AG	M. Lott	Matthias.lott@icn.siemens.de
TEMIC TELEFUNKEN m. GmbH	M. Schedl	Manfred.schedl@temic.com
TU Hamburg-Harburg	Prof. Dr. Dr. Rohling	Rohling@tu-harburg.de
University of Hannover		
TU Braunschweig	Prof. Dr. L. Wolf	Lars.Wolf@ibr.cs.tu-bs.de
University of Mannheim	Dr. M. Mauve	Mauve@informatik.uni-mannheim.de