

# Wifi für Autos

Von Dr. Andreas Festag

## Die IEEE-Arbeitsgruppe 802.11p standardisiert Wireless LANs für den Einsatz in Fahrzeugen. Der zukünftige Standard spezifiziert das Medienzugriffsverfahren und die physikalische Schicht von Fahrzeug-basierten Netzwerken.

**E**in weiterer Buchstabe im Alphabet der IEEE-Standards für drahtlose lokale Netze ist p. Die neue Variante, auch Wave (Wireless Access in Vehicular Environments) genannt, ermöglicht den Datenaustausch zwischen Fahrzeugen. Wenn die Entfernung des Senders zum Empfänger die Reichweite übersteigt, sollen Zwischenknoten die Daten weiterleiten (Hops). So bilden die Fahrzeuge selbst organisierende spontane (Ad-hoc) Kommunikationsnetze. Die On Board Units (OBUs) in Fahrzeugen sollen aber auch mit Basisstationen an Straßen und Autobahnen, so genannten Road Side Units (RSUs), kommunizieren.

Die drahtlose Technik bildet die Grundlage für DSRC-Systeme (Dedicated Short Range Communication) einer neuen Generation. Anwendungen sind unter anderen:

- Aktive Sicherheitsanwendungen zwischen Fahrzeugen, zum Beispiel Gefahrenwarnung bei Unfall oder Stau, Warnung vor sich nähernden Notfallfahrzeugen, Vorfahrtassistenz an Kreuzungen ohne Ampeln oder nicht einsehbare Straßenabschnitte,
- Sicherheitsanwendungen zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur, zum Beispiel aktive Verkehrsschilder (Ampel, Stoppschild), Warnungen vor schlechtem Straßenzustand, Warnungen vor Brücken und Tunnel,
- Fahrzeugdiagnose,
- kooperatives Fahren: Platooning, erweiterte Geschwindigkeitssteuerung (Cruise Control),
- Verkehrsinformationen: Warnung vor Stau, dynamische Routenplanung auf der Basis aktueller Verkehrszustandsinformationen sowie

- lokale Informationen: Sehenswürdigkeiten, Tankstellen, Hotels und Restaurants.

### Herausforderungen von Ad-hoc-Netzen mit Fahrzeugen

Im Vergleich zu herkömmlichen Ad-hoc-Netzwerken sind Fahrzeugnetze hoch dynamisch. Auf Autobahnen kann die Relativgeschwindigkeit zwischen zwei Pkws bis zu 500 km/h betragen. Daher stehen zwei entgegenkommenden Fahrzeugen typischerweise nur wenige Sekunden für die Kommunikation zur Verfügung. Da Anwendungen zur Verkehrssicherheit nur geringe Übertragungszeiten erlauben, sind zeitaufwendige Prozeduren zum Scannen von Kanälen und Assoziation nicht möglich. Die Kommunikation über mehrere drahtlose Zwischenknoten verursacht weitere Probleme: Während Verluste von Datenpaketen bei zellularen Netzwerken nur auf einem Link auftreten, multiplizieren sich die Paketverluste bei „Multihop“-Kommunikation.

Ebenso gibt es bekannte Probleme des Medienzugriffs im 802.11-Standard: Wenn mehr als ein Netzwerkknoten gleichzeitig versuchen ein Datenpaket zu senden, tritt eine Kollision auf. Diese kann meist durch das bekannte Backoff-Verfahren aufgelöst werden. Es gibt jedoch Szenarien, in denen Netzwerkknoten unter bestimmten Umständen von der Kommunikation ausgeschlossen sind. Dieses Blocking-Problem, ebenso wie die so genannten „Hidden-Node“- und „Exposed-Node“-Probleme, können in Fahrzeugnetzen häufig auftreten und den Datendurchsatz des Netzwerks erheblich beeinträchtigen.

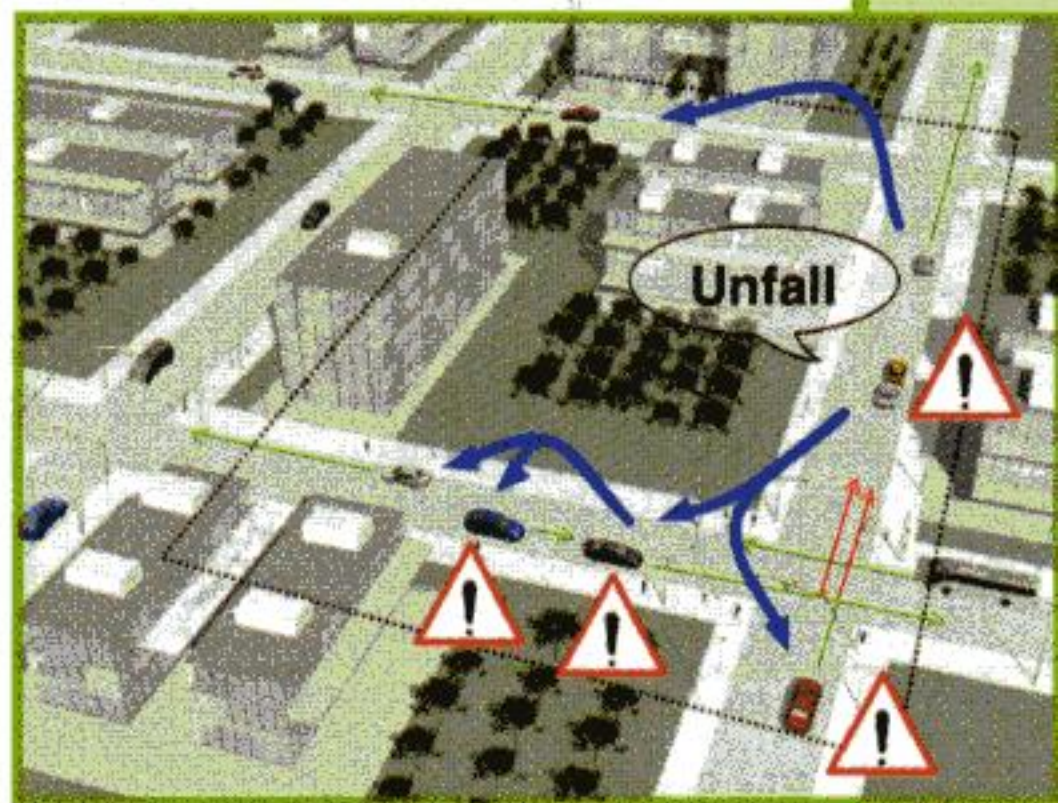
Trotz dieser Schwierigkeiten überwiegt der Nutzen. Außerdem gibt es den Vorteil, dass die Energieversor-

gung nur ein sekundäres Problem darstellt. Darüber hinaus können geographische Positionen genutzt werden, die das Weiterleiten von Daten (Routing) im Ad-hoc-Netz erleichtern kann.

### Physik und Medienzugriffsverfahren

Prinzipiell ähnelt die neue p-Variante dem existierenden Verfahren von IEEE 802.11a: Der 5-GHz-Frequenzbereich, die OFDM-Technologie und das grundsätzliche Medienzugriffsverfahren mit „Random Access“ und Prioritäten sind gleich. Über verschiedene Modulationsarten können Datenraten zwischen drei und 27 MBit/s erreicht werden. Die wesentlichen Unterschiede zur a-Variante liegen in der parallelen Nutzung von mehreren drahtlosen Kanälen und der Festlegung eines Steuerungskanal: Auf diesem Steuerungskanal werden periodisch Beacons von RSUs, die verfügbaren Anwendungen der anderen Servicekanäle und Notfallwarnungen gesendet. Alle Netzwerkknoten müssen den Steuerungskanal periodisch abhören. Sendewünsche für andere Kanäle werden dem Zielknoten zunächst auf dem Steuerungskanal mitgeteilt.

Den zu übertragenden Daten werden Prioritäten zugeordnet: Daten über eine unmittelbare Gefahr („Safety of Life“) haben die höchste Priorität. Danach folgen Daten von Notfallfahr-



Warnung vor einem Verkehrsunfall mit Multi-hop-Kommunikation zwischen Fahrzeugen – mit 802.11p könnte es Wirklichkeit werden

zeugen (Feuerwehr, Polizei, Notarzt). Eine dritte Prioritätsstufe ist Sicherheitsanwendungen des Individualverkehrs zugeordnet. Wenn Daten mit höherer Priorität übertragen werden sollen, unterbricht ein Sender die laufende Übertragung. So kann etwa die wichtige Warnung vor einem Verkehrsunfall sofort übermittelt werden.

Dr. Andreas Festag ist Senior Researcher bei NEC Deutschland.

### In USA lizenziertes Frequenzband für 802.11p

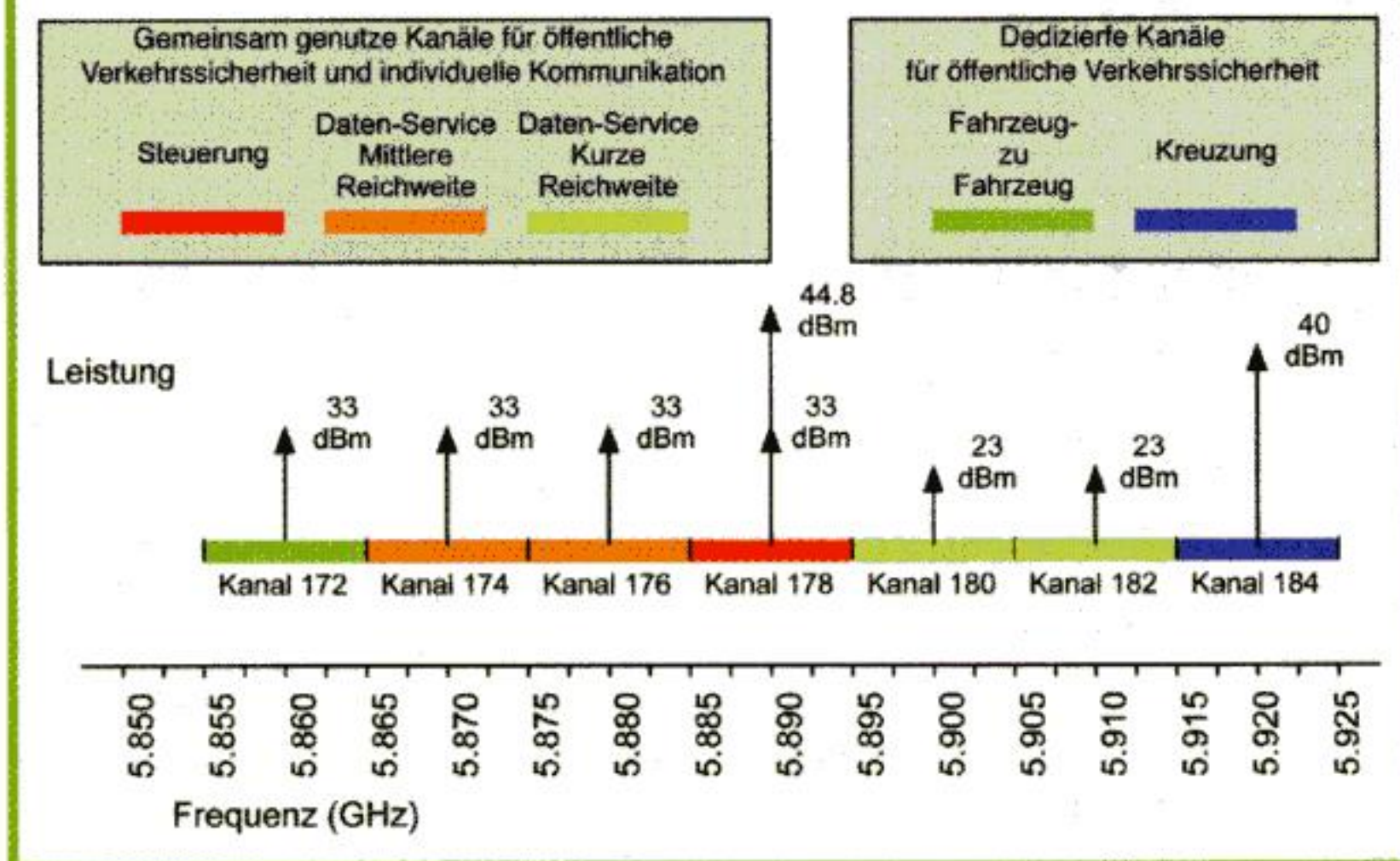


Bild: NEC

Die Kanäle im Standard 802.11p in den USA gemäß der Federal Communications Commission (FCC) im Frequenzband von 5,850 bis 8,925 GHz

Die Sendeintervalle auf dem Signalisierungskanal sind sehr kurz: RSUs dürfen mit einer maximalen Sendedauer von 750 µs senden. Die Dauer zwischen zwei Sendephasen muss mindestens 100 ms betragen. OBUs dürfen weniger senden: Die Sendeperiode beträgt mindestens 750 ms mit einer maximalen Sendedauer von 580 µs.

Hotspots entlang der Straßen und Autobahnen (etwa an Tankstellen und Rastplätzen) installiert werden. E-Mail, WWW und Instant Messenger können dann auch im Auto selbstverständlich sein – natürlich nur für den Beifahrer.

Noch gilt es technische Herausforderungen zu meistern, da die spezifischen Anwendungen, die Skalierbarkeit mit der Anzahl der Netzwerkknoten, und das Fahrzeugumfeld hohe Anforderungen an die WLAN-Technologie und das Kommunikationssystem stellen. NEC arbeitet mit Partnern insbesondere daran, Zuverlässigkeit, Effizienz und Robustheit der Datenübertragung in Autobahn- und Stadtscenarien zu verbessern. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der effizienten Verteilung von Daten in einem geografischen Gebiet, der typischen Kommunikationsform für Anwendungen der Verkehrssicherheit. Für ein stabiles und leistungsfähiges System bedarf es spezifischer und abgestimmter Algorithmen und Protokolle zur Steuerung der Sendeleistung, Fehlerkontrolle, Überlaststeuerung, Datensicherheit und anderen.

#### Reservierte Frequenzen und Kanäle

Anwendungen zur Verkehrssicherheit sind sicherheitskritisch. Deshalb sind die existierenden lizenzfreien Frequenzbänder (wie zum Beispiel das ISM-Band) nicht geeignet. In den USA wurde ein lizenziertes Band über 75 MHz von 5,850 bis 5,925 GHz reserviert. Das Frequenzband ist in

sieben Kanäle, mit einer Bandbreite von jeweils 10 MHz, aufgeteilt. Optional können die Kanäle 174 und 176 sowie die Kanäle 180 und 182 zu jeweils einem 20-MHz-Kanal zusammengefasst werden.

Zwei der Kanäle sind für spezifische Anwendungen zur Verkehrssicherheit dediziert und zwar für Kommunikation zwischen Fahrzeugen (Kanal 172) sowie für Kollisionsvermeidung an Kreuzungen (Kanal 184). Andere Kanäle können von Anwendungen für öffentliche Verkehrssicherheit und individueller Kommunikation gemeinsam genutzt werden: Dazu zählen der Steuerungskanal (Kanal 178) sowie Kanäle für Datenservice mittlerer und kurzer Distanz. Wichtigster Kanal ist dabei der Steuerungskanal, der den Zugriff auf alle anderen Servicekanäle organisiert. Dazu darf auf dem Steuerungskanal mit der höchsten Sendeleistung von 44,6 dBm gesendet werden. Auf anderen Kanälen ist nur eine geringere Leistung erlaubt.

#### Aussichten

IEEE 802.11p stellt eine kostengünstige Funktechnik für Fahrzeugkommunikation auf der Basis existierender Wifi-Technologie dar. Es ist Teil einer US-amerikanischen Initiative zur Verbesserung der Verkehrssicherheit, der von FCC, ASTM und ITS-A vorangetrieben und voraussichtlich mit einer großen Anzahl von RSUs entlang amerikanischer Highways gefördert wird. In Europa arbeitet NEC mit Partnern in Forschungsprojekten, wie zum Beispiel Now (Network on Wheels) und dem Car-to-Car-Communication-Konsortium (C2CC) an einer europäischen technischen Lösung und Standard. Dabei geht es auch um die Anpassung eines DSRC-Systems an europäische Bedingungen, weil beispielsweise in Europa voraussichtlich nicht das gleiche Frequenzband reserviert werden kann.

Ein gemeinsamer Systemstandard zwischen den Automobilherstellern ist in jedem Fall notwendig, damit Fahrzeuge unterschiedlicher Marken miteinander kommunizieren können. IEEE 802.11p ist Teil dieser Bestrebungen. Chip-Hersteller, Automobilzulieferer wie NEC und Automobilhersteller führen bereits erste Tests mit DSRC-Systemen durch. Mit ersten kommerziellen Systemen ist nach 2008 zu rechnen. (CK)

#### Referenzen

- IEEE 802.11 Standards, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>
- Dedicated Short Range Communications <http://grouper.ieee.org/groups/scc32/dsrc/>
- DSRC Background: <http://www.leearmstrong.com/DSRC/DSRCHomeset.htm>
- Car-to-Car Communication Consortium, <http://www.car-to-car.org>
- Forschungsprojekt „NoW: Network on Wheels“, <http://www.network-on-wheels.de>
- NEC Deutschland GmbH, <http://www.de.nec.de>
- NEC Network Laboratories Heidelberg, <http://www.netlab.nec.de>

Ein System kann aus einem Transceiver bestehen, der zwischen den Kanälen springt. Mehrere Transceiver-Module parallel sind auch möglich. So kann der Steuerungskanal abgehört werden während gleichzeitig eine Anwendung Daten auf einem der Service-Kanäle überträgt. Dies vermeidet häufiges Umschalten.

Voraussichtlich werden die Funkmodule in den Fahrzeugen auch andere 802.11-Varianten unterstützen. Deshalb sind auch die typischen Internetanwendungen möglich, wenn