

Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung eines kontextsensitiven HMI

Michael Bischof, Ludger Ey, Alexander Kuck, Michael Rahier, Thomas Ritz
mobile media & communication lab (m²c-lab), FH Aachen

Zusammenfassung

Das Smartphone ist heute aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Autofahrer wollen ihre vom Smartphone bekannten Dienste auch im Fahrzeug über das HMI nutzen können. Die Automobilhersteller integrieren daher immer mehr dieser Dienste in die Fahrzeuge, dennoch wird häufig auf das Smartphone zurückgegriffen. Dieser Artikel befasst sich mit der Idee eines kontextsensitiven HMI-Systems, welches den Nutzer mit passenden, angereicherten Informationen versorgt, um sein Informationsbedürfnis im Fahrzeug auch ohne Smartphone zu befriedigen. Dabei wird die aktuelle Fahrsituation berücksichtigt, um das sichere Führen des Fahrzeugs nicht zu gefährden. Es wird eine Methodik vorgestellt, wie ein derartiges System von einem nutzerzentrierten Anwendungsfall zu einem Prototypen entwickelt werden kann.

1 Einleitung

Heutige Fahrzeugnutzer wollen immer mehr Dienste, die sie von ihrem Smartphone kennen, auch während der Fahrt nutzen. Automobilhersteller reagieren auf dieses Bedürfnis und integrieren immer mehr dieser Dienste in das „Human Machine Interface“ (HMI) moderner Kraftfahrzeuge (Handelsblatt 2014). Dennoch greifen die Nutzer während der Fahrt, wegen des größeren Informationsangebots, zu ihrem Smartphone (Welt 2014). Es entsteht ein Dilemma zwischen Fahrsicherheit und Informationsbedürfnis.

Um die Fahrsicherheit zu gewährleisten, muss entschieden werden, wann eine Informationsversorgung verkehrssicher stattfinden kann (Semmelroth 2015). So sollte zum Beispiel während eines Einparkvorgangs nicht über eingehende Nachrichten informiert werden, sondern erst, sobald die Beanspruchung durch die Fahraufgabe es zulässt. Da irrelevante Nachrichten den Fahrer unnötig ablenken, kann die Fahrsicherheit zusätzlich durch das Blockieren von Nachrichten gesteigert werden. Beispielsweise ist eine eingehende Nachricht mit der aktuellen

Telefonrechnung meist irrelevant und kann blockiert werden. Auf der Fahrt zu einem Termin ist hingegen die Relevanz einer Nachricht des Terminpartners hoch, da eine eventuelle Absage im Widerspruch zum Fahrtzweck stünde. Die Relevanz einer Nachricht hängt von dem Informationsbedürfnis des Fahrers ab, welches sich mit seinem Kontext dynamisch ändert. Um den Kontext zu bestimmen, müssen Informationen unterschiedlicher Quellen verknüpft werden, zum Beispiel Fahrzeug, Terminkalender oder diverse Internet-Dienste. Findet diese Verknüpfung auf einem HMI-System nicht statt, so benötigt der Fahrer sein Smartphone oder Notebook für weitere „Recherchen“. Ein HMI-System zur Lösung des Dilemmas muss sich dem Kontext des Fahrers anpassen, also kontextsensitiv sein. Neben der Verknüpfung von Informationen auf technischer Ebene besteht eine zentrale Herausforderung darin, eine sinnvolle Auswahl der zu verknüpfenden Informationen zu bestimmen. Dafür benötigt man jedoch eine tiefergehende Kenntnis des Fahrers, so dass die Entwicklung eines HMI-Systems zur Lösung des Dilemmas nur nutzerzentriert stattfinden kann. Die Nutzerzentriertheit wirkt sich darüber hinaus positiv auf die Usability aus, wodurch die Ablenkung minimiert und die Fahrsicherheit erhöht wird (Rahier et al. 2015).

Als Proof of Concept eines kontextsensitiven HMI-Systems wurde ausgehend von nutzerzentrierten Anwendungsfällen ein Prototyp zur kontextsensitiven Informationsversorgung entwickelt. In den folgenden Kapiteln werden Methodik und Artefakte der durchgeführten Umsetzungsschritte beschrieben.

2 Kontextsensitive Systeme

Es gibt bisher keinen Standard zur Definition von **Kontext**. Eine Definition, die im Zusammenhang mit Softwareanwendungen geeignet ist, ist die Definition von Dey & Abowd (2006). Bezieht man diese Definition auf den Bereich Automotive HMI, so beinhaltet ein Kontext jede Information, die zur Beschreibung der Interaktion des Fahrers mit einer HMI-Anwendung relevant ist, inklusive Fahrer und Anwendung selbst. Ein **kontextsensitives System** ist laut Dey & Abowd ein System, das sein Verhalten und seine Funktionalität an den Kontext anpasst. Dabei lassen sich kontextabhängige Funktionalitäten in drei Kategorien einordnen: *Darstellung* von Informationen und Diensten, automatische *Ausführung* von Diensten und *Markierung* (engl. „tagging“) des Kontextes für die spätere Verwendung. Eine intern durchgeführte Marktstudie im Jahr 2014 ergab, dass aktuelle HMI-Systeme laut der Definition von Dey & Abowd keine kontextsensitiven Systeme sind. Es werden nicht alle Informationen mit praktischer Relevanz berücksichtigt, so dass keine Anpassung an den Kontext erfolgen kann.

Neben dem Aufenthaltsort und sich durch Internetdienste ergebenden Kontexten sind sicherlich Fahrzeug- bzw. Fahrsituations-spezifische Kontexte von Interesse. Prakash-Asante et al. (2010) aggregieren Fahrzeugdaten, um die Fahrsituation (z.B. Schleudern) oder auch die Aufmerksamkeit des Fahrers beschreiben zu können. Während solche Ansätze in Fahrerassistenzsysteme Eingang finden, wird dies bei der Informationsversorgung der Fahrteilnehmer bisher wenig berücksichtigt. Lindqvist & Hong (2011) beschreiben ein kontextsensitives System für

Smartphones, welches die Ablenkung des Fahrers minimiert. Der hier vorgestellte Ansatz bindet das Fahrzeug-HMI in das kontextsensitive System ein und bietet daher mehr Möglichkeiten, um Kontexte zu erfassen, Informationen situationsbezogen anzureichern und die Ablenkung weiter zu minimieren. Kern et al. (2007) stellen ein System vor, mit dem Anrufer vor einem Anruf darüber informiert werden, ob ihr potenzieller Gesprächspartner gerade Auto fährt und daher nicht telefonieren kann. Im Gegensatz dazu sollen Situationen, in denen der Fahrer sich der Fahraufgabe widmen muss, in der vorliegenden Arbeit automatisch erkannt werden, so dass die Belastung des Fahrers insgesamt minimiert wird.

3 Identifikation und Analyse der User Stories

Der erste Schritt bei der Entwicklung der System-Architektur ist das Finden und Auswählen von geeigneten Anwendungsfällen. Als Basis hierfür dienen die bereits etablierten Persona-Profile eines Automobilherstellers, die detailreich den anvisierten Fahrer, seine Interessen und Lebenssituation beschreiben. Für die Verwendung in einem kontextsensitiven System ist es notwendig, nicht nur den direkten Nutzer zu kennen, sondern auch eine Vorstellung von seinem sozialen Umfeld zu haben. Zu diesem Zweck werden zunächst die bestehenden Persona-Profile durch Antizipieren ihres sozialen Umfeldes im Bereich Familie, Freunde und Arbeitskollegen erweitert. Für dieses Netzwerk werden die typisch genutzten Informations- und Kommunikationsdienste identifiziert und für den Aufbau eines „digitalen sozialen Netzwerkes“ verwendet. (Anthrakidis et al. 2013)

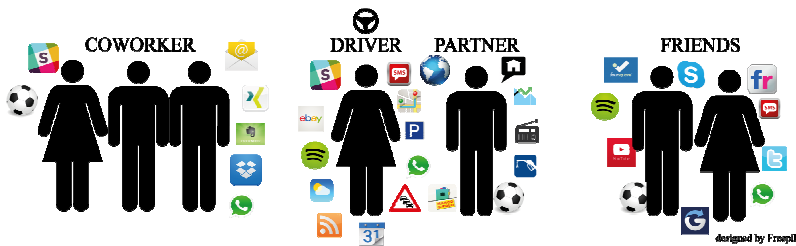


Abbildung 1: Digitales soziales Umfeld

Anschließend werden typische Fahrsituationen als Stimuli eingesetzt, um Informations- und Kommunikationsszenarien innerhalb des Personenkreises zu identifizieren. Die so entstandenen „User Stories“ sind nun Beispiele für Szenarien eines kontextsensitiven Informationssystems im Fahrzeug, die sich in drei Kategorien einordnen lassen:

- **Informations-Aggregation:** In welchem Kontext sind Informationen nützlich für Fahrer oder Mitfahrer?
- **Informations-Verbreitung:** In welchem Kontext könnten Informationen mit Außenstehenden geteilt werden?
- **Informations-Blockierung:** In welchem Kontext sind weitere Informationen nutzlos oder verboten?

Im weiteren Verlauf des Artikels wird wiederholt Bezug auf zwei User Stories genommen. Das Email- sowie das Zug-Szenario sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden. Das Email-Szenario beschreibt eine beispielhafte Situation aus dem Berufsleben des Fahrers. Er befindet sich auf dem Weg zu einem Kundentermin, während verschiedene Nachrichten auf seinem Email-Account, der mit dem Fahrzeug verknüpft ist, eingehen. Diese werden zunächst mit passenden Informationen angereichert und anschließend priorisiert. Je nach Informationsgehalt werden sie dem Fahrer entweder direkt angezeigt, zurückgestellt oder verworfen. Das zweite Szenario beschreibt eine Situation aus dem Privatleben des Fahrers. Ein Bekannter soll zu einer bestimmten Uhrzeit vom Bahnhof abgeholt werden. Ohne dass der Fahrer eine spezielle Eingabe im HMI tätigen muss, erkennt das kontextsensitive System zum Beispiel an der Zieleingabe, dass sich der Fahrer auf dem Weg zu einem Bahnhof befindet. Es liefert ihm einen Informationsbildschirm, auf dem die An- und Abfahrtszeiten dargestellt werden.

Um die frei formulierten User Stories analysieren zu können, werden sie zunächst formalisiert. Zur Formalisierung kann beispielsweise die Business Process Modeling Notation (BPMN) verwendet werden. BPMN ist eine etablierte Notation zur Beschreibung von Prozessen und eignet sich auch für informationslogistische Prozesse. Neben der Formalisierung ermöglicht BPMN auch eine grafische Repräsentation von Prozessen. Bereits bei der Transformation von User Stories in BPMN muss bedacht werden, dass ein kontextsensitives System die Prozesse autonom durchführen können soll. Die aktuelle Belastung des Fahrers durch die Fahrsituation muss jedoch noch nicht beachtet werden. Analysiert man die BPMN-Modelle, so erkennt man, dass ein Prozess immer von einem Event ausgelöst wird und dass Subprozesse zusätzliche Daten zur Ursprungsinformation liefern. Ein modellierter Prozess ist somit im Wesentlichen eine Verkettung von Subprozessen, die Folgendes leisten: Anfragen an Internet-Dienste, Abfragen von Fahrzeugdaten, Berechnungen mit Hilfe von Fahrzeugdaten. Ergebnisse eines Subprozesses werden in anderen Subprozessen genutzt, um wiederum neue Ergebnisse zu generieren.

4 Systementwurf

Aus der Analyse der informationslogistischen Prozesse kann in wenigen Schritten ein Systementwurf abgeleitet werden. Zunächst wird dazu ein Modell erstellt, das die Gemeinsamkeiten der Prozesse auf abstrakte Weise abbildet. Die grundlegende Funktionsweise des Systems wird anhand des Modells bereits deutlich. Unterschiedliche User Stories werden darin durch Pfeile, die den Informationsfluss im System repräsentieren, dargestellt. Ferner können die benötigten Schnittstellen des kontextsensitiven Informationssystems sowie die anderen beteiligten Komponenten abgelesen werden. Eine kontextsensitive Middleware fungiert demnach im Wesentlichen zwischen Fahrzeugabstraktion, Aufmerksamkeitserkennung, Internet-Diensten und einer Ausgabeschnittstelle (HMI). In einem zweiten Schritt wird festgelegt, wo die einzelnen Systemkomponenten ausgeführt werden sollen. Dabei sollten sowohl Performance als auch Ausfallsicherheit berücksichtigt werden. Es ergibt sich ein verteiltes informationslogistisches System, welches teils auf dem Fahrzeug, teils auf einem hersteller-eigenen Server ausgeführt wird, sowie unterschiedliche Internet-Dienste aus der Cloud nutzt. In Abbildung 2a ist eine

mögliche Systemübersicht zur kontextsensitiven Informationsversorgung dargestellt. In Abbildung 2b wurde anhand dieses Modells beispielhaft für das Email- und Zug-Szenario der Informationsfluss von der Informationsquelle bis zur Informationssenke HMI visualisiert. „Information Collectors“ enthalten die Businesslogik der Szenarien. Es werden baukastenartig Subprozesse zusammengesteckt, welche entweder Entitäten vom Fahrzeug oder aus der Cloud abrufen. Die Businesslogik wird ausgeführt, wenn ein Event, für das der Collector zuständig ist, eingetreten ist. Während der Ausführung wird die ursprüngliche Information aus dem Event durch weitere Entitäten (z.B. Kalender-Einträge oder Zugverbindungen) angereichert. Anschließend findet eine dreistufige Bewertung der gesammelten Informationen statt, mit dem Ziel, möglichst gut die aktuelle situationsbezogene Relevanz der Informationen zu beurteilen und sie entsprechend zu priorisieren. Die drei Stufen sind im Einzelnen:

- **Priorität High:** Information ist relevant für die Fahrt oder das Fahrverhalten.
- **Priorität Low:** Information ist irrelevant für die Fahrt, aber evtl. interessant.
- **Priorität None:** Information wird ausgefiltert, da sie während der Fahrt irrelevant ist.

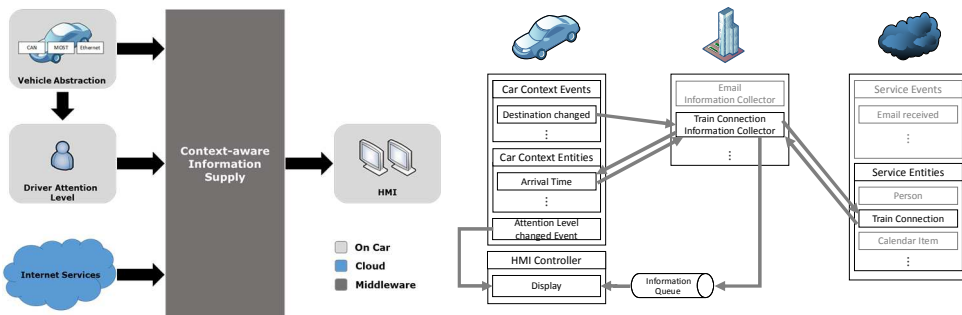


Abbildung 2: Systemübersicht (a) und Informationsfluss des Zug-Szenarios (b)

Die priorisierte Information wird an das Fahrzeug gesendet, wo die Information so lange zurückgehalten wird, bis der Fahrer kognitive Kapazitäten zur Verfügung hat, um Informationen aufnehmen zu können. Zu diesem Zweck berechnet das Fahrzeug kontinuierlich ein Attention Level des Fahrers und ordnet es einer von drei Stufen zu:

- **Attention Level Alerted:** Keine Informationen ausgeben.
- **Attention Level High:** High-priorisierte Information ausgeben.
- **Attention Level Low:** High- oder Low-priorisierte Information ausgeben.

Ob und wann eine Information den Fahrer erreicht, hängt folglich von der Priorität der Information und dem Attention Level des Fahrers ab.

5 System-Prototyp

Im Rahmen eines Proof-of-concept-Prototyps wurde die entworfene Architektur als Information Supply Framework implementiert. Zur Kommunikation zwischen verteilten Komponenten wurde dabei eine Message-oriented Middleware (MOM) bzw. ein Messaging System mit einem Message-Broker genutzt. Gewählt wurde dafür RabbitMQ¹, das hoch-skalierbar, robust und plattformunabhängig ist. Auf diese Weise konnte viel Funktionalität an das Messaging System abgegeben werden, um so beispielsweise den verlässlichen Transport von Nachrichten, Warteschlangen und das Publish-Subscribe-Pattern zu realisieren.

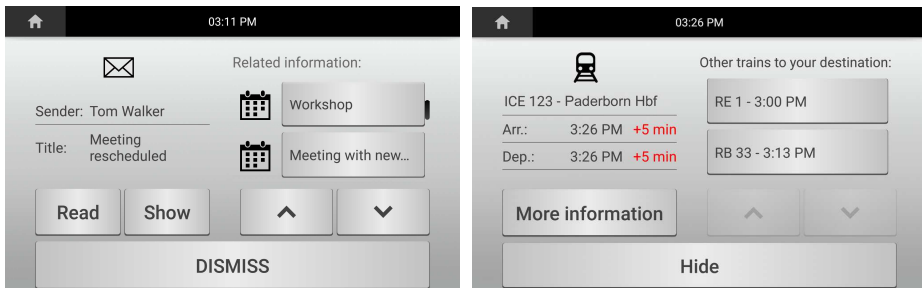


Abbildung 3: Email-Informationsbildschirm (a) und Zug-Informationsbildschirm (b)

Für die Darstellung der Information und die Interaktion mit dem Nutzer wurde ein HMI-Prototyp auf Android-Basis entwickelt. Bei der Konzeption des HMI stand die Benutzbarkeit während der Fahrt stets im Vordergrund. Informationen werden in ihrer kürzesten Form angezeigt und durch eindeutige Icons unterstützt, um längeres Hinsehen zu vermeiden. Lange Texte, wie beispielsweise Emails, werden dem Fahrer mittels „Text-to-Speech“ vorgelesen. Fehlerhafte Benutzereingaben werden durch große Buttons mit genug Abstand voneinander minimiert. Des Weiteren wurde darauf verzichtet, unnötige Animationen einzusetzen, die den Fahrer ungewollt ablenken könnten. Um die Aufmerksamkeit des Nutzers in einer angemessenen Situation auf das HMI zu richten, wird ein Ton benutzt, der sich eindeutig von anderen Tönen aus dem Straßenverkehr unterscheidet, um Missverständnisse zu vermeiden (Reichwald 2007; Android 2015; ISO 9421 2010). Abbildung 3 zeigt die Informationsbildschirme der beiden in Kapitel 3 vorgestellten Szenarien. In der linken Bildschirmhälfte wird jeweils die Hauptinformation angezeigt, die rechte enthält die angereicherten bzw. zusätzlichen Informationen.

Die Benutzbarkeit des HMI und die Funktionsweise des Information Supply Framework werden mithilfe eines Aufbaus überprüft, der an die ISO 26022 (2010) angelehnt ist. Ziel ist es herauszufinden, ob und wie ein kontextsensitives System den Fahrer entlasten kann. Abbildung 4 zeigt den Versuchsaufbau. Mit einem Eye Tracker (1) werden die Augenbewegungen des Probanden aufgezeichnet. Die eigentliche Fahraufgabe wird über eine Lenkrad-Pedalkombination (2) und den, in der ISO beschriebenen, „simulated lane change test“ (3) realisiert. Während des Versuchs werden dem Fahrer verschiedene Aufgaben gestellt, die er mit Hilfe

¹ Vgl. <https://www.rabbitmq.com>

des entwickelten HMI-Prototyps (4) mit und ohne Unterstützung des kontextsensitiven Informationsversorgungssystems erfüllen soll. Die Überwachung der Eingaben auf dem HMI (5) und der Reaktion des Probanden erfolgt über einen weiteren Messrechner (6).



Abbildung 4: Usability-Testaufbau

6 Fazit

Das vorgestellte Konzept und die daraus resultierende Proof-of-concept-Implementierung zeigen, dass es möglich ist, ein kontextsensitives HMI-System zu entwickeln, welches das Dilemma zwischen Fahrsicherheit und Informationsbedürfnis lösen kann. Sowohl die Aggregation von Informationen als auch ihre Verbreitung und Blockierung können mit der gezeigten Systemarchitektur realisiert werden. Der HMI-Prototyp filtert irrelevante Nachrichten, so dass die Ablenkung des Fahrers verringert wird. Der Zeitpunkt der Ausgabe von Informationen geschieht in Abhängigkeit von der Priorität einer Information und dem Attention Level des Fahrers. Das Informationsbedürfnis des Fahrers wird für die beiden vorgestellten Szenarien proaktiv befriedigt, so dass er kein Smartphone oder Notebook benötigt. Erste Tests mit dem Eye Tracker und dem Versuchsaufbau sind vielversprechend und zeigen die potentiellen Vorteile eines kontextsensitiven Systems gegenüber den traditionellen Lösungen. Um einen belastbaren Usability-Vergleich zwischen traditionellen HMI-Systemen und einem kontextsensitiven HMI-System ziehen zu können, sind zusätzliche Usability-Tests notwendig. Zur Befriedigung des Kommunikationsbedürfnisses des Fahrers kann das System um entsprechende Service Events und Service Entities erweitert werden. Im Gegensatz zur Methode von Pfleging et al. (2013) ist die Kommunikation sogar losgelöst von externen Stimuli möglich, d.h. proaktiv, wenn automatisierbar. Die nutzerzentrierte Entwicklung sorgt dafür, dass das HMI-System optimal an die Bedürfnisse des Fahrers anpasst ist.

Kontaktinformationen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ritz
Fachhochschule Aachen, mobile media & communication lab
Eupener Straße 70, 52066 Aachen
E-Mail: ritz@fh-aachen.de

Literaturverzeichnis

- Android Developers (2015). *Design*. Online verfügbar: <http://developer.android.com/design/index.html>. (zuletzt geprüft am 12.06.2015).
- Anthrakidis, Anette; Jahn, Roland; Ritz, Thomas; Schöttler, Mirjam; Wallenborn, Ramona; Warmke, Gisela (2013). *Urbanes eCarSharing in einer vernetzten Gesellschaft*. 1. Aufl. Stuttgart: Steinbeis-Ed.
- Dey, Anind K.; Abowd, Gregory D. (2006). *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*.
- Handelsblatt (2014). *Auto-Trends 2014: Smartphone-Apps werden ins Auto integriert*. Online verfügbar: <http://goo.gl/gaKEPg> (zuletzt geprüft: 04.06.2015).
- ISO 9421-210 (2010). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*.
- ISO 26022 (2010). *Road vehicles -- Ergonomic aspects of transport information and control systems -- Simulated lane change test to assess in-vehicle secondary task demand*. Vehicular Applications (AutomotiveUI '13). ACM, New York, NY, USA, 132-139.
- Kern, D.; Schmidt, A.; Pitz, M.; Bengler, K. (2007). *Status- und Kontextinformationen für die Telekommunikation im Auto*. In: Gross, T. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2007: Interaktion im Plural*. München: Oldenbourg Verlag. (S. 119-128).
- Lindqvist, Janne; Hong, Jason (2011). *Undistracted driving: a mobile phone that doesn't distract*. In *Proceedings of the 12th Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (HotMobile '11)*. ACM, New York, NY, USA, 70-75.
- Pfleging, Bastian; Schneegass, Stefan; Schmidt, Albrecht (2013). *Exploring user expectations for context and road video sharing while calling and driving*. In *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive*
- Prakah-Asante, Kwaku; Filev Dimitar; Lu, Jianbo (2010). *Hybrid Intelligent System for Driver Workload Estimation for Tailored Vehicle-Driver Communication and Interaction*. Ford Motor Company USA.
- Rahier, Michael; Ritz, Thomas; Wallenborn, Ramona (2015). *Information and Communication Technology for Integrated Mobility Concepts Such as E-Carsharing*. In: Walter Leal Filho und Richard Kotter (Hg.): *E-Mobility in Europe. Trends and Good Practice*.
- Reichwald, Ralf (Hrsg.) (2007). *Mobile Dienste im Auto der Zukunft*. Konzeption, Entwicklung, Pilotierung ; MACS, Mobile Automotive Cooperative Services. 1. Aufl. Lohmar.
- Semmelroth, Arno C. (2015). *Hollistic Human Machine Interface for Commercial Vehicles*. In: *Commercial Vehicles 2015, Truck, Bus, Van, Trailer*
- Welt (2014). *Zunehmende Smartphone-Nutzung am Steuer*. Online verfügbar: <http://goo.gl/fwzt3u> (zuletzt geprüft: 04.06.2015).