

Fachhochschule Wedel
Seminar Verkehrsinformatik

Informationsweitergabe in ad-hoc-Netzwerken und Anwendungen
Betrachtung von ad-hoc-Netzwerken im automobilen Umfeld

Eingereicht von: Sebastian Eggers, ii5548
Wiesengrund 43a
25335 Bokholt-Hanredder
ii5548@fh-wedel.de

Erarbeitet im: 7. Semester

Eingereicht am: 26.06.2006

Referent: Prof. Dr. Sebastian Iwanowski
Feldstraße 143
22880 Wedel

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Aktuelle Lage in der Verkehrsinformation.....	3
3. Ideen zum neuen System.....	4
4. Aktueller Entwicklungsstand.....	5
1. Abgeschlossene und laufende Forschungsprojekte	
2. Vereinigungen von Automobil- und Zubehörherstellern	
3. Vereinigungen zu konkreten Nutzungskonzepten	
5. Systemkonzept.....	7
1. Systemarchitektur im Überblick	
2. Applications	
3. Communications	
4. Control Component / Sensors	
6. Beispiele zur Nutzung.....	15
7. Marktbetrachtung.....	17
8. Ausblick und Fazit.....	20
9. Quellen.....	21

1. Einleitung

Diese Ausarbeitung im Rahmen des Seminars Verkehrsinformatik im Sommersemester 2006 an der FH Wedel soll den Einsatz von ad-hoc-Netzwerken im automobilen Umfeld betrachten.

Aus dem recht umfangreichen Themenbereich wurde das zentrale Systemkonzept des Car-To-Car Communication Consortium als Schwerpunkt gewählt. Es soll vor allem das Zusammenspiel und die Standardisierung der einzelnen Komponenten verdeutlicht werden.

Des Weiteren wird über die Hintergründe der Entwicklung und auf konkrete Einsatzfelder eingegangen. Diese Einsatzfelder werden in einigen Beispielen kurz veranschaulicht.

Eine kurze Marktbetrachtung soll die Realisierbarkeit des geplanten Systems zeigen.

2. Aktuelle Lage in der Verkehrsinformation

Im täglichen Straßenverkehr gibt es viele Informationen, die für einen besseren und sichereren Verkehrsfluss kommuniziert werden. Hierzu zählen Informationen zur Verkehrslage, wie z.B. über Staus und Straßensperrungen, über Gefahrensituationen, wie Straßenglätte und Sichtbehinderungen, Informationen zu Routenempfehlungen z.B. bei Messen und noch viele weitere.

Es stehen bereits vielfältige Systeme zur Verbreitung dieser Informationen bereit. Neben der statischen und dynamischen Beschilderung am Fahrbahnrand und dem Verkehrsfunk im Radio steht mit dem Traffic Message Channel bereits eine Technologie zur Verfügung, die eine direkte Anbindung dieser Informationen an Systeme im Auto, z.B. Navigationssystem, ermöglicht. Des Weiteren ist die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen zu erwähnen, die die Grundlage der Informationsweitergabe bildet. Über Brems- und Blinklichter werden Informationen an den nachfolgenden Fahrer übermittelt, ein in entgegengesetzter Richtung fahrendes Fahrzeug kann ihm begegnende Fahrzeuge warnen.

Allerdings sind all diese Systeme mit Nachteilen verbunden, wenn es darum geht, den Verkehrsfluss in Zukunft noch effizienter zu gestalten und den Fahrer auch kurzfristig mit sicherheitsrelevanten Informationen zu versorgen.

Die größten Nachteile liegen bei den meisten Systemen in der Übersichtlichkeit, die vorhanden ist, wenn die Fahrer mit detaillierten Informationen versorgt werden sollen. Jegliche Art der Beschilderung am Straßenrand schließt sich hierbei aus, auch das Radio ist nicht dafür geeignet, detaillierte Informationen in großen Mengen zu verbreiten, da der Fahrer dafür zuständig ist, die für ihn relevanten aus den unwichtigen herauszufiltern. Weitere Probleme stellen zudem die Kosten dar, ebenfalls fehlt die Möglichkeit der detaillierten Informationsgewinnung hierbei noch.

3. Ideen zu einem neuen System

Die Idee hinter einem neuen System soll sein, dass die Vorteile mehrerer vorhandener Systeme genutzt werden, vor allem soll jedoch wie beim TMC eine Koppelung an die Fahrzeugsysteme, allen voran das Navigationssystem, erfolgen.

Zudem wird auf eine direkte Kommunikation zurückgegriffen, hiermit soll eine höhere Aktualität als bei allen anderen Systemen erreicht werden.

Anwendungsgebiete sollen sowohl die detailliertere Information der Fahrer über die aktuelle Verkehrslage, die Bereitstellung von Sicherheitsinformationen sowie, bei ausreichender Verbreitung in der Zukunft, kooperatives Fahren sein.

Neben der Informationsverbreitung ist die eigentliche Informationsgewinnung das größte Problem. Ohne ein System, das in regelmäßigen Abständen detaillierte Informationen liefert, ist eine bessere Infrastruktur zur Verbreitung sinnlos.

Aufgrund der gesetzten Ziele schließen sich einige Möglichkeiten und Verfahren aus. So ist eine alleinige Information der Verkehrsteilnehmer durch dynamische Beschilderung wegen der Kosten und der fehlenden Übersichtlichkeit nicht möglich. Zudem sollte auf eine zentrale Verwaltung aller Daten für alle Teilnehmer verzichtet werden, da der Großteil der Information nur räumlich begrenzt interessant ist und zudem die Datenmenge sehr hoch wäre. Aus demselben Grund schließen sich Systeme, bei denen Menschen die Auswertung und Analyse von Daten vornehmen, aus. Es muss also ein automatisiertes Verfahren sein.

Lösungsansatz:

Die Daten sollen sowohl von den Fahrzeugen erfasst werden als auch von diesen untereinander verteilt und weitergegeben werden.

Hierzu bietet sich die Verwendung von ad-hoc-Netzwerken zur Kommunikation an. Die Kommunikation über ein Infrastrukturnetz würde einen zu großen Aufwand bedeuten, oder würde das System nur für einige, ausgerüstete Straßen tauglich machen.

Außerdem würde die Verwendung von existierenden Infrastrukturen, wie z.B. GSM, UMTS, eine viel zu hohe Latenz für einige der Einsatzgebiete mit sich bringen.

4. Aktueller Entwicklungsstand

Im Bereich der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation gibt es derzeit vielzählige Forschungsprojekte. An dieser Stelle seien daher nur wenige, bedeutendere Projekte genannt.

CarTALK 2000

Das Projekt CarTALK 2000 setzte sich zum Ziel, die Fahrzeug-Fahrzeug- sowie Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation zu erforschen und zu spezifizieren. Im Fokus des Projekts stand zudem die Entwicklung der Basis-Algorithmen für ad-hoc-Netzwerke mit einer hochdynamischen Topologie.

FleetNet

Das Projekt FleetNet zielte ebenfalls auf die Entwicklung einer Kommunikationsplattform für die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation hin. In diesem Projekt wurden ebenfalls ad-hoc-Netzwerke sowie multi-hop-Übertragungen zwischen den Fahrzeugen eingesetzt.

Partner von FleetNet waren unter anderem DaimlerChrysler, Bosch und Siemens sowie mehrere deutsche Forschungseinrichtungen, wie die TU Harburg und die TU Braunschweig. FleetNet mündete in einen Testbetrieb, der 2003 abgeschlossen wurde.

Car2Car Communication Consortium

Das Car2Car Communication Consortium ist ein Zusammenschluss europäischer Automobilhersteller sowie einiger weiterer Unternehmen und wird von diesen finanziert.

Ziel des C2C CC ist, eine Standardisierung bei der Kommunikation von Car-to-Car-Systemen zu erreichen. Durch den Einsatz dieser Systeme soll vor allem die Sicherheit und Effizienz im Straßenverkehr erhöht werden. Mitglieder des C2C CC sind unter anderem Audi, BMW, DaimlerChrysler, Fiat, Honda, Opel, Renault und VW.

GST - Global System for Telematics

Das GST ist eine von der EU finanzierte Vereinigung von Automobil- sowie Zubehörherstellern.

Ziel des GST ist ein einheitliches Gesamtsystem für die Car-to-Car-Systeme. Das GST gliedert sich hierzu in mehrere Unterprojekte, deren Leitung jeweils eine Firma übernimmt. Zudem beteiligen sich weitere Firmen jeweils in den einzelnen Unterprojekten, die nachfolgend noch aufgelistet werden.

Mitglieder des GST sind neben den Automobilherstellern BMW, DaimlerChrysler, Fiat, Ford, Opel, Renault und Volvo noch Telekommunikationsunternehmen und -dienstleister, wie T-Systems, France Telecom, Telecom Italia und orange.

Zusätzlich sind mehrere Forschungsinstitute, Zubehörsteller und einige öffentliche Organisationen beteiligt.

Im Rahmen des GST wurde ebenfalls einige kleinere Feldversuche durchgeführt.

Unterprojekte des GST:

Open Systems - OS

Open Systems dient dazu, die weiteren Unterprojekte miteinander zu verknüpfen und zu koordinieren. Zudem soll OS für einen offenen Markt sorgen und die Standardisierung von implementierbaren Services gewährleisten.

Certification - CERTECS

Aufgabe von CERTECS ist die Sicherstellung von Sicherheit, Verlässlichkeit, Leistung und Usability der von den Herstellern angebotenen Systeme.

Service Payment - S-PAY

S-PAY entwickelt ein transparentes, standardisiertes und preisgünstiges Verfahren für Bezahlungssysteme, basierend auf dem Car-to-Car-System.

Hiermit sollen z.B. Mautsysteme sowie Bezahlungsdienste auch für andere Dienstleistungen ermöglicht werden.

Safety Channel - SAF-CHAN

SAF-CHAN entwickelt die Echtzeitinformation der Fahrer über sicherheitsrelevante Ereignisse, wie z.B. Unfälle, Wetter, Straßenzustand etc.

Rescue - RSQ

Ziel des RSQ-Projekts ist es, Rettungskräfte durch Nutzung des Systems zu assistieren. Hierbei reicht das Spektrum der Möglichkeiten von der automatisierten Alarmierung von nahegelegenen Rettungsfahrzeugen, der Routenfreigabe und -sicherung von Rettungsfahrzeugen z.B. durch Anweisungen an weitere, mit einem Car-to-Car-System ausgerüstete Fahrzeuge, bis hin zu Datenübermittlungen zum Krankenhaus.

Enhanced Floating Car Data - EFCD

EFCD nutzt die in den Fahrzeugen vorhandenen Sensoren und Systeme, um die Daten an zentralisierte Server weiterzuleiten. Das Fahrzeug dient hierbei als Sensor z.B. für die aktuelle Verkehrslage und soll so z.B. die Verkehrsdatenerfassung bei den Behörden unterstützen.

Security - SEC

Die Arbeitsgruppe SEC kümmert sich um jegliche Belange der Sicherheit im System, sowohl der Netzwerk-Sicherheit, der Sicherung der Plattform an sich, und um die Absicherung von Applikationen und Services.

5. Systemkonzept

Ziel

Ziel des vom Car2Car Communication Consortium vorgestellten Konzepts ist, ein standardisiertes und erweiterbares System zu designen. Durch Modularisierung von bestimmten Komponenten soll zudem auch die Austauschbarkeit gewährleistet werden, Ziel ist also kein proprietäres, geschlossenes System.

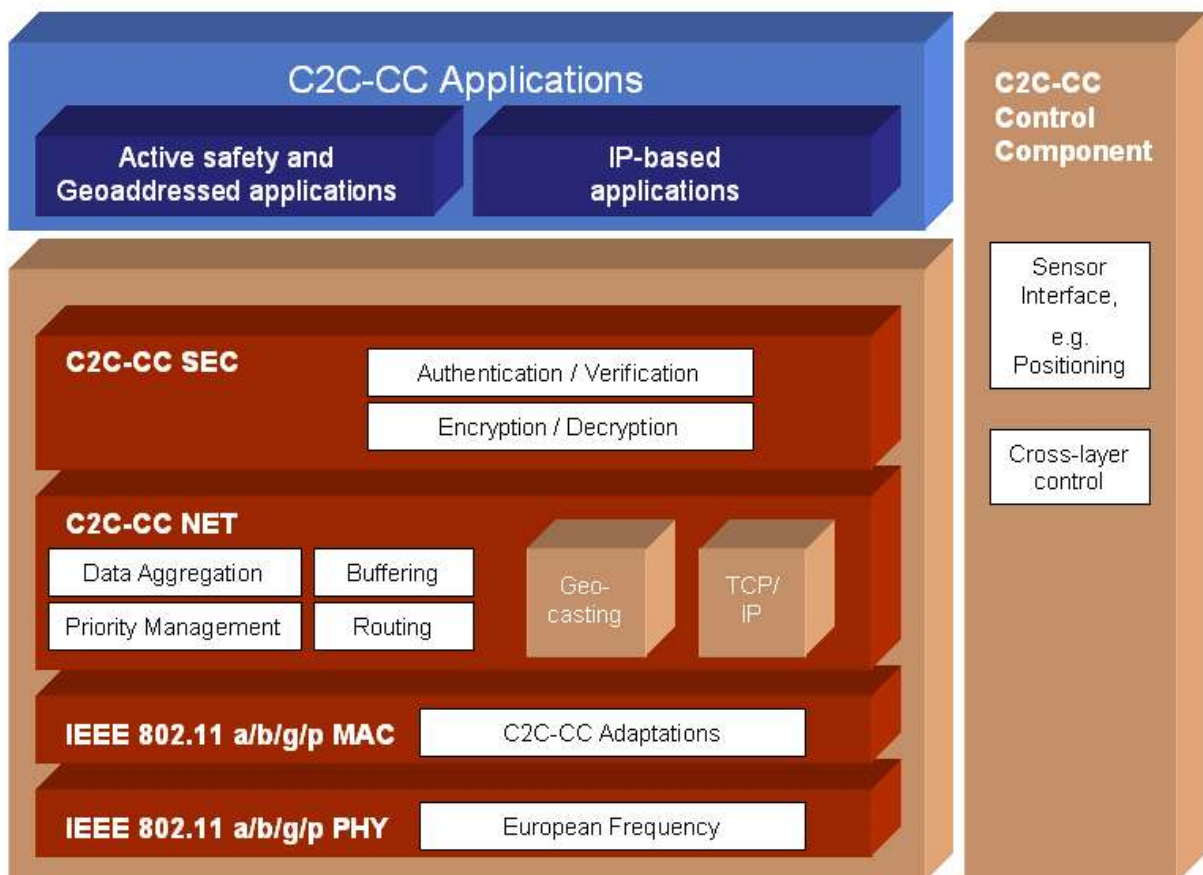
Bei der Konzeptionierung, vor allem des Kommunikationssystems, wurden bestehende Entwicklungen genutzt oder weiterentwickelt. Auf grundlegende Neuentwicklungen wurde verzichtet.

Die Systemstruktur des C2C CC sieht drei Hauptkomponenten vor:

Applications stellt die auf dem System laufende Software, sowohl systemnahe, automatisierte sowie Anwendersoftware.

Communications wickelt sämtliche Kommunikation zwischen der auf dem System laufenden Software ab und wickelt zudem das Routing von empfangenen Paketen ab.

Die Control Component wickelt die Kommunikation der Systemteile untereinander sowie mit den Sensoren ab.



[1]

Anforderungen an die Hauptkomponenten

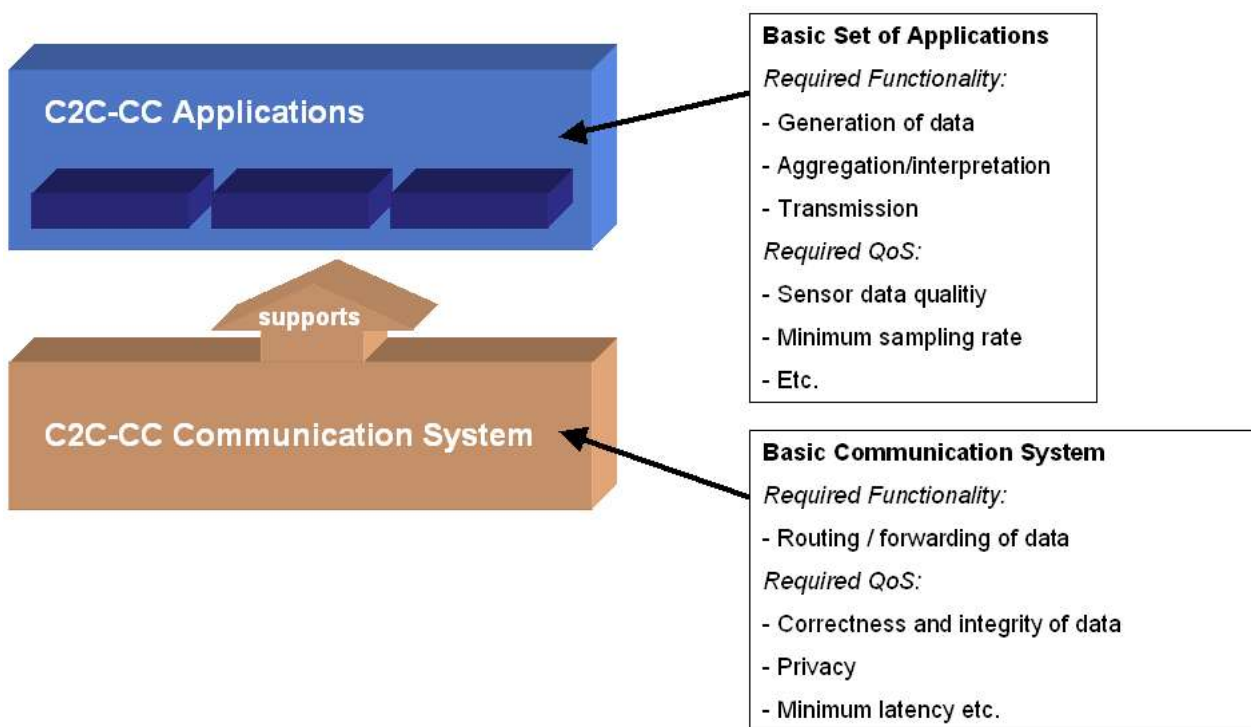
An die Hauptkomponenten Communications und Applications können jeweils einige Grundvoraussetzungen sowohl in Funktionsumfang als auch in Qualität der Dienste gestellt werden.

So benötigt die Applications-Komponente als Funktionalität die Generierung von Daten, die Interpretation und Kombination sowie die Übermittlung von Daten.

Benötigte Qualitätsansprüche sind die Sensorenqualität, sowohl in Genauigkeit der Daten wie in der Erfassungsrate.

Die Communications-Komponente benötigt Routing- und Forwardingfunktionen für die Daten.

Qualitätsansprüche sind die Integrität und Korrektheit der übermittelten Daten, die Datensicherheit sowie -anonymität und eine geringe Latenzzeit.



[1]

Routing

Das Routingverfahren, das für das Car-to-Car-System eingesetzt werden soll, ist noch nicht endgültig festgelegt worden. Jedoch zielen die Pläne auf ein mit dem GPSR ("greedy parameter stateless ad-hoc routing protocol") verwandtes Protokoll hin. Hierbei soll jedes Fahrzeug neben seiner eigenen nur die Positionen der direkt benachbarten Fahrzeuge kennen. Eine Routingtabelle über mehrere Knoten soll nicht existieren, da das Netz sich kontinuierlich verändert. Zudem macht jedes Fahrzeug per Beaconsing auf sich aufmerksam und teilt gleichzeitig seine aktuelle Position mit.

Multi-hops finden also anhand der Ortsinformationen jeweils im aktuellen Knoten statt, der über die Route eines Pakets nur zu einem direkt benachbarten Knoten entscheidet. Das multi-hopping soll anhand mehrerer Strategien optimiert werden, basierend z.B. auf temporäre Karten des Netzes, erstellt aus den Beaconsing-Informationen.

Notwendig wird ebenfalls die Implementation einer Store-and-Forward - Funktionalität. Pakete müssen in einem Fahrzeug temporär zwischengespeichert werden, einerseits, wenn eine Information von einem Fahrzeug auch über längere Distanzen transportiert werden soll, andererseits auch, wenn zum Zeitpunkt des Empfangs keine weiteren möglichen Empfänger in Reichweite sind. In diesem Fall wird direkt nach Bekanntwerden eines neuen Nachbarn mittels des Beaconsing das Paket an dieses Fahrzeug weitergeleitet.

Informationen können im ad-hoc-Netz auf mehrere Weisen übertragen werden. Das erste Verfahren ist das "Longitudinal Hopping" (LH). Hierbei werden Informationen entlang oder entgegen der Fahrtrichtung, jedoch zwischen Fahrzeugen der gleichen Fahrtrichtung, übertragen. Einschränkungen gibt hier die Reichweite des Senders, der nächste Empfänger muss innerhalb von ca. 1000m vom Sender sein.

Eine andere Methode ist das "Transversal Hopping" (TH). Hier werden Nachrichten an Fahrzeuge der entgegengesetzten Fahrtrichtung weitergeleitet. Diese Fahrzeuge transportieren die Nachricht, durch Nutzung von store-and-forward, entlang der Straße weiter. Durch erneutes Transversal Hopping kann so auch wieder ein Fahrzeug auf der Fahrbahn, die die Nachricht betrifft, erreicht werden.

Durch kombinierte LHs und THs kann so eine recht hohe Transportgeschwindigkeit erreicht werden, solange sich regelmäßig Fahrzeuge in Funkreichweite befinden. Das Beispielbild verdeutlicht bereits, dass bei dichter Verkehrslage hierzu eine recht geringe Verbreitungsrate ausreichen kann. (Abbildung auf folgender Seite).

Protokolle

Im Car-to-Car-System sollen zwei Protokolle realisiert werden.

Auf der einen Seite TCP/IP. Dieses Protokoll soll einzig zur Übertragung von privaten Informationen und bei Zugriffen auf das Internet genutzt werden.

Bei allen Nachrichten, die zur Kommunikation der Fahrzeuge untereinander dienen, wird ein Geocasting-Protokoll verwendet. Dieses kennt drei Verbreitungsmethoden,

Geocast, um alle möglichen Empfänger zu adressieren, Geunicast, um einen einzelnen Empfänger zu adressieren, sowie Geoanycast, um mindestens einen Empfänger, jedoch beliebig weitere, zu adressieren.

Service-Access-Points

Um die Standardisierung und Modularisierung zu vereinfachen werden zwischen den unterschiedlichen Modulen sogenannte Service-Access-Points (SAP) implementiert. Diese bieten eine Schnittstelle für weitere Komponenten an, um Funktionen zu nutzen.

Ein Beispiel am Network-Layer zeigt, dass hier zwei SAPs für Geo- und TCP/IP-Adressierte Daten vorhanden sind. Die Network-Layer-Komponente leitet die erhaltenen Daten dann an die MAC-Layer-Komponente weiter und greift hier ebenfalls auf einen für beide Protokolle einheitlichen SAP zu.

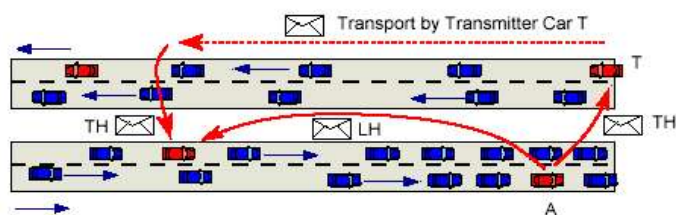
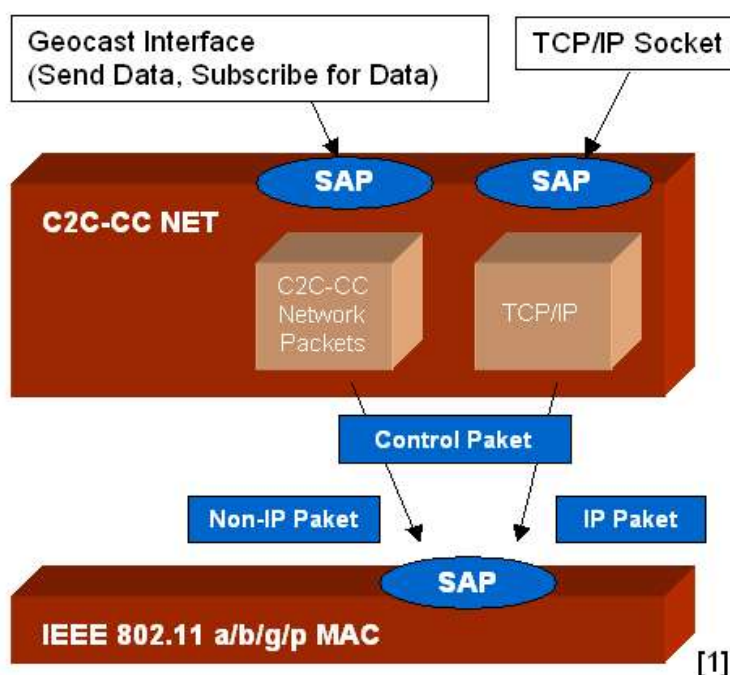


Figure 1: Transport of a traffic information message on a freeway: The car “A” just drove into a traffic jam, and broadcasts a corresponding traffic message. It is received by a subsequent car via Longitudinal Hopping (“LH”) and by an equipped transmitter car “T” of the other driving direction via Transversal Hopping (“TH”). The Message can travel with the transmitter “T” upstream, until it is delivered back to the original driving direction by a back Transversal Hopping.

[9]

Funktechnologie

Für das Kommunikationssystem wird eine standardisierte Funktechnologie benötigt. Aufbauend auf den bereits vorhandenen Entwicklungen der WLAN-Technologien soll hierfür auch ein eigener Standard realisiert werden.

In den Systemen sollen zwei Technologien implementiert werden:

802.11 a, b oder g soll eine Kommunikation des Systems mit bereits bestehenden WLAN-Geräten ermöglichen. Hierzu zählen z.B. Hotspots an Tankstellen oder in Städten, die einen Zugang zum Internet ermöglichen können.

Für alle sicherheitsrelevanten Daten wird eine neue Variante der bekannten Standards verwendet. Mit 802.11p wird dies erfolgen, hierfür werden auch eigene, reservierte Frequenzen benötigt, um eine Störung der Kommunikation durch andere Sender zu verhindern. Die Frequenzen werden deshalb außerhalb des ISM-Bands liegen.

Gründe, die für die Verwendung von WLAN sprachen, waren die internationale Harmonisierung des Standards, die Kompatibilität mit existierender Hardware und Infrastruktur sowie der Tatsache, dass WLAN eine etablierte und bereits seit mehreren Jahren bekannte Technologie ist, daher Stärken und Schwächen bereits weitgehend bekannt sind. Zudem haben Tests die Tauglichkeit für das automobiler Anwendungsgebiet gezeigt.

802.11p - WAVE

Der Standard 802.11p, genannt WAVE, Wireless Access for the Vehicular Environment, soll einzig für automobiler Anwendungsfelder entwickelt werden. Der Standard ist verwandt mit 802.11a, so sind das 5GHz-Band, Verwendung von OFDM (Multiplexing mehrerer Kanäle) und Medienzugriff bei beiden Standards gleich.

Es soll eine Transferrate von 3 bis 27 Mbit/s brutto erreicht werden, weitere Ziele sind Reichweiten von bis zu 1000m sowie eine Kommunikation auch bei Fahrzeuggeschwindigkeiten bis zu 200km/h, bei Begegnungen bis zu 500 km/h relativ zueinander. Dies fordert auch geringe Latenzzeiten, die zwischen 4 und 50ms liegen sollen.

Die Frequenzen für 802.11p sollen im 5GHz-Band und außerhalb des frei zugänglichen ISM-Bands angesiedelt werden.

In den USA wurde die Frequenz bereits reserviert, von 5,850 bis 5,925 GHz steht somit eine Bandbreite von 75MHz zur Verfügung.

In Europa steht eine Reservierung noch aus, geplant ist jedoch, die gleichen Frequenzen wie in den USA zu nutzen.

Der Standard 802.11p befindet sich derzeit noch in der Entwicklung, 2008 soll diese abgeschlossen sein.

Unterschiede zu den konventionellen WLAN-Technologien sind vor allem die Verwendung eines dedizierten Steuerungskanals.

Alle Sendewünsche müssen über diesen Kanal mitgeteilt werden, um eine Priorisierung von Daten zu ermöglichen. So soll wichtigeren Daten zu Sicherheitsinformationen vorrang gewährt werden können.

Neben dem Steuerungskanal stehen 6 weitere Kanäle zur Verfügung. Je zwei Kanäle stehen zur eigentlichen Datenübertragung zur Verfügung, getrennt nach Reichweite, kurz bzw. mittel. Für Funktionen des kooperativen Fahrens stehen zwei weitere Kanäle zur Verfügung, einer, der für direkte Fahrzeug-Fahrzeug-Koordination dienen soll, ein anderer, der für die Kommunikation an Kreuzungen verwendet wird.

Die Sendezeiten auf dem Signalisierungskanal sind für Infrastruktursender und Fahrzeugsender unterschiedlich und stark begrenzt. Infrastruktursender dürfen während einer Sendeperiode von 100ms insgesamt $750\mu\text{s}$ senden, Fahrzeuge haben eine Sendeperiode von 750ms, dürfen jedoch nur für $580\mu\text{s}$ senden.

Sensoren

Im Fahrzeug sollen stets verschiedenste Sensoren implementiert werden. Grundlage sind Sensoren für Position, Geschwindigkeit und Richtung des Fahrzeugs.

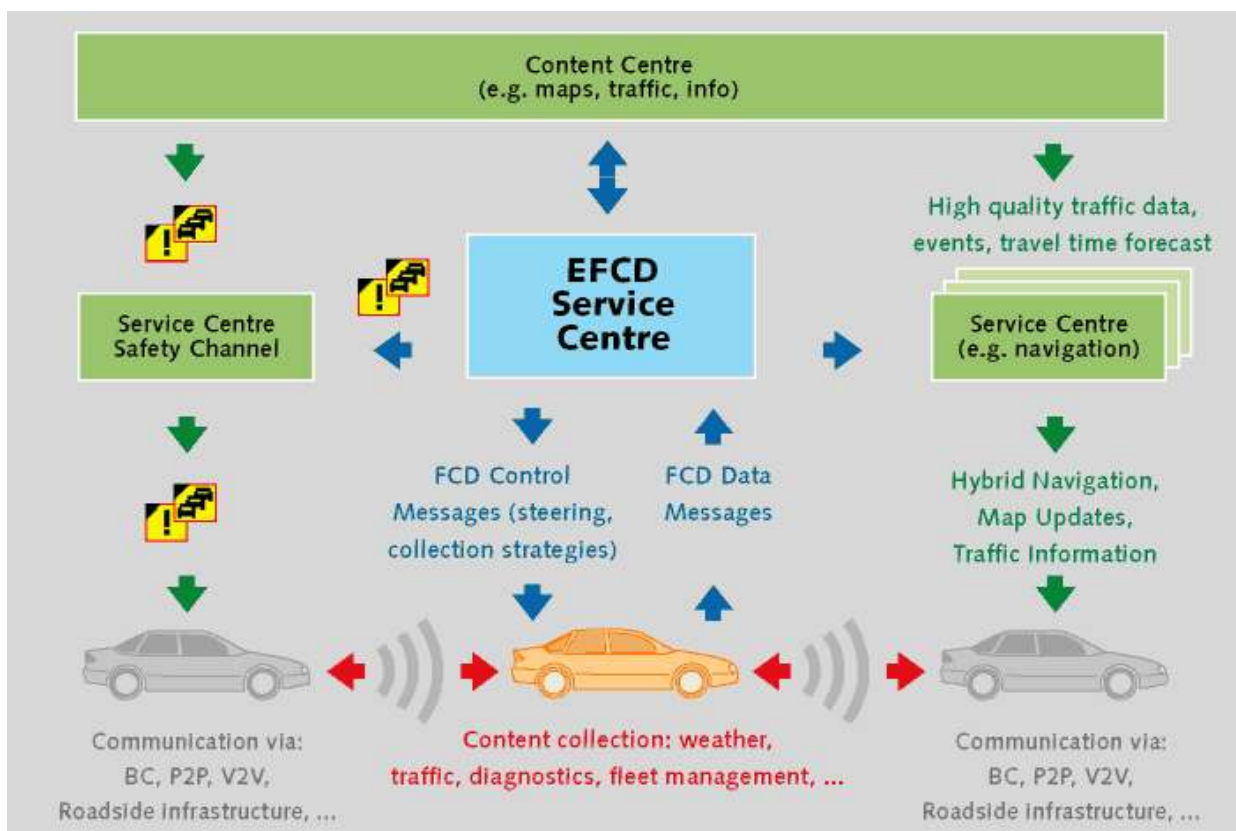
Zusammen mit weiteren möglichen Sensoren sollen so Daten gesammelt und kombiniert werden. Eine Kombination von Position und Geschwindigkeit kann so z.B. Verkehrsinformationen erzeugen. Die Gesamtheit der Sensoren von Fahrzeugen und Infrastruktur soll ein dichtes Netz bilden und somit für eine hohe Datenversorgung sorgen.

Zusätzlich zu den Basissensoren sollen weitere Sensoren ermöglicht werden, hierfür soll ein offenes Interface zu den Sensoren geschaffen werden.

Enhanced Floating Car Data

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für die Sensoren ist die Nutzung in zentralisierten Systemen. Die Fahrzeuge übermitteln hierzu die Daten an Service Center, die die Daten von vielen Fahrzeugen sammeln und ggf. mit anderen Sensoren kombinieren und so Simulationen über die Verkehrsentwicklung ermöglichen.

Die so gewonnenen Daten können z.B. von Behörden genutzt werden, um eine präzise Verkehrsdiagnose zu ermöglichen. Auch private Unternehmen können diese Daten nutzen, um damit bessere Routenplanungen sowohl dynamisch im Auto als auch außerhalb des ad-hoc-Netzes anzubieten.



[7]

Applications

Für die Fahrzeugsysteme sind vielfältige Anwendungen denkbar. Um ein offenes System zu gewährleisten ist geplant, die Implementation in J2ME oder .NET Compact Framework zu ermöglichen und eine einheitliche API zur Verfügung zu stellen.

Anwendungen werden für verschiedene Anwendungsfelder benötigt, möglich sind Anwendungen für Infotainment, wie Zugriff auf das Internet und weitere Dienste, Anwendungen im Sicherheitskontext, die den Fahrer über Verkehrslage und Ereignisse informieren können, Anwendungen zur Routenwahl, die basierend auf aktuellen Informationen dem Fahrer bessere Routen bieten können, sowie Anwendungen, die kooperatives Fahren ermöglichen.

Car2Infrastructure

Zusätzlich zu den ad-hoc-Verbindungen zwischen Fahrzeugen sollen stationäre Infrastruktursysteme das Gesamtsystem verbessern.

Einerseits sollen zusätzliche Sensoren die Datenerfassung verbessern, andererseits soll in Regionen mit geringem Verkehr die Informationsverbreitung verbessert werden.

6. Beispiele zur Nutzung

Das zuvor vorgestellte System von ad-hoc-Fahrzeugnetzwerken ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungen. Diese gehen meistens weit über die bisher bekannten Möglichkeiten bei dynamischer Beschilderung sowie Nutzung von Radio und TMC hinaus.

Neben den Möglichkeiten, den Verkehrsfluss durch dynamische Verkehrsleitung und Staumeldung zu verbessern können auch die Assistenzsysteme für Spurwechsel, Einfädelungen und eine automatische Geschwindigkeitsregelung, Adaptive Cruise Control, den Verkehrsfluss auf den vorhandenen Straßen verbessern.

Zur Steigerung der Sicherheit im Straßenverkehr werden vor allem Systeme zur Kollisionsvermeidung, zur Pre-Crash-Detektion und vor allem die Übertragung von Informationen des Straßenzustands, wie Glätte, Sichtweite etc. beitragen.

Um das System auch bei geringer Verbreitung am Anfang dem Endkunden attraktiv zu machen werden gerade am Anfang die Komfortfunktionen einen hohen Stellenwert haben. Der Zugriff auf das Internet an Hotspots sowie von der ad-hoc-Struktur unabhängige Mehrwertdienste können dem Nutzer einen Anreiz schaffen.

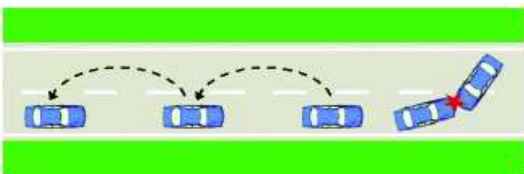
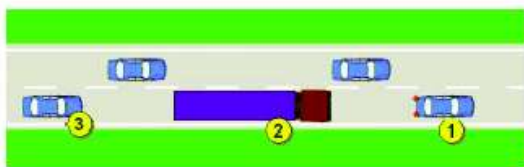
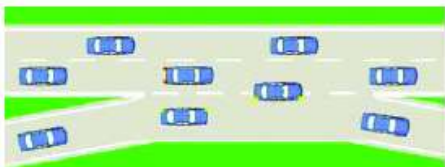
Beispiel 1

Nachfolgend sind drei Szenarien gegeben, die das ad-hoc-System nutzen:

Eine einfache Warnfunktion für nachfolgende Fahrzeuge, wobei die Nachricht sukzessive in einer Kette entlang der Fahrbahn weitergegeben wird.

Die Nutzung des Systems um Fahrzeuge auch an Hindernissen, wie z.B. LKW, vorbei über die Situation zu informieren.

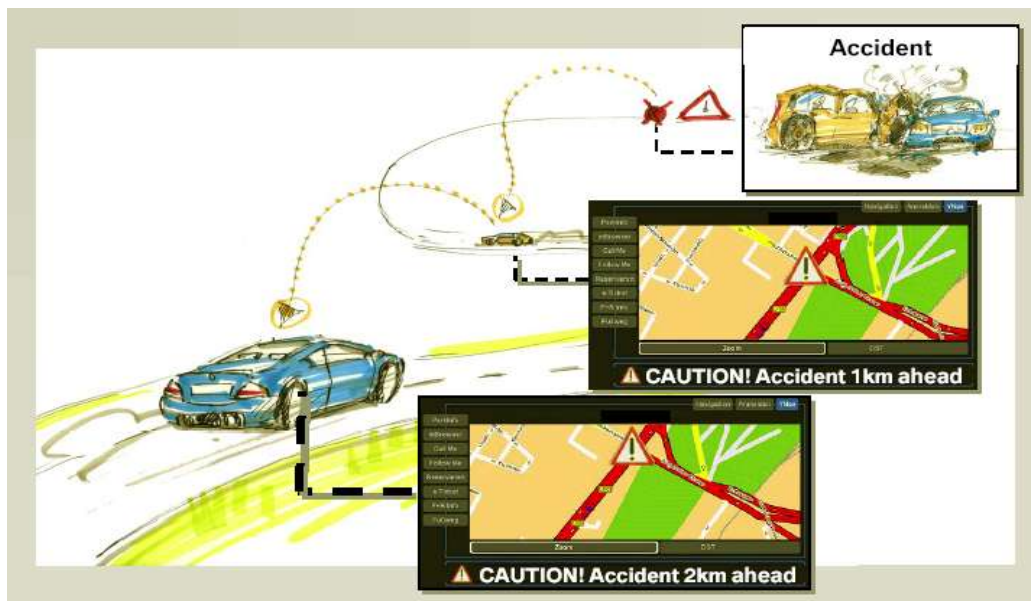
Kooperative Fahrmanöver wie ein automatisches Ein- und Ausfädeln an Auffahrten.

	<p>Information and warning functions</p> <p>vehicles transmit warning messages when a critical situation (vehicle breakdown, high traffic density, dangerous road surface conditions, etc.) is detected.</p>
	<p>Communication-based longitudinal control</p> <p>vehicles can anticipate braking manoeuvres when an invisible vehicle (n. 1) beyond the direct predecessor in front (n. 2) is braking.</p>
	<p>Co-operative driving manoeuvres</p> <p>by exchanging information up to simple trajectory plans, critical situations can be foreseen and solved by the vehicles themselves.</p>

[Source: the CarTALK 2000 project] Gefunden: [6]

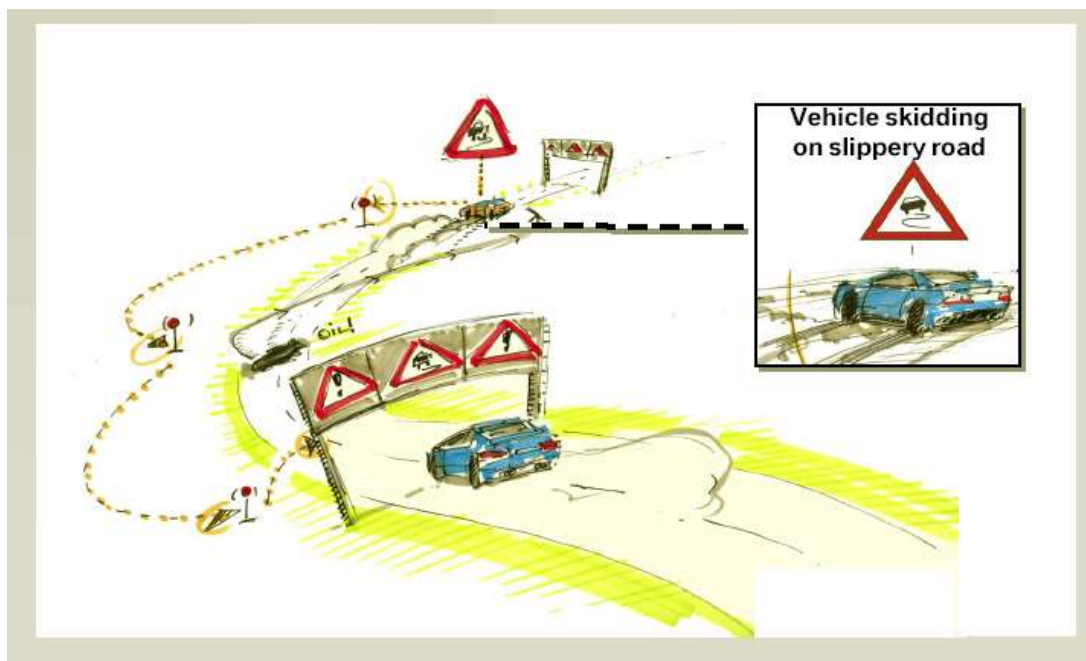
Beispiel 2:

Die Information über einen Unfall wird in diesem Beispiel von einem Fahrzeug zum anderen übertragen. Dargestellt ist auch eine Möglichkeit der Fahrerinformation über den Unfall, im Fall des einen PKW in 1km Entfernung, beim zweiten in 2km Entfernung.



Beispiel 3:

In diesem Beispiel wird eine Gefahrensituation, wie z.B. eine rutschige Fahrbahn, vom Auto detektiert und über die Infrastruktur an eine dynamische Beschilderung weitergeleitet. Diese kann auch Fahrzeuge ohne das ad-hoc-System informieren.



[beide: 5]

7. Marktbetrachtung

Im folgenden Kapitel soll eine kurze Marktbetrachtung zeigen, dass das anvisierte System die für die Nutzung benötigten Marktanteile in relativ kurzer Zeit erreichen kann, und welche Geschwindigkeit in der Datenübertragung schon bei geringen Verbreitungsgraden erreicht werden kann.

Zudem werden die einzelnen Anwendungsbereiche nach erforderlicher Verbreitung in Fahrzeugen sowohl Infrastruktur gegliedert.

Anwendungen und benötigte Verbreitung

Je nach bestehender Verbreitung der Systeme in Fahrzeugen und Infrastruktur sind verschiedene Anwendungen für die Fahrer realisierbar.

Für die Einführung des Systems bieten sich vor allem Systeme an, die möglichst unabhängig von der Verbreitung sind. Bestes Beispiel ist hier die Nutzung von WLAN-Hotspots durch die Systeme im Fahrzeug, um so dem Fahrer z.B. an Tankstellen eine Möglichkeit zum Internetzugriff zu geben. Auch sind Bezahldienste, als Alternative zu herkömmlichen Methoden, realisierbar.

Informationsdienste zum Verkehrsaufkommen sowie über Straßenzustand, Wetter etc. benötigen bereits eine höhere Verbreitung, hier wird jedoch von einer Mindestverbreitung von ca. 10% der Fahrzeuge ausgegangen, damit dieses System praktikabel ist.

Alle Anwendungen zum kooperativen Fahren benötigen eine hohe Verbreitung in den Fahrzeugen, davon abhängig, ob die Systeme nur als Assistenz, wie z.B. "Platooning", das automatisierte Fahren in einer Kolonne, oder als vollständig autonome Systeme arbeiten sollen.

Eine vollständige Verbreitung würden Anwendungen erfordern, die, statt einer Ampel, an Kreuzungen für eine automatische Regelung des Verkehrs sorgen.

Geschwindigkeit der Informationsausbreitung

Simulationen zur Geschwindigkeit, mit der Informationen in ad-hoc-Netzwerken verbreitet werden, zeigen, dass bereits bei einem Verbreitungsgrad von 2% eine relativ hohe Verbreitungsgeschwindigkeit erreicht wird.

Bei 2% ergibt sich eine Nachrichtengeschwindigkeit von etwa 120 km/h, bei 5% sind es ca. 240 km/h, bereits bei 10% Verbreitung können Nachrichten nach 2 Minuten eine Entfernung von 50 km erreichen, d.h. mit rund 1500 km/h sich im ad-hoc-Netz verbreiten.

Diese Zahlen sind jedoch nur Simulationswerte, je nach tatsächlicher Verbreitung und geographischen Gegebenheiten und der Verkehrslage können die Informationen natürlich auch deutlich schneller bis hin zu keiner Weitergabe verteilt werden.

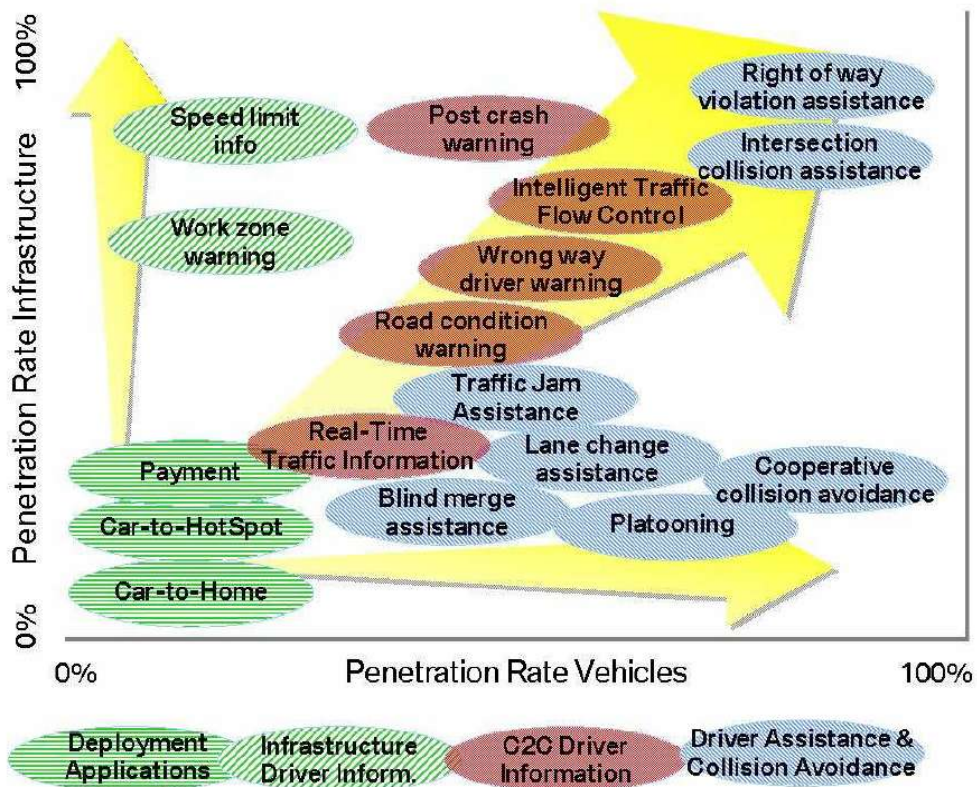
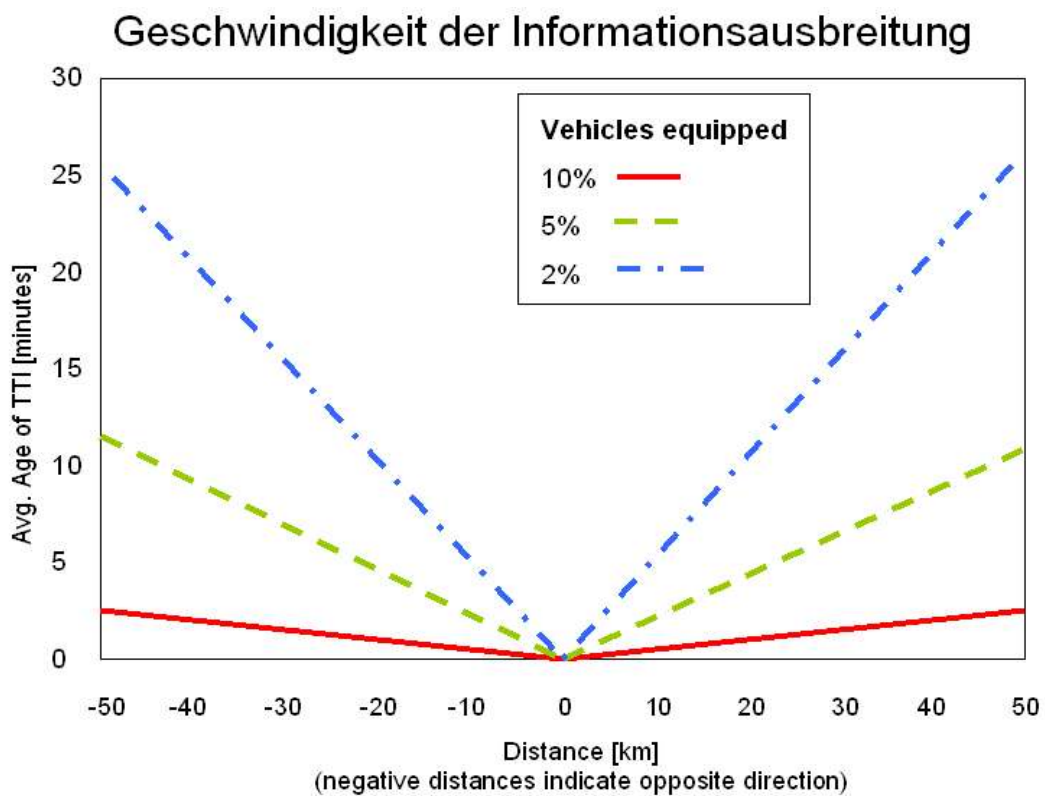


Figure 1: Necessary vehicle and infrastructure penetration rates for different kinds of applications

Oben: Anwendungen und benötigte Verbreitung [1]

Unten: Geschwindigkeit der Informationsausbreitung [Nach: 2]



Erreichen des Marktanteils

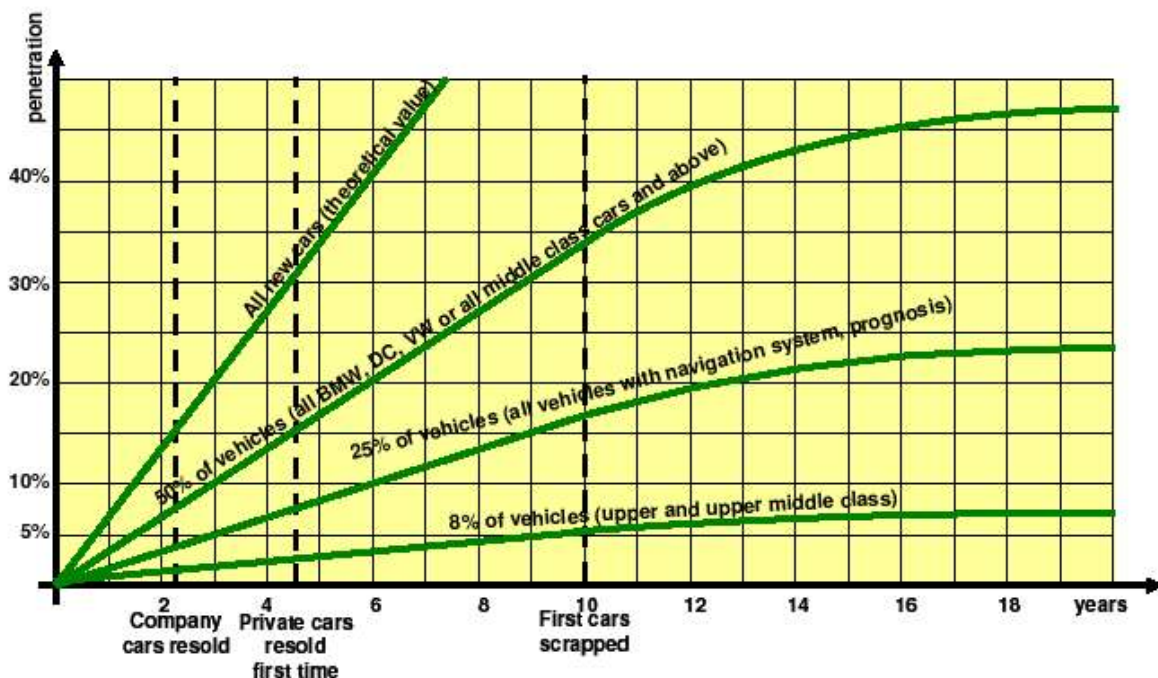
Untersuchungen auf Basis von Marktdaten für Deutschland zeigen, dass der benötigte Marktanteil je nach Anzahl der ausgestatteten Neufahrzeuge innerhalb weniger Jahre erreicht werden kann.

Bei einer Ausstattung z.B. aller Neufahrzeuge, die derzeit bereits mit Navigationssystem ausgestattet verkauft werden, ca. 25% des Markts, kann ein Marktanteil von 10% innerhalb von 6 Jahren erreicht werden.

Ein anderes Szenario geht von der Ausrüstung aller Fahrzeuge von BMW, DaimlerChrysler und VW, bzw. aller Fahrzeuge ab der Mittelklasse aus. Dies wären in etwa 50% der Neufahrzeuge im deutschen Markt. In diesem Fall wären 10% bereits nach 3 Jahren erreicht.

Eine Ausrüstung ausschließlich von Oberklassefahrzeugen erscheint nicht praktikabel, da diese nur einen Marktanteil von ca. 8% besitzen, und selbst eine Verbreitung der ad-hoc-Kommunikationssysteme von 5% wäre erst nach 9 Jahren erreicht.

In der Kalkulation wurde die Ausrüstung von LKWs nicht berücksichtigt. Da zur Erfassung der LKW-Maut bereits jetzt sogenannte OBU (On-Board-Units) installiert sind, die auch mit GPS-Empfängern ausgestattet sind, könnte über eine Erweiterung dieser Systeme nachgedacht werden. Die LKW, die ab Einführung des ad-hoc-Systems mit einer OBU ausgerüstet werden könnten so zur schnelleren Markteinführung und einer besseren Grundversorgung beitragen.



[2]

8. Ausblick und Fazit

Zeitplan

Juli 2005

Basiskonzept, erste Prototypen

Januar 2006

Forschungsrichtlinien und -empfehlungen

Dezember 2007

Erste vorläufige Spezifikationen und Demonstrationsobjekte
Feldversuche

Dezember 2008

Spezifikationen als Grundlage für Standardisierung nutzen

Dezember 2010

Frequenzzuweisungen für Europa

(Quelle: *Car2Car Communication Consortium*)

Fazit

Aktuell befindet sich das ad-hoc-System zur Fahrzeugkommunikation noch im Forschungsstadium. Viele Detailfragen wurden noch nicht geklärt, die Praxisfähigkeit einiger Schlüsseltechnologien muss noch in Feldversuchen gezeigt werden, wobei die Projekte CarTalk 2000 und FleetNet diese bereits absolviert haben.

Für die Zukunft ist eine Standardisierung des Systems unbedingt notwendig, um ein homogenes Netzwerk zu etablieren. Die bestehenden Konsortien mit ihren bisher veröffentlichten Ansätzen zeigen hierbei den richtigen Weg auf. Probleme könnte die mangelnde Bereitschaft einiger Automobilhersteller sein, die unlukrative Startphase des Systems zu unterstützen. Hier sollen Wege gefunden werden, den finanziellen Nachteil der Hersteller zu kompensieren, dies könnte z.B. über exklusive Funktionen bereits zum Start des Systems geschehen.

Für die Markteinführung sind Einstiegsapplikationen, die dem Nutzer einen Mehrwert bieten, sowieso unverzichtbar. Erst mit steigendem Marktanteil werden die Informations- und Sicherheitsanwendungen an Bedeutung gewinnen.

Kooperatives Fahren ist ein Anwendungsgebiet, das zwar viele Möglichkeiten bietet, jedoch ist eine Realisierung derzeit noch nicht absehbar, da noch nicht absehbar ist, wie sich der Marktanteil entwickeln wird.

9. Quellen

[1] Timo Kosch,
„Technical concept and prerequisites of car-to-car communication“

[2] Kirsten Matheus, Rolf Morich, Ingrid Paulus, Cornelius Menig, Andreas Lübke,
Bernd Rech, Will Specks,
„Car to Car Communication - Market Introduction and Success Factors“

[3] Gérard Segarra,
„Activities and Applications of the Car 2 Car#Communication: The Renault vision“

[4] Juhani Jääskeläine,
„European RTD Supporting eSafety: Toward Co-operative Systems“

[5] Prof. Dr.-Ing. habil Raymond Freyman,
„Connectivity and Safety“

[6] Luisa Andreone, Michele Provera,
„Inter-vehicle and communication: local dynamic safety information distributed among
the infrastructure and the vehicles as „virtual sensors“ to enhance road safety“

Die Quellen [1] - [6] entstammen Vorträgen im Rahmen des
„5th European Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services“,
Hannover, 1. bis 3. Juni 2005

Verfügbar im Internet unter www.car-to-car.org

[7] www.gstforum.org
<http://www.gstproject.org/efcd/img/overview.gif>

[8] Dr. Andreas Festag,
„Wifi für Autos“
funkschau, Ausgabe 13/2005

[9] M. Schönhof, Dr. M. Treiber, A.Kesting,
„Information Propagation in an Ad-hoc Car-to-Car Network Enhancing Road Traffic
Performance“

Veröffentlichung im Rahmen der „20. Verkehrswissenschaftliche Tage“ in Dresden,
19. - 20. September 2005