

Integration aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme – wie lässt sich der Lösungsraum für die HMI-Entwicklung strukturieren?

Thomas Lindberg, Lars Tönert, Matthias Rötting und Klaus Bengler

Schlüsselwörter: Fahrerassistenz, Integration, HMI, Funktionsgruppierung, FAS, ABK

Zusammenfassung

Aktuelle Systeme wie ACC, Spurverlassenswarnung oder Auffahrwarnung werden zukünftig mit neuen Systemen wie Kreuzungsassistenten (Schulze et al., 2008) oder Querführung im Stau (Schaller et al., 2008) ergänzt werden. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung von integrativen Nutzerschnittstellen für ein Fahrzeug mit vielen Fahrerassistenzsystemen (FAS). Nach einer detaillierten Bedarfsanalyse auf Basis der Arbeit von Wandke et al. (2005) wurden mit einer Delphi-Studie sinnvolle und bis 2015 realisierbare Fahrerassistenz-Funktionen selektiert, die zusammen mit den bereits existierenden FAS eine große Menge an Assistenzfunktionen ergeben. Um zu erforschen, welche Funktionen im mentalen Wahrnehmungsraum der Fahrer am ehesten zusammengehören, wurden anschließend drei Sortierexperimente durchgeführt. Die dort entstanden FAS-Gruppierungen bilden die Grundlage der Konzeptentwicklung. Anhand des Beispiels der Gruppe „Sicherheits-FAS“ wurde ein integriertes Anzeige-Bedienkonzept (ABK) mit einer neuen Bedien-Metapher entwickelt, dargestellt und evaluiert. Das neue Konzept lässt sich genauso gut bedienen wie eine herkömmliche Einzelsystem-Bedienung und wird von den Probanden im abschließenden Rating bevorzugt.

Abstract

Future Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) like intersection or traffic jam assistants (Schaller et al., 2008; Schulze et al., 2008) will add to established features like ACC, lane departure warning or frontal collision warning. This paper deals with the development of integrative Human-Machine-Interfaces (HMI) for future cars equipped with multiple ADAS. After a detailed user-needs-analysis based on Wandke et al. (2005), an expert Delphi study reveals useful and feasible additional assistance functions. Together with today's ADAS, the overall number of potential functions is considerable. Three card sorting experiments showed which functions can be grouped together to fit the driver's mental expectations. These groups are the foundation for the design of new, integrative interfaces. A new HMI-metaphor for the activation of safety-related ADAS is developed, based on the criticality and direction of a potential hazard. Evaluated in a driving simulator study, the new integrated interaction concept shows equal results compared to a common HMI ("one system – one button"). Subjects prefer the new metaphor in a final overall rating.

Bedarfsanalyse

Um Anzeige-Bedienkonzepte (ABK) für Fahrerassistenzsysteme (FAS) zukunftssicher gestalten zu können, müssen existierende und zukünftige Funktionen berücksichtigt werden. Zusätzlich zu bereits vorhandenen Arbeiten (Fastenmeier & Gstalter, 2002; Reichart, 2001) wurde daher eine Bedarfsanalyse der Fahraufgabe mit dem Ziel durchgeführt, potentielle Fahrerassistenz-Funktionen zu identifizieren. In einem ersten Schritt wurden 18 Manöver der Bahnführungsebene (Nagel, 1994; Reichart, 2001) mit den in Wandke et al. (2005) vorgeschlagenen sechs Handlungsphasen analysiert. Daraus gingen 91 neue potentielle FAS-Funktionen hervor, die zum Zeitpunkt der Analyse (2006) noch nicht auf dem Markt erhältlich waren.

Delphistudie

Da nicht jedes der 91 neuen FAS wirklich sinnvoll und realisierbar ist, müssen diese Aspekte in einem zweiten Schritt betrachtet werden. Ein Fahrerassistenzsystem hat einen potentiellen Nutzen, wenn es einen spürbaren Aspekt der Fahraufgabe positiv beeinflusst. Aus der großen Menge möglicher Kriterien wurden die Punkte „Entlastungspotenzial“, „Sicherheitssteigerung“ und „Fahrspaß/Vergnügen“ als entscheidend ausgewählt. Diese wurden ergänzt durch das Gesamtkriterium „Nutzen“ und die Frage nach der technischen Realisierbarkeit bis 2015. Anschließend wurden 18 Experten in einer Delphi-Studie gebeten, jedes dieser fünf Kriterien für die 91 neuen Systeme in zwei Befragungsrunden (Delphi-Wellen) einzuschätzen (Zöllner, 2004). Für jede als realisierbar eingeschätzte Funktion wurde anschließend auf Basis der zweiten Welle der Delphi Studie ein Nutzwert („Utility“) berechnet, in den die vier abgefragten Kriterien mit vordefinierten Gewichtungen eingingen (Kindsmüller et al., 2002; Winterfeldt & Edwards, 1986). Anschließend wurden die 40 Funktionen mit dem höchsten Nutzwert (Rangfolge) zur weiteren Betrachtung ausgewählt.

Mentaler Wahrnehmungsraum der Nutzer

Neben der technologischen Realisierbarkeit sind die Erwartungen des Fahrers für die ABK-Entwicklung essentiell. Diese sind in mentalen Modellen abgebildet, die es ermöglichen, ein technisches System und seine Reaktionen zu verstehen. Sie sind nach Norman (1983) individuell geprägt, meist einfach strukturiert und teils unvollständig. Die Einzelsystem-Aktivierung per Bedienelement ist für FAS ein beliebtes und einfaches Modell, das bei zu vielen Funktionen jedoch an seine Grenzen kommt. Um Komplexität zu reduzieren, können mehrere Funktionen zu einer größeren Einheit gruppiert werden. In Bezug auf FAS stellt sich jedoch die Frage, in welche Gruppen sich diese einteilen lassen. Häufig werden FAS einer der drei Ebenen des hierarchischen Modells der Fahraufgabe nach Allen et al. (1971) zugeordnet. Die meisten Systeme wirken auf Bahnführungsebene (Eckstein, 2008) und können dort wiederum einzelnen Manövern wie Folgen (ACC) oder Spurwechseln (Spurwechsel-Assistent) zugeteilt werden. Andere Autoren differenzieren FAS nach dem Assistenzgrad in Information, Warnung, Eingriff etc., für eine Übersicht siehe Helmer et al. (2008).

Alle diese Kategorisierungen stammen jedoch von Experten und nicht von Endnutzern. Die bei durchschnittlichen Fahrern vorhandenen mentalen Strukturen wurden daher mit Struktur-lege-Experimenten (Card Sortings) erforscht (Deubzer, 2002; Hemmerling, 2002). Probanden bekamen dazu die Aufgabe, eine vorgegebene Menge an Karten (jeweils mit einer Kurzbeschreibung der jeweiligen FAS-Funktion) nach eigenen Kriterien auf einem Tisch in Strukturen zu legen. Insgesamt wurden drei Sortier-Experimente mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen durchgeführt (Helmer et al., 2008). Die Stichproben setzten sich in zwei Versuchen aus internen BMW Mitarbeitern (n=22 und n=23) und einmal aus externen Probanden zusammen, die repräsentativ für die Zielgruppe (Käufer von Mittel- und Oberklasse-Fahrzeugen) ausgewählt wurden (n=35). Die gelegten Kartenstrukturen wurden mit einer hierarchischen Clusteranalyse und multidimensionaler Skalierung ausgewertet. Die Probanden legten durchschnittlich 6,4 (Versuch 1 und 2) bzw. 5,8 (Versuch 3) Gruppen, obwohl die vorgegebene Kartenmenge zwischen 21 (Versuch 3) und 63 (Versuch 2) stark variierte. Die Probanden mussten die Gruppen anschließend selber benennen, so dass deutlich wurde, unter welchen Oberbegriffen die Fahrer die Funktionen mental zusammenfassen. In Versuch 1 ergaben sich die Gruppen „Parken“, „ACC / Komfort“, „Warnungen“, „Autonome Notfallsysteme“, „Navigation“ und „Information“. Während sich die ersten vier Gruppen auch in den beiden anderen Versuchen nachweisen ließen, ist die Trennung zwischen „Navigation“ und „Information“ nicht eindeutig. Zusätzlich schwankte die Menge der verwendeten Kategorien bei den Laien (Versuch 2) mehr als bei Probanden mit technischem Hintergrund (Versuch 1 und 3). Für die weitergehende Auswertung der Sortierexperimente sei auf Helmer et al. (2008) verwiesen.

Entwicklung Bedienkonzept

Für jede dieser Gruppierungen kann nun ein integriertes ABK entwickelt werden. Bei manchen Gruppen wie „Navigation“ oder „ACC“ ist die Zusammengehörigkeit heute bereits durch einfache Gestaltungsregeln berücksichtigt – so werden z.B. sowohl Fahrgeschwindigkeitsregelung als auch ACC im aktuellen BMW 7er am Multifunktionslenkrad bedient. Die Gruppe „Warnungen“ ist mit einem Tastenfeld links unterhalb der Bedienzentrums Licht berücksichtigt – hier kann jedes Sicherheits-FAS einzeln aktiviert / deaktiviert werden (Eckstein et al., 2008).

Da die bereits erwähnte Einzelsystem-Bedienung bei zu vielen Warnsystemen nicht mehr zielführend ist, wurde eine neue Metapher entwickelt, mit deren Hilfe eine große Anzahl an Sicherheits-FAS einfach bedient werden kann – die sogenannte Kritikalitäts-Richtungs-Metapher (KRM). Grundidee ist hierbei, dass jedes Warnsystem einer Zone um das eigene Fahrzeug herum (vorn bzw. seitlich/hinten) zugeordnet werden kann. So warnen sowohl ein Auffahrwarner als auch eine Fußgänger-Erkennung vor einem Problem, das sich vor dem Fahrzeug befindet und eine Bremsreaktion erfordert. Bündelt man alle Funktionen, die vor frontalen Gefahren warnen, und stimmt sie untereinander ab, könnte das Gesamtsystem mit weniger verschiedenen Warnausgaben auskommen und somit vereinfacht werden. Zu diesen generischen Warnungen sind weitergehende Forschungsarbeiten notwendig, siehe z.B. Ho (2006) oder Thoma et al. (2009). Im hinteren-seitlichen Bereich des Fahrzeugs hingegen weisen Spurverlassenswarnung und Spurwechsel-Assistent auf Probleme hin, auf die mit Lenken reagiert werden sollte. Auch diese können zusammengefasst und vereinfacht werden. Lindberg et al. (2009) stellten einen entsprechenden technischen Ansatz vor, der im Fahrsimulator umgesetzt und bewertet wurde.

Die räumliche Anordnung der Systeme wird zusätzlich um ein Kritikalitäts-Kriterium ergänzt, das zwischen informierenden / vor-warnenden sowie akut-warnenden / eingreifenden Systemfunktionen unterscheidet. Dieses Kriterium wird im vorgeschlagenen Modell als Entfernung vom eigenen Fahrzeug umgesetzt. Damit ergeben sich zusammengefasst folgende Hypothesen zur Zuordnung von warnenden FAS-Funktionen in einem geometrischen Raum (Beispiele):

Tab.1: Systemzuordnung in der Kritikalitäts-Richtungs-Metapher

		Kritikalität = Entfernung	
		Nahbereich	Fernbereich
Richtung	Vordere Zone	<ul style="list-style-type: none"> - Akutwarnung Auffahren - Akutwarnung Gegenverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorwarnung Auffahren - Hinweis auf Gegenverkehr
	Hintere / seitliche Zone	<ul style="list-style-type: none"> - Warnung Fahrbahnverlassen - Warnung vor Spurwechsel bei belegter Spur - Warnung vor Spurverlassen bei Gegenverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Hinweis auf Überfahren einer Mittellinie - Info über belegte Nebenspur

Tönert (2009) überprüfte diese Hypothesen mit einem weiteren Struktur-lege-Experiment. Die Funktionen konnten dazu im Fahrsimulator erlebt werden, bevor sie als beschriftete Karten auf einem Plakat angeordnet werden sollten. Auf diesem waren ein Fahrzeug (Draufsicht) und zusätzliche Begrenzungslinien abgebildet. Es wurden zwei Gruppen à 16 und 15 Probanden gebildet. Die vorgegebene Linienstruktur unterschied sich zwischen beiden Gruppen insofern, als dass für Gruppe 1 sowohl Nah- und Fernbereich als auch die Unterteilung zwischen vorn und hinten vorgegeben war. Gruppe 2 hingegen konnte die Karten völlig frei ums Fahrzeug her-

um positionieren und musste sich nicht an die Aufteilung in Nah- und Fernbereich bzw. vorderen und hinteren Sektor halten.

Die in Tab. 1 formulierten Hypothesen konnten bezüglich der Richtung, in der sich die Ursache der Warn-Auslösung befindet, für alle acht Systemfunktionen und beide Gruppen mit einem Chi²-Test signifikant bestätigt werden. Das Kritikalitäts-Kriterium hingegen erforderte den zusätzlichen Transfer „kritischer = näher“ und wurde weniger eindeutig nachgewiesen. Zwar konnte die Einteilung für die vordere Zone (Auffahren, Gegenverkehr) und die Spurwechsel-Funktionen in beiden Gruppen signifikant bestätigt werden, für die verbliebenen zwei Funktionen (Spurverlassen, Fahrbahnverlassen) waren sich die Probanden jedoch nicht einig. Gruppe 1, der die Einteilung in Nah- und Fernbereich vorgegeben war, ordnete zwar „Fahrbahnverlassen“ signifikant häufiger dem Nahbereich zu, „Spurverlassen“ hingegen wurde nicht eindeutig als nah oder fern empfunden. Dasselbe uneinheitliche Bild zeigt sich bei Gruppe 2 – hier gibt es bezüglich der Entfernung vom Ego-Fahrzeug sowohl für Fahrbahn- als auch Spurverlassen keine eindeutigen Präferenzen. Nach Auswertung der individuellen Begründungen zeigte sich, dass nicht alle Probanden das Konzept Entfernung = Kritikalität nachvollziehen können.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die in Tab. 1 vermuteten Merkmale Entfernung / Kritikalität und Richtung im mentalen Modell in weiten Teilen zutreffen. Bei den Abweichungen hinsichtlich Spur- und Fahrbahnverlassens-Warnung bleibt zu prüfen, inwiefern ein vorgegebenes mentales Modell gelernt werden kann, auch wenn es nicht den Erwartungen entspricht.

Evaluation Bedienmetapher Sicherheits-FAS

Aufgrund der positiven Ergebnisse der vorigen Untersuchung wurden zwei Anzeige-Bedienkonzepte für Sicherheits-FAS entwickelt und verglichen. Das erste Konzept greift dabei auf eine übliche Einzelsystem-Bedienung (ESB) zurück (Eckstein et al., 2008). Jede Taste bedient eines der vier Systeme Auffahrwarnung, Spurverlassenswarnung, Spurwechselwarnung und Gegenverkehrswarnung. Da ein System jeweils zwei Funktionen (Vor- und Akutwarnung) beinhaltet, können die Vorwarnungen über das BMW Bediensystem iDrive (Eckstein et al., 2008) konfiguriert werden. Das ist jedoch nur beim Einschalten des Systems möglich. Das zweite Konzept verwendet die oben beschriebene Kritikalitäts-Richtungs-Metapher (KRM). Hier sind nur zwei Taster vorhanden, die jeweils Gruppen von Systemen (wie in Tab. 1 angegeben) schalten. Mit mehrmaliger Betätigung des Tasters können die Zustände „alles aus“, „innere Zone aktiv“ und „beide Zonen aktiv“ alternierend geschaltet werden. Während in den beiden inneren Zonen keine Konfiguration möglich ist, können die in den äußeren Zonen liegenden Vorwarnungen wie beim ESB konfiguriert werden.

Abb. 1: Einzelsystem-Bedienung (ESB) und Kritikalitäts-Richtungs-Metapher (KRM)

Beide Konzepte wurden mit 30 Probanden im BMW Fahrsimulator auf ihre Erlernbarkeit geprüft (Krüger et al., 2003). Die beiden Tastenfelder befanden sich in der Nähe des Lichtschaltzentrums (I-Tafel, links vom Lenkrad). Mit diesen Bedienelementen wurden die Systeme bzw. Gruppen komplett aktiviert und deaktiviert, einzelne Vorwarnungen hingegen mussten per iDrive konfiguriert werden (siehe Abb. 1).

Nachdem die Probanden alle acht Funktionen erprobt hatten, musste eine Sequenz von sieben Bedienungsaufgaben während einer Folgefahrt gelöst werden (Systemaktivierung / -deaktivierung). Die Sequenz wurde mit jedem ABK dreimal absolviert, die Reihenfolge der Konzepte wurde permutiert. Zur Auswertung wurden Bedienleistung (Bedienfehler, Verständnis der Systemzustände, Bedienzeit), objektive und subjektive Beanspruchung (Spurmitten-Abweichung und DALI (Pauzié & Manzano, 2007) sowie subjektive Zufriedenheits-Maße (AttrakDiff (Burmester et al., 2003), SUS (Brooke, 1996), Rating und Interview) erhoben.

Dabei zeigten sich nur wenige signifikante Unterschiede zwischen beiden Konzepten. Diejenigen Probanden, die ESB als erstes bedienten, erkannten signifikant mehr richtige Systemzustände als die Gruppe, die den Versuch mit dem anderen ABK begonnen hatte. Mit KRM dagegen wurde eine Aufgabe, bei der mehrere Systemfunktionen aktiviert werden sollen, schneller und mit weniger Bedienfehlern absolviert. Im abschließenden Rating mit Schulnoten schnitt letztlich das KRM-Konzept mit 2,40 signifikant besser ab als ESB (2,87). Nach Auswertung der Interviews lassen sich diese relativ schlechten Noten darauf zurückführen, dass die Bedienung verteilt war – der Nutzer nutzte im ersten Schritt die Tasten (System oder Zone schalten), musste dann jedoch ins iDrive wechseln (Konfiguration Vorwarnungen). Dieser Wechsel wurde als unnötig empfunden und führte vor allem beim KRM-Konzept zu Verständnisproblemen, da nicht allen Probanden klar war, ob ein System bzw. eine Zone letztlich per Taste oder Software-Menü aktiviert wurde. Das neu entwickelte KRM-Konzept ist also geeignet, eine Einzelsystem-Bedienung abzulösen, wenn es die Komplexität angemessen reduziert und weitestgehend auf komplexe Konfigurationsmöglichkeiten verzichtet. Ziel muss es daher sein, die Teilfunktionen soweit zu verbessern, dass individuelle Einstellungen weitgehend unnötig werden.

Literatur

- Allen, T.M., Lunenfeld, H. & Alexander, G.J. (1971). *Driver Information Needs*. Highway Research Record, 366.
- Brooke, J. (1996). *SUS: a quick and dirty usability scale*. In P. Jordan, B. Thomas, B. Weerdemeester & A. McClelland (Hrsg.), *Usability Evaluation in Industry*. London.
- Burmester, M., Hassenzahl, M. & Koller, F. (2003). *AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität*. *Mensch & Computer 2003*. Interaktion in Bewegung. Stuttgart, 7. bis 10. September: Teubner.
- Deubzer, E.M. (2002). *Die Ordnung im Kopf - Begriffliche Wissensstrukturen zur Entwicklung benutzerorientierter Anordnungen von Funktionen im Raum*. Dissertation, Technische Universität München. München.
- Eckstein, L. (2008). *Souveräne Interaktion mit Fahrerassistenzsystemen*. VDA Technischer Kongress. Ludwigsburg.
- Eckstein, L., Knoll, C., Künzner, H., Niedermaier, B. & Schumann, J. (2008). *Interaktion mit Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen im neuen 7er BMW*. Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme, VDI-Bericht Nr. 2048. Wolfsburg, VDI-Verlag.
- Fastenmeier, W. & Gestalter, H. (2002). *INVENT-FAS/FVM, AP 1200: Fahraufgabenklassifikation*. Abschlußbericht im Auftrag der BMW AG, Robert Bosch GmbH, DaimlerChrysler AG & Volkswagen AG. München: MVU, Institut für Angewandte Psychologie.
- Helmer, T., Schweigert, M., Lindberg, T. & Bubb, H. (2008). *Erwartungsbasierte Gruppierung von Fahrerassistenzsystemen aus Sicht des Fahrers*. 24. Internationale VDI/VW

- Gemeinschaftstagung "Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme". Braunschweig: VDI-Verlag.
- Hemmerling, S. (2002). *Evaluation in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses am Beispiel von Gebrauchsgütern*. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn & H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch-Maschine-Systemtechnik* (Vol. 2, S. 299-316s). Düsseldorf: Symposion.
- Ho, A.W.L. (2006). *Integrating automobile multiple intelligent warning systems : performance and policy implications*. Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Kindsmüller, M.C., Husfeldt, A. & Bierwagen, T. (2002). *Evaluation im Bereich der Flugsicherung mit Hilfe der kanonischen Synthese*. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn & H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch-Maschine-Systemtechnik* (Vol. 2). Düsseldorf: Symposion.
- Krüger, H.-P., Meilinger, T. & Totzke, I. (2003). *Erlernbarkeit von Menüsystemen im Fahrzeug - mehr als „nur“ eine Lernkurve*. Der Fahrer im 21. Jahrhundert, VDI-Bericht Nr. 1768. Düsseldorf: VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik.
- Lindberg, T., Rötting, M. & Bengler, K. (2009). *Integration von aktiven Sicherheitssystemen für die Querführung - Fahrerverhalten, Kritikalitätsempfinden im Warnfall und Akzeptanz eines Gesamtsystems*. Der Fahrer im 21. Jahrhundert - Fahrer, Fahrerunterstützung und Bedienbarkeit. Düsseldorf: VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik.
- Nagel, H.-H. (1994). *A Vision of "Vision and Language" Comprises Action: An Example From Road Traffic*. *Artificial Intelligence Rev.*, 8 (2-3), 189-214.
- Norman, D.A. (1983). *Some Observations on Mental Models*. In D. Gentner & A. Stevens (Hrsg.), *Mental Models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Pauzié, A. & Manzano, J. (2007). *Evaluation of driver mental workload facing new in-vehicle information and communication technology*. INRETS - National Research Institute on Transport and Safety.
- Reichart, G. (2001). *Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen*. VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 22, Nr. 7. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Schaller, T., Schielen, J. & Gradenegger, B. (2008). *Stauassistenz - Unterstützung des Fahrers in der Quer- und Längsführung: Systementwicklung und Kundenakzeptanz*. 3. Tagung Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz. Garching.
- Schulze, M., Mäkinen, T., Irion, J., Flament, M. & Kessel, T. (2008). *PREVENT - Preventive and Active Safety Applications Integrated Project*. PREvent Final Report (IP_D15).
- Thoma, S., Lindberg, T. & Klinker, G. (2009). *Evaluation of a generic warning for multiple intersection assistance systems*. In D.D. Waard, J. Godthelp, F.L. Kooi & K.A. Brookhuis (Hrsg.), *Human Factors, Security and Safety*. Europe Chapter of the Human Factors and Ergonomics Society (S. 173-188). Maastricht, The Netherlands: Shaker.
- Tönert, L. (2009). *Evaluation eines integrativen Bedienkonzeptes für aktive Sicherheits-Fahrerassistenzsysteme*. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Sportpsychologie, Technische Universität München.
- Wandke, H., Wetzstein, E. & Polkehn, K. (2005). *Handlungsbezogene Elementarbausteine für Fahrerassistenzsysteme*. Der Fahrer im 21. Jahrhundert, VDI-Bericht Nr. 1919. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Winterfeldt, D.v. & Edwards, W. (1986). *Decision analysis and behavioral research*. Cambridge University Press.
- Zöllner, R. (2004). *Was löst beim Fahrer den Wunsch aus, ein Fahrer-Assistenzsystem zu nutzen? Die Delphi-Expertenbefragung als Methode zur Bewertung der motivationalen Relevanz von Einflußgrößen*. Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme, VDI-Bericht Nr. 1864. Düsseldorf: VDI-Verlag.