

Herausgeber: Ralph Bruder und Hermann Winner

# **Always online im Fahrzeug – aber sicher!**

---

7. Darmstädter Kolloquium

24./25. März 2015 Technische Universität Darmstadt

---



Bruder, R.; Winner, H. (Hrsg.): Always online im Fahrzeug – aber sicher!  
Stuttgart: Ergonomia 2015

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie:  
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-935089-28-9

© Ergonomia GmbH Co KG 2015  
Filderhauptstraße 17  
D - 70599 Stuttgart  
Telefon: +49 711 728 04 73  
Telefax: +49 711 728 04 92  
E-Mail: [ergon@ergonomia.de](mailto:ergon@ergonomia.de)  
Internet: [www.ergonomia.de](http://www.ergonomia.de)

Druck: PetzDruck Spittal/Drau 1566.12  
Einbandentwurf: Dipl.-Ing. Marc Landau M. Sc.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## VORWORT

War das Autotelefon vor 30 Jahren als einzige Möglichkeit der mobilen Kommunikation noch der Vorreiter der vernetzten Welt, so ist der heutige Umgang mit mobilen Endgeräten eher von der Selbstverständlichkeit geprägt, jederzeit und überall Kommunikations- und Online-Dienste nutzen zu können. Vor diesem Hintergrund kann das Autofahren als lästige Einschränkung der Nutzungsmöglichkeit gesehen werden. Die Berichte über „texting“-bedingte Unfälle zeigen auf, dass die für sicheres Fahren notwendige Nutzungseinschränkung vielfach nicht hingenommen wird. Auch wenn ein solches Verhalten als unverantwortlich angesehen wird, lässt sich der Gebrauch der gewohnten Online-Dienste durch Appelle nicht verhindern. Doch wie soll damit umgegangen werden?

In der siebten Veranstaltung des Darmstädter Kolloquiums „mensch + fahrzeug“ werden sich daher Experten aus Industrie und Wissenschaft mit den Möglichkeiten und Herausforderungen des Einsatzes von Online-Diensten in Fahrzeugen beschäftigen.

Die Thematik wird hierbei aus unterschiedlichen Perspektiven behandelt und die entsprechenden Herausforderungen sowie Lösungsansätze werden vorgestellt. Neben der Betrachtung technologischer Aspekte, werden Nutzungsmöglichkeiten für den Kunden sowie für die Hersteller analysiert. Unter dem Stichwort „aber sicher“ werden dabei nicht nur die Themenbereiche der sicheren Fahrzeugführung während der bzw. durch die Nutzung von Online-Diensten im Fahrzeug beleuchtet, sondern auch das Gebiet der Datensicherheit der entsprechenden Anwendungen thematisiert.

Im Beitrag von Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder (Co-Autoren: Dr.-Ing. Benjamin Franz, Dipl.-Ing. Matthias Pfromm, Ingmar Langer M.Sc., Dr.-Ing. Bettina Abendroth, Ilka Zöllner M.Sc.) werden für eine sicherheitsangepasste Interaktionsgestaltung zwischen App und Fahrer zu Beginn relevante Begriffe definiert. Nachdem wissenschaftliche Erkenntnisse hinsichtlich Ressourcenauslastung bzw. Ablenkung angeschnitten wurden, wird eine empirische Studie beschrieben, in der verschiedene Varianten einer App zum Musikstreaming bzw. zur Musikauswahl im Fahrzeug untersucht wurden. Ausgehend von den Ergebnissen der Literaturrecherche und der Studie werden Gestaltungsmöglichkeiten aus arbeitswissenschaftlicher Sicht abgeleitet.

Dr.-Ing. Hans-Jörg Vögel wird in seinem Vortrag die Chancen erläutern, die durch eine intelligente Vernetzung von Fahrzeugen entstehen. Dabei werden Einsatzmöglichkeiten von vernetzten Fahrzeugen aufgezeigt. Schwerpunkte bilden die Elektromobilitätsstrategie sowie die Schnittstellenkompatibilität und Individualisierbarkeit von Apps. Abschließend werden Faktoren für eine erfolgreiche Markteinführung von vernetzten Fahrzeugen diskutiert.

Auch André Dahlinger M.Sc. wird primär positive Aspekte einer Vernetzung in den Vordergrund stellen, indem er das Potential anhand der Evaluation eines Assistenzsystems aufzeigen wird. Der Beitrag (Co-Autoren: Dr.-Ing. Markus Weinberger, Prof. Dr. Felix Wortmann) beschreibt dabei wie die Vernetzung helfen kann,

menschlich-physische Grenzen (beispielsweise hinsichtlich der Wahrnehmungsfähigkeit von Gefahrensituationen) zu erweitern, wie damit die Fahrsicherheit erhöht werden kann, aber auch welchen Problemen sich die Entwickler noch stellen müssen.

Im Vortrag von Dr. Matthias Kühn (Co-Autoren: Dr. Tina Gehlert, Prof. Dr. Mark Vollrath, Dr. Anja Katharina Huemer, Dipl.-Ing. Olivier Pion) wird die Ablenkung durch im Fahrzeug vorhandene Systeme zur Information und Kommunikation diskutiert. Anhand der Ergebnisse einer Metaanalyse, welche Studien zur Ablenkungswirkung von Informations- und Kommunikationssystemen untersucht hat, wird gezeigt, dass das Lesen und Schreiben von Kurznachrichten (SMS) das Fahrverhalten am deutlichsten beeinträchtigt.

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler wird Möglichkeiten erläutern, wie das Potenzial aber auch das Risiko fahrfremder Tätigkeiten objektiviert werden kann. Studien haben gezeigt, dass zusätzliche Informationen zwar visuell ablenken können, dass jedoch u. U. auch ein Mehrwert hinsichtlich der Verkehrssicherheit erzielt werden kann. Der Beitrag geht zur Quantifizierung des Potentials bzw. des Risikos auf mögliche Lösungsansätze und deren experimentelle Evaluation bezogen auf die Fahrerablenkung ein.

Ob Assistenzfunktionen und (Teil-)Automatisierung das Fahren während der Nutzung von onlinebasierten Diensten sicherer machen können, wird Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner in seinem Vortrag (Co-Autor: Christian Vey, M.Sc.) thematisieren. Dazu wird zunächst die Ablenkung vom Verkehrsgeschehen im Hinblick auf Onlinebeschäftigung dargestellt sowie das Potential von Fahrerassistenzsystemen zur Kompensation dieses Problems diskutiert. Abschließend wird beleuchtet, welche Auswirkungen Kompensationsmaßnahmen auf Nutzer haben können und wie diese zu erfassen sind.

Dipl.-Ing. Johannes Heichel wird mit seinem Beitrag (Co-Autoren: Dr. rer. nat. Frank Wolf, Dr.-Ing. Michael Schreiber, Dipl.-Wi.-Ing. Stefan Lessmann) die Erwartungen an die Integration der mobilen Endgeräte aus Kundensicht beleuchten. Dazu wird eine Megatrendanalyse vorgestellt, die die Frage beantworten soll, in welchem Umfeld sich das Fahrzeug in Zukunft bewegen wird. Neben der Analyse von Kundenbedürfnissen werden Anforderungen an das Produkt Fahrzeug definiert, es wird aufgezeigt, wie diese erreicht werden können und notwendige Sicherheitsstrategien zur Integration werden erläutert.

In dem Beitrag von Dr.-Ing. Abdelkarim Belhoula werden die Herausforderungen bei der Integration von Smartphones im Fahrzeug aufgezeigt. An Hand von Anforderungen an zukünftige Systeme werden potentielle Lösungsansätze hinsichtlich der Konnektivität, der Software-Standards und der Zugriffsrechte betrachtet. Abschließend werden Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Ansätze gegenübergestellt.

Aus Sicht der IT-Security werden Prof. Dr.-Ing. Ahmad-Reza Sadeghi und Dr.-Ing. Matthias Schunter referieren. Der gemeinsame Beitrag (Co-Autor: Dr.-Ing. Christian Wachsmann) behandelt vor allem Sicherheitsherausforderungen und dazu ausgewählte Sicherheitsaspekte, die für ein anzustrebendes ganzheitliches IT-Sicherheitskonzept relevant sind. Zudem werden aufkommende Technologien beschreiben, die eine Sicherheit des Gesamtsystems ermöglichen können.

Dipl.-Ing. Markus Kirschbaum wird in seinem Beitrag aufzeigen, welche Möglichkeiten für den Kunden und den Fahrer eines Nutzfahrzeuges durch eine erweiterte Konnektivität geschaffen werden können. Dabei wird der „Future Truck 2025“ mit seiner neuen Art der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion als Beispiel dienen.

Für das Engagement der einzelnen Referenten und Autoren möchten wir uns an dieser Stelle recht herzlich bedanken. Ohne die zu den wissenschaftlichen Beiträgen des Tagungsbandes gehörenden lebhaften Vorträge wäre eine solche Veranstaltung nicht möglich.

Letztlich könnte das Darmstädter Kolloquium ohne die Unterstützung der wissenschaftlichen Mitarbeiter der beiden Fachgebiete Arbeitswissenschaft und Fahrzeugtechnik nicht stattfinden. Daher gilt ein besonderer Dank dem Organisationsteam bestehend aus Herrn Dipl.-Ing. Matthias Pfromm und Herrn Ingmar Langer M.Sc. auf Seiten der Arbeitswissenschaft sowie Herrn Christian Vey M.Sc., Frau Maren Graupner M.Sc. und Herrn Dipl.-Ing. Peter Korzenietz auf Seiten der Fahrzeugtechnik.

Darmstadt, im März 2015

Prof. Dr.-Ing. R. Bruder

Prof. Dr. rer. nat. H. Winner



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>APPS IM FAHRZEUG - HERAUSFORDERUNGEN AN DIE INTERAKTIONSGESTALTUNG.....</b>	<b>1</b>
<i>Benjamin Franz, Matthias Pfromm, Ingmar Langer, Bettina Abendroth, Ilka Zöller, Ralph Bruder</i>	
<b>CONNECTEDCAR: CHANCEN INTELLIGENT VERNETZTER FAHRZEUGE.....</b>	<b>19</b>
<i>Hans-Jörg Vögel</i>	
<b>DAS POTENZIAL DES VERNETZTEN AUTOS FÜR DIE FAHR SICHERHEIT - LESSONS LEARNED ANHAND AUSGEWÄHLTER BEISPIELE.....</b>	<b>27</b>
<i>André Dahlinger, Markus Weinberger, Felix Wortmann</i>	
<b>ABLENKUNG DURCH INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME IM FAHRZEUG.....</b>	<b>41</b>
<i>Matthias Kühn, Tina Gehlert, Mark Vollrath, Anja Katharina Huemer, Olivier Pion</i>	
<b>ONLINE - OFFMINDED - ONROAD: OBJEKTIVIERUNG DES POTENZIALS UND RISIKOS FAHRFREMDER TÄTIGKEITEN .....</b>	<b>53</b>
<i>Klaus Bengler</i>	
<b>„ALWAYS ONLINE“ BEIM FAHREN - MIT ASSISTENZ UND AUTOMATISIERUNG SICHERER?.....</b>	<b>65</b>
<i>Hermann Winner, Christian Vey</i>	
<b>KUNDENERWARTUNGEN AN DIE INTEGRATION MOBILER ENDGERÄTE IM FAHRZEUG.....</b>	<b>81</b>
<i>Johannes Heichel, Frank Wolf, Michael Schreiber, Stefan Lessmann</i>	
<b>HERAUSFORDERUNGEN AN ZUKÜNFTIGE FAHRZEUGVERNETZUNGEN UND LÖSUNGSANSÄTZE FÜR EINE NAHTLOSE INTEGRATION VON ONLINE-DIENSTEN.....</b>	<b>95</b>
<i>Abdelkarim Belhoula</i>	
<b>CYBERSECURITY ON WHEELS: INFORMATION AND COMMUNICATIONS SECURITY CHALLENGES IN INTELLIGENT AND CONNECTED VEHICLES.....</b>	<b>105</b>
<i>Ahmad-Reza Sadeghi, Matthias Schunter, Christian Wachsmann</i>	
<b>AUTONOMOUS DRIVING FOR COMMERCIAL VEHICLES - CONNECTIVITY AS NECESSARY ENABLER.....</b>	<b>121</b>
<i>Markus Kirschbaum</i>	



## APPS IM FAHRZEUG - HERAUSFORDERUNGEN AN DIE INTERAKTIONSGESTALTUNG

*Benjamin Franz, Matthias Pfromm, Ingmar Langer, Bettina Abendroth, Ilka Zöller, Ralph Bruder*

### ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten Jahren ist zunehmend der Trend zu beobachten, dass Smartphones für immer weitreichendere Anwendungen und Dienste verwendet werden. Dieser Trend macht auch vor dem Automobil nicht halt, sodass zunehmend Smartphone-Funktionen in Infotainmentsysteme integriert werden, oder dass das Smartphone selbst im Fahrzeug Verwendung findet. Mit Hilfe verschiedener Anwendungen, den sogenannten *Apps*, ist es dem Fahrer beispielsweise möglich, jederzeit auf einen Musikstreamingdienst oder ein soziales Netzwerk zuzugreifen. Durch die App-Nutzung und die damit verbundene Möglichkeit auch im Straßenverkehr *Always online* zu sein, entstehen neben einem Komfortgewinn allerdings auch mögliche Risiken, wie z.B. die Ablenkung des Fahrers von der Fahraufgabe.

In diesem Beitrag werden zunächst die relevanten Begriffe zur Beschreibung von *Always online* im Fahrzeug beleuchtet und definiert. Darauf aufbauend werden die Herausforderungen, die durch den Einsatz von Apps und Onlinediensten im Fahrzeug entstehen, aufgezeigt. Anschließend werden Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung dargestellt, um daraus Gestaltungsempfehlungen für Apps im Fahrzeug abzuleiten. Anschließend wird in einer Fahrstudie eine, auf Basis dieser Kriterien entwickelte, interaktive Musik-Streaming-Anwendung evaluiert und die Ergebnisse der Studie dargestellt. Diese Ergebnisse werden genutzt, um die Empfehlungen für die Gestaltung von Apps im Fahrzeug zu erweitern. Der Beitrag schließt mit einer Beurteilung weiterer zu lösender Herausforderungen für die zukünftige Gestaltung der Fahrer-App-Interaktion und liefert somit einen ersten Schritt hin zu einer komfortablen aber sicheren App-Nutzung im Fahrzeug.

### 1 EINLEITUNG

Durch die allgegenwärtig vorhandenen Möglichkeiten auf das Internet zuzugreifen, hat sich in den letzten Jahren bei einem Großteil der Bevölkerung der Wunsch gefestigt, permanent „online“ zu sein. Dieser Trend wurde durch die Verbreitung des Smartphones (62% der in Deutschland 2013 eingesetzten Telefone waren Smartphones (heise.de, 2013)) noch weiter verstärkt und macht auch vor dem Automobil nicht halt. Während für viele Fahrer Sprachanrufe während des Fahrens mittlerweile zum Alltag gehören (56% der Fahrer zwischen 18 und 24 Jahren beantworten das Telefon; 48% der gleichen Gruppe ruft aktiv an; bei den 25 bis 64 Jährigen sind es 48% bzw. 32%; (ATZ Austria, 2012)), steigt der Wunsch nach der Nutzung anderer Kommunikationsmöglichkeiten im Fahrzeug, wie z.B. der Austausch von Textnachrichten oder der Nutzung sozialer Netzwerke. In einer Studie gaben 25% der Fahrer zwischen 18 und 24 Jahren, sowie 22% der Fahrer im Alter von 25 und 64 Jahren an, während des Fahrens Emails und Textnachrichten zu lesen und zu schreiben (ATZ Austria, 2012). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch eine Studie von *Ford Deutschland*, die ermittelte, dass 21% der Befragten

das Mobiltelefon während des Fahrens zum Lesen und Schreiben von Textnachrichten verwenden (Falk & Mudolf, 2013).

Neben der Nutzung von Kommunikationsmöglichkeiten sind die Nutzer gewohnt, über Onlinedienste Informationen, z.B. über Geschäfte in der Umgebung, abzurufen oder ihr Unterhaltungsbedürfnis beispielsweise durch die Nutzung von Musik-Streaming-Diensten zu befriedigen. Auch darauf möchten sie im Fahrzeug nicht verzichten.

Auf der anderen Seite zeigen Studien, dass das Unfallrisiko durch Unaufmerksamkeit - also die unzureichende oder nicht vorhandene Aufmerksamkeit auf Aktivitäten, die für ein sicheres Fahren entscheidend sind (vgl. Regan, Hallett & Gordon, 2011) - deutlich ansteigt. Bei der 100-Car-Study (Klauer, Dingus, Neale, Sudweeks & Ramsey, 2006) konnte ein klarer Zusammenhang zwischen (Beinahe-)Unfällen durch Unaufmerksamkeit und der Bearbeitung einer Nebenaufgabe identifiziert werden. Die häufigste Form der Nebenaufgabe war dabei der Umgang mit mobilen Endgeräten. Des Weiteren wurde festgestellt, dass eine Blickabwendung von über zwei Sekunden weg vom Fahrgeschehen das Unfallrisiko signifikant erhöht. Auch gemäß Patten, Kircher, Östlund und Nilsson (2004) sind Mobiltelefone eine relevante Ablenkungsquelle.

Da ein bloßes Verbot der Nutzung von Mobiltelefonen weitgehend wirkungslos zu sein scheint (vgl. Franz, Zölller, Kauer et al., 2014 und Franz, Zölller, Schulz, Abendroth & Bruder, 2014), besteht die Chance, die Ablenkungswirkung zu verringern und die Verkehrssicherheit zu erhöhen, indem App-basierte Onlinedienste besser in das Fahrzeug integriert und ergonomisch ausgelegt werden.

Moderne Fahrerassistenzsysteme sind zwar teilweise bereits in der Lage, den Fahrerzustand zu analysieren und bei Unaufmerksamkeit zu warnen (z.B. Pfromm, Cieler & Bruder, 2013) oder sogar automatische Notbremsungen einzuleiten; damit es aber erst gar nicht zu kritischen Situationen kommt, ist es entscheidend die Ablenkungswirkung durch eine geeignete Auslegung der Interaktion zwischen App und Fahrer möglichst gering zu halten.

## 2 ALWAYS ONLINE IM FAHRZEUG

Ursprünglich verwies der heute auch im Fahrzeugkontext gebrauchte Ausdruck „Always online“ (oder „Always on“) auf eine ständig bestehende Internetverbindung, wie über Satellit oder Breitbandkabel, in Abgrenzung zu einer nur zeitweise aufrecht erhaltenen (Netlingo, 2015). Mittlerweile hat sich die Bedeutung des Begriffs gewandelt und beschreibt eine globale Kultur der ständigen Vernetzung. Always-on-Kultur bedeutet, dass wir ständig verbunden und vernetzt sind, selbst wenn wir nicht konkret unsere Smartphones oder Computer benutzen, d.h. die Technologie ist bereits ein Teil von uns geworden (Turkle, 2008).

Die Verbreitung von Always-online-Applikationen lässt sich in verschiedenen technischen Entwicklungen und Trends beobachten: Es steigt die Anzahl von verschiedenen Geräten (nicht nur das Mobiltelefon, das wir immer mitführen) die, (ermöglicht durch die weite Verbreitung des mobilen Internets) ständig und überall mit dem Netz verbunden sind und auch untereinander kommunizieren (*Machine-to-Machine Kommunikation*).

Always online ist dabei, unsere Kommunikationsmuster tiefgreifend zu verändern: Plattformen der sozialen Netzwerke (wie Facebook, Twitter etc.) kristallisieren sich als erste Anlaufstelle für (mobile) Kommunikation heraus. Weil wir ständig online sind und der PC als einziges Zugangstor zum Web sowie Hort unserer Daten und Anwendungen ausgedient hat, werden immer mehr Daten in der „Wolke“ (Cloud) gespeichert und können so an jedem beliebigen Ort abgerufen werden. Auch wenn sich im Internet in Sekundenschnelle Informationen vom anderen Ende der Welt abrufen lassen, nutzen immer mehr Menschen *lokationsbasierte Dienste* zum Auffinden von Informationen auf lokaler Basis, wie das Auffinden von Läden und Sehenswürdigkeiten in der unmittelbaren Umgebung.

Der Zugriff auf diese und weitere Internet-Dienste erfolgt immer häufiger über Apps. Auf verschiedenen Geräten, wie Tablets, Smartwatches oder „smarten“ Fernsehgeräten lassen sich diese kleinen Programme installieren, um so das Gerät an individuelle Bedürfnisse und Vorlieben anzupassen (f/21, 2012).

Heute ist das Automobil meist noch eine „onlinefreie Zone“, aber nicht nur die starke Nutzung von Smartphones im Fahrzeug weist darauf hin, dass Fahrer erwarten auch in ihrem Auto online zu sein, um über soziale Netzwerke zu kommunizieren, verschiedene Anwendungen zu nutzen und auf Daten in der Cloud zuzugreifen. Durch die Integration von mobilem Internet in das Automobil wird es zu einem Bestandteil des „Internet der Dinge“.

Die dadurch möglich gewordenen Dienste lassen sich gemäß Matschi (2009) in drei Hauptkategorien einordnen:

- „Car to Infrastructure“ (C2I): C2I bindet das Fahrzeug an externe Send- und Empfangsinfrastrukturen an und ermöglicht so beispielsweise einen optimierten Verkehrsfluss
- „Car to Car“ (C2C): Durch C2C, also Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation, kann die Sicherheit im Straßenverkehr erhöht werden, indem z.B. vor Stauenden gewarnt wird
- „Car to Mobile Device“ (C2D): C2D beschreibt die Einbindung mobiler Endgeräte ins Fahrzeug und wird heute bereits in allen automobilen Marktsegmenten weltweit stark nachgefragt

Durch die ersten beiden Dienste ergeben sich zum Beispiel Fragen bezüglich der Datensicherheit (Schutz der Privatsphäre und der Nutzerdaten) beim Datenaustausch zwischen verschiedenen Geräten. In diesem Artikel werden die Anforderungen an die Interaktionsgestaltung fokussiert, die sich aus der letzten Kategorie ergeben, also die Nutzung von Apps durch die Integration mobiler Endgeräte ins Fahrzeug. Neue Geschäftsmodelle für den Hersteller und Vorteile für den Nutzer, die sich durch den Einsatz von Apps im Fahrzeug ergeben, dürfen nicht zu Lasten der Verkehrssicherheit gehen. Die Herausforderungen, die sich dabei ergeben, werden im folgenden Kapitel beschrieben.

### 3 HERAUSFORDERUNGEN DURCH DIE VERWENDUNG VON APPS IM FAHRZEUG

Die zentrale Herausforderung bei der Integration von Apps zur Nutzung von Onlinediensten in das Fahrzeug ist die Beherrschung der Ablenkungswirkung während der Nutzung. Schon 2011 wurde durch eine Befragung (Huemer & Vollrath, 2011) aufgezeigt, dass 96% der Fahrer in der letzten halben Stunde während der Fahrzeugführung einer fahrfremden Tätigkeit nachgegangen sind. Auch stellt das Tele-

fonieren bzw. das Versenden von Kurznachrichten im Hinblick auf Unfallursachen ein Problem dar. Auch wenn es gesetzliche Regelungen inkl. Bußgelder gibt, zeigen Unfallursachenanalysen, dass diese die Fahrzeugführer nicht davon abhalten, das Mobiltelefon auch ohne Freisprecheinrichtung während der Fahrt zu verwenden. Durch die Integration von Online-Applikationen ins Fahrzeug werden dem Fahrer sogar noch weitere Nebenaufgaben ermöglicht, die zu einer noch höheren Ablenkung führen könnten.

Die Hoffnung besteht jedoch, dass, durch eine geschickte ergonomische Gestaltung die verursachte Ablenkung (im Gegensatz zur unsachgemäßen Nutzung von Smartphones im Auto) in einem handhabbaren Rahmen bleibt, sodass es nicht zu kritischen Situationen kommt.

Eine Herausforderung, die sich bei der Integration von onlinebasierten Apps ins Fahrzeug stellt, ist die hohe Komplexität und Menge der ausgegebenen Informationen und der benötigten Eingaben. Mail-Dienste und Instant-Messenger übersteigen in der Informationskomplexität bisher bekannte Anwendungen (wie beispielsweise das Navigationssystem) im Automobil.

Aus diesem Grund muss die zusätzliche Bindung von Aufmerksamkeits-Ressourcen des Fahrzeugführers bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle starke Beachtung finden, denn durch die mit den Apps erreichte Erweiterung des Infotainment-Angebots steigt die Gefahr einer Reizüberflutung. Neben der Optimierung der Informationseingabe und -ausgabe bei der Interaktion mit Apps, besteht die Möglichkeit durch situationsadaptive Gestaltung der Applikationen die Ablenkungswirkung auch in fordernden Situationen in einem tolerablen Rahmen zu halten.

Eine wichtige Frage ist es also, welche Inhalte in welcher Situation während der Fahrt angeboten werden sollten. Die Informationsausgabe könnte sich zum Beispiel an die Komplexität der Verkehrssituation und den Zustand des Fahrers anpassen. Bestimmte Inhalte sollten nur im Stand (oder auch beim Warten an einer Lichtsignalanlage oder in einem Stau) verfügbar sein. Die Beschränkung auf eine Nutzung im Stand, die die Sicherheitsrisiken vermutlich senken würde, steht jedoch sehr wahrscheinlich im starken Widerspruch mit den Nutzerwünschen. Auch wenn die hier beschriebenen Herausforderungen an die Entwickler nicht zu unterschätzen sind, gibt es durch geeignete Interaktionsgestaltung die Möglichkeit die Nutzung bestimmter Online-Dienste während der Fahrt sicher möglich zu machen.

Es existieren Grundsätze und Richtlinien, die darauf abzielen, die Ablenkung durch Infotainment-Systeme durch geeignete Gestaltung zu minimieren (z.B. Adolph (2010) oder Driver Focus-Telematics Working Group (2006)) - ob diese jedoch auch „eins-zu-eins“ auf die neuartigen Always-online-Anwendungen zu übertragen sind, muss erst noch intensiver untersucht werden.

Zur Auslegung der Fahrer- und situationsadaptiven Interaktionsgestaltung werden folgend Modelle der Informationsverarbeitung des Menschen dargestellt und daraus Gestaltungsempfehlungen abgeleitet.

## 4 GESTALTUNG SICHERER INTERAKTION

### 4.1 Theoretische Ableitung von Gestaltungsempfehlungen

In diesem Kapitel sollen grundlegende Gestaltungsempfehlungen für Interaktion mit neuartigen Online-Apps auf der Basis theoretischer Überlegungen abgeleitet werden. Hierzu werden zunächst allgemein anerkannte Modelle menschlicher Aufmerksamkeit (4.1.1) sowie der menschlichen Leistungsfähigkeit bei der simultanen Bearbeitung mehrerer Aufgaben (Ressourcenmodelle, 4.1.2) beschrieben und deren Relevanz für die Quantifizierung der Ablenkung des Fahrers diskutiert. Aus diesen Modellen werden im Anschluss Gestaltungsempfehlungen abgeleitet (4.1.3), die den im nächsten Kapitel vorgestellten empirischen Ansätzen als Basis dienen.

#### 4.1.1 Modelle menschlicher Aufmerksamkeit

In der kognitiven Psychologie existieren verschiedene Modelle zur Beschreibung der menschlichen Aufmerksamkeit bei der gleichzeitigen Ausführung mehrerer Tätigkeiten. Die erste Theorie entstand im Jahre 1958 mit der Filtertheorie [engl. *filter theory of attention*] (Broadbent, 1958). Nach diesem rein sequenziellen Modell der Reizverarbeitung treffen mehrere simultan existierende Reize auf einen sensorischen Speicher. Ein nachfolgend angeordneter Filter lässt von diesen Reizen nur einen einzelnen, für die Arbeitsaufgabe scheinbar relevanten Reiz passieren. Alle anderen Reize werden nach der Filtertheorie vollständig ausgeblendet und somit nicht durch den Menschen verarbeitet. Mit der Hilfe der Filtertheorie kann beispielsweise erklärt werden, dass es dem Menschen möglich ist, in einem Raum voll miteinander im Gespräch befindlichen Menschen dem eigenen Gesprächspartner zuzuhören und alle anderen Gespräche auszublenden („Cocktail-party-Problem“, Cherry, 1953). Sie gerät allerdings an ihre Grenze, wenn beispielsweise erklärt werden soll, dass Menschen in der gleichen Situation in der Lage sind, ihren eigenen Namen in den Gesprächen der anderen wahrzunehmen (Krummenacher & Müller, 2002). Diese Beobachtung kann mit der Theorie der späten Selektion (Deutsch & Deutsch, 1963 und Mackay, 1973) sowie der Attenuationstheorie (Treisman & Geffen, 1967) erklärt werden. Beide Ansätze verfolgen hierbei die Idee, dass auch nicht beachtete Reize abgeschwächt weitergeleitet werden und teilweise mehrere Filterstufen durchlaufen, bevor sie weiter verarbeitet oder ignoriert werden (vgl. Krummenacher & Müller, 2002). Der Unterschied zwischen den Ansätzen besteht in der Anordnung des Filters im Reizverarbeitungsprozess. Bei der Attenuationstheorie wird der Filter in einer frühen Phase der Reizverarbeitung angenommen (Goldstein, 2005; Treisman & Geffen, 1967), während der zweite Ansatz von einer vollständigen Analyse der Reize und somit einer späten Anordnung des Filters ausgeht (Deutsch & Deutsch, 1963; Krummenacher & Müller, 2002; Mackay, 1973; Neumann & Sanders, 1996). Beide Theorien wurden anschließend durch die Load Theory (Lavie, 1995; Lavie, Hirst, de Fockert & Viding, 2004) zusammengeführt (Goldstein, 2005), die davon ausgeht, dass sowohl frühe, als auch späte Reizfilterungen stattfinden können. Hierbei dient nach Lavie (1995) die Beanspruchung des Menschen als Schalter, sodass bei einer hohen Beanspruchung die Reizfilterung früher erfolgt, als bei einer niedrigen.

Prinzipiell sind alle hier vorgestellten Modelle zur menschlichen Aufmerksamkeit durch ihre allgemeine Formulierung auch auf den Kontext der Fahrzeugführung mit Nebenaufgaben übertragbar. Betrachtet man Situationen des Fahrens in de-

nen weder für das Fahren selbst, noch für die Bearbeitung der Nebenaufgabe die volle Aufmerksamkeit benötigt wird, so ist anzunehmen, dass die Theorie der späten Selektion am besten geeignet ist, um die Aufmerksamkeit des Fahrers zu beschreiben. Werden die Situationen für den Fahrer allerdings herausfordernder (z.B. in einer gefährlichen Situation), so ist davon auszugehen, dass nicht mehr alle Reize verarbeitet werden können und die Theorie der frühen Selektion angewendet werden sollte. Der durch die Load Theory (Lavie, 1995) vorgeschlagene Faktor der Beanspruchung zur Unterscheidung zwischen der frühen und späten Selektion scheint auch für die Fahrzeugführung gut geeignet zu sein, sodass dieses Modell für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen verwendet werden soll.

#### 4.1.2 Ressourcenmodelle

Bei der Beschreibung der menschlichen Leistungsfähigkeit fällt auf, dass die Leistung des Menschen bei der gleichzeitigen Bearbeitung zweier Aufgaben im Vergleich zu der einzelnen Bearbeitung der Aufgaben häufig in mindestens einer Aufgabe abfällt (vgl. Kahneman, 1973; Wickens, 1984). Ein Beispiel hierfür ist das Führen eines Telefonates, während gleichzeitig ein Buch gelesen werden soll. Zur Beschreibung und Quantifizierung der Wechselwirkungen zwischen den Handlungen bei multiplen Tätigkeiten wurden seit dieser Beobachtung verschiedene Modelle und Theorien entwickelt. Welford (1952) geht in seinem Einkanalmodell davon aus, dass vorhandene Ressourcen ausschließlich von einem einzigen Prozess verwendet werden können. Daher muss für die Bearbeitung der zweiten Aufgabe die Bearbeitung der ersten Aufgabe (kurzzeitig) unterbrochen werden. Die hierdurch entstehenden Zeitverzögerungen werden durch Welford für die Leistungseinbußen verantwortlich gemacht (vgl. auch Neumann & Sanders, 1996). Diese Annahme liegt auch dem Modell von Pashler (1994) zugrunde, der ebenfalls von einem seriell ablaufenden Prozess der Informationsverarbeitung ausgeht. Allerdings geht Pashler davon aus, dass Aufgaben einer Verarbeitungsstufe nicht mit Aufgaben auf einer anderen Stufe interferieren und somit ohne Leistungseinbußen parallel ausgeführt werden können (Schubert, 2006). Im Gegensatz zu den Modellen von Welford (1952) und Pashler (1994) geht Kahneman (1973) nicht von einer seriellen Aneinanderreihung der Verarbeitungsstufen, sondern von einer parallelen Verarbeitung verschiedener Reize aus. Die entstehenden Leistungseinbußen werden hierbei durch eine begrenzte Verarbeitungskapazität erklärt, die zwischen allen zu bearbeitenden Prozessen aufgeteilt wird (vgl. Kahneman, 1973; Schubert, 2006). Weiterhin wird angenommen, dass für die effiziente Bearbeitung eines Prozesses ausreichend Kapazität verfügbar sein muss. Ist das nicht der Fall, sinkt die Leistung und die Fehlerzahl sowie die Bearbeitungsdauer steigen an. Dieser Zusammenhang wurde später von Norman & Bobrow (1975) als *Performance-Ressource-Function* definiert (siehe auch Schlick, Luczak & Bruder, 2010). Der Idee einer zentralen Kapazität widerspricht allerdings die Beobachtung, dass sich zwei Handlungen umso mehr stören, umso gleichwertiger sie sind (Schubert, 2006; Wickens, 1984). Diese Erkenntnis führte zur der Entwicklung der Theorie multipler Ressourcen (Wickens, 1984). Wickens ordnet in seinem Modell verschiedene Ressourcen in einem multidimensionalen Raum an. Hierdurch wird erklärbar, dass zwei Prozesse, die auf die gleichen Ressourcen zurückgreifen stärker miteinander interferieren, als zwei Prozesse, deren Ausführung unterschiedliche Ressourcen benötigt. Eine spezialisierte Weiterentwicklung dieses Modells stellt das SEEV Modell dar (Wickens, Goh, Helleberg, Horrey & Talleur, 2003). SEEV steht hierbei für *Salience* (Auffälligkeit; z.B. blinkendes Licht vs. statisches Licht), *Effort* (Aufwand; z.B. im Sichtfeld vs. nicht im Sichtfeld), *Expectancy* (Er-

wartung; z.B. durch Erfahrung erwarteter Reiz) und *Value* (Wert; z.B. Relevanz für die Aufgabe). Durch dieses Modell soll vorausgesagt werden, wie der Beobachter seine visuelle Aufmerksamkeit verteilt (Wickens et al., 2003), bzw. wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Beobachter einen bestimmten Reiz wahrnimmt. Demnach wird bei der Fahrzeugführung beispielsweise ein aufleuchtendes Bremslicht (Auffälligkeit und Wert) eines direkt vorausfahrenden Fahrzeugs (Erwartung, Aufwand, Wert) wahrscheinlicher wahrgenommen als das Bremsen eines Fahrzeugs auf einem anderen Fahrstreifen.

Auch die in diesem Kapitel vorgestellten Ressourcenmodelle sind durch ihre allgemeine Formulierung weitgehend auf die Fahrzeugführung mit Nebenaufgaben übertragbar. Allerdings sollen auch hier die frühen Modelle, die von einer seriellen Reizverarbeitung aufgrund der dargestellten neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse für die weitere Betrachtung ausgeschlossen werden. Weiterhin sollten auch hier verschiedene Anwendungsfälle unterschieden werden. Da das Modell von Kahneman (1973) nicht zwischen verschiedenen Kapazitäten und Modalitäten unterscheidet, ist es weniger gut geeignet um Gestaltungsempfehlungen von Nebenaufgaben abzuleiten. Hierzu sind die vorgestellten Weiterentwicklungen von Norman und Bobrow (1975) sowie Wickens (1984) besser geeignet. Vor allem das aus der Theorie der multiplen Ressourcen entwickelte SEEV Modell ist gut geeignet, um die Ressourcenverteilung des Fahrers zu erklären und vorauszusagen. Dieses Modell wurde als einziges der angesprochenen Modelle zudem im Kontext der Fahrzeugführung validiert (Horrey, Wickens & Consalus, 2006), sodass nachfolgend hinsichtlich der Ressourcenmodelle ausschließlich das SEEV Modell sowie die zugrunde liegende Theorie der multiplen Ressourcen betrachtet werden sollen.

#### 4.1.3 Ableiten von Gestaltungsempfehlungen

Nach der Load Theory (Lavie, 1995) entscheidet die Beanspruchung des Fahrers maßgeblich, ob Reize bereits früh aussortiert, oder erst nach dem Wahrnehmen nicht weiter beachtet werden. Bei einer hohen Beanspruchung des Fahrers entsteht somit die Gefahr, dass relevante Reize durch die frühe Filterung nicht weiter verarbeitet und somit nicht wahrgenommen werden. Allgemein formuliert ergibt sich daher die Gestaltungsempfehlung den Fahrer durch die ihm gestellten Nebenaufgaben möglichst wenig zu beanspruchen. Diese Erkenntnis deckt sich auch mit den Anforderungen der DIN EN ISO 17287 (2003). Nach der Theorie der multiplen Ressourcen sollte die Bearbeitung von Nebenaufgaben demnach möglichst Ressourcen verwenden, die nicht für die primäre Fahraufgabe verwendet werden. Da beim Führen eines Fahrzeugs hauptsächlich die visuelle Kapazität beansprucht wird (vgl. Knoll, 2012), sollte diese für die Bearbeitung der Nebenaufgabe möglichst wenig zusätzliche Beanspruchung erfahren. Ausweichmöglichkeiten bieten hier, je nach Nebenaufgabe, die auditive und motorische Kapazität, die allerdings bereits ebenfalls durch die Fahraufgabe beansprucht sind.

Schließt man das SEEV Modell mit in die Betrachtung ein, so ergibt sich, dass die Wahrscheinlichkeit für das Wahrnehmen von Reizen der Nebenaufgabe geringer sein sollte, als die Wahrscheinlichkeit für das Wahrnehmen der Fahraufgabe. Nur so kann unter allen Umständen gewährleistet sein, dass der Fahrer wichtige Umweltreize wahrnimmt und sie nicht durch die Nebenaufgabe überlagert werden. Um diese Anforderung sicherzustellen, kann vor allem der Aufwand für die Entdeckung des Reizes (*Effort*) sowie die Auffälligkeit des Reizes (*Saliency*) optimiert werden. Hierbei sollte der Aufwand zur Entdeckung des Reizes niedrig genug

sein, um dem Fahrer eine Entdeckung in seiner natürlichen Körperhaltung während des Fahrens zu ermöglichen. Je nach der eingesetzten Modalität scheinen daher Anzeigen gut geeignet, die im Sichtbereich des Fahrers liegen (visuell), bereits vom Fahrer berührt werden (taktil, haptisch) oder über eine im Innenraum platzierte Tonausgabe (akustisch) verfügen. Die Auffälligkeit des Reizes wiederum sollte gegenüber den relevanten Reizen der Umwelt zurücktreten, aber trotzdem wahrnehmbar sein. Hieraus kann geschlossen werden, dass die Anzeige nicht im primären Sichtfeld des Fahrers liegen sollte (visuell) und nicht zu laut (auditiv) bzw. zu aufdringlich (taktil, haptisch) gestaltet sein. Diese Erkenntnisse decken sich mit allgemein anerkannten Gestaltungsempfehlungen für Anzeigen im Fahrzeug. Beispielsweise geben Stevens, Quimby, Board, Kersloot und Burns (2002) an, dass akustische Anzeigen laut genug sein müssen, um verstanden zu werden, aber keinen falls so laut sein dürfen, dass Umgebungsgeräusche überdeckt werden (vgl. auch DIN EN ISO 15006; Driver Focus-Telematics Working Group, 2006; European Commission, 2008).

Weiterhin muss zur Erfüllung der eingangs formulierten Anforderung der Wert des Reizes (*Value*) bzw. der Nebenaufgabe gegenüber der Fahraufgabe unwichtig erscheinen. Diese Priorisierung legt nahe, dass die Bearbeitung der Nebenaufgabe zu jedem Zeitpunkt zu Gunsten der Bearbeitung der Fahraufgabe unterbrechbar sein sollte. Auch diese Erkenntnis findet sich in den allgemein anerkannten Regeln zur Gestaltung von Anzeigen wieder (vgl. DIN EN ISO 15005; DIN EN ISO 9241-110; Driver Focus-Telematics Working Group, 2006; Stevens et al., 2002; European Commission, 2008). Problematisch erscheint, dass bei Always-on-Anwendungen nicht angenommen werden kann, dass die dargestellte Information zu jedem Zeitpunkt als weniger wichtig angenommen wird, als die Fahraufgabe (siehe Kapitel 3). Hierdurch können Situationen entstehen, in denen der Fahrer die eigentliche Nebenaufgabe mit voller Aufmerksamkeit bearbeitet und das Verkehrsgeschehen zumindest kurzzeitig vernachlässigt. Eine mögliche Lösung dieser Problematik könnte die gezielte Lenkung der Aufmerksamkeit des Fahrers auf das Verkehrsgeschehen sein. Die Lenkung der Aufmerksamkeit könnte hierbei auf Basis der Detektion einer potentiell kritischen Situation erfolgen. Alternativ könnten bei einer visuellen Nebenaufgabe auch die Blicke des Fahrers ausgewertet werden und beispielsweise lange Blicke auf die Nebenaufgabe als Auslöser für das Lenken der Aufmerksamkeit dienen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die in der Literatur vorhandenen Modelle zur Aufmerksamkeit des Menschen sowie zur Beschreibung der menschlichen Leistungsfähigkeit bei der simultanen Bearbeitung mehrerer Aufgaben (Ressourcenmodelle) gut geeignet sind, um erste Empfehlungen für die Gestaltung von Nebenaufgaben im Fahrzeug abzuleiten. Um diese theoretischen allgemeinen Erkenntnisse zu konkretisieren und mit eindeutigen Grenzwerten zu belegen, sind empirische Studien notwendig. Am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt wurden daher bereits einige Untersuchungen zu Nebenaufgaben im Fahrzeug durchgeführt. Im nachfolgenden Kapitel sollen nun die Ergebnisse einer Studie zur Verwendung einer Always-online-Anwendung im Fahrzeug dargestellt werden.

## 4.2 Empirische Ableitung von Gestaltungsempfehlungen

In diesem Kapitel sollen grundlegende Gestaltungsempfehlungen für die Interaktion mit neuartigen Apps im Fahrzeug auf Basis empirischer Ergebnisse abgeleitet werden, um die im vorherigen Kapitel auf Basis theoretischer Überlegungen abgeleiteten zu ergänzen. Hierzu wird zunächst die Entwicklung einer beispielhaften Always-online-Anwendung beschrieben (4.2.1). Anschließend werden die Metho-

dik und Ergebnisse einer am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt beschriebenen Probandenstudie vorgestellt (4.2.2). Die Ergebnisse werden anschließend genutzt, um weitere Gestaltungsempfehlungen abzuleiten (4.2.4).

#### 4.2.1 Studienziele & Entwicklung einer beispielhaften Anwendung

Eine der derzeit am weitesten verbreiteten Always-online-Anwendung ist das „Streamen“ von Musik (vgl. Franz, Zöller, Kauer et al., 2014 und Franz, Zöller, Schulz et al., 2014). Aus diesem Grund wurde auch für diese Studie der Fokus auf die Untersuchung einer Musik-Streaming-Anwendung gelegt. Das Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, mit welchen Hilfsmitteln die Aufmerksamkeit des Fahrers auf das Verkehrsgeschehen gelenkt werden kann, sollte eine kritische Situation auftreten. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass die kritische Situation selbst vom Fahrzeug detektiert werden kann und geeignet an den Fahrer weitergegeben werden muss. Die Inhalte der am Markt erhältlichen Musik-Streaming-Anwendungen werden in der Regel optisch auf einem Bildschirm in der Mittelkonsole dargestellt. Die Bedienung erfolgt in den meisten Fällen entweder über Berührungen des Bildschirms oder mit der Hilfe eines Drehdrückstellers. Daher wurde für diese Studie ein ähnlicher Aufbau gewählt. Zur Anzeige der Inhalte der Musik-Streaming-Anwendung kam ein berührungsempfindlicher Bildschirm zum Einsatz, der in der Mittelkonsole angeordnet war (siehe Bild 1, links). Auch die Darstellung der Inhalte lehnt sich an die Darstellungen aktueller Musik-Streaming-Anwendungen an. Wie in Bild 1 rechts ersichtlich, sind am unteren Bildschirmrand die Auswahlmöglichkeiten „Album“, „Interpret“, „Titel“ und „Genre“ gegeben. Die Darstellung der auswählbaren Alben und Interpreten erfolgt nach der Auswahl über die Cover der Alben sowie einen darüber angeordneten Schriftzug (siehe Bild 1 rechts). Die Auswahl über die Titel sowie das Genre erfolgt listenbasiert.

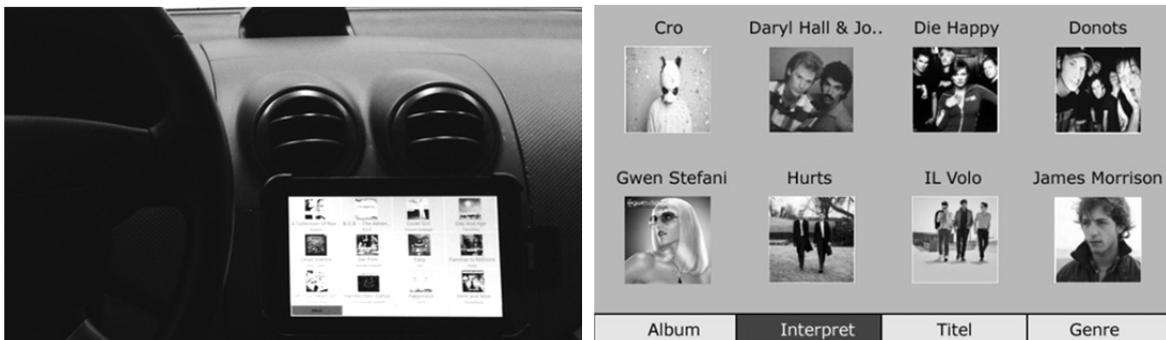


Bild 1: Anordnung des berührungsempfindlichen Bildschirms im Fahrzeug (links) und Interpretenansicht der entwickelten Musik-Streaming-Anwendung (rechts)

Um die Aufmerksamkeit des Fahrers während einer kritischen Situation (time to collision,  $TTC < 3s$ ) auf das Verkehrsgeschehen zu lenken, wurden zwei verschiedene Darstellungsvarianten (Hinweistext und Hinweissymbol) gewählt, die mit zwei Geschwindigkeiten angezeigt wurden (plötzlich und langsam). Die Hinweise wurden hierbei am oberen Bildschirmrand angezeigt (siehe Bild 2). Bei der Geschwindigkeitsvariante „plötzlich“ wurde der Hinweis direkt eingeblendet. Im Gegensatz dazu erfolgte bei der Geschwindigkeitsvariante „langsam“ ein Einblenden des Hinweises innerhalb von 1s.

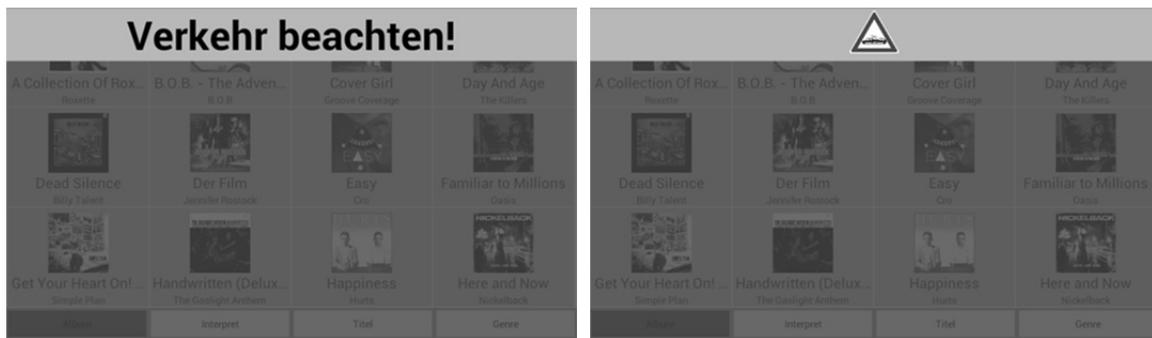


Bild 2: Variante schwarzer Hinweistext (links) und Variante rotes Hinweissymbol (rechts)

Zusätzlich waren während einer kritischen Situation keine Eingaben des Fahrers möglich. Zur optischen Verdeutlichung, dass keine Eingaben angenommen werden, wurde der Inhalt der Musik-Streaming-Anwendung ausgegraut dargestellt (siehe Bild 2 im Vergleich zu Bild 1, rechts). Wurde der Bildschirm während der Darstellung des Hinweises trotzdem berührt, wurde in allen Varianten ein plötzlich erscheinender roter Sperrhinweis eingeblendet (siehe Bild 3).



Bild 3: Roter Sperrhinweis bei Bedienung während einer kritischen Situation – roter Hinweistext (links) und roter Sperrhinweis bei Bedienung während einer kritischen Situation – rotes Hinweissymbol (rechts)

Die Schriftart, sowie die Schriftgröße wurde nach DIN EN ISO 15008 ausgelegt (Arial, 20pt als Grundschriftgröße). Auch bei der Farbgestaltung wurde die DIN EN ISO 15008 beachtet. Als Hintergrundfarbe wurde ein Blaugrau (R: 154, G: 192, B: 205) gewählt, das einen ausreichend geringen Farbabstand zu dem Anthrazit (R: 30, G: 39, B: 42) des Armaturenbrettes aufweist. Weiterhin wurde das Blaugrau so gewählt, dass auch der Farbabstand zu der Hinweisdarstellung ausreichend klein ist. Hierdurch sollte erreicht werden, dass der Hinweis beim Blick auf das Display deutlich erkennbar ist. Weiterhin sollte vermieden werden, dass der Fahrer durch den erscheinenden Hinweis vom Verkehrsgeschehen abgelenkt wird, wenn das Display gerade nicht bedient wird.

#### 4.2.2 Methodik der Probandenstudie

Mit Hilfe der im vorherigen Kapitel beschriebenen Musik-Streaming-Anwendung wurde im Fahrsimulator eine Probandenstudie mit 30 jungen männlichen Probanden durchgeführt (Alter: 21-35 Jahre; Ø-Alter: 28,26 Jahre, SD: 3,66 Jahre). Alle Probanden besaßen zum Zeitpunkt der Studie ein Smartphone, sowie eine gültige PKW-Fahrerlaubnis der Bundesrepublik Deutschland und verfügten über mindestens 4 Jahre Fahrerfahrung. Als Messmethoden kamen Fragebögen, Videoauf-

zeichnungen sowie eine Brille (SMI Eye Tracking Glasses 2) zur Erfassung der Blickbewegungen der Probanden zum Einsatz.

Nach einer kurzen Einweisung in den Fahrsimulator sowie in die allgemeine Bedienung der Musik-Streaming-Anwendung, befuhren die Probanden eine vorgegebene Strecke, die aus einem Autobahn-, einem Überland- und einem Stadtabschnitt bestand. Alle Probanden absolvierten die Strecke insgesamt vier Mal, wobei die vier Hinweisvarianten permutiert wurden. Zusätzlich wurde eine Baselinefahrt durchgeführt, bei der keine Hinweise eingeblendet wurden. Die kritische Situation wurde im Fahrsimulator in dem Stadtabschnitt programmatisch so erzeugt, dass die Ausgangsgeschwindigkeit des Probanden keinen Einfluss auf die Kritikalität der Situation hatte. In der „kritischen“ Situation befindet sich der Proband auf einer Vorfahrtsstraße, der gefolgt werden musste, während ein bestimmtes Lied in der Musik-Streaming-Anwendung gesucht und abgespielt werden sollte. An einer definierten Stelle der Aufgabenbearbeitung wurde während der Proband das Display betrachtet vom Versuchsleiter die Anzeige eines Hinweises ausgelöst. Auf die tatsächliche Abbildung einer simulierten kritischen Situation wurde verzichtet, da nicht gewährleistet werden konnte, dass gleichzeitig auch eine Bedienung stattfindet.

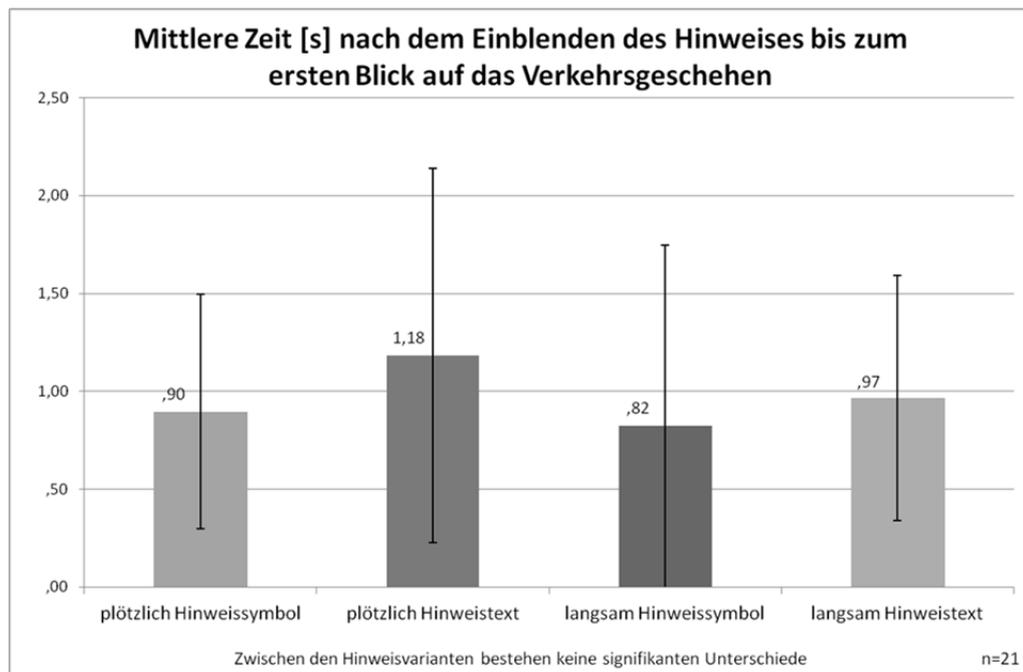
Neben der Lenkung der Aufmerksamkeit von der Musik-Streaming-Anwendung auf das Verkehrsgeschehen in einer potentiell kritischen Situation sollte auch untersucht werden, ob das Einblenden des Hinweises die Aufmerksamkeit des Fahrers ungewünscht von der Verkehrssituation auf die Musik-Streaming-Anwendung lenkt (Ablenkung durch den Warnhinweis). Hierzu wurde der Warnhinweis in einer normalen Fahrsituation ausgelöst, in der der Proband keine Aufgabe zur Bedienung der Musik-Streaming-Anwendung bearbeitete und der Blick auf dem Verkehrsgeschehen ruhte.

#### 4.2.3 *Ergebnisse der Probandenstudie*

Lenken der Aufmerksamkeit auf das Verkehrsgeschehen während der Bedienung: Betrachtet man die mittlere Zeit, die nach dem Beginn des Einblendens eines Warnhinweises verging, bis der Blick von der Musik-Streaming-Anwendung wieder auf dem Verkehrsgeschehen gerichtet ist, so ergeben sich zwischen den Varianten Abweichungen (siehe Bild 4), die statistisch allerdings nicht signifikant sind<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> positiver Test auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test; Anschließende Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung und Greenhouse-Geiser-Korrektur



**Bild 4:** Mittlere Zeit [s] nach dem Einblenden des Hinweises bis zum ersten Blick auf das Verkehrsgeschehen. Zusätzlich sind die Standardabweichungen dargestellt. Zwischen den Varianten bestehen keine signifikanten Unterschiede.

(Unerwünschtes) Lenken der Aufmerksamkeit vom Verkehrsgeschehen auf die Musik-Streaming-Anwendung bei der Darstellung des Hinweises:

Während keiner Fahrt wurde die Aufmerksamkeit der Probanden durch die Darstellung des Hinweises vom Verkehrsgeschehen auf die Musik-Streaming-Anwendung gelenkt. Daher ergeben sich keine Unterschiede zwischen den Varianten.

Subjektive Bewertung der Varianten:

Auf die Frage hin, wie sie die verschiedenen Varianten auf einer 10-stufigen Likert-Skala (1: sehr schlecht bis 10: sehr gut) bewerten würden, gaben die Probanden im Mittel an, die Variante mit plötzlich erscheinendem Hinweistext zu bevorzugen (siehe Bild 5). Der Unterschied zu allen anderen Varianten ist statistisch signifikant<sup>2</sup>. Die weiteren signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten können Bild 5 entnommen werden.

<sup>2</sup> negativer Test auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test; Anschließend positiver Friedmann-Test sowie Wilcoxon-Post-Hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur

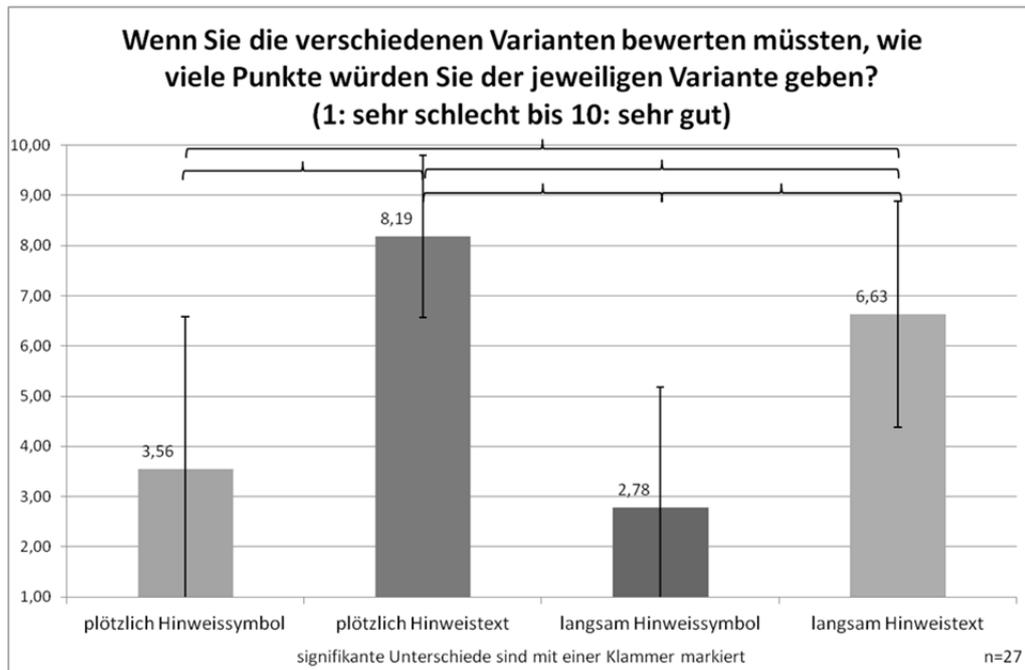


Bild 5: Mittelwerte der Antworten auf die Frage: „Wenn Sie die verschiedenen Varianten bewerten müssten, wie viele Punkte würden Sie der jeweiligen Variante geben?“. Zusätzlich sind die Standardabweichungen dargestellt. Signifikante Unterschiede sind mit einer Klammer markiert.

#### 4.2.4 Ableiten von Gestaltungsempfehlungen

Betrachtet man die im vorherigen Kapitel dargestellten Ergebnisse der Probandenstudie, so fällt auf, dass alle Varianten in den untersuchten Situationen objektiv gleich gut geeignet sind. Die Hinweisgestaltung führte in allen Varianten dazu, dass im Mittel ca. nach einer Sekunde nach dem Beginn des Hinweises der Blick auf das Verkehrsgeschehen wanderte. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass das verkehrssituationsabhängige Einblenden von Hinweisen die Blicke des Probanden wirkungsvoll auf das Verkehrsgeschehen lenkt.

Im Rahmen dieser Studie konnte zusätzlich keine Ablenkung vom Verkehrsgeschehen durch das Einblenden des Hinweises festgestellt werden. Die Gestaltung des Hinweises nach den Richtlinien der DIN EN ISO 15008 erscheint daher zielführend.

Subjektiv wurde die Variante „plötzlich Hinweistext“ bevorzugt. Da objektiv kein Unterschied festgestellt werden konnte sollte diese Variante daher primär eingesetzt werden. Die positiven Bewertungen der Varianten „plötzlich Hinweistext“ und „langsam Hinweistext“ lassen sich vor allem darauf zurückführen, dass die Probanden angaben, dass der Hinweistext eindeutig zu verstehen ist. Demgegenüber besteht bei dem dargestellten Symbol laut den Probanden Interpretationsspielraum über die Bedeutung. Zusätzlich wurden die Varianten mit einem Hinweissymbol am schlechtesten bewertet, sodass von dem Einsatz des verwendeten Symbols abgeraten wird.

## 5 FAZIT & AUSBLICK

Zusammenfassend konnten in diesem Beitrag Herausforderungen bei der Gestaltung von Always-online-Anwendungen aufgezeigt werden. Weiterhin wurden theoretisch und empirisch erste Gestaltungsempfehlungen abgeleitet, die allerdings in weiterführenden Studien detaillierter betrachtet werden müssen. In der dargestellten empirischen Studie konnte gezeigt werden, dass mit der Hilfe einer Hinweis-einblendung der Blick bei der Bearbeitung einer Nebenaufgabe auf das Verkehrsgeschehen gelenkt werden kann. Hierbei wurde allerdings nicht überprüft, ob der Fahrer eine kritische Situation tatsächlich besser handhaben kann, als ohne Hinweis. In weiteren Studien muss daher detaillierter überprüft werden, welche positiven und negativen Effekte mit dem Einblenden eines Hinweises einhergehen.

Weiterhin sollte untersucht werden, ob neben der rein situationsabhängigen Darstellung von Hinweisen auch eine verhaltensabhängige Hinweiseinblendung sinnvoll ist. Beispielsweise könnte bei längeren Blickabwendungszeiten (>2s nach Driver Focus-Telematics Working Group, 2006) ebenfalls ein Hinweis erscheinen, der auch in unkritischen Situationen den Blick wieder auf das Verkehrsgeschehen lenkt.

Neben der Verbesserung bestehender Anwendungen durch das Einblenden von Hinweisen sollte auch der grundlegenden Frage nachgegangen werden, wie verschiedene Always-online-Anwendungen in ein einheitliches Konzept integriert werden können. Hierzu wird am Institut für Arbeitswissenschaft bereits eine Interviewstudie durchgeführt, die ermitteln soll, welche Grundbedürfnisse durch die Verwendung von Always-online-Anwendungen im Fahrzeug gestillt werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse soll anschließend ein ganzheitliches Konzept entwickelt werden, das verschiedene Always-online-Anwendungen integriert und möglichst sicher während der Fahrt zugänglich macht.

## 6 DANKSAGUNGEN

Die Autoren danken Serhat Umar für die Durchführung und Teilauswertung der Probandenversuche im Rahmen seiner Diplomarbeit. Weiterhin danken die Autoren Anton Blanke sowie Torsten Gehrsitz für die umfassenden Recherchen der Ressourcen- und Aufmerksamkeitsmodelle bzw. die Programmierung der ersten Version der Musik-Streaming-Anwendung.

## LITERATUR

- Adolph, M. (2010).** *Decreasing Driver Distraction. ITU-T Technology Watch Report.* Genf: TU Telecommunication Standardization Bureau. Zugriff am 12.01.2015. Verfügbar unter [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000F0002PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000F0002PDFE.pdf)
- ATZ Austria. (2012).** *Allianz Studie. Junge Autofahrer lassen sich leichter ablenken.* Zugriff am 12.01.2015. Verfügbar unter [https://www.allianz.at/v\\_1351517993000/privatkunden/media-newsroom/news/aktuelle-news/pa-download/20121029\\_pa\\_ablenkung\\_strassenverkehr.pdf](https://www.allianz.at/v_1351517993000/privatkunden/media-newsroom/news/aktuelle-news/pa-download/20121029_pa_ablenkung_strassenverkehr.pdf)

- Broadbent, D. E. (1958).** *Perception and communication*. New York: Pergamon Press.
- Cherry, C. (1953).** Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25 (5), 975–979.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963).** Attention: Some Theoretical Considerations. *Psychological Review*, 70 (1), 80–90.
- DIN EN ISO, 15006 (2012).** *Straßenfahrzeuge - Ergonomische Aspekte von Verkehrsinformations- und Assistenzsystemen - Anforderungen und Konformitätsverfahren für die Ausgabe auditiver Informationen im Fahrzeug*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO, 15005 (2003).** *Straßenfahrzeuge - Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen Grundsätze und Prüfverfahren des Dialogmanagements*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO, 15008 (2011).** *Straßenfahrzeuge - Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen - Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN ISO, 17287 (2003).** *Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und assistenzsystemen Verfahren zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit beim Führen eines Kraftfahrzeuges*.
- DIN EN ISO, 9241-110 (2006).** *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*.
- Driver Focus-Telematics Working Group (Hrsg.). (2006).** *Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems*.
- European Commission. (2008).** *Commission recommendation of 26 May 2008 on safe and efficient in-vehicle information and communication systems. Update of the European Statement of Principles on Human Machine Interface*.
- F/21. (2012).** *Zukunftsperspektiven. Internet 2015: Mobil, vernetzt und "always on"* (f/21 - Büro für Zukunftsfragen, Hrsg.), Berlin.
- Falk, B. & Mudolf, U. (2013).** *Studie: Das Auto als Schnittstelle sozialer Interaktionen* (Ford, Hrsg.). Zugriff am 12.01.2015. Verfügbar unter <http://www.presseportal.de/pm/6955/2564835/studie-das-auto-als-schnittstelle-sozialer-interaktionen>
- Franz, B., Zöller, I., Kauer, M., Schulz, L., Abendroth, B. & Bruder, R. (2014).** Being "Always On" in Vehicles – The use of Apps While Driving Bears Risks. In *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014*. Kraków, Poland. Verfügbar unter <http://tubiblio.ulb.tu-darmstadt.de/65860/>
- Franz, B., Zöller, I., Schulz, L., Abendroth, B. & Bruder, R. (2014).** „Always on“ - Einfluss der Fahrsituation auf die Nutzung von Smartphones und Infotainmentsystemen in Fahrzeugen. In GfA (Hrsg.), *60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. München.
- Goldstein, E. B. (2005).** *Cognitive psychology. Connecting mind, research and everyday experience*. Belmont, Calif: Thomson Learning; Wadsworth.

- Heise.de. (2013).** *Studie: Smartphones verdrängen Handys in Deutschland.* Zugriff am 12.01.2015. Verfügbar unter <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Studie-Smartphones-verdraengen-Handys-in-Deutschland-1929520.html>
- Horrey, W. J., Wickens, C. D. & Consalus, K. P. (2006).** Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 12 (2), 67–78.
- Huemer, A. & Vollrath, M. (2011).** Driver secondary tasks in Germany. Using interviews to estimate prevalence. *Accident analysis and prevention (Online)*, 43 (5), 1703–1712.
- Kahneman, D. (1973).** *Attention and effort* (Prentice-Hall series in experimental psychology). Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Klauer, S., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. & Ramsey, D. (2006).** *The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk. An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data* (National Technical Information Service, Springfield, VA 22161). Washington: National Highway Traffic Safety Administration.
- Knoll, P. (2012).** Anzeigen für Fahrerassistenzsysteme. In H. Winner, S. Hakuli & G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort* (ATZ-MTZ-Fachbuch, 2. Aufl., S. 330–342). Wiesbaden: Vieweg + Teubner. Verfügbar unter <http://books.google.de/books?id=Lz1G7L7xgR0C>
- Krummenacher, J. & Müller, H. J. (2002).** *Aufmerksamkeit.* Heidelberg: Spektrum.
- Lavie, N. (1995).** Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21 (3), 451–468.
- Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, Jan W. & Viding, E. (2004).** Load Theory of Selective Attention and Cognitive Control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133 (3), 339–354.
- Mackay, D. G. (1973).** Aspects of the theory of comprehension, memory and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25 (1), 22–40.
- Matschi, H. (2009).** *Trends im Cockpit – Vernetzung auf dem Weg zu “Always On”.* carIT. Zugriff am 12.01.2015. Verfügbar unter <http://www.car-it.com/trends-im-cockpit-vernetzung-auf-dem-weg-zu-always-on/id-001327>
- Netlingo. (2015).** *always-on.* Verfügbar unter <http://www.netlingo.com/word/always-on.php>
- Neumann, O. & Sanders, A. F. (1996).** *Handbook of perception and action. Attention.* London: Academic Press.
- Norman, D. A. & Bobrow, D. G. (1975).** On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7 (1), 44–64.
- Pashler, H. (1994).** Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 116 (2), 220–244.

- Patten, C. J. D., Kircher, A., Östlund, J. & Nilsson, L. (2004).** Using mobile telephones: cognitive workload and attention resource allocation. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (3), 341–350. Verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457503000149>
- Pfromm, M., Cieler, S. & Bruder, R. (2013).** Driver Assistance via Optical Information with Spatial Reference. In *Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013)*. The Hague.
- Regan, M. A., Hallett, C. & Gordon, C. P. (2011).** Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (5), 1771–1781. Verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000893>
- Schlick, C., Luczak, H. & Bruder, R. (2010).** 10. Ergonomische Gestaltung. In C. Schlick, R. Bruder & H. Luczak (Hrsg.), *Arbeitswissenschaft* (3. Aufl., S. 949–1172). Berlin: Springer.
- Schubert, T. (2006).** Psychologische Refraktärperiode. In J. Funke (Hrsg.), *Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition* (Handbuch der Psychologie, Bd. 5, S. 556–561). Göttingen: Hogrefe.
- Stevens, A., Quimby, A., Board, A., Kersloot, T. & Burns, P. (2002).** *Design guidelines for safety of in-vehicle information systems*: TRL Limited.
- Treisman, A. & Geffen, G. (1967).** Selective attention: Perception or response? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19 (1), 1–17.
- Turkle, S. (2008).** Always-On/Always-On-You: The Tethered Self. In J. E. Katz (Hrsg.), *Handbook of mobile communication studies* (S. 121–137). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Welford, A. T. (1952).** The 'psychological refractory period' and the timing of high-speed performance—a review and a theory. *British Journal of Psychology. General Section*, 43 (1), 2–19.
- Wickens, C. D. (1984).** *Engineering psychology and human performance*. Columbus: Merrill.
- Wickens, C. D., Goh, J., Helleberg, J., Horrey, W. J. & Talleur, D. A. (2003).** Attentional Models of Multitask Pilot Performance Using Advanced Display Technology. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45 (3), 360–380.



## CONNECTEDCAR: CHANCEN INTELLIGENT VERNETZTER FAHRZEUGE

Hans-Jörg Vögel

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Möglichkeiten der modernen Vernetzung und der Digitalisierung bieten enorme Chancen für die Mobilität der Zukunft. Wesentliche Potentiale für Sicherheit und Effizienz des Straßenverkehrs, Nachhaltigkeit der Mobilität und individuelle multi-modale Dienste können mit breitbandiger drahtloser Vernetzung erschlossen werden. Beherrschung digitaler Technologien wird zum kritischen Erfolgsfaktor für innovative cloud-basierte Dienstangebote.

### 1 VERNETZUNGSPHILOSOPHIE

Die Vernetzung von Fahrer, Fahrzeug und Umwelt nutzt und verbindet in intelligenter Weise die Möglichkeiten, die moderne drahtlose Vernetzung, mobile Anwendungen und Smartphone-Technologien, sowie leistungsfähige Sensorik, Signalverarbeitung und Datenanalysemethoden bieten.

Es entstehen leistungsfähige Angebote mit mobilen Informationsdiensten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs wie auch den Komfort und die Sicherheit steigende Funktionen der Fahrerassistenz.

Dazu gehören mobilitätsunterstützende Dienste zur Fahrtplanung wie z.B. Verkehrsinformationen in Echtzeit, aktuelle Karten, Ladesäulen, Fahrzeugzustand und Ladeinformationen genauso wie Informations- und Entertainmentdienste, z.B. Zugriff auf persönliche Adressbuch- und Kalenderinformationen oder personalisiertes Musikstreaming bis hin zur Organisation der persönlichen Mobilität über Verkehrsmittel hinweg sowie innovative Angebote der sharing economy.

Wesentliche zweite Säule sind intelligente Fahrerassistenzsysteme, mit deren Hilfe Fahrer alltägliche Verkehrssituationen souveräner beherrschen. Abstandsregelung, Verkehrszeichenerkennung, Nachtsicht und Head-Up-Display sind nur einige Beispiele für Funktionen, die erhebliche Beiträge zur Sicherheit leisten.

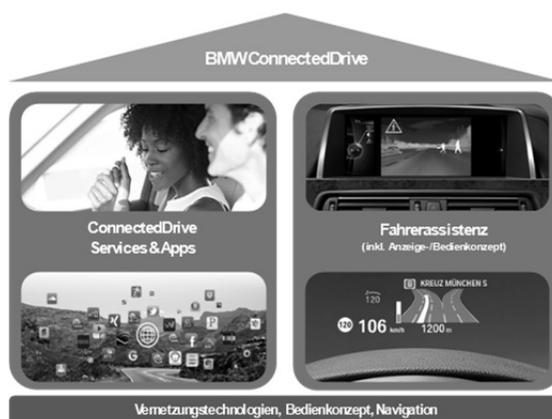


Bild 1: ConnectedDrive – Services, Apps und Fahrerassistenz

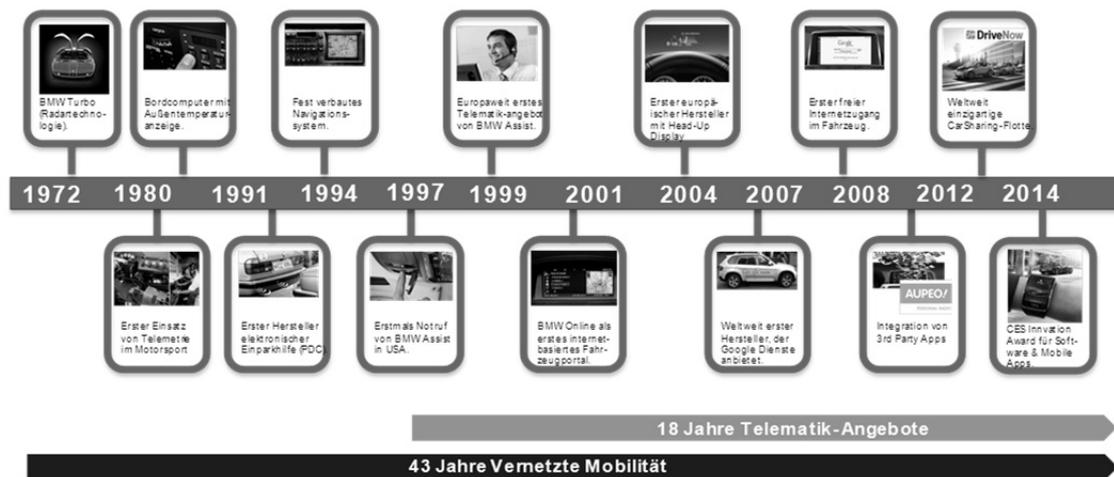


Bild 2: Vernetzte Mobilität hat Historie

In der langjährigen Entwicklung ist so ein vielfältiges Angebot entstanden. BMW ConnectedDrive beispielsweise wird in über 36 Märkten angeboten und deckt damit mehr als 90% des gesamten Fahrzeugvolumens der BMW Group ab.



Bild 3: Intelligenter Notruf und TeleServices – elementare Basis eines Telematikangebots

Intelligenter Notruf und TeleServices gehören in nahezu der gesamten BMW Flotte zur Serienausstattung. Die Gewissheit, in Notsituationen jederzeit Hilfe anfordern zu können – im Zweifelsfall automatisch durch die Fahrzeugsensorik veranlasst – ist ein wesentliches Sicherheitsmerkmal. Mit den TeleServices sind über die Pannenhilfe hinaus mobilitätserhaltende Ferndiagnose und -hilfeleistungen möglich, etwa wenn eine aufleuchtende Check Control Meldung online interpretiert und gemeinsam mit dem Fahrer die Möglichkeit zur gefahrlosen Weiterfahrt besprochen werden kann.

## 2 INDIVIDUELLE MOBILITÄT NEU ORGANISIEREN

Genauso wie diese Basisfunktionen aus dem Fahrzeug nicht wegzudenken sind, ist es undenkbar, eine moderne Elektromobilitätsstrategie ohne vernetzte Funktionen umzusetzen.

Der Zugriff auf aktuellste Informationen über ein dynamisch sich entwickelndes Netz von Ladestationen, deren Verfügbarkeit und Nutzungskonditionen sowie die Möglichkeit zur Online-Reservierung werden ebenso alltägliche, aus dem Netz abrufbare und tief mit der kartenbasierten Navigation verknüpfte Funktionen, wie es hochauflösende Echtzeit-Verkehrsinformationen schon seit mehreren Jahren sind.

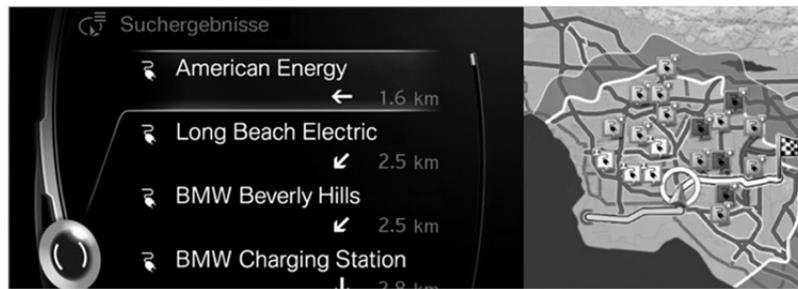


Bild 4: Elektromobilität - ohne Vernetzung undenkbar

Die alltägliche Organisation der persönlichen (Elektro-)Mobilität wird unterstützt durch ergänzende Funktionen außerhalb des Fahrzeugs. Auf dem Smartphone können Standort, Ladezustand und Reichweiteprognosen des Fahrzeugs eingesehen, Routen geplant und Abfahrtszeiten programmiert werden. Der Besitzer kann die Effizienzbilanz seines Fahrzeugs analysieren oder wertvolle Hinweise zur Optimierung der Reichweite erhalten. Bei mehreren Fahrern versteht es sich von selbst, dass diese Daten geschützt und deren Erfassung im Fahrzeug abgeschaltet werden können.



Bild 5: Mobile Dienste – auch außerhalb des Autos

Ebenso werden Tagesabläufe zunehmend intermodel organisiert und dabei mehrere Verkehrsmittel genutzt, deren nahtlose Integration in vernetzten, mobilitätsunterstützenden Apps selbstverständlich erwartet wird. Oft genug muss hier das Angebot noch hinter den Erwartungen des Kunden zurückbleiben, weil die Digitalisierung öffentlicher und privater Infrastrukturen bisher nur ungenügend die Möglichkeiten des vernetzten Informationsaustausches erschließt.

### 3 INDIVIDUELLE MOBILITÄT ERFORDERT INDIVIDUELLE ANGEBOTE

Digitale, vernetzte Daten und Informationsdienste sind wesentliche Schlüsselemente bei der Organisation der zukünftigen Mobilität. Dabei werden hochgradig individuelle Angebote benötigt. Neben den Anforderungen, die persönliche Tagesabläufe und Mobilitätsbedarfe stellen, rückt so auch immer mehr die individuelle Konfigurierbarkeit eines Produkts mit optimal auf die jeweiligen Bedürfnisse abgestimmtem Mix aus Funktionen und Diensten in den Mittelpunkt.

Dabei sind moderne Vernetzungsmöglichkeiten zentrale für innovative Online-Store-Konzepte, die ein flexibles Produktangebot an buchbaren und nachladbaren Diensten realisieren. Analog den App-Store-Angeboten für Smartphones sind nun

auch Fahrzeugbesitzer in der Lage, Funktionen und Dienste flexibel über die Laufzeit des Fahrzeugs hinweg nach Bedarf auch für begrenzte Zeiträume buchen zu können und nicht mehr als monolithisches Ausstattungspaket bei der Fahrzeugbestellung wählen zu müssen.



Bild 6: ConnectedDrive Store – Individualisierung des Produktangebots

Ebenso individuell wie die Nutzungsgewohnheiten sind die Zugänge und Endgeräte, über welche Dienste abgerufen werden. Um Mobilität sinnvoll möglich zu machen, dürfen aktuelle Daten und Informationen nicht an ein bestimmtes Geräte gebunden sein. Digitale, cloud-basierte Technologien machen Informationen in Echtzeit verfügbar. Der Nutzer kann die am jeweiligen Ort in der Situation am besten geeignete Art wählen, diese Informationen abzurufen oder den dazugehörigen Dienst zu nutzen.



Bild 7: Integration neuer Consumer-Technologien

Dabei stehen unterschiedlichste Kanäle und Endgeräte zur Verfügung. Ob im Web oder als App, ob im Fahrzeug oder auf dem PC, vielfältige Zugangsschnittstellen ermöglichen komfortable und mobile Angebote die geeignet sind den Kunden in seinem Tagesablauf optimal zu begleiten und echte Mobilitätsunterstützung anzubieten. Entscheidend im mobilen Internet der Dinge sind die durchgängigen Schnittstellen und Verfügbarkeit der Daten aus den unterschiedlichsten Quellen.



Bild 8: Smart phone, smart home, smart vehicle.

In genau dieser durchgängigen Verknüpfbarkeit von datenbasierten Dienstleistungen und Funktionen liegen wichtige Herausforderungen für alle Standorte, die auch zukünftig ein wettbewerbsfähiges Mobilitätsangebot bereithalten wollen.

#### 4 DIGITALISIERUNG ALS KRITISCHER ERFOLGSFAKTOR

Zentraler Erfolgsfaktor ist dabei zum einen, Informationen zu Verfügbarkeit, Standort und Reichweite in Echtzeit bereitstellen zu können. Für moderne individuelle Mobilität gilt das von großer Spontaneität geprägte „Now“-Prinzip, in der jeweiligen Situation vor Ort über die Wahl des Verkehrsmittels und die beste Route zum Ziel entscheiden zu können.



Bild 9: Mobilitätsdienstleistungen wie DriveNow Car Sharing leisten wichtigen Beitrag zur urbanen Mobilität

Dazu müssen etwa Informationen über Fahrzeiten im ÖPNV-Netz zu einem Mobilitätsangebot zusammengeführt werden mit beispielsweise Echtzeit-Informationen über die aktuelle Verkehrslage wie auch Standorte und Erreichbarkeit von nutzbaren Fahrzeugen bis hin zu Buchungs- und Preisinformationen und der sofortigen Reservierbarkeit. „Now“-Kunden sind anspruchsvoll und erwarten maßgeschneiderte Premiümlösungen, leisten gerade dadurch aber auch einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung intelligenter, effizienter und nachhaltiger urbaner Mobilität. Ein Beispiel dafür sind die stationslosen CarSharing Angebote von DriveNow.

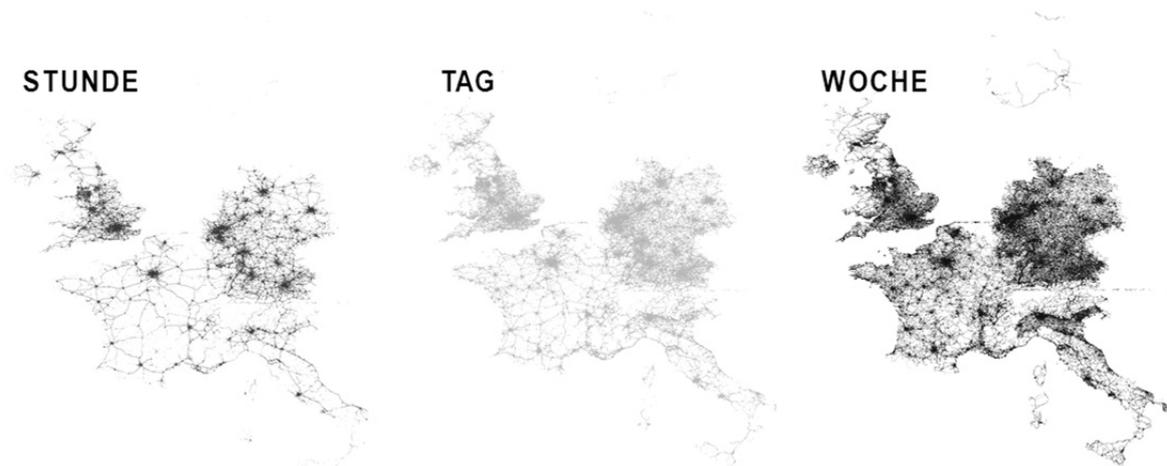


Bild 10: Von der ConnectedDrive Flotte befahrene Straßenabschnitte – aggregiert auf Basis anonymer Daten

Digitalisierte Angebote werden dabei nicht nur in Fahrzeugen genutzt. Vernetzte Fahrzeuge werden selbst zum Sensor und damit zur wichtigsten Informationsquelle. Dabei wird bereits heute eine beachtliche Abdeckungsquote des relevanten Straßennetzes erzielt. Alleine die BMW ConnectedDrive Flotte befährt aktuell regelmäßig das gesamte mitteleuropäische Straßennetz. Beispielsweise werden innerhalb eines Monats durch die BMW Flotte nahezu alle Streckenabschnitte der Autobahnen in Deutschland mindestens einmal befahren. Fahrzeuge liefern damit den wichtigsten Treibstoff digitalisierte Mobilität selbst: relevante, in Echtzeit verfügbare, in der Cloud fusionierbare und so zu wertschöpfenden Dienstleistungen verarbeitbare Informationen. Auf dieser Basis lassen sich verbesserte personalisierte Mobilitätsdienstleistungen erzeugen, Verkehre effizienter lenken und Fahrer mit situativ relevanten Informationen im Fahrzeug wesentlich besser unterstützen. Von diesem Qualitätssprung in der Fahrerassistenz ist es dann nur noch ein weiterer Schritt zum hoch automatisierten Fahren, das hochgenaue, hochaktuelle und in Echtzeit verfügbare Informationen über Umgebung, Verkehrsbedingungen, Straßenverhältnisse, Beschilderung, und lokale Gegebenheiten der Verkehrsführung in besonders intensiver Weise nutzen wird.

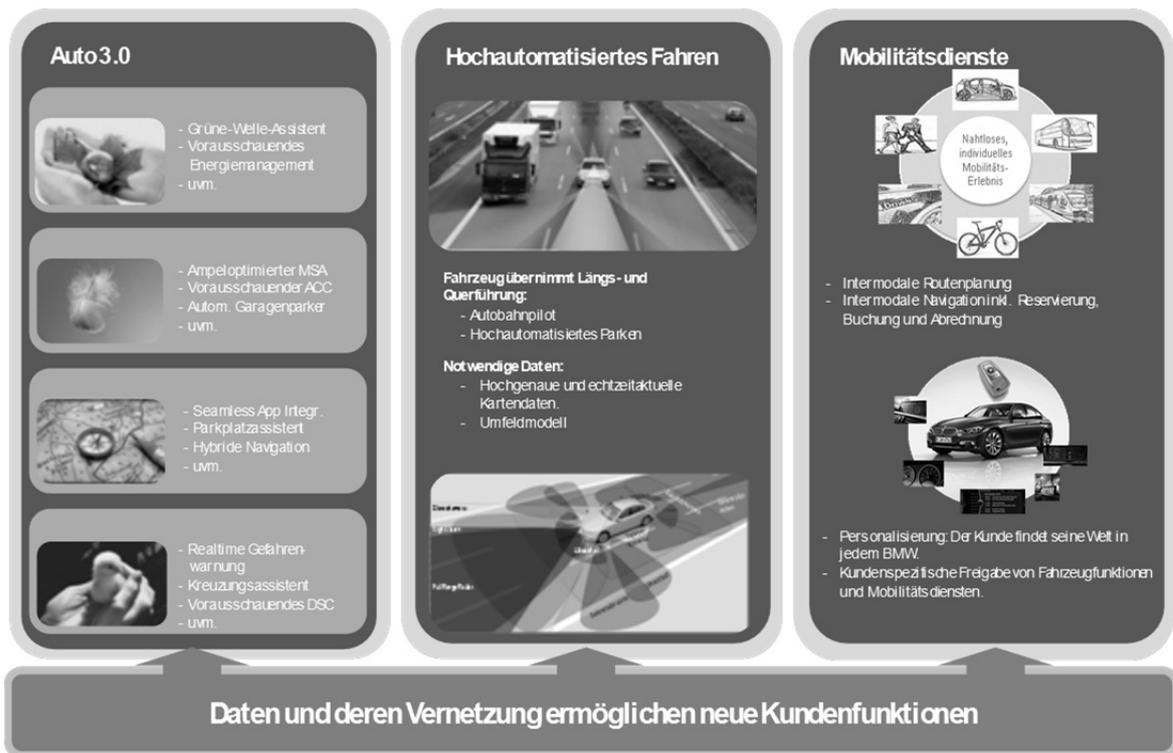


Bild 11: Digitalisierung – Daten werden der Treibstoff der Mobilität

## LITERATUR

**ConnectedDrive, (2015).** Internetseite: [www.connected-drive.de](http://www.connected-drive.de) (Abruf am 10.02.2014)



## DAS POTENTIAL DES VERNETZTEN AUTOS FÜR DIE FAHR SICHERHEIT - LESSONS LEARNED ANHAND AUSGEWÄHLTER BEISPIELE

*André Dahlinger, Markus Weinberger, Felix Wortmann*

### ZUSAMMENFASSUNG

Dank enormer Fortschritte in der Unfallfolgenminimierung (Airbag, Karosserie, etc.) werden seit den Siebzigerjahren immer weniger Verkehrstote und –verletzte verzeichnet. Die Zahl der Unfälle hingegen steigt seit Beginn der Motorisierung des Menschen. Ebenso ist das subjektive Bedürfnis nach Sicherheit im Auto trotz sinkender Gefahr für Leib und Leben zu jeder Zeit hoch. Parallel zur Unfallfolgenminderung ist auch die Unfallprävention mit Hilfe elektronischer Assistenzsysteme (ABS, ESP, etc.) bereits erheblich verbessert worden. Langfristig sind hier durch das automatisierte Fahren weitere, große Fortschritte zu erwarten. Kurz und mittelfristig kommt es bei der Unfallprävention jedoch noch immer in entscheidendem Ausmaß auf die menschliche Handlung im Sinne einer Reaktion auf eine (antizipierte) Gefahrensituation an. Die menschliche Wahrnehmungs- und Reaktionsgeschwindigkeit wird dabei jedoch häufig überfordert.

Die Vernetzung von Fahrzeugen und insbesondere Automobilen bietet enormes Potential, diese menschlich-physischen Grenzen zu erweitern. Durch intelligente Fahrerassistenzsysteme wird der Fahrer auf Gefahren hingewiesen bevor er sie selbst hätte wahrnehmen können; entsprechend frühzeitig kann er reagieren. Verbesserte Sensorik erhöht Informationsdichte und -geschwindigkeit, zunehmende Konnektivität ermöglicht die Kommunikation zwischen Autos – direkt oder auch über eine Infrastruktur – und der Einzug von Displays ins Auto (nicht zuletzt über das Smartphone) bietet vielfältige Möglichkeiten des Feedbacks an den Fahrer. Die Verarbeitung von Informationen aus Fahrerassistenzsystemen beansprucht jedoch auch die Aufmerksamkeit des Fahrers, lenkt gegebenenfalls vom aktuellen Geschehen auf der Straße ab und führt potentiell zu einem Verhalten, das an sich wiederum gefährlich werden kann.

Anhand der Evaluation eines Assistenzsystems, das Autofahrer u.a. frühzeitig vor entgegenkommenden Geisterfahrern warnen soll, veranschaulichen wir das Potential des vernetzten Autos für die Fahrsicherheit und welche Probleme es dabei zu beachten gilt.

### 1 ENTWICKLUNG DER VERKEHRSSICHERHEIT

Betrachtet man die Veränderung der Sicherheit eines Kraftwagenfahrers anhand der Anzahl jährlicher Verkehrstoter und der Anzahl der Verkehrsunfälle pro Jahr über die letzten 60 Jahre, fallen zwei Dinge auf (Bild 1): Erstens sinkt seit Anfang der Siebzigerjahre die Anzahl der jährlichen Verkehrstoten kontinuierlich, von einem Ausschlag in 1991 abgesehen, welcher auf die Aufnahme der neuen Bundesländer im Zuge der Wiedervereinigung zurückzuführen ist. Dem gegenüber stieg die Anzahl der Verkehrsunfälle seit Beginn der Verkehrsstatistik bis Ende der 1990er und stagniert seitdem — ungefähr in Einklang mit der nahezu parallelen Stagnation des Gesamtbestandes an KFZ in Deutschland (KBA 2014).

Die Abnahme der Verkehrstoten, trotz Zunahme des allgemeinen Verkehrsaufkommens ist in erster Linie auf technische Fortschritte in der Unfallfolgenminderung zurückzuführen. Zu diesen zählen in technischer Hinsicht vor allem Verbesserungen der Fahrzeugkarosserie und die Einführung von Airbags (Klanner et al. 2004). Um die Anzahl an Unfällen zu verringern, benötigt es Verbesserungen in der Unfallprävention. In Hinblick auf die Unfallprävention wurde die Fahrzeugtechnik ebenfalls signifikant weiterentwickelt. Besonders hervorzuheben sind hierbei sicherlich die Einführung von Antiblockiersystemen (ABS) und des Elektronischen Stabilitätsprogramms (ESP).

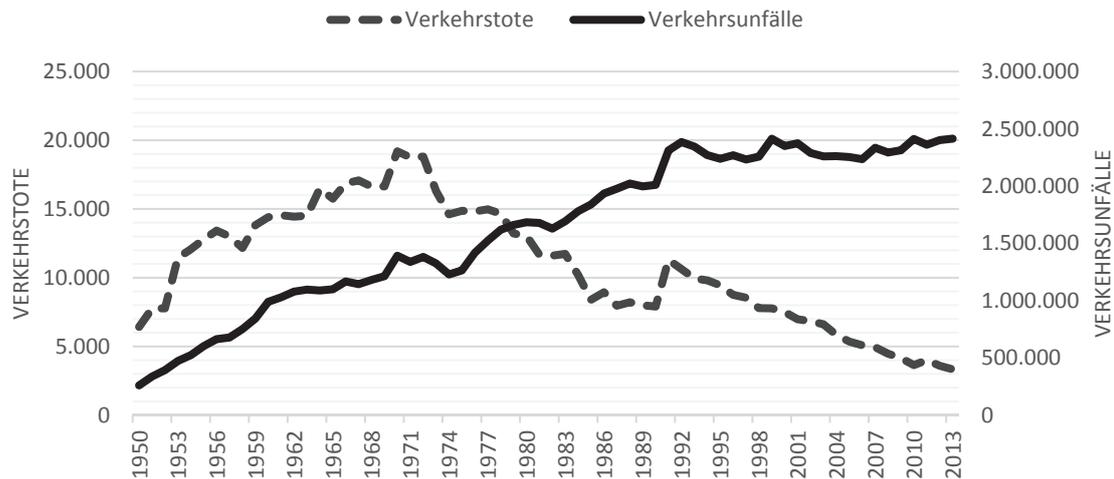


Bild 1: Anzahl Verkehrstoter und Verkehrsunfälle in Deutschland seit 1950 (DESTATIS 2014)

Der fortschreitende Einzug „intelligenter“ Systeme ins Auto und deren zunehmende Vernetzung könnten die Schlüssel zur weiteren Verbesserung der Unfallprävention sein. In nicht allzu ferner Zukunft könnte die vollständige Automatisierung des Autofahrens Unfallzahlen weiter reduzieren. Experten des Institute of Electrical and Electronics Engineers sagen jedoch voraus, dass erst in 2040 ca. 75% aller Fahrzeuge autonom fahren werden (IEEE 2012). Bis zur breiten Einführung vollständig automatisierter Fahrzeuge gibt es jedoch bereits vielfältige Möglichkeiten, die Intelligenz und Vernetzung von Autos zur Verbesserung der Verkehrssicherheit zu nutzen. Diese sollen im Folgenden im Fokus stehen.

## 2 FAKTOR MENSCH IN DER UNFALLPRÄVENTION

Fahrerassistenz kann grundsätzlich auf drei Ebenen der Fahraufgabe und in drei Ausprägungen ansetzen (Bild 2):

- (1) Automatisierung: Hierbei werden Teile der Fahraufgabe vollständig durch das Assistenzsystem übernommen. Bekannte Beispiele sind ABS oder ESP.
- (2) Teilautomatisierung: Hierbei hat der Fahrer jederzeit die Möglichkeit das Assistenzsystem zu übersteuern. Beispiele sind Adaptive Cruise Control oder Spurhalteassistenten.
- (3) Informationsbereitstellung: Diese Assistenzsysteme greifen nicht aktiv ein. Sie unterstützen den Fahrer durch die Bereitstellung von Informationen. Dabei sind Art, Menge, Zeitpunkt und Darstellungsweise der Informationen für das im

Sinne der Fahrsicherheit richtige Agieren, bzw. Reagieren entscheidend. Klassische Beispiele sind das Tachometer oder Warnlampen im Auto. Aktuelle Beispiele sind Smartphone Apps zur Erkennung und visuellen Hervorhebung von Verkehrsschildern (Bosch myDriveAssist; Google 2014) oder zur Warnung vor zu geringem Abstand zum Vordermann (iOnRoad, Google 2013).

Art der Unterstützung Ebene d. Fahraufgabe	Informierend		Eingreifend, mit Möglichkeit der Fahrerübersteuerung		Eingreifend, ohne Möglichkeit der Fahrerübersteuerung	
	Kont.	Diskont.	Kont.	Diskont.	Kont.	Diskont.
Navigation	Navi-Computer		/	/	/	/
Führung	Tachometer	Warnlampen	ACC Lane Keeping Support		/	/
Stabilisierung					/	ESP ABS BAS

BAS: Bremsassistent  
 ABS: Antiblockiersystem  
 ESP: Elektronisches Stabilitätsprogramm

Bild 2: Ansätze für Fahrerassistenzsysteme mit Beispielen (Weinberger 2001)

Die Informationsbereitstellung hat gegenüber den Automatisierungs- und Teilautomatisierungssystemen zwei entscheidende Eigenschaften, die sie von der zusehenden Vernetzung von Fahrzeugen besonders profitieren lassen: Da sie nicht in die Steuerung des Autos eingreifen, können Informationsbereitstellungssysteme ohne großen Aufwand als Retrofit-Lösungen in jedes Autos implementiert werden. Dadurch sind sie kurzfristig viel billiger und adressieren einen wesentlich größeren Markt — nämlich den der bestehenden Autos — als Assistenzsysteme, die ab Werk eingebaut werden müssen. Kurzfristig können daher vor allem informierende Systeme die Vernetzung des Autos nutzen. Entscheidend für die Fahrsicherheit bleibt dabei immer noch der Mensch.

**2.1 ConnectedCar-Ansätze zur Unterstützung in der Informationsverarbeitung**

Menschen sind in ihrer Informationsverarbeitung limitiert. Das betrifft vor allem den (1) Wahrnehmungshorizont, die (2) Aufmerksamkeitsspanne und die (3) Entscheidungsfähigkeit. Vernetzte Fahrzeuge bieten in allen drei Belangen Möglichkeiten wesentlich zu unterstützen.

- (1) Unser Wahrnehmungshorizont, entscheidend ist im Auto vor allem der visuelle, reicht nur soweit wir sehen können. Durch die Vernetzung von Autos können dem Fahrer dagegen Informationen verfügbar gemacht werden, die durch andere Fahrzeuge oder eine Infrastruktur erhoben oder aus anderen Quellen, zum Beispiel im Internet, bezogen werden.

- (2) Die Spanne unserer Aufmerksamkeit ist ebenfalls begrenzt. Auch wenn wir also mit sämtlicher Information versorgt werden könnten, so können wir sie nur in sehr eingeschränkter Form parallel verarbeiten. Zudem tritt bei Menschen vor allem durch Wiederholung von Informationen ein Ermüdungseffekt ein, so dass im entscheidenden Moment eigentlich verfügbare Information nicht mehr verarbeitet wird (Posner et al. 1984). Entsprechend gestaltete Informationssysteme können hierbei helfen, unsere Aufmerksamkeit gezielt auf besonders wichtige Informationen zu lenken.
- (3) Die Verfügbarkeit von Informationen und Aufmerksamkeit sind jedoch nicht immer hinreichend dafür, dass sich ein Fahrer auch richtig verhält. Denn einerseits verhalten sich Menschen häufig irrational, andererseits können auch fehlende Kontextinformationen zu Fehlern führen. Statt den Fahrer nun jedoch auch mit Kontextinformationen zu versorgen, ist es häufig sinnvoller, konkrete Handlungsanleitungen zu geben (Matthews et al. 1996). Dies kann sowohl präventiv als auch situativ geschehen und ist z. B. in Stresssituationen sehr hilfreich.

### 3 ASPEKTE VERNETZTER FAHRZEUGE

#### 3.1 Die Idee des Internet der Dinge (IoT)

Das Internet der Dinge (IoT) ist nach Fleisch und Mattern (2005) „...die Vision einer Welt smarterer Alltagsgegenstände, welche mit digitaler Logik, Sensorik und der Möglichkeit zur Vernetzung ausgestattet, ein „Internet der Dinge“ bilden, in dem der Computer als eigenständiges Gerät verschwindet und in den Objekten der physischen Welt aufgeht.“

Sinkende Kosten, zunehmende Miniaturisierung und reduzierter Energieverbrauch von Sensoren, Prozessoren aber auch für Konnektivität führen dazu, dass immer mehr Gegenstände des täglichen Lebens Teile des IoT werden, die ohne Zutun des Menschen Daten austauschen und sich gegenseitig beeinflussen. Die Dinge werden gewissermaßen zu Nervenenden des IoT.

Bereits heute sind auch viele Fahrzeuge in diesem Sinne Teile des IoT. Sie sind kontinuierlich mit dem Internet verbunden, lassen sich aus der Ferne beeinflussen oder liefern Daten über sich oder ihre Umwelt. Abnehmer der Daten sind häufig die Hersteller (Konrad 2013) oder die Eigentümer – Flottenbetreiber (John 2013) oder Privatpersonen.

Hervorzuheben ist an dieser Stelle der unterschiedliche Fokus, den das Konzept des IoT und Ideen wie Car2X (Hammerschmidt 2014) oder C-IST (ETSI 2014) setzen. In letzteren Fällen steht das Fahrzeug im Mittelpunkt, das mit anderen Verkehrsteilnehmern oder der Verkehrsinfrastruktur kommuniziert. Im IoT herrscht ein Bild ohne Zentrum vor, in dem zunehmend mehr Gegenstände direkt miteinander und mit digitalen Diensten kommunizieren, unabhängig von der jeweiligen Domäne.

Ein Beispiel verdeutlicht das Verständnis des IoT. Die französische Firma Netatmo vertreibt Wetterstationen, die mit dem Internet verbunden sind. Die Geräte selbst haben nahezu kein Human Machine Interface (HMI). Der Nutzer liest die Daten von Innenraum- und Außensensoren per Smartphone App ab. Sofern der Nutzer

zustimmt, werden aber die Daten der Außensensoren im Internet freigegeben (Netatmo 2014). Entwickler können diese Daten nun beliebig nutzen, zum Beispiel auch, um auf Basis dieser sehr feingranularen Wetterinformationen verkehrsrelevante Warnungen zu generieren.

### 3.2 Die Rolle des Smartphones

Smartphones haben im Kontext des IoT und auch des Connected Car in mehrfacher Hinsicht eine wesentliche Bedeutung. Die rasant zunehmende Verbreitung von Smartphones – laut (IDC 2013) werden Smartphones in 2017 einen Marktanteil von mehr als 70% bei Smart Connected Devices haben – macht sie zum dominanten Interface zwischen Mensch und Internet und damit auch dem IoT. Ein weiterer wichtiger Faktor ist dabei die ständige Verfügbarkeit des Smartphones.

Über die Rolle des HMI hinaus ist das Smartphone aber auch eine sehr mächtige Sensorplattform. Alle gängigen Modelle sind mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet (Android 2014), darunter Inertialsensoren, Kameras und GPS-Module. Diese Sensoren machen Smartphones zu Sensorknoten im IoT.

Es gibt zahlreiche Beispiele, wie das Smartphone als Sensorplattform und HMI mit Internetverbindung auch im Fahrzeug genutzt werden kann. Die von Bosch entwickelte App myDriveAssist nutzt insbesondere die Kamera des im Fahrzeug an einer Halterung angebrachten Smartphone zur Erkennung von Verkehrszeichen. Dem Nutzer werden Tempolimits an seiner aktuellen Position angezeigt. Neben den Daten aus der eigenen Erkennung werden dazu auch Daten aus einer Datenbank im Internet genutzt. Im Gegenzug werden die erkannten Verkehrszeichen des eigenen Systems in diese Datenbank eingespeist, um die Qualität und Aktualität der dort gespeicherten Daten zu erhöhen. Die App wurde bereits mehr als 10.000 mal heruntergeladen (Google 2014). Wesentlich erfolgreicher ist die App iOnRoad, die im Wesentlichen Abstands- und Spurverlassenswarnungen gibt. Sie wurde bereits mehr als 500.000 mal heruntergeladen (Google 2013).

Smartphones mit entsprechenden Apps lassen sich prinzipiell in jedem Auto ohne nennenswerten Installationsaufwand verwenden. Die oben dargestellten Beispiele zeigen, dass damit auch tatsächlich große Nutzerzahlen erreicht werden. Im Vergleich dazu dauert es oft relativ lang, bis ähnliche Verkaufszahlen erreicht werden, wenn Systeme als Fahrzeugerüstung zunächst meist optional und nur in hochpreisigen Modellen angeboten werden.

Dieser Zeitfaktor wirkt sich insbesondere bei solchen Systemen negativ aus, bei denen Netzwerkeffekte (Shapiro & Varian 1999) eine hohe Bedeutung haben. Die oben erwähnte App MyDriveAssist ist umso nützlicher, je mehr Nutzer Daten beitragen. Je besser die Datenqualität ist, desto attraktiver wird die App wiederum für weitere, neue Nutzer.

### 3.3 Eine generische Fahrzeug-API

Auch Fahrzeuge lassen sich – wie oben bereits ausgeführt – als Sensoren und Akteure im IoT betrachten. Verschiedene Hersteller haben Fahrzeuge bereits heute mit dem Internet verbunden und ermöglichen über klassischen Internetzugriff hinaus auch die Übertragung von Fahrzeugdaten, z. B. von Fehlercodes, oder auch Zugriffe auf das Fahrzeug, z. B. Öffnen oder Abschließen des Autos per Internetzugriff (BMW 2014). Bereits heute gibt es viele Retrofitlösungen, die existie-

rende Fahrzeuge nachträglich, direkt mit dem Internet verbinden. In den meisten Fällen werden dabei Daten über die OBD-Schnittstelle des Fahrzeugs ausgelesen und weiterverarbeitet. Ein Beispiel dafür wäre auch das Bosch Flottenmanagementsystem (Bosch 2013).

Die meisten Lösungen haben gemeinsam, dass die Daten in geschlossenen Datenpools für spezifische Lösungen landen und nicht für dritte Entwickler zugänglich sind. Insbesondere bei den genannten Retrofitlösungen sind meist keine über den OBD-Standard hinausgehenden Daten verfügbar.

Dies kann sich in zweierlei Hinsicht negativ auswirken. Anwendungen, wie etwa eine Reibwertkarte auf Basis von gemeldeten ESP- oder ABS-Eingriffen, sind auf die weiter oben erwähnten Netzwerkeffekte angewiesen, d.h. sie können erst dann wirklichen Nutzen bringen, wenn möglichst viele Nutzer auch Daten beitragen. Diese Netzwerkeffekte lassen sich mit proprietären Lösungen – seien es OEM-spezifische oder die Angebote von Dritten – sicher nur schwerer und langsamer erreichen, als mit einem herstellerübergreifenden Ansatz. Weiterhin zeigt die Entwicklung der Smartphones, dass erst die Öffnung der Plattformen für breite Entwickler-Communities eine Vielzahl sehr erfolgreicher Anwendungen hervor gebracht hat.

Im Bereich Smart Home bietet Apple seit einigen Monaten mit HomeKit einen Standard für diesen heute noch sehr fragmentierten Bereich (Menn 2014). So werden Geräte verschiedener Hersteller – Thermostate, die oben genannten Netatmo Wetterstationen oder vernetzte Glühbirnen – für beliebige Entwickler über eine standardisierte Schnittstelle zugänglich. Das Modell wird mit HealthKit bereits auf andere Devices übertragen.

## **4 BEISPIEL: PRE-EVALUATION EINER FAHR SICHERHEITS-APP**

### **4.1 Gegenstand der Untersuchung**

Gegenstand der im Folgenden vorgestellten Untersuchung ist eine bisher nicht veröffentlichte Fahrsicherheits-App, die den Fahrer vor verschiedenen Gefahren auf der vor ihm liegenden Strecke warnt.

Dabei wurden Gefahren wie „Schlagloch“, „glatte Straße“, „Aquaplaning“ und „Wildwechsel“ betrachtet. Die dafür erforderlichen Daten könnten durch die Nutzer-Community erhoben werden. Für „glatte Straße“, „Aquaplaning“ oder „Schlaglöcher“ wäre bei Einbezug der Fahrzeugsensorik eventuell eine automatische Erkennung und Übermittlung an ein Backend denkbar, wie dies oben auch für die Verkehrszeichenerkennung MyDriveAssist erläutert ist. „Wildwechsel“ müssten möglicherweise manuell durch die Nutzer gemeldet werden. Weiterhin wurde eine Geisterfahrer-Warnfunktion evaluiert.

### **4.2 Evaluation**

Ziel der Evaluation war es einerseits, die Bedürfnisse der Autofahrer zu ermitteln. Speziell in Hinblick auf die Geisterfahrer-Funktion stellte sich die Frage nach dem optimalen Zeitpunkt einer Warnung (Lee et al. 2002). Darüber hinaus sollte untersucht werden, wie die Nutzer auf eine Geisterfahrerwarnung subjektiv emotional-kognitiv reagieren und mit welchem Verhalten sie ihrer Einschätzung nach auf ei-

ne Geisterfahrerwarnung reagieren würden. Besonders interessant sind dabei mögliche negative Effekte einer Nachricht über eine sehr bedrohliche Situation. Eine Warnung könnte zu Angst, Stress oder Panikreaktionen führen, welche das Entscheidungsvermögen erheblich beeinflussen und bei den Fahrern zu gefährlichen „Kurzschlussreaktionen“ führen könnten (Eysenck et al. 2007; Keinan 1987; Matthews et al. 1998; Matthews et al. 1996). Entscheidend ist letztlich das Verhältnis des Nutzens einer Information zum Risiko durch eine eventuell gefährliche Reaktion auf einen Warnhinweis. Diese Fragestellung wurde in einem ersten Schritt mittels eines Szenarios, in das die Versuchspersonen sich versetzen sollten, adressiert. Die Validität der Ergebnisse wird in 4.2.3 diskutiert.

#### 4.2.1 Methode

Die Evaluation wurde mittels eines Online-Fragebogens durchgeführt. Den Befragten wurden alle Funktionen der App erklärt, woraufhin sie mittels 7-Punkt Likert-Skalen auf die jeweiligen Items antworten konnten.

Die Evaluation zur Geisterfahrerwarnung wurde mit einem Szenario-Text eingeleitet, in dem die Befragten gebeten wurden, sich in die Fahrsituation auf einer Autobahn zu versetzen. Anschließend wurden ihnen in randomisierter Reihenfolge Warnungen vorgelegt, welche sich nur in der Angabe der Zeit bis zur voraussichtlichen „Begegnung“ mit dem Geisterfahrer unterschieden. Zu jeder Warnung sollten die Befragten ihre emotional-kognitive Reaktion (Likert-Skala) und ihre Verhaltensreaktion (Multiple Choice, MC) angeben. Zusätzlich hatten sie die Möglichkeit, in der MC-Liste nicht aufgeführte Verhaltensweisen anzugeben. Abschließend wurden die Befragten gebeten, Angaben zu ihrem Fahrverhalten und demographische Angaben zu machen.

Die Stichprobe umfasste N=302 Personen, die zwischen 18-65 Jahren (MW=39,3) alt waren, im Durchschnitt 1,94 Kinder hatten und geschlechtlich 50/50 gemischt waren. Teilnahmebedingungen waren der Besitz eines Autos und eines Smartphones.

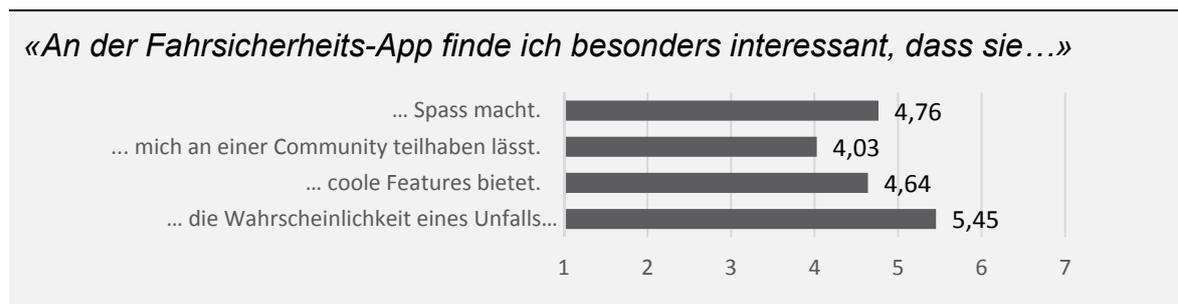


Bild 3: Frage zur allgemeinen Präferenz<sup>3</sup>

#### 4.2.2 Ergebnisse

Zunächst wurde gefragt, ob der Treiber für die Nutzung der Fahrsicherheits-App tatsächlich in ihrer Funktion (Sicherheit) lag oder ob hedonistische Aspekte — d. h. Spaß, Coolness, etc. — wichtiger waren. Bild 3 zeigt, dass die Befragten den Sicherheitsaspekt am interessantesten fanden, wenngleich auch Spaßfaktoren ein recht hohes Gewicht hatten. Das Interesse, Teil einer Community zu sein, war am geringsten.

<sup>3</sup> 1=“Stimme überhaupt nicht zu“; 7=“Stimme absolut zu“

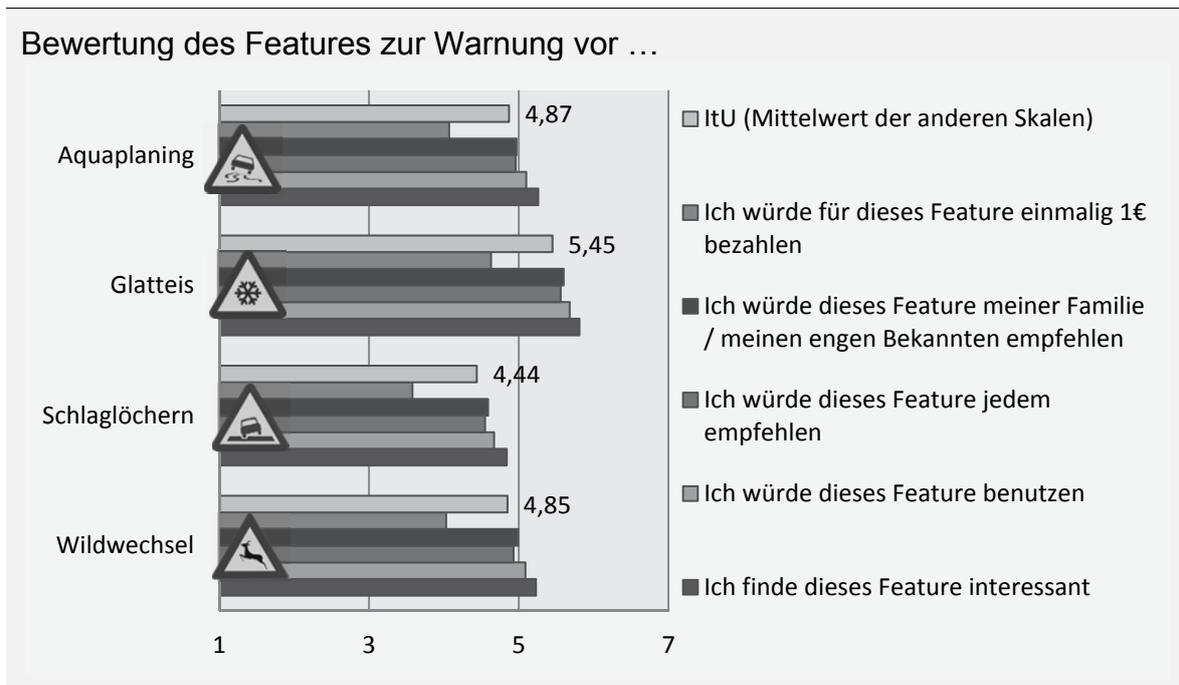


Bild 4: Frage zur Bewertung einzelner Crowd-Based EventWarning Features<sup>4</sup>

Das Interesse an Gefahrenwarnungen, die durch andere Nutzer generiert werden, war allgemein recht hoch (Bild 4). Allerdings zeigt sich über alle Features eine in Anbetracht des großen Interesses recht geringe Zahlungsbereitschaft. Am nützlichsten schätzen die Befragten Glatteiswarnungen ein.

Hinsichtlich der emotional-kognitiven Reaktion auf eine Geisterfahrerwarnung (Bild 5) konnten zwei Erkenntnisse gewonnen werden. Für die emotionale Reaktion, hier als „beunruhigt sein“ operationalisiert, zeigte sich schlicht, dass die Beunruhigung umso größer ist, je näher der Geisterfahrer ist. Für die Einschätzung, wie hilfreich eine Geisterfahrerwarnung ist, zeigte sich ein umgekehrt u-förmiger Zusammenhang mit einem „Optimum“ bei 5 Minuten. Dies könnte darauf zurückgehen, dass einerseits eine sehr frühe Warnung als für den Fahrer „irrelevant“ empfunden wird, da der Geisterfahrer bis zur vorhergesagten Begegnung mit hoher Wahrscheinlichkeit die Strecke verlassen hat. Eine sehr späte Warnung könnte als relativ wenig hilfreich eingeschätzt worden sein, da man zu kurzfristig keinen großen Handlungsspielraum mehr hat.

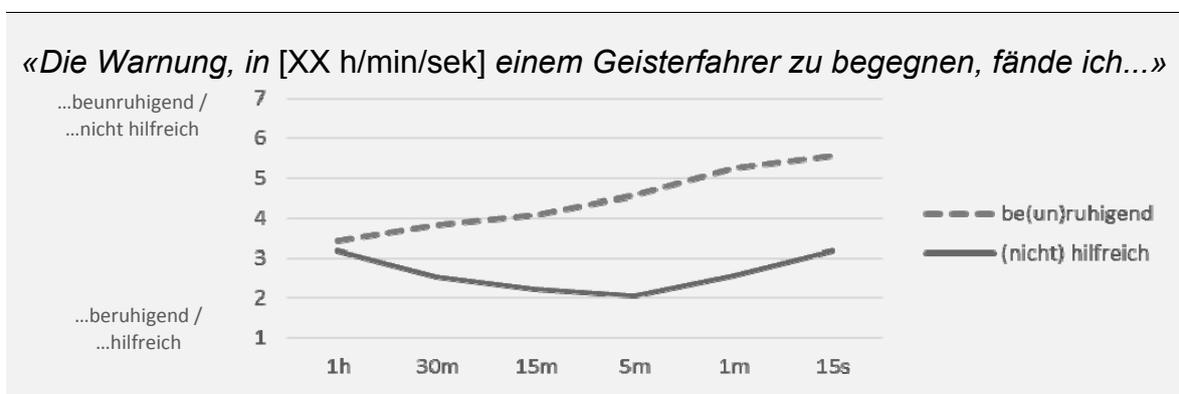


Bild 5: Einschätzung, wie hilfreich und beruhigend Warnung empfunden wird

<sup>4</sup> 1=„Auf keinen Fall“; 7=„auf jeden Fall“; ItU = „Intention to Use“

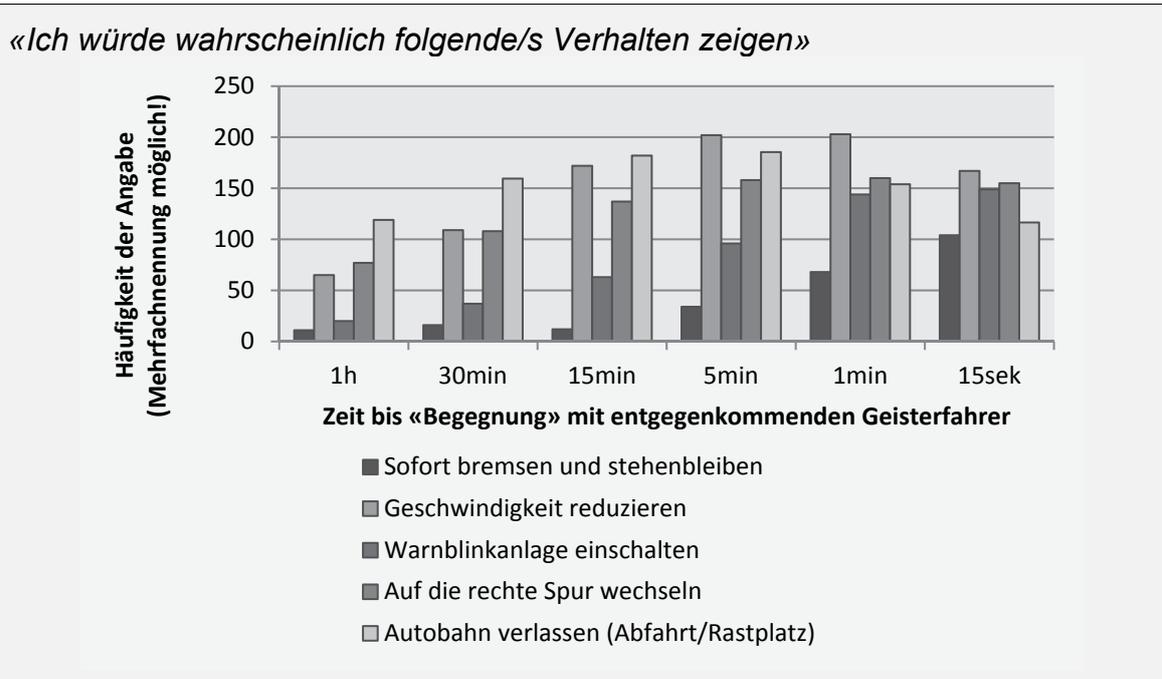


Bild 6: Häufigkeiten der MC-Angaben zu mehreren Verhaltensreaktionen

Bei den MC-Fragen zur Verhaltensreaktion (Bild 6) zeigten sich umgekehrt u-förmige Zusammenhänge für „Autobahn verlassen“ und „Geschwindigkeit reduzieren“ als Reaktionen auf eine Geisterfahrerwarnung. Für die restlichen Verhaltensweisen zeigte sich eine Zunahme je geringer der Abstand bis zur „Begegnung“ mit dem Geisterfahrer war. Auffällig ist hierbei besonders die häufige Angabe, „sofort [zu] bremsen und stehen[zu]bleiben“, auch bei noch recht langem Abstand bis zur potenziellen Begegnung mit dem Geisterfahrer.

Abschließend wurden die offenen Angaben zu weiteren Verhaltensweisen kategorisiert, von denen hier die vier häufigsten dargestellt werden (Bild 7). Bei noch großem Abstand zum Geisterfahrer wurde am häufigsten „gesteigerte Aufmerksamkeit“ genannt. Allgemein häufig genannt wurde auch, andere per Lichthupe oder Hupe warnen zu wollen, ebenso wie „die Polizei o. ä. an[zu]rufen“. Besonders auffällig ist, dass viele Befragte bereits bei 15-minütigem Abstand angaben, (auf den Standstreifen zu fahren und) stehen zu bleiben.

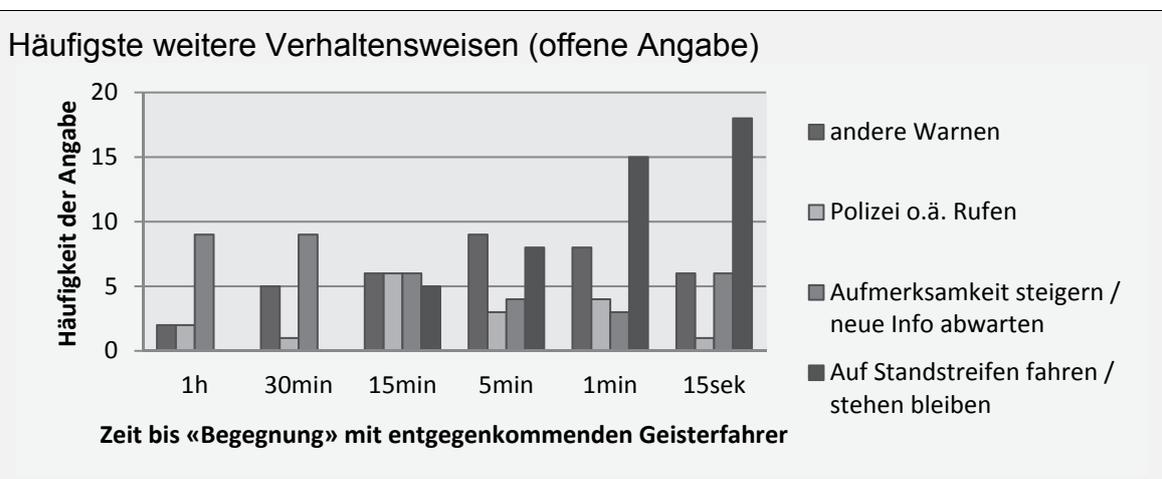


Bild 7: Häufigkeiten offener Angaben zur Verhaltensreaktion

### 4.2.3 Diskussion

Die Pre-Evaluation der Fahrsicherheits-App sollte Aufschluss zu zwei Fragen geben: (1) was wollen die Fahrer und (2) wie reagieren sie auf eine wichtige und doch bedrohliche Nachricht?

- (1) Die Absicht eine Fahrsicherheits-App zu nutzen, die z. B. vor Glatteis warnt, ist relativ hoch. Eine tiefere Analyse der Verteilung der Angaben zu Bild 4 zeigte für jedes Item eine bi-modale Verteilung, d.h. eine recht große Gruppe der Befragten (ca. 40%) war an der Fahrsicherheits-App sehr interessiert, eine etwas kleinere Gruppe zeigte sich eher neutral bis leicht ablehnend. Noch ausgeprägter zeigte sich dies bei der Zahlungsbereitschaft. So beruht der in Bild 4 genannte niedrige Mittelwert auf einer relativ kleinen Gruppe, die generell zur Bezahlung eines Features absolut nicht bereit war.
- (2) Bei der Geisterfahrerwarnung zeigte sich, dass eine solche erwartungsgemäß sehr beängstigend wirken kann und ab einem gewissen Zeitpunkt auch von den Befragten als abnehmend hilfreich erachtet wird. Die als Reaktionen angegebenen Verhaltensweisen wurden nicht mit einem Experten hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit bewertet. Dennoch halten wir die Ergebnisse für alarmierend. Bereits bei noch sehr großem Abstand bis zur Begegnung mit dem Geisterfahrer wurden verkehrsbeeinflussende Verhaltensweisen wie „sofort bremsen und stehenbleiben“ angegeben. Aus den offenen Angaben wurde zudem ersichtlich, dass viele Autofahrer schlicht nicht wussten, wie sie sich bestenfalls verhalten sollten. Eine Autofahrerin wollte sich beispielsweise daher „nur noch aufs Beten verlassen“.

Die gewählte Methode eines Fragebogens hat hinsichtlich ihrer Validität sicher Schwächen. Alle oben getätigten Aussagen sind daher unter Vorbehalt zu verstehen. Ziel war es zunächst, einen groben Eindruck zu bekommen. Die Effekte einer Geisterfahrerwarnung sollen im nächsten Schritt anhand einer Fahrsimulatorstudie validiert werden. Dass dies erforderlich ist, bevor ein solcher Service im realen Verkehrsgeschehen zum Einsatz kommt, ist eine der Haupt-erkenntnisse unserer Pre-Evaluationsstudie.

## 5 RESUMEE, LESSONS LEARNED UND AUSBLICK

Trotz stetig sinkender Zahlen jährlicher Verkehrstoter ist und bleibt die Fahrersicherheit ein wichtiges Bedürfnis. Die zunehmende Vernetzung des Autos bietet kurzfristig hauptsächlich Potential, die Unfallprävention mit informierenden Systemen weiter zu verbessern. Abschließend fassen folgende Lessons Learned unsere Erkenntnisse und Einschätzungen zusammen:

- (1) Bis zum Massenmarkteinsatz vollständig autonomer Fahrzeuge wird der Mensch der kritische Faktor in der Unfallprävention bleiben.
- (2) Die Vernetzung des Autos bietet vielfältige Möglichkeiten, den Menschen an den Grenzen seiner Wahrnehmung und Verarbeitungskapazität mit Informationssystemen zu unterstützen.
- (3) Über die bereits bestehende massenhafte Verbreitung des Smartphones, das als Interface zwischen Mensch, Fahrzeug(-netz) und Internet dient, kann die großflächige Vernetzung des Autos bereits heute Realität werden.

- (4) Zur Umsetzung von (3) ist jedoch ein Wechsel des bisherigen Mindset nötig: nicht das Internet muss sich um das Fahrzeug herum entwickeln, vielmehr muss das Fahrzeug Teil des Internets werden, genauer des Internets der Dinge (IoT).
- (5) Das Auto als Teil des IoT profitiert zum einen von Netzwerkeffekten auf Anwenderebene, zum andern von der Masse an Entwicklern und deren Applikationen, von denen sich die besten durchsetzen werden.
- (6) Dass der in (4) angesprochene Wechsel im Mindset bisher nur sehr zaghafte stattfindet, ist darauf zurückzuführen, dass die in (5) angesprochenen Fahrzeug-bezogenen Apps neben ihrem Nutzen- auch ein Risikopotential bergen, denn...
- (7) ... jedes unterstützende System, welches die Aufmerksamkeit des Fahrers beansprucht, lenkt diesen potentiell vom Straßenverkehr ab. Zudem können solche Systeme beim Fahrer Reaktionen auslösen, welche selbst wiederum gefährlich werden können.
- (8) Leitlinien und Gestaltungsprinzipien, die neben reinen Warnungen auch Handlungsempfehlungen in Warnsituationen einbeziehen, könnten für das in (6) und (7) dargestellte Problem Abhilfe verschaffen.

Trotz der genannten Hürden wird das Auto aufgrund des Nutzenpotentials und auch aufgrund der Nachfrage seitens der Autofahrer (GSMA 2012; VisionMobile 2014) unabdingbar zum Teil des IoT. Es gilt also, sich den Herausforderungen gemeinsam zu stellen.

## LITERATUR

**Android (2014).** Sensors Overview; Online (Abruf 04.12.2014) [http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html)

**BMW (2014).** Zu Ihren Diensten. Remote Services.; Online (Abruf (05.12.2014) <http://www.bmw.de/de/topics/faszination-bmw/connecteddrive/services-apps/remote-services.html>

**Bosch (2013).** Presse Information; Bosch baut seine Telematik-Dienstleistungen für intelligentes Flottenmanagement weiter aus; Online (Abruf 04.12.2014) <https://www.bosch-si.com/de/newsroom/news/pressemitteilungen/pressemitteilungen-24320.html>;

**Destatis (2014).** Bestand in den Jahren 1955 bis 2014 nach Fahrzeugklassen; Online (Abruf 08.12.2014); [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Tabellen\\_/Strassenverkehrsunfaelle.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Tabellen_/Strassenverkehrsunfaelle.html)

**ETSI (2014).** CEN and ETSI deliver first set of standards for Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS); Online (Abruf am 04.12.2014) <http://www.etsi.org/news-events/news/753-2014-02-joint-news-cen-and-etsi-deliver-first-set-of-standards-for-cooperative-intelligent-transport-systems-c-its>

**Eysenck, M.; Derakshan, N.; Santos, R.; Calvo, M. (2007).** Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–53.

**Fleisch, E.; Mattern, F. (2005).** Das Internet der Dinge; Berlin Heidelberg; Springer.

**Google (2014).**; Google Play – MyDriveAssist; Online (Abruf am 04.12.2014) <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bosch.mydriveassist>.

**Google (2013).** Google Play – iOnRoad Augmented Driving; Online (Abruf am 04.12.2014) <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.picitup.iOnRoad&hl=de>.

**GSMA (2012).** 2025 Every Car Connected : Forecasting the Growth and Opportunity.

**Hammerschmidt, C. (2014).** Delphi to supply C2X to GM, starting 2016; Online (Abruf am 04.12.2014) [http://www.electronics-eetimes.com/en/delphi-to-supply-c2x-to-gm-starting-2016.html?cmp\\_id=7&news\\_id=222922320](http://www.electronics-eetimes.com/en/delphi-to-supply-c2x-to-gm-starting-2016.html?cmp_id=7&news_id=222922320).

**IDC (2013).** Tablet Shipments Forecast to Top Total PC Shipments in the Fourth Quarter of 2013 and Annually by 2015, According to IDC; Online (Abruf 04.12.2014) <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24314413>.

**IEEE (2012).** Look Ma, No Hands!; Online (Abruf 08.12.2014); [http://www.ieee.org/about/news/2012/5september\\_2\\_2012.html](http://www.ieee.org/about/news/2012/5september_2_2012.html)

**John, B. (2013).** Flottenmanagement: HDI setzt auf Bosch-Telematik; Online (Abruf am 03.12.2014) <http://www.automobilwoche.de/apps/pbcs.dll/article?AID=/20131109/NACHRICHTEN/131109934/hdi-setzt-auf-bosch-telematik#.VH8qd2PxBqQ>.

**Karftfahrt-Bundesamt (2014).** Bestand in den Jahren 1955 bis 2014 nach Fahrzeugklassen; Online (Abruf am 12.12.14); [http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/b\\_fzkl\\_zeitreihe.html?nn=652402](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/b_fzkl_zeitreihe.html?nn=652402)

**Keinan, G. (1987).** Decision making under stress: scanning of alternatives under controllable and uncontrollable threats. *Journal of Personality and Social Psychology*; 52(3), 639–44.

**Klanner, W.; Ambos, R.; Paulus, H.; Hummel, T.; Langwieder, K.; Köster, H.-J. (2004).** Unfallverletzungen in Fahrzeugen mit Airbag. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Fahrzeugtechnik Heft F53*.

**Konrad, A. (2013).** Tesla Now Connects Every Car To Internet Through AT&T Wireless, But It's Not 4G LTE; Online (Abruf am 03.12.2014) <http://www.forbes.com/sites/alexkonrad/2013/10/17/tesla-att-connected-cars/>.

**Lee, J.; McGehee, D.; Brown, T.; Reyes, M. (2002).** Collision Warning Timing, Driver Distraction, and Driver Response to Imminent Rear-End Collisions in a High-Fidelity Driving Simulator. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*; 44(2), 314–334.

**Matthews, G.; Dorn, L.; Hoyes, T.; Davies, D.; Glendon, A.; Taylor, R. (1998).** Driver Stress and Performance on a Driving Simulator. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*; 40(1), 136–149

**Matthews, G.; Sparkes, T.; Bygrave, H. (1996).** Attentional Overload, stress, and simulate Driving Performance. *Human Performance*; 9(1), 77–101.

**Menn, A. (2014).** *App HomeKit*. Apple wird Hausmeister; Online (Abruf am 05.12.2014) <http://www.wiwo.de/technologie/smarthome/app-homekit-apple-wird-hausmeister/10030722.html>.

**Netatmo (2014).** Online (Abruf am 04.12.2014) <https://www.netatmo.com/de-DE/product/community/station>.

**Posner, M.; Cohen, Y.; Choate, L.; Hockey, R.; Maylor, E. (1984).** Sustained concentration: passive filtering or active orienting? In S. Kornblum & J. Requin (Eds.), *Preparatory States and Processes*; 49–65; Erlbaum.

**Schuermans, S.; Vakulenko, M. (2014).** Apps for Connected Cars? Your mileage may vary. VisionMobile Ltd.

**Shapiro, C.; Varian, H. (1999).** Information rules: a strategic guide to the network economy. 1<sup>st</sup> ed., Harvard Business School Press; Boston: MA.

**Waze (2014).** Online (Abruf am 12.12.14) <https://www.waze.com/de>

**Weinberger, M. (2001).** Der Einfluss von Adaptive Cruise Control auf das Fahrerverhalten; Dissertation; Aachen; Shaker Verlag.



## ABLENKUNG DURCH INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME IM FAHRZEUG

*Matthias Kühn, Tina Gehlert, Mark Vollrath, Anja Katharina Huemer, Olivier Pion*

### ZUSAMMENFASSUNG

Die hier beschriebenen Ergebnisse resultieren aus einer durch die Unfallforschung der Versicherer (UDV) beauftragte und begleitete Forschung, die durch den Lehrstuhl für Ingenieur- und Verkehrspsychologie (LIV) und das Institut für Fahrzeugtechnik (IFF) der TU Braunschweig ausgeführt wurde. Die hier dargestellten Ergebnisse sind Auszüge aus dem Forschungsbericht Nr. 26 der Unfallforschung der Versicherer (Vollrath et. al 2014).

Im Pkw wird eine Reihe von Informations- und Kommunikationssystemen (IKS) genutzt. Die Zahl wird mit der Integration des Internets und weiteren Assistenzsystemen in den Pkw weiter steigen. Diese Entwicklung nahm die Unfallforschung der Versicherer zum Anlass, den gegenwärtigen Forschungsstand zur Ablenkungswirkung von IKS im Pkw aufzuarbeiten. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Ingenieur- und Verkehrspsychologie der TU Braunschweig wurde eine Metaanalyse zur Wirkung von Informations- und Kommunikationssystemen auf das Fahrverhalten im Pkw durchgeführt.

Im ersten Schritt wurden derzeit im Pkw verfügbare und häufig genutzte IKS identifiziert. Im zweiten Schritt wurden empirische Studien zur Ablenkungswirkung dieser Systeme gesichtet. Um der schnellen technischen Entwicklung Rechnung zu tragen, wurden nur Studien ab dem Jahr 2011 einbezogen. Insgesamt wurden 56 Studien in die Metaanalyse aufgenommen. Anschließend wurde die Ablenkungswirkung über alle Studien hinweg quantifiziert und statistisch abgesichert.

Die Metaanalyse zeigt folgendes: Die deutlichsten Beeinträchtigungen des Fahrverhaltens finden sich beim Lesen und Schreiben von SMS. Mit etwas geringeren, aber immer noch sehr hohen Werten, folgt die Bedienung des Navigationssystems und des Telefons. Telefonieren selbst, die Suche von Titeln im Musikplayer und das Senden von SMS finden sich im mittleren Bereich. Die Unterhaltung mit dem Beifahrer ist in Bezug auf die negativen Wirkungen mit der Bedienung des Bordcomputers vergleichbar. Sowohl das Einstellen von Sendern am Radio als auch das Empfangen von SMS zeigt relativ wenige signifikant negative Befunde.

### 1 VERFÜGBARKEIT VON IKS

Zunächst wurden auf Basis einer Literaturübersicht verschiedene Arten von IKS und deren Nutzung definiert. Mit Hilfe einer Marktanalyse unter Nutzung von Internetquellen wurde abgeschätzt, wie häufig die einzelnen IKS momentan in Fahrzeugen verfügbar sind. Dabei kristallisierten sich vier Gruppen von IKS heraus, die momentan bezüglich der Verfügbarkeit im Fahrzeug relevant sind: Audiosysteme, Klimatisierung, Bordcomputer und Navigationssysteme. Für diese ließen sich Ausstattungsraten ermitteln, wobei sich folgende Reihung ergab (in Klammern ist der Mittelwert über die verschiedenen Fahrzeugklassen angegeben):

1. Klimatisierung (98%)
2. Audio (93%)
3. Bordcomputer (88%)
4. Navigation (56%)

Auch wenn man die Wünsche der Pkw-Fahrer an die Ausstattung der Fahrzeuge berücksichtigt, bestätigt sich dieses Bild, wobei neben der Einstellung der Klimaanlage noch die Bedienung der elektrischen Fensterheber hinzukommt. Im Audio-Bereich ist neben dem Radio der CD-Player und der MP3-Player zu berücksichtigen. Der Bordcomputer wird nicht eigens als Ausstattungswunsch genannt. Häufiger als die Navigation wird noch eine Freisprecheinrichtung gewünscht, so dass man die obige Liste bezogen auf die Wünsche der Kunden folgendermaßen ergänzen muss (in Klammern jeweils die Prozentsätze der Kundenwünsche):

1. Klimatisierung (81%)
2. Audio, v.a. CD (66%)
3. (Bordcomputer)
4. Freisprecheinrichtung (46%)
5. Navigation (40%)

Interessant ist hier weiter, dass verschiedene Assistenzsysteme beinahe ebenso häufig gewünscht werden wie Navigationssysteme. Hier könnte sich in den nächsten Jahren ein neuer, relevanter Bereich ergeben.

6. Assistenzfunktionen: Bremsassistent (38%), Tempomat (37%), Einparkhilfe (34%), Nachfahrhilfe (17%), ACC (15%), Spurhalteassistent (13%), Elektrische Einparkhilfe mit Kamera (11%) und Head-Up-Display (4%)

Zurzeit ist allerdings nur sehr schwer einzuschätzen, in welchem Umfang diese Systeme aktuell verfügbar sind. Vermutlich nehmen die entsprechenden Häufigkeiten momentan zu, da die Assistenzfunktionen auch in mittleren und kleineren Fahrzeugklassen verstärkt angeboten werden.

## 2 NUTZUNGSHÄUFIGKEIT VON IKS

Informationen über die Nutzungshäufigkeit von IKS lassen sich zum einen aus Veröffentlichungen gewinnen. Hier waren im Rahmen anderer Projekte bereits Literaturanalysen zur Wirkung von Ablenkung durchgeführt worden, die für die vorliegende Fragestellung genutzt werden konnten. In dem ersten Abschnitt werden diese daraufhin analysiert, welche Häufigkeiten der Nutzung von IKS dort zu finden sind. Weiter wurden in Deutschland zwei Befragungsstudien zur Häufigkeit von Ablenkung beim Fahren durch den Lehrstuhl für Ingenieur- und Verkehrspsychologie (LIV) der TU Braunschweig durchgeführt (Fofanova & Vollrath 2012; Huemer & Vollrath 2012). Diese werden im Weiteren als eigene Studien benannt.

Für die am häufigsten angegebenen IKS zeigt Tabelle 1 den Vergleich zwischen Beobachtungs- und Befragungsstudien sowie der beiden deutschen Studien. Zunächst sind die deutlich geringeren Prozentsätze bei den Beobachtungsstudien zu erwähnen, die dadurch bedingt sind, dass bei den Beobachtungsstudien die Dauer der Tätigkeit eine wesentliche Rolle spielt und die Prozentsätze eher als Anteil der Tätigkeit an der Fahrzeit zu interpretieren sind und nicht als Anteil der Fahrer, die diese Tätigkeit während einer Fahrt ausführen. Bei den Befragungsstudien liegen

die Prozentsätze am höchsten, da hier teilweise auch danach gefragt wurde, ob die Tätigkeit überhaupt während des Fahrens durchgeführt wurde, oder recht lange Zeiträume erfragt wurden. Die Befragung in Deutschland mit der Abfrage der Tätigkeiten in der letzten halben Stunde liegt vermutlich deshalb hinsichtlich der Größenordnung in der Mitte.

Tabelle 1: Vergleich der zentralen Ergebnisse der Beobachtungsstudien (Kap. 3.1.1 und 3.1.2 in (Vollrath et. al 2014)), der Befragungsstudien (Kap. 3.1.3 in (Vollrath et. al 2014)) und der eigenen Studie in Deutschland (Kap. 3.2 in (Vollrath et. al 2014)). Dargestellt sind die Prozentsätze von Fahrern, die eine entsprechende Tätigkeit berichten.

	<b>Beobachtung</b>	<b>Deutschland</b>	<b>Befragung</b>
Audio	1,4	33,9	89,0
Telefonieren	3,9	20,0	52,0
SMS		0,6	49,0
Klima	2,1	7,1	
Navi		3,0	34,0

Vergleicht man zunächst die Unterschiede zwischen verschiedenen IKS, so sind die Bedienung von Audiogeräten und das Telefonieren am häufigsten. Bei Beobachtungsstudien sind die Werte für Audio kleiner als für das Telefonieren, während dies für die anderen beiden Datenquellen umgekehrt gilt. Hier spielt die längere Dauer die wesentliche Rolle. Das heißt:

- Das am häufigsten während der Fahrt bediente IKS ist das Audiosystem (Radio, deutlich seltener CD oder externe Player).
- Die längste IKS bezogene Tätigkeit während des Fahrens ist das Telefonieren, wobei die Werte sehr schwanken.

Hinsichtlich des Schreibens von SMS ist die Datenlage unklar. In den vorliegenden Beobachtungsstudien wurde dies nicht beobachtet. Bei Beobachtungen von außerhalb des Fahrzeugs ist es vermutlich nicht möglich, darüber zu entscheiden, ob gerade eine SMS geschrieben oder gelesen wird oder das Handy anderweitig bedient wird. Auch bei reinen Beobachtungen innerhalb des Fahrzeugs könnte dies schwierig sein, wenn die Daten des Handys nicht vorliegen. Die Ergebnisse der deutschen Studie und der Befragungsstudien fallen hier sehr unterschiedlich aus. Kulturelle Unterschiede könnten hier eine Rolle spielen, da viele Studien im ruhigeren Verkehr in Australien und den USA durchgeführt wurden. Allerdings fanden sich auch in der Befragungsstudie der Allianz im deutschsprachigen Raum deutlich höhere Werte (Kubitzky 2011). Da die erste eigene deutsche Studie 2009 durchgeführt wurde, die der Allianz 2011, könnten auch zeitliche Veränderungen des Nutzungsverhaltens eine Rolle spielen. Damit ergibt sich für SMS:

- Schreiben und Lesen von SMS wird möglicherweise ähnlich häufig durchgeführt wie das Telefonieren. Methodisch bedingt fehlen allerdings entsprechende Daten von Beobachtungsstudien. Hier wären weitere Daten dringend notwendig.

Einstellen des Klimas (Temperatur, aber auch Fensterheber) ist eine weitere relevante Gruppe von IKS, für die allerdings keine Informationen aus den Befragungsstudien vorliegen. Hier lässt sich festhalten:

- Das Einstellen des Klimas tritt deutlich seltener auf bzw. ist deutlich kürzer als das Telefonieren. Sie sind seltener als die Bedienung des Audiosystems, dauern aber anscheinend länger, wie der Vergleich der beiden Studientypen zeigt.

Das letzte System, das etwas häufiger während der Fahrt benutzt wird, ist das Navigationssystem. Hier sind die Unterschiede zwischen den Befragungsstudien und der eigenen Studie relativ groß. Auch hier spielt vermutlich die Art der Frage eine große Rolle, da gerade die Nutzung von Navigationsgeräten vermutlich eher bei Fahrten in fremder Umgebung eine Rolle spielt. Deshalb liegen die Anteile von Fahrern, die dies prinzipiell während der Fahrt bedienen, vermutlich deutlich höher als die Anteile der Fahrer, die das Navigationsgerät bei einer konkreten Fahrt nutzen. Eine Aufteilung der Fahrten der eigenen Studie nach Fahrten in fremder bzw. bekannter Umgebung ist allerdings aufgrund der relativ kleinen Stichprobe nicht möglich.

- Die Bedienung des Navigationssystems während der Fahrt spielt vermutlich bei Fahrten in unbekannter Umgebung ebenfalls eine große Rolle.

Berücksichtigt man sowohl die Häufigkeit (Befragungsstudien und eigene Studien) als auch die Dauer der entsprechenden Tätigkeit (Beobachtungsstudien), so ergibt sich damit folgende Reihung der Nutzungshäufigkeit von IKS:

1. Telefonieren (1a Reden, 1b Bedienung)
2. SMS
3. Klima
4. Audio
5. Navigationssystem

### 3 AUSSTATTUNG UND NUTZUNG

Vergleicht man die zusammenfassende Reihung bezüglich der Ausstattungsrate und der Nutzungshäufigkeit, so ergibt sich ein interessanter Unterschied (s. Tabelle 2): Das Telefon wird zum Telefonieren oder für SMS sehr häufig genutzt. Es wird aber nicht so häufig bei der Ausstattung oder dem Ausstattungswunsch genannt. Das ist vermutlich dadurch bedingt, dass es bei der Ausstattung nur in der Variante einer Freisprecheinrichtung auftaucht. Berücksichtigt man, dass vermutlich die meisten Fahrer ein Handy ins Fahrzeug mitbringen, so ist davon auszugehen, dass auch das Handy bezogen auf die Verfügbarkeit an erster Stelle steht.

Tabelle 2: Vergleich der Reihung verschiedener IKS bezüglich der Ausstattungsrate und der Nutzungshäufigkeit.

Ausstattung	Nutzung
Klima	Telefon
Audio	SMS
Bordcomputer	Klima
Telefon	Audio
Navigation	Navigation
Assistenz	

Bei den weiteren Systemen decken sich die Reihenfolge entsprechend der Ausstattungsraten und der Nutzung sehr gut. Das Einstellen des Klimas liegt etwas vor der Bedienung von Audiokomponenten. Danach folgen Navigationssysteme. Die Bedienung des Bordcomputers wurde in den meisten Studien nicht erfasst, so dass eine Aussage über die Nutzungshäufigkeit nur schwer möglich ist. Assistenzsysteme nehmen vermutlich bezogen auf die Verfügbarkeit stetig zu, wurden allerdings ebenfalls bei Studien zur Nutzungshäufigkeit bislang nicht berücksichtigt.

#### 4 METAANALYSE

Die für die Verkehrssicherheit wesentliche Frage ist die der ablenkenden Wirkung von IKS. Prinzipiell sind Fall-Kontroll-Studien für die Beantwortung dieser Frage am besten geeignet, da bei diesen berechnet wird, inwieweit sich das Unfallrisiko bei Beschäftigung mit IKS im Vergleich zu Fahrten ohne IKS erhöht. Damit diese Analyse möglich ist, müssen entsprechende Informationen über die Nutzung von IKS direkt vor dem Unfall und bei unfallfreien Fahrten vorliegen. Gerade nach einem Unfall auf diese Informationen zuzugreifen, ist aber aus mehreren Gründen schwierig bis unmöglich.

Um dennoch eine Gefährlichkeitsbeurteilung vornehmen zu können, werden Fahr-Simulatorstudien durchgeführt, bei denen Probanden in kontrollierten Situationen aufgefordert werden, sich mit bestimmten IKS zu beschäftigen. Dabei wird der Fahrer in der Regel gebeten, sich so stark wie möglich auf die IKS Nutzung zu konzentrieren, ohne dabei die Fahraufgabe zu vernachlässigen. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe oder Kontrollfahrt ohne IKS wird dann bestimmt, wie sich verschiedene Parameter des Fahrverhaltens verändern, von denen man annimmt, dass sie eine sichere Fahrweise beschreiben.

Am Lehrstuhl für Ingenieur- und Verkehrspsychologie war bereits eine Datenbank mit 212 Veröffentlichungen seit 2002 vorhanden, bei denen es um Studien zur Ablenkungswirkung im Fahrzeug geht, wobei allerdings auch andere Ablenkungsarten als IKS erfasst worden waren (z.B. Sprechen mit dem Beifahrer). Auf den Einbezug älterer Studien wurde verzichtet, da sich die technischen Systeme in den letzten Jahren zum Teil erst entwickelt oder stark verändert haben. Im Rahmen des Projekts für die UDV wurde eine zusätzliche Literatursuche durchgeführt, bei der Studien ab 2011 erfasst wurden. Dabei wurde nach dem Stichwort „Driver Distraction“ in Scopus und Google Scholar gesucht, außerdem nach einzelnen IKS. In gefundenen Artikeln wurden zusätzlich die Literaturangaben im Hinblick auf weitere relevante Studien durchsucht. Damit ergaben sich zunächst 437 Veröffentlichungen. Von diesen Studien wurden dann die ausgewählt, die tatsächlich IKS untersucht hatten. Dies ergab eine Ausgangsmenge von 110 Studien.

Diese wurden im nächsten Schritt im Hinblick auf verschiedene Ausschlusskriterien bewertet. Drei Veröffentlichungen wurden ausgeschlossen, da keine Experimente berichtet wurden. In zweien ging es nicht um Ablenkungswirkungen. Fünf weitere berichteten keine Ergebnisse für IKS. 16 Veröffentlichungen stellten weder Fahr- noch Blickparameter dar. 24 Veröffentlichungen hatten keine Kontrollbedingung ohne IKS, sondern verglichen nur unterschiedliche Systeme oder Ausprägungen. Damit lässt sich aber die Ablenkungswirkung nicht beurteilen. In 7 Studien wurden keine statistischen Einzelvergleiche der IKS mit der Baseline berich-

tet. Damit blieben 53 Veröffentlichungen, in denen insgesamt 56 Studien berichtet wurden.

Für jede dieser Studien wurden dann die wesentlichen Informationen extrahiert. Dazu gehören folgende Aspekte:

- Bibliografische Angaben der Studien
- Versuchsplan und Anzahl der Probanden
- Informationen über das verwendete IKS
- Beschreibung der durchgeführten Aktion mit dem IKS
- Messsituation, z.B. Simulator oder Realfahrt
- Abhängige Variablen, d.h. Parameter, mit denen die fahrerische Leistung beschrieben wird
- Statistische Angaben zu den Ergebnissen

#### 4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Bild 1 und Tabelle 3 zeigen die Ergebnisse im Überblick, wobei nach dem Ausmaß von Beeinträchtigungen sortiert wurde.

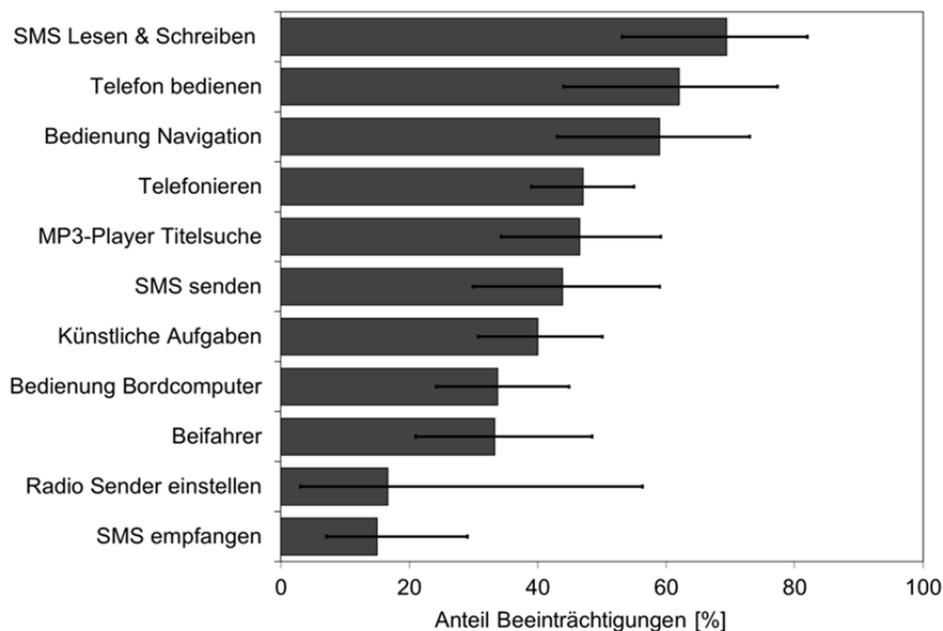


Bild 1: Anteil von Beeinträchtigung bei den verschiedenen IKS und den dort untersuchten Aufgaben. Dargestellt sind die Prozentsätze der signifikanten Beeinträchtigungen mit den entsprechenden 95%-Vertrauensintervallen.

Die deutlichsten Beeinträchtigungen finden sich beim Lesen und Schreiben von SMS. Mit etwas geringeren, aber immer noch sehr hohen Werten folgt die Bedienung von Navigationssystem und Telefon. Telefonieren selbst, die Suche von Titeln im Musikplayer, das Senden von SMS und die untersuchten künstlichen Aufgaben finden sich im mittleren Bereich. Die Unterhaltung mit dem Beifahrer ist, bezogen auf die negativen Wirkungen, ähnlich wie die Bedienung des Bordcompu-

ters. Sowohl das Einstellen von Sendern am Radio als auch das Empfangen von SMS zeigt relativ wenige signifikant negative Befunde.

Diese Ergebnisse sind durch die unterschiedlichen Anforderungen bei den verschiedenen Aufgaben recht gut zu erklären. Beim Lesen und Schreiben von SMS werden sowohl visuelle als auch motorische Komponenten benötigt. Die Aufgabe ist außerdem relativ schlecht unterbrechbar, da längere Sinneinheiten produziert bzw. aufgenommen werden. Deshalb tauchen dort wahrscheinlich relativ lange Blickabwendungen von der Straße auf, wobei außerdem eine hohe kognitive Beanspruchung vorliegt.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse. Dargestellt ist pro Aufgabe der Anteil von signifikant beeinträchtigten Parametern, deren 95%-Vertrauensintervall (Untergrenze, Obergrenze), die Anzahl der Befunde, der beeinträchtigten, verbesserten und nicht signifikanten Befunde.

Geräte / Aufgaben	% beeinträchtigt	Untergrenze	Obergrenze	N Befunde	Beeinträchtigt	besser	n.s.
SMS Lesen & Schreiben gesamt	69	53	82	36	25	9	2
Telefon bedienen	62	44	77	29	18	1	10
Bedienung Navigation	59	43	73	39	23	8	8
Telefonieren	47	39	55	138	65	11	62
MP3-Player Titelsuche	47	34	59	58	27	13	18
SMS senden	44	30	59	41	18	0	23
Künstliche Aufgaben	40	31	50	95	38	4	53
Bedienung Bordcomputer	34	24	45	77	26	10	41
Beifahrer	33	21	48	42	14	2	26
Radio Sender einstellen	17	3	56	6	1	0	5
SMS empfangen	15	7	29	40	6	0	34

Bezüglich der Ressourcen ist die Lage bei der Bedienung von Telefon und Navigationssystem ähnlich. Allerdings sind die Aufgaben kürzer und eher unterbrechbar, außerdem kognitiv einfacher. Beim Telefonieren selbst entfällt die visuelle Komponente weitgehend. Doch scheint die dort auftretende kognitive Ablenkung relativ stark zu sein. Sie ist ähnlich wie die kürzere visuelle Ablenkung bei der Musikauswahl oder dem Senden von SMS. Interessant ist weiter, dass die Bedienung des Bordcomputers in der Regel über Tasten am Lenkrad relativ wenige negative Wirkungen zeigt. Hier spielt wohl einerseits die geringe motorische Ablenkung, andererseits möglicherweise Optimierungsprozesse bei der Entwicklung eine Rolle. Außerdem handelt es sich eher um relativ kurze und wenig beanspruchende Aufgaben.

Zur weiteren Einordnung der Befunde zeigt Bild 2 den Vergleich zur Metaanalyse der Alkoholwirkungen von Schnabel (Schnabel 2011). Die Einstellung des Radiosenders und das Empfangen von SMS liegen dabei im Bereich unter 0,3 Promille und wären als unbedenklich einzustufen. Bei der Bedienung des Bordcomputers

finden sich ähnliche Wirkungen wie bei 0,5 Promille, also der aktuellen Promillengrenze. Das Senden von SMS, die Titelsuche bei Musikplayern und das Telefonieren sind, bezogen auf das Ausmaß der Beeinträchtigung, vergleichbar mit einem Alkoholisierungsgrad von 0,8 Promille. Die Bedienung von Navigationssystem und Telefon und das Schreiben von SMS entsprechen, bezogen auf die signifikanten Befunde, einem Alkoholisierungsgrad von 1,0 Promille.

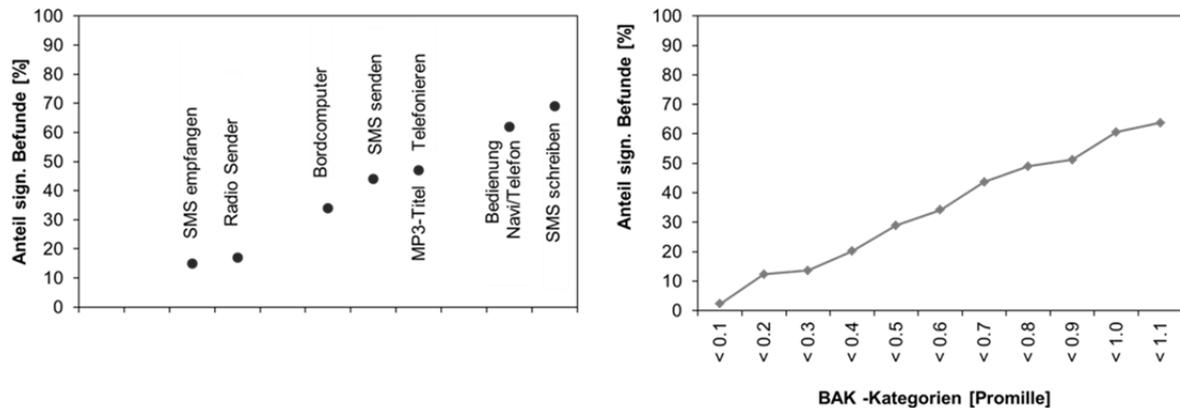


Bild 2: Vergleich der Befunde (links) mit der Metaanalyse zu den Auswirkungen des Alkoholisierungsgrades von Schnabel (rechts, nach (Schnabel 2011))

Bei diesem Vergleich ist allerdings zu beachten:

- Es handelt sich bei den Prozentsätzen um als negativ zu bewertende Veränderungen des Fahrverhaltens. In welcher Relation dies zu dem Unfallrisiko steht, ist unklar.
- Die Probanden waren gebeten worden, sich soweit wie möglich mit Nebenaufgaben zu beschäftigen. Damit ist die Häufigkeit sicherlich deutlich höher als im realen Verkehr. Die Gefahr durch Alkohol ist bei einer realen Fahrt solange vorhanden, wie die Alkoholisierung vorhanden ist. Dies ist bei Nebentätigkeiten nicht der Fall.

Damit ist der Vergleich zum Alkoholisierungsgrad entsprechend vorsichtig zu formulieren. Während man sich mit einem bestimmten IKS beschäftigt, ist die Wirkung vom Ausmaß der Veränderung des Fahrverhaltens am ehesten mit einem bestimmten Alkoholisierungsgrad vergleichbar. Die tatsächliche Gefährlichkeit insgesamt hängt dann aber ganz entscheidend davon ab, wann und wie häufig man sich mit IKS beschäftigt. Solange dies nicht ununterbrochen während der ganzen Fahrt geschieht, ist der Effekt auf die Verkehrssicherheit sicherlich geringer als der Effekt des Alkohols. Sehr deutlich wird damit, wie wichtig eine zuverlässige Schätzung der Häufigkeit der Nutzung von IKS im Verkehr in Deutschland ist.

## 5 LÖSUNGSANSÄTZE UND FAZIT

Mögliche Lösungsansätze zur Vermeidung von Ablenkung können in den folgenden Bereichen liegen:

- Human-Machine-Interface – Optimierung
- Gesetzgeberische Maßnahmen
- Aufklärungsarbeit und Kampagnen
- Technische Maßnahmen wie Fahrerassistenz

Die Unfallforschung der Versicherer zieht aus ihrer Studie folgendes Fazit:

Der gegenwärtige Stand der Forschung zeigt übereinstimmend, dass die Nutzung von Textnachrichten während des Fahrens am stärksten von der eigentlichen Fahraufgabe ablenkt. In Anbetracht der technischen und gesellschaftlichen Entwicklung wird deren Nutzung im Pkw aber vermutlich weiter zunehmen, sei es als SMS, über Nachrichten Apps, soziale Netzwerke o.ä. Allerdings wurden die Fahrer in den bisherigen Studien in der Regel gebeten, sich so stark wie möglich auf die Textnachrichten zu konzentrieren ohne die Fahraufgabe zu vernachlässigen. Unklar ist bisher, ob und wie Fahrer die Nutzung von Textnachrichten oder ggfs. ihr eigenes Fahrverhalten an die aktuelle Verkehrssituation anpassen, um eine Ablenkung und eine mögliche Gefährdung zu reduzieren. Diesen Fragen sollten zukünftige Studien nachgehen.

Die vergleichsweise geringe Ablenkung durch den Bordcomputer und aktuelle Entwicklungen bei der Gestaltung der Eingabemöglichkeiten im Fahrzeug zeigen, dass die Bemühungen der Fahrzeugindustrie um eine benutzerfreundliche Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle erfolgreich sind. Daher ist die Industrie aufgefordert, optimierte Schnittstellen auch für die Einbindung von mobilen Endgeräten in die Fahrzeugoberfläche anzubieten und ggf. die Nutzung von nicht eingebundenen Endgeräten im Fahrzeug durch technische Vorkehrungen zu unterbinden. Im besten Fall gibt eine solche Schnittstelle nur die während des Fahrens unmittelbar relevanten Anwendungen und Informationen frei und ermöglicht eine allgemeine Nutzung nur in unkritischen Verkehrssituationen.

Bei der gegenwärtigen Diskussion um die Automatisierung des Fahrens wird gern hervorgehoben, dass eine solche Funktion die Verkehrssicherheit erhöht u.a. durch eine sichere Nutzung von in die Fahrzeugarchitektur eingebundenen mobilen Endgeräten während der Fahrt. Da das Fahrzeug autonom fährt, kann der Fahrer seine Aufmerksamkeit anderen Tätigkeiten zuwenden, ohne sich und andere zu gefährden. Bis das hoch- oder vollautomatisierte Fahren im Verkehr Alltag wird, sind allerdings noch grundlegende technische und rechtliche Probleme zu lösen. Da diese Fahrzeuge mittel- bis langfristig nur einen geringen Teil der Fahrzeugflotte ausmachen werden und auch mittelfristig nur einen sehr geringen Anteil der Fahrzeit tatsächlich autonom fahren werden (z.B. auf der Autobahn), wird die Nutzung mobiler Endgeräte den Fahrer in der verbleibenden Zeit bzw. in den herkömmlichen Fahrzeugen ebenso von der eigentlichen Fahraufgabe ablenken, wie das der gegenwärtige Forschungsstand verdeutlicht.

**LITERATUR**

**Fofanova, J., Vollrath, M. (2012).** Distraction in older drivers – A face-to-face interview study. *Safety Science*, 50, 502-509.

**Huemer, A., Vollrath, M. (2012).** Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten – Machbarkeitsstudie. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit M225*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

**Kubitzki, J. (2011).** Ablenkung im Straßenverkehr: Die unterschätzte Gefahr. München: Allianz Deutschland AG.

**Schnabel, E. (2011).** Alcohol and driving related performance – A comprehensive metaanalysis focusing the significance of the non-significant. Würzburg: Unveröffentlichte Dissertation.

**Vollrath, M., Huemer, A. K., Nowak, P., Pion, O. (2014).** Ablenkung durch Informations- und Kommunikationssysteme. *Unfallforschung der Versicherer, Forschungsbericht Nr. 26*. Berlin.





## ONLINE - OFFMINDED - ONROAD: OBJEKTIVIERUNG DES POTENZIALS UND RISIKOS FAHRFREMDER TÄTIGKEITEN

*Klaus Bengler*

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Integrationsfähigkeit mobiler Endgeräte und Zusatzinformationen in das Fahrzeug wächst stetig. Allerdings unterliegt diese Integration klaren Anforderungen, die sich beispielsweise aus dem European Statement of Principles (ESOP) seit 2006 ergeben. Insbesondere wird zunehmend unter dem Gesichtspunkt der Fahrerablenkung ein Augenmerk auf die Informationspräsentation, Bedienbarkeit und Interaktion im Zusammenhang mit derartigen Lösungen geachtet.

Mittlerweile liegen zahlreiche experimentelle Ergebnisse vor, die zeigen, dass die Anzeige zusätzlicher Informationen nicht nur visuell ablenkend wirken muss, sondern der Verkehrssicherheit durchaus zuträglich sein kann. Andererseits können auch rein akustische Zusatzinformationen zu nennenswerter kognitiver Beanspruchung führen. Die vergleichbare Quantifizierung von Nutzen und Beanspruchung stellt also eine zunehmende Grundvoraussetzung für die Integration von Zusatzfunktionen dar. Der Beitrag geht auf mögliche Lösungsansätze und deren experimentelle Evaluation im Sinn der Fahrerablenkung ein.

### 1 EINLEITUNG BEING ONLINE – BEING ONROAD

Der Umgang mit digitalen Medien hat sich vor allem in den vergangenen Jahrzehnten signifikant verändert und in allen Lebensbereichen zu einer durchgängigen Nutzung digital vorliegender Information im Gegensatz zu analogen Medien geführt. Das betrifft sowohl die Kommunikation in Social Communities oder via E-Mail anstelle von Fax und Brief als auch unsere veränderten Hörgewohnheiten mittels MP3 und Streamingdiensten, die Datenträger wie Kassette und CD ersetzen. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch verschiedene Faktoren, die sowohl in der technischen Machbarkeit als auch in den attraktiven Kostenmodellen der Betreiber begründet liegen. Aber auch erleichterte Nutzungsbedingungen vor allem an wechselnden Orten, Standorten und auf Reisen motivieren Nutzer zum Wechsel.

Im Zusammenhang mit dem Automobil geht die Entwicklung moderner Navigationssysteme seit Beginn der 90er Jahre mit diesem Trend einher. Flächendeckende Ortungsmöglichkeiten, Speichervolumen von Datenträgern für digitale Karten, die Qualität dieser Karten und vor allem die gesteigerte Rechenleistung haben dieses Fahrerinformationssystem fast zur Standardfunktionalität werden lassen. (Bengler et al. 2012) Ebenso wächst die Integrationsfähigkeit mobiler Endgeräte und Zusatzinformationen in das Fahrzeug stetig. Graf (2012) zeigt sehr systematisch die verschiedenen Integrationstiefen, die von reiner Versorgung mit Energie und Display bis hin zum Import von Content, Funktionalität oder gesamten Menüstrukturen reichen kann. Diese Systematik findet sich auch wieder in den technischen Lösungen, die von verschiedenen Konsortien mittlerweile serientauglich angeboten werden. (Krause 2015).

Aus Sicht der Ergonomie ist dieser Integrationsprozess von Anfang an begleitet von der Frage, wie die mögliche Ablenkung des Fahrers zu bewerten sei und welche Maßnahmen dazu beitragen können, diese im Sinn der Verkehrssicherheit zu minimieren.

Inzwischen liegen zahlreiche experimentelle Ergebnisse vor, die zeigen, dass die Anzeige zusätzlicher Informationen nicht nur visuell ablenkend wirken muss, sondern der Verkehrssicherheit durchaus zuträglich sein kann. Andererseits können auch rein akustische Zusatzinformationen zu nennenswerter kognitiver Beanspruchung führen (Conti et al. 2013; Conti et al. 2013; Merat et al. 2008). Die vergleichbare objektive Quantifizierung von Nutzen und Beanspruchung stellt also eine zunehmende Grundvoraussetzung für die Integration von Zusatzfunktionen dar.

Es ist unumstritten, dass die Interaktion mit Fahrerinformationssystemen (FIS) zu visueller und kognitiver Beanspruchung führt. Allerdings kann die sinnvolle Gestaltung eines FIS zu einer nennenswerten Reduktion von Ablenkung führen, wie der Übergang von der Papierkarte zum Navigationssystem zeigt.

Daher unterliegt die Integration von FIS in das Fahrzeug klaren Anforderungen, die sich beispielsweise aus dem European Statement of Principles (Commission of the European Communities 2006) ergeben. Insbesondere wird zunehmend unter dem Gesichtspunkt der Fahrerablenkung ein Augenmerk auf die Informationspräsentation, Bedienbarkeit und Interaktion im Zusammenhang mit derartigen Lösungen geachtet (Bengler et al. 2012; Stevens 2009). Erwähnenswert ist, dass gerade das ESOP sich an alle „Stakeholder“ richtet, die zur Verkehrssicherheit beitragen können.

So wurden und werden tertiäre Aufgaben immer wieder hinsichtlich ihrer Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit im Fahrzeug sinnvoll hinterfragt. Es ist unbestritten, dass eine Vielzahl von tertiären Funktionen sinnvoll zur Bewältigung der Fahraufgabe beitragen kann und diese Unterstützung durch Fahrerinformationssysteme ihre konsequente Weiterentwicklung in Apps erfährt. Allerdings steht die Entwicklung von Apps, die im Fahrzeug eingesetzt werden können, erst an ihrem Anfang.

Die Vorteile dieser Entwicklung sind erkennbar. Um nur einige zu nennen:

- die Nutzer sind mit manchen Interaktionsprinzipien vertraut, da sie bereits in anderen Kontexten genutzt werden
- die Geschwindigkeit, mit der neue Fahrerinformationssysteme integriert werden können ist gestiegen
- für den Nutzer besteht die Möglichkeit, durch gezielte Auswahl der Apps den Funktionsumfang eines Fahrerinformationssystems auf das Notwendige zu begrenzen

## 2 BEING OFFMINDED

Der Zustand „being online - being onroad“ wird – auch begünstigt durch die zunehmende Automation der Fahraufgabe – also eher zunehmen, darf aber in keinem Fall zu einer Verringerung der Verkehrssicherheit führen. Allerdings ist aber zu berücksichtigen, dass es durch die verteilten Rollen von App-Entwickler, In-

tegrator und Nutzer nicht zu bedenklichen Integrations- und Nutzungsbedingungen kommen darf.

Die geschilderte technische Funktionsentwicklung war begleitet von der Entwicklung und Standardisierung von Absicherungs- und Bewertungsmethoden, welche die verschiedenen Aspekte der Fahrerablenkung und Beanspruchung adressieren.

Der Anfang dieser Entwicklung ist gekennzeichnet davon, dass zum einen Leitlinien für diese Funktionalität formuliert wurden und aufwändige Testmethoden (Fahr Simulator oder Feldversuch) eingesetzt wurden. Entlehnt wurden viele Anforderungen der klassischen Softwareergonomie, fahrzeugspezifische Kriterien kamen hinzu, wie zum Beispiel die Unterbrechbarkeit oder Anforderungen bzgl. der Gestaltung der Eingabelemente (Bengler 2014; Regan et al. 2009). Eine Reihe von so genannten surrogate measures und metrics wurde entwickelt und validiert und dienen als Alternativen zu aufwendigen Versuchsfahrten in Fahr Simulatoren oder Feldversuchen (Breuer et al. 2003). Hier sind zu nennen die Okklusionsmethode (ISO 16673; Baumann et al. 2003), der Lane Change Test (ISO 26022), und die Detection Response Task (Jahn et al. 2005; Conti et al. 2013; Merat et al. 2008). Während bisher die Bewertung motorischer und visueller Beanspruchung im Vordergrund stand (Okklusion, LCT, Blickerfassung), so tritt nun auch ausgelöst durch den zunehmenden Einsatz von Spracheingabe und Sprachausgabe die Bewertung der kognitiven in den Vordergrund (Burns et al. 2010).



Bild 1: Versuchsanordnung Okklusion

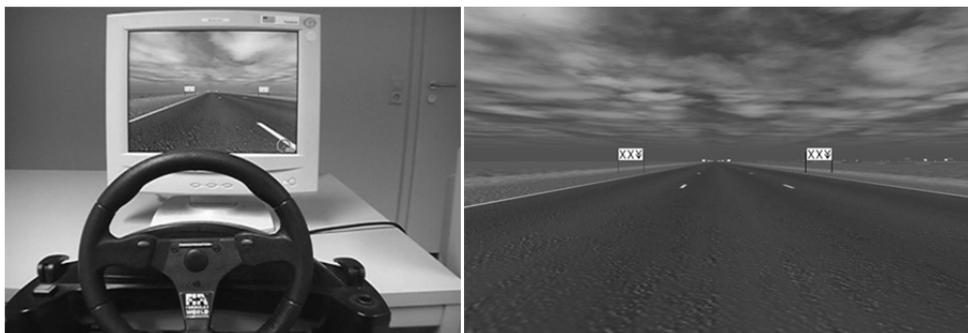


Bild 2: LCT Versuchsanordnung



Bild 3: Proband mit head mounted DRT

Nicht nur Methoden, sondern auch Kriterien und Grenzwerte sind mittlerweile formuliert (AAM 2002; Commission of the European Communities 2006); JAMA 2004). Bisweilen trägt ihre Heterogenität in den verschiedenen Wirtschaftsregionen auch zur Verwirrung bei.

Nun stellt sich die Frage, ob an Apps andere oder weitergehende Anforderungen zu stellen sind als an fahrzeugintegrierte Lösungen. (Heinrich 2012)

An sich nein, da sich die Anforderungen an ein FIS aus der Fahraufgabe und den kognitionspsychologischen Prozessen ihrer Bewältigung ergeben. Implementierungen wie zum Beispiel das System KOLIBRI (Krause & Bengler 2014) zeigen die Anwendbarkeit der Kriterien und Methoden für verschiedene Implementierungen derselben Funktionalität.

Bisher sind also keine zusätzlichen Anforderungen erkennbar, allerdings gewinnen aufgrund der Integrationssituation manche an gesteigerter Bedeutung.

Die Problematik liegt derzeit wohl weniger darin die Anforderungen zu formulieren, als sie mit vertretbarem Aufwand in einem verteilten Entwicklungsprozess zu prüfen. Mit der Beschleunigung eines veränderten Entwicklungsprozesses und der zunehmenden Anzahl an Apps und Funktionen kommt der bisherige Ansatz an seine Grenze und diese nennenswerte Problemstellung erfordert eine Änderung des bisherigen sehr experimentell geprägten Ansatzes. Drei Aspekte sind dafür verantwortlich:

- die schiere Zunahme und Anzahl der Apps, die zu gestalten und zu prüfen sind
- die Erweiterung des Entwicklerkreises über die klassische Gruppe OEM und Zulieferer hinaus
- die Entkopplung der App Entwicklung von der Entwicklung des übrigen Fahrzeugs

### 3 NEUE BEWERTUNGSANSÄTZE

Zunehmend stellt sich auch die Frage, bis zu welchem Grad eine derart große Anzahl von Zufallsexperimenten mit einer enormen Anzahl von Probanden im statistischen Sinn den Anforderungen eines Tests genügen kann. Für die Reliabilität und Objektivität des LCT wurde dies ansatzweise durch Bengler et al. 2010 gezeigt.

Es ist daher sinnvoll, durch ein gestuftes Vorgehen im Verlauf des Entwicklungsprozesses eine möglichst gute Passung zwischen Test und Eigenschaft/Fragestellung zu erreichen und andererseits die Anzahl von Probandentests zu reduzieren und ihre Qualität dadurch zu erhöhen, dass das Interaktionskonzept für den Probandentest bereits in hoher Qualität vorliegt.

Hier kann die Entwicklung HMI nennenswert von einer nicht-experimentelle Bewertung mittelseines validen digitalen Menschmodells (digital human model – DHM) profitieren.

In Anbetracht der Fahrer-Arbeitsplatz können verschiedene ergonomische Dimensionen unterschieden werden, um eine ergonomische Lösung zu kommen. Unter anderem sind dies:

- geometrisches Layout (Erreichbarkeit, Raumangebot, Sichtbarkeit und Lesbarkeit der Zeichen, Relexionen)
- Interaktionsdesign (Bearbeitungsdauer, Konsistenz und Unterbrechbarkeit und visuelle Beanspruchung Interaktion)
- kognitive Aspekte (Intuitivität, Erlernbarkeit und kognitive Beanspruchung der Interaktion)

Mittlerweile sind aber ausreichend viele Erkenntnisse vorhanden, um – wie dies auch die Softwareergonomie getan hat – modellbasiert vorzugehen, um den Grad der „off-mindedness“ zu bestimmen.

Ein Beispiel ist die Verwendung des DHM RAMSIS (Rechnergestütztes Anthropometrisch Mathematisches System Zur Insassen Simulation, d.h. computergestützte anthropometrischen mathematische System für Passagier-Simulation) (Bubb et al. 2006). Die Anwendung im Rahmen des Projektes MUTE ist ein Beispiel dafür, wie durch den Einsatz von RAMSIS-kognitiv die Anforderungen der ISO 15008 modellbasiert geprüft werden können. Ablesbarkeit der Information, Blendungsfreiheit aber auch die Erreichbarkeit des Touchscreens wurden vor einer empirischen Prüfung der Unterbrechbarkeit optimiert. Dies bedeutet, dass Fahrer-Arbeitsplatz-Spezifikationen bezüglich der Informationspräsentation ohne Mock-up bewertet werden können. (Lorenz et al. 2011; Kremser et al. 2011). So kann die Verwendung eines validen Wahrnehmung-Modells analog zu Gore (2010) einen Beitrag dazu leisten aufwändige Sackgassen in der Entwicklung zu vermeiden.

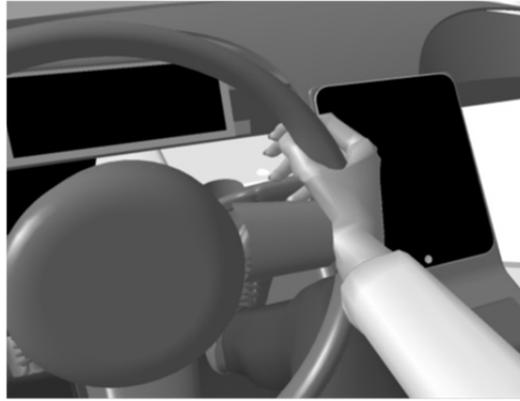


Bild 4: Modellbasierte Prüfung der Sichtbarkeit eines Sekundärdisplays mittels RAMSIS kognitiv (Lorenz et al. 2011)

Die Arbeiten von Kremser (Kremser et al. 2013; Kremser et al. 2014) zielen darauf ab die Beanspruchung durch visu-motorische Interaktionen zu modellieren, die bisher nur durch aufwändige Labor- oder Fahrversuche ermittelt werden.

Bereits in (Bechstedt et al. 2005) wird die Möglichkeit erwähnt, verschiedene Interaktionskonzepte mittels einer GOMS Bewertung analytisch zu vergleichen. Dieser aufgabenanalytische Ansatz von Card et al. (1983) basiert auf Annahmen zur menschlichen Informationsverarbeitung und daraus resultierenden Beanspruchungen sehr stark vereinfacht und verallgemeinert auf der Grundlage experimenteller Daten, die aus der frühen Phase der Mensch-Computer-Interaktion stammen. Krause et al. (2015) greifen diesen Gedanken auf und ermitteln für standardisierte Interaktionsbausteine von FIS Beanspruchungswerte, die in vom Entwickler dazu genutzt werden können, die Gesamtbeanspruchung eines Dialogverlaufs auf Basis der Spezifikation abzuschätzen. Somit würden einem „fahrzeugfernen“ Entwickler zwei Werkzeuge an die Hand gegeben, die dazu genutzt werden könnten in der sehr frühen Phase der Entwicklung grundlegende Eigenschaften abzu prüfen, die nennenswert zur off-mindedness beitragen, da ein hoher Grad an visueller Beanspruchung und aufwändige Gedächtnisprozesse langer Dialogpfade die Gesamtbeanspruchung des Fahrers erhöhen.

Zu diesen modellierbaren Eigenschaften zählen:

- die geschätzte Dauer einer Interaktion
- die Dauer der visuellen Abwendung von der Fahraufgabe in Abhängigkeit der Exzentrizität der Anzeige
- Die Anzahl der mindestens notwendigen Blickzuwendungen
- die Ablesbarkeit der Information

Gerade im Zusammenhang mit online Applikationen stellen diese grundlegenden Anforderungen wichtige Qualitätsmerkmale für eine verkehrssichere Gestaltung dar.

Wie bereits oben erwähnt nimmt der Einsatz von Spracheingabe und Sprachausgabe zu und wird durch mobile Endgeräte und online-Verarbeitung von Sprachdaten im Sinn des natural language understanding begünstigt.

Im Gegensatz zur visuellen Beanspruchung fehlen für diese Form der Interaktion noch nennenswerte Grundlagen um eine Modellierung beispielsweise der Reaktionszeit durch das Abhören von Meldungen vorzunehmen. Daher stellt vor allem die Methode der Detection Response Task derzeit den zentralen Bewertungsansatz für diese Komponente der off-mindedness dar. Umso wichtiger scheint es, Ressourcen für experimentelle Absicherungen dieser Fragestellung und der Absicherung von Gesamtkonzepten zu verwenden.

#### 4 FAZIT

Das generelle Ziel muss es sein, trotz zunehmender online Funktionalität und verändernder Rollenverteilungen in der Funktionsentwicklung keine Zugeständnisse bezüglich der ergonomischen Qualität der HMI von FIS zu machen. Vielmehr müssen die neuen technischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Interaktionsqualität eingesetzt werden.

Nachdem inzwischen ausreichend Erfahrungen zur Interaktion mit FIS vorliegen, sollten diese gesetzmäßigen Zusammenhänge analog zu RAMSIS kognitiv in Modellen implementiert werden, um einer breiteren Community von Entwicklern für eine analytische Absicherung zur Verfügung zu stehen.

Hoffnungsvoll erscheint die Verknüpfung von Einzelbausteinen, um die zu erwartende Ablenkung zu schätzen. Allerdings ist zu beachten, dass von einer rein additiven Verknüpfung ausgeht. Daher könnte diese Methode zu einer konservativen Überschätzung der Fahrerablenkung führen.

Weiterhin ist bekannt, dass die Fahrerablenkung nennenswert durch Lernen reduziert werden kann. Daher ist es mit Sicherheit empfehlenswert verschiedene Skalierungen der Fahrerbelastung (Novize vs. Experte) vorzunehmen.

Die Innovation des Absicherungsprozesses bezüglich der off-mindedness des Fahrers scheint auch deshalb geboten, da die zunehmende Automation der Fahraufgabe eine zunehmende Zuwendung zu fahrfremden Tätigkeiten erlauben könnte und dann zusätzlich auch dieses Nutzungsszenario gestaltet und untersucht werden müsste.

#### LITERATUR

**AAM (2002).** Statement of principles: criteria and verification procedures on driver interactions with advanced in-vehicle information and communication systems

**Baumann, M.; Rösler, D.; Jahn, G.; Krems, J.-F. (2003).** Assessing Driver Distraction using Occlusion Method and Peripheral Detection Task. Proceedings of the Annual Spring Conference of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA). München

**Bechstedt, U.; Bengler, K.; Thüring, M. (2005).** Randbedingungen für die Entwicklung eines idealen Nutzermodells mit Hilfe von GOMS für die Eingabe von alphanumerischen Zeichen im Fahrzeug. 6. Berliner Werkstatt MMS – „Zustandserkennung und Systemgestaltung“

- Bengler, K. (2014).** Driver Distraction. Encyclopedia of Automotive Engineering. 1–8. Published Online: 29 APR 2014. DOI: 10.1002/9781118354179
- Bengler, K.; Bubb, H.; Totzke, I.; Schumann, J.; Flemisch F. (2012).** Automotive. In: Sandl, P. & Stein, M. Information Ergonomics - A theoretical approach and practical experience in transportation. Springer Berlin, Heidelberg
- Bengler, K.; Mattes, S.; Hamm, O.; Hensel, M. (2010).** Lane Change Test: Preliminary Results of a Multi-Laboratory Calibration Study In: Rupp, G.L. (Ed.). Performance Metrics for Assessing Driver Distraction: The Quest for Improved Road Safety. Chpt. 14 (pg. 243-253). SAE International. Warrendale, Pennsylvania.
- Breuer, J.; Bengler, K.; Heinrich, C.; Reichelt, W. (2003).** Development of advanced driver attention metrics (ADAM). In: Strasser, H.; Kluth, K.; Rausch, H.; Bubb, H. (Hrsg.) Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft and the XVII Annual ISOES Conference. Quality of work and products in enterprises of the future, S. 37–40. ergonomia, Stuttgart (2003)
- Bubb, H.; Engstler, F.; Fitzsche, F.; Mergl, C.; Sabbah, O.; Schaefer, P. and Zacher, I. (2006).** The development of RAMSIS in past and future as an example for the cooperation between industry and university. International Journal of Human Factors Modeling and Simulation. Vol. 1, No 1. S. 140-157.
- Burns, P.C.; Bengler, K.; Weir, D.H. (2010).** Driver Metrics, an Overview of User Needs and Uses. In: Rupp, G.L. (Ed.). Performance Metrics for Assessing Driver Distraction: The Quest for Improved Road Safety. Chpt. 1 (pg. 24-30). SAE International. Warrendale, Pennsylvania.
- C. Heinrich (2012).** “Automotive HMI International Standards,” in Proceedings 4th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE '12).
- Card S.K.; Moran T.P.; Newell A. (1983).** The Psychology of Human-Computer Interaction. Hillsdale, N.J.; Lawrence Erlbaum Associates.
- Commission of the European Communities (2006).** Commission Recommendation of 22 December 2006 on safe and efficient in-vehicle information and communication systems: Update of the European Statement of Principles on human machine interface. Brussels, 22.12.2006.
- Conti, A.S.; Dlugosch, C.; Schwarz, F.; Bengler, K. (2013).** Driving and Speaking: Evaluations by the Head-Mounted Detection Response Task. Proceedings of the Seventh International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design
- Conti, A.S.; Dlugosch, C.; Vilimek, R.; Keinath, A.; Bengler, K. (2012).** An Assessment of Cognitive Workload using Detection Response Tasks. Proceedings 4th Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) International Conference, San Francisco, U.S.; July 2012.
- Gore, B.F. (2010).** Man-machine Integration Design and Analysis System (MIDAS) v5: Augmentations, Motivations, and Directions for Aeronautics Applications. Prodeedings 1st HMAT - Human Modelling in Assisted Transportation. Belgirate.
- Graf, S. (2012).** Integration mobiler Endgeräte in Fahrerinformationssysteme durch Such-Interaktion. Dissertation TU-München.

**ISO 15008.** Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Specifications and compliance procedures for in-vehicle visual presentation

**ISO 16673.** Road vehicles — Ergonomic aspects of transport information and control systems —Occlusion method to assess visual demand due to the use of in-vehicle systems

**ISO 26022.** Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems – Simulated lane change test to assess in-vehicle secondary task demand.

**Jahn, G.; Oehme, A.; Krems, J.; & Gelau, C. (2005).** Peripheral detection as a workload measure in driving: Effects of traffic complexity and route guidance system use in a driving study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8, 255–275.

**JAMA (2004).** Japan Automobile Manufacturers Association), Guideline for In-vehicle Display Systems

**Krause, M.; & Bengler, K. (2014).** KOLIBRI – Ampelassistentz für die Landstraße auf einem Smartphone. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 3/2014, ISSN 0044-3654, S. 135-141

**Krause, M.; Conti, A.; Henning, M.; Seubert, C.; Heinrich C.; Bengler, K.; Herzigel C.; Glaser, D. (2015).** App Analytics: Evaluating the Distraction Potential of In-Vehicle Device Apps. eingereicht für AHFE 2015. 3rd International Conference on Human Factors in Transportation.

**Kremser, F.; Gebhart M.; Stecher M. and Bengler K. (2013).** The influence of a driving task on movement times of goal directed hand-arm movements, Second International Digital Human Modeling Symposium, Ann Arbor, USA

**Kremser, F.; Pietsch, R.; Wilden, W.; Lienkamp, M.; Bengler, K. (2011).** Anthropometrische Innenraumauslegung eines Elektrofahrzeugs der Subcompact-Klasse. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.) Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess, Bericht zum 57. Arbeitswissenschaftlichen Frühjahrskongress vom 23.-25. März an der Technischen Universität Chemnitz, S. 239 – 242. GfA-Press, Dortmund (2011)

**Kremser, F.; Stecher M.; Zimmermann A.; Bengler K. (2014).** Einfluss einer Fahraufgabe auf die Bewegungsdauer zielgerichteter Hand-Arm-Bewegungen, In: *Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft - 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*, Hrsg.: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.; GfA-Press, Dortmund 2014, ISBN 978-3-936804-17-1, S. 64-66

**Lorenz, D.; Remlinger, W.; Kremser, F.; Matz, S.; Bubb, H.; Bengler, K. (2011).** Sichtauslegung eines kompakten Elektrofahrzeugs mit RAMSIS kognitiv. 2. Automobiltechnisches Kolloquium, Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik, Speichertechnik. VDI-Berichte. VDI Verlag, Düsseldorf (2011)

**Merat, N. and Jamson, A.H. (2008).** The Effect of Stimulus Modality on Signal Detection: Implications for Assessing the Safety of In-Vehicle Technology. *Human Factors*, Vol. 50, No. 1, pp. 145–158.

**Regan, M.A.; Lee, J.D.; Young K. (2009).** Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation. Taylor & Francis, London

**Stevens, A. (2009).** European approaches to principles, codes, guidelines, and checklists for in-vehicle HMI in *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation* (eds M.A. Regan, J.D. Lee and K. Young), Taylor & Francis, London, pp. 90–103.





## „ALWAYS ONLINE“ BEIM FAHREN - MIT ASSISTENZ UND AUTOMATISIERUNG SICHERER?

*Hermann Winner, Christian Vey*

### ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von der Annahme, dass „Always online“ und eine sichere Ausführung der primären Fahraufgabe einen Zielkonflikt bilden, wird auf Basis bekannter Assistenzfunktionen und extrapolierter (Teil-)Automatisierung aufgezeigt und analysiert, wie die beiden Forderungen zusammengeführt werden können.

Hierfür wird als erstes die Blickablenkung vom Verkehrsgeschehen und als zweites die mentale Abwesenheit vom Geschehen betrachtet, die als Folgen der Nutzung von „Always online“-Diensten im Fahrzeug entstehen können. Basierend auf den Folgen werden mögliche Gegen- und Kompensationsmaßnahmen vorgestellt, die entweder die Aufmerksamkeit des abgelenkten Fahrers auf die primäre Fahraufgabe richten oder die Fahrzeugführung (zumindest temporär) durch technische Systeme übernehmen. Während im ersten Fall durch Hinweise und Warnungen eine Reaktion des Fahrers adressiert wird, wird im zweiten Fall die Abwesenheit durch ausführende Assistenz und (Teil-)Automatisierung, ohne eine Reaktion durch den Fahrer, kompensiert.

Der dritte Teil des Beitrages diskutiert die Fragestellung, inwieweit sich durch Assistenz und (Teil-)Automatisierung das Nutzerverhalten ändern könnte. Basierend auf einem verstärkten Sicherheitsgefühl durch eine zusätzliche Rückfallebene, besteht die Möglichkeit einer Rückwirkung auf das Fahrerverhalten, in Form einer verstärkten Verlagerung der Aufmerksamkeit vom Verkehrsgeschehen hin zu den „Always online“-Diensten.

Die grundsätzliche hypothetische Darstellung wird abgeschlossen mit der Frage, wie die Gewissheit über diese (Un-)Sicherheitswirkung der Assistenz und Automatisierung hergestellt werden könnte. Insbesondere wird dabei der Punkt adressiert, ob und wie sich die Effekte messen lassen.

### 1 EINLEITUNG

Durch Innovationen und Weiterentwicklungen auf dem Sektor der mobilen Endgeräte (z.B. Smartphone) ist eine permanente ortsunabhängige Nutzung von Online- und Kommunikationsdiensten zur Selbstverständlichkeit geworden. 2014 haben 63% aller privaten deutschen Internetnutzer zusätzlich auf mobile Informations- und Kommunikationsmittel (IKT) zurückgegriffen. Dies entspricht einem Zuwachs von 12% gegenüber dem Jahr 2013 (Statistisches Bundesamt, 2015).

Der temporäre Verzicht auf die Nutzung der Onlinedienste ist für viele unkomfortabel. White et al. (2010) zeigen in ihrer Studie auf, dass 70 % der Smartphonebesitzer dieses auch während der Aufgabe der Fahrzeugführung benutzen. Die Hauptanwendungsfälle sind hierbei eingehende bzw. ausgehende Anrufe, gefolgt von Lesen bzw. Schreiben von Textnachrichten. Die Beeinträchtigung wird speziell bei letzterem Anwendungsfall als besonders kritisch gesehen (Vollrath et al., 2014), da sowohl die Anzeigeconzepte als auch die Bedienconzepte von Smart-

phones nicht den Normen EN ISO 15005 bis EN ISO 15008 für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) im Fahrzeug entsprechen.

Im Hinblick auf die Nutzung von Online-Diensten ist die Gestaltung der MMS besonders wichtig, da Anwendungen wie das Bearbeiten von E-Mails oder „Surfen“ im Internet stark von Textinhalten geprägt sind. Interaktive Darstellungen wie Video-Streams sind auf Grund einer schlechten Unterbrechbarkeit als noch kritischer zu betrachten. Das Ablenkungspotenzial, das Online-Beschäftigung in sich birgt, ist gegenüber etablierter Anwendungen von Infotainment-Systemen als hoch einzuschätzen (Pfleging et al., 2012).

Das vernetzte Fahrzeug stellt eine potenzielle Möglichkeit dar, den Bedürfnissen der Kunden bei der Nutzung der gewohnten Online-Dienste nachzukommen. Daten werden zwischen dem Fahrzeug und der Umwelt über das Internet ausgetauscht. Die Sende- bzw. Empfangseinheit wird hierbei entweder direkt über das Fahrzeug realisiert oder über die Kopplung eines mobilen Endgeräts (z.B. Smartphone). Hiermit wird sichergestellt, dass die Interaktion zwischen Fahrer und Fahrzeug ausschließlich über die fahrzeuginternen MMS durchgeführt wird, die nach entsprechenden Standards ausgelegt sind (MBtech, 2011).

Aktuelle Lösungen sind bereits auf dem Markt vorhanden. Unter den Begriffen wie "Audi Connect", "Connected Drive" (BMW) und "Command online" (Mercedes-Benz) bieten diese Systeme Navigationsdienste wie Parkplatzfinder, Nachrichten und Informationsdienste, Multimedienetze insbesondere zum Musikstreaming sowie Kommunikations- und Organisationsdienste für Nachrichten, E-Mail und soziale Netzwerke, entsprechend der Klassifikation von Wolf et al. (2012).

Im Vergleich zu dem heutigen Einsatzspektrum von Smartphones sind die Nutzungsmöglichkeiten der fahrzeugimmanenten Systeme noch sehr eingeschränkt und bieten somit ein großes Potenzial zur Erweiterung. Ob diese bisherige Zurückhaltung aufrechterhalten wird oder nicht, ist schwer vorherzusagen. Die Erfahrung zeigt aber, dass es auf Dauer nicht gelingt, anderweitig geschätzte Beschäftigungen aus dem Auto herauszuhalten, so dass die Ablenkung vom Fahrgeschehen zunehmen könnte. Auch wenn die verschiedenen Dienste unterschiedliche Charakteristika der Nutzung und damit auch der Ablenkung besitzen, werden sie für die folgenden Betrachtungen pauschalisiert als Online-Beschäftigung bezeichnet und die damit einhergehende Ablenkung als Online-Ablenkung.

## **2 ABLENKUNG VOM FAHRGESCHEHEN**

Zur Beschreibung des potenziellen Risikos der Nutzung von Online-Diensten während der Fahrt wird die Fehlerklassifikation von Graab et al. (2008) herangezogen. Hierbei wird die Ausprägung der Ablenkung innerhalb der einzelnen Phasen der Fahraufgabe aufgezeigt.

Ursachen für Unfälle, die auf menschlichem Fehlverhalten basieren, können bedingt durch die komplexen Anforderungen bei der Aufgabe der Fahrzeugführung sehr vielfältig sein. Mögliche Fehlerquellen liegen in der Informationsaufnahme und -verarbeitung, der Handlungsplanung sowie in der Ausführung. Basierend auf dem für die Fahraufgabe adaptierten Fehlerklassifikationsmodell von Zimmer, hat Graab et al. (2008) eine Anpassung des Klassifikationssystems, auf Grund von

realen Unfalldaten, vorgenommen. Die Unfallursache wird hierbei in fünf Kategorien aufgeteilt. Diese beschreiben die unterschiedlichen Aufgaben und Tätigkeiten die bei der Fahrzeugführung sequentiell durchzuführen sind.

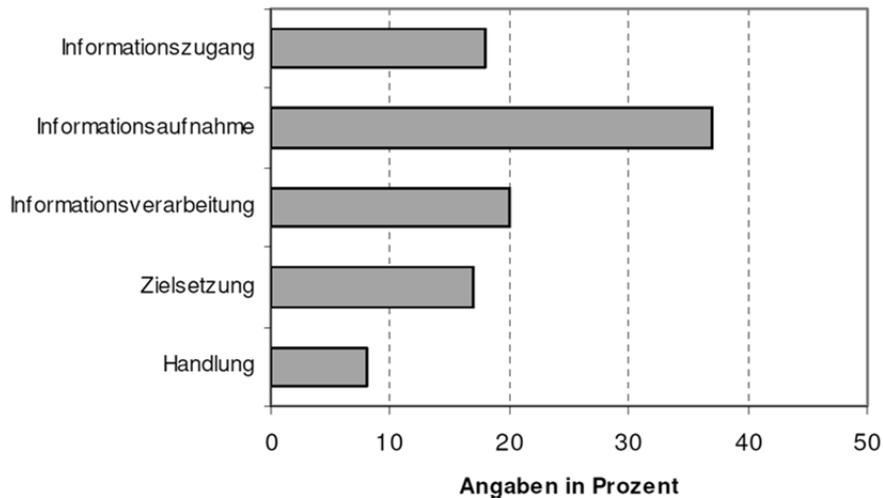


Bild 12: Ergebnis der Fehlerklassifikation nach Graab et al. (2008)

Innerhalb der untersuchten Unfalldaten ist die **Informationsaufnahme** mit 37% die häufigste Unfallursache. Der **Informationszugang** mit 18%, die **Informationsverarbeitung** mit 20% sowie die **Zielsetzung** mit 17 % befinden sich auf einem ähnlichen Niveau. Die geringste Häufigkeit weist die **Handlung** mit 8% auf. Basierend auf der vorgestellten Fehlerklassifikation lässt sich das Risiko der Nutzung von Online-Diensten während der Fahrt den einzelnen Kategorien zuordnen.

Die Kategorie des **Informationszugangs** bezieht sich auf die Frage, ob der Fahrer die relevanten Informationen objektiv erkennen kann. Wird ein mobiles Endgerät im Sichtbereich des Fahrers verwendet, kann eine Verdeckung der relevanten Informationen im Verkehrsgeschehen auftreten, z.B. bei der Nutzung einer Smartphonehalterung an der Frontscheibe. Durch die vorgestellten im Fahrzeug integrierten Systemlösungen kann dieses Risiko vermieden werden.

Für die am häufigsten auftretende Kategorie der **Informationsaufnahme** sind Unfälle relevant, die auf Grund einer Störung in der Phase der Wahrnehmung entstehen, unabhängig von Sichteinschränkungen. Bei der Nutzung von Online-Diensten ist die Interaktion zwischen Fahrer und MMS notwendig. Durch die Blickabwendung weg vom Fahrgeschehen, hin zu der MMS, können dem Fahrer relevanten Informationen der Verkehrssituation entgehen, die für die Aufgabe der sicheren Fahrzeugführung notwendig sind. Gerade im Hinblick auf die große Vielfalt an Nutzungsmöglichkeiten von Online-Diensten kann die Blickabwendungsdauer und -häufigkeit stark variieren. Somit wird die Informationsaufnahme, die bereits zum Zeitpunkt der Studie die auffälligste Kategorie darstellt, zusätzlich belastet.

Innerhalb der **Informationsverarbeitung** wird analysiert, ob die wahrgenommene Information situationsbedingt richtig interpretiert wird. Hierbei ist die Einschätzung des Zustands des eigenen Fahrzeugs (z.B. Lateral - und Querdynamik) sowie die Einschätzung der anderen Verkehrsteilnehmer relevant. Durch die Nutzung von Online-Diensten und die damit verbundenen bewusste Abwendung vom Fahrgeschehen, kann die Einschätzung der Verkehrsteilnehmer und des eigenen Fahrzeugzustandes beeinträchtigt werden, da die Intensität der Überwachung verringert wird.

Die **Zielsetzung** erfasst Situationen, die keine vom Fahrer der Situation angepasste Intention zur Gefahrenabwehr aufweisen. Durch Online-Beschäftigung tritt neben der aufgeführten Blickabwendung vom Fahrgeschehen noch eine zusätzliche mentale Belastung auf. Durch die ablenkenden Faktoren können die Auswirkungen von möglichen Fahrmanövern falsch eingeschätzt und somit falsche Fahralternativen gewählt werden.

Fehler der **Handlung** können zum einen auf eingeschränkte Motorik zurückzuführen sein, wenn z. B. nur einhändig gelenkt wird. Zum anderen kann durch zu geringe Konzentration auf das Manöver oder Ungeübtheit die Regelung versagen. Online-Beschäftigung kann durch anderweitige Nutzung der Hand oder durch zu geringe Konzentration auf das Manöver beide Fehlerarten verursachen.

Online-Beschäftigung kann auf allen Ebenen der Fahrfunktion zu Fehlern führen. Manche lassen sich einfach vermeiden, wie die Sichtverdeckung oder die handfreie Bedienung. Die mentale Beanspruchung der Online-Beschäftigung und die nicht sichtbaren Einschränkungen daraus sind nur schwer zu adressieren, zumal die mentale Ablenkung nicht exklusiv für die Online-Beschäftigung gilt, sondern auch für Gespräche mit Beifahrern oder ablenkendem Nachdenken über berufliche oder private Themen.

### 3 MASSNAHMEN

Zur Vermeidung der im vorherigen Abschnitt aufgezählten Probleme werden nachfolgend Maßnahmen abgeleitet, die Online-Ablenkung als Unfallursache unterbinden sollen. Zunächst werden Maßnahmen diskutiert, die die Online-Beschäftigung als solches möglichst weit zurückdrängen, in gewisser Weise die Ursache bekämpfen (Gegenmaßnahmen). Anschließend werden Maßnahmen vorgestellt, die das Potenzial besitzen, die mit der Online-Beschäftigung auftretenden Fahrdefizite zu kompensieren und womöglich eine sichere Online-Beschäftigung zulassen (Kompensationsmaßnahmen).

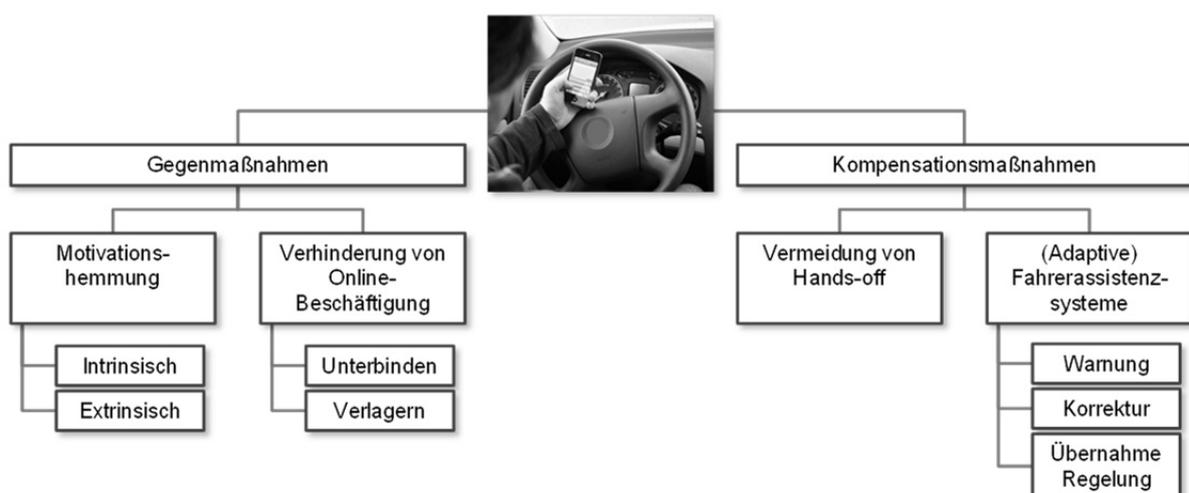


Bild 13: Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlern durch Online-Beschäftigung

### 3.1 Gegenmaßnahmen

Um die Online-Beschäftigung zu verhindern, kann an der Motivation oder an der (technischen) Möglichkeit angesetzt werden.

#### 3.1.1 *Motivationshemmung*

Da die Möglichkeit, die Motivation für Online-Beschäftigung grundsätzlich zu beseitigen, nicht real besteht, gilt es entgegenwirkende Motivationen heranzuziehen. Dazu könnte eine konkurrierende Motivation dienen, die weniger Nebenwirkung hat, und dem Fahrer die Motivation zur Online-Beschäftigung gar nicht erst entstehen lässt. Gibt es die? Noch besser wäre es, die Freude und/oder die Auslastung beim Fahren wären so hoch, dass für Online-Beschäftigung kein Wunsch aufkommt. Das Motorradfahren kommt diesem Ansatz schon näher als das Pkw-Fahren, stellt aber trotz dieser Vorteile aus Sicherheitsgründen keine Alternative dar. Auch das „Cabrio-Genussfahren“ über kurvigen Landstraßen kann bestenfalls für sehr kurze Fahrtanteile eine Kompensation sein.

Da für die oben genannte Motivationskonkurrenz kaum realistisches Potenzial zu finden ist, verbleiben hier noch so genannte Demotivationsmaßnahmen, also Maßnahmen, die Motivation durch „Gegengewichte“ absenken. Diese können intrinsischer oder extrinsischer Natur sein.

Intrinsisch wäre ideal: Allein aus Einsicht der Fahrer heraus wird die Online-Beschäftigung unterlassen. Das Risikobewusstsein wäre so hoch ausgeprägt, dass die mit der Online-Beschäftigung verbundene Unfallangst den „gefühlten“ Nutzen dieser Beschäftigung übersteigt und dies grundsätzlich für alle Phasen des Fahrens. Es ist nicht auszuschließen, dass es eine Fahrergruppe gibt, die so konsequent auf die Fahrsicherheit achtet. Doch wie kann ein solch hohes Angstniveau aufgebaut werden? Personen, die tagtäglich mit Unfällen zu tun haben, erhalten oft genug Rückkopplung von diesem Risiko und können diese Gefahr „fühlen“. Aber wie lässt sich die große Mehrheit erreichen? Bis 2005 gab es mit dem „7. Sinn“ eine regelmäßige Verkehrserziehung im Fernsehen. Würde es sie heute noch geben, hätte sie sich des Themas bestimmt angenommen. Doch würde die „Online-Generation“ sie überhaupt sehen? Da müssten eher schon „coole“ YouTube®-Angebote produziert werden, ein Unterfangen mit stark gegenläufigen Anforderungen, wenn nicht unmöglich. Ein subtiler Weg wäre es, die Kanäle zu verwenden, die ansonsten die Motivation für die Online-Beschäftigung hochhalten, sei es über Appelle an Werte („Gutmensch“, Vernunft, Ehrgefühl, Fairness, ...) oder sei es über Vermittlung eines schlechten Gewissens (z.B.: „Du bist heute 50 min mit Online-Ablenkung gefahren. In dieser Zeit fanden XYZ Unfälle wegen Online-Ablenkung statt. Heute warst Du wohl noch nicht dabei.“). Für Konsolen- oder Computer-Spieler bieten sich natürlich Trainingskurse an, in denen Fahrsimulation mit Online-Beschäftigung verbunden wird. Auch wenn die Autoren zweifeln, dass mit den genannten Maßnahmen zur intrinsischen Demotivation das Problem in größerem Maße zu beseitigen ist, sollte dieser Weg nicht vergessen werden, da er doch unserem Kultur- und Rechtsverständnis am nächsten kommt.

Wie in fast allen Lebensbereichen, in denen die Einsicht allein nicht ausreicht, werden extrinsische Demotivationen eingesetzt. Dazu gehören vor allem die mit Strafe belegten Verstöße gegenüber der gesetzlichen Regelung, die zu Verwarngungs- und Bußgeld, zu Fahrverbot sowie in schweren Fällen sogar zu Gefängnisstrafen führen. Damit diese effektiv wirken können, müssen sie als Drohung

präsent sein. Zum einen muss die Höhe der Strafe<sup>5</sup> so hoch sein, dass sie nicht mit „eingepreist“ werden kann wie so manches „Parkknöllchen“. Zum anderen muss die Verfolgung und die damit verbundene Entdeckungsrate der Missstände auch so hoch sein, dass sie den „Sündern“ eine tagtägliche Entdeckungsgefahr vermittelt. Ob dies mit vertretbaren Mitteln erfolgen kann, wird an dieser Stelle offengelassen. Auf jeden Fall ist eine vorherige Aufwand-Nutzen-Betrachtung angeraten, damit nicht an anderen Stellen noch wichtigere Ressourcen der Verkehrsüberwachung entzogen werden. Überwachungsmaßnahmen sind für eine liberale Gesellschaft niemals unproblematisch, und wenn sie erforderlich erscheinen, sollten sie sich auf die Schwerpunkte konzentrieren.

### 3.1.2 *Verhinderung von Online-Beschäftigung*

Da es den Autoren als völlig unrealistisch erscheint, das Telefonieren mit Freisprecheinrichtung als traditionelle Online-Beschäftigung technisch zu unterbinden, wird kurz beschrieben, ob andere Online-Beschäftigungen technisch unterbunden werden können. Natürlich könnte technisch festgestellt werden, ob gerade gefahren wird und somit z. B. Texting nur zugelassen wird, wenn eine bestimmte Geschwindigkeit unterschritten wird. Dies allein reicht aber nicht aus, da ansonsten auch für Mitfahrer die legitime Nutzungsmöglichkeit genommen wird. Integriert im Fahrzeug könnte natürlich eine Sitzbelegungserkennung hier ausschließen, dass es sich um Beifahrer handeln kann. Allerdings wird sich schnell eine Umgehungsmöglichkeit ergeben, sei es auf Softwareseite oder sei es auf Benutzerseite (Sitzbelegung simulieren). Die Vergangenheit hat gezeigt, dass nicht akzeptierte Maßregelungen sehr erfolgreich Umgehungslösungen produzieren. Im Unterschied zum Kraftfahrzeug mit seinen Zulassungsregeln ist im Bereich der Online-Geräte das Smartphone ein Schlüsselement aus einer funktional nicht kontrollierten Welt. Wir würden vermutlich heute noch dafür eintreten, dass Navigationsgeräte nur im Stillstand bedient werden dürften (wie es verhaltensrechtlich geregelt ist). Aber dann hätten die mobilen Geräte einfach einen Funktionsvorteil. Wenn diese dann während der Fahrt bedient werden, ist dies mit höherem Risiko verbunden als wenn die fahrzeugimmanente Systeme verwendet würden. Die Verhinderung könnte erfolgreicher sein, wenn sie nicht nur verhindert, sondern einen Ausgleich für die Nichtnutzungsmöglichkeit schafft. Bei Stadtverkehr mit häufigem Stillstand könnte eine Verlagerung der Nutzung in Stillstandszeiten hinein noch akzeptiert werden, wobei die heutige Bindung an den Motorstillstand nach der Straßenverkehrsordnung (StVO) § 23 Absatz 1a (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2013) ihren Sinn verlieren würde, da moderne Fahrzeuge den Motor schon bei kurzen Stillstandszeiten abschalten. Ansonsten bleibt nur ein intelligentes Fahrerressourcenmanagement, das die Verkehrslage durch Umfeldsensorik daraufhin prüft, ob eine Ablenkung durch Online-Beschäftigung toleriert werden könnte. Neben rechtlichen Problemen, die ein solches Filter mit sich bringen würde, wäre der damit verbundene technische Aufwand sehr hoch, der für diesen Zweck allein unverhältnismäßig hoch wäre.

---

<sup>5</sup> In D 60 € und 1 Punkt im Verkehrszentralregister in Flensburg für Mobilfunknutzung ohne Freisprecheinrichtung (**Kraftfahrt-Bundesamt, 2014**)

### 3.2 Kompensationsmaßnahmen

Auch wenn sich die Zahlen der Unfallverursachungen durch Online-Ablenkung häufen, ist die Wahrscheinlichkeit, dass durch eine einzelne Online-Ablenkung ein Unfall verursacht wird, sehr niedrig, da dazu auch „unglückliche“ Begleitumstände erforderlich sind, die wiederum glücklicherweise sehr selten sind. Daher stellt sich die Frage, ob nicht mit technischen Maßnahmen die durch Ablenkung verringerte Sicherheit kompensiert werden kann. Die in Abschnitt 2 herangezogene Unfallwirkkette soll auch für die Diskussion möglicher Kompensationsmaßnahmen verwendet werden.

#### 3.2.1 Vermeidung der Fehler bei der Handlungsausführung

Die Freisprecheinrichtung hat neben den Vorteilen einer besseren Akustik und einem höherem Komfort in erster Linie die Funktion, die Hände auch beim Telefonieren für die Fahraufgabe zurückzugeben. Die Blockade einer Hand ist offensichtlich und somit ein zentraler Baustein für die Argumentationskette, dass die Sicherheit beeinträchtigt sein muss, wenn nicht beide Hände zu Verfügung stehen. Die in Studien festgestellten Unterschiede zwischen „händischem“ Telefonieren und dem mit Freisprecheinrichtung können diese Trennung nicht recht motivieren. Vermutlich ähnlich verhält es sich mit der Bedienung der Geräte, sofern die Hände dafür verwendet werden. Ob eine Sprachbedienung wirklich besser abschneidet? Die Hand am Gerät erlaubt aber im Gegensatz zum Freisprechtelefonieren oder der Sprachsteuerung eine gute Erkennbarkeit von Verbotsübertretungen für die Verfolgung. Ob die „Rückgabe“ der zweiten Hand für das Fahren tatsächlich die Sicherheit verbessert hat, ist eher umstritten.

#### 3.2.2 (Adaptive) Fahrerassistenz

Sind keine Blockaden von zur Handlungsausführung benötigten Körperteilen zu befürchten, verbleiben die mentalen Blockaden als potenzielle Unfallursachen. Wie verändert sich das Risiko, wenn das Fahrzeug mit Fahrerassistenzsystemen ausgerüstet ist? Eine quantitative Antwort darauf zu geben, wird nicht gelingen, s. Abschnitt 4.2. Aber welche Assistenzansätze durchaus Potenzial versprechen, wird im Folgenden gezeigt.

##### 3.2.2.1 Warnsysteme

###### Frontkollisionswarnung

Diese alarmiert den Fahrer, wenn eine Kollision mit einem vorausfahrenden Fahrzeug droht. Eine Auslegung auf zur Kollisionsvermeidung ausreichendem Abstand inkl. einer benötigten Reaktionszeit steht der bei höheren Relativgeschwindigkeiten gegebenen seitlichen Ausweichmöglichkeit gegenüber, und ergibt das so genannte Warndilemma (Winner, 2012). Die Kompromissauslegung bezieht sich dann eher auf das zeitliche Minimum der beiden Möglichkeiten. Damit bleibt das Problem für den Fall, dass das seitliche Ausweichen keine sichere Option ist, so dass der Warnabstand nicht mehr reicht, um die Kollision zu vermeiden. Für einen aufmerksamen Fahrer ist die Entscheidungsfindung (Ausweichen oder Bremsen) schnell durchgeführt, so dass mit kurzer Reaktionszeit zu rechnen ist und unverzüglich mit der Verzögerung – unterstützt durch den Bremsassistenten – begonnen wird. Bei einem stark abgelenkten Fahrer sind zwei Szenarien denkbar: 1. Er reagiert auf die Warnung reflexartig mit Bremsen und ist vergleichbar schnell wie

der aufmerksame Fahrer, übersieht dabei aber potenzielle Ausweichmöglichkeiten.

2. Er bemüht sich, die Situation zu analysieren und benötigt sehr viel mehr Zeit als ein aufmerksamer Fahrer, um mit der Aktion zu beginnen, so dass die Möglichkeiten für sowohl ein gefahrloses Ausweichen als auch ein kollisionsvermeidendes Bremsen stark reduziert werden. Daher wäre eine Adaption der Warnschwelle an den Aufmerksamkeits- oder Ablenkungszustand eine konsequente Maßnahme, so dass in Situationen, in denen diese Assistenz hilft, die Wirkung für Abgelenkte nicht verschlechtert wird. Allerdings ist dazu ein verlässliches Maß zu bilden, das den Ablenkungszustand abbildet. Eine Fahrerbeobachtung per Kamera, eine Bewertung der Lenk- und Abstandskorrekturen und, wenn möglich, der aktuellen mentalen Belastung könnten Indikatoren für dieses Maß sein. Bei Onboard-Systemen kann allein die Nutzung von bestimmten Diensten Hinweis genug sein. Die mit der Warnschwellenverschiebung höhere Gefahr von Falsch-Warnungen wird vermutlich nicht kritisch. Zum einen wird bei Ablenkung eher zurückhaltend gefahren, so dass die typischen Falsch-Warnungs-Situationen eher gemieden werden, und zum anderen wird die Akzeptanz gegenüber Falsch-Warnungen höher sein, da diese u.U. nicht so empfunden werden, weil die geringe Aufmerksamkeit des Fahrers keine Messung von falsch oder richtig zulässt, oder damit sogar Sicherheit suggeriert wird („Das System passt auf mich auf“).

#### Fahrstreifenverlassenswarnung

Ein anderer Ablenkungsfehler betrifft das seitliche „Auswandern“ des Fahrzeugs aus dem Fahrstreifen. Diese Funktion ist für aufmerksame Fahrer irrelevant, da die technische Leistungsfähigkeit der Fahrstreifenerkennung nicht über die des Menschen hinausgeht (anders als der Erfassung radialer Messgrößen wie Abstand, Relativgeschwindigkeit und –beschleunigung, bei denen insbesondere aktive Sensoren wie Radar oder Lidar große Vorteile gegenüber dem Menschen besitzen). Das heißt, die heutige Auslegung ist schon für unaufmerksame Fahrer geschaffen, so dass eine Adaptivität hinsichtlich einer Online-Ablenkung nicht sinnvoll erscheint. Heutige Systeme werden nur in einem oberen Geschwindigkeitsband ab etwa 60 km/h eingesetzt, so dass eine Verfügbarkeit in der Stadt nicht gegeben ist.

#### Fahrstreifenwechselassistentz

Während von einem Totwinkelwarner ein nur geringer Nutzen zur Kompensation von Ablenkung zu erwarten ist, kann ein nach hinten schauendes System (etwa 60 m Reichweite) erhebliche Unterstützung bieten, da nun der Fahrer die Situation ohne längere Beobachtungszeit im Seitenspiegel beurteilen kann. Eine Adaption auf die Ablenkung erscheint auch hier nicht sinnvoll. Die Information und Warnung wird bei heutigen Systemen erst bei höheren Fahrgeschwindigkeiten ( $\approx 60$  km/h) aktiviert, so dass diese Funktion in der Stadt keine Hilfe ist.

Zusammenfassend bieten die heute bekannten Warnsysteme einiges an Potenzial, die negativen Auswirkungen des Aufmerksamkeitsverlustes zu reduzieren. Bei der Frontkollisionswarnung sollte die Warnschwelle bei Online-Beschäftigung verändert werden (in Richtung früheres Warnen). Bei der Fahrstreifenverlassenswarnung besteht die große Schwachstelle der sehr „dezenten“ Information über die Verfügbarkeit, so dass ein abgelenkter Fahrer mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht registriert, wenn die Funktion, z. B. wegen schwer erkennbarer Fahrstreifen, nicht mehr zur Verfügung steht. Warnsysteme für den Einsatz in Kreuzungen sind

nicht erhältlich. Vermutlich wäre die Vorfahrtserkennung mit Warnung vor Vorfahrtsverletzung eine wertvolle Kompensationsmaßnahme gegen Kreuzungsunfälle. Während hochaktuelle Karten und eine fahrstreifengenaue Lokalisierung diese für statische Vorfahrtregelungen leisten könnte, ist eine zuverlässige Lichtsignalerkennung noch eine technologische Herausforderung für die Zukunft. Insbesondere ist die Verfügbarkeit der Warnsysteme eher für Landstraße und Autobahn ausgelegt, so dass mit Ausnahme der Frontkollisionswarnung keine durchgängige Nutzungsmöglichkeit gegeben ist.

#### 3.2.2.2 Korrigierende Systeme

Korrigierende Fahrerassistenz greift in die Fahrdynamik ein, wenn ein potenziell kritischer Zustand erreicht wird. Für die Querdynamik sind zwei Ausprägungen bekannt: eine mit Lenkmomentüberlagerung und eine mit Bremsgiermoment-erzeugung. Bei ersterer wird bei Annäherung oder Überschreiten der Fahrstreifenmarkierung und nicht betätigtem Fahrtrichtungsanzeiger ein zur Fahrstreifenmitte gerichtetes Moment beaufschlagt, das zeitlich oder örtlich begrenzt wirkt. Mit dem Bremsingriff auf der gegenüberliegenden Seite kann ein Fahrzeug ebenfalls in den Fahrstreifen zurückgezogen werden. Dieser nicht mehr als komfortabel zu bezeichnende Eingriff wird allerdings erst ausgelöst, wenn das Überschreiten einer durchgezogenen Fahrstreifenmarkierung vorliegt oder bei unterbrochener Fahrstreifenmarkierung eine Gegenverkehrskollision droht.

Für die Längsdynamik kommt ein korrigierender Eingriff nur als vorgelagerter Teil der Eingriffskette von Notbremssystemen vor. Hier sorgt er sowohl für eine dringliche Bremsaufforderung an den Fahrer als auch eine Verlängerung der Reaktionsreserve. Im Zusammenhang mit dem Thema der Kompensation der durch Online-Beschäftigung bedingten Ablenkung können auch korrigierende Eingriffe ein positives Potenzial zugebilligt werden. Eine Schwellenanpassung bei erkannter Ablenkung erscheint nicht sinnvoll, da die Aktionen auf die Vermeidung von Gefahr ausgelegt sind, unabhängig vom Aufmerksamkeitszustand.

#### 3.2.2.3 Permanent regelnde Systeme

Während die beiden oben genannten Assistenzklassen eher eine Einhüllende für das manuelle Fahren darstellen, ist bei aktivierter Längs- und Querdynamikautomatisierung der Fahrer nicht als „Regler“, sondern als Überwacher und Korrektor gefragt. Somit ändert sich der Aufmerksamkeitsbedarf an den Fahrer. Statt ein bis zweimal pro Sekunde eine Vorgabe für Längs- und Querführung zu ermitteln und an die Stellteile weiterzuleiten, reicht die Plausibilisierung, ob die aktuelle Regelung die Anforderungen erfüllt. Nach Aufbau eines stabilen mentalen Modells zur Regelung und einer guten Ankopplung der Regleraktion an den Fahrer lässt sich für eine längere Zeit präzisieren, welches Systemverhalten zu erwarten ist. Für die Längsregelung ist die Fahrer-Sensierung des Beschleunigungsverhaltens von Bedeutung, für die Querregelung die des Lenkradmoments. Beide Signale sind zum einen sehr direkt mit dem jeweiligen Reglerausgang des Systems verbunden und zum anderen erfolgt erst über eine zweifache Integration die Zustandsveränderung für den Platzbedarf, so dass Änderungen sich über die genannten Größen früh ankündigen, unabhängig davon, welche Ursache dafür verantwortlich ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass die haptische oder kinästhetische Ankopplung an die Automatisierung auch parallel zu anderen Sinneskanälen läuft und durch heute bekannte Online-Beschäftigungen nicht beeinträchtigt wird (sofern nicht beide Hände zur Online-Beschäftigung verwendet werden). Während heutige FullSpeedRange-

ACC-Systeme eine Online-Beschäftigung flankierende Funktionsweise recht gut erfüllen können, bleibt bei der Spurhaltung der schon oben genannte dezente Hinweis der Nichtverfügbarkeit, wegen fehlender eindeutiger Fahrstreifeninformation oder Verlassen des Betriebsbereichs, eine große Schwachstelle. Das Folgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs, auch in Querrichtung, erhöht die Verfügbarkeit einer plausiblen Regelung, ist aber problematisch, wenn dadurch Fahrstreifenwechsel ausgelöst werden, die inhärent mit größeren Anforderungen für die Fahrzeugführung aufwarten und heute von technischen Systemen nicht sicher genug beherrscht werden.

Gäbe es die „Schwachstelle“ der zu dezenten Information über die Funktionsverfügbarkeit der Querregelung nicht, könnte heute die These aufgestellt werden, dass mit permanent regelnden Funktionen schon heute eine bessere Basis für Online-Beschäftigung vorhanden wäre. Ergänzend dazu könnten die regelnden Funktionen adaptiv auf den Ablenkungsgrad hin ausgelegt werden, z.B. eine größere Zeitlücke und eine engere Fahrstreifenführung bei höherem Ablenkungsgrad.

## **4 NUTZERVERHALTEN**

Die im Vorhinein diskutierten Einsatzmöglichkeiten von Fahrerassistenzsystemen und deren Eignung als Kompensationsmaßnahmen von Online-Beschäftigung während der Fahrt, zeigen aus fahrzeugtechnischer Sicht das Potenzial einer Sicherheitswirkung auf. Zur Beurteilung der realen Sicherheitswirkung ist allerdings das Gesamtsystem "Fahrer-Fahrzeug-Umwelt" zu betrachten. Hierfür werden im Folgenden die Fragestellungen diskutiert, inwieweit sich durch Assistenz und (Teil-)Automatisierung das Nutzerverhalten ändern könnte und an Hand welcher Größen diese Effekte messbar gemacht werden können.

### **4.1 Veränderung**

Mit dem Begriff der Risikoadaption wird die Verhaltensanpassung von Fahrern beschrieben, die auf Grund eines subjektiv wahrgenommenen Sicherheitsgewinns z.B. durch die Einführung eines Fahrerassistenzsystems, einen Anstieg der Risikobereitschaft aufweisen. Pfafferot et al. (1991) zeigen auf, dass zur Bewertung der Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen in eine primäre und eine sekundäre Wirkungsebene zu unterscheiden ist (Bild 14).

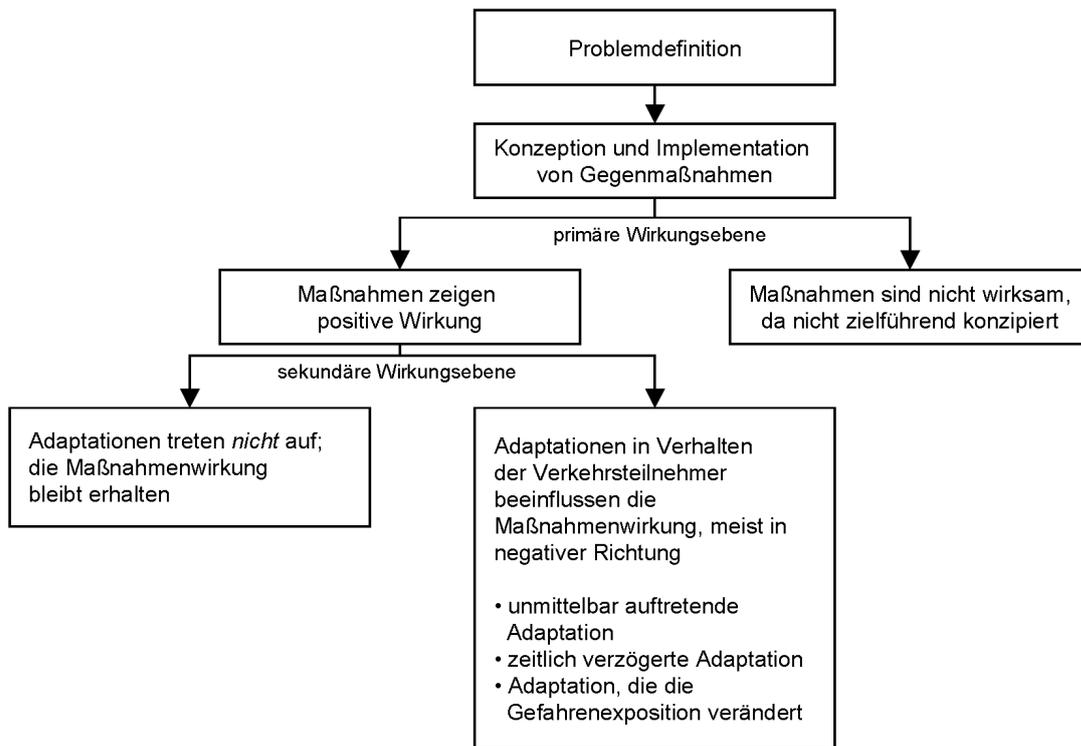


Bild 14: Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen (Pffferot et al., 1991)

Die primäre Wirkungsebene bewertet rein objektiv den Zugewinn an Sicherheit, der bei der Einführung der Maßnahmen entsteht. Für nicht zielführend konzipierte Systeme besteht die Möglichkeit, dass die Maßnahme keine Wirkung zeigt. Die sekundäre Wirkungsweise beschreibt den Einfluss auf die Verhaltensweise des Nutzers. Hierbei wird eine Fallunterscheidung getroffen, ob eine Adaption stattfindet oder nicht. Im Fall der Adaption wird diese hinsichtlich des zeitlichen Auftretens (unmittelbar oder zeitlich verzögert) bzw. der Gefahrenexposition bewertet.

Im Hinblick auf die primäre Wirkungsweise wurden bereits im Abschnitt 3.2.2 Potenziale adaptiver Fahrerassistenzsysteme dargestellt. Die Anpassung des Warnzeitpunkts einer Frontkollisionswarnung zeigt einen möglichen Anwendungsfall auf. Hierbei wird in Abhängigkeit der Aufmerksamkeit die Warnschwelle angepasst. Aus der Perspektive des Nutzers kann dieses System als zusätzliche Rückfallebene gesehen werden, die permanent aufpasst und somit Sicherheit suggeriert. Eine mögliche Folge ist eine verstärkte Verlagerung der Ressourcen zur Online-Beschäftigung. Bei dieser Verhaltensanpassung innerhalb der sekundären Wirkungsebene tritt eine erhöhte Entkopplung von der Fahraufgabe auf und führt dazu, dass das Situationsbewusstsein negativ beeinflusst wird.

Oftmals ist aber die Ursache-Wirkungskette unklar. Natürlich verschlechtert eine gesteigerte Online-Beschäftigung die Sicherheitswirkung von Fahrerassistenzsystemen. Andererseits könnte aber das gesteigerte Bedürfnis nach Online-Beschäftigung dazu führen, dass Fahrerassistenzsysteme stärker nachgefragt werden, womit in Summe die Sicherheit wieder steigen könnte.

#### 4.2 Messmöglichkeiten

Die Bewertung des von der Online-Beschäftigung ausgehenden Risikos erweist sich schnell als „harte Nuss“. Zunächst steht die Online-Beschäftigung unter „Generalverdacht“, die diese - egal wie ausgeführt – von dem Ideal des sicheren Fah-

rens abweicht, dass sich nämlich der Fahrer mit uneingeschränkter Aufmerksamkeit und Motorik dem Fahren widmet. In anspruchsvollen Fahrsituationen wird dies zumeist auch der Fall sein, z. B. beim ersten Mal in einem neuen Ort oder in ungewohnten Situationen. Mit zunehmender Gewöhnung verlagern sich die Handlungen vom wissensbasierten zum regelbasierten und von dort weiter zum fertigkeitbasierten Niveau gemäß dem Rasmussen-Modell (Rasmussen, 1983). Auf diese Weise nimmt die mentale Beanspruchung durch die Fahraufgabe stark ab. Wurde vorher noch die volle Aufmerksamkeit benötigt, so kann die Fahraufgabe nun mit viel geringerer Beanspruchung und trotzdem höherer Qualität „abgespult“ (Reichardt, 1996) werden. Mit dieser so gewonnenen ungenutzten Reservekapazität stellt sich ein Dilemma ein: Eine Anpassung der Kapazität an das notwendige Maß ist kaum vom Übergang in den Sekundenschlaf abzuhalten. Also müssen andere Stimuli die Kapazität hochhalten: der Fahrer sucht mentale Nebenbeschäftigungen. Das kann das Radiohören sein, das Gespräch mit Beifahrern sowie Nach- oder Vordenken bis hin zum Tagträumen. Welcher Anteil für das Fahren bereitgehalten wird, ist kaum messbar. Allein die Einschränkung der motorischen Kapazität lässt sich klar ausmachen. Wenn zwei Hände an der Lenkung sein sollten, aber nicht da sind, wird ein Defizit offenbar. Wenn nun eine Hand nicht nur vom Lenkrad entfernt ist, was durchaus für Handlungen wie Schalten und Radioverstellen akzeptiert wird, sondern bei der Bedienung von einer nicht zur Fahrt benötigten Funktion, wird grundsätzlich unterstellt, dass die damit einhergehende mentale Beanspruchung eine Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit darstellt (und somit auch zu ahnden sind).

Probandenstudien versuchen auf Basis von Abweichungen der gefahrenen Trajektorien die Qualität der Fahrzeugführung messbar zu machen (relativ zwischen verschiedenen System- und oder Ablenkungsvarianten (Wierwille et al., 1981)). Aber als Sicherheitsmaß ist dies erst bei erheblicher Abweichung von der Hüllkurvenschar sicheren Fahrens aussagekräftig. In Fahrsimulatoren lassen sich Szenarien mit definierten anspruchsvollen Situationen als Test-Cases gefahrlos generieren. Nur hat das wenig mit der üblichen Online-Ablenkungssituation zu tun, die sich größtenteils in bekannter Umgebung darstellt. Die Aussagekraft hängt stark von dem gewählten Test-Case ab und lässt bestenfalls ordinalskalierte Aussagen zu.

Feldbeobachtungen bieten die realistischste, jedoch auch aufwändigste Messmöglichkeit des Risikos, das von Online-Beschäftigung ausgeht. Aber selbst Naturalistic Driving Studies und Field Operational Tests „sammeln“ eine nur geringe Zahl an verwertbaren Ereignissen. Bei etwa 2,4 Mio. registrierten Unfällen in Deutschland bei einer Fahrleistung von 724 Mrd. km ereignet sich „nur“ alle 340000 km ein Unfall. Für eine statistisch aussagekräftige Unfallanalyse sind selbst 100 Unfälle kaum ausreichend, aber mit zugehörige Strecke von 34 Mio. km sehr aufwändig. Erschwerend ist mit nur 60 Unfällen zu rechnen, bei denen der Fahrer des Beobachtungsfahrzeugs Hauptverursacher wäre. Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von 15000 km/a entspräche die Strecke einer Nutzungsdauer von mehr als 2200 Fahrzeugjahren.

Als letztes bleibt die Unfallforschung. Zwar lassen sich damit realistische Unfallzahlen inkl. der Schwere erheben, allerdings liegen keine gesicherten Informationen über die Ablenkungsursachen vor, da diese ex-post indiziert werden müssen. Die Aussagen der unfallverursachenden Personen nach dem Unfall werden sicherlich nicht mit unbelasteter Ehrlichkeit getätigt. Da können vermutlich nur mit Gegenüberstellungen zu anderen belastenden Indizien, wenn überhaupt, selbstbelastende Geständnisse abgerungen werden. Diese Indizien sind z.B. im Smart-

phone offene, nicht fertiggeschriebene Mails oder kürzlich abgeschickte, mit Zeitstempel versehene Botschaften. Das bedeutet, dass nur „die Spitze des Eisbergs“ zutage treten wird. Aber offensichtlich führt ja schon diese zur Besorgnis. Nur sollte das Auftreten dieser Fälle nicht automatisch zur Aussage führen, dass diese Art der Beschäftigung per se gefährlich sei. Zunächst sagt sie aus, dass Online-Ablenkung als Unfallursache vorhanden ist. Auf welche Online-Beschäftigungsdauer sich die Unfallrate bezieht, lässt sich mangels Kenntnisse darüber nicht sagen. Auf die Spitze getrieben: wenn zu 100% der Fahrtzeit alle Fahrer sich mit Online-Beschäftigung befassen, trotzdem nur halb so viele Unfälle verursachen, so würde obige Auswertung beklagen, dass Online-Ablenkung die Ursache für alle Unfälle ist und wohl nicht die Online-Beschäftigung als Ursache für die Halbierung der Unfallzahlen sehen. Erst wenn nachgewiesen werden kann, dass die Online-Ablenkungs-Gruppe wirklich mehr Unfälle verursacht als in der gleichen Zeit ohne wird diese Ursache unzweifelhaft zum Problem.

Leider lassen sich keine Daten erheben, die das Risiko der Online-Beschäftigung quantitativ beschreiben. Es lassen sich auf verschiedenen Ebenen Indizien erheben, die aber nicht in der Lage sind, die Frage nach der Gefährlichkeit von Online-Beschäftigungen zu beantworten. Genauso wenig wird ein potenzieller Effekt von Gegenmaßnahmen zu erheben sein.

## 5 FAZIT

Online-Beschäftigung beim Autofahren besitzt inhärent die Gefahr der Ablenkung. Diese kann zu einer Gefahr im Fahrgeschehen werden, wie mit Unfallwirkketten plausibel argumentiert werden kann. Fahrerassistenzsysteme können die von der Online-Ablenkung ausgehende Gefährdung reduzieren, insbesondere wenn die Systeme auf die Ablenkung hin adaptiert werden. In wie weit eine wegen falschen Sicherheitsgefühls erhöhte Nutzung diesen Vorteil kompensiert, bleibt offen. Insgesamt ist die Nachweisbarkeit der von Online-Beschäftigung ausgehenden Gefahr sehr schwierig, weshalb ein Gefühl des Unbehagens für jede Aussage eintritt, sei es mit der Aussage, der Entwicklung einfach stattzugeben, oder sei mit dem Bemühen, dieser entgegenzutreten. Somit bleibt auch die Empfehlung der Autoren, Online-Nutzung mit dem Einsatz von Fahrerassistenzsystemen zu koppeln, letztlich eine „gefühlte“ Aussage.

## LITERATUR

**Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2013).** Straßenverkehrs-Ordnung, S. 13.

**Graab, B.; Donner, E.; Chiellino, U.; Hoppe, M. (2008).** Analyse von Verkehrsunfällen hinsichtlich unterschiedlicher Fahrerpopulationen und daraus ableitbarer Ergebnisse für die Entwicklung adaptiver Fahrerassistenzsysteme.

**Kraftfahrt-Bundesamt (2014).** Punktekatalog - Sonstige Pflichten von Fahrzeugführenden, Stand 01.05.2014, Flensburg  
[http://www.kba.de/DE/Fahreignungs\\_Bewertungssystem/Punktekatalog/sonst\\_pflicht\\_fz\\_fuehrenden\\_246.html?nn=651720](http://www.kba.de/DE/Fahreignungs_Bewertungssystem/Punktekatalog/sonst_pflicht_fz_fuehrenden_246.html?nn=651720)

**MBtech Consulting GmbH (2011).** Trendanalyse: Vernetztes Fahrzeug 2015 - Die wichtigsten Trends und Herausforderungen in der Fahrzeugtelematik, Sindelfingen.

**Pfafferott, I., Huguenin, D. (1991).** Adaptation nach Einführung von Sicherheitsmaßnahmen – Ergebnisse und Schlußfolgerungen aus einer OECD-Studie. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, S. 71-83.

**Pfleging, B.; Kern, D.; Döring, T.; Schmidt, A. (2012).** Reducing non-primary task distraction in cars through multi-modal interaction. In: it-Information Technology Methoden und innovative Anwendungen der Informatik und Informationstechnik, Heft Nr. 4, S. 179–187.

**Rasmussen, J. (1983).** Skills, Rules and Knowledge; Signals, Signs and Symbols and other Distinctions in Human Performance Models. IEEE Trans. in: Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC 13, No. 3 (1983), S. 257–266.

**Reichardt, D. (1996).** Kontinuierliche Verhaltenssteuerung eines autonomen Fahrzeugs in dynamischer Umgebung, Kaiserslautern.

**Statistisches Bundesamt (2015).** Wirtschaftsrechnungen - Private Haushalte in der Informationsgesellschaft - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien, Wiesbaden.

**Vollrath, M., Huemer, A. K., Nowak, P., Pion, O., (2014).** Ablenkung durch Informations- und Kommunikationssysteme. Unfallforschung der Versicherer - Forschungsbericht Nr. 26, Berlin.

**White, K.; Hyde, M.; Walsh, S.; Watson, B. (2010).** Mobile phone use while driving: An investigation of the beliefs influencing drivers' hands-free and hand-held mobile phone use. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, S. 9-20.

**Wierwille, W., Muto, W. (1981).** Significant changes in driver-vehicle response measures for extended duration simulated driving tasks. In: First european annual conference on human decision making and manual control, Delft.

**Winner, H. (2012).** Frontkollisionsschutzsysteme. In: Winner, H.; Hakuli, S.; Wolf, G. (Hrsg.): Handbuch Fahrerassistenzsysteme, Wiesbaden: Vieweg & Teubner, S 522- 542.

**Wolf, A.; Benlian, A.; Hess, T. (2012).** Nutzen digitaler Mehrwertdienste im Automobil; In: Mattfeld, D.; Robra-Bissantz, S. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012 - Tagungsband der MKWI 2012, Braunschweig.





## KUNDENERWARTUNGEN AN DIE INTEGRATION MOBILER ENDGERÄTE IM FAHRZEUG

*Johannes Heichel, Frank Wolf, Michael Schreiber, Stefan Lessmann*

### ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wird die Ermittlung der Kundenerwartung an die Integration mobiler Endgeräte und die Nutzung digitaler Dienste im Fahrzeug dargestellt. Beginnend mit der Identifizierung von Kundenbedürfnissen in Marktforschungsstudien, über die Definition von Produkthanforderungen zusammen mit potenziellen Kunden, bis hin zur Systemintegration in einen Prototypen, werden die einzelnen Schritte aufgezeigt und diskutiert.

Es werden Ergebnisse aus einer Megatrendanalyse (insbesondere der Megatrends „Smart and Connected Cities“ sowie „Connected and Digital Lifestyles“) dargestellt, die Aufzeigen in welchem Umfeld sich das Fahrzeug von morgen bewegen wird. Darüber hinaus wird das Marktforschungskonzept und ausgewählte Ergebnisse einer „IT Usage Studie“ gezeigt, die als Grundlage für die Gestaltung des Hyundai Connectivity Cars verwendet wurden, dass im Jahr 2013 auf dem Automobilsalon in Genf präsentiert wurde. Am Beispiel dieses Konzeptfahrzeuges wird die systematische Definition und Implementierung neuer Systeme und Anwendungen bei Hyundai aufgezeigt. Neben der Darstellung der Systeme und Anwendungen, die im Konzeptfahrzeug implementiert sind, wird ebenfalls der Zielkonflikt zwischen notwendigen Sicherheitsstrategien für die Nutzung mobiler Endgeräte im Fahrzeug und den Bedürfnissen der Kunden aufgezeigt.

### 1 EINLEITUNG

Die Integration von mobilen Endgeräten und deren Serviceleistungen in das Fahrzeug wird in den kommenden Jahren die Automobilentwicklung entscheidend beeinflussen. Die Entwickler müssen dem steigenden Bedürfnis der Kunden nach Informationen, Sozialen Netzwerken und Vernetzung, mit neuen Systemen und Anwendungen, entgegentreten.

Zentrales Element für die erfolgreiche Implementierung von mobilen Diensten und Endgeräten ist das Fokussieren auf die wichtigsten Kundenbedürfnisse, Zielgruppen sowie relevante Sicherheitsaspekte. Insbesondere in der digitalen Welt geben kleine Gruppen (z.B. das Post Moderne Milieu, siehe Kapitel 2.2 Qualitative Marktforschung) den Weg für die Zukunft vor. Andere Kundengruppen folgen diesen Trendsettern in der Regel und sorgen damit für eine weitreichende Marktdurchdringung. Auf Basis dieser Einschätzung ist die im Folgenden dargestellte Megatrendanalyse und Marktforschung durchgeführt worden.

## 2 ANSÄTZE ZUR ERMITTLUNG VON KUNDENBEDÜRFNISSEN (AUSGEWÄHLTE BEISPIELE)

Kundenbedürfnisse können mit verschiedenen Verfahren erhoben und analysiert werden. In diesem Kapitel werden zwei Methoden aus der HMETC Toolbox vorgestellt, die einen unterschiedlichen Zeithorizont abbilden. Die Automotive Megatrends und deren Implikationen zeigen überwiegend langfristige Entwicklungen auf einem abstrakten Niveau. Damit wird eine Prädiktion der Kundenbedürfnisse in die weitere Zukunft (>10 Jahre) ermöglicht. Für die Gegenwart und die nahe Zukunft wird ein mehrstufiger qualitativer Marktforschungsansatz verwendet, der insbesondere auf die Rekrutierung der richtigen Probanden (Digital Natives) und einem mehrstufigem Workshop-Konzept basiert in dem die Anforderung an die Integration von mobilen Endgeräten und deren Anwendungen (z.B. Apps), gemeinsam mit den zukünftigen Nutzern generiert werden.

### 2.1 Ableiten von Implikationen aus Automotive Megatrends

#### 2.1.1 Methodik Megatrends

Megatrends sind wirkungsmächtige Einflussgrößen für Märkte und Zukunft. Sie können als langfristige und übergreifende Transformationsprozesse verstanden werden. Ausgehend von quantitativ messbaren Indikatoren der Gegenwart können Megatrends mit hoher Wahrscheinlichkeit über mindestens 15 Jahre in die Zukunft projiziert werden. Dabei lassen sich Implikationen für Veränderungen politischer, sozialer und wirtschaftlicher Teilsysteme der Gesellschaft, sowie für Technologie und Umwelt, ableiten. Akteure der aktuellen Zukunftsforschung haben sich auf ein „Set“ von 20 globalen Megatrends verständigt, das je nach Quelle und Anwendungsfall variiert (ZPunkt 2014; ARUP 2014).

Im Rahmen der Hyundai Megatrendanalyse wurde ein Portfolio von 10 Megatrends mit großem Einfluss auf das Automobil und die Mobilität der Zukunft identifiziert. Die Analyse basiert auf Megatrend-, Markt- & Industriepublikation und behandelt zentrale Einflüsse auf den Europäischen Automobilsektor. Jeder Megatrend ist durch jeweils 3 Schlüsselfaktoren beschrieben, aus denen im Anschluss Implikationen für die Felder „Menschen“, „Technologie“ & „(Lebens-)Raum“ abgeleitet sind. Ausgehend von den Ergebnissen der Megatrendanalyse implementiert Hyundai einen Ansatz innerhalb der internen Forschung & Entwicklung für das Design zukunfts- und kundenorientierter Produkte und Dienstleistungen zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse von morgen.

Die nachfolgend aufgezeigten Ergebnisse sind in enger Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Arup (Team: Foresight + Research + Innovation) entstanden. Es handelt sich dabei um einen Auszug, bezogen auf die Problemstellung dieses Beitrags: *Integration mobiler Endgeräte im Fahrzeug*.

#### 2.1.2 Ergebnisse

Ziel dieser Untersuchung war ein mögliches Szenario zu beschreiben, das zukünftige Bedürfnisse der „Digital Natives“, die Entwicklungen innerstädtischer Vernetzung und die Digitalisierung des Automobils einbezieht. Hierfür wurden folgende Automotive Megatrends des Hyundai Portfolios betrachtet:

- Connected and Digital Lifestyles
- Smart and Connected Cities

Nachfolgend werden die zusammengeführten Ergebnisse aus den genannten Megatrends in zwei Schritten umrissen. Zuerst werden zentrale Schlüsselfaktoren aufgezeigt und im Anschluss Implikation für die Automobilindustrie abgeleitet.

### **Zentrale Schlüsselfaktoren**

Ansteigende Urbanisierung, Technologiefortschritt & Veränderungen sozialer Muster haben eine Verschiebung von gesellschaftlichen Präferenzen und Einstellungen hervorgerufen. Direkte Auswirkungen sind abnehmende Nutzung des Automobils und ansteigende intermodale Mobilitätsnachfrage. Zukünftige Transportsysteme, speziell in städtischen Regionen, sind erforderlich und müssen bezüglich nachfolgend aufgelisteter Veränderungen adaptiert werden, um *urbane und mobile Lifestyles* zu befriedigen:

- Schneller Anstieg persönlicher und urbaner Mobilität
- Steigende Multimodalität jüngerer Generationen
- Auto nicht länger als Statussymbol für jüngere Generationen
- Urbane Lifestyles führen zu Veränderung in der Zusammensetzung von Haushalten (mehr Single-Haushalte)

*Digitalisierung* ist der zweite Schlüsselfaktor. Die Anzahl an Nutzern von digitalen Daten steigt exponentiell und das alltägliche Leben findet zunehmend in der virtuellen Welt statt. Unternehmen müssen mit Technologieverbesserungen auf „high-end-user“ Erwartungen in einer sich schnell fortschreitenden Umwelt reagieren und dabei besonders folgende Faktoren berücksichtigen:

- Exponentieller Anstieg an Internet Usern
- Ansteigende Penetration sozialer Netzwerke
- Online und App Services digitalisieren Konsumverhalten

Die Ausweitung des *Internet of Things (IoT)* bietet große Möglichkeiten für smarte Applikationen. Nach der Einschätzung von Telekommunikationsexperten sind derzeit mehr als 99 % aller möglichen „Internet of Things“ Geräte noch nicht mit dem Internet verbunden (Cisco 2013). Das Konzept „Smart Cities“ ist eine Anwendung für das IoT und kann urbane Zentren effizienter und nachhaltiger gestalten, unterstützt durch folgende Treiber:

- Schnelle Ausweitung des Internet of Things
- Wachsender „Smart City“ Markt
- Wichtigkeit der „Smart Cities“ für die Europäische Union (Erreichung der Emissionsziele durch zahlreiche „Smart City“ Initiativen)
- Wachsender Markt für „Smart Home“ Lösungen

### **Implikationen für die Automobilindustrie**

Aus der Kreuzung der drei beschriebenen Schlüsselfaktoren und den Implikationsdimensionen Menschen (People), Technologie (Technology) und Lebensraum (Space) lassen sich Implikationen zur Realisierung zukünftiger Mobilitätsangebote ableiten (siehe Bild 1).

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass zum einen starke Vernetzung in Form von „Smart Cities“ oder „Vehicle2X Communication“ das Angebot diversifizierter Mobilitätsleistungen ermöglichen werden. Zum anderen ist Internetkonnektivität im Fahrzeug unverzichtbar zur Befriedigung der Kommunikationsbedürfnisse junger Generationen und zur Bereitstellung von Daten zur Verknüpfung der realen mit der virtuellen Welt.

	Urban and mobile lifestyles	Digitisation of society	Internet of Things
People	<b>Rising individualised mobility</b> Increased demand for individualised mobility from smaller and more one-person households	<b>Increase online services</b> Value added through support/complimentary bespoke online services	<b>Linking digital and physical</b> Potential for more seamless experience across physical and digital components of cities
Technology	<b>Increasing multimodality</b> Need for platforms that cater for increased inter-/multimodality and coordination across platforms	<b>Transportation services</b> Essential to digitise transport services to respond to diversified travel demand and management	<b>V2X communication</b> Increased V2X technology deployment allows for improved road safety and traffic flow
Space	<b>Increase in connected mobility</b> Infrastructure needs to adapt to future mobility demand through data and system integration	<b>Digital crowd management</b> Mobile services help coordinate mobility in highly congested areas	<b>Potential of reactive spaces</b> Effective IoT use to create reactive spaces that instantly adapt, e.g. to unexpected safety hazards

Bild 1: Gegenüberstellung der Schlüsselfaktoren *Urbane und Mobile Lifestyles*, *Digitalisierung* und *Internet of Things* und den Implikationsdimensionen Menschen (People), Technologie (Technology) und Lebensraum (Space) nach Hyundai 2014.

Dienstleistungen werden beim Angebot zukünftiger Mobilität einen großen Wertschöpfungsanteil übernehmen. Um als Automobilhersteller darauf reagieren zu können, ist die Integration des Smartphones ins Fahrzeug der erste wichtige Schritt um junge Generationen anzusprechen, eine Plattform zum Angebot von weiteren Mobilitätsdienstleistungen aufzubauen und das Fahrzeug mit seiner Umwelt zu vernetzen.

## 2.2 Qualitative Marktforschung

### 2.2.1 Methodik

Ziel der Untersuchung war eine Exploration des digitalen Lebensstiles der Generation „Digital Natives“ und eine Übertragung der digitalen Erwartungen und Bedürfnisse auf das Auto. Zur Exploration des digitalen Lebensstils wurden persönliche Interviews bei den Teilnehmern zu Hause durchgeführt (In-home Interviews). Die Erwartungen an ein digitales Auto wurden im Rahmen eines kreativen Workshops erarbeitet.

Die Rekrutierung konzentrierte sich auf junge (20-30 Jahre), moderne Menschen aus Europäischen Großstädten (Berlin, Barcelona, London), die mindestens 2 vernetzte digitale Geräte besitzen und zu Hause eine Breitband-Internetverbindung nutzen. Zusätzliches Kriterium war die Zugehörigkeit zu bestimmten von SIGMA entwickelten Milieus (Sigma 2014): Modernes Arbeitnehmersmilieu oder Postmodernes Milieu.

Die 2-3 stündigen persönlichen Interviews wurden bei jeweils 6 digital Natives aus Berlin, Barcelona und London (n = 18 In-home Interviews) durchgeführt. Themen der Interviews waren persönlicher Lebensstil und Wertvorstellungen, Hobbies und Interessen, Einstellung zu digitalen Technologien und eine ausführliche Demonst-

ration der vorhandenen digitalen Geräte und ihre Einbindung in das alltägliche Leben. Zusätzlich wurden die Erfolgsfaktoren für digitale Technologien und Geräte diskutiert.

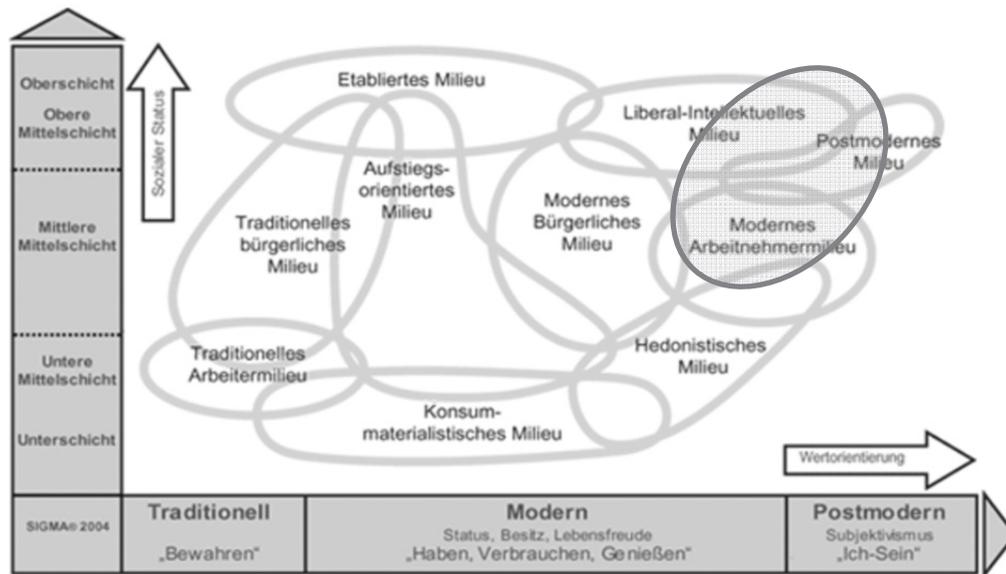


Bild 2: SIGMA Milieu-Map Deutschland (Sigma 2014) und Definition der Zielgruppe

Aus diesen 18 In-home Interviews wurden 6 Teilnehmer für einen Workshop „digitales Auto“ selektiert. In diesem ganztägigen Workshop wurden verschiedene Kreativtechniken (Collagen, Rollenspiele, Szenarien) genutzt um rationale und emotionale Erwartungen an zukünftige digitale Autos zu erarbeiten.

### 2.2.2 Ergebnisse

Die Hauptergebnisse der Lebensstil-Exploration zeigen, dass für diese Zielgruppe digitale Technologien fester Bestandteil ihres Alltags und Basis der gelebten Kommunikation und Alltagsorganisation sind. Die 4 wichtigsten Erkenntnisse waren:

- **One World:** Die Trennung zwischen digitaler und nicht-digitaler Welt existiert nur für nicht “Digital Natives“, Digital Natives leben in einer digitalen Welt
- **Always connected:** Für digital Natives ist „online sein“ ein Grundbedürfnis, „offline sein“ erzeugt ein Gefühl von Verlust und Isolation
- **Personalization:** Jeder nutzt die gleichen Technologien und Geräte aber in einer personalisierten Form (Apps, Themen, Hintergründe, Klingeltöne, Schutzhüllen etc.)
- **Everything everywhere:** Alle digitalen Inhalte sollten immer und überall zur Verfügung stehen → Cloud + flächendeckende Konnektivität

Das bedeutet zukünftige digitale Autos müssen immer online und mit allen Inhalten vernetzt sein. Andernfalls verliert das Auto in dieser Zielgruppe weiterhin stark an Attraktivität, da diese bereits beim Einsteigen das Gefühl bekommen von großen Teilen ihrer Lebenswelt abgeschnitten zu sein.

Weitere Erwartungen an ein zukünftiges digitales Auto betreffen vor allem Design und Atmosphäre des Innenraums sowie Gestaltung und Integration des HMIs. Die ästhetischen Präferenzen sind maßgeblich durch aktuelle Smartphones und Tablets geprägt. Entsprechend wird eine ähnliche Formensprache und ein ähnlicher Materialmix erwartet. Bezüglich Funktionalität wird eine „Spiegelung“ der wichtigsten bereits genutzten digitalen Funktionen in das Fahrzeug erwartet. Die Attraktivität eines digitalen Fahrzeuges hängt dabei nicht in erster Linie am möglichst großen Funktionsumfang, sondern an der möglichst perfekten Umsetzung der wichtigsten Funktionen und „emotionalen Attraktivität“ des HMIs.

Die wichtigsten Erfolgsfaktoren sind:

- **Intuitive Bedienlogik:** Übertragung aktueller Bedienkonzepte in das automobile Umfeld und lernende Systeme. Das Auto sollte vom Fahrer lernen, was er erwartet und nicht der Fahrer muss lernen das Auto zu bedienen
- **Gamification:** Die Bedienung der Funktionen muss Spaß machen, Spiel-ähnliche Grafiken und Features
- **Hochwertige Anmutung:** Angenehme Haptik, digitale Formensprache, hochwertige Verarbeitung und innovative Materialien

Tabelle 1: Erfolgsfaktoren digitaler Technologien und Geräte (Hyundai 2012)

<b>25% Rational</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reliability</li> <li>• Functionality</li> <li>• Value</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Product works without any problems</li> <li>• Good protection against damage</li> <li>• Product delivers all relevant functions</li> <li>• Product delivers value for money</li> </ul>
<b>75% EMOTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplicity</li> <li>• Intuitiveness</li> <li>• Gamification</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuitive operation logics and elements</li> <li>• Smart system learns from user and adapts itself → NOT user has to learn about the system</li> <li>• Fun to use → “rewarding”, game-like situation</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appealing Design</li> <li>• Perceived Quality</li> <li>• Premium Materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attractive design with modern, clear shapes</li> <li>• Excellent haptics → sensual experience</li> <li>• Excellent craftsmanship and materials</li> <li>• Car HMI competes with smart phone / tablet</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovation</li> <li>• Leadership</li> <li>• Authenticity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuously customer-focused innovation (hardware and HMI) is valued by customers</li> <li>• Innovation = New to the customer</li> <li>• Don't copy, digital natives buy the “original”</li> </ul>

### 3 CASE STUDY: HYUNDAI CONNECTIVITY CAR (AUTOMOBIL SALON GENF 2013)

#### 3.1 Konzeption

Aufbauend auf den Marktforschungsergebnissen der IT Usage Studie wurde das Hyundai Connectivity Car vom Europäischen Entwicklungszentrum in Rüsselsheim entwickelt. Als Basis diente ein Serien Hyundai i30. Das gesamte Infotainmentsystem wurde jedoch gegen eine modifizierte Variante ausgetauscht. Beispielsweise wurde die Radiofunktion eliminiert, da das modifizierte System den Radioempfang über das Smartphone darstellen kann.

### 3.2 Features des Hyundai Connectivity Cars

#### 3.2.1 Wireless MirrorLink

Das kabellose MirrorLink aktiviert sich automatisch nach Ablegen des Smartphones in der Ladeschale. Im Smartphone ausgewählte Inhalte werden automatisch auf den zentralen Bildschirm im Auto gespiegelt. Die Verarbeitung der Inhalte erfolgt weiterhin auf dem Smartphone. Der große Bildschirm im Auto dient nur als Bedienoberfläche.



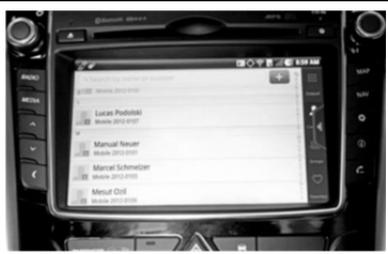
Bild 3: Gespiegelte Inhalte vom Smartphone auf den Bildschirm des Infotainment Systems

Generell können alle Smartphone Inhalte (Apps) über den großen Bildschirm bedient werden. Eine individuell definierte Vorauswahl von 8 Apps erleichtert den schnellen Zugriff während der Fahrt.

#### 3.2.2 Preselected App Selection

Für das Konzeptfahrzeug wurden die, aus Sicht der Kunden, wichtigsten Apps in der MirrorLink Funktion realisiert. Das Angebot kann jederzeit erweitert oder aktualisiert werden.

Tabelle 2: Auswahl an Apps die über die MirrorLink Funktion nutzbar sind

		
Google search	Google maps	Contacts
		
Playlist	Picture gallery	Navigation App

### 3.2.3 *Integration des Fahrzeugschlüssels in das Smartphone*

Das Connectivity Car ist mit einem Near-Field-Communication (NFC) System ausgerüstet, das eine sichere drahtlose Kommunikation bei kleinen Abständen ermöglicht. Das System benötigt einen Sender, der im Smartphone integriert ist und einen Empfänger der an der Seitenscheibe und der Heckscheibe positioniert ist. Der Empfänger ist rein passiv und ist nur zur Authentifizierung notwendig. Der Befehl zum Öffnen des Fahrzeuges wird nach erfolgreicher Authentifizierung über W-LAN vom Smartphone zum Fahrzeug übermittelt.

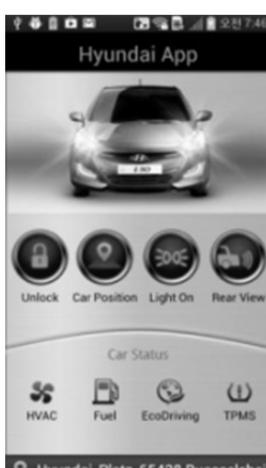
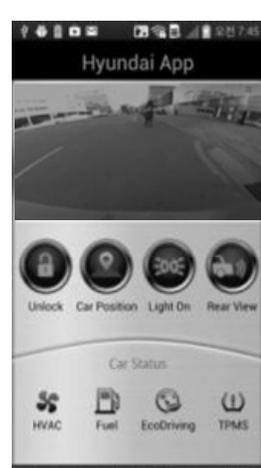


Bild 4: Near-Field Communication

### 3.2.4 *Hyundai App*

Die Hyundai App bietet dem Nutzer verschiedenste Informationen und Einstellungsmöglichkeiten rund um das eigene Hyundai Fahrzeug. Die Übertragung der Informationen erfolgt vom Smartphone über W-LAN (oder 3G außerhalb des Fahrzeuges) an das Hyundai Fahrzeug. Im Versuchsfahrzeug sind die Funktionen, die in Tab. 3 dargestellt sind, realisiert worden.

Tabelle 3: Einstellmöglichkeiten und Informationsanzeigen der Hyundai App

			
<p>Lock / unlock</p>	<p>Fuel status</p>	<p>Eco Driving</p>	<p>TPMS (Tire pressure monitoring)</p>
			
<p>Lights on / off</p>	<p>Rear View (Display rear camera picture)</p>	<p>Car Position (Show car position on Google maps)</p>	<p>HVAC</p>

### 3.2.5 Wireless Charging

Das Fahrzeug ist mit einem Wireless Charging System ausgestattet, das ein kabelloses Laden des Telefons im Fahrzeug ermöglicht. Die Vorrichtung ist im zentralen Verstaufach zwischen Armaturenbrett und Konsole untergebracht. Insbesondere im Zusammenspiel mit einer drahtlosen Kommunikation zwischen Fahrzeug und Mobiltelefon ist dieses System von Vorteil. Ist ein Kabel für die Übertragung der Inhalte vom Mobiltelefon zum Fahrzeug notwendig, kann diese auch für die Energieversorgung des mobilen Endgerätes verwendet werden. Werden Applikation auf dem Mobiltelefon drahtlos genutzt ist das Laden während der Nutzung in vielen Fällen unerlässlich (z.B. bei der Nutzung der Navigationsfunktion). Hier bietet Wireless Charging eine komfortable Lösung an.



Bild 5: Wireless Charging

### 3.3 Presentation des Hyundai Connectivity Cars auf dem Automobilsalon in Genf 2013

Im Rahmen der Internationalen Automobilmesse in Genf, März 2013, wurde das Fahrzeug dem internationalen Publikum und Fachjournalisten präsentiert. Neben der positiven Berichterstattung in der Presse unterstreicht eine Kundenbefragung während der Messe, die positive Resonanz auf das im Hyundai i30 umgesetzte Konzept. Das Konzept im generellen und die Umsetzung wurden als exzellent bewertet.



Bild 6: Hyundai Connectivity Car in Genf 2013

## 4 ZIELKONFLIKT ZWISCHEN KUNDENERWARTUNGEN UND FAHRZEUGANFORDERUNGEN

Bei der Entwicklung und Integration neuer Produkte und Services in das Automobil sind andere Anforderungen zu berücksichtigen als bei reinen Informations- oder Unterhaltungsprodukten. Es muss zu jedem Zeitpunkt sichergestellt werden, dass der Fahrer die primäre Fahraufgabe ohne Sicherheitsbeeinträchtigung erledigen kann. Bei der Integration von Informations- und Unterhaltungsprodukten, wie dem Smartphone, ergeben sich daraus Zielkonflikte, denen mit geschickten Lösungen entgegen getreten werden muss. Im Folgenden werden ausgewählte Zielkonflikte dargestellt sowie die Lösungen die im Hyundai Connectivity Car erarbeitet und integriert wurden:

### **Personalisierung vs. Standardisierung**

Die Digital Natives haben ein Bedürfnis nach Personalisierung. Dies beinhaltet unter anderem die Anpassung der Farben und Symbole einer Menüstruktur (z.B. Bildschirmhintergrund), personalisierte Auswahlmenüs für Softwareanwendungen (Apps) und Hardware Anpassungen (z.B. Spezielle Hüllen für das Smartphone). Diese Personalisierung steht im Auto einer starken Standardisierung gegenüber, die das Ziel einer fehlertoleranten, einfachen und vorhersehbaren Interaktion verfolgt. Um diesen Konflikt zu balancieren wurde es den Kunden erlaubt die Apps, die auf dem Bildschirm des Fahrzeuges von einem gekoppelten Gerät angezeigt werden, frei in einem Raster zu positionieren. Da die verwendete MirrorLink Funktion nur die Inhalte einer App auf das Display projiziert, bleiben Personalisierungen innerhalb einer App erhalten.

### **Always connected vs. Ablenkung/Sicherheit**

Nicht „connected sein“ bedeutet für einen Digital Native ausgeschlossen sein. Die ständige Erreichbarkeit und Interaktion, die für manche Nutzergruppen als eher lästig wahrgenommen wird, ist für die Digital Natives Grundvoraussetzung und (fast) selbstverständlich. Die ständige Erreichbarkeit steht im Fahrzeug allerdings dem Risiko einer Ablenkung von der primären Fahraufgabe gegenüber, die zu Sicherheitsbeeinträchtigungen führen kann. Im Hyundai Concept Car wurden daher Videos und Spieleapps bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit über 3 km/h unterbunden. Darüber hinaus werden Informationen (z.B. eine Textnachricht) situationsabhängig unterdrückt und nur in als sicher eingestuften Fahrsituation dem Fahrer präsentiert.

### **Bedienlogik des Smartphones vs. sichere Interaktion während der Fahrt**

Mit der Bedienlogik des Smartphones ist der Digital Native in hohem Maße vertraut. Die Nutzung dieser Interaktionserfahrung kann im Auto von Vorteil sein. Es darf jedoch nicht alles identisch vom Smartphone übernommen werden, lediglich das Interaktionsprinzip sollte unverändert bleiben. Adaptiert an die Bedingungen im Fahrzeug sind vor allem die Darstellungsart (Symbolik, Farben) und -größe der App-Icons sowie die Positionierung in einem Raster (4 x 2 Icons) zu berücksichtigen, um eine verlässliche Ablesbarkeit und Bedienbarkeit sicher zu stellen.

### **Hochwertige Anmutung vs. Anbindung des Smartphones an das Fahrzeug**

Da für die Digital Natives die emotionale Komponente bei der Produktauswahl ein mindestens ebenso wichtiges Kriterium darstellt wie die funktionalen Merkmale, ist neben der virtuellen Integration, auf eine gute Hardware Integration zu achten. Nur durch eine Kombination der drahtlosen Mirror Link Funktion mit einer drahtlosen Ladefunktion (Wireless Charging) kann auf ein Kabel im Fahrzeug verzichtet werden. Darüber hinaus ist die Wireless Charging Funktion eine Erleichterung, da eine Bedienoperation bei jeder Fahrt entfällt (Kabel an Smartphone anschließen).

### **Update und Innovationserwartung vs. Langer Produktlebenszyklus (Auto)**

Ein Postmoderner Nutzer fürchtet in der Regel ein „alterndes“ Produkt. Daher werden dem Smartphone-Nutzer regelmäßig Updates des Betriebssystems angeboten und der Umfang der zur Verfügung stehenden Apps und Funktionen ständig erweitert. Vergleicht man das Fahrzeug mit dem Smartphone oder anderen Infor-

mations- und Unterhaltungsprodukten, erkennt man einen deutlichen Unterschied in der Länge der Produktlebenszyklen. Während sich das Fahrzeug einmal erneuert (~5 Jahre), werden 4-5 neue Generationen (Erneuerungsrate ~1-mal pro Jahr) von Mobiltelefonen vorgestellt. Um diesen Takt der Mobiltelefonhersteller folgen zu können, muss ein kontinuierliches Update der Software im Fahrzeug angeboten werden. Die Hyundai App kann dieses Bedürfnis befriedigen. Die App kann in regelmäßigen Abständen auf den neusten Stand gebracht und mit neuen Funktionen ausgestattet werden. Neue Services können dabei direkt in der App integriert werden oder über eine Cloud zur Verfügung gestellt werden.

### **Vernetzungsbedürfnis vs. Isolierte Produkte (Fahrzeug, Smartphone, ...)**

Für technikaffine Nutzer sind Produkte, die von der Digitalen Welt entkoppelt sind, nicht attraktiv. Der ständige Wunsch einer stärkeren Vernetzung zeigt heute schon einen großen Einfluss auf das Fahrzeug. Um dem Digital Native die Verschmelzung von Smartphone und Fahrzeug zu ermöglichen, ist neben der Mirror Link Funktion, der Fahrzeugschlüssel im Smartphone integriert worden. Das verwendete Near-Field-Communication System im Fahrzeug ermöglicht das Öffnen und Starten des Fahrzeuges nur mit dem Smartphone.

## **5 FAZIT**

Die modernen Milieus haben hohe Erwartungen an die Digitalisierung im Fahrzeug. Die einfache und hochwertige Integration des Smartphones ist der erste wichtige Schritt, um diese Kunden von einem Fahrzeug zu überzeugen. Das Kundensegment mit hoher Affinität zum Smartphone und zur digitalen Welt wird in den nächsten Jahren weiter wachsen. Ebenfalls wird die Digitalisierung auch den Weg in traditionelle Milieus finden.

Die Integration des Smartphones im Automobil ist bereits in vielen Fahrzeugsegmenten erfolgt. Die nächsten Schritte sind in Bild 7 zusammengefasst. Mittelfristig werden Augmented Reality und Car-to-Car (oder Car-to-Infrastructure) Systeme im Fahrzeug Anwendung finden. Neben diesen Technologien werden ebenfalls neue Serviceangebote bereitgestellt, die auf Informationen der neuen Systeme basieren.

In weiterer Zukunft wird durch die zeitweise Entbindung des Fahrers von der primären Fahraufgabe (z.B. bei einem teilautonomen Fahrzeug) mehr (zeitlicher) Raum für die Nutzung von Infotainmentangeboten zur Verfügung stehen. Hier ist es durchaus denkbar das Angebote konsumiert werden können, die heute als „Nebenaufgabe“ zu gefährlich sind (z.B. das Betrachten eines YouTube Films oder Einkaufen bei einem Onlineshop).

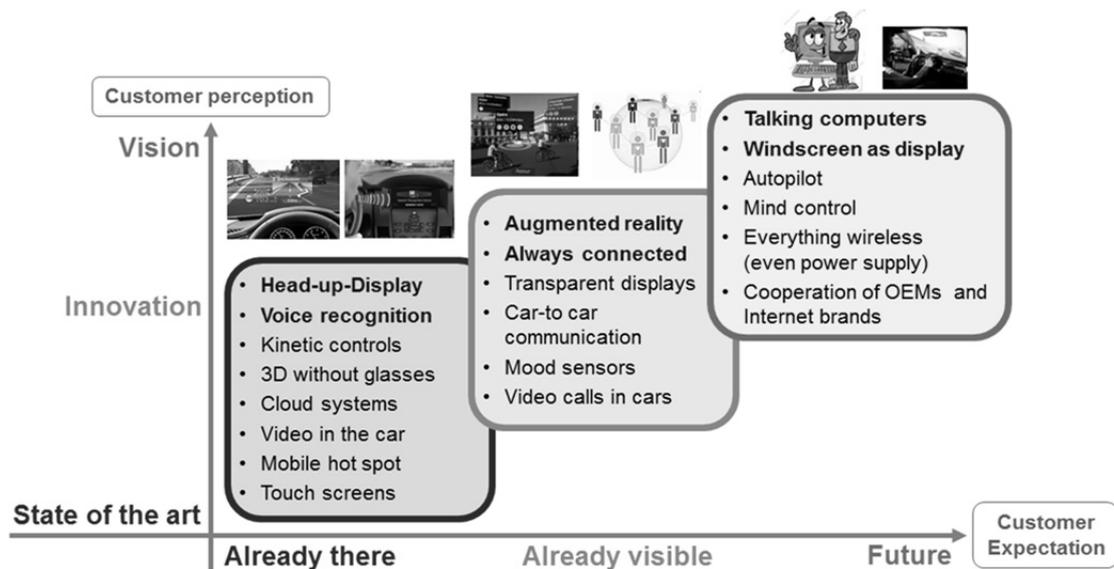


Bild 7: Erwartung des Kunden an neuen Technologien und Applikationen für das Fahrzeug der Zukunft

## LITERATUR

**ARUP (2014).** <http://www.driversofchange.com/tools/doc/>

**Cicso (2013).** "Innovation Insight: The 'Internet of Everything' Innovation Will Transform Business," Gartner, 2012. Zitiert nach Cisco The Internet of Things Cicso IoE Value Index Study, 2013, <https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoE.pdf>

**Hyundai (2012).** IT Usage Survey, interner Bericht der Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH

**Hyundai (2014).** Automotive Megatrends, interner Bericht der Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH

**Sigma (2014).** [http://www.sigma-online.com/de/SIGMA\\_Milieus/SIGMA\\_Milieus\\_in\\_Germany/](http://www.sigma-online.com/de/SIGMA_Milieus/SIGMA_Milieus_in_Germany/), (Abrufdatum: 19.12.2014)

**ZPunkt (2014).** [http://www.zpunkt.de/fileadmin/be\\_user/D\\_Publikationen/D\\_Giveaways/Megatrends\\_Update\\_DE.pdf](http://www.zpunkt.de/fileadmin/be_user/D_Publikationen/D_Giveaways/Megatrends_Update_DE.pdf) (Abrufdatum 01.12.2014)



## HERAUSFORDERUNGEN AN ZUKÜNFTIGE FAHRZEUGVERNETZUNGEN UND LÖSUNGS-ANSÄTZE FÜR EINE NAHTLOSE INTEGRATION VON ONLINE-DIENSTEN

*Abdelkarim Belhoula*

### 1 EINFÜHRUNG

Telematik- und online-Dienste auch Off-Board Services genannt, beruhen in der Vergangenheit ausschließlich auf proprietäre Lösungen, die der Automobilhersteller entwickelt hatte. Hardware für die Daten- und Sprachverbindungen bestanden aus eingebauten Kommunikationseinheiten, die auf proprietären Kommunikationsprotokollen aufsetzten. Die Erweiterbarkeit eines existierenden Dienstbündels in einem Infotainmentsystem war nur mit Hilfe eines komplizierten Software-Updates machbar.

Durch die Verbreitung der Nutzung von Smartphones, die unter anderem mehr Funktionalitäten als die eingebauten Kommunikationseinheiten mit sich bringen, und durch die Bereitstellung von Lösungen für die Integration von Smartphones ins Fahrzeug, öffnen sich neue Möglichkeiten für die Integration von Telematik- und online-Diensten.

In diesem Beitrag werden zunächst die Anforderungen an die Flexibilisierung der zukünftigen off-Board Dienste für Infotainmentsysteme dargestellt. Hierzu spielt die interne und die externe Vernetzung des Fahrzeugs eine wichtige Rolle. Ein weiteres Kriterium für eine flexible Verteilung von Diensten bildet die Betrachtung der Geschäftsmodelle. Allgemein sehen wir hier zwei Spannungsfelder: Einerseits zwischen Unterhaltungselektronik und Automobilindustrie, andererseits zwischen standardisierten und proprietären Lösungen. Vor- und Nachteile werden hier gegenübergestellt.

Einen Schwerpunkt des Beitrags bildet die Diskussion von neuen potentiellen Lösungsansätzen, die eine Smartphone-Integration als Basis nutzen. Neben einem kurzen Abriss über die verschiedenen Methoden der Smartphone-Integration, werden auch Ansätze zur Integration von Infotainment und CE Frameworks in einem Gerät diskutiert.

### 2 TELEMATIK VARIANTEN

Betrachtet man die existierenden Telematik-Systeme und ihre Anbindung an die off-board Dienste, so lassen sich diese in drei Kategorien einordnen:

- Im Fahrzeug integrierte Einheit:  
Die Kommunikations-Hardware einschließlich ihrer Antenne ist festverbaut und hat Zugang zu den Fahrzeugdaten. Diese Lösung eignet sich für die Abwicklung der sicherheitsrelevanten Dienste wie Notruf (e-call), Pannruf oder Fahrzeugstandortverfolgung im Falle von einem Diebstahl. Über diese Endbenutzerapplikationen hinaus eignet sich diese Lösung für OEM Applikationen wie Ferndiagnose und Analyse von wichtigen Fahrzeugdaten. Darüber hinaus,

nimmt man bislang im Bereich Flottenmanagement und Mautanwendung eine integrierte Lösung.

- **Mobiltelefon als Daten-Modem:**

Das mitgebrachte Mobiltelefon wird als Kommunikationseinheit verwendet. Hierbei dient das Smartphone, das mittels Bluetooth mit der Head-Unit verbunden ist, als Modem. Die Datenverbindung zum Internet übernimmt das DUN-Profil (Dial-Up Networking Profile). Diese Lösung weist im Vergleich zum integrierten Ansatz Kostenvorteile auf und ist übertragbar von einem Fahrzeug zum anderen sofern die Fahrzeuge die Dienste implementiert haben.

- **Kombination beider Lösungen:**

Sowohl eine integrierte Kommunikationsbox als auch die fahrzeugseitige Vorbereitung für die Einbindung eines Mobiltelefons sind vorhanden und können gleichzeitig genutzt werden. In diesem Fall sind die sicherheitsrelevanten Funktionen und die Entertainment Applikationen für den Endnutzer sichergestellt.

Der Ansatz der drei Varianten hängt sehr stark von dem Anwendungszweck ab und ist in der Regel an die Fahrzeugklasse gekoppelt. So haben die Oberklasse Fahrzeuge des Öfteren die hybride Kommunikationslösung wogegen die Kleinfahrzeuge das Mobiltelefon als Modem verwenden.

Über die Bereitstellung der Kommunikationshardware und der Telematikdienste hinaus, haben die Automobilhersteller großes Interesse an der Aktualisierung der Kommunikationseinheit-Firmware als auch an der Verbesserung und Erweiterung der off-board Dienste, wo ein Teil dieser Software meistens in die Head-Unit des Fahrzeugs eingebettet ist. Diese Instandhaltung erfordert heute noch bei einigen Autoherstellern ein aufwendiges manuelles „flashen“ der verbauten Geräte und ein Update der entsprechenden Applikations-Software das als Gegenstück zum Backend-Service fungiert.

### **3 NEUE WEGE FÜR TELEMATIK UND OFF-BOARD DIENSTE**

Das vernetzte Fahrzeug bringt sowohl für den Endnutzer als auch für die Automobilhersteller Vorteile mit sich. Speziell die zukünftigen Autokäufer, die kontinuierliche Internetvernetzung, Smartphones und Apps gewohnt sind, erwarten die Verfügbarkeit solcher Anwendungen im Fahrzeug und legen Wert auf diese Vorteile bei Ihrer Kaufentscheidung. Die OEMs profitieren bei der Fahrzeugvernetzung im Bereich Fahrzeugferndiagnose und der Software update über eine Luftschnittstelle. Desweiteren werden die OEMs durch die Regierung gefördert um die Fahrzeugvernetzung für den Bereich Verkehrs- und Fahrersicherheit weiter zu entwickeln und einzusetzen.

#### **3.1 Anforderungen an zukünftige Systeme**

Zukünftige Telematiksysteme und off-board Dienste müssen weitgehend folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Stabile und sichere Datenverbindung
- Einfaches Software update und effektive funktionale Erweiterung der Systeme im Feld mit neuen Applikationen
- Standardisierte Schnittstellen des sog. Eco-System für eine Nahtlose Verteilung der Software in den Fahrzeugen.
- Standardisierte Schnittstelle zu den Fahrzeugdaten

### 3.2 Potentielle Lösungsansätze

#### 3.2.1 Verbesserung der Konnektivität

Eine dauerhafte Verbindung des Fahrzeugs mit dem Dienstanbieter ist für manche Anwendungen unerlässlich. Im Bereich Audio- und Video-Streaming zu dem Web-Radio und Musik on-demand zählen, ist dies ein wichtiges Kriterium für die Endnutzerakzeptanz. Ein weiteres Beispiel stellt die Off-Board Navigation Applikation dar, die während der Fahrt die digitalen Kartendaten von Zeit zu Zeit runter laden muss. Um diese Anforderungen zu erfüllen, müssen die unterschiedlichen Kommunikationsstandards wie Mobilfunk, Consumer-WLAN (WiFi) und in der Zukunft Automotive WLAN (IEEE 802.11p) mit integriert werden. Premium Telematikeinheiten beinhalten heute schon diese Empfänger. Auf der Fahrzeugseite benötigen wir einen Kommunikationsmanager der die Umschaltung zwischen den vorhandenen Datenverbindungen nach vorgegebenen Regeln und Empfangssituationen durchführt. Eine weitere Aufgabe dieses Softwaremoduls besteht darin die Datenkanäle sinnvoll zu bündeln, sodass ein optimaler Datendurchfluss erreicht werden kann. Der Kommunikationsmanager bietet der Applikationsschicht eine einheitliche Schnittstelle, die bezüglich des verwendeten Kommunikationsstandards agnostisch ist. Um eine sichere Verbindung zwischen Fahrzeug und dem Dienstanbieter erreichen zu können, wird der Kommunikationsmanager mit einem vorge-schaltetem Kommunikationsserver über VPN verbunden (siehe Bild 1).

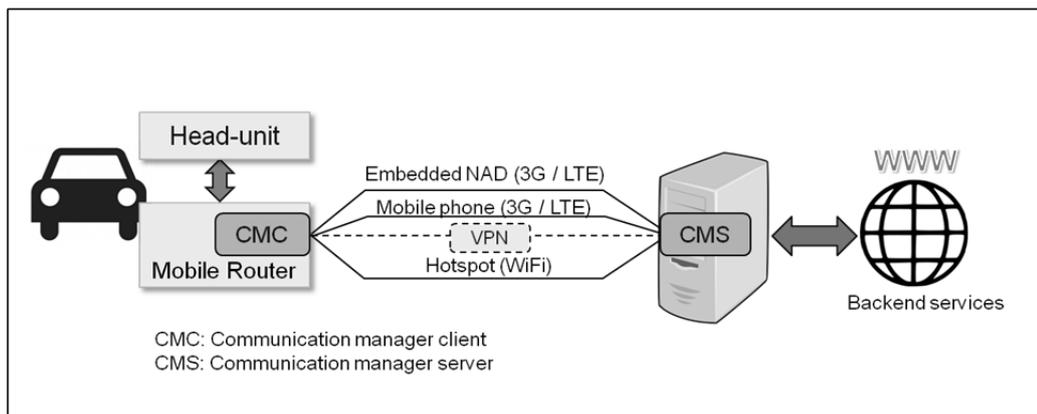


Bild 1: Einheitliche Schnittstelle für die Datenkommunikation im Fahrzeug

#### 3.2.2 Anleihen von Software-Updates an existierende Standards

Der Anteil an SW in den Fahrzeugen ist sehr groß und komplex geworden. Eine Maintenance durch den Service des OEM wird immer schwieriger und kostspieliger. Lösungsansätze, die das Ganze automatisieren und vereinfachen sind gefragt. Ein Reihe von Fahrzeugherstellern hat bereits das sogenannte Software-Update Over the Air (SOTA) und das Firmware-Update over the Air (FOTA) eingeführt. Dieser Ansatz sorgt dafür dass die Software- Aktualisierung automatisch abläuft und hilft somit die stetige Weiterbildung der Servicemitarbeiter zu reduzie-

ren; Zumal für die Werkstätten mit reinen Software-Updates im Vergleich zu Reparaturen kaum Geld zu verdienen ist. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Lösung besteht darin, sofern Softwareprobleme identifiziert wurden, teure Rückrufaktionen in den Werkstätten zu umgehen. Die dafür notwendige Backend-Infrastruktur lässt sich zentral verwalten und instandhalten. Somit ist SOTA ein deutlicher Vorschnitt im Vergleich zu den herkömmlichen Software-Update Methoden die von den Werkstätten durchgeführt werden. Die Erweiterung der Systeme durch neue Dienste und Applikationen lässt sich durch den Einsatz von Standards wie OMA-DM oder OSGI vereinfachen. Firmware-Aktualisierungen müssen allerdings im Hinblick auf die Datensicherheit von den Automobilherstellern digital signiert werden. Web Services ist ein anderer weitverbreiteter Ansatz für die Verteilung von Middleware. Dieser standardisierte Ansatz unterstützt durch seine Hauptmodule (SOAP, WSDL und UDDI) eine interoperable Maschine-zu-Maschine Kommunikation über ein Netzwerk. Proprietäre Software update Lösungen sind in der Instandhaltung und im Hinblick auf Ihre Portierbarkeit in der Regel aufwendiger.

### 3.2.3 Nutzung von bewährten Eco-Systemen

Autoradios und Head-units werden heute im Bereich Entertainment sehr oft mit dem eigenem Smartphone verglichen. Die Erwartungshaltung das ein Autofahrer seine Lieblings Anwendungen und Apps auch im Auto vorfinden und während der Fahrt nutzen möchte, ist verständlich. Hier treffen jedoch zwei unterschiedliche Welten aufeinander: Wir haben auf der eine Seite die Konsumelektronik-Industrie mit sehr schnellen Entwicklungszyklen, die jedes halbe Jahr ein neues Smartphone auf dem Markt bringt und wo eine App-Fabrik dahinter steht. Auf der anderen Seite die Automobilindustrie mit viel längeren Entwicklungszyklen, die das Auto einschließlich seines Infotainment-Systems für die nächsten 10 Jahre nicht mehr erweitern können. Die Fahrzeugindustrie hat begonnen sich auf diese Herausforderungen einzustellen und potentielle Lösungsansätze einzuführen. Neben der Entwicklung von Apps die unterwegs einen Mehrwert bieten, steht bei den OEMs eine sichere Bedienung ohne Ablenkung im Vordergrund. Wenn es um die Einbindung von Smartphones in die Head-Unit und um die Nutzung von Apps geht, unterscheiden wir zwei Interessenlagen:

- Der OEM, der seine Head-Unit über die Benutzungslaufzeit durch neue spezifische Applikationen zu erweitern sucht um es so für den Endnutzer attraktiver zu machen
- Der Fahrzeugkäufer, der an der Benutzung von existierenden populären Apps im Fahrzeug interessiert ist.

Sollten beide Anforderungen durch einen gemeinsamen Lösungsansatz erfüllt werden, so bietet sich die Nutzung der Mobiltelefon Plattformen an. Durch die Unterstützung der Integration von Android und Apple iOS fähigen Smartphones decken die OEMs den größten Marktanteil (ca. 96%) ab. Dieser Ansatz kann für die Aktualisierung und Erweiterung der Infotainment und Entertainment basierten Anwendungen herangezogen werden. Um die Sicherheit zu wahren, können die anderen sicherheitskritischen Funktionen wie e-call und Fahrzeugstandortverfolgung weiterhin mit Hilfe von FOTA und SOTA durchgeführt werden. Im nächsten Kapitel wird auf die Integrationsmöglichkeiten von Smartphones und deren Vor- und Nachteile eingegangen.

### 3.2.4 Kontrollierter Zugriff auf Fahrzeugdaten

Der Zugriff auf Fahrzeugdaten ist für manche Applikationen, die Location based services, Verkehrsinformationen und Remote-Diagnose anbieten, erforderlich. Um den Applikationsentwicklern die Aufgabe zu erleichtern, bietet sich die Möglichkeit die Schnittstelle zu diesen Daten zu standardisieren und als Teil des Android- und iOS-SDK anzubieten. Um die Sicherheit gewährleisten zu können, kann der Zugriff auf diese Daten auf Lesezugriff beschränkt werden. Eine weitere Sicherheitsstufe kann dadurch erreicht werden, in dem nur vom Automobilhersteller zertifizierte Apps im Auto zugelassen werden.

## 4 INTEGRATION VON SMARTPHONES

### 4.1 Vergleich von Lösungsansätzen

Durchforstet man die existierenden Lösungen für die Anbindung von Smartphones an die Fahrzeug Head-Unit, so lassen sich diese in den folgenden Kategorien zuordnen:

- Lösung die durch Standardisierung entstanden sind
- Proprietäre Lösungen

Zu der ersten Kategorie gehören MirrorLink und MHL 2.0 sowie Android Auto, der sich noch in der Realisierungsphase befindet. MHL kommt aus dem Konsumelektronikbereich wo ein Anwender sein Smartphone über HDMI an seinem Fernseher anschließen kann, um Apps auf einem größeren Bildschirm erleben zu können. Der Kontrollrückkanal ist noch sehr eingeschränkt da es nur die primären Fernbedienungsnavigationstasten unterstützt. Es gibt aber Bestrebungen, dies für die Anwendung auf ein System mit Touchscreen zu erweitern. MHL hat noch keine Ansätze entwickelt, die die Einschränkung von bestimmten Apps während der Fahrt gewährleisten. MirrorLink dagegen stammt aus einer Standardisierung, die von den OEMs getragen wurde und von vorne herein auf die Verwendung im Fahrzeug abzielte. Hier werden nur die von den OEM oder Telefonherstellern zugelassene Apps an das Head-Unit Display gespiegelt.

Einige proprietäre Lösungen bieten Softwareanteile, wo ein Teil auf die Head-Unit und ein Teil auf dem Smartphone integriert werden und schaffen somit durch ein eigenes Protokoll die Verbindung zwischen beiden Geräte. Die Anbieter solcher Lösungen fokussieren die Unterstützung von Android und iOS Smartphones. Eine Portierung der Head-Unit spezifischen Anteilen muss gemacht werden, um es im Falle ein neuen Betriebssystems zu verwenden. Bild 2 zeigt die verschiedenen Smartphone Integrationslösungen.

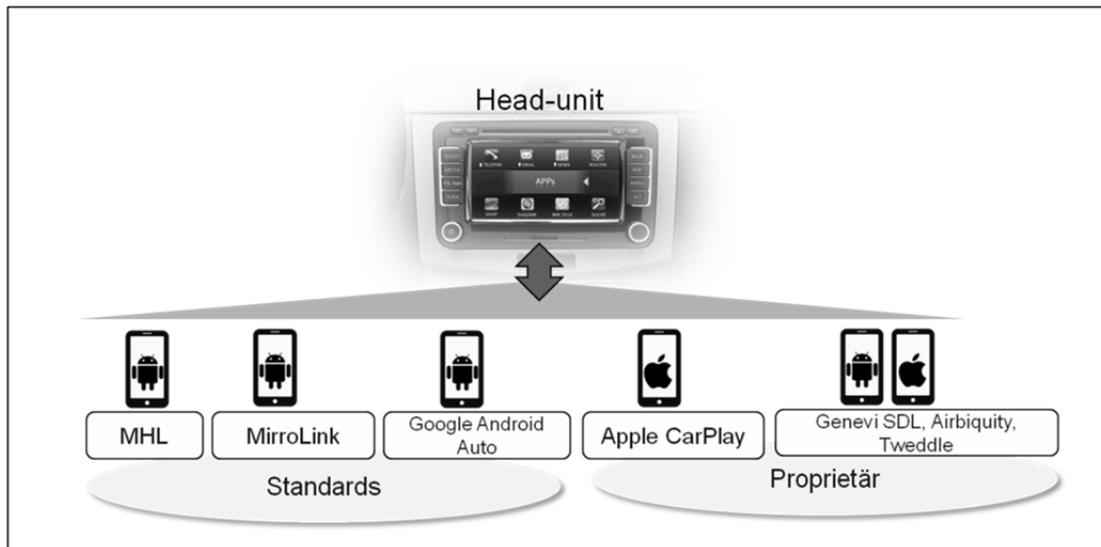


Bild 2: Smartphone Integration Varianten

#### 4.2 Integration von Apps über eingebettete Frameworks

Für die Erweiterung von einer bereits im Feld befindlichen Head-Unit durch neue Apps, existieren weitere Lösungen, die ohne Spiegelung des Smartphones auskommen. In diesem Beitrag werden folgende Ansätze diskutiert:

- Bereitstellung von Android-Framework als Bestandteil einer Head-Unit
- Integration von HTML5 Interpreter in die Head-Unit

##### 4.2.1 Virtualisierung

Um die Head-Unit spezifischen Funktionen wie z.B. die Anbindung an das Fahrzeugbussystem, die Navigation und die Multimediaanwendungen von den Android Apps zu trennen, bietet die Virtualisierungstechnologie eine geeignete Lösung. Diese Trennung auf Betriebssystemebene ermöglicht die Isolierung der Umgebung in der das Android-Framework gestartet werden kann. Über einer Hypervisor-Schicht können sich beide Bereiche die verfügbaren Systemressourcen wie z.B. CPU und GPU teilen (Bild 3). Durch diese Trennung kann zusätzlich die Systemsicherheit erhöht werden. Obwohl diese Partitionen voneinander getrennt laufen, können die Applikationen in beide Umgebungen über eine Interprozesskommunikation Daten untereinander austauschen. Dies ist sinnvoll, wenn die Android Apps Fahrzeugdaten benötigen und umgekehrt. Eine Erweiterung des Infotainment-Systems durch neue Android Apps ist somit sichergestellt. Die Benutzerschnittstelle (GUI) kann nach Bedarf soweit harmonisiert werden, dass Applikationen von beiden Partitionen von Look&Feel sich nicht unterscheiden.

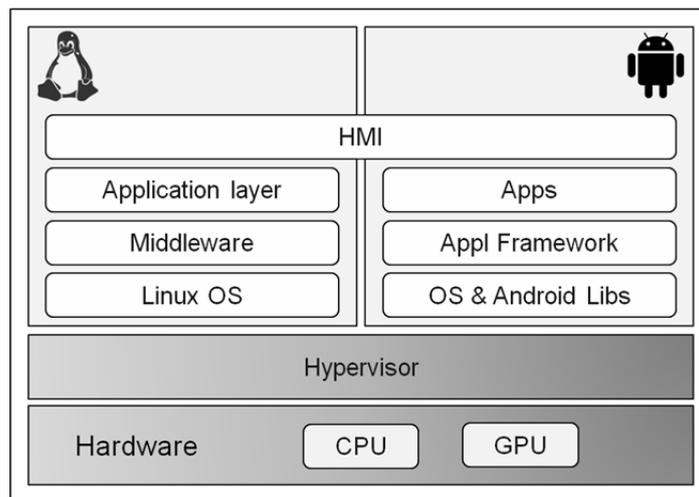


Bild 3: Paravirtualisierungs-Ansatz für die Integration von Android Framework in das Infotainment System

#### 4.2.2 Dynamische Erweiterung der Head-Unit durch HTML5 Applikationen

Nach der Einführung der neuesten Version von HTML (HTML5), die zusätzliche Funktionalitäten im Bereich Audio / Video, Geo-Location und HMI mit sich bringt, ist diese Technologie ein potentieller Kandidat für die Erweiterung der Head-Unit mit neuen Applikationen geworden. Auf der Head-Unit Seite muss ein HTML Interpreter, der den HTML5 Code zur Anzeige bringen kann, bereitgestellt werden (Bild 4). Zusammen mit Technologien wie Javascript und CSS kann die Implementierung der Head-Unit Apps und Services plattformunabhängig und mit einer kundenspezifischen Benutzerschnittstelle (HMI) für eine sichere Benutzung im Fahrzeug, entwickelt werden.

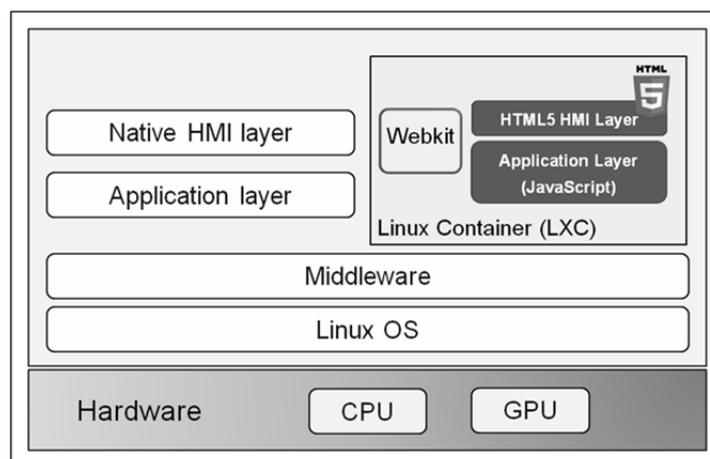


Bild 4: Erweiterung der Head-Unit mit neuen HTML5 Applikationen

Auf diese Weise spart man im Vergleich zu den nativen Plattformen, wo Anpassungen für jedes Betriebssystem gemacht werden müssen einiges an Entwicklungskosten. Die wesentlichen HTML5 Vorteile für die Anwendung in einem Automotive Umfeld sind:

- Die Möglichkeit der Offline Nutzung durch vorherige Speicherung der HTML-Seiten. Das löst das Problem der Anzeige von Leeren Seiten in der Anwendung.
- Abspielen von Media-Daten über standardisierte Schnittstellen ohne Zuhilfenahme vom sogenannten Plug-In wie der Adobe Flash-Player.
- Anbindung von Geo-Location für verschiedene Anwendungen, die die Fahrzeugposition benötigen.
- Definition von neuen Eingabetypen, die eine optimierte Benutzereingabemöglichkeit unterstützt.

Zusätzlich zu den allgemein verwendbaren HTML5 APIs, arbeitet derzeit eine Automotive Gruppe innerhalb W3C an der Standardisierung der Fahrzeugdatenschnittstelle. Diese kann zukünftig von den OEMs für Fahrzeugspezifische Apps verwendet werden. Trotz seiner Offenheit und Flexibilität, kann HTML5 abhängig von der Applikation und Ihres HMI Design Performance Einschränkungen haben. Solche Applikationen laufen in der Regel langsamer, als ihre nativen Pendanten.

## 5 AUSBLICK

Das vernetzte Auto wird zukünftig immer mehr durch die Anbindung von mobilen Geräten geprägt. Solche Allround Geräte werden ein Teil der Funktionalität im Bereich der Erweiterung von Autoradios und Entertainment-Systeme durch neue Funktionalitäten und Applikationen übernehmen. Ihre Nutzung im gesamten Eco-System begünstigt die Flexibilisierung der zukünftigen Off-Board Dienste und macht sie wirtschaftlicher. OEMs können somit existierende, bewährte Infrastrukturen nutzen, um Ihre Fahrzeuge über deren Lebensdauer dynamisch mit neuen Funktionen zu erweitern. In diesem Zusammenhang wird die Datensicherheit für die Verteilung der Apps auf die Fahrzeuge und die Fahrsicherheit bei der Nutzung von solchen Applikationen eine Hauptrolle spielen. Eine intelligente Integration und intuitives Bedienkonzept solcher Anwendungen im Fahrzeug wird das Hauptunterscheidungsmerkmal zwischen den OEMs sein.

## LITERATUR

**Barham, P.; Dragovic, B.; Fraser, K.; Hand, S.; Harris, T.; Ho, A., Neugebauer, R.; Pratt, I.; Warfield A. (2003).** Xen and the art of virtualization. In: Proceeding SOSP '03 -Proceedings of the nineteenth ACM symposium on Operating systems. pp. 164-177.

**Booth D.; Haas H.; McCabe F.; Newcomer E.; Champion M.; Ferris C.; Orchard D. (2004).** Web Services Architecture. W3C Working Group Note 11 February 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>.

**CCC (2015).** Car Connectivity Consortium. <http://www.mirrorlink.com>

**Hickson I.; Berjon R.; Faulkner S.; Leithead T.; Doyle Navara E.; O'Connor E.; Pfeiffer, S. (2014).** HTML5 - a vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. W3C Recommendation 28 October 2014. <http://www.w3.org/TR/html5/>.

**OSGi (2015).** Open Source Gateway Initiative. [www.osgi.org](http://www.osgi.org)

**Shavit M.; Gryc A.; Miucic R. (2007).** Firmware Update Over The Air (FOTA) for Automotive Industry. SAE Technical Paper.



## CYBERSECURITY ON WHEELS: INFORMATION AND COMMUNICATIONS SECURITY CHALLENGES IN INTELLIGENT AND CONNECTED VEHICLES

*Ahmad-Reza Sadeghi, Matthias Schunter, Christian Wachsmann*

### 1 INTRODUCTION

Modern vehicles are evolving to complex computing systems. Many new features to improve driver experience and mobility are integrated, from connectivity aspects and driver assistance systems to the vision of autonomous driving. Emerging trends, such as car sharing platforms and the integration of app markets and mobile devices (e.g., smartphones), will radically change the usage model of vehicles in the near future. Drivers will expect open interfaces and connectivity, e.g., to connect their smartphone with the infotainment system to play their favorite music or to use their favorite navigation service. These new features require exchanging information between the infotainment system and safety-critical components.

However, these developments and their technical realizations bear critical security, safety, and privacy risks. Today's vehicles typically do not provide sufficient protection against cyberattacks (Brooks et al. 2008; Rouf et al. 2010; Koscher et al. 2010; McClure 2011; Francillon et al. 2011; Checkoway et al. 2011; Miller & Vaslasek 2014). Existing protection mechanisms usually address only specific aspects, such as theft protection (Lemke et al. 2005; Hou et al. 2007; Atmel 2010; Lepek 2010; NFC World 2011; Deutsche Telekom 2011; Heyszl & Stumpf 2011; NXP 2011; Tillich & Wójcik 2012; Busold et al. 2013) (e.g., through key fobs and immobilizers) and protection against unintended manipulations (Furgel & Lemke 2006) (e.g., of the mileage counter), and there is no holistic security concept for automotive information and communications systems.

This paper gives a brief overview of selected information and communications security aspects and challenges of modern and future vehicles. Specifically, it presents selected recent cyberattacks on vehicles, points out fundamental security problems and challenges, and gives an outlook on a strategy for securing connected vehicles. To realize safe automobiles in the near future, a holistic information and communications security concept is required. This is particularly important for connected and autonomously driving vehicles.

### 2 FROM CARS TO DATA CENTERS ON WHEELS

Web services are an emerging application integrated into the infotainment system of modern vehicles. The most popular business model currently deployed by many car manufacturers are telematics services, where the customer of a car registers for a subscription and then can access a variety of voice and web-based online services. Prominent examples include BMW ConnectedDrive, Cadillac User Experience (CUE), Chevrolet MyLink, Fiat Chrysler Automobiles Uconnect, GM OnStar, HondaLink, Hyundai Blue Link, Infinity Connection, Kia UVO, Lexus Enform, Mercedes Mbrace, MyFord Touch and MyLincoln Touch (Microsoft SYNC), and Toyota Entune. These services typically include location-based services (such as navigation and recommendation services), infotainment (such as audio, video, games,

apps, and information on demand), and social networking. In the near future, these services may be extended with electronic payment services, remote diagnostics and maintenance, and software updates/upgrades. Other promising applications that increase driver comfort and safety include traffic efficiency and traffic management providing adaptive route planning based on current congestion, driver profile, and weather data, adaptive cruise control, and autonomous driving. Active road safety and driver assistance systems using remote data (e.g., collected by other vehicles and uploaded to the cloud) could enable older vehicles that lack the necessary sensors to benefit from these systems. Existing telematics applications on the market use sensor data to detect crashes and to automatically make emergency calls. Such crash recognition systems and automated emergency calls are mandatory for new vehicles in the EU since 2015.

Another emerging trend is the integration of automotive black boxes (Jones 2012), which record performance data of the vehicle that can be used in various applications. Tamper-resistant black boxes (similar to those in airplanes) could be used for diagnostic and forensic purposes, e.g., as evidence in a warranty dispute or in court after an accident. A black box with an online connection enables a variety of other use cases and business models. A quite popular example are personalized and adaptive insurance and leasing rates that depend on the customer's driving style. Another application is the tracking of vehicles and their cargo, e.g., in supply chain management or toll collection applications. Further, black boxes can help to track and/or to reliably disable stolen vehicles. There are various legal aspects to be considered, in particular regarding the authenticity of the recorded data and the privacy of users.

An emerging application is connected vehicles, which are permanently online and use information from the cloud, road side infrastructure, and other vehicles to increase the safety (e.g., driver assistance features) and comfort (e.g., infotainment and personalization) of the driver and passengers (Abuelela & Olariu 2010; El-toweissy et al. 2010; Iwai & Aoyama 2011; Yan et al. 2012). Automobiles and road side units form vehicular ad-hoc networks (VANETs) and vehicular clouds that share sensor data and other information, enabling cars without certain sensors to benefit from the data gathered by nearby vehicles. Security challenges in vehicular clouds include authentication of highly mobile vehicles and the complexity of trust relationships among multiple entities caused by intermittent short-range communication (Yan et al. 2012).

Another future application is drive-by-wire systems that replace the commonly used mechanical and hydraulic control systems by electronic systems that consist of several control units, sensors, and actuators. Such systems have several benefits ranging from enhanced road safety through ensuring that the driver does not exceed the limitations of the vehicle and making the vehicle more fuel-efficient by reducing the vehicle's weight by removing pushrods and the steering column. However, since drive-by-wire systems have full control over the vehicle movements, dependability and security are fundamental requirements in these systems and it must be ensured that failures do not endanger human life, economics, or the environment. These systems must tolerate critical faults without loss of functionality and the probability of encountering a safety-critical failure must be extremely low. Furthermore, these systems are subject to stringent real-time constraints since an excessive end-to-end response time can cause significant performance degradation and vehicle instability. The design of dependable and real-time capa-

ble security mechanisms for drive-by-wire systems is a challenging open research problem.

### 3 CAR-HACKING

In the following, we give an overview of the most important cyberattacks on automotive systems that have been reported in the literature.

The classical target of cyberattacks on vehicles aim to circumvent theft protection mechanisms such as keyless entry systems and immobilizers. A recent attack (Verdult et al. 2012) on a widely used key fob transponder (Hitag2) used in keyless entry and immobilizer systems copies and emulates the original key fob, which allows to unlock and start the engine of the vehicle without using the original key transponder. To copy a transponder, a limited number of authentications of the original transponder to the car must be eavesdropped and recorded, from which the authentication secrets can be recovered. Hereby the original key fob is not destroyed and not needed to be present to unlock the car or immobilizer. The attack reverse-engineered the underlying proprietary cryptographic primitives and protocols and exploited several conceptual design flaws and implementation weaknesses in these components.

The emerging deployment of various wireless communication systems (e.g., Bluetooth, WiFi, GPRS, NFC) opens new attack surfaces. Vulnerabilities in these wireless interfaces and components of current automobiles can be exploited to get full access to the in-vehicle network and the electronic control units (ECUs) connected to it (cf. Figure 1) (Checkoway et al. 2011).

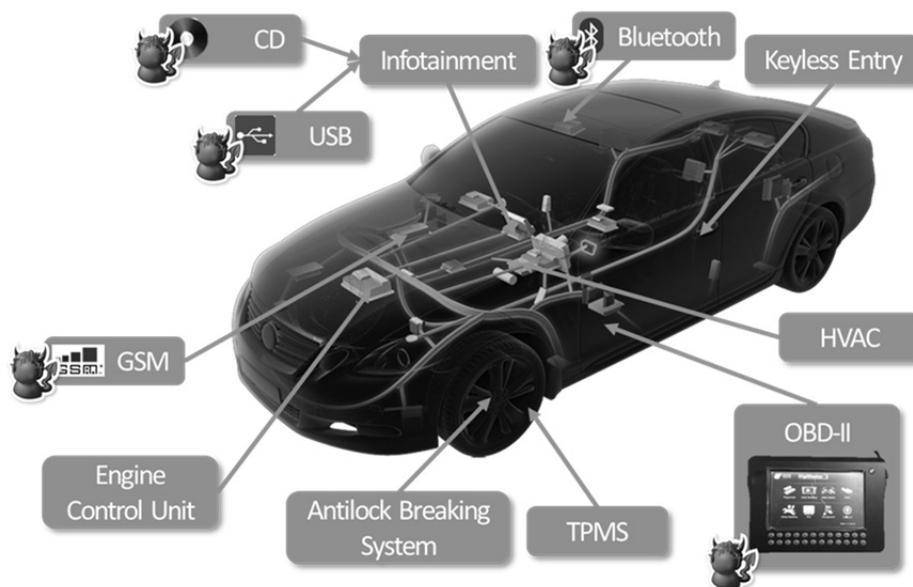


Figure 1: Attack surfaces of modern vehicles

These attacks allow to remotely control vehicles by exploiting implementation flaws in the interfaces between different software components running on the vehicle's ECUs. This includes safety-critical systems such as the engine and brake control units. Also proprietary wireless communication interfaces as those used for, e.g., tire pressure monitoring systems (TPMS), have been used to inject mes-

sages into the in-vehicle network and to track vehicles. It has been shown that wireless TMPS enable attacks to permanently disable (i.e., destroy) ECUs and to create user profiles without physical access to the vehicle (Rouf et al. 2010; Miller & Vaslasek 2014). Further, once the attacker has access to the in-vehicle network, he can take control of the entire vehicle (Koscher et al. 2010; Miller & Vaslasek 2014). Most of these attacks are feasible due to the lack of appropriate authentication mechanisms in the wireless interfaces and the in-vehicle network.

The main reason for the success of these attacks lies in the fundamental problem that security has not been an initial design goal of these systems and thus, has not been sufficiently addressed. As a consequence, most existing security problems in automobiles seem to be easily fixable. Replacing the proprietary schemes used with widely accepted cryptographic primitives and protocols with open specifications gives a basic assurance of their security. Further, hardening their implementations, e.g., by employing protection mechanisms and security engineering best practices, such as using only “safe” functions and libraries and verifying that the input parameter properties are correct, minimizes the risk of implementation errors that could be exploited to perform attacks. Moreover, stringent access control policies for the wireless communication channels, the in-vehicle network, and the ECUs prevent unauthorized use of these interfaces.

#### 4 AUTOMOTIVE SECURITY CHALLENGES

We have identified the following research questions and security challenges that are crucial for building secure and safe connected and autonomous vehicles.

**Multilateral security.** The automotive environment typically involves multiple stakeholders, such as the car manufacturer, component suppliers, repair shops, telematics and web service providers, car owners, and car users (Gerlach et al. 2007; Sumra et al. 2011). Depending on the application, these stakeholders may have different, maybe even contradicting objectives. For instance, the car manufacturer may want to prevent users from installing non-original components (spare parts, firmware, and software), while users may want to use third-party products. Another example are telematics and web service providers that are interested in user profiles while users want to protect their privacy. The challenge is to find a reasonable trade-off between the conflicting requirements and to design appropriate security mechanisms.

**Lightweight security.** Cost constraints are a major aspect of highly competitive markets, in particular in the automobile industry. Hence, security should not generate additional costs, meaning that deployment and maintenance costs should be minimal (Leinmuller et al. 2007). One consequence is that the security hardware required by many existing vehicular security architectures must be cost-efficient, implying that these security modules will typically have limited computational resources, such as memory and processing power. Furthermore, there may be electronic components in a vehicle, such as sensors and small electronic control units (ECUs) that are not equipped with security hardware. In this context, a major challenge is the development and design of cost-effective trust establishment mechanisms for vehicular systems that do not require a complex back-end infrastructure. In particular, most existing approaches to trust management in automotive applications rely on public-key infrastructures, which are expensive to build and maintain.

**Security with real-time guarantees.** Many automotive applications generate and process safety-critical data. These applications typically have strict performance constraints that cannot be fulfilled even by existing lightweight cryptographic primitives (Calandriello et al. 2011). The resource constraints on automotive security modules imposed by cost-constraints and technical limitations aggravate this problem. For instance, automotive safety applications typically generate and process up to 10 messages per second and per vehicle that must be processed within at most 100 ms (Hu & Laberteaux 2006; Petit & Mammeri 2006; Karagiannis et al. 2011). One approach is to resort to a tradeoff between safety and security requirements but finding the right balance is challenging (Dressler et al. 2011). In this context, the design and development of novel lightweight security primitives and protocols tailored to automotive applications may enable rigorous security and fulfill the safety-related performance requirements.

**Increasing security while maintaining backwards compatibility.** One of the most important design goals in the automotive industry is safety. As a consequence, the deployment of new technologies to automotive systems requires intensive testing and evaluation. Therefore, security mechanisms that require significant design changes to automotive components and systems are most likely to fail since their evaluation is too time-consuming and expensive (Koushanfar et al. 2012). Hence, extensions to existing standards that are compliant and interoperable with existing systems are preferable. However, this poses significant limitations to the integration of appropriate security solutions into vehicular systems. In this context, vendor-specific APIs<sup>1</sup> (such as BMW AppKit) may impose additional constraints (Samara et al. 2010). The design and integration of effective security features into existing standards and systems is a challenging task.

**Field upgradeability.** The current trend is to integrate information technology into automobiles. The headunit and infotainment system of modern vehicles evolves to a connected general purpose computing device. However, compared to common IT products, automobiles have a very long product life-cycle of up to 20 years (Koushanfar et al. 2012). Hence, one important feature is the updateability and upgradeability of electronic car components. This does not only concern fixing implementation problems and performance updates but also the integration of new features. A potential business model could be to offer software upgrades for older headunits that include new features and performance upgrades, including hardware upgrades. Since the headunit is typically interacting with safety-critical subsystems of the vehicle, it must be ensured that only authorized and trustworthy software can be installed on a headunit.

**Legal requirements.** The emerging connectivity of vehicles opens many possibilities to enhance user experiences and passenger safety. However, these applications also raise several legal concerns. Hence, many governmental organizations have started to work on legal requirements and regulations concerning user privacy, liability, and responsibility issues. In this context, security mechanisms and cryptography may help or even be mandatory to fulfill these legal requirements. Thus, these requirements should be considered already during the design of novel automotive applications. However, for some legal requirements, such as liability, it is yet unclear how to effectively realize them in practice (Raya et al. 2006; Karagiannis et al. 2011).

---

<sup>1</sup> Application programming interfaces

**Open in-vehicle infotainment.** Another field of research is the evolution towards open in-vehicle infotainment (IVI) systems and the convergence with mobile phones. From a security perspective, this generates the opportunity to adapt existing operating systems and security concepts to the emerging IVI ecosystem. However, it also introduces the security risks of mobile systems and open operating systems into the automotive space. Research questions in this field include how to obtain safety guarantees while being able to execute untrusted applications.

## 5 TOWARDS AN HOLISTIC AUTOMOTIVE SECURITY STRATEGY

A holistic security strategy for modern automobiles should cover three aspects: trustworthy user experiences, secure vehicles, and secure connectivity. The focus of *trustworthy user experiences* is the secure integration of users into future vehicles, including secure user authentication, data management, access control, and privacy. *Secure vehicles* concern securing individual automotive electronic systems, their communication, and the security of the vehicle as a whole. In this context, autonomous driving introduces accountability as a new requirement, which ensures that the cause of faults is uniquely identifiable and provable. *Secure connected vehicles* protect the communication of the vehicle with other entities, such as other vehicles, road side units, and online services. A fundamental requirement is to prevent attacks against the vehicle via its communication interfaces.

**Vehicles as secure platforms.** Modern automobiles integrate a network of a large number of electronic components with different capabilities, ranging from high-end electronic control units (ECUs) such as the headunit to low-resource devices such as sensors and actuators. Since some of these components have key roles in safety-critical systems, such as the braking or airbag systems, a mechanism to verify the integrity of the hardware and software of these devices is of high value. In particular, future autonomous vehicles driving with only minimal or even no human interaction must rely on the correct operation of the various sensors, control units, and actuators controlling the vehicle. Hence, for these vehicles integrity verification mechanisms are a key technology that ensures safe operation by enabling the vehicle to perform a safety-assessment by verifying the integrity of its safety-critical IT components. In this context it is of particular interest to have a safety and security core to which the system is reduced in case of malicious attacks or errors.

There is a large body of research on the software integrity verification (attestation) of IT systems. Most of the proposed schemes rely on secure coprocessors such as the Trusted Platform Module (TPM). While these approaches can be adapted to more capable automotive control units such as the headunit, the requirements of automotive IT environments must be considered. In particular, the developed solutions should be cost-effective, lightweight, and ideally integrable into existing automotive bus systems, such as the CAN<sup>2</sup> bus. Further, approaches based on complex security hardware are unsuitable for resource-constrained sensors and actuators. In this context, purely software-based trust establishment mechanisms have been proposed. However, these schemes make strong assumptions, such as tamper-resistant hardware, that are unfulfillable by cost-efficient embedded systems in practice. Hence, adapting existing attestation schemes to automotive IT

---

<sup>2</sup> Controller Area Network

systems and the development of practical attestation schemes for resource-constrained embedded automotive controllers are challenging tasks.

In order to protect vehicle data and control interfaces against attacks by outsiders and the owner of a vehicle, different hardware security module designs and security architectures for automobiles have been proposed. The EVITA project<sup>3</sup> has proposed different versions of hardware security modules for automotive systems (Groll et al. 2010). One particular focus is to enable the validation of software on automotive processors. A security architecture for on-board networks that is based on symmetric cryptography and hardware security modules has been proposed in (Schweppe et al. 2011). This architecture provides authentic communication between the various electronic control units (ECUs) in a vehicle. The major challenges in this context are the compatibility and the limitations of existing bus standards such as CAN or FlexRay. A fundamental research goal achieved by Intel CRI-SC is the TrustLite (Koeberl et al. 2014) security architecture, which enables to realize security services on low-end ECUs. Key features of TrustLite include hardware-enforced isolation of security and safety-critical tasks and remote attestation that allows to verify the software integrity of ECUs.

An emerging trend is the “appification” of vehicles and pushing towards open automotive systems. Today, manufacturers are locked into the proprietary systems provided by their individual suppliers. By replacing these multiple proprietary ecosystems by a larger open ecosystem, manufacturers can lower their development costs while gaining access to a wider ecosystem of drivers, applications, and services. One project driving this paradigm is OVERSEE (Groll et al. 2010) with the goal to enable an open software ecosystem on automotive platforms. To secure this ecosystem, OVERSEE proposes to use hardware roots of trust to ensure that all stakeholders can validate a given configuration.

**Trustworthy user experiences.** The second area of security challenges that emerged concerns trustworthy user experiences and user-related security aspects. Examples include user authentication such as keyless entry, new communication channels, secure mobile device integration, user privacy management, and realizing secure infotainment app ecosystems in the car.

The integration of new communication interfaces into automobiles enables a variety of new usage scenarios. One of the most popular emerging technology is Near Field Communication (NFC). Several usage scenarios of embedding NFC into an automobile and their implementation in a series production vehicle have been presented (Steffen et al. 2010). Examples include, device pairing, data exchange with mobile devices, and mobile payments. The driver's smartphone can also be used as an NFC-enabled identity card (such as an electronic passport, identity card, driver's license, or a specific authentication token) to authenticate the driver to the car, some web service, or to authorize a payment (e.g., for a parking fee or additional maps for the navigation system).

Using the smartphone to unlock the car and its immobilizer is particularly useful in private and corporate car sharing scenarios where many people share different cars. For example, an NFC-based immobilizer system for smartphones enables the offline delegation of car keys (Busold et al. 2013). Another trend is the integration of new communication interfaces, such as LTE and WiFi, which makes mod-

---

<sup>3</sup> [www.evita-project.org](http://www.evita-project.org)

ern automobiles communication hot-spots for mobile devices such as smartphones, tablets, and laptops. This requires to adopt standard security solutions to the automotive environment.

**Secure connected vehicles.** A wide area of research examines the security and privacy challenges when connecting cars and other devices (Car2X). There are two types of Car2X communication settings (Gerlach et al. 2007; Kleberger et al. 2011): a managed infrastructure (such as telematics services and the Internet) and highly dynamic vehicular ad-hoc networks (VANETs). In these settings, there are typically multiple stakeholders with different objectives.

Telematics applications are already available in some higher-end automobiles and typically provide a set of services offered by the car manufacturer, such as Internet access, web services and voice-based services. Most of these services are using standard mobile network connections running standard Internet protocols. Hence, well-known attacks against these protocols can also be applied to the automotive applications running on top of them (Lang et al. 2007). To protect telematics applications, a security and privacy framework including a platform security architecture for the headunit is required (Duri et al. 2002).

The most popular use case of vehicular ad-hoc networks (VANETs) are safety applications, where cars periodically broadcast safety-critical information to the vehicles in their vicinity (Kung 2008). These applications typically exchange a large number of time-critical messages (Karagiannis et al. 2011), which poses significant constraints on the underlying cryptographic mechanisms. Basic challenges in VANETs are to establish a (secure) communication relationship, being able to access the desired data on other communication endpoints (Raya & Hubaux;2005; Wex et al. 2008; Kung 2008; Isaac et al. 2010; Sabahi 2011; Yan et al. 2012; Wang et al. 2012), and to find a reasonable trade-off between the functional (i.e., safety) and the security objectives (Calandriello et al. 2011). Currently, there are two major approaches to secure and trustworthy communications in VANETs (Wex et al. 2008). The most common approach relies on identity management solutions, while the second approach dynamically establishes trust relations among vehicles.

Existing identity management solutions in vehicular networks typically rely on public-key infrastructures (PKIs) (Raya & Hubaux 2005; Raya et al. 2006; Raya & Hubaux 2007; Liu et al. 2007; Sun et al. 2007; Wang et al. 2008; Arboit et al. 2008; Wex et al. 2008; Wagan et al. 2010; Wasef et al. 2010; Rivas et al. 2011). These PKIs consider the different requirements of vehicular networks, such as invoking minimum overhead to the protocols based on the PKI (compact and efficiently verifiable certificates) and privacy aspects (user pseudonymity, anonymity, and location privacy) (Bißmeyer et al. 2012). Due to the large number of vehicles and the typically strict timing constraints of most VANET communications, the biggest challenge in PKIs for VANETs is the timely revocation of certificates (Arboit et al. 2008; Samara et al. 2010; Lequerica et al. 2010).

Another approach to trust establishment in vehicular networks that does not rely on a PKI is repudiation-based trust establishment (Dötzer et al. 2005; Patwardhan et al. 2006; Raya et al. 2008; Lo & Tsai 2009; Mármol & Pérez 2011). Each time a vehicle receives a warning message, it assesses the repudiation of the sender to determine whether the sender can be trusted to accept the message or not. In these systems, the repudiation of a vehicle is represented as a repudiation score

that can be computed based on information from different sources, including previous interactions with this vehicle, recommendations from other vehicles, roadside units and/or a central authority. The Vehicle Ad-Hoc Reputation System (VARS) (Dötzer et al. 2005) propagates repudiation information by appending this data to the messages exchanged in the VANET. A context-aware reputation management system stimulates proactive collaboration (Patwardhan et al. 2006). Another approach (Raya et al. 2008) relies on evaluating the trustiness of sensed data and received messages rather than the trust of individual vehicles. Event-based repudiation systems (Lo & Tsai 2009; Ding et al. 2010) follow a similar approach and use repudiation to assess the trustworthiness of the report on a certain event.

One of the major risks of vehicular networks concerns user privacy, in particular their location privacy. These systems typically generate, process, and exchange data collected by the sensors in vehicles that could be used to create user profiles of their drivers. A survey (Rivas et al. 2011) investigates how existing approaches to achieve pseudonymity, anonymity, and location privacy could be adapted to VANETs. REACT (Mershad & Artail 2011) is a framework for the secure message exchange between roadside units and vehicles that preserves the location privacy of its users.

## 6 CONCLUSION

The automotive space is moving rapidly. Exciting emerging trends such as connected vehicles, multi-modal transportation ecosystems, and autonomous cars radically change this market. A core trend is that the formerly closed and unconnected vehicles are now opened to a wide range of risks and attacks.

As a consequence, security and privacy are emerging as a core design requirements for vehicles. While concepts such as inbound virus scanning can be adopted to vehicles with limited effort, we surveyed many examples of interesting research results and challenges in this space. A common pattern is that, while some existing concepts can be adjusted, the specific automotive requirements often require new and innovative research. In particular the high security and privacy requirements of autonomous vehicles will continue to drive the demand for secure connected vehicles in the foreseeable future.

## LITERATUR

**Geneviève Arboit, Claude Crépeau, Carlton R. Davis, and Muthucumaru Maheswaran (2008).** A localized certificate revocation scheme for mobile ad hoc networks. *Ad Hoc Networks*, 6(1):17-31.

**Mahmoud Abuelela and Stephan Olariu (2010).** Taking VANET to the clouds. *International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia (MoMM)*, pages 6-13, ACM, November 2010.

**David Antolino Rivas, José M. Barceló-Ordinas, Manel Guerrero Zapata, and Julián D. Morillo-Pozo (2010).** Security on VANETs: Privacy, Misbehaving

Nodes, False Information and Secure Data Aggregation. *Journal of Network and Computer Applications*, 34(6):1942-1955, November 2011.

**Atmel.** Open Source Immobilizer Protocol Stack, 2010.

**Christoph Busold, Alexandra Dmitrienko, Christian Wachsmann, and Ahmad Sadeghi (2013).** Smart Keys for Cyber-Cars: Secure Smartphone-based NFC-enabled Car Immobilizer. *ACM CODASPY*.

**R. R. Brooks, S. Sander, J. Deng, and J. Taiber (2008).** Automotive System Security: Challenges and State-of-the-art. *Workshop on Cyber Security and Information Intelligence Research (CSIIRW)*. ACM, 2008.

**Norbert Bißmeyer, Hagen Stübing, Elmar Schoch, Stefan Götz, Jan P. Stotz, and Brigitte Lonc (2012).** A generic public key infrastructure for securing Car-to-X communication. *World Congress on Intelligent Transport Systems (ITS)*, pages 12-24. Fraunhofer SIT, October 2012.

**Stephen Checkoway, Damon McCoy, Brian Kantor, Danny Anderson, Hovav Shacham, Stefan Savage, Karl Koscher, Alexei Czeskis, Franziska Roesner, and Tadayoshi Kohno (2011).** Comprehensive Experimental Analyses of Automotive Attack Surfaces. *USENIX Conference on Security*. USENIX Association, 2011.

**Giorgio Calandriello, Panos Papadimitratos, Jean-Pierre Hubaux, and Antonio Lioy (2011).** On the Performance of Secure Vehicular Communication Systems. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 8(6):898-912, November 2011.

**Florian Dötzer, Lars Fischer, and Przemyslaw Magiera. (2005)** VARS: A Vehicle Ad-hoc Network Reputation System. *IEEE International Symposium on a World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, pages 454-456, IEEE Computer Society, June 2005.

**Sastry Duri, Marco Gruteser, Xuan Liu, Paul Moskowitz, Ronald Perez, Moninder Singh, and Jung M. Tang. (2002)** Framework for security and privacy in automotive telematics. *International Workshop on Mobile Commerce (WMC)*, pages 25-32, ACM, September 2002.

**Falko Dressler, Frank Kargl, Jörg Ott, Ozan K. Tonguz, and Lars Wischhof. (2011)** Research challenges in intervehicular communication: Lessons of the 2010 Dagstuhl Seminar. *IEEE Communications Magazine*, 49(5):158-164, May 2011.

**Qing Ding, Xi Li, Ming Jiang, and XueHai Zhou (2010).** Reputation-based trust model in Vehicular Ad Hoc Networks. *International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)*, pages 1-6, IEEE Computer Society, October 2010.

**Mohamed Eltoweissy, Stephan Olariu, and Mohamed Younis (2010).** Towards Autonomous Vehicular Clouds. *Ad Hoc Networks*, volume 49 of *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, pages 1-16. Springer Berlin Heidelberg, August 2010.

**Aurélien Francillon, Boris Danev, and Srdjan Čapkun (2011).** Relay Attacks on Passive Keyless Entry and Start Systems in Modern Cars. *Network and Distributed System Security Symposium (NDSS)*.

**Igor Furgel and Kerstin Lemke (2006).** A Review of the Digital Tachograph System. *Embedded Security in Cars*, pages 69-94. Springer Berlin Heidelberg, November 2006.

**M. Gerlach, A. Festag, T. Leinmuller, G. Goldacker, and C. Harsch (2007).** Security architecture for vehicular communication. Workshop on Intelligent Transportation (WIT).

**A. Groll, J. Holle, M. Wolf, and T. Wollinger (2010).** Next Generation of Automotive Security: Secure Hardware and Secure Open Platforms. ITS World Congress (ITS Busan 2010), October 2010.

**Félix Gómez Mármol and Gregorio Martínez Pérez (2012).** TRIP, a Trust and Reputation Infrastructure-based Proposal for Vehicular Ad Hoc Networks. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(3):934-941, May 2012.

**Ting-Wei Hou, Pang-Chieh Wang, Jung-Hsuan Wu, and Bo-Chiuan Chen (2007).** A Security Module for Car Appliances. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, 1(3):155-160, 2007.

**Yih-Chun Hu and Kenneth P. Laberteaux (2006).** Strong VANET Security on a Budget, November 2006.

**Johann Heyszl and Frederic Stumpf (2011).** Asymmetric Cryptography in Automotive Access and Immobilizer Systems, November 2011.

**Akihito Iwai and Mikio Aoyama (2011).** Automotive Cloud Service Systems Based on Service-Oriented Architecture and Its Evaluation. *IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*, IEEE Computer Society, pages 638-645, July 2011.

**J. T. Isaac, Sherali Zeadally, and J. S. Camara (2010).** Security Attacks and Solutions for Vehicular Ad Hoc Networks. *IET Communications*, 4(7):894-903, April 2010.

**Willie D. Jones (2012).** The Automotive Black Box Data Dilemma. 2012.

**Georgios Karagiannis, Onur Altintas, Eylem Ekici, Geert Heijenk, Boangoat Jarupan, Kenneth Lin, and Timothy Weil (2011).** Vehicular Networking: A Survey and Tutorial on Requirements, Architectures, Challenges, Standards and Solutions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 13(4):584-616, October 2011.

**K. Koscher, A. Czeskis, F. Roesner, S. Patel, T. Kohno, S. Checkoway, D. McCoy, B. Kantor, D. Anderson, H. Shacham, and S. Savage (2010).** Experimental Security Analysis of a Modern Automobile. *IEEE Symposium on Security and Privacy (S&P)*.

**Pierre Kleberger, Asrin Javaheriy, Tomas Olovsson, and Erland Jonsson (2011).** A Framework for Assessing the Security of the Connected Car Infrastructure. *International Conference on Systems and Networks Communications (ICSNC)*, pages 236-241. IARIA, October 2011.

**Farinaz Koushanfar, Ahmad-Reza Sadeghi, and Hervé Seudie (2012).** EDA for Secure and Dependable Cybercars: Challenges and Opportunities. *ACM/EDAC/IEEE Design Automation Conference (DAC)*, pages 220-228. IEEE Computer Society, June 2012.

**Patrick Koeberl, Steffen Schulz, Ahmad-Reza Sadeghi, and Vijay Varadharajan (2014).** TrustLite: A Security Architecture for Tiny Embedded Devices. *European Conference on Computer Systems (EuroSys)*. ACM, 2014.

**Antonio Kung (2008).** Secure Vehicle Communication Deliverable 2.1: Security Architecture and Mechanisms for V2V/V2I. Technical report, SeVeCom, February 2008.

**Andreas Lang, Jana Dittmann, Stefan Kiltz, and Tobias Hoppe (2007).** Future Perspectives: The Car and Its IP-Address -- A Potential Safety and Security Risk Assessment. *Computer Safety, Reliability, and Security*, volume 4680 of *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, pages 40-53. Springer Berlin Heidelberg, 2007.

**Paul Lepek (2010).** Configurable, Secure, Open Immobilizer Implementation, November 2010.

**Xiaonan Liu, Zhiyi Fang, and Lijun Shi (2007).** Securing Vehicular Ad Hoc Networks. *International Conference on Pervasive Computing and Applications (ICPCA)*, pages 424-429. IEEE Computer Society, July 2007.

**Iván Lequerica, Juan A. Martinez, and Pedro M. Ruiz (2010).** Efficient Certificate Revocation in Vehicular Networks Using NGN Capabilities. *IEEE Vehicular Technology Conference (VTC)*, pages 1-5. IEEE Computer Society, August 2010.

**Tim Leinmuller, Elmar Schoch, and Christian Maihofer (2007).** Security Requirements and Solution Concepts in Vehicular Ad Hoc Networks. *Conference on Wireless on Demand Network Systems and Services (WONS)*, pages 84-91. IEEE Computer Society, January 2007.

**Kerstin Lemke, Ahmad-Reza Sadeghi, and Christian Stübke (2005).** An Open Approach for Designing Secure Electronic Immobilizers. *Information Security Practice and Experience (ISPEC)*, volume 3439 of *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, pages 230-242. Springer Berlin Heidelberg, April 2005.

**Nai W. Lo and Hsiao C. Tsai (2009).** A Reputation System for Traffic Safety Event on Vehicular Ad Hoc Networks. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, April 2009.

**Khaleel Mershad and Hassan Artail (2011).** REACT: Secure and Efficient Data Acquisition in VANETs. *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, pages 149-156. IEEE Computer Society, October 2011.

**Stuart McClure (2011).** Caution: Malware Ahead.

**Charlie Miller and Chris Vaslasek (2014).** A Survey of Remote Automotive Attack Surfaces. *Black Hat USA 2014*.

**NFC World (2010).** Orange and Valeo Demonstrate NFC Car Key Concept, 2010.

**NXP (2011).** NXP and Continental Demonstrate the World's First Concept Car Embedding NFC at Mobile World Congress, 2011.

**Anand Patwardhan, Anupam Joshi, Tim Finin, and Yelena Yesha (2006).** A Data Intensive Reputation Management Scheme for Vehicular Ad Hoc Networks. *International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems*, pages 1-8. IEEE Computer Society, July 2006.

**Jonathan Petit and Zoubir Mammeri (2010).** Analysis of Authentication Overhead in Vehicular Networks. *IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)*, pages 1-6. IEEE Computer Society, October 2010.

**Maxim Raya and Jean P. Hubaux (2005).** The Security of Vehicular Ad Hoc Networks. *ACM Workshop on Security of Ad Hoc and Sensor Networks (SASN)*, pages 11-21. ACM, November 2005.

**Maxim Raya and Jean P. Hubaux (2007).** Securing Vehicular Ad Hoc Networks. *Journal of Computer Security*, 15(1):39-68, January 2007.

**Ishtiaq Rouf, Rob Miller, Hossen Mustafa, Travis Taylor, Sangho Oh, Wenyan Xu, Marco Gruteser, Wade Trappe, and Ivan Seskar (2010).** Security and Privacy Vulnerabilities of In-car Wireless Networks: A Tire Pressure Monitoring System Case Study. USENIX Conference on Security. USENIX Association, 2010.

**Maxim Raya, Panagiotis Papadimitratos, Virgil D. Gligor, and Jean-Pierre Hubaux (2008).** On Data-Centric Trust Establishment in Ephemeral Ad Hoc Networks. IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM), pages 1238-1246. IEEE Computer Society, April 2008.

**Maxim Raya, Panos Papadimitratos, and Jean-Pierre Hubaux (2006).** Securing Vehicular Communications. IEEE Wireless Communications, 13(5):8-15, October 2006.

**Farzad Sabahi (2011).** The Security of Vehicular Adhoc Networks. International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks (CICSyN), pages 338-342. IEEE Computer Society, July 2011.

**Ghassan Samara, Wafaa A. H. Al-Salihy, and R. Sures (2010).** Security Issues and Challenges of Vehicular Ad Hoc Networks (VANET). International Conference on New Trends in Information Science and Service Science (NISS), pages 393-398. IEEE Computer Society, May 2010.

**Irshad A. Sumra, Halabi Hasbullah, and Jamalul-lail A. Manan (2011).** VANET Security Research and Development Ecosystem. National Postgraduate Conference (NPC), pages 1-4. IEEE Computer Society, September 2011.

**Rainer Steffen, Jörg Preißinger, Tobias Schöllermann, Armin Müller, and Ingo Schnabel (2010).** Near Field Communication (NFC) in an Automotive Environment. International Workshop on Near Field Communication (NFC), pages 15-20. IEEE Computer Society, April 2010.

**Ghassan Samara, Sureswaran Ramadas, and Wafaa A. H. Al-Salihy (2010).** Design of Simple and Efficient Revocation List Distribution in Urban Areas for VANETs. International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), 8(1):151-155, April 2010.

**Hendrik Schweppe, Yves Roudier, Benjamin Weyl, Ludovic Apvrille, and Dirk Scheuermann (2011).** Car2X Communication: Securing the Last Meter - A Cost-Effective Approach for Ensuring Trust in Car2X Applications Using In-Vehicle Symmetric Cryptography. IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), pages 1-5. IEEE Computer Society, September 2011.

**Jinyuan Sun, Chi Zhang, and Yuguang Fang (2007).** An ID-based Framework Achieving Privacy and Non-Repudiation in Vehicular Ad Hoc Networks. IEEE Military Communications Conference (MILCOM), pages 1-7. IEEE Computer Society, October 2007.

**Deutsche Telekom (2011).** Deutsche Telekom and Automotive Supplier Continental Demonstrated Car Keys.

**Stefan Tillich and Marcin Wójcik (2012).** Security Analysis of an Open Car Immobilizer Protocol Stack. Cryptology ePrint Archive, Report 2012/617, October 2012.

**Roel Verdult, Flavio D. Garcia, and Josep Balasch (2012).** Gone in 360 Seconds: Hijacking with Hitag2. USENIX Security Symposium, pages 237-252. USENIX Association, August 2012.

**Philipp Wex, Jochen Breuer, Albert Held, Tim Leinmuller, and Luca Delgrossi (2008).** Trust Issues for Vehicular Ad Hoc Networks. IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), pages 2800-2804. IEEE Computer Society, May 2008.

**Neng-Wen Wang, Yueh-Min Huang, and Wei-Ming Chen (2008).** A novel secure communication scheme in vehicular ad hoc networks. Computer Communications, 31(12):2827-2837, July 2008.

**Albert Wasef, Rongxing Lu, Xiaodong Lin, and Xuemin Shen (2010).** Complementing Public Key Infrastructure to Secure Vehicular Ad Hoc Networks. IEEE Wireless Communications, 17(5):22-28. IEEE Computer Society, October 2010.

**Asif A. Wagan, Bilal M. Mughal, and Halabi Hasbullah (2010).** VANET Security Framework for Trusted Grouping Using TPM Hardware. International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN), pages 309-312. IEEE Computer Society, February 2010.

**Lucas Wang, Ryuji Wakikawa, Romain Kuntz, Rama Vuyyuru, and Lixia Zhang (2012).** Data Naming in Vehicle-to-Vehicle Communications. IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM), pages 328-333. IEEE Computer Society, March 2012.

**Gongjun Yan, Danda B. Rawat, and Bhed B. Bista (2012).** Towards Secure Vehicular Clouds. International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), pages 370-375. IEEE Computer Society, July 2012.





## **AUTONOMOUS DRIVING FOR COMMERCIAL VEHICLES - CONNECTIVITY AS NECESSARY ENABLER**

*Markus Kirschbaum*

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Hochautomatisiertes Fahren stellt einen weiteren großen Schritt in Richtung Unfallfreies Fahren durch die intelligente Vernetzung von Assistenzsystemen dar und erhöht damit die Sicherheit im Straßenverkehr. Zusätzlich bringt es für den Fahrer mehr Entlastung und Komfort in monotonen Verkehrssituationen (z.B. lange Autofahrten und Staus) und für den Spediteur mehr Effizienz und Wirtschaftlichkeit sowie ökologische Nachhaltigkeit. Der Future Truck 2025 hat erstmalig gezeigt, welche Freiräume für neue Aufgaben im Logistikbereich auch während der Fahrt geschaffen werden können, um das Berufsbild des Kraftfahrers aufzuwerten. Dieser Paradigmenwechsel vom Fahrer, hin zum Transportmanager bietet großes Potenzial geht aber einher mit einer neuen Art der Fahrer-Fahrzeug Interaktion.

In einem ersten Schritt werden die Gesamtfunktionalität und die dafür notwendigen Komponenten beschrieben. Durch die zusätzliche Konnektivität mit V2V, V2I und Internet wird diese Funktionalität weiter gesteigert und zusätzliche Möglichkeiten werden für Kunde und Fahrer dadurch möglich.

Der Fahrerarbeitsplatz von Morgen zeigt eindrucksvoll, dass durch ein entsprechendes Interieur und ein aktives Einbinden des LKW Fahrers in die Funktionalität, Vertrauen aufgebaut wird, um eine hohe Nutzerakzeptanz zu schaffen. Hierbei ist ein reproduzierbares und für den Fahrer nachvollziehbares, transparentes Fahrverhalten zu schaffen.

## **1 DAS HOCHAUTOMATISIERTE FAHREN IM FUTURE TRUCK 2025**

Der Future Truck 2025 feierte seine Weltpremiere auf der IAA Nutzfahrzeuge 2014. Die technische Demonstration fand in Magdeburg auf einem Teilstück der A14 statt. Das Fahrzeug zeigt eindrucksvoll wie Effizienz und Sicherheit durch Konnektivität maximiert werden können.

### **1.1 Motivation**

Der starke Zuwachs im Güterverkehr der nächsten Jahre in Verbindung mit einer langsam wachsenden Infrastruktur zeigt wie wichtig es sein wird die vorhandenen Ressourcen optimal zu nutzen (BMVI, 2014). Zusätzlich belasten Kostendruck, vor allem beim Thema Kraftstoffpreise und Mautabgaben sowie Fahrermangel die Transportunternehmen. Um diese Themen anzugehen gibt es eine Lösung:

Wir müssen die vorhandene Infrastruktur besser nutzen, Assistenz- und Telematiksysteme vermehrt einsetzen und miteinander verknüpfen, sowie den Fahrerberuf deutlich attraktiver machen.

## 1.2 Funktionalität

Die Kernfunktion ist das hochautomatisierte Fahren auf der Autobahn ohne dass der Fahrer das Lenkrad hält und dass er gewisse Nebentätigkeiten wahrnehmen darf.

Nach dem Auffahren auf die Autobahn ordnet sich der Fahrer des Mercedes-Benz Future Truck 2025 in den fließenden Verkehr auf seiner Spur ein. Das System bietet ihm dann den „Highway Pilot“ an. Diesen aktiviert der Fahrer und das Fahrzeug wechselt in den hochautomatisierten Modus (Bild 1).



Bild 1: Instrumentoberfläche im Highway Pilot Modus und Aufforderung zur Übernahme

Der Future Truck 2025 ist je nach Verkehrssituation losgelöst unterwegs, denn zu seiner Führung durch den Verkehr wird kein vorausfahrendes Fahrzeug benötigt. Er agiert in seiner Fahrspur hochautomatisiert. Fährt ein anderes Fahrzeug voraus, kann sich der Lkw im Rahmen der erlaubten Geschwindigkeit an dessen Tempo orientieren und den vorgegebenen Sicherheitsabstand halten. Das Einscheren weiterer Fahrzeuge ist deshalb jederzeit gefahrlos möglich. Auch ist der Sicherheitsabstand gewährleistet – der Mercedes-Benz Future Truck 2025 passt sich seiner Umgebung perfekt an. Der Future Truck 2025 funktioniert unabhängig von anderen Verkehrsteilnehmern. Durch eine zusätzliche Vernetzung schöpft er die Infrastruktur optimal aus und steigert zusätzlich die Logistikeffizienz. Wichtig sind dafür offene Standards und Kommunikationsprotokolle.

## 1.3 Herausforderungen des Hochautomatisierten Fahrens

Die technischen Voraussetzungen sind mit dem Mercedes-Benz Future Truck 2025 erstmals demonstriert, jedoch bedarf es ebenfalls einer Anpassung der Gesetzgebung an diese neue Dimension des Fahrens. Bereits im Gange ist eine Weiterentwicklung der „Wiener Straßenverkehrskonvention“ von 1968 (BGBl, 1977), die nahezu alle europäischen Staaten unterzeichnet und umgesetzt haben. Diese Übereinkunft soll den Straßenverkehr durch eine Standardisierung der Regeln sicherer machen und besagt in einer Kernaussage: Der Fahrer muss sein Fahrzeug jederzeit und unter allen Umständen beherrschen.

Auf der Basis der Wiener Straßenverkehrskonvention gestattet die UN/ECE-Regelung R 79 für Lenkanlagen zwar korrigierende Lenkeingriffe, aber kein automatisches Lenken oberhalb von 10 km/h. Diese Möglichkeit ist bereits eine der Voraussetzungen für Park- und Stau-Assistenten.

Technisch und juristisch muss ebenfalls die Datensicherheit gewährleistet sein. Das betrifft Eingriffe von außen auf das einzelne Fahrzeug, aber auch die Übertragung von Daten bei der Kommunikation V2V und V2I und Internet.

Neben Zulassungsfragen gilt es auch verkehrsrechtliche Fragen zu klären, etwa für die Haftung bei Verkehrsverstößen und bei auch künftig nicht völlig auszuschließenden Unfällen. Gleiches gilt für Themen rund um Versicherungen und Produkthaftung (Bild 2).

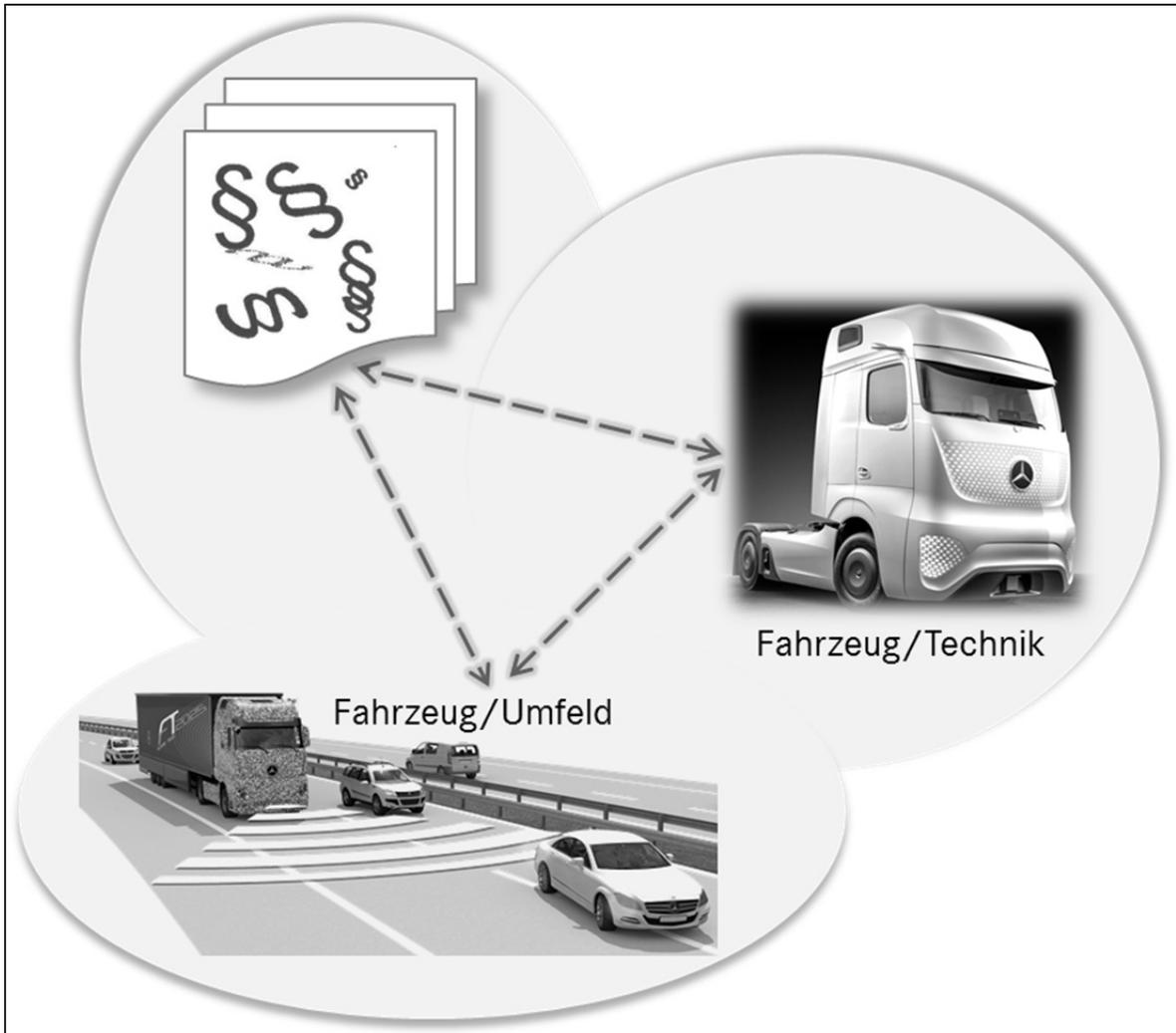


Bild 2: Gesetzgebung und Datenschutz beeinflussen das hoch-automatisierte Fahren

## 2 DIE TECHNIK DES FUTURE TRUCK 2025

Für die Realisierung des hochautomatisierten Fahrens wurde ein System onboard installiert, welches die Grundfunktionalität auch ohne Konnektivität darstellen kann. Eine V2X oder Internet Konnektivität kann nicht jederzeit gewährleistet werden, da Sie von der Netzabdeckung oder der Dichte der nutzbaren V2V Fahrzeugen abhängig ist.

## 2.1 Radarsensoren und eine Kamera scannen das Umfeld

Für das hochautomatisierte Fahren im Mercedes-Benz Future 2025 sind aktuell 2 unabhängige Sensorprinzipien verbaut. Durch Einsatz von Kamera- und Radar Technik wird das Umfeld für das hochautomatisierte Fahren erfasst (Bild 3).

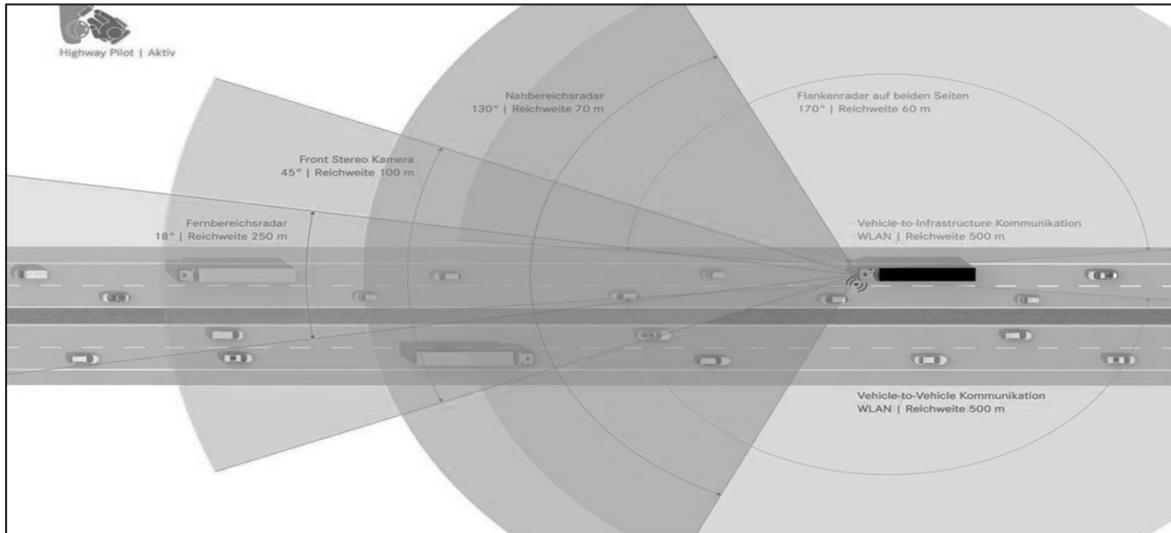


Bild 3: Umfeld Erfassung durch Einsatz von Radar- und Kamerasensoren.

Im unteren Bereich der Frontpartie scannt ein Radarsensor den Fern- und Nahbereich nach vorne. Der Frontradarsensor erfasst eine Reichweite von 250 m und deckt einen Öffnungswinkel von 18 Grad ab. Der Nahbereichssensor hat eine Reichweite von 70 m und bestreicht einen Winkel von 130 Grad. Der Radarsensor ist die Basis für die heute schon verfügbaren Sicherheitssysteme Abstandhalte-Assistent und Notbrems-Assistent.

Den Bereich vor dem Fahrzeug hat außerdem eine Stereokamera im Blick, sie ist oberhalb der Brüstung hinter der Windschutzscheibe montiert. Heute ist an dieser Stelle bei der Option Spurhalte-Assistent eine Monokamera montiert. Die Reichweite der Stereokamera beläuft sich auf 100 m, sie bestreicht einen Bereich von horizontal 45 Grad und vertikal 27 Grad.

Die Stereokamera des Mercedes-Benz Future Truck 2025 identifiziert ein- und zweispurige Fahrbahnen, Fußgänger, bewegliche und unbewegliche Gegenstände, sämtliche Objekte innerhalb des überwachten Raums. Die Kamera erkennt alles, was sich vom Hintergrund abhebt und kann somit auch den Freiraum präzise ermitteln. Die Front-Stereokamera nimmt außerdem die Informationen von Verkehrsschildern auf.

Neben der Objekt- und Freiraumerkennung dient die Stereokamera der Spurerkennung, die eine wesentliche Funktion für die hochautomatisierte Spurführung darstellt.

Die Überwachung der Fahrbahn links und rechts des Lkw übernehmen seitlich angebrachte Radarsensoren. Sie sind links und rechts vor der Hinterachse der Zugmaschine montiert. Die Reichweite beträgt 60 m, die Sensoren decken einen Winkel von 170 Grad in Längsrichtung ab.

Anhand dieser Informationen wird ein Umgebungsmodell erstellt, welches alle relevanten Objekte für das hochautomatisierte Fahren enthält. Aus diesem Modell werden dann die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Lenkwinkel bestimmt und diese dem Antriebstrang und der Überlagerungslenkung übermittelt.

## 2.2 Konnektivität

Alle Sensoren an Bord des Future Truck 2025 sind miteinander vernetzt (Multi-sensorfusion) und ergeben ein komplettes Bild der Umgebung. Erfasst werden sämtliche bewegte und stationäre Objekte im Umfeld des Lkw.

Durch die Fusionierung der Daten in einem Hochleistungs-Multikernprozessor des Zentralrechners werden die Daten aller Sensoren im gesamten Bereich vor und neben dem Lkw miteinander verknüpft.

Die Sensor- und Kameratechnik ist vom Stand bis zur gesetzlich erlaubten Höchstgeschwindigkeit für Lkw wirksam. Sie hält den Lkw durch Lenkeingriffe vollautomatisch sicher in der Mitte seiner Fahrspur. Hinterlegt ist außerdem eine digitale dreidimensionale Karte, wie sie bereits jetzt für das Assistenzsystem Predictive Powertrain Control (PPC) verwendet wird. Der Lkw ist also über den Streckenverlauf und die Topografie jederzeit perfekt informiert.

### 2.2.1 V2V und V2I für das hochautomatisierte Fahren

Perfekt ergänzt wird der „Highway Pilot“ durch Vernetzung V2V und V2I. Die gesendeten Botschaften sollten folgende Informationen enthalten. Fahrzeugposition und Fahrzeugtyp sowie Abmessungen, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit, eventuelle Beschleunigungs-, Bremsmanöver und die aktuell gefahrene Kurvenkrümmung.

Die Häufigkeit der Informationsvermittlung ist abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und von der Intensität seiner Bewegungsänderungen. Sie pendelt zwischen einer Nachricht pro Sekunde bei ruhiger Fahrt bis zum zehnfachen Intervall bei deutlichen Änderungen.

Die Übermittlung erfolgt mit WLAN-Technologie über die europaweit einheitliche Frequenz G5 bei 5,9 Gigahertz. Basis ist die ITS Vehicle Station (Intelligent Transport Systems and Services) an Bord des Fahrzeugs.

Die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen erfolgt beim Future Truck 2025 über eine Reichweite von etwa 500 m im Umkreis. Damit informieren sich die Fahrzeuge gegenseitig über ihre Bewegungen und können sofort darauf vorausschauend reagieren. Das betrifft zum Beispiel Reaktionen auf das Einfädeln von Fahrzeugen auf die Autobahn oder ein nahendes Stauende. Je mehr Fahrzeuge auf diesem Wege miteinander kommunizieren, desto dynamischer und flexibler können sie aufeinander und miteinander reagieren.

Im Idealfall entsteht daraus entlang der Strecke eine ununterbrochene Kommunikationskette, die Fahrer und Fahrzeug bei Bedarf exakt selbst über die Verkehrssituationen weit voraus auf seiner Strecke informiert.

V2I bedeutet, dass alle diese Nachrichten und Signale ebenfalls an externe Adressaten geschickt werden, etwa Verkehrsleitstationen. Sie können darauf flexibel reagieren, zum Beispiel mit Änderungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit

oder Freigabe zusätzlicher Fahrspuren. Umgekehrt können auch Nachrichten zu den Fahrzeugen gesendet werden, zum Beispiel über Tagesbaustellen (Bild 4).

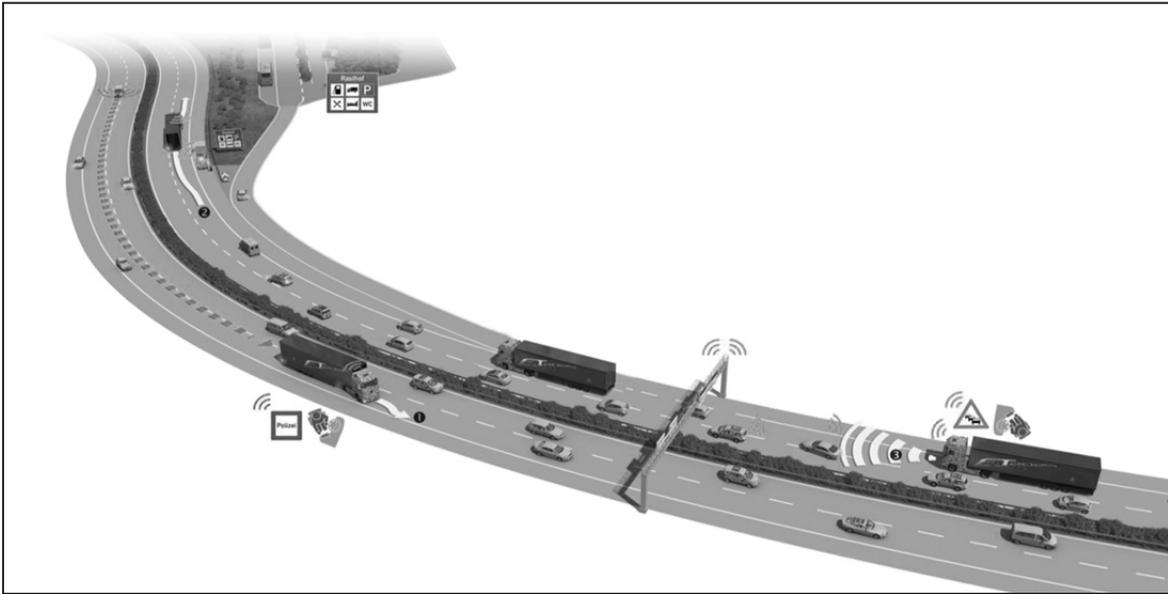


Bild 4: V2V und V2I optimieren den Verkehrsfluss und erhöhen die Effizienz.

Alle diese Daten informieren den Fahrer und den Fahrzeugrechner rechtzeitig über Geschehnisse außerhalb seiner Sichtweite. Damit wissen er und sein Fahrzeug zum Beispiel vorausschauend von Hindernissen, bevor eine Gefahrensituation eintreten kann.

### 2.2.2 Für den Fahrzeug Kunde und den Fahrer

Um allerdings den vollen Nutzen im Sinne der Logistik-Effizienz und optimalen Ausnutzung der Infrastruktur ausschöpfen zu können, ist eine übergreifende Vernetzung wünschenswert. Diese Entwicklung wird sicher schrittweise vonstattengehen. Wichtig sind dafür offene Standards und Protokolle.

Hochautomatisiertes Fahren entlastet den Fahrer vom Fahren „müssen“ in vielen Situationen, vor allem auf ermüdenden und häufig eintönigen Fernstrecken. Da der Lkw seine Geschwindigkeit selbst regelt und sich per Navigations-App ebenfalls selbstständig den optimalen Weg sucht, weil Spedition, Verloader und Ladungsempfänger fortlaufend in Echtzeit über Standort, Fahrtverlauf und die voraussichtliche Ankunftszeit informiert sind, wird der Fahrer vom Zeitdruck entlastet. Er macht heute einen großen Teil seiner Arbeitsbelastung aus.

Der Fahrer gewinnt gleichzeitig Zeit für andere Aufgaben und die Kommunikation mit seiner Umwelt. Denkbar ist die Übernahme von Tätigkeiten, die bisher der Disposition vorbehalten sind oder dem sozialen Kontakt dienen. Vor allem selbstfahrende Unternehmer können Bürotätigkeiten bei Bedarf bequem unterwegs erledigen.

Die Übernahme anderer Tätigkeiten wird das Berufsbild des Lkw-Fahrers deutlich verändern. Hieraus ergeben sich Aufstiegsmöglichkeiten von der reinen Fahrtätigkeit zum Transportmanager. Der Beruf des Lkw-Fahrers wird attraktiver – hochautomatisiertes Fahren ist deshalb auch eine klare Antwort auf den Fahrermangel. Lkw und Fahrer verschmelzen beim hochautomatisierten Fahren mehr denn je zu

einem Team, zu einer sinnvollen, schlagkräftigen und hoch wirtschaftlichen Kombination von Mensch und Maschine.

### 3 DER ARBEITSPLATZ VON MORGEN

Das Interieur des Future Truck 2025 besteht durch seine Reduzierung auf wesentliche Funktionen und ein geradezu puristisches Design. Die Gestaltung des fahrenden Arbeitsplatzes ist ruhig und aufgeräumt wie in einem modernen papierlosen Büro. Nüchterne Technik kontrastiert auf faszinierende Weise mit natürlichen Materialien, mit Wohnlichkeit und Wärme.

Die Armaturentafel ist ruhig und aufgeräumt, Displays lösen Instrumente und Außenspiegel ab. Sie schweben wie Inseln vor der Klavierlack-Oberfläche im Cockpit. An die Stelle auffallender Luftdüsen tritt eine indirekte Klimatisierung, ein Touchpad löst herkömmliche Schalterleisten ab (Bild 5).



Bild 5: Arbeitsplatz des Future Trucks 2025.

Ist der Lkw hochautomatisiert unterwegs, kann der Fahrer seinen Sitz auf Wunsch nach hinten stellen und ihn gleichzeitig um 45 Grad in den Raum hinein drehen – der Fahrer nimmt dann bewusst eine entspannte und bequeme Arbeitsposition ein. Gleichzeitig hellt die indirekte Beleuchtung das Interieur blendfrei auf.

An seinem künftigen Arbeitsplatz kommuniziert der Fahrer während der Fahrt per Tablet-Rechner. Er steckt entnehmbar in der neu gestalteten Mittelkonsole. Hier bearbeitet er Unterlagen, disponiert seine weiteren Fahrziele, kann zusätzliche Aufträge entgegennehmen und organisiert seine nächste Pause. Der Bildschirm des Rechners ist frei konfigurierbar, deshalb kann der Fahrer auf Wunsch ebenfalls alle wesentlichen Fahrdaten abrufen.

Statt Lenkrad und Pedalerie ist der Tablet-Rechner das entscheidende Arbeitsmedium auf langen und hochautomatisiert gefahrenen Strecken. Der Mercedes-

Benz Future Truck 2025 führt zu einer neuen Art der Arbeit im Fahrerhaus eines Fernverkehrs-Lkw (Bild 6).



Bild 6: Fahrer arbeitet am Tablet und Fahrersitz ist um 45°gedreht

#### 4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das hochautomatisierte Fahren im Nutzfahrzeug ist durch den weiterhin steigenden Güterverkehr zur optimalen Ausnutzung der Infrastruktur notwendig. Gleichzeitig wird mit dem „Highway Pilot“ die Verkehrssicherheit weiter erhöht, da durch die Vernetzung eine gefährliche Situation viel früher kommuniziert und darauf reagiert werden kann.

Für das hochautomatisierte Fahren auf Autobahnen sind primär im Fahrzeug verbaute Sensoren notwendig. Durch Konnektivität werden diese Fahrfunktionen weiter optimiert und zusätzliche Möglichkeiten werden geschaffen. Zu den technischen Herausforderungen kommen Fragen zur Datensicherheit, der Zulassung und des Verkehrsrechts hinzu.

Der Fahrerarbeitsplatz ist eines der hauptsächlichen Herausforderungen für die Zukunft. Gestaltung, Anmut und Funktionalität sind in Einklang zu bringen. Das hochautomatisierte Fahren soll schnell Vertrauen aufbauen, der Fahrer darf dabei nicht unterfordert werden. Viele HMI Funktionen werden weg von Lenkrad oder Brüstung hin zu fahrersitznahen Positionen wandern.

#### LITERATUR

**BMVI (2014).** BMVI Verkehrsprognose 2030

**BGBI (1968).** 1977 II S. 809, 811, Übereinkommen vom 8. November 1968 über den Strassenverkehr