

# MYCAREVENT – Wie mobile Kommunikation Ihr Automobil wieder mobil macht

Erik Weiss, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, RWTH Aachen University, Deutschland  
André Quadt, Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH, Aachen, Deutschland  
Guido Gehlen, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, RWTH Aachen University, Deutschland  
Bernhard Walke, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, RWTH Aachen University, Deutschland

## Kurzfassung

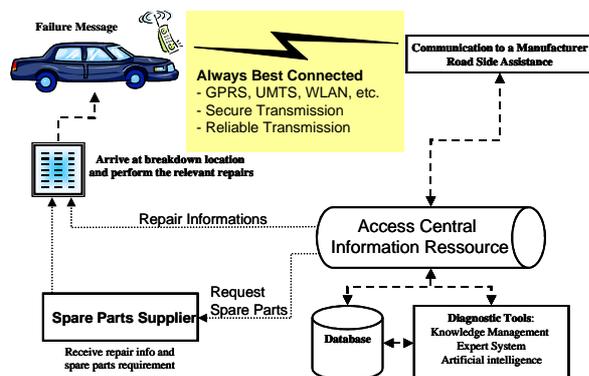
Mobilität ist die Grundlage des Automobilmarktes. Betrachtet man die Trends der letzten Jahre, lässt sich einerseits feststellen, dass die Fahrzeuge immer zuverlässiger werden, sodass die Gesamtzahl der Pannen nicht im gleichen Maße zunimmt wie die Anzahl der Autos. Andererseits ist die Komplexität der Fehler stark angestiegen, sodass ohne detaillierte Informationen im Feld kaum eine Hilfe für liegen gebliebene Autofahrer zu leisten ist. Mobile Informationssysteme bieten die Möglichkeit, Pannenhelfern die richtigen Informationen zur Fehlerbehebung aktuell, umfassend und zuverlässig zur Verfügung zu stellen. Die Anforderungen an ein solches System sind hoch – technisch wie auch organisatorisch – und lassen sich nur durch eine interdisziplinäre Gestaltung lösen. Ein Konsortium von Automobilherstellern, Kommunikations- und Organisationsexperten sowie Fachleuten für IT-Systeme haben sich deshalb zu der Forschungsinitiative „MYCAREVENT“ zusammengeschlossen und entwickeln Lösungen für dieses komplexe Anwendungsfeld [1]. Dieser Artikel widmet sich innovativen Kommunikationslösungen um dem Pannenhelfer Zugang zu allen benötigten Informationen ermöglichen.

## Einführung

Die mobile Kommunikation ist eine Schlüsselmethode um mobile Dienste, z.B. Pannendienste zu unterstützen. Darüber hinaus ermöglicht die mobile Kommunikation Fahrzeugen bzw. deren Insassen die Nutzung einer breiten Palette von neuen mobilen Diensten (Infotainment). Im Rahmen des europäischen Projekts MYCAREVENT erhält der Pannenhelfer wichtige Informationen zur Fehlerbehebung [2][4]. Mobile Kommunikation erlaubt dabei den ständigen Zugriff auf diese Informationen. Mittels mobiler Kommunikation werden sowohl die Fehlercodes aus der On-Board Diagnose Einheit des Autos ausgelesen als auch weiterführende Information zur Reparatur des Fehlers bezogen.

Der Austausch an Informationen ist in Bild 1 beispielhaft dargestellt. Die Fehlercodes werden weitergeleitet an einen zentralen Server, zusammen mit zusätzlichen Informationen, die den Fehler beschreiben. Dieser Server ist in der Lage die notwendigen Informationen zur Behebung der Panne zu ermitteln. Im Anschluss erhält der Pannenhelfer die Reparaturanleitung und weitere multimedial aufbereitete Informationen, um den Fehler zu beseitigen.

Wie Bild 1 zeigt, ist als weiterführende Option ebenfalls der schnelle Erhalt von Ersatzteilen angedacht. Einer der Schwerpunkte des Projektes richtet sich an die Ausstattung des Pannenhelfers mit Informationen, eine weitere Facette wendet sich an den Fahrer des Wagens. Auch der Fahrer kann mit zusätzlichen Informationen versorgt werden, allerdings beschränken sich diese Informationen auf Themen mit geringer Komplexität, ähnlich den Angaben, die in einer ausführlichen Gebrauchsanweisung zu finden sind.

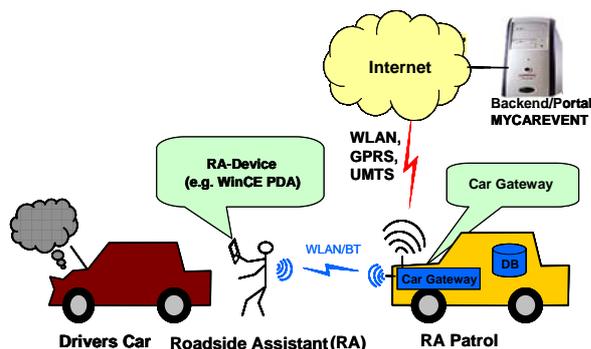


**Bild 1** Beispielhafter Informationsfluss der Reparaturnachrichten

Das MYCAREVENT Projekt betrachtet potenzielle Mobilfunktechniken. Zur optimalen Kontrolle der Kommunikation wird ein Kommunikationsgateway entwickelt, welches zentral die Fahrzeugkommunikation steuert. Dieses Gateway verwaltet sowohl die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation (V2V) als auch die Fahrzeug-Festnetz Kommunikation (V2X) [3]. Im Rahmen des Projektes wurde ein Prototyp entwickelt der in der Lage ist anhand von Benutzer- und Dienstprofilen das geeignete Kommunikationsmedium auszuwählen. Dieser Artikel konzentriert sich auf die Kommunikation zwischen Gateway und den MYCAREVENT Dienstanbieter.

## Szenarium

MYCAREVENT untersucht eine Reihe verschiedener Szenarios. Der klassische Fall ist in Bild 2 dargestellt. Ein Wagen bleibt am Straßenrand liegen und der Fahrer informiert den Pannendienst. Während der Pannenhelfer zur Panne eilt, werden die Informationen bzgl. der anstehenden Reparatur im Fahrzeug des Pannenhelfers auf den neuesten Stand gebracht. Zu diesem Zweck verbindet sich das Gateway mit dem Service Portal und fragt geeignete Information nach. Der Wechsel eines Kommunikationsmediums geschieht dabei ohne dass die Übertragung unterbrochen wird.



**Bild 2** Szenarium: Pannenhelfer bezieht Informationen unter Verwendung des Kommunikationsgateway

Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Pannenhelfer weitreichende Kenntnisse über eine Vielzahl von Fahrzeugen besitzt, dennoch ist er bei hoch komplexen Problemen oftmals überfordert. Beim Abgleich der Informationen erhält der Pannenhelfer u.a. multimedial aufbereitete Informationen in einer Art, dass auch Generalisten in der Lage versetzt werden komplexe Probleme zu beheben.

Solche multimedialen Informationen können z.B. bestehen aus Filmen, die den Einbau eines Ersatzteils zeigen. Ein weiterer Anwendungsfall ist die Unterstützung des Pannenhelfers durch interaktive Reparaturanleitungen. Diese Informationen stehen dem Pannenhelfer nur zur Verfügung, wenn er über adäquate Kommunikationskanäle verfügt. Der Transport solcher Datenmenge sollte die Attribute schnell, effizient, sicher, zuverlässig und kostengünstig erfüllen. Dabei ist die Gewichtung der Attribute flexibel und geschieht je nach Benutzer unterschiedlich. Um der Anforderung nach Flexibilität gerecht zu werden wurde ein Kommunikationsgateway speziell für die Fahrzeugkommunikation entworfen.

Das Gateway unterstützt unterschiedliche Kommunikationssysteme, der entwickelte Prototyp verwendet zur Zeit UMTS, GPRS und WLAN zur Anbindung an den Dienstanbieter. Das Gateway selbst ist erreichbar über Bluetooth, LAN und WLAN und bietet eine transparente Schnittstelle für alle gängigen Geräte.

Durch die Mobilität des Fahrzeugs ist eine kontinuierliche Kontrolle und Anpassung der Verbindung an die sich ständig wechselnden Funkbedingungen erforderlich. Ziel ist die Auswahl der besten Kommunikationstechnik, unter den aktuellen Funkbedingungen, Dienstanforderungen (QoS) und des Nutzerprofils.

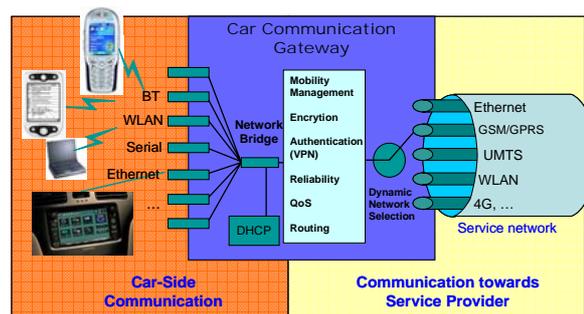
## Anforderungen an die mobile Kommunikation

Der vorherige Abschnitt beschreibt kurz verschiedene Szenarien und Anwendungsfälle. Hohe Bedeutung hat die Unterstützung des Pannenhelfers. Die Anforderungen, an die Kommunikationstechnik lassen sich wie folgt zusammenfassen.

1. Das Gateway wählt das beste Kommunikationssystem aus. Die Entscheidung über ein Kommunikationssystem wird getroffen anhand unterschiedlichen Nutzerprofilen und Anforderungen der verwendeten Dienste.
2. Die Kommunikation muss verschlüsselt stattfinden, falls die transportierten Daten vertraulich sind.
3. Die Qualität der Verbindung muss überwacht werden und beim Unterschreiten der Mindestbedingungen muss das Kommunikationsmedium gewechselt werden.
4. Der Wechsel des Transportmediums muss transparent sein, d.h. der Benutzer darf diesen Wechsel nicht bemerken.

## Gateway Architektur

Das Kommunikationsgateway verbindet das Fahrzeug mit dem MYCAREVENT Service Portal über



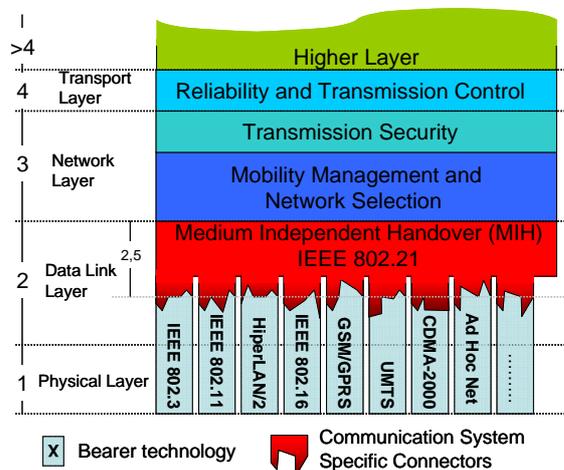
**Bild 3** Gateway Architektur

eine gesicherte und adaptive Verbindung. Die Verbindung wird kontrolliert vom Gateway und angepasst auf die wechselnden Nutzeranforderungen und Dienste, indem das geeignetste Kommunikationssystem ausgewählt wird. In Bild 3 ist der Aufbau des Gateways dargestellt. Die rechte Seite zeigt die Anbindung

zum Dienstanbieter mittels aller gängigen Kommunikationssysteme. Im Prototyp sind zurzeit die Technologien UMTS, GPRS, WLAN und Ethernet umgesetzt. Der mittlere Teil enthält die Funktionen Verschlüsselung, Mobilitätsmanagement, Authentifizierung und Dienstgüteunterstützung. Ein Netzselektor wählt dynamisch das geeignetste Kommunikationssystem aus. Der linke Teil zeigt die Möglichkeiten, wie Geräte an das Gateway angeschlossen werden können. Anschlussmöglichkeit besteht über Bluetooth, WLAN aber auch kabelbasiert über Ethernet. Es wurde darauf geachtet, dass es sich dabei um Standardschnittstellen handelt, die die größtmögliche Verwendbarkeit garantieren und verschiedensten Geräten die Nutzung des Gateways erlauben.

## Always Best Connected (ABC)

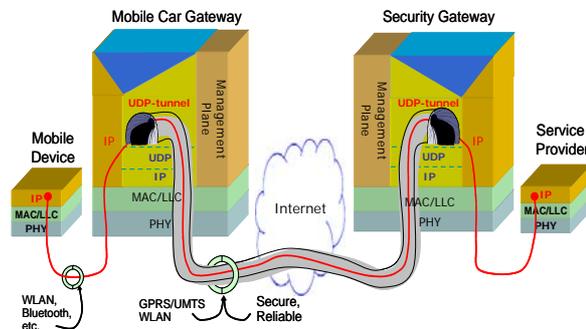
Fahrzeugkommunikation ist ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. MYCAREVENT richtet sein Augenmerk dabei auf den Erhalt von Reparatur- und Wartungsinformationen. Das Hauptinteresse widmet sich in diesem Kontext der Fahrzeug-Festnetz Kommunikation. Das entwickelte Gateway kontrolliert nicht nur seinen eigenen Verkehr, es kontrolliert den Verkehr und die Mobilität aller angeschlossenen Geräte im und außerhalb des Fahrzeuges. Das könnte der Laptop oder der PDA des Pannenhelfers sein. Im Falle eines erweiterten Szenarios könnte es ebenfalls eine Telematic-Einheit im Auto sein.



**Bild 4** Protokollarchitektur des Gateway

Die gewählte Protokollarchitektur (vgl. Bild 4) orientiert sich am Referenzmodell der Arbeitsgruppe 802.21 der IEEE ‚Media Independent Handover‘ (MIH). Eine der Hauptfunktionen dieses Referenzmodells ist die Definition verschiedener Informationsdienste, um die einzelnen Technologien geeignet überwachen zu können. Der Lebenszyklus von Komponenten und Geräten für Fahrzeuge ist signifikant länger als der Lebenszyklus eines Mobiltelefons. Aus diesem Grunde

ist einer der Entwicklungsschwerpunkte die leichte Erweiterbarkeit des Geräts mit zukünftigen Kommunikationstechniken. Die IEEE 802.21 Arbeitsgruppe berücksichtigt diese Entwicklungsrichtung durch die Separierung des Handovers von der Kommunikationstechnologie.



**Bild 5** UDP-Tunnel zwischen Car Gateway und Service Portal

Das Gateway etabliert einen verschlüsselten UDP-Tunnel zum Security Gateways beim Service Portal, siehe Bild 5. Die Verwendung eines UDP-Tunnels ist notwendig um auch Netze mit Network Address Translation (NAT) verwenden zu können. Falls die geforderte Übertragungsqualität nicht eingehalten werden kann, wechselt der UDP-Tunnel zwischen den Kommunikationstechnologien. Der UDP-Tunnel überträgt die Daten der IP-Schicht. Die Adresse der IP-Schicht ist eine virtuelle IP-Adresse, die vom Service Portal vergeben wird. Diese IP-Adresse wird von der Applikation verwendet und bleibt unverändert unabhängig von der verwendeten Kommunikationstechnologie. Die nächsten Abschnitte erläutern die Methode und Algorithmen zu Wahl der Kommunikationstechnologie.

## Media Independent Handover

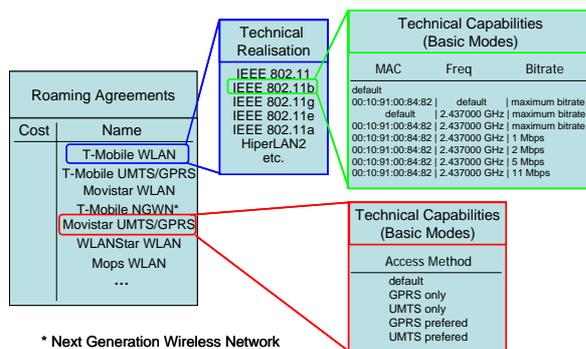
Das Mobilitätsmanagement und der Netzselektor des Fahrzeuggateways verwenden Ereignisse und Informationsdienste des MIH Referenzmodells. Die MIH-Schicht (siehe Bild 4) ist angebunden an die Kontrollfunktion der einzelnen Systeme und die Daten werden übergeben an die IP-Instanz jedes einzelnen Kommunikationssystems.

Alle gesammelten Messwerte und Ereignisse werden von der MIH-Schicht normiert und an die darüber liegende Schicht weitergegeben. Der Netzselektor vergleicht die QoS-Anforderungen der Anwendung mit den aktuellen Bedingungen der Kommunikationssysteme und entscheidet, ob das System gewechselt werden muss. Zusätzlich zu den Anforderungen der Anwendung existiert ein Konfigurationsinterface. Dieses Interface dient zur Einstellung der Nutzerprofile und der Anforderungen der einzelnen Dienstklassen. Das

Konfigurationsinterface ermöglicht es, das Gateway vom Service Portal aus einzustellen und Änderungen einzupflegen.

## Mobilitätsmanagement und Netzselektor

Die Entscheidung über das zu verwendende System basiert auf Kommunikationsmoden. Modes beschreiben einen möglichen Betriebszustand eines Netzes. Ein Mode beinhaltet alle notwendigen Details, z.B. die zugehörige MAC-Adresse, die Frequenz, die Bitrate und vertragliche Vereinbarungen, vgl. Bild 6. Solche vertraglichen Vereinbarungen beinhalten z.B. das entsprechende Kostenmodell oder die Roaming-Gebühren. Eine Mode repräsentiert die wichtigsten Unterschiede zwischen den Kommunikationstechnologien. Zwischen diesen Modes kann der Netzselektor auswählen. In Bild 6 ist die Zusammensetzung und der Inhalt eines Modes dargestellt. Zugehörig zu jedem Operator und zu jeder Technologie kennt das Gateway eine Liste unterschiedlicher Modes.



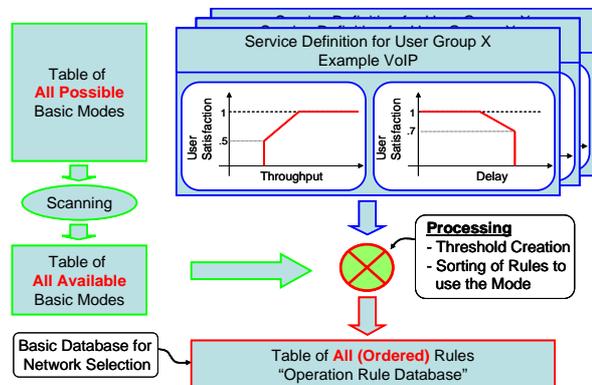
**Bild 6** Entstehung der Kommunikationsmodes

Ändern sich die vertraglichen Randbedingungen, z.B. ein Netz eines weiteren Mobilfunkanbieters, kann verwendet werden, eine neue Mobilfunktechnik kommt hinzu oder ein bestehendes Netz wird erweitert, kann das Operation and Maintenance Center (OMC) die hinterlegten Modelisten des Gateways ergänzen oder ersetzen. Auf diese Weise lässt sich das Gateway später einfach erweitern und anpassen.

## Generierung der Regelbasis

Als Grundlage der Entscheidungsfindung dienen Regeln, diese Regeln definieren die Anwendbarkeit eines Modes für einen speziellen Kommunikationsdienst. Um eine schnelle Entscheidung zu ermöglichen, ist es wichtig, nur eine möglichst kleine Auswahlliste zu kontrollieren. Aus diesem Grunde wird die vollständige Modeliste in einem mehrstufigen Prozess auf eine kleinere Regelbasis abgebildet, Bild 7 stellt diesen Prozess dar.

Ausgehend von der vollständigen Modeliste werden die Modes extrahiert, die an der aktuellen Position gültig sind. Dies geschieht, indem alle Kommunikationstechnologien nach Verbindungsmöglichkeiten suchen. Mittels der erhaltenen Angaben lässt sich die vollständige Modeliste auf die vorhandenen Modes beschränken.



**Bild 7** Ableitung der aktuellen Regelbasis

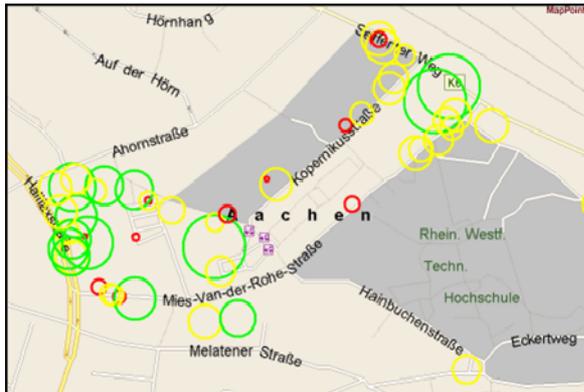
Der nächste Schritt stellt die Bewertung der Möglichkeiten und Kosten eines Modes in Bezug zu den Anforderungen der Anwendungen dar. Zu diesem Zweck wird ein Mode zu einer Regel erweitert. Eine Regel besteht aus einem Wert, der die Eignung des Modes angibt und weiteren Grenzbedingungen zur Erkennung, ob sich die Anwendbarkeit einer Regel ändert. Die Eignung einer Regel gibt an, inwieweit diese Regel die Anforderungen der Anwendung erfüllt. Anhand dieser Eignung werden die resultierenden Regeln sortiert. Die erste Regel hat demnach die höchste Eignung für den geforderten Dienst.

Da sich das Kommunikationsgateway bewegt, ändern sich die Funkbedingungen und Regeln können sich verschlechtern oder verbessern. Daher enthält jede Regel zusätzlich Bedingungen die definieren, wie das Verhalten einer Regel im aktuellen Umfeld einzuschätzen ist.

Jede Regel befindet sich in einem von vier Zuständen. Ist der dazugehörige Mode der Regel vorhanden, ist die Regel im Zustand UP. Ist der Mode nicht existent, befindet sich die Regel im Zustand DOWN. Zusätzlich gibt es zwei weitere Zustände, die Veränderungen anzeigen. Verschlechtert sich der Mode so wechselt die Regel in den Zustand GOING DOWN und falls er sich verbessert in den Zustand GOING UP. Anhand dieser Zustände kann schnell zwischen einzelnen Regeln gewechselt werden. Wird eine Mode verwendet, der von UP in den Zustand GOING DOWN wechselt weiß der Netzselektor das bald auf einen anderen geeigneten Mode gewechselt werden muss. Der Netzselektor kontrolliert die vorhanden Regeln und wählt einen Mode aus, der vorhanden ist (UP) und den höchsten Eignungswert aufweist.

## Positionsunterstützter Modewechsel

Pannenhelfer sind normalerweise für ein bestimmtes eingegrenztes Gebiet eingeteilt. In diesem Gebiet fährt der Pannenhelfer von einer Pannensituation zur Nächsten. Dieses wiederholte Abfahren, erlaubt dem Gateway aus seinen früheren Entscheidungen zu lernen. Kombiniert man Ortsinformation, z.B. vom Global Positioning System (GPS), mit der Entscheidung für eine bestimmte Regel, ist man in der Lage schneller und effizienter die Kommunikationsmodes zu wechseln [6].



**Bild 8** Datenbank mit WLAN Modes, zur Beschleunigung der Mode- bzw. Systemauswahl

Die Wahl einer bestimmten Regel wird in einer Datenbank zusammen mit den entsprechenden GPS-Koordinaten abgelegt. Fährt das Fahrzeug erneut auf dieser Straße lässt sich mittels dieser Datenbank frühzeitig erkennen, welche Kommunikationsmodes bald in Reichweite kommen und verwendet werden können. Bild 8 zeigt einen Auszug aus dieser Datenbank für alle Modes, die zum Kommunikationssystem WLAN gehören. Die grünen Kreise repräsentieren eine WLAN Zelle mit einer guten Eignung als sie zuletzt verwendet wurde. Bewegt sich ein Fahrzeug auf eine grün markierte WLAN Zelle zu so kann das Gateway frühzeitig den Wechsel der Verbindung und des Tunnels in diese Zelle initiieren und so signifikant die Suchzeiten verkürzen.

## Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel beschreibt, die Entwicklung und das Potenzial eines Kommunikationsgateways für Fahrzeuge. Die Nutzung wird beispielhaft vorgestellt anhand des MYCAREVENT Reparatur- und Informationsdienstes. Der Nutzwert eines solchen Gateways, geht allerdings über den Erhalt von Informationen zum Zwecke der Reparatur und Wartung von Fahrzeugen hinaus. Ein solches Gateway ist in der Lage den gesamten Kommunikationsbedarf der Insassen (Infotainment) als auch des Fahrzeugs zu kontrollieren und zu lenken.

Eine im Fahrzeug eingebaute Kommunikationsplattform ermöglicht es, ein spezielles und optimiertes Mobilitätsmanagement für Fahrzeugkommunikation zu entwickeln. Fahrzeuginsassen und ihre mobilen Geräte, wie PDAs, MP3-Player, Handys und Laptops verbinden sich transparent über das Gateway zum Internet. Die Verwaltung der Mobilität und Wahl der geeigneten Kommunikation überlassen sie dem dafür spezialisierten Gateway. Neben der eingesetzten Kommunikationstechnik besitzt das Gateway eine Konfigurationsschnittstelle basierende auf Web Service Technologie, diese dient zum einfachen Warten und Erweitern der Funktionen des Gateways.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei den Mitgliedern des Projekts MYCAREVENT (6th Framework European Projects, IST-004403) für die wertvollen Diskussionen und Hinweise.

## Literatur

- [1] MobilitY and CollAboRative Work in European Vehicle Emergency NeTworks, 6th Framework European Project, IST-004403; [www.mycarevent.com](http://www.mycarevent.com),
- [2] E. Weiss, G. Gehlen, C. Rokitansky, B. Walke. *How Mobile Communications Improve Car Maintenance and the Aftersales Sector*, 12th IEEE Benelux Symposium on Communications and Vehicular Technology in the Benelux, SCVT 2005,
- [3] E. Weiss, G. Gehlen, A. Kemper. *Always Best Connected (ABC) in Wireless Car Communications*. Proceedings of the 1st Workshop on Wireless Vehicular Communications and Services for Breakdown Support and Car Maintenance (W-CarCare)
- [4] G. Gehlen, E. Weiss, and A. Quadt, "Service Oriented Middleware for Automotive Applications and Car Maintenance" Proceedings of the 1st Workshop on Wireless Vehicular Communications and Services for Breakdown Support and Car Maintenance (W-CarCare)
- [5] IEEE P802.21/D00.01, "Draft IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services"; Available at [www.ieee802.org/21/](http://www.ieee802.org/21/) July 2005.
- [6] M.Siebert, M.Lott, M.Schinnenburg, S. Göbbels, *Hybrid Information System*. In Proceedings of IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC2004-Spring), p. 5, Milan, Italy, 05/2004, ISBN: 0-7803-8256-0