

Gezielte Abschaltung visueller Informationsquellen zur Voraktivierung des Fahrers in kritischen Verkehrssituationen

Masterarbeit



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Informatik

Autor:
Matthias Peukert

Betreuer:
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Preim
Dr.-Ing. Michael Mischke
Dipl.-Ing. Johannes Rhede

30. September 2011

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, Matthias Peukert, die vorliegende Arbeit allein und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen angefertigt zu haben.

Matthias Peukert
Magdeburg, d. 30.09.2011

Die vorliegende Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG erstellt. Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Masterarbeit sind nicht notwendigerweise die der Volkswagen AG.

Abstrakt

Die Verbesserung der Sicherheit beim Führen eines Kraftfahrzeugs hat höchste Priorität. Damit einher geht die Minderung der Anzahl der Verkehrsunfälle oder zumindest der Unfallschwere. Eine Möglichkeit der Realisierung dieser Anforderungen ist die Verbesserung der Reaktion des Fahrers auf ein kritisches Ereignis. Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, ob es möglich ist, den Fahrer durch die gezielte Reduzierung visueller Informationen bei der Reaktion auf eine Kollisionswarnung zu unterstützen und die Reaktionszeit durch eine mentale Voraktivierung bei einer Vollbremsung zu verkürzen. Dazu sollen in einer Fahrsimulatorstudie zwei verschiedenen Arten der Voraktivierung untersucht werden. Zum einen sollen zur Entlastung des visuellen Sinneskanals sowohl das Kombiinstrument, als auch die Head-Unit in der Mittelkonsole ausgeschaltet werden und zum anderen soll zusätzlich in beiden Displays ein Stoppschild eingeblendet werden. Diese beiden Varianten werden als Displayabschaltung (DA) bezeichnet und dienen als Vor-Reiz vor dem eigentlichen Ziel-Reiz, auf den der Fahrer reagieren soll. Dieser Ziel-Reiz stellt eine rote LED-Leiste in der Front des Fahrzeugs in Kombination mit einem Warnton dar.

Insgesamt sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- 1) Verbessert oder beschleunigt die Displayabschaltung (DA) die Reaktion des Fahrers auf eine Kollisionswarnung?
- 2) Ist dieser Effekt abhängig vom Zeitpunkt der Darbietung?
- 3) Bemerkte der Fahrer die Abschaltung der Displays in einer Gefahrensituation, wenn er den Blick auf der Straße hat?

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Probanden in verschiedenen Bremsszenarien mit dieser Art der Voraktivierung nicht langsamer reagieren, als in Szenarien ohne Voraktivierung und in bestimmten Konstellationen gar eine signifikant schnellere Reaktionszeit nachgewiesen werden konnte. Weiterhin scheint die Güte des Effekts vom Zeitpunkt der Darbietung und dem Status der Ablenkung des Fahrers abhängig zu sein. So konnte nachgewiesen werden, dass der positive Einfluss auf die Reaktionszeit bei nicht abgelenkten Fahrern bei einer kurzen Zeitlücke zwischen Vor- und Ziel-Reiz und bei durch eine Nebenaufgabe abgelenkten Fahrern bei einer langen Zeitlücke auftritt. Es ist somit möglich, die Reaktionszeit des Fahrers durch die gezielte Reduzierung visueller Reize positiv zu beeinflussen. Darüber hinaus konnte eine nicht initiierte Ablenkung durch die DA unter diesen Bedingungen ausgeschlossen werden.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1. EINLEITUNG	1
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	3
2.1. Grundlagen der menschlichen Informationsverarbeitung	3
2.1.1. Informationsverarbeitung und Wahrnehmung	3
2.1.2. Der visuelle Sinneskanal	6
2.2. Aufmerksamkeit	10
2.3. Warnungen	12
2.3.1. Komponenten von Warnungen	13
2.3.2. Herausforderungen bei der Gestaltung von Warnungen	13
2.3.3. Stand der Technik: Warnungen im Kraftfahrzeug	16
2.4. Reaktion	17
2.4.1. Zeitliche Einteilung	18
2.4.2. Time-To-Collision	19
2.5. Priming	20
3. KONZEPTIDEE	22
3.1. Ausgangssituation und eine Idee zur Verbesserung der Reaktionszeit	22
3.1.1. Ablauf einer Bremsung	23
3.2. Hypothesen	24
4. KONZEPTUMSETZUNG	26
4.1. Beschreibung der Umsetzung	26
4.1.1. Anforderungen	26
4.1.2. Software.....	26
4.1.3. Herausforderungen	28
4.2. Versuchsbeschreibung	29
4.2.1. Versuchsaufbau	29
4.2.2. Versuchsablauf	30
4.2.3. Bremsszenarien	31

4.2.4. Datenerhebung	32
4.2.5. Stichprobe.....	34
5. ERGEBNISSE	35
5.1. Präsentation der Studienergebnisse	35
5.1.1. Fragebogen	35
5.1.2. Reaktionszeiten	35
5.2. Überprüfung der Hypothesen	38
5.3. Erkenntnisse	38
5.3.1. Herausforderungen bei Warnungen.....	39
5.3.2. Diskussion	41
6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	43
LITERATURVERZEICHNIS.....	45
ANHANG	50

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Seriellles Informationsverarbeitungsmodell nach Sternberg.....	4
Abb. 2.2	Multiple-Ressources-Modell nach Wickens.....	5
Abb. 2.3	Schematische Darstellung des Flaschenhals-Modells nach Pashler	5
Abb. 2.4	Einordnung der drei Ebenen des Handlungsregulationsmodells nach Rasmussen in die Fahraufgaben.....	6
Abb. 2.5	Querschnitt des menschlichen Auges	7
Abb. 2.6	Verteilung von Stäbchen und Zapfen im rechten Auge.....	7
Abb. 2.7	Vogelperspektive schematische Darstellung der menschlichen Sichtbereiche.....	8
Abb. 2.8	Darstellung der Sehschärfe (links) und der Flimmerverschmelzfrequenz (rechts) des Auges in Abhängigkeit von der Exzentrizität zur Fovea	9
Abb. 2.9	Schematische Darstellung Stand der Technik Warnungen im Fahrzeug.....	16
Abb. 2.10	Zeitlicher Ablauf einer Vollbremsung von Beginn der Reizdarbietung bis zum Stillstand..	18
Abb. 3.1	Schematische Darstellung der Fahrersicht in einer Warnsituation	22
Abb. 3.2	Schematische Darstellung der drei Systemzustände vor und während einer Warnsituation	23
Abb. 4.1	Datenübertragung zwischen AIR-Applikation und LED-Leiste über das CarGate	28
Abb. 4.2	Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus im Fahrsimulator	30
Abb. 4.3	Schematische Darstellung des Studienablaufs.....	31
Abb. 4.4	Schematische Darstellung der Bremszenarien	32
Abb. 4.5	15-stufige Kategorie-Unterteilungsskala	33
Abb. 4.6	5-stufige Kategorie-Skala.....	33
Abb. 4.7	Altersverteilung der Probanden.....	34
Abb. 5.1	Mittlere Reaktionszeiten bei der Fahrt ohne Nebenaufgabe	36
Abb. 5.2	Mittlere Reaktionszeiten bei der Fahrt mit Nebenaufgabe	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Änderung des Blickverhaltens in unterschiedlich beanspruchenden Fahrsituationen...	10
Tabelle 2.2 Beispielhafte Einteilung von Fahrzeugzuständen und dem Fahrerassistenzsystem Spurwechselassistent in die drei Meldungskategorien	12

Abkürzungsverzeichnis

AA	Änderung der Anzeige
AS3	Action Script 3
ANOVA	Analysis of Variance (Varianzanalyse)
CAN	Controller Area Network
DA	Displayabschaltung
FAS	Fahrerassistenzsystem
FPK	frei programmierbares Kombiinstrument
FVF	Flimmerverschmelzfrequenz
HUD	Head-Up-Display
Hz	Hertz
M	Mittelwert
Max	Maximum
Min	Minimum
MMS	Mensch-Maschine-Schnittstelle
ms	Millisekunden
RNS	Radio-Navigations-System
SD	Standard Deviation (Standartabweichung)
SLAP	Serial Line Ascii Protocol
SOA	Stimulus-Onset Asynchrony
TCP	Transmission Control Protocol
TTC	Time to Collision
UDP	User Datagram Protocol

1. Einleitung

Erhöhung von Komfort und Sicherheit, das sind die beiden primären Ziele von Fahrerassistenzsystemen (FAS). Durch die stetige Zunahme, Verbesserung der Sensorik und Vernetzung solcher Systeme wird es zukünftig möglich sein, dass das Fahrzeug ein umfangreiches und detailliertes Bild der aktuellen Fahrsituation erzeugen kann. Für die weitere Entwicklung von FAS lassen sich laut [Maurer2009] zwei unterschiedliche Wege erkennen. Zum einen zeigen Kombinationen aus Systemen wie der automatischen Abstandsregelung und dem Spurhalteassistenten, dass Fahrzeuge schon heute einen hohen Grad an Automatisierung besitzen. Somit ist es denkbar, dass der Fahrer zukünftig alle aktiven Fahraufgaben an das Fahrzeug abtritt und lediglich eine überwachende Kontrollfunktion einnimmt. Der Fahrer wechselt also vom Chauffeur zum Chauffierten. Eine andere Richtung ist die Entwicklung des „intelligenten Beifahrers“. Der Fahrer übernimmt weiterhin aktiv alle relevanten Fahraufgaben und kann durch das System in potentiellen Gefahrensituationen unterstützt werden. Heutige Systeme dieser Kategorie sind beispielsweise die Spurverlassenswarnung und die frontale Kollisionswarnung.

Das im Rahmen dieser Arbeit behandelte Thema ordnet sich in das zweite Szenario des „intelligenten Beifahrers“ ein. Ansatzpunkt ist die Warnung des Fahrers. Dabei bildet die Gestaltung der selbigen eine zentrale Rolle, denn Warnung ist nicht gleich Warnung. Idealerweise soll der Fahrer zu einer für die aktuelle Fahrsituation passenden Handlung aufgefordert werden. Dazu muss zuerst die Aufmerksamkeit des Fahrers gewonnen werden, um ihn dann informieren zu können. Neben dem Zeitpunkt der Warnung sind auch der Ort und der adressierte Wahrnehmungskanal des Menschen wichtige Aspekte. Eine zeitlich unpassende Warnung ist entweder bevormundend (zu früh) oder nutzlos (zu spät) und somit genauso unbrauchbar, wie eine, die die Aufmerksamkeit des Fahrers in die falsche Richtung lenkt. Weiterhin kann beispielsweise eine akustische Warnung vom Menschen schnell verarbeitet werden, jedoch ist dessen Informationsgehalt sehr niedrig, weshalb unter Umständen noch weitere Informationen zur Verfügung gestellt werden müssen.

Letztendlich ist das Ziel einer Warnung die Aufmerksamkeit des Fahrers auf die Gefahrenstelle zu lenken, sodass er der Situation angemessen reagieren kann. Diese Warnungen können von einem einfachen Hinweis auf überhöhte Geschwindigkeit bis hin zu einer akuten Warnung vor einer potentiellen Kollision reichen. Im letzteren Fall können bereits wenige Hundertstelsekunden den Unterschied zwischen Unfall und Nicht-Unfall ausmachen¹. Weiterhin ist laut [Hoffmann2008] die Unaufmerksamkeit des Fahrers mit über 70% Hauptursache von Auffahrunfällen. Dabei zeigte der Fahrer in ca. 50% der Fälle keine Reaktion und in weiteren 12% bremste er zu wenig. Um die Reaktionen des Fahrers zu verbessern und gleichzeitig dem sogenannten Warndilemma² zu entgehen, soll im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden, ob der aus der Psychologie bekannte Priming-Effekt auf die Reaktionszeit und die Aufmerksamkeit des Fahrers einen positiven Einfluss hat.

Unter Priming (zu Deutsch Voraktivierung, Vorbereitung) wird im Allgemeinen eine Anregung mentaler Konzepte verstanden. Dadurch stehen diese kurzzeitig schneller zur Verfügung, was das Urteilsvermögen und Handeln des Menschen beeinflusst [Hennings2006]. In der Psychologie ist das Phänomen Priming zumeist in Form von Reaktionstest erforscht, in denen nachgewiesen werden konnte, dass Priming-Reize dem Probanden die Reaktion auf Zielreize erleichtern (z. B. [Scharlau2004]). Für diese Arbeit interessant ist auch die Arbeit von [Kiesel2006]. Dort konnte nachgewie-

¹ Laut [Schittenhelm2010] könnten über 50% der Auffahrunfälle vermieden werden, wenn die Reaktionszeit des Fahrers 500ms kürzer wäre und somit dessen Bremsvorgang früher beginnen würde.

² Der optimale Warnzeitpunkt ist von der Aufmerksamkeit des Fahrers abhängig. Somit muss ein unaufmerksamer Fahrer früher gewarnt werden, als ein aufmerksamer. Der Status der Aufmerksamkeit ist jedoch unbekannt [Tiemann2009].

sen werden, dass Priming-Reize die motorischen Aktivitäten der Probanden vorbereiten können. Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, ob dieser Effekt auf den automotiven Kontext übertragbar ist.

Hierzu sollen in Kapitel 2 zunächst die theoretischen Grundlagen geklärt werden. Dazu zählen unter anderem die Grundlagen der menschlichen Informationsaufnahme und -verarbeitung, sowie die Definition von Warnungen und die Klärung des Begriffs Priming. Anschließend soll in Kapitel 3 ein Konzept zur Verbesserung der Reaktionszeit bei einer Gefahrensituation vorgestellt und anschließend die zu überprüfenden Hypothesen aufgestellt werden. In Kapitel 4 soll dann die Umsetzung des zuvor erläuterten Konzepts sowie der Studienaufbau und -ablauf beschrieben werden. Die Präsentation der Ergebnisse dieser Studie und die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen sollen anschließend in Kapitel 5 erfolgen. Anschließend sollen in Kapitel 6 Erkenntnisse aus den Ergebnissen der Studie abgeleitet werden und diskutiert werden, welche Aspekte in nachfolgenden Studien beachtet und verbessert werden sollten. Eine Zusammenfassung und mit Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten schließt die Arbeit in Kapitel 7 ab.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit hat das Ziel verfolgt, ein Konzept zur Verbesserung der Reaktionszeit des Fahrers auf kritisches Ereignis zu entwickeln und zu testen. Dazu sollte untersucht werden, ob es möglich ist, den Fahrer durch die gezielte Reduktion visueller Informationen und die Einblendung von Verkehrssymbolen zu unterstützen, indem durch diese Maßnahmen mentale Modelle voraktiviert werden und somit eine Reaktion auf eine Kollisionswarnung schneller erfolgen kann. Es wurden verschiedene Bremszenarien in einer Studie in einem Fahrsimulator getestet und aufbauend auf den Ergebnissen diskutiert, ob diese Art der Voraktivierung eine sinnvolle Erweiterung aktueller Warnelemente darstellt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Konzept der Voraktivierung die Reaktionszeit des Fahrers auf eine frontale Kollisionswarnung verkürzen kann. Dabei hat sowohl die Zeitspanne zwischen der Präsentation von prime und target als auch der Status der Ablenkung des Fahrers einen Einfluss auf diesen Effekt. Getestet wurden zwei unterschiedliche Zeitlücken mit 50ms und 150ms, wobei eine signifikante Verbesserung der Reaktionszeit bei Bremsungen mit kurzer Zeitlücke nachgewiesen werden konnte, wenn der Fahrer nicht von der Fahraufgabe abgelenkt ist. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass die lange Zeitlücke zu einer signifikanten Verkürzung der Reaktionszeit führt, wenn der Fahrer durch eine Nebenaufgabe abgelenkt ist und sein Blick zum Zeitpunkt der Warnung auf einem Bildschirm in der Mittelkonsole ruht.

Da es sich um eine erste Untersuchung in dieser Richtung handelt, gibt es noch verschiedene Ansatzpunkte zur Verbesserung und ein paar ungeklärte Fragen.

Neben der genaueren Untersuchung, welche Zeitspanne in verschiedenen Verkehrssituationen optimal ist, kann auch der Anzeigort untersucht werden. Da die DA im Kombiinstrument von keinem Probanden wahrgenommen wurde, sollte der Ort der Prime-Darstellung überdacht werden. So bietet beispielsweise das Head-Up-Display (HUD) die geringste Exzentrizität vom Blickfeld des Fahrers [Hering1999], was vermutlich dazu führt, dass Symbole bei der Einblendung in dieser Position eher wahrgenommen werden. Es könnte somit untersucht werden, ob der im Rahmen dieser Arbeit entdeckte Effekt auch bei der Nutzung eines solchen HUD reproduzierbar ist.

Weiterhin bleibt bisher ungeklärt, ob nicht-maskiertes Priming erfolgsversprechender ist. Damit einher müsste untersucht werden, wann die Darstellung des prime abgeschlossen ist. Es könnten unter anderem folgende Zeitpunkte untersucht werden: gleichzeitig mit der Darstellung des target, während der Bremsung, wenn das Fahrzeug im Stillstand ist, oder durch den Fahrer im Stand initiiert. Weiterhin müsste geklärt werden, ob die Abschaltung der Darstellung analog der hier durchgeführten Studie sofort durchgeführt wird, oder ob die normalen Applikationen wieder langsam eingeblendet werden. Es kann somit an verschiedenen Parametern gestellt und untersucht werden, welche Kombination die vielversprechendste darstellt.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte nicht bestätigt werden, dass die Anzeige von Symbolen die Reaktionszeit gegenüber der Displayabschaltung verbessert. Jedoch kann sich dies bei längeren Zeitlücken ändern. Hat der Fahrer mehr Zeit zur Interpretation, ist es denkbar, dass die Warnung durch die Einblendung von Symbolen verständlicher ist, als ein schwarzer Bildschirm.

In Bezug auf eine seriennahe Umsetzung des Konzepts, ist zu beachten, dass bei den zur Zeit verbauten Displays nicht möglich ist, diese komplett abzuschalten, da es sich nicht um FPKs handelt. Auch besitzt nicht jedes Fahrzeug ein Display in der Mittelkonsole. Somit ist eine Umsetzung mit einer solchen Ausstattung nicht möglich. Des Weiteren liegen Bildwiederholrate und Reaktionszeit der aktuell in Fahrzeugen verbauten RNS im Grenzbereich dessen, was eine sehr kurze Priming-

Darstellung ermöglicht. Somit ist man für die Umsetzung dieses Konzepts darauf angewiesen, dass die in Serie zur Verfügung stehende Technik weiter entwickelt wird.

Insgesamt zeigt sich die Reduzierung von visuellen Informationen zur Unterstützung von Warn-elementen als ein vielversprechender Ansatz.

Literaturverzeichnis

- [Abel2005] Abel, H.-B.; Meier-Arendt, G.; Willnauer, B.: Ergonomische Bedienelemente für elektronische Fahrzeugsysteme, In: ATZ 5/2005, 2005.
- [Abendroth2009] Abendroth, B.; Bruder, R.: Die Leistungsfähigkeit des Menschen für die Fahrzeugführung, In: Winner, H.; Wakuli, S.; Wolf, G.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme, S. 4-14, 2009.
- [Audi2007] Spurhalteassistent – Audi Lane Assist, In: Selbststudienprogramm 398, 2007.
- [Baumann2006] Baumann, M. R. K.; Petzold, T.; Krems, J.: Situation Awareness beim Autofahren als Verstehensprozess, In: Baumann, M. R. K.; Leuchter, S.; Urbas, U.: MMI Interaktiv Nr. 11 – Aufmerksamkeit und Situationawareness beim Autofahren, 2006.
- [Bäumler2007] Bäumler, H.: Reaktionszeiten im Straßenverkehr Teil 1, In: VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik Ausgabe Nr.: 2007-11, 2007.
- [Bergmeier2009] Bergmeier, U.: Kontaktanaloges markierendes Nachtsystem. Entwicklung und experimentelle Absicherung, 2009.
- [Birbaumer2006] Birbaumer, N.; Schmidt, R. F.: Bewusstsein und Aufmerksamkeit, In: Birbaumer, N.; Schmidt, R. F.: Biologische Psychologie, S. 495-534, 2006.
- [Boila1999] Boila, R. S.; D'Angelo, W. R.; McKinley, R. L.: Aurally Aided Visual Search in Three-Dimensional Space, In: Human Factors, Band 41 (4), S. 664-669 1999.
- [Braess2008] Braess, H.-H.; Donges, K.: Technologien zur aktiven Sicherheit von Personenkraftwagen – "Konsumierbare" oder echte Verbesserung?, Beitrag zur Tagung aktive Sicherheit an der TU München, 2008.
- [Dettinger2008] Dettinger, J.: Reaktionsdauer bei Notbremsungen – Entwicklung und Status Quo des Erkenntnisstandes Teil 1, In: VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik Ausgabe Nr.: 2008-06, 2008.
- [DIN1999] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 9241-11:1998, Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmen – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze, 1999.
- [DIN2003] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 15008:2003, Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug, 2003.
- [Dingus1997] Dingus, T. A.; Jahns, S. K.; Horowitz, A. D.; Knipling, R.: Human Factors Design Issues for Crash Avoidance Systems, In: Barfield, W.; Dingus, T. A.: Human Factors in Intelligent Transportation Systems, S. 55-93, 1997.

- [e-teaching] e-teaching.org: Gestaltgesetze, Stand: 19.09.2011, URL: <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/visualisierung/gestaltgesetze/>, 2011.
- [Fairchild2005] Fairchild, M. D.: Color Appearance Models, Chichester, West Sussex, England, Hoboken, NJ: J. Wiley, 2005.
- [Fricke2009] Fricke, N.: Gestaltung zeit- und sicherheitskritischer Warnungen im Fahrzeug, Dissertation, TU Berlin, 2009.
- [Gaugel2008] Gaugel, S.: Was ist Kognition? Grundlagen und Methoden, In: Kircher, T.; Gaugel, S.: Neuropsychologie der Schizophrenie, S. 12-18, 2008.
- [Green1999] Green, P.: The 15-Second Rule for Driver Information Systems, In: IST America: Intelligent Transportation Society of America Conference Proceedings (CD), 1999.
- [Hein2005] Hein, E.: Der Einfluss von Aufmerksamkeit auf das zeitliche Auflösungsvermögen des Systems: Gegensätzliche Effekte bei unterschiedlicher Aufmerksamkeitslenkung, Dissertation, Universität Tübingen, 2005.
- [Hennings2006] Hennings, M.: Der Einfluss von Informationsverarbeitungszielen auf vorbewusste Verarbeitungsprozesse, Dissertation, Universität Hamburg, 2006.
- [Hering1999] Hering, K.: Situationsabhängiges Verfahren zur standardisierten Messung der kognitiven Beanspruchung im Straßenverkehr, Dissertation, Universität Köln, 1999.
- [Ho2005] Ho, C.; Spence, C.: Assessing the Effectiveness of Various Auditory Cues in Capturing a Driver's Visual Attention, In: Journal of Experimental Psychology: Applied, Band 3 (3), S 157-174, 2005.
- [Hoffmann2008] Hoffmann, J.: Das Darmstädter Verfahren (EVITA) zum Testen und Bewerten von Frontalkollisionsgegenmaßnahmen, Dissertation, TU Darmstadt, 2008.
- [Hoffmann2009] Hoffmann, J.; Gayko, J.: Fahrerwarnelemente, In: Winner, H.; Hakuli, S.; Wolf, G.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme, S. 343-354, 2009.
- [Kahnemann1973] Kahnemann, D.: Attention and Effort, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.
- [Kiesel2006] Kiesel, A.; Kunde, W.; Hoffmann, J.: Mechanisms of Subliminal Response Priming, In: Advances in Cognition Psychology, Band 3 (1-2), S. 307-315, 2006.
- [Kleen2008] Kleen, A.: Haptische Ausweichempfehlungen in Kollisionssituationen, Diplomarbeit, Universität Wuppertal, 2008.
- [Knoll2010] Knoll, P.: Fahrerassistenzsysteme, In: Reif, K.: Fahrstabilisierungssysteme und Fahrerassistenzsysteme, S. 104-121, 2010.
- [Kobiela2009] Kobiela, F.: Fahrerintentionserkennung für autonome Notbremssysteme, Dissertation, TU Dresden, 2009.

- [Kobiela2011] Kobiela, F.: Intentionen und Reaktionen in Kritischen Fahrsituationen, In: Kobiela, F.: Fahrerintentionserkennung für autonome Notbremsysteme, S. 39-89, 2011.
- [Köth2009] Köth, K.: Auslegung der Kraftfahrzeugbeleuchtung hinsichtlich Sicht und Signalisation, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 2006.
- [Lachnmayr2006] Lachenmayr, B.: Gesichtsfeld und Verkehr – Wie funktioniert das periphere Sehen?, In: Der Ophthalmologe 2006, S. 373-381, 2006.
- [Lackner2009] Lackner, K.: Der Einfluss von Priming auf hedonistisches und soziales Verhalten, Diplomarbeit, Universität Wien, 2009.
- [Lamble1999] Lamble, D.; Laakso, M.; Summala, H.: Detection Thresholds in Car Following Situations and Peripheral Vision: Implications for Positioning of Visually Demanding In-Car Displays, In: Ergonomics, Band 42 (6), S. 807-815, 1999.
- [Lange2005] Lange, E. B.: Der Fokuseffekt – Über die Ablenkung der Aufmerksamkeit durch irrelevante Reize, Dissertation, TU Berlin, 2005.
- [Lee2002] Lee, J. D.; McGehee, D. V.; Brown, T. L.; Rexes, M. L.: Driver Distraction, Warning Algorithm Parameters, and Driver Response to Imminent Rear-End Collisions in a High-Fidelity Driving Simulator, 2002.
- [Lee2004] Lee, J. D.; Hoffmann, J. D.; Hayes, E.: Collision Warning Design to Mitigate Driver Distraction, In: Chi 2004, Band 6 (1), 2004.
- [Maurer2009] Maurer, M.: Entwurf und Test von Fahrerassistenzsystemen, In: Winner, H.; hakuli, S.; Wolf, G.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme, S. 43-54, 2009.
- [McIntre2010] McIntre, J. P.; Having, P. R.; Waramaniuk, S. N.; Gilkey, R. H.: Visual Search Performance with 3-D Auditory Cues: Effects of Motion, Target Location and Practise, In: Human Factors, Band 52 (1), 2010.
- [Metz2009] Metz, B.: Worauf achtet der Fahrer? Steuerung der Aufmerksamkeit beim Fahren mit visuellen Nebenaufgaben, Dissertation, Universität Würzburg, 2009.
- [Neale2005] Neale, V. L.; Dingus, T. A.; Klauer, S. G.; Sudweeks, J.; Goodman, M.: An Overview of the 100-Cat Naturalistic Study Findings, In: National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA): Breicht No. 05-0400, 2005.
- [Pashler1992] Pashler, H.: Attentional Limitations in Doing Two Tasks at the Same Time, In: Cambridge University Press: Current Directions in Psychological Science, Band 1 (2), S. 44-48, 1992.
- [Rasmussen1983] Rasmussen, J.: Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models, In: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics SMC-13, S. 257-266, 1983.
- [Rassl2004] Rassl, R.: Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im PKW - Systemergonomische Analyse und Prognose, Dissertation, TU München, 2004.

- [Rösler2007] Rösler, D.; Naumann, A.; Tuchscheerer, S.; Krems, J. F.: Warnen im Kraftfahrzeug: Experimentelle Untersuchung zur Detektion und Bewertung optischer und akustischer Signale, In: 7. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme zum Thema: Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion, 2007.
- [Scharlau2004] Scharlau, I.: Evidence Against Response Bias in Order Tasks with Attention Manipulation by Masked Primes, In: Psychological Research, Band 68, S. 224-236, 2004.
- [Schlag2009] Schlag, B.; Petermann, I.; Weller, G.; Schulze, C.: Visuelle Wahrnehmung Informationsaufnahme im Straßenverkehr, In: Schlag, B.; Petermann, I.; Weller, G.; Schulze, C.: Mehr Licht – mehr Sicht – mehr Sicherheit?, S. 15-58, 2009.
- [Schenk2010] Schenk, J.; Rigoll, G.: Menschliche Sinnesorgane, In: Mensch-Maschine-Kommunikation – Grundlagen der sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen, S. 43-70, 2010.
- [Schilling2008] Mentale Modelle der Benutzer von Fahrerinformationssystemen, Dissertation, Universität Berlin, 2008.
- [Schittenhelm2009] Schittenhelm, H.: The Vision of Accident Free Driving – How Efficient are We Actually in Avoiding or Mitigating Longitudinal Real World Accidents, 2009.
- [Schweigert2003] Schweigert, M.: Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben, Dissertation, TU München, 2003.
- [St. Pierre2011] St. Pierre M.; Hofinger, G.; Buerschaper, C.: Menschliche Wahrnehmung: Die Sicht der Dinge, In: St. Pierre M.; Hofinger, G.; Buerschaper, C.: Notfallmanagement, S. 77-88, 2011.
- [Staubach2010] Staubach, M.: Identifikation menschlicher Einflüsse auf Verkehrsunfälle als Grundlage zur Beurteilung von Fahrerassistenzsystem-Potentialen, Dissertation, TU Dresden, 2010.
- [Stumpe2000] Stumpe, J.: Realität und Wahrnehmung in der Akustik, Universität Oldenburg, 2000.
- [Täumer1970] Täumer, R.; Schlier, C.; Schmidt, C.; Schupp, W.: Die Abhängigkeit der Reaktionszeit von der zeitlichen Folge optischer Reize, In: Biological Cybernetics, Band 7 (5), S. 183-191, 1970.
- [Thoma2010] Thoma, S.: Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte für Fahrerassistenzsysteme im Kreuzungsbereich, Dissertation, TU München, 2010.
- [Tiemann2009] Tiemann, N.; Branz, W.; Schramm, D.: Predictive Pedestrian Protection – Sensor Requirements and Risk Assessment, 21st International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicle, Stuttgart, Germany, June 15-18, 2009.
- [Varakin2004] Varakin, D. A.; Levin, A. T.; Fidler, R.: Unseen and Unaware: Implications of Recent Research on Failures of Visual Awareness for Human-Computer Interface Design, In: Human-Computer Interaction, Band 19 (4), S. 389-422, 2004.

- [VW2007] Spurwechselassistent – Konstruktion und Funktion, In: Selbststudienprogramm 396, 2007.
- [VW2011] Volkswagen Technik-Lexikon: Front Assist, Stand: 26.09.2011, URL: http://www.volkswagen.de/de/Volkswagen/InnovationTechnik/techniklexikon/front_assist.html, 2011.
- [Wickens2008] Wickens, C.: Multiple Resources and Mental Workload, In: Human factors and Ergonomics Society: Human Factors, Vol. 50, No. 3, S. 449-455, 2008.
- [Wiki2011a] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: Kritikalität, Stand: 10.08.2011, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kritikalit%C3%A4t>, 2011.
- [Wiki2011b] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: Visus, Stand: 10.08.2011, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Visus>, 2011
- [Wiki2011c] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: False Alarm, Stand: 10.08.2011, URL: http://en.wikipedia.org/wiki/False_alarm, 2011
- [Wiki2011d] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: Gateway (Informatik) , Stand: 19.08.2011, URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Gateway_\(Informatik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Gateway_(Informatik))
- [Wiki2011e] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: Warnung, Stand: 05.09.2011, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Warnung>
- [Wilde1982] Wilde, G. J. S.: Critical Issues in Risk Homeostasis Theory, In: Risk Analysis, Band 2 (4), S. 249-258, 1982.
- [Yu2008] Yu, T.: Evaluation und Qualitätssicherung von Aktivitäten eines Bürgernetzwerks in Bielefeld, 2008.
- [Zimmermann2004] Zimmermann, A.: Eigenschaften des Richtungshörens beim Menschen, 2004.
- [Zwahlen1988] Zwahlen, H. T.; Adansm, C. C. Jr.; DeBald, D. P.: Safety Aspects of CRT Touch Panel Controls in Automobiles, In: Gale, A. G.; Freeman, M. H.; Haslegrave, C. M.; Smith, P.; Taylor, S. P.: Visions in Vehicles II, S. 335-344, 1988.

Anhang

Aufgrund der Datenmenge befindet sich der Anhang auf der beiliegenden DVD.