

Car-to-Car Communication – Anwendungen und aktuelle Forschungsprogramme in Europa, USA und Japan

Dr. Walter Franz, DaimlerChrysler AG, REI/VF, 89081 Ulm, Deutschland¹

Kurzfassung

In diesem Beitrag werden wichtige Forschungsaktivitäten auf dem Feld der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation beschrieben. Dieses Themengebiet war in den letzten Jahren sowohl in der Fahrzeugforschung, als auch in der Standardisierung neuen Aktivitäten unterworfen, welche wesentliche Fortschritte erbrachten. Da Anwendungen aus dem Bereich der aktiven Sicherheit als eine wichtige Möglichkeit zur Reduzierung von Unfallszahlen und Unfallsfolgen angesehen werden, konzentrieren sich eine Reihe der Aktivitäten genau auf dieses Feld. Viele Aktivitäten zielen weiterhin darauf ab, neben den aktiven Sicherheitsanwendungen weitere Anwendungen aus dem Bereich der Informationsbereitstellung mit zu unterstützen. Das Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikationssystem nimmt dadurch den Charakter einer offenen Kommunikationsplattform an, die verschiedenartige einander zum Teil entgegenlaufende Anwendungs-Anforderungen erfüllen muss. Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über vor kurzem abgeschlossene bzw. laufende Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet.

1 Übersicht

Nachdem im Rahmen des Prometheus-Projekt bereits Ende der achtziger Jahre das Themengebiet Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation in Europa bearbeitet wurde, erlauben neuartige Technologien sowohl auf dem Gebiet der Funktechnologien, als auch auf dem Gebiet der Positionsbestimmung heute effizientere und qualitativ neuartige positionsbasierte Kommunikationsprotokolle und Basisfunksysteme.

Fortschritte im Bereich der Funktechnologien haben zu den heutigen Massenmärkten im Mobilfunk- und im Konsumerbereich und somit zu kostengünstigen Systemen und Komponenten geführt. Durch die Verwendung solcher Massenprodukte als Basissystem für die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation wird eine der Voraussetzungen für eine Markteinführung – die Verfügbarkeit von sehr billigen Systemen – als in Zukunft erfüllbar angesehen. Da jedoch diese Systeme für einen gänzlich anderen Verwendungszweck konzipiert wurden, müssen durch geeignete neuartige Kommunikationsprotokolle diese Funkbasissysteme unter anderem an die Anforderungen der extrem hohen Dynamik der Netztopologie bzw. an gänzlich andere Adressierungsverfahren angepasst werden [1].

Die meisten der Forschungsvorhaben haben unter anderem zum Ziel, aktive Sicherheitsanwendungen zu unterstützen. Hierunter versteht man die Übertragung von Daten aus einem Fahrzeug zu anderen Fahrzeugen, speziell in Bereiche, die vom Fahrer im nachfolgenden Fahrzeug nicht eingesehen werden können. Somit wird der Erfassungshorizont des Fahrers durch

diese Systeme erweitert und letztendlich werden Unfallrisiken aktiv verringert.

Weiterhin haben eine Reihe von Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation zur Lösung der Frage der Markteinführung einen Plattformansatz gewählt. Dies bedeutet, dass die Fahrzeug - Fahrzeug - Kommunikationssysteme nicht nur eine Anwendungsklasse unterstützen, sondern eine breite Palette von Anwendungen. Dabei wird in vielen Fällen ausdrücklich auch die Kommunikation von festen Stationen am Straßenrand oder auf dem Gelände von Unternehmen mit eingeschlossen. Dieser Trend zeigt sich auch bei neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der *Dedicated Short Range Communications (DSRC)*. Diese Systeme wurden ursprünglich rein für die Kommunikation vom Straßenrand zu den Fahrzeugen konzipiert. Z.b. in den USA wird die Strategie verfolgt, diese Systeme auch zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen einzusetzen. Eine solche Kommunikationsplattform zieht eine Reihe von Konsequenzen nach sich, welche insbesondere das Funksystem betreffen. So müssen aktive Sicherheitsanwendungen gegenüber kommerziellen Anwendungen priorisierbar sein. Kommerzielle Anwendungen benötigen die Bereitstellung hoher Bitraten. Dies wiederum erfordert die Verwendung von hohen Frequenzbändern. Hierdurch lassen sich nur geringe Funkreichweiten erzielen, was wiederum den Einsatz von Routing und Forwarding-Protokollen in diesen Fahrzeug-Adhoc-Netzen erfordert.

In den folgenden Abschnitten werden Forschungsaktivitäten in Europa, USA und Japan dargestellt und

¹ Dieser Beitrag entstand im Rahmen des vom BMB+F geförderten Projekts *NOW: Network on Wheels* (Fördernummer: 01AK064)

dabei das Basisfunksystem, die Zielsetzung und der grundlegende Systemansatz beschrieben.

2 Aktivitäten in Europa

In Europa und insbesondere auch in Deutschland gibt bzw. gab es in den letzten Jahren eine Reihe von öffentlich geförderten Projekten zum Thema Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation. Diese werden im folgenden – ohne Anspruch auf Vollständigkeit - kurz beschrieben. Unter diesen Projekten sind sowohl solche zu finden, welche ein Funksystem für eine Anwendung oder im Rahmen einer Anwendungsentwicklung spezifizieren, als auch solche, die als Ziel die Entwicklung einer Kommunikationsplattform für viele Anwendungen hatten bzw. haben.

Inter-Vehicle Hazard Warning

Dieses Projekt war eine gemeinschaftliche Aktivität von folgenden deutschen und französischen Firmen und Institutionen: Robert Bosch GmbH, DaimlerChrysler AG, BAST, Renault, Cofiroute, ESTAR, PSA Peugeot-Citroen, INRETS und ISIS. Das Projekt wurde vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung und von der französischen Regierung gefördert. In diesem Projekt wurde in den Jahren 2001 und 2002 ein System zur Übertragung von Warnnachrichten zwischen Fahrzeugen auf Autobahnen spezifiziert. Das Kommunikationssystem arbeitet im 869 MHz-Band und ermöglicht aufgrund dieser niedrigen Frequenz Reichweiten von rund 1 km. Die Warnnachrichten werden vom Sender als Broadcast ausgesandt. Alle Fahrzeuge, welche diese Warnung empfangen, überprüfen anhand der mitgesendeten Daten, ob die Warnung für sie relevant ist. Zu diesem Zweck wurden Algorithmen entwickelt, welche entscheiden, ob wie und wann eine Warnnachricht dem Fahrer übermittelt wird [2]. Weiterhin wurden in diesem Projekt Nachrichtenformate für Warnmeldungen und Anzeigen im Fahrzeug spezifiziert.

FleetNet – Internet on the Road

Im Forschungsprojekt *FleetNet – Internet on the Road* [3], [4] wurden zwischen September 2000 und Dezember 2003 Algorithmen und Kommunikationsprotokolle erarbeitet, um Daten zwischen Fahrzeugen über Multihop-Kommunikation auszutauschen. Hierzu wurde der Ansatz eines Adhoc-Funknetzes zur Inter-Fahrzeugkommunikation verfolgt.

Projektpartner in *FleetNet-Internet on the Road* waren: DaimlerChrysler AG, Fraunhofer Institut Fokus, NEC Europe Ltd., Robert Bosch GmbH, Siemens AG und die Temic Speech Recognition GmbH. Das Projekt wurde von BMBF gefördert.

Die in FleetNet erforschten Lösungen stellen eine Kommunikationsplattform dar, welche aktive Sicherheitsanwendungen, dezentrale Floating Car Data Anwendungen und Informationsanwendungen auf der Basis von Internet-Protokollen gleichermaßen unterstützt. Als Basis für das Funksystem wurden mehrere Systeme untersucht, welche - eine positive Marktentwicklung in ihren Stammmärkten vorausgesetzt-, einen Einsatz für Fahrzeug-Kommunikationssysteme als möglich erscheinen lassen. Ein solches System ist die *UTRA-TDD*-Technologie, welche im Frequenzbereich bei 2010 MHz arbeitet. In *Fleetnet* wurden dezentrale Kommunikationsprotokolle für den Vielfachzugriff und die von *UTRA-TDD*-Systemen geforderte Zeitsynchronisation entwickelt. Weitere Arbeiten zielten darauf ab, Radarsysteme, die im Frequenzbereich 24 GHz arbeiten, auch zur Datenübertragung zu nutzen. Die dritte Alternative waren *IEEE 802.11-Wireless LAN*-Systeme. Aufgrund der Marktentwicklung der letzten Jahre erscheinen mittlerweile diese Systeme als einzig für die Funkbasis geeignet. Diese Systeme wurden daher im FleetNet-Demonstrator eingesetzt.

Weiterer wesentlicher Arbeitsschwerpunkt im Projekt *FleetNet-Internet on the Road* war die Entwicklung von positionsbasierten Forwarding- und Routingkonzepten und -Protokollen, die die Datenkommunikation über mehrere andere Fahrzeuge hinweg zu einem Zielfahrzeug oder in ein Zielgebiet selbst dann erlauben, wenn die Fahrzeuge sich mit hohen Geschwindigkeiten bewegen. Da aktive Sicherheitsanwendungen zudem die Empfänger anhand deren Positionen adressieren, wurde ein neuartiges geografisches Adressierungskonzept entwickelt. Um eine möglichst universell einsetzbare Kommunikationsplattform zu realisieren, wurden weiterhin Verfahren entwickelt, um über am Straßenrand installierte Stationen einen Zugang aus den Fahrzeugen in das Internet (und umgekehrt) zu erlauben. Die entwickelten Kommunikationsprotokolle wurden in einem Demonstrator implementiert. Hiermit wurde der prinzipielle Funktionsnachweis erbracht. In Bild 1 ist eine Fahrszene mit dem FleetNet-Demonstrator gezeigt.



Bild 1. FleetNet - Demonstrator

CarTALK 2000

CarTALK 2000 ist ein von der europäischen Union im 5. Rahmenprogramm gefördertes Projekt [5], [6]. Die Laufzeit ist 1.9.2001 bis 31.7.2004. Die Projektpartner sind: Centro Ricerche Fiat, DaimlerChrysler AG, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Robert Bosch GmbH, Siemens AG, Universität Köln (Institut für Verkehrswissenschaften), Universität Stuttgart (IPVS).

Das Projekt hat als Schwerpunkt die Entwicklung von neuartigen kooperativen Fahrerassistenzsystemen, welche auf der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation basieren. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung von Kommunikationsprotokollen für selbstorganisierende Fahrzeug-Adhoc-Netze. Ferner wurden Abschätzungen über die Marktakzeptanz durchgeführt, Softwarestrukturen und Algorithmen für die longitudinale Fahrzeugsteuerung entwickelt und diese in Testfahrzeugen implementiert. Es wurden drei sogenannte Anwendungskuster bearbeitet:

- Informations- und Warnfunktionen
- Kommunikationsbasierende longitudinale Steuerungsfunktionen und
- kooperative Assistenzsysteme (z.B. automatische Einfädel szenarien auf Autobahnen).

Als Basisfunksystem wurde wie im Projekt *FleetNet-Internet on the Road* Untersuchungen zur *UTRA-TDD*-Technologie durchgeführt. In den Demonstrationsfahrzeugen werden WLAN-Systeme eingesetzt. Da in *CarTALK2000* neben den kooperativen Fahrerassistenzsystemen, welche der Klasse der aktiven Sicherheitsanwendungen zuzuordnen sind, auch Informationsanwendungen unterstützt werden, wird in diesem Projekt eine Kommunikationsplattform entwickelt.

Softnet

Im Projekt *Softnet* [7], in welchem die Firmen BMW AG, Rohde & Schwarz GmbH & Co.KG, Siemens AG, NTT DoCoMo Eurolabs mit der Universität München kooperierten und das von der Bayerischen Staatsregierung gefördert wurde, wurden Methoden des Software Engineering für neuartige Formen von Kommunikations- und Rechnernetzen und Netztechnologien entwickelt und erprobt. Der Schwerpunkt lag dabei auf Verfahren der Dienstentwicklung und Vernetzung verteilter, mobiler System und Komponenten in einem heterogenen Umfeld. Hierbei wurden die Aspekte der Selbstorganisation von Netzen und der flexiblen netzunabhängigen Kommunikation untersucht. Ein Anwendungsszenario war dabei die Integration von Fahrzeugen in einem sogenannten *Virtual City Portal*. Hierzu wurden insbesondere Routing-Verfahren für Fahrzeug-Adhoc-Netze im City-Bereich entwickelt. Als Kommunikationsplattform wurden IEEE 802.11-Systeme eingesetzt.

PROMOTE-Chauffeur

In den Projekten *CHAUFFEUR 1* und *2* [8] wurde die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation eingesetzt, um Lastkraftfahrzeuge über eine elektronische Deichsel zu koppeln. Durch die Übertragung von Fahrdaten vom führenden Fahrzeug zu den folgenden können diese ohne Einwirken des Fahrers dem ersten Fahrzeug folgen (Platooning). Der Mindestabstand zwischen zwei Fahrzeugen kann dabei gegenüber herkömmlicher Fahrweise signifikant verringert werden. In den beiden Projekten wurden die notwendigen Funktionen hierfür entwickelt und in einem Demonstratorsystem implementiert. Die Kommunikation findet durch Funksysteme statt, die im 5,8 GHz-Band arbeiten. Neben diesen Funktionen wurden in diesen Projekten weiterhin Algorithmen zur automatischen Spurhaltung entwickelt. *CHAUFFEUR 2* startete im Januar 2000 und endete im Mai 2003 mit einer Schlussdemonstration. Neben den Partnern aus der Automobilindustrie (DaimlerChrysler AG, Centro Ricerche Fiat, IVECO S.p.A., Regiov und Renault V.I. SA) waren weitere Partner die Robert Bosch GmbH, Central Research Laboratories. Ltd., WABCO Vehicle Control Systems, ZF Lenksysteme GmbH, TÜV Kraftfahrt GmbH, Centro Studi sui Sistemi Trasporto, PTV Planung Transport Verkehr AG und „Firm of Layers Clifford, Chance, Plünder“.

INVENT VLA

Allgemeines Ziel des deutschen Verbundprojekts *INVENT* ist die Verbesserung des Verkehrsablaufs und Steigerung des Verkehrsflusses mit dem Anwendungsschwerpunkt Schnellstraße. Im Teilprojekt *INVENT Verkehrsleistungsassistent (INVENT VLA)* werden die folgenden Bereiche adressiert [9]:

- Erhaltung hoher Flüsse im Bereich von Verflechtungen
- Dämpfen von Stop & Go-Wellen
- Schnelles Auflösen von Staus.

Durch die Lösung dieser Aufgaben sind ein flüssigerer Verkehr mit weniger Störungen (Staus) und demzufolge geringere Kosten für die Volkswirtschaft zu erwarten. Außerdem resultieren daraus auch Vorteile/Nutzen für jeden einzelnen Verkehrsteilnehmer wie Verringerung der Reisezeit, Verringerung des Kraftstoffverbrauchs, Reduzierung von Emissionen, stressfreieres Fahren und somit eine allgemeine Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Das vom deutschen BMBF geförderte Projekt *INVENT* und insbesondere dessen Teilprojekt Verkehrsleistungsassistent nutzen zur Erfüllung ihrer Aufgaben neben zellularen Netzen insbesondere auch zukünftige Systeme zur Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation. Projektpartner in *INVENT VLA* sind: BMW AG, DaimlerChrysler AG, MAN Nutzfahrzeug-

ge AG, Robert Bosch GmbH und Volkswagen AG. Die Laufzeit des Projekts INVENT ist von Juni 2001 bis Mai 2005.

Ein Anwendungsbeispiel, das in *INVENT VLA* konkret bearbeitet wird, ist die Entwicklung von Strategien zur Stauauflösung und zur Reduzierung des Zuflusses in Staus. Wesentlich hierbei ist die Information der Fahrer über die Verkehrszustände. Zu diesem Zweck werden sowohl Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikationssysteme, als auch zellulare Netze eingesetzt.

NOW: Network on Wheels

Ziel des Projekts *NOW: Network on Wheels* [10] ist die Spezifikation eines Kommunikationssystems zur Übertragung von Sensordaten und allgemeinen Informationen zwischen Fahrzeugen und somit die Spezifikation einer Kommunikationsplattform. Neben der Lösung von technologischen Problemstellungen zur Anpassung der Kommunikationsprotokolle an realistische Umgebungen und zur Gewährleistung der Datensicherheit wird das zu spezifizierende Kommunikationssystem standardisiert und in einem Referenzsystem demonstriert werden. *NOW: Network on Wheels* startete am 1. Juni 2004 mit einer Laufzeit von 4 Jahren. In diesem Projekt kooperieren die BMW AG, DaimlerChrysler AG, Fraunhofer Institut Fokus, NEC Deutschland GmbH, Siemens AG und Volkswagen AG zusammen mit der Carmeq GmbH, der Universität Mannheim, Universität Karlsruhe und der TU München. *NOW* wird auf den Ergebnissen von abgeschlossenen Forschungsprojekten unter anderen *Inter-Vehicle Hazard Warning*, *FleetNet-Internet on the Road* und *Softnet* aufbauen und noch offene Forschungspunkte, z.B. im Bereich der Datensicherheit in Fahrzeug-Adhoc-Netzen lösen.

Neben aktiven Sicherheitsanwendungen wird das in *NOW: Network on Wheels* zu spezifizierende Kommunikationssystem auch Internet-Anwendungen zwischen Fahrzeugen und fest installierten Stationen, z.B. Hotspots, unterstützen, welche schon bei geringen Ausrüstungsgraden einen Nutzen für den Anwender erbringen (Deployment-Anwendungen). Da ein herstellerübergreifendes System angestrebt wird, hat das Projekt die Standardisierung der Ergebnisse zum Ziel. Die Ergebnisse werden daher in ein kürzlich gegründetes Industriekonsortium eingebracht mit dem Ziel, einen europäischen Industriestandard zu spezifizieren. Wissenschaftlich-technische Schwerpunkte sind:

- Spezifikation positionsbasierter Routing- und Forwardingprotokolle für Fzg.-Adhoc-Netze.
- Anpassung vorhandener Kommunikationsprotokolle an realistische Bedingungen, zum Beispiel schwankende Funkbedingungen
- Entwicklung von Deployment- Anwendungen und aktiven Sicherheitsanwendungen

- Grundlegende Fragenstellungen zu fahrzeugtauglichen Antennen
- Datensicherheit in Fahrzeug-Adhoc-Netzen
- Standardisierung der Ergebnisse auf europäischer Ebene
- Implementierung eines Referenzsystems parallel zur Standardisierung

PreVENT

Die Europäische Kommission hat die Vorgabe ausgegeben, bis 2010 die Anzahl der Todesfälle aufgrund von Verkehrsunfällen um die Hälfte zu reduzieren. Das durch die EU geförderte Projekt *PreVENT* [11] hat sich vor diesem Hintergrund zum Ziel gesetzt, durch die Entwicklung von neuartigen Fahrerassistenzsystemen, zu dieser Reduzierung der Unfälle beizutragen. In *PreVENT* werden hierzu aktive Sicherheitsanwendungen entwickelt, die einerseits signifikante Gefahren frühzeitig erfassen und andererseits parallel dazu das Fahrverhalten des Fahrers mit berücksichtigen. In Abhängigkeit von der Signifikanz und der zeitlichen Abschätzung der aufkommenden Gefahr, wird das System zuerst den Fahrer informieren, danach den Fahrer warnen und dann, falls keine Reaktion erfolgt, aktiv dem Fahrer assistieren oder selbst in das Fahrgeschehen eingreifen. Hierzu werden in *PreVENT* die Ergebnisse aus früheren europäischen und nationalen Projekten zusammengefasst und die identifizierten noch fehlenden Konzepte und Ergebnisse im Projekt selbst erarbeitet.

Das Projekt ist vom Typ Integrated Projects, die die Europäische Union im 6. Rahmenprogramm fördert. Es ist unterteilt in die Subprojekte Safe Speed & Safe Following, Lateral Support & Driver Monitoring, Intersection Safety und Vulnerable Road Users & Collision Mitigation. Horizontale Querschnittsthemen für alle Subprojekte sind unter anderem: Maps&ADAS (Safety Content and ADAS Interface), RESPONSE3 (Legal and User Aspects) und ProFusion (Sensors & Sensor Data Fusion). Insbesondere im ersten Subprojekt wird unter anderem auch das Thema Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikationssysteme unter dem Titel WILLWARN behandelt. Als Anwendungsszenario für diese WILLWARN-Systeme wird die Übermittlung von Warnmeldungen zwischen Fahrzeugen betrachtet.

Als Integrated Project nehmen an *PreVENT* insgesamt rund 50 verschiedene Firmen und Institutionen teil. Das Projekt startete am 1. Februar 2004 und ist auf eine Gesamtlaufzeit von 4 Jahren angelegt.

3 Aktivitäten in den USA

Im Jahre 1999 hat die amerikanische Regulierungsbehörde (*Federal Communication Commission, FCC*) 75 Mhz im 5.9Ghz-Frequenzband speziell für Fahrzeug-Fahrzeug und Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (*Dedicated Short Range Communications, DSRC*) reserviert und bereitgestellt. Ziel dieses Frequenzbandes ist es, Anwendungen zu entwickeln, die den Verkehrsfluss verbessern, die Strassenverkehrssicherheit erhöhen und am Ende Leben retten. Im Auftrag der Intelligent Transportation Society von Amerika (*ITS America*) hat eine spezielle *DSRC*-Arbeitsgruppe der *American Society for Testing and Material (ASTM)* im Herbst 2001 ein Derivat der WLAN-Technologie *IEEE 802.11a* als Basisfunktssystem für *DSRC* festgeschrieben.

Im Mai 2002 wurde im Rahmen von *CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership)* das *Vehicle Safety Communications Consortium (VSCC)* gegründet. Das *VSCC* ist ein Industriekonsortium bestehend aus BMW, DaimlerChrysler, Ford, General Motors, Nissan, Toyota und VW unterstützt vom amerikanischen *Department of Transportation (DOT)*. Die Mitglieder des *VSCC*-Konsortiums arbeiten gemeinsam im *Vehicle Safety Communication-Projekt (VSC)* mit dem Ziel, das Einsatzpotential von *DSRC*-Systemen für aktive Sicherheitsanwendungen zu untersuchen, die Anforderungen an das Kommunikationssystem zu definieren und die technische Umsetzung in entsprechende Standards zu garantieren und zu unterstützen. Die amerikanische Version des *DSRC* sieht vor, dass die angepassten *IEEE 802.11a*-Systeme sowohl für die Kommunikation von der Straße zu den Fahrzeugen, als auch zur Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation eingesetzt werden. Hierzu wird das Frequenzband von 75 Mhz in sieben Kanäle aufgeteilt. Für Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation wird einer dieser Kanäle genutzt. Die Kommunikation von festen Stationen am Straßenrand zu den Fahrzeugen wird neben Anwendungen zur Steuerung des Verkehrsflusses, elektronischen Mautsysteme auch kommerzielle Anwendungen erlauben und realisiert somit eine Kommunikationsplattform. Die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen ist auf aktive Sicherheitsanwendungen und Anwendungen zur Steuerung des Verkehrsflusses beschränkt.

Ein weiteres Ziel des *VSCC* ist, die Markteinführung der *DSRC*-Systeme zu unterstützen. So wurde zum Beispiel eine umfassende Liste möglicher Anwendungen aufgestellt und auch unter diesem Gesichtspunkt analysiert [12]. Diese Analyse ergab unter anderem, dass die Anforderungen an die Verzögerungszeiten der Daten (100 ms) mit dem *DSRC*-System erfüllt werden können- mit anderen Systemen nicht. Die generelle Eignung von *IEEE 802.11*-Systemen für Broadcast-Übertragungen kommt den Einsatzszenarien entgegen. Trotzdem sind einige Änderungen gegenüber den *IEEE 802.11a*-Systemen notwendig. Um

diese Änderungen zu standardisieren wurde eine neue Arbeitsgruppe beim *IEEE 802.11*-Gremium vorgeschlagen und im Frühjahr 2004 mit der *IEEE 802.11 p* – Arbeitsgruppe etabliert.

Die umfangreiche Untersuchung des Nutzens der verschiedenen Anwendungen in Gegenüberstellung von Unfallszenarien ergab acht aktive Sicherheitsanwendungen, welche weiter betrachtet werden. Diese sind:

- Traffic Signal Violation Warning
- Curve Speed Warning
- Left Turn Assistant
- Emergency Electronic Brake Lights
- Pre-Crash Warning
- Cooperative Forward Collision Warning
- Left Turn Assistant, Lane Change Warning,
- Stop Sign Movement Assistance.

Dabei sind die ersten drei Anwendungen diejenigen, welche zuerst realisiert werden können. Weitere Arbeiten umfassen unter anderen Fragestellungen zum Antennendesign, Anpassung der MAC-Protokolle des *IEEE 802.11 p*-Systems und Datensicherheit in Ad-hoc-Netzen. Neben der Standardisierung im Rahmen der *ASTM* und der *IEEE 802.11 p* ist geplant, diese Arbeiten auch im Rahmen der *ISO TC204*-Aktivitäten einzubringen und somit zu einem internationalen Standard zu migrieren.

4 Aktivitäten in Japan

In Japan werden seit 1996 in der *Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association* Arbeiten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durchgeführt. In diesem Konsortium arbeiten 18 Vollmitglieder und 360 assoziierte Mitglieder [13] mit dem Ziel, neuartige Fahrerassistenzsysteme zu entwickeln und in den Fahrzeugmarkt einzuführen. Gefördert wird diese Initiative durch verschiedene japanische Ministerien und Institutionen unter der Führung des *Ministry of Land Infrastructure and Transport* und des *National Institute for Land and Infrastructure Management*. Letzendliches Ziel ist es, durch diese Systeme die Anzahl von Unfällen und deren Folgen zu verringern. Ein Konzept hierbei ist, an gefährlichen und vor allem unübersichtlichen Straßenverläufen Sensoren zu installieren und über ein *DSRC*-System heranfahrende Fahrzeuge zu warnen. Dabei wird insbesondere eine Kommunikation vom Straßenrand zu den Fahrzeugen vorgesehen. In [13] werden folgende Fahrerassistenzanwendungen aufgeführt, die eingeführt werden sollen:

- Kollisionsvermeidung mit Hindernissen vor dem Fahrzeug
- Verhinderung von zu schnellem Fahren in Kurven
- Vermeidung des Verlassens der Fahrbahn
- Vermeiden von Unfällen an Kreuzungen
- Vermeidung von Kollisionen beim Links- (in Japan Rechts-) Abbiegen

- Verhinderung von Kollisionen mit Fußgängern
- Informationen über den Zustand der Straßenoberfläche.

Als Funktechnologie wird das durch den Standard *ARIB STD-T75* spezifizierte *DSRC*-System eingesetzt. Dieses arbeitet im 5,8 GHz-Band, erlaubt eine Datenrate von 1024 kbit/s, kann zur Broadcast- und Unicast-Kommunikation eingesetzt werden und erlaubt die Kommunikation im Nahbereich bis zu 30 m [14]. Eine weitere Hauptanwendung dieses Systems ist die elektronische Maut. In [15] und [16] wird beschrieben, wie dieses System ebenfalls für kommerziellen Anwendungen genutzt werden kann und in prototypischen Versuchen auch bereits für elektronisches Bezahlen an Tankstellen, zum Parkplatzmanagement oder an Tankstellen bereits demonstriert wird. Als internationales Standardisierungsgremium wird die *ISO TC 204* angesehen.

ces, Proceedings 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, June 14-17, 2004, Parma, Italy, pp-369-374

- [15] ITS Review Japan. Trends in Intelligent Transport Systeme (ITS) Research Report, Special Topic Full-Fledged Application of Dedicated Short-Range Radio Communications for ETC, Spring 2003
- [16] Ikawa, M.; Goto, Y.: DSRC Local Communication Platform and its Application to Information Push Service, Proceedings 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, June 14-17, 2004, Parma, Italy, pp- 105-110

3 Literatur

- [1] Lübke, A.: Car-to-Car Communication – Technologische Herausforderungen. Proceedings VDE Kongress 2004, Berlin, 18.-20. Okt. 2004
- [2] http://www.deufrako.org/pdf/flyer_a.pdf Kurzbeschreibung des Projekts *Inter-Vehicle Hazard Warning*
- [3] Franz, W., Eberhardt R., Luckenbach, T.: FleetNet – Internet on the Road. Proceedings 8th World Congress on Intelligent Transport Systems, Sydney, Australia, Sept. 30 – Oct. 4, 2001
- [4] www.fleetnet.de. Projekt Web-Seiten *FleetNet-Internet on the Road*
- [5] www.cartalk2000.net. Web-Seiten des Projekts *CarTALK 2000*
- [6] Reichardt, D.; et.al.: CarTALK 2000 - Safe and Comfortable Driving Based Upon Inter-Vehicle-Communication, Proceedings of IEEE Conference on Intelligent Vehicles 2002, Paris, France, 18.-20.6.2002
- [7] www.lkn.ei.tum.de/~forsoft/overview.html. Web-Seiten des Projekts *Softnet*
- [8] www.chauffeur2.net. Web-Seiten des Projekts *PROMOTE-CHAUFFEUR2*
- [9] <http://www.invent-online.de/downloads/VLA-handout-D.pdf>. Projektbroschüre des Projekts *INVENT VLA*
- [10] www.network-on-wheels.de. Web-Seiten des Projekts *NOW: Network on Wheels*.
- [11] www.ertico.com/prevent. Webseiten *PReVENT*.
- [12] VSCC: Vehicle Safety Communications Project, Task 3 Final Report, Identify Intelligent Vehicle Safety Applications Enabled by DSRC.
- [13] www.ashra.or.jp. Web-Seiten von ASHRA.
- [14] Inoue, H.; Osawa, S.; et. al.: Dedicated Short-Range Communications (DSRC) for AHS Servi-