

Jessica Seidenstücker

Der Einfluss sozialer Orientierungsreize auf das Fahrverhalten in Gefahrensituationen



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Der Einfluss sozialer Orientierungsreize auf das Fahrverhalten in Gefahrensituationen

Jessica Seidenstücker

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.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2011

Zugl.: Lüneburg, Univ., Diss., 2010

978-3-86955-705-2

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2011

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2011

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-705-2

MEINEN ELTERN

Diese Arbeit wurde als Dissertation an der Fakultät Bildungs-, Kultur- und Sozialwissenschaften der Leuphana Universität Lüneburg zur Erlangung des Grades Doktorin der Philosophie (Dr. phil.) angenommen.

Eingereicht am: 11.03.2010

Erster Gutachter: Prof. Dr. Lutz Schumacher, Leuphana Universität Lüneburg

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Rainer Höger, Leuphana Universität Lüneburg

Dritter Gutachter: Prof. Dr. Dietrich Manzey, Technische Universität Berlin

Tag der Disputation: 13.09.2010

DANKSAGUNG

Ohne die Hilfe zahlreicher Beteiligter wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen und diesen Menschen sei hiermit herzlich gedankt. Mein besonderer Dank gilt meinen zwei Betreuern Prof. Rainer Höger und Prof. Lutz Schumacher, die mir den nötigen Freiraum zur Umsetzung meiner Ideen gaben, sowie für einen motivierenden Gedankenaustausch, hilfreichen Anregungen und Kommentare. Weiterhin danke ich Prof. Dietrich Manzey vom Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft der TU Berlin für seine Bereitschaft zur externen Begutachtung meiner Arbeit.

Ernst Roidl und Tobias Matuschek danke ich für ihre Unterstützung bei der technischen Umsetzung der durchgeführten Fahrsimulationsuntersuchung und Janina Suhr sowie Swantje Robelski für die freundliche Kooperation bei der Dateneingabe. Vielen Dank den Fahrlehrern, den Fahrsicherheitstrainern, den Fahranfängern und den zahlreichen weiteren Personen, die an meiner Untersuchung teilgenommen haben. Für ihre motivierende Beratung und liebe Unterstützung in den letzten Jahren seien Dr. Nicki Marquardt, Nelli Bergen, Natalie Conrady, Dirk Hamann, Christin Andree, Marie Jung und Alexander Reuber gedankt. Ein riesiges Dankeschön gilt Kristin Trümper für die Gestaltung des Buchcovers. Zu guter Letzt möchte ich insbesondere Cornelia Seidenstücker, Christoph Mörl und Annika Lösche danken, die sich der mühsamen Arbeit des Korrekturlesens hingeeben und mich mit ihren nützlichen Hinweisen und Änderungsvorschlägen so sehr unterstützt haben.

Allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich meinen Dank für den Beistand und die Geduld in der langen Zeit aussprechen. Ich wünsche Euch allzeit gute Fahrt!!!

FÖRDERER & KOOPERATIONSPARTNER

Als Förderinstitution ist insbesondere die *Stiftung der Deutschen Wirtschaft (sdw)* hervorzuheben. Durch ein dreijähriges Promotionsstipendium wurde mir finanziell der Rücken freigehalten, um mein Forschungsvorhaben in diesem Umfang realisieren zu können.

Die Durchführung der vorliegenden Untersuchung erfolgte im Rahmen des Projektes „Training zur Gefahrenwahrnehmung“ am *Institut für Experimentelle Wirtschaftspsychologie* der Leuphana Universität Lüneburg. Dieses Projekt wurde durch die Arbeitsgemeinschaft Innovative Projekte (AGIP) des Ministeriums für Wissenschaft und Kultur Niedersachsen mit Koordinationsstelle an der FH Hannover gefördert. Die AGIP hat sich zum Ziel gesetzt, innovative und förderungswürdige Forschungsprojekte in Niedersachsen zu identifizieren und mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRS) zu fördern. Der Fokus liegt hierbei auf praxisbezogenen Projekten in Zusammenarbeit mit der mittelständischen Wirtschaft.

Als Kooperationspartner aus der Wirtschaft konnte das ADAC Sicherheitszentrum Hansa GmbH & Co.KG in Embsen bei Lüneburg unter der Leitung von Herrn Bernd Fischer gewonnen werden. Die Kooperation umfasste vor allem beratende Tätigkeiten seitens der dort angestellten Fahrsicherheitstrainer. Diese unterstützten das Projekt mit Informationen zur Gestaltung der einzelnen Fahrsimulationsszenen und waren ein wichtiger Baustein für die Gewährleistung der ökologischen Validität und Praxistauglichkeit in den Experimenten.

ANMERKUNG

Um den Lesefluss zu erhalten, wurden in der vorliegenden Arbeit Personen, Berufsbezeichnungen, Ämter und Funktionen in der männlichen Form bezeichnet. Dieser Terminus ist allerdings ausdrücklich als geschlechtsneutral zu verstehen.

ZUSAMMENFASSUNG

Für eine sichere Fortbewegung im Straßenverkehr ist u.a. der Aufbau einer aktuellen und fehlerfreien internen Repräsentation der relevanten Verkehrsumgebung von großer Wichtigkeit. Nur auf Basis einer adäquaten mentalen Repräsentation ist eine erfolgreiche Antizipation zukünftiger Ereignisse (beispielsweise einer gefahrenträchtigen Verkehrssituation) möglich. Im Rahmen der vorliegenden Fahrsimulationsstudie wird postuliert, dass mentale Repräsentationen beim Autofahren aus einer dynamischen Folge aktivierter Konzepte bestehen, welche besonders durch relevante Reize im interaktionellen Verkehrsgeschehen beeinflusst werden. Dabei wird unterstellt, dass spezifische Verkehrsobjekte die Interpretation einer Verkehrssituation beeinflussen, indem sie verkehrsrelevante Konzepte des mentalen Modells aktivieren und im Sinne des Priming-Ansatzes die Reaktion des Fahrers auf nachfolgende Reize verändern. Im Fokus der gesamten Untersuchung steht die Frage, ob hinweisgebende Verkehrsobjekte, welche von dynamischer Natur sind und denen daher eine sozialdeterminierte Komponente unterstellt wird (z.B. ein Fußgänger oder ein anderes Fahrzeug) einen stärkeren Einfluss auf das folgende Fahrverhalten besitzen als statische bzw. künstliche Verkehrselemente (z.B. ein Gefahrenschild).

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden mehrere Fahrsimulationsstudien durchgeführt. Innerhalb der generierten Szenarien wurden verkehrsrelevante Prime-Reize implementiert, auf welche kritische Verkehrssituationen folgten. Ziel war, die Beeinflussbarkeit des Fahrverhaltens durch diese statischen oder dynamischen Hinweisreize zu explizieren und dabei die Rolle der sozialen Interaktionskomponente als Aktivierungsimpuls herauszuarbeiten. Insgesamt wurden drei Szenarien programmiert. Innerhalb der Experimentalreihe wurden die visuelle Wahrnehmung mithilfe einer Blickbewegungsanlage (SMI) und das Fahrverhalten der Probanden im Fahrsimulator (STISIM) untersucht. Die Hauptuntersuchung bestand aus zwei separaten Experimenten, wobei in beiden Experimenten die interaktionelle Manipulation der Probanden durch statische oder dynamische Hinweisstimuli im Zentrum stand.

Experiment I: Die dynamisch-lebendigen Hinweisreize (z.B. Fußgänger) wurden im Sinne einer Warnfunktion eingesetzt. Diese Reize sollten die Probanden positiv, d.h. verhaltensverbessernd bzw. situationsgerecht beeinflussen, indem sie das Reaktionsverhalten auf eine anschließende Gefahrensituation vorbereiten. In Experiment I wurden insgesamt 84 Probanden mit sehr unterschiedlicher Fahrerfahrung untersucht.

Experiment II: In einer generierten Landstraßenszene sollte der dynamische Hinweisreiz in Form eines überholenden Fahrzeugs konträr zum Experiment I wirken, d.h. die Situation sollte verharmlost dargestellt und somit das Fahrverhalten negativ, d.h. nachteilig bzw. regelverletzend beeinflusst werden. An Experiment II nahmen insgesamt 110 Versuchspersonen mit sehr unterschiedlicher Fahrerfahrung teil.

In der vorliegenden Fahrsimulationsstudie wurde erstmals ein Vergleich zwischen qualitativ sehr unterschiedlichen Hinweis- und Orientierungsreizen (statisch vs. dynamisch) und deren Wirkung auf das Fahrverhalten in einem interaktionellen Verkehrskontext untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass in Gefahrensituationen eine Aktivierungsausbreitung innerhalb von mentalen Netzwerken aufgrund eines semantischen Primings nicht nur mithilfe von Verkehrsschildern erfolgt, sondern insbesondere durch sozialdeterminierte, sich bewegende Verkehrsreize geschehen kann. Die Ergebnisse weisen insgesamt darauf hin, dass die Präsentation von solchen dynamischen Hinweisreizen (z.B. Fußgängern) einen stärkeren sowohl positiven (Experiment I) als auch negativen Einfluss (Experiment II) auf das Fahrverhalten in kritischen Verkehrsszenen hat, als dieses bei statischen Verkehrsobjekten (z.B. Warnschilder) der Fall ist. Es scheint, als basieren sowohl das visuelle Kontrollsystem als auch die Verhaltenspräferenzen des Menschen auf speziellen Selektionsmechanismen, welche sich stärker an natürlichen bzw. ursprünglichen als an technisch-modernen Reizen orientieren. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass das Straßenverkehrssystem verstärkt als ein Sozialsystem mit sehr interaktionellem Charakter betrachtet werden sollte. Der sowohl positive als auch potentiell negative Einfluss des sozialen Verkehrsumfeldes auf das eigene Fahrverhalten in Gefahrensituationen sollte insbesondere in der Fahrschul Ausbildung sowie der generellen Verkehrskommunikation herausgestellt werden. Im Rahmen der Arbeit werden weiterhin Möglichkeiten der Ergebnisübertragung auf die Straßenverkehrsraum- bzw. Fahrzeuggestaltung dargestellt.

Schlagwörter: Animate Monitoring Hypothesis – Fahrsimulation – Priming – soziale Vergleichsprozesse – sozio-kognitive Verarbeitung – soziale Interaktionseffekte – Fahrverhalten – Wahrnehmung – Shared Street

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung.....	V
Förderer, Kooperationspartner & Anmerkung.....	VI
Zusammenfassung.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis.....	XV
Abkürzungsverzeichnis	XVI
Einleitung	1
THEORIE.....	3
1. Der Mensch im Straßenverkehr	4
1.1 Analyse der Unfallstatistik.....	5
1.1.1 Allgemeine Problematik statistischer Unfallzahlen.....	5
1.1.2 Risikofaktor Mensch	7
1.2 Die visuelle Wahrnehmung des Straßenverkehrs	10
1.2.1 Visuelles Blickfeld des Menschen.....	11
1.2.2 Aufmerksamkeit im Straßenverkehr.....	14
1.2.3 Die visuelle Suche und deren Determinanten	18
1.3 Kognitive Strukturen im Informationsverarbeitungsprozess.....	25
1.3.1 Semantische Organisation und Wissensrepräsentation.....	26
1.3.2 Schemata	30
1.3.3 Erwartungen	33
1.3.4 Situationsbewusstsein	34
1.3.5 Priming und Voraktivierung	36
2. Soziale Interaktionsprozesse im Straßenverkehr	41
2.1 Autofahren als dynamischer Voraktivierungsprozess.....	44
2.1.1 Statische Verkehrselemente als Voraktivierungsreize.....	45

2.1.2	Sozialdeterminierte Verkehrselemente als potentielle Voraktivierungsreize	49
2.2	Soziale Vergleichsprozesse im Straßenverkehr	56
2.2.1	Perzipierte Überlegenheit des Egofahrers	57
2.2.2	Verhaltensanpassung im Straßenverkehr	59
EMPIRIE	61
3. Einleitung zum empirischen Teil der Arbeit	61
3.1	Zentrale Annahmen	61
3.2	Präzisierung der Fragestellung.....	61
3.3	Übersicht zur Fahrsimulationsstudie.....	62
4. Fragebogenentwicklung und Skalengenerierung	65
4.1	Fragebogenvorform.....	65
4.1.1	Theoretische Grundlagen.....	65
4.1.2	Entwicklung der Fragebogenvorform.....	66
4.2	Methode	67
4.2.1	Stichprobe	67
4.2.2	Durchführung	67
4.3	Ergebnisse	68
4.3.1	Faktorenanalyse: Konstruktvalidität	68
4.3.2	Reliabilitätsanalyse: Skalenskennwerte	71
4.3.3	Fragebogenendform	73
4.4	Diskussion der Fragebogenentwicklung.....	74
5. Experiment I: Soziale Voraktivierung in Verkehrskonfliktsituationen	77
5.1	Hypothesen zum ersten Experiment.....	77
5.2	Methode	79
5.2.1	Stichprobe	79
5.2.2	Verkehrsszenen in Experiment I.....	80
5.2.3	Erhebungsinstrumente in Experiment I.....	87

5.2.4	Untersuchungsdesign.....	90
5.2.5	Durchführung	91
5.3	Operationalisierung und Datenaufbereitung der Variablen in Experiment I.....	93
5.3.1	Operationalisierung der Variablen in Experiment I.....	93
5.3.2	Fusion der Fahr- und Blickbewegungsparameter	96
5.3.3	Umgang mit fehlenden Daten	99
5.4	Ergebnisse zu Szene 1 in Experiment I	99
5.4.1	Der Einfluss der Fahrverhaltensparameter auf die Unfallwahrscheinlichkeit	100
5.4.2	Der Einfluss der Priming-Version auf die Fahrverhaltensparameter	104
5.4.3	Weiterführende Analysen.....	108
5.4.4	Hypothesenprüfung für Szene 1 in Experiment I	111
5.4.5	Zusammenfassende Ergebnisdarstellung für Szene 1 in Experiment I.....	113
5.5	Ergebnisse zu Szene 2 in Experiment I	115
5.5.1	Der Einfluss der Fahrverhaltensparameter auf die Unfallwahrscheinlichkeit	115
5.5.2	Der Einfluss der Priming-Version auf die Fahrverhaltensparameter	117
5.5.3	Weiterführende Analysen.....	119
5.5.4	Hypothesenprüfung für Szene 2 in Experiment I	120
5.5.5	Zusammenfassende Ergebnisdarstellung für Szene 2 in Experiment I.....	122
6.	Experiment II: Verhaltensanpassung im Straßenverkehr	127
6.1	Hypothesen zu Experiment II	127
6.2	Methode	129
6.2.1	Stichprobe	129
6.2.2	Beschreibung der Verkehrsszene in Experiment II	130
6.2.3	Erhebungsinstrumente in Experiment II	133
6.2.4	Untersuchungsdesign.....	133
6.2.5	Durchführung	134
6.3	Datenaufbereitung und Operationalisierung der Variablen in Experiment II	134

6.4	Ergebnisse zu Experiment II	138
6.4.1	Der Einfluss der Fahrverhaltensparameter auf die Unfallwahrscheinlichkeit	138
6.4.2	Der Einfluss der Priming-Version auf die Fahrverhaltensparameter	141
6.4.3	Weiterführende Analysen.....	145
6.5	Hypothesenprüfung von Experiment II	148
6.6	Zusammenfassende Ergebnisdarstellung für Experiment II	151
7.	Diskussion.....	153
7.1	Ergebnisdiskussion und -interpretation Experiment I.....	153
7.1.1	Begründung der Ergebnisdifferenzen zwischen Szene 1 & 2	154
7.1.2	Die Priming-Wirkung statischer vs. dynamischer Hinweisreize.....	155
7.2	Ergebnisdiskussion und -interpretation Experiment II	160
7.2.1	Die Priming-Wirkung des Gefahrenzeichens „Achtung! Kurve!“	160
7.2.2	Der Sog-Effekt in Folge eines sozialen Vergleichs	162
7.2.3	Interpretation der defizitären Geschwindigkeiten und des Spurhaltevermögens.....	165
7.3	Fazit der Untersuchung	166
7.4	Diskussion der externen und internen Validität.....	169
7.4.1	Diskussion der internen Validität	169
7.4.2	Diskussion der externen Validität.....	170
8.	Praktische Bedeutung und Implikationen für weiterführende Untersuchungen	175
8.1	Anwendungsmöglichkeit für die Verkehrsraumgestaltung.....	175
8.1.1	Implementierung sozialdeterminierter bzw. dynamischer Anzeigesysteme.....	176
8.1.2	Beispiel einer selbsterklärenden Straße: Shared Space	180
8.2	Anwendungsmöglichkeiten für die Fahrzeugkonstruktion.....	183
8.3	Implikationen für die Verkehrskommunikation	184
	Literaturverzeichnis	XVII
	Anhangverzeichnis	XXXV

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten 1953 bis 2008	6
Abb. 2: Modell zum riskanten Verkehrsverhalten und dem erhöhten Verkehrsunfallrisiko.....	8
Abb. 3: Visualisierung der Unfallverursachungsanteile von Fahrer, Fahrzeug und Situation	8
Abb. 4: Sehschärfe innerhalb der Fovea Centralis und in der Netzhautperipherie	12
Abb. 5: Reduktion der Netzhautauflösung von der Mitte zur Peripherie	13
Abb. 6: Flaschenhalsmodells nach Broadbent (1958)	15
Abb. 7: Spotlight-Modell im Straßenverkehr	16
Abb. 8: Exemplarisches Blickbewegungsmuster nach Yarbus (1967).....	19
Abb. 9: Blickbewegungsverlauf bei visueller Vorstellung.....	23
Abb. 10: Beispiel der Fixationsverteilung in der Vorstellungsphase.....	24
Abb. 11: Modell eines semantischen Netzwerkes	27
Abb. 12: gemittelte fMRI-Bilder der Hirndurchblutung	29
Abb. 13: Wahrnehmungszyklus nach Neisser (1979)	32
Abb. 14: Drei Stufen der Informationsverarbeitung im Sinne des SA - Ansatzes.....	35
Abb. 15: Schematische Darstellung des Zusammenhangs zw. Prime, Target und Reaktion.....	38
Abb. 16: Informationsverarbeitungsprozesse beim Autofahren	42
Abb. 17: Interaktionsprozesse beim Autofahren	43
Abb. 18: Funktionsweise des Flicker-Paradigmas	52
Abb. 19: Klassifikation von Elementen des Straßenverkehrs.....	54
Abb. 20: Prozentuale Verteilung der Fahrzeugnutzungsfrequenz	80
Abb. 21: Vogelperspektive des kritischen Moments in Experiment I / Szene 1.....	81
Abb. 22: Priming-Versionen aus Experiment I / Szene 1	83
Abb. 23: Darstellung des Target-Reizes in Szene 2 / Experiment I aus Fahrerperspektive.	83
Abb. 24: Abbildung des verwendeten SMI iView Eyetrackers H.E.D.....	88
Abb. 25: Versuchsaufbau in Experiment I.....	95
Abb. 26: Exemplarisches Geschwindigkeitsprofil eines Probanden in Szene 1.....	96
Abb. 27: Unfallverteilung in Szene 1 / Experiment I.....	102
Abb. 28: Gemittelte Geschwindigkeiten im Erkennungsmoment in Szene 1	104
Abb. 29: Voraktivierungswirkung auf die verschiedenen Reaktionsmaße in Szene 1.....	105
Abb. 30: Voraktivierungswirkung auf die Bremsreaktion in Szene 1.....	106
Abb. 31: Voraktivierungswirkung auf die Fixationsverteilung in Szene 1	107

Abb. 32: Prozentuale Unfallverteilung in Szene 1 nach der jeweiligen Art des Prime-Reizes.	108
Abb. 33: Vermittelnde Wirkung der Mediatorvariable	109
Abb. 34: Temporale und distanzielle Reaktionswerte auf den kritischen Stimulus.....	118
Abb. 35: Gemittelte Geschwindigkeiten im Erkennungsmoment in Szene 2.....	118
Abb. 36: Unfallverteilung je Versuchsbedingungen (Szene 2).....	119
Abb. 37: Typischer Blickwinkel beim Durchfahren einer Rechtskurve.....	123
Abb. 38: Prozentuale Verteilung der Fahrzeugnutzungsfrequenz in Experiment II	130
Abb. 39: Darstellung der kritischen Linkskurve von Experiment II aus Fahrerperspektive.	131
Abb. 40: Exemplarische Versuchsbedingungen des Experiment II aus Fahrerperspektive.....	133
Abb. 41: Prinzipskizzen der Kurvenfahrt.....	136
Abb. 42: Querdynamische Zusammenhänge von SDLP und der Fahrgeschwindigkeit	140
Abb. 43: Geschwindigkeitsverteilung bezüglich der vier Versuchsbedingungen.....	141
Abb. 44: Mittelwertsverteilung der SDLP nach Art der Voraktivierung in Experiment II.....	143
Abb. 45: Prozentuale Verteilung der unfallrelevanten Spurtypen in Experiment II	144
Abb. 46: Prozentuale Verteilung der gezeigten Spurtypen.....	144
Abb. 47: Prozentuale Unfallverteilung innerhalb der jeweiligen Versuchsbedingungen.	145
Abb. 48: Geschlechtsspezifische Geschwindigkeitsdifferenzen im Kurveneingangsbereich.....	147
Abb. 49: Gefahrenzeichen in Experiment I.....	157
Abb. 50: Konzeptaktivierungsmodell im Sinne des Priming-Ansatzes	158
Abb. 51: Wiederholendes Priming in der Kurvenszene in Experiment II	161
Abb. 52: Wirkung des sozialen Sog-Faktors auf das Fahrverhalten	164
Abb. 53: Beispiel für menschenähnliche Attrappen auf Autobahn und Landstraße.	177
Abb. 54: Beispiel für eine kinderähnliche Pappfigur.....	177
Abb. 55: Funktionsweise eines Linsenrasterbildes am Bsp. einer Richtungstafel vor Kurven	178
Abb. 56: Besondere Stärken des Shared Space Konzeptes	181
Abb. 57: Beispiel für eine Verkehrsraumgestaltung im Sinne des Shared Space Konzeptes	182

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zuordnung der Fahrinformationen zu den entsprechenden Sinneskanälen.....	11
Tabelle 2: Bestimmungsfaktoren der Auffälligkeit von Objekten	21
Tabelle 3: Hauptkomponenten- und der Itemanalyse für die Fragebogenkonstruktion	70
Tabelle 4: Geprüfter Kurzfragebogen zur persönlichen Einstellung zum Autofahren.....	73
Tabelle 5: Darstellung der Eigenschaften der ersten Szene in Experiment I.....	82
Tabelle 6: Darstellung der Eigenschaften der zweiten Szene in Experiment I.....	84
Tabelle 7: Tabellarische Übersicht zu Experiment I.....	91
Tabelle 8: Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV) in Experiment I	94
Tabelle 9: INTERACT-Kategorien für die szenenspezifische Blickbewegungsauswertung	98
Tabelle 10: Korrelation von Unfallrate und den Fahr- und Reaktionsparametern in Szene 1.....	101
Tabelle 11: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse in Szene 1	103
Tabelle 12: Einfluss der Priming-Version auf die unfallrelevanten Fahrverhaltensparameter	106
Tabelle 13: Zusammenhänge zw. den Fragebogenskalen und den Fahrverhaltenswerten	110
Tabelle 14: Korrelation von Unfallrate und den Fahr- und Reaktionsparametern in Szene 2.....	116
Tabelle 15: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse in Szene 2	116
Tabelle 16: Zusammenhänge zw. den Fragebogenskalen und den Fahrverhaltenswerten..	120
Tabelle 17: Darstellung der Szeneneigenschaften in Experiment II.....	132
Tabelle 18: Typisierungskriterien zur Bestimmung des Spurverhaltens	137
Tabelle 19: Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV) in Experiment II	137
Tabelle 20: Korrelation von Unfallrate, Fahr- und Reaktionsparametern in Experiment II.....	138
Tabelle 21: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse in Experiment II.....	139
Tabelle 22: Post-Hoc-Vergleiche der Geschwindigkeitswerte in Experiment II.....	142
Tabelle 23: Post-Hoc-Vergleiche der SDLP in Experiment II	143
Tabelle 24: Zusammenhänge zw. den Fragebogenskalen und Fahrverhaltenswerten.....	146
Tabelle 25: Zusammenhänge zw. den Fragebogenangaben und Fahrverhaltenswerten	147

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abb.
ABS	Antiblockiersystem
AOI	Area of Interest
AV	abhängige Variable
BS	Bundestraße / Landstraße
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
ebd.	ebenda
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
etc.	et cetera
Geschw.	Geschwindigkeit
Kap.	Kapitel
Kfz	Kraftfahrzeug
km/h	Kilometer pro Stunde
m	Meter
M	Mittelwert
ms	Millisekunden
n.s.	nicht signifikant
OWig	Gesetz über Ordnungswidrigkeiten
PED	Pedestrian (engl. für Fußgänger)
s	Sekunde
SA	Situation Awareness / Situationsbewusstsein
SD	Standardabweichung
SDLP	Standardabweichung der lateralen Position
sog.	so genannt/e/en
StPO	Strafprozessordnung
u.a.	und andere
usw.	und so weiter
UV	Unabhängige Variable
vgl.	vergleiche
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
zw.	zwischen

EINLEITUNG

Ein im Straßenverkehr meist unbeachteter Aspekt ist der des sozialen Systems. Das soziale System im Straßenverkehr kann als Interaktions- bzw. Kommunikationsplattform zwischen Verkehrsteilnehmern interpretiert werden, welches von juristischen Gegebenheiten geregelt wird und deren Ausprägungen von partnerschaftlichem Verhalten über Missverständnissen bis hin zu irrtümlichen oder vorsätzlichen Regelmissachtungen führen kann (Zimolong, 1982). Unser Straßensystem ist Teil unseres Gesellschaftssystems und zugrunde liegendes Verkehrsverhalten ist parallel auch Sozialverhalten (Lamszus, 2002; Raithel, 1999). Menschen sind soziale Lebewesen und wie bei allen Primaten bestimmen soziale Interaktionen einen Großteil ihrer Überlebensstrategien (Senju, Yaguchi, Tojo & Hasegawa, 2003). Die Bedeutung der sozialen Interaktion wurde bei bisherigen verkehrspsychologischen Studien jedoch kaum untersucht und daher betrachten entsprechende Modelle die Fahraufgabe meist nur aus der Individualperspektive eines einzelnen Autofahrers und lassen potentielle soziale Interaktionsprozesse zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern und deren Einfluss aufeinander außen vor (Houtenbos, Hagenziecker, Wieringa & Hale, 2005).

Um die Informationsflut im Verkehrsraum schnell und richtig zu organisieren, verwenden Autofahrer (insbesondere bei hoher kognitiver sowie visueller Beanspruchung und unter Zeitdruck) eine ressourcengünstige und konzeptgesteuerte Suche (Theeuwes, 1995). Dabei kann die Verarbeitung von Verkehrsszenarien als ein wechselseitiger Prozess zwischen perzipierten Informationen und Repräsentationen von memorierten Ereignissen (z.B. in Form von Schemata und Scripts) verstanden werden (ebd.; vgl. Kap. 1.3.2). Aufgrund der resultierenden mentalen Repräsentation bildet der Fahrer eine Erwartung bzw. eine Antizipation der Situationsentwicklung heraus (Endsley, 1995), welche Basis für das folgende Verhalten ist (vgl. Kap. 1.3.4). Ein solcher antizipatorischer Prozess kann beispielsweise durch Verkehrsschilder bzw. -zeichen ausgelöst werden. Diese künstlichen Signale beeinflussen das Fahrverhalten, indem sie Autofahrern helfen, das Verhalten auf eine folgende Verkehrssituation einzustellen bzw. ihn zu lenken oder zu warnen (Avant, Thieman, Zang & Hsu, 1996; Crundall & Underwood, 2001; Edworthy & Adams, 1996; Fisher, 1992; Macdonald & Hoffmann, 1991; vgl. Kap. 2.1.1). Fahrverhalten im Straßenverkehr wird jedoch nicht nur durch artifizielle Elemente der Verkehrslenkung und -kommunikation beeinflusst, sondern beispielsweise auch durch das Verhalten anderer Autofahrer. Dieser

verhaltensbeeinflussende Effekt, welcher durch andere Verkehrsteilnehmer (z.B. der Fußgänger) ausgelöst wird, unterliegt scheinbar einer interaktionellen Komponente, welche insbesondere im Kapitel 2.1.2 näher betrachtet werden wird. Das Fahrverhalten eines Individuums führt demnach zu einer Interaktion mit den anderen Autofahrern, da diese auf das gezeigte Verhalten mit einem (vermeintlich adäquaten) Verhalten reagieren (Houtenbos et al., 2005).

Bevor jedoch die Verhaltensdimension betrachtet werden soll, stellt sich die Frage, ob diese natürlichen bzw. sozialen Interaktionspartner im Vergleich zu den künstlichen Verkehrselementen vielleicht auch anders angeschaut werden. Verschiedene Autoren unterstellen in diesem Zusammenhang, dass der humane Wahrnehmungsapparat ein Kategoriensystem entwickelt hat, welches insbesondere auf die Kontrolle von Lebewesen spezialisiert ist. Diese Spezialisierung führt zu einer stärkeren und spontaneren Aufmerksamkeitszuwendung zu Menschen und Tieren als zu unbelebten Objekten, wie z.B. Berge, Gebäude oder Schilder (Cosmides & Tooby, 2000; New, Cosmides & Tooby, 2007). Die Erkenntnisse bezüglich der Wahrnehmungspräferenzen lebendiger Objekte wird als *Animate Monitoring Hypothesis* (New et al., 2007) bezeichnet und konnte in eigenen Untersuchungen im Verkehrskontext noch um den Aspekt der Dynamik erweitert werden (vgl. Kap. 2.1.2). Veränderungen von dynamischen Objekten (z.B. Fußgängern oder Autos) werden schneller detektiert als jene von statischen Objekten, wie z.B. Schildern (Höger & Seidenstücker, 2006, 2007; Seidenstücker & Höger, 2006).

Diese Erkenntnisse bezüglich der kategorienspezifischen Wahrnehmungspräferenzen wurden im Rahmen der vorliegenden Fahrsimulationsuntersuchung erstmals aufgegriffen. Hauptannahme der Untersuchung war, dass jegliche Art von verkehrsrelevanten Objekten – egal ob es sich dabei um ein Verkehrsschild oder ein Kind am Straßenrand handelt – eine Erwartung bezüglich des anschließenden Verkehrsverlaufs hervorrufen und dabei eine sowohl positive wie auch negative Hinweis- bzw. Orientierungsfunktion bei der Interpretation besitzen können. Positiv bedeutet dabei, dass das Fahrverhalten in eine unfallvermeidende, risikoarme bzw. situationsadäquate Richtung gelenkt wird. Unter negativer Wirkung wird das Gegenteil, d.h. ein risiko- und gefahreninduzierender Effekt verstanden. Die Autorin geht davon aus, dass eine erwartungsbasierte Aktivierungsausbreitung (vgl. Collins & Loftus, 1975) nicht nur durch Verkehrsschilder, sondern insbesondere auch durch soziale Hinweisreize des Verkehrsumfeldes erfolgen kann und dass dabei das Priming-Paradigma ein wertvolles Werkzeug zum Nachweis möglicher impliziter Komponenten der Fahraufgabe sein kann. Um im Experiment Erwartungen zur folgenden

Situationsentwicklung bei den Probanden hervorzurufen, wurden innerhalb der neu entwickelten Fahrsimulationsszenen Hinweisreize implementiert, welche statisch (z.B. Warnschilder) und dynamisch (z.B. andere Verkehrsteilnehmer) waren. Diesen Verkehrsobjekten werden dabei eine Aktivierungswirkung mentaler Schemata und damit eine verhaltensbeeinflussende Funktion bezüglich einer anschließenden kritischen Verkehrssituation unterstellt. Ziel war, die Beeinflussbarkeit des Fahrverhaltens durch verschiedenartige Hinweisreize des interaktionellen Verkehrsgeschehens nachzuweisen und damit neue Ansatzpunkte zur Verkehrskommunikation und -raumgestaltung sowie zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zu liefern.

THEORIE

Der theoretische Teil dieser Arbeit setzt sich aus den zwei Hauptkapiteln *Der Mensch im Straßenverkehr* sowie einer umfassenden Erläuterung der *sozialen Interaktionsprozesse im Straßenverkehr* zusammen. Im ersten theoretischen Abschnitt wird zunächst die Problematik der Analyse amtlicher Unfallstatistiken thematisiert, um die damit verbundene Notwendigkeit alternativer Unfallforschungsmethoden (beispielsweise in Form von Fahrsimulationsstudien) aufzuzeigen. Anschließend werden die an der Fahraufgabe beteiligten Prozesse der menschlichen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit und darauf aufbauend die Determinanten der visuellen Suche im Verkehrsraum näher beleuchtet. Das erste Hauptkapitel schließt mit der Darstellung der kognitiven Strukturen der verkehrsbezogenen Informationsverarbeitung und betont die Rolle potentieller Schemaaktivierung und die verhaltensbeeinflussende Wirkung durch Erwartungen bezüglich des Verkehrsverlaufs. Da in den empirischen Untersuchungen dieser Ausarbeitung dynamische bzw. statische Verkehrselemente als Hinweisreize für die anschließende Verkehrsentwicklung innerhalb der simulierten Fahrsimulation fungieren sollen, werden in diesem Abschnitt insbesondere Konzepte der semantischen Netzwerktheorie sowie Erkenntnisse zu den entsprechenden Kategorisierungsstrukturen vorgestellt und auf die Voraktivierungs- und Primingforschung übertragen.

Basierend auf dem Erwartungs- bzw. Primingkonzept wird im zweiten Hauptkapitel der Prozess des Autofahrens als eine konstante Aktivierung verkehrsrelevanter Schemata dargestellt, welcher von interaktionellen Begegnungen geprägt ist. Daher bezieht sich das zweite Kapitel auf die soziale Interaktion im Straßenverkehr mit den Schwerpunkten auf sozialdeterminierter Voraktivierung sowie auf vergleichende Prozesse zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern. In diesem Rahmen werden Spezifika der Verkehrswahrnehmung aufgegriffen und dabei insbesondere die Entdeckungswahrscheinlichkeit und das Voraktivierungspotential dynamischer im Vergleich zu statischen Verkehrsobjekten erläutert. Der Theorieteil schließt mit einer detaillierten Beschreibung der relevanten Forschungsfragen.

1. DER MENSCH IM STRAßENVERKEHR

Das erste Hauptkapitel beschäftigt sich mit verschiedenen Facetten des Menschen als aktiven Verkehrsteilnehmer. Dabei werden zunächst aktuelle Unfallstatistiken (und deren Defizite) beleuchtet, um anschließend menschliche Fehler oder Verstöße als Hauptursache für Verkehrsunfälle herauszuarbeiten. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit dem Bereich der Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. In diesem Rahmen werden u.a. wahrnehmungsbasierte Fähigkeiten und Defizite aufgezeigt sowie der visuelle Suchprozess und dessen Determinanten vorgestellt. Diese theoretische Betrachtung des Wahrnehmungsapparates dient insbesondere dem Verständnis der Funktionsweise von Blickbewegungsanlagen, welche im empirischen Teil der Arbeit Anwendung finden wird.

Neben der Informationsaufnahme werden in diesem ersten Hauptkapitel auch kognitive Informationsverarbeitungsprozesse des Straßenverkehrskontextes beleuchtet. Wie eingangs erwähnt, steht im Interessenfokus der gesamten Untersuchung die Frage, ob verschiedenartige Verkehrsobjekte ein mentales Schemata bezüglich der anschließenden Verkehrssituation aktivieren können und ob dabei dynamische Objekte (z.B. ein Fußgänger oder ein anderes Fahrzeug) einen stärkeren Einfluss auf das folgende Fahrverhalten besitzen als statische (z.B. ein Gefahrenschild). Zur Beantwortung dieser Frage werden in diesem Abschnitt der Arbeit Theorien zu semantischen Netzwerkmodellen, Schemata und Erwartungen erläutert. Dieses Wissen ist notwendig, um anschließend die relevanten Theorien zum Priming und zur Voraktivierung verstehen zu können, welche die Grundlage der empirischen Untersuchung darstellen.

1.1 ANALYSE DER UNFALLSTATISTIK

Um einen ersten Einblick in den Bereich der Unfallforschung zu erlangen, gilt als eine der primären Anlaufstationen das *Statistische Bundesamt*. Bei der Betrachtung amtlicher Unfallstatistiken muss jedoch beachtet werden, dass die zugrunde liegenden Zahlen nicht unbedingt das tatsächliche Geschehen auf deutschen Straßen widerspiegeln. Beispielsweise werden vor Ort kaum Unfalldetails oder –spezifika erhoben. Welche unfallforscherischen Probleme sich daraus ergeben und wie beispielsweise Fahrsimulationsstudien einen Beitrag zur Problemlösung bieten können, wird in diesem Kapitel behandelt. Anschließend wird u.a. anhand verschiedener Unfallstatistiken der Humanfaktor als Hauptunfallursache herausgestellt und der Mensch als relevantes Forschungsobjekt ins Zentrum der vorliegenden Experimentalreihe gestellt.

1.1.1 ALLGEMEINE PROBLEMATIK STATISTISCHER UNFALLZAHLEN

Der einzelne Fahrer macht sich der Gefahr, einen Unfall zu produzieren bzw. schuldfrei in einen verwickelt zu werden, meist nicht bewusst (Kaehlert & Adler, 2004). Wir akzeptieren auf der einen Seite, dass auf deutschen Straßen durchschnittlich alle zwei Minuten ein PKW-Insasse in Folge eines Verkehrsunfalles zu Schaden kommt (Egeler, 2009). Auf der anderen Seite hingegen werden Zugunglücke oder Flugzeugabstürze über Wochen in den Medien diskutiert. Im Bereich des Straßenverkehrs haben wir uns scheinbar an tägliche Todesopfer gewöhnt und nehmen diese - insofern keine Angehörigen oder Bekannte betroffen sind - eher beiläufig zur Kenntnis. „Kämen hierzulande jede Woche hundert Menschen in Zügen um oder würde jeden Monat ein voll besetzter Passagierjet abstürzen, jeglicher Bahn- und Luftverkehr wäre nach kurzer Zeit eingestellt“ (Kaehlert & Adler, 2004, S. 3).

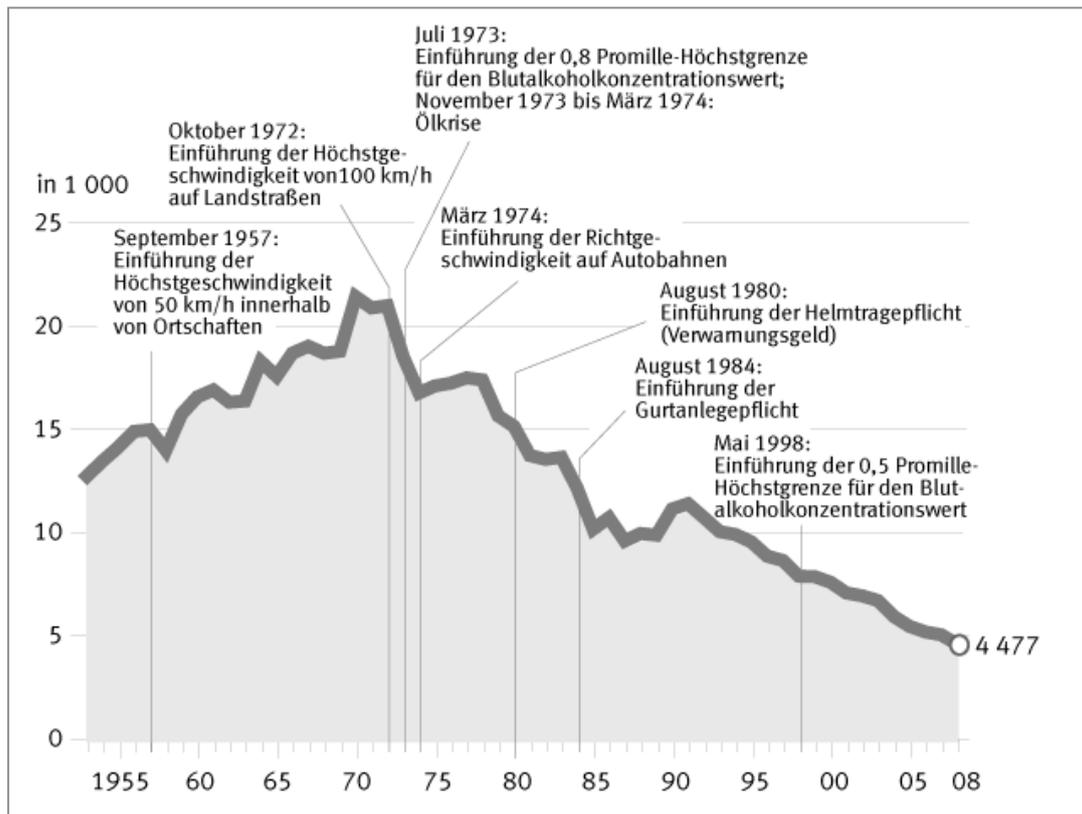


Abb. 1: Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten 1953 bis 2008 (Egeler, 2009, S. 3)

Die vorangegangene Abbildung 1 visualisiert die Entwicklung der Unfallzahlen über die letzten Jahrzehnte hinweg und macht deutlich, dass es zu einer drastischen Absenkung der Unfallopferzahlen gekommen ist (Vorndran, 2008). Doch trotz der Einführung der (zunächst straflosen) Gurtpflicht in den siebziger Jahren und weiteren technischen Innovationen zur Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit, wie Helmtragepflicht, ABS oder Airbags (Cohen, 1994a) bewegen sich die Verkehrsofferzahlen mit 4477 Toten und 409 047 Verletzten noch immer auf einem hohen Niveau (Kaehlert & Adler, 2004; Statistisches Bundesamt, 2009).

Wie kapitaleinleitend angedeutet wurde, sollte bei der Diskussion um Straßenverkehrsunfälle betont werden, dass verkehrspsychologische Unfallanalysen anhand von amtlichen Unfallstatistiken schwer durchführbar sind. Da primäres Ziel der traditionellen Vorgehensweise bei Verkehrsunfällen die Klärung der Haftungsfrage ist (vgl. § 163 StPO und § 53 OWig), werden Details und Unfallspezifika statistisch kaum erfasst und daher kann anhand der Unfalldaten nur eine sehr grobe Kategorisierung der Unfallarten bzw. -typen vorgenommen werden. Wichtige Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen, wie beispielsweise die (für die vorliegende Untersuchung relevante) dem Unfall vorausgehende Phase, werden in die Analyse nicht mit aufgenommen. Die traditionelle Unfallanalyse geschieht mithilfe einfacher standardisierter Erhebungsbögen und

subjektiver Unfalleinschätzung durch die Polizei am Unfallort. Dadurch werden meist nur pauschalisierende Informationen erfasst, welche keine Rückschlüsse auf die Unfallentwicklung und dessen relevante Faktoren zulassen (Reichart, 2001).

Desweiteren beinhalten verkehrsunfallstatistische Daten nur die polizeilich gemeldeten Verkehrsunfälle und Verkehrsstatistiken geben demzufolge keine Auskunft über prekäre Situationen, bei denen ein Verkehrsunfall gerade noch vermieden werden konnte. Da solche ‚Beinahe-Unfälle‘ nicht mit erfasst werden können, bilden Unfallstatistiken nur ein kleines Bruchstück der Gesamtgefährlichkeit ab (Raithel, 1999). Straßenverkehrsunfälle sollten daher nicht zwangsweise als Indikator für Risikoverhalten gesehen werden, da ein riskantes Verhalten nicht unbedingt zu einem Unfall führt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl Einzelheiten zur Phase vor Eintritt einer potentiellen Gefahr als auch nicht registrierte oder auftretende Beinahe-Unfälle anhand offizieller Unfallzahlen kaum zu analysieren sind. Wichtige Voraussetzung, um Unfälle jedoch besser zu verstehen und somit vermeiden zu können, ist das Wissen bezüglich konkreter Unfalldetails oder –ursachen. Ein geeignetes Erhebungsinstrument, um solche bislang unbekanntes, aber unfallbegünstigende Einflussfaktoren zu bestimmen, stellt die Methode der Fahrsimulation dar, welche im empirischen Teil Anwendung finden wird (vgl. Kap. 5.2.2.2).

Da der Großteil der in Verkehrsstatistiken aufgeführten Unfälle auf fehlerhaftes und/oder riskantes Verhalten des Fahrzeugführers zurückgeführt werden können (Lewin, 1982; Perchonok, 1972; Raithel, 1999; Treat, Tumbas, McDonald, Shinar, Hume, Mayer, Stanisfer & Castillan, 1977), soll im nachfolgenden Kapitel der Humanfaktor als Hauptunfallursache näher betrachtet werden.

1.1.2 RISIKOFAKTOR MENSCH

Raithel (1999) zufolge muss „das Zustandekommen von Fehlverhalten, prekären Verkehrssituationen und möglichen Verkehrsunfällen [...] aus dem Blickwinkel eines potentiellen Wirkungszusammenhangs von Mensch, Fahrzeug und Situation betrachtet werden“ (ebd., S. 34). Das folgende Modell (vgl. Abb. 2) visualisiert, dass das erhöhte Unfallrisiko neben dem Faktor des riskanten bzw. personenbedingten Verkehrsverhaltens auch von spezifisch situativen sowie fahrzeugbedingten Faktoren beeinflusst wird (Linneweber, 1997; Raithel, 1999).

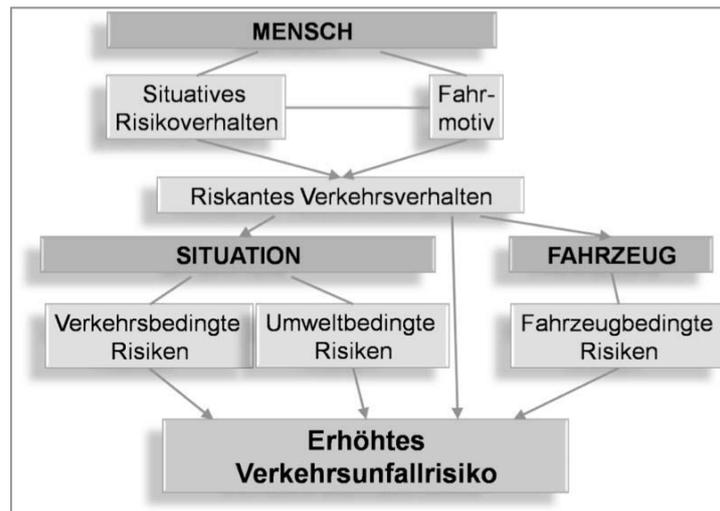


Abb. 2: Modell zum multifaktoriellen Geschehen des riskanten Verkehrsverhaltens und des erhöhten Verkehrsunfallrisikos (eigene Abbildung modifiziert nach Raithel, 1999).

Gemäß des in Abbildung 2 dargestellten Zusammenhanggefüges aus Fahrer, Fahrzeug und Situation kann ein Unfall als das Ergebnis simultan auftretender menschlicher Verhaltensfehler und ungünstigen Begleitumständen gesehen werden (Cohen, 1994b; Linneweber, 1997; Perchonok, 1972; Raithel, 1999; Stutts, Reinfurt, Staplin & Rodgman, 2001; Treat et al., 1977). Verschiedene Studien gehen bei der Betrachtung der Unfallursachen von unterschiedlich gewichteten Einflussgrößen der einzelnen drei Systemkomponenten aus. Allen Studien ist dabei jedoch gemein, dass trotz der multifaktoriellen Unfallbeeinflussung Humandefizite die Hauptursache von Straßenverkehrsunfällen sind (Lewin, 1982; Perchonok, 1972; Rumar, 1985; Treat et al., 1977). Beispielsweise zeigen die Ergebnisse einer von Rumar (1985) durchgeführten Untersuchung, dass 60% aller Unfälle ausschließlich auf Fehler des Fahrzeugführers zurückzuführen sind und 93% auf eine kombinatorische Wirkung aus Fahrer, Situation und Fahrzeug (vgl. Abb. 3).

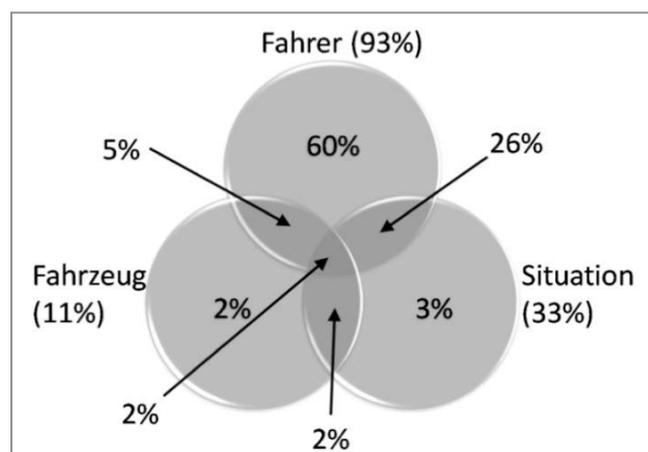


Abb. 3: Visualisierung der Unfallverursachungsanteile von Fahrer, Fahrzeug und Situation nach den Ergebnissen der Untersuchung von Rumar (1985)

Treat et al. (1977) untersuchten insgesamt 2258 Unfälle. Sie konnten dabei nachweisen, dass bei 57% aller Verkehrsunfälle menschliche Fehler die alleinige Unfallursache darstellten. Im Weiteren stellten sie fest, dass 92,9% aller Unfälle auf Wechselwirkungen von menschlichen, technischen und situativen Ursachen zurückzuführen sind. Nur 2,4% der Unfälle sind ausschließlich technisch und 4,7% situativ bedingt (ebd.). In einer ähnlich angelegten Studie wurden insgesamt 670 Unfälle analysiert und dabei zeigte sich eine menschliche Unfallbeteiligung von 88% (Perchonok, 1972). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Mehrheit aller Verkehrsunfälle auf menschliches Versagen zurückgeführt werden kann und 85-93% aller Unfälle hätten verhindert werden können, wenn Fahrer aufmerksamer, handlungssicherer und/oder fähiger wären (Lewin, 1982; Perchonok, 1972; Rumar, 1985; Treat et al., 1977).

In ihrer ersten Studie über menschliche Verhaltensdefizite konnten Reason, Manstead, Stradlina, Baxter und Cambell (1990) zeigen, dass *Fehler* und *Verstöße* zwei empirisch verschiedene Klassen von defizitärem Fahrverhalten sind, welche zu Verkehrsunfällen führen können. Fehler bezeichnen Fehlritte oder das Scheitern einer geplanten Maßnahme zur Erreichung eines bestimmten Zieles und Verstöße sind die bewussten Abweichungen oder Zuwiderhandlungen gegen die gängige Praxis im Umgang mit potentiell gefährlichen Systemen. Im Gegensatz zu Fehlern handelt es sich bei Verstößen um vorsätzliches Verhalten, jedoch können beide Verhaltensweisen potentiell gefährlich sein und zu Unfällen führen (Reason et al., 1990). Verstöße und Fehler können neben einer erhöhten Risikobereitschaft (Hippius & Joswig, 1999; Zuckerman, 1979) auch durch eine Überschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten hervorgerufen werden (Jungermann & Slovic, 1993; McCormick et al., 1986; Svenson, 1981; vgl. Kap. 4.1.1), welche ein unfallbegünstigendes Fahrverhalten (z.B. eine unangepasste Geschwindigkeit) nach sich ziehen kann.

Die Erkenntnis, dass der Mensch als Hauptursache für Straßenverkehrsunfälle gilt, transportiert ihn in der Verkehrspsychologie in das Zentrum der meisten Untersuchungen. Je mehr zum konkreten Verkehrsverhalten und dem damit verbundenen menschlichen Versagen bzw. dem Human Error bekannt ist, desto besser können Unfälle analysiert, verstanden und verhindert werden. Das Wissen um konkrete Defizite kann helfen, technische Systeme als kompensatorisches Mittel einzusetzen oder entsprechende verkehrserzieherische Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

Fehlerhaftes Verhalten ist oft auf defizitäre Wahrnehmung zurückzuführen: 25 bis 50% aller Verkehrsunfälle werden nach Schätzungen durch Unaufmerksamkeit gegenüber auftauchenden Gefahren produziert (Chowdury, Warren, Bissell & Taori, 1998; zitiert nach Charlton, 2006; Stutts,

et al., 2001). Aus diesem Grund wird einer der Schwerpunkte dieser Arbeit auf den Bereich der menschlichen Wahrnehmung gelegt, welche im nächsten Kapitel 1.2 einer detaillierten Betrachtung unterzogen wird. Weiterhin ist das Wissen der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse zentral für das Verständnis der im empirischen Teil verwendeten Blickbewegungskamera und den damit zu erhebenden Blickbewegungsparametern.

1.2 DIE VISUELLE WAHRNEHMUNG DES STRAßENVERKEHRS

Da „das Auge das einzige fernorientierte Sinnesorgan ist und die meisten verkehrsrelevanten Information aufzunehmen vermag“ (Cohen, 1994a, S. 159), ist insbesondere im Straßenverkehr die Wichtigkeit der visuellen Wahrnehmung hervorzuheben (Cohen, 1998; 1994a). Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel der Bereich der menschlichen Wahrnehmung und dabei insbesondere die Erkenntnisse der Aufmerksamkeitsforschung und die Verkehrswahrnehmung näher erläutert. Der Begriff *Wahrnehmung* bezeichnet das Erfahrbarmachen physikalischer Reize der Außenwelt mithilfe unserer Sinne (Gegenfurtner, 2006; Goldstein, 2001; Kebeck, 1997). Der Wahrnehmungsprozess kann in drei Stufen eingeteilt werden:

1. ‚*Empfinden*‘ beschreibt das Umwandeln physikalischer Energie in neuronal kodierte Informationen, die vom Gehirn weiterverarbeitet werden können.
2. Beim ‚*Organisieren der Wahrnehmung*‘ stellt sich die Frage, wie das Objekt aussieht. Dabei werden Größe, Form, Bewegung, Entfernung etc. von Gegenständen eingeschätzt und in Zusammenhang mit dem Wahrnehmungskontext und dem in der Vergangenheit erworbenen Wissen gebracht.
3. In der letzten Stufe, dem ‚*Identifizieren und Einordnen*‘, wird dem Objekt eine Bedeutung zugewiesen (z.B. kreisförmiger Gegenstand: Fußball, Mond etc.; Zimbardo, 2003).

Diese Dreiteilung des Wahrnehmungsprozesses wird in abgewandelter Form im Kapitel um das *Situationsbewusstsein* (vgl. Kap. 1.3.4) nochmals aufgegriffen und auf die interne Repräsentation der aktuellen Verkehrssituation übertragen (Endsley, 1995). Neben dem Auge sind am Verkehrswahrnehmungsprozess noch die weiteren Sinnesorgane beteiligt. Da in der empirischen Untersuchung dieser Arbeit jedoch ausschließlich die visuelle Wahrnehmung bestimmter Verkehrsszenen analysiert wird, werden in der folgenden Tabelle 1 einige Sinneskanäle und die jeweils verarbeitete Fahrinformation aufgelistet, allerdings werden diese nicht weiter beschrieben.

Tabelle 1: Zuordnung spezifischer Fahrinformationen zu den entsprechenden Sinneskanälen (Tomaske & Fortmüller, 2001; zitiert nach Schweigert, 2003, S. 4).

Information	Visuell	Vestibulär	Haptisch	Akustisch
Spurabweichung	X			
Quergeschwindigkeit	X			
Fahrtgeschwindigkeit	X			X
Längs- & Querbeschleunigung		X	X	
Fahrgeräusch				X

Um die relevanten und optisch wahrnehmbaren Verkehrsinformationen zu erkennen und schnell und zweckmäßig auf sie reagieren zu können, sind Autofahrer auf eine fehlerfreie, visuelle Informationsaufnahme angewiesen. Da menschliche Wahrnehmung jedoch limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten unterliegt (vgl. Kap. 1.2.2), ist dies nur in beschränktem Maße möglich. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass sich 50% aller Fahrzeugzusammenstöße auf defizitäre bzw. verspätete Wahrnehmung von Gefahrenquellen zurückführen lassen (Dornhöfer, Helmert, Rother, Unema & Velichkovsky, 2004; Nagayama, 1978; Stutts et al., 2001). Daher wird für die vorliegende Untersuchung davon ausgegangen, dass die Analyse von Blickbewegungen während der Fahraufgabe einen großen Beitrag dazu leisten kann, das Wesen der Verkehrswahrnehmung zu verstehen und daraus Trainingsmaßnahmen und Unfallvermeidungsstrategien abzuleiten (Chapman & Underwood, 1998). Um ein besseres Verständnis für den visuellen Wahrnehmungsapparat zu erlangen, werden im Folgenden der Aufbau und die Funktionsweise des Auges kurz dargestellt, um anschließend die Aufmerksamkeitsforschung und die visuelle Suche näher zu beleuchten. Im Rahmen dieser Ausführungen werden auch Einflussfaktoren der visuellen Suche aufgeführt und dabei insbesondere die Wahrnehmungspräferenzen dynamischer Verkehrsobjekte verdeutlicht.

1.2.1 VISUELLES BLICKFELD DES MENSCHEN

Das gesamte Blickfeld eines Menschen kann einen Kegel von 100° umfassen. Allerdings beträgt der Bereich des wirklich scharfen Sehens nur einen Sehwinkel von ca. einem Grad (Eriksen & Eriksen, 1974; Grehn, 2008). Dieser Bereich der höchsten Auflösung wird als Fovea Centralis bezeichnet und dort liegt auch der Aufmerksamkeitsfokus, auf welchen in Kapitel 1.2.2 detailliert eingegangen wird

(Eriksen & Eriksen, 1974; Grehn, 2008; Mast & Kosslyn, 2002; Posner, 1980; Rötting, 1999). Die maximale Sehschärfe nimmt zur Peripherie hin ab und wie der Abbildung 4 zu entnehmen ist, liegt diese nur noch bei 10% des Ursprungswertes, wenn der Sehbereich 10° außerhalb der Fovea liegt (Grehn, 2008).

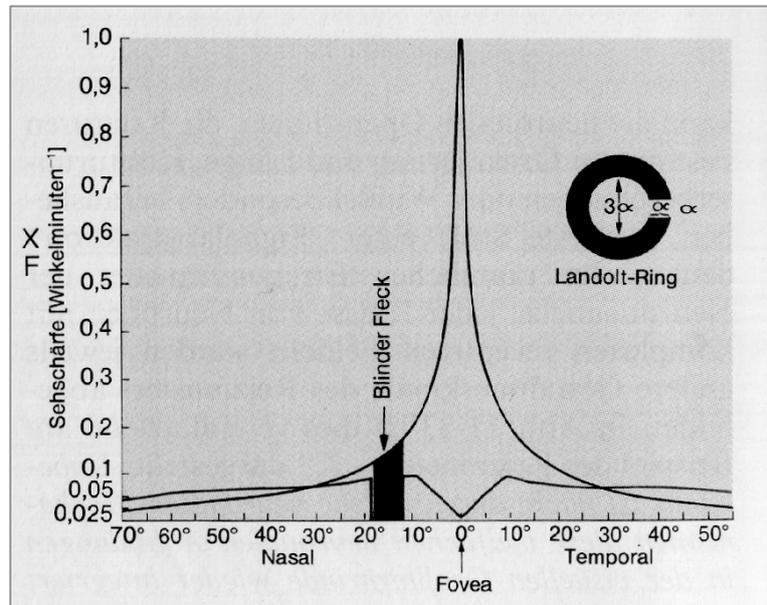


Abb. 4: Sehschärfe innerhalb der Fovea Centralis und in der Netzhautperipherie. Der Nullpunkt der Abzisse stellt die Fovea dar. Links davon befindet sich der *Blinde Fleck* in einem parafovealen Bereich von $12\text{-}17^\circ$ (Schmidt, Lang & Heckmann, 2007, S. 406).

Innerhalb der Abbildung 4 ist in einem parafovealen Bereich von $12\text{-}17^\circ$ der *Blinde Fleck* zu finden (vgl. Abszissenachse). Da dort der Sehnerv den Augenhintergrund verlässt, existieren in diesem Bereich keine Photorezeptoren und der Mensch ist in dieser Gesichtsfeldregion blind (Goldstein, 2001; Grehn, 2008; Luczak, 1998; Schmidt et al., 2007). Die folgende Abbildung 5 zeigt die Abnahme der Netzhautauflösung von innen nach außen bei Fixation eines Punkts in der Mitte einer mit verschiedenen Buchstaben versehenen Graphik. Dabei zeigt sich, dass ohne Augenbewegungen die Wahrnehmbarkeit der Buchstaben nur bei entsprechender Größenzunahme vom Zentrum zur Peripherie möglich ist (vgl. Blake & Sekuler, 2006).



Abb. 5: Reduktion der Netzhautauflösung von der Mitte zur Peripherie (Blake & Sekuler, 2006, S. 102)

Da nur in der Foveal Centralis auftreffende Informationen hoch aufgelöst wahrgenommen werden können, ist das scharfe Wahrnehmen z.B. einer komplexen Verkehrsszene erst durch Augenbewegungen möglich (Rötting, 1999). Aus diesem Grund und um so viele Informationen wie möglich aufnehmen zu können, führt das menschliche Auge diverse Augen- oder Blickbewegungen durch. Augenbewegungen sind alle Bewegungen des Auges. Im Gegensatz dazu werden als Blickbewegungen solche Bewegungen des Auges bezeichnet, die in Verbindung mit den vom Auge aufgenommenen Informationen stehen. Blickbewegungen sind nötig, um Einzelelemente eines Bildes zu integrieren. Somit wird geschlussfolgert, dass die Okulomotorik eine organisierende Funktion bei der Integration von Teilbildern besitzt (Hebb, 1968). Demzufolge gibt es in absoluter Dunkelheit nur Augenbewegungen, da dann eine visuelle Informationsaufnahme nicht möglich ist (Rötting, 1999).

Bei den Blickbewegungen wird zwischen Fixation und Sakkade unterschieden: Das Verweilen des Blickes auf einer Stelle wird als Fixation bezeichnet. Nur während einer Fixation ist eine visuelle Informationsaufnahme möglich und daher wird davon ausgegangen, dass die Dauer der Fixation mit der Verarbeitungszeit gleichzusetzen ist (Duchowski, 2007). Das fixierte Objekt liegt dabei im Bereich des schärfsten Sehens und die Fixationsdauer beträgt normalerweise 100 ms. Im Straßenverkehr treten teilweise verlängerte Fixationszeiten auf, welche u.a. im Kapitel 2.1.1 näher beschrieben werden. Demgegenüber stehen die Sakkaden, welche das ruckartige Springen zwischen einzelnen Fixationen bezeichnen und von beiden Augen gleichzeitig ausgeführt werden. Während einer Sakkade ist eine visuelle Informationsaufnahme nicht möglich (ebd.). Im empirischen Teil dieser Arbeit werden ausschließlich die Fixationen, nicht aber die Sakkaden innerhalb der Simulatorfahrt analysiert.

Die beschränkten Wahrnehmungskapazitäten können im Straßenverkehr dazu führen, dass die falschen Stellen angeschaut, Veränderungen der Situation spät oder gar nicht erkannt werden und es infolgedessen zu wahrnehmungsbedingten Unfällen kommt (Cohen, 1994a; Mack & Rock, 1998; vgl. Kap. 2.1.2.1). Mithilfe welcher Mechanismen das visuelle System dabei eine potentielle Relevanz der Wahrnehmungsobjekte determiniert, ist Gegenstand der psychologischen Aufmerksamkeitsforschung. Die grundlegenden Theorien zu diesem Bereich werden im folgenden Abschnitt beschrieben und auf den Straßenverkehr übertragen.

1.2.2 AUFMERKSAMKEIT IM STRAßENVERKEHR

Aufgrund des Überangebotes an Verkehrsinformationen ist es unmöglich, alle sensorischen Reize mit der gleichen Priorität zu verarbeiten. Aus diesem Grund unterliegt der menschlichen Informationsaufnahme ein Selektionsinstrument, welches die Komplexität von Objekten bzw. Situationen reduziert, indem sie nur die wichtigsten Reize der aktuellen Szenerie auswählt, d.h. bevorzugt betrachtet. Dieser Selektionsmechanismus wird visuelle *Aufmerksamkeit* genannt und in diesem Kapitel ausgiebig erläutert (Kebeck, 1997; Müsseler, 2000; Yantis, 1998).

1.2.2.1 Aufmerksamkeit als systematischer Such- und Steuerprozess

Um den Sinn selektiver Aufmerksamkeit zu erkennen, muss man sich im wahrsten Sinne des Wortes einmal das Überangebot an Informationen unserer Umwelt „vor Augen führen“. Autofahrer sind in verschiedenste Verkehrssituationen involviert und dabei trifft eine wahre Informationsflut auf diese ein. Sie werden mit der Straße und ihrem Zustand, anderen Fahrzeugen und Verkehrsteilnehmern, Schildern, Tieren, Bäumen, Häusern etc. konfrontiert und dabei ist es unmöglich, alle Informationen zu berücksichtigen (Noton & Stark, 1971). Da die Reizüberflutung der Umwelt die Kapazitäten der Verarbeitungsmöglichkeiten überschreitet, sind Menschen auf selektive Aufmerksamkeitsprozesse angewiesen (Kebeck, 1997; Müsseler, 2000). Die Aufmerksamkeit als systematischer Such- und Steuerprozess orientiert sich in der jeweiligen Situation an bestimmten Erfordernissen oder auch Interessen und filtert nur die relevanten Informationen heraus. Es wird also lediglich ein kleiner Ausschnitt des Informationspools unserer Umwelt ausgewählt und weitere ebenfalls dargebotene Informationen von der Verarbeitung ausgeschlossen. Aus diesem Grund darf die menschliche Wahrnehmung nicht als passiver Transfer äußerer Reizinformationen verstanden werden, sondern beginnt bereits vor der Reizaufnahme mit

der Selektion der zu verarbeitenden Informationen und der damit verbundenen Steuerung der Aufmerksamkeit (Goldstein, 2001; Kebeck, 1997; Zimbardo, 2003).

Broadbent (1958) geht davon aus, dass Informationen nicht nur selektiv aufgenommen, sondern nach der Wahrnehmung auch selektiv verarbeitet werden. Aufgrund der zentralen Kapazitätsgrenzen kann der Mensch nicht unbegrenzt zwischen diversen Informationsquellen wechseln bzw. unbegrenzt neue Informationen aufnehmen. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass ein internes Selektionsinstrument vorgeschaltet ist, welches nur einen gewissen Anteil der auf das Individuum einströmenden Informationen durchlässt (vgl. Abb. 6).

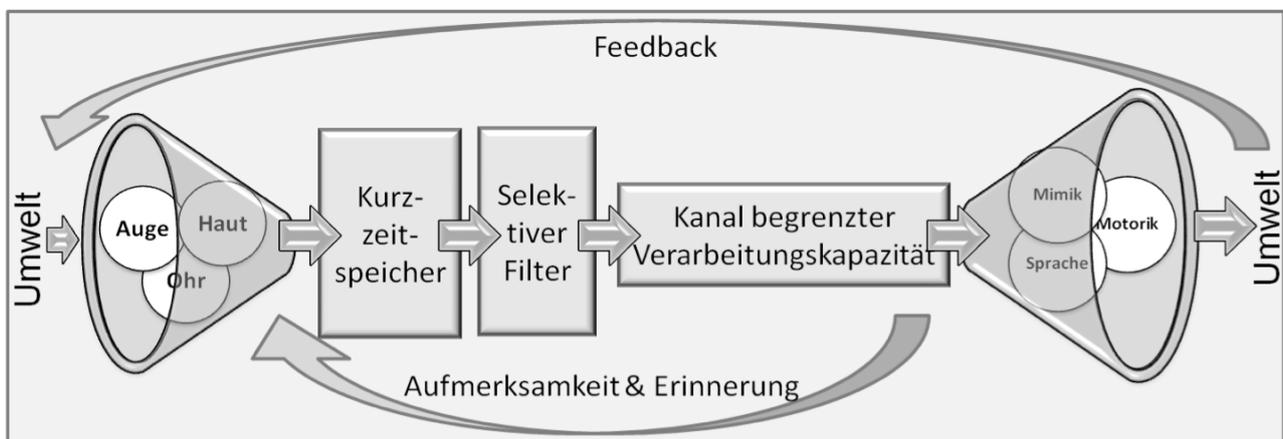


Abb. 6: Eigene Abbildung des Flaschenhalsmodells nach Broadbent (1958)

Die Abbildung 6 verdeutlicht dieses Filtermodell und dessen Bild vom Engpass der Verarbeitungskapazität in der metaphorischen Form eines „Flaschenhalses“. Dabei werden Umweltinformationen über diverse Sinne aufgenommen, die auf der Rezeptorebene parallel verarbeitet werden. Zunächst gelangen die Informationen in den Kurzzeitspeicher, wo sie einige Sekunden gespeichert werden. Weiterverarbeitet werden allerdings nur jene Informationen, welche durch den Selektionsfilter zum Kanal mit begrenzter Verarbeitungskapazität gelangen. Die Auswahl, welche Informationen aus dem Kurzzeitspeicher weiterverarbeitet werden, erfolgt anhand bestimmter Reizeigenschaften und Organismuszuständen, wie Bekanntheit des Reizes oder physikalischen Eigenschaften (vgl. Kap. 1.2.3). Die Reizaufnahme wird erst wieder freigegeben, wenn die vorhergehende Aufgabe abgeschlossen ist (Broadbent, 1958).

Welche Reize im Wahrnehmungsprozess für den Menschen besonders aufmerksamkeitsattrahierend sind bzw. welche Eigenschaften den visuellen Suchprozess (insbesondere im Straßenverkehr) determinieren, wird im Abschnitt 1.2.3 einer näheren

Betrachtung unterzogen. Basis für das Verständnis solcher Suchprozesse ist jedoch das Wissen um selektive Aufmerksamkeitsprozesse, welche im folgenden Kapitel betrachtet werden.

1.2.2.2 Orts- und objektbasierte Aufmerksamkeit

In der Literatur sind verschiedene Modelle zur Beschreibung von fokussierter oder gerichteter Aufmerksamkeit zu finden. Die *orts-* und *objektbasierte Aufmerksamkeit* kann als Erläuterung der selektiven, visuellen Aufmerksamkeit herangezogen werden (Karnath & Thier, 2006). Die ortsbasierte Aufmerksamkeit kann sich als eine Art Scheinwerfer - dem sog. *Spotlight* - vorgestellt werden, welcher mit seinem „Lichtstrahl“ das Umfeld beleuchtet und in der Abbildung 7 exemplarisch anhand einer Straßenverkehrsszene dargestellt ist (Posner, 1980).

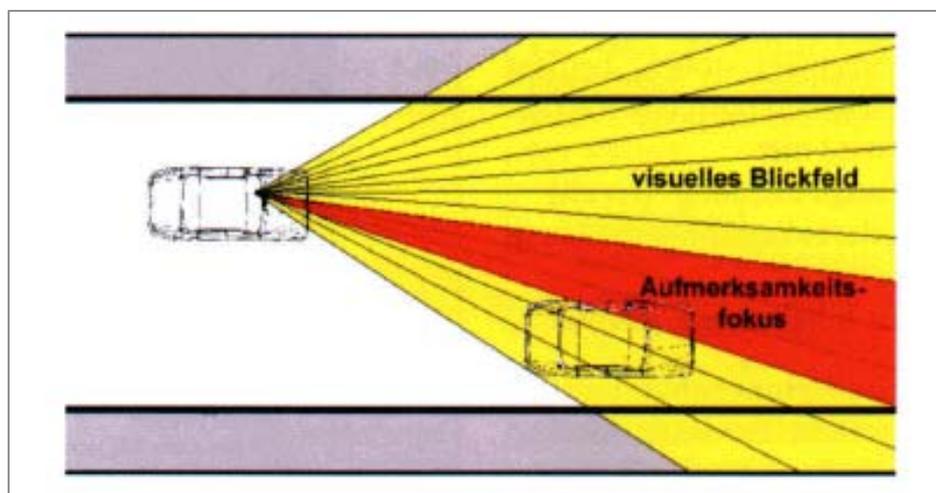


Abb. 7: Spotlight-Modell im Straßenverkehr (Höger, 2005, S. 337).

Das von Posner (1980) entwickelte Scheinwerfermodell besagt, dass die Filterung bzw. die selektive Aufmerksamkeit einen Fokus auf bestimmte Bildelemente legt und den Rest ausblendet. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass der Scheinwerfer sowohl relativ kleine Wahrnehmungsausschnitte, aber auch breitere Bereiche des Umfeldes beleuchten kann (Eriksen & Yeh, 1985; Eriksen & St. James, 1986). LaBerge (1983) konnte in diesen Zusammenhang beispielsweise zeigen, dass sich die selektive Aufmerksamkeit als metaphorisches Spotlight auf nur einen Buchstaben eines fünfbuchstabigen Wortes oder auch auf das gesamte Wort beziehen kann. Auf Wahrnehmungsobjekte innerhalb des Spotlights kann der Mensch am schnellsten reagieren (Posner, 1980). Die aufgenommenen sensorischen Informationen werden dann kognitiv verarbeitet und analysiert. Metaphorisch betrachtet schwenkt der Scheinwerfer - also die Aufmerksamkeit - anschließend auf ein neues Objekt und die Verarbeitung der neuen Inhalte beginnt (Karnath &

Thier, 2006; Kebeck, 1997). Diese lokale Verschiebung der ortsbezogenen Aufmerksamkeit unterliegt zeitlichen Restriktionen, d.h. die Zeit, welche zur Verschiebung benötigt wird, hängt eng von der zu überwindenden Distanz ab (Eriksen & Web, 1989; Yantis, 1988). Wird beispielsweise ein lokaler Hinweisreiz (z.B. ein Cue bezüglich des zu erwartenden Auftauchensbereichs) dem Zielreiz vorgestellt, so konnte gezeigt werden, dass die Zeit bis zur Detektion des Targetortes mit der Entfernung zwischen Cue und Target steigt (vgl. auch Kap. 1.3.5). Diese Befunde werden u.a. mit den visuellen Schwächen des peripheren Wahrnehmungsbereiches begründet (Erikson & Murphy, 1987; Tsal. 1983; vgl. Abb. 5 & 6).

Andere theoretische Konzepte der selektiven Aufmerksamkeit gehen davon aus, dass die Aufmerksamkeit auf ein konkretes Objekt an einer expliziten Stelle und nicht - wie bei der ortsbasierten Aufmerksamkeit unterstellt - nur auf eine abstrakte Position im visuellen Wahrnehmungsraum gerichtet ist (Baylis & Driver, 1993; Duncan, 1984; Kahnemann, 1973; Müller & von Mühlhagen, 2000; Tipper, Weaver, Jerreat & Burak, 1994). Bei diesem Ansatz wird in der Literatur von *objektbezogener* Aufmerksamkeit gesprochen und es wird davon ausgegangen, dass Objekte das Ziel und nicht nur das Resultat der Aufmerksamkeit sind. Der Aufmerksamkeitsfokus bzw. das sog. *attentional window* fokussiert dabei insbesondere saliente Inhalte, die z.B. durch Eigenschaft, Farbe oder Form determiniert sein können (vgl. Kap. 1.2.3). Duncan (1984) untersuchte in diesem Zusammenhang duale Urteile bezüglich verschiedener Objekte und deren Attribute. Dabei fand er heraus, dass duale Urteile, welche sich auf ein einzelnes Objekt bezogen ebenso exakt ausfielen, wie dieses bei Einzelurteilen für das jeweilige Objekt der Fall war. Demgegenüber war die Exaktheit von dualen Urteilen, wenn sich dabei ein Urteil auf das eine und das andere Urteil auf das andere Objekt bezog, verschlechtert. Duncan (1984) interpretierte diese Ergebnisse damit, dass nicht eine orts-, sondern eine objektbezogene Aufmerksamkeit vorliegt, da zu einem Zeitpunkt nur ein Objekt betrachtet werden kann.

Übertragen auf den Straßenverkehr muss wahrscheinlich von einer kombinatorischen Wirkung von orts- sowie objektbezogener Aufmerksamkeit ausgegangen werden. Der Kraftfahrer bewegt sich aktiv durch die Verkehrsumwelt und passiert dabei verschiedene potentiell relevante Objekte, welche betrachtet werden müssten. Diese Form der selektiven Wahrnehmung entspricht der objektbasierten Aufmerksamkeit. Da sich der Fahrer selbst allerdings bewegt und daher das Umfeld nicht konstant aus einer Perspektive betrachtet, muss er den Aufmerksamkeitsfokus lokal immer wieder auf das Betrachtungsobjekt einstellen und somit das Spotlight bzw. die ortsbezogene

Aufmerksamkeit nach Bedarf „schwenken“. Ein solches kombinatorisches Aufmerksamkeitsmodell wird auch von Bundesen (1990) vertreten. In seiner entsprechenden Theorie der visuellen Aufmerksamkeit (TVA) vereinigt er Wahrnehmung und Selektion und unterstellt, dass ein Objekt gleichzeitig wahrgenommen und selektiert bzw. kategorisiert wird. Innerhalb des TVA-Modells ist für den Bereich der Verkehrswahrnehmung besonders relevant, dass die Lokalität ebenso wie die Objektfarbe oder -form zu den Eigenschaften eines Betrachtungsitems zählt.

Nachdem die grundlegenden Theorien der Aufmerksamkeitsforschung erläutert wurden, soll im folgenden Abschnitt 1.2.3 die Frage beantwortet werden, welche Reize die Aufmerksamkeitszuwendung und die damit verbundene visuelle Suche (insbesondere im Verkehrskontext) bestimmen.

1.2.3 DIE VISUELLE SUCHE UND DEREN DETERMINANTEN

Der Begriff des *visuellen Suchens* bezeichnet allgemein den Abbau von räumlichen Unsicherheiten, welche sich auf eine unbekannte Position eines oder mehrerer Zielreize beziehen. Relevante Zielreize können entweder zu Beginn des Suchvorgangs bekannt sein oder sie unterscheiden sich genügend vom visuellen Hintergrund, um eine Entdeckung zu gewährleisten (Neumann, 1987). Wird ein für die aktuelle Situation gefahrenträchtiger Reiz übersehen, kann es zu einem Unfall kommen (Cohen, 1994a; Mack & Rock, 1998; O'Regan, 1992; Stutts et al., 2001). Das visuelle Abtasten bzw. die visuelle Suche ist somit unabdingbar, um einen potentiell gefährlichen Verkehrsstimulus oder einen relevanten Hinweisreiz zu entdecken. Wie ein solcher Abtastprozess konkret aussieht und welche Rolle die Objektauffälligkeit dabei spielt, wird in diesem Kapitel erläutert.

1.2.3.1 Blickbewegungen bei der visuellen Suche

Wie bereits im Abschnitt 1.2.1 bei der Betrachtung der unterschiedlichen Typen von Augen- und Blickbewegungen erörtert, gibt es während sakkadischer Blickbewegungen keine verwertbare visuelle Informationsaufnahme. Dieses bedeutet, dass sich Suchprozesse nur während der Fixationen abspielen können. Für die Entdeckung des Zielreizes sind insbesondere Kopf- und Augenbewegungen von besonderer Wichtigkeit. Wie eine solche visuelle Suche abläuft, lässt sich daher sehr gut anhand von Blickbewegungen nachvollziehen (Duchowski, 2007).

Die Überprüfung der Reizvorlage beim visuellen Suchen kann sowohl zufälligen als auch systematischen Prozessen unterliegen. Beim zufälligen Suchen wird davon ausgegangen, dass das Subjekt ohne Gedächtnis handelt und somit bestimmte Objekte mehrfach fixiert werden könnten. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit den gesuchten Reiz zu entdecken, über die gesamte Untersuchungsdauer konstant bleibt. Beim strategischen Suchen wird ein bereits geprüftes Item nicht noch einmal betrachtet, da dabei von einem vollkommenen Gedächtnis des Suchenden ausgegangen wird (Engel, 1971).

Diese zufälligen bzw. systematischen Suchprozesse konnten auch Stark und Ellis (1981) nachweisen: Die Wissenschaftler postulieren in ihrer Scan-Path- bzw. Suchpfad-Theorie, dass Blickbewegungen von kognitiven Modellen gesteuert werden. Der Mensch unterliegt dabei individuellen Suchstrategien, welche im Allgemeinen von kritischen Signalen gelenkt werden. Die Aufgabe des visuellen Apparates besteht normalerweise darin, Abweichungen dieser Signale zu entdecken (Friedman, 1979; Mackworth & Morandi, 1967). Die Abbildung 8 zeigt ein berühmtes Beispiel dafür, wie Beobachter wichtige Details einer natürlichen Szene fokussieren und wie dabei die jeweilige Instruktion und somit die Intention die Blickbewegungsmuster der Probanden lenken (Yarbus, 1967).

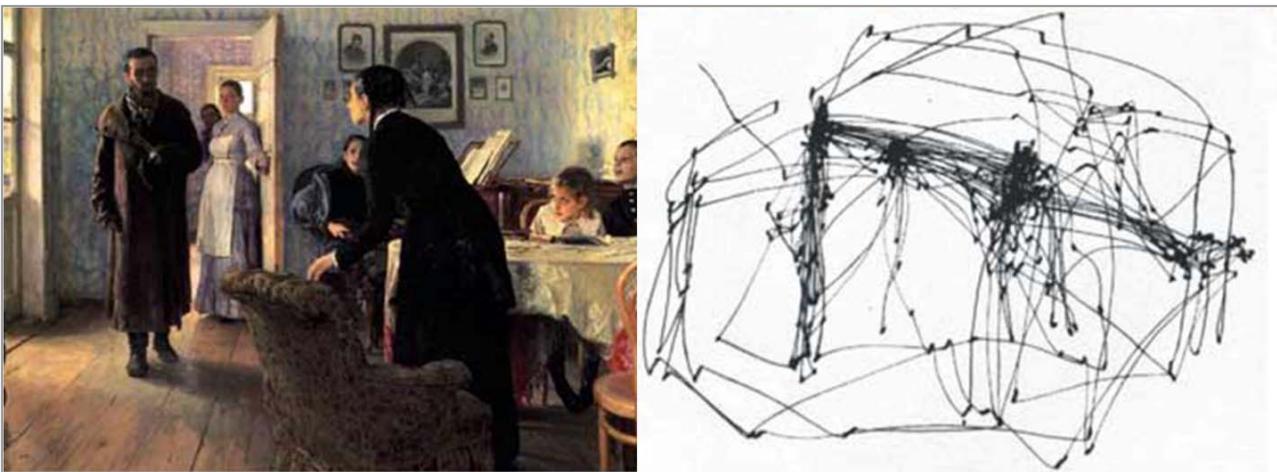


Abb. 8: links - Reizmaterial in Yarbus (1967) Versuch zeigt I.E. Repins Gemälde „Der unerwartete Besucher“; rechts - exemplarisches Blickbewegungsmuster unter der Aufgabenstellung das Alter der Personen zu schätzen (ebd., p. 173)

Im Rahmen der Untersuchung des russischen Forschers Yarbus (1967) wurden die Probanden gebeten, I. E. Repins Gemälde „Der unerwartete Besucher“ drei Minuten unter verschiedenen Instruktionen zu betrachten. Exemplarisch wird die in Abbildung 8 dargestellte Blickbewegung erläutert: Das rechte Bild zeigt den Blickbewegungspfad unter der Aufgabenstellung, das Alter der

Personen einzuschätzen. Es kommt zu einer vermehrten Betrachtung der Personen und dabei vor allem ihrer Gesichter (Yarbus, 1967). Objekte oder Regionen, welche von aktuellem bzw. intensivem Interesse für die Versuchsperson sind, werden immer wieder von neuem betrachtet (Chun & Nakayama, 2000; Noton & Stark, 1971; Stark und Ellis, 1981). Die interne Repräsentation ist demzufolge eine Sequenz aus sensorischen und motorischen Aktivitäten, d.h. es kommt zum ständigen Abgleich zwischen dem internalen und dem externalen Reiz. Die externale Umwelt ist in der Lage, internale Konzepte des mentalen Modells zu aktivieren, welche wiederum den Aufmerksamkeitsfokus des Individuums beeinflusst (Underwood, Crundall & Chapman, 2002b; vgl. Kap. 1.3.5). Diese sich wiederholenden Sequenzen sind Kontrollbewegungen, die das „Was?“ und „Wo?“ der Bildelemente bestimmen (Noton & Stark, 1971).

Die visuelle Suche ist im Straßenverkehr unabdingbar, um relevante Objekte zu entdecken und Veränderungen der Situation wahrzunehmen. Eine Analyse der dabei auftretenden Blickbewegungen kann wichtige Erkenntnisse über Faktoren der Aufmerksamkeitsattraktion bzw. über verkehrsspezifische Wahrnehmungspräferenzen liefern. Aus diesem Grunde wird im Verlauf des empirischen Teils eine Blickbewegungskamera zur Erhebung wahrnehmungsbezogener Verhaltensparameter verwendet (vgl. Kap. 5.2.2.2).

Im folgenden Abschnitt 1.2.3.2 wird der Begriff der Auffälligkeit als Bestimmungsfaktor der Entdeckungswahrscheinlichkeit eingeführt, welcher insbesondere in der Verkehrswahrnehmung über die Aufmerksamkeitspräferenzen entscheiden kann. In diesem Rahmen wird auch oft von Top-Down- und Bottom-Up-Prozessen gesprochen, welche ebenfalls nachfolgend erläutert werden.

1.2.3.2 Objektauffälligkeit als Determinante der visuellen Suche

Aufmerksamkeitszuwendung kann willkürlich (z.B. auf ein bestimmtes Ziel gerichtet) oder unwillkürlich sein. Von unwillkürlicher Aufmerksamkeit wird gesprochen, wenn die Aufmerksamkeitslenkung nicht in der Intention der Person liegt, sondern durch ein bestimmtes Ereignis (vgl. Kahnemann, 1973), z.B. das plötzliche Bremsen eines vorausfahrenden Fahrzeugs, hervorgerufen wird. Ein unerwartet auftauchendes Bremslicht kann auch dann die Aufmerksamkeit der Person auf sich ziehen, wenn diese ursprünglich nicht die Absicht hatte, auf das Bremslicht zu achten (vgl. Fiske & Taylor, 1991). Die Aufmerksamkeit wird im Beispiel durch Bottom-Up-Prozesse gesteuert, während dieses im Fall der Willkürlichkeit durch Top-Down-Prozesse geschieht. Top-Down-Prozesse beziehen sich auf die Wahrnehmungslenkung aufgrund einer mentalen

Repräsentation des Betrachtungsobjekts und unterliegen somit einer endogenen Orientierung. Wohingegen der Bottom-Up-Prozess durch physikalische Attribute des Betrachtungsobjekts exogen gesteuert wird (Johnson & Proctor, 2004; Kebeck, 1997).

Ein wichtiger Faktor bei der visuellen Suche im Sinne der Bottom-Up-Modi ist die visuelle Auffälligkeit des Zielreizes. Auffälligkeit ist in diesem Zusammenhang das Ausmaß, wie stark das Zielobjekt „ins Auge sticht“, wenn man seine Position nicht kennt. Demzufolge bestimmt das Auffälligkeitsmaß die Entdeckungswahrscheinlichkeit in einem bestimmten zuvor festgelegten Zeitraum (Engel, 1971). Die Reaktion auf diese externen Auslöser wird als Orientierungsreaktion bezeichnet und beschreibt eine reflexartige und unmittelbare Zuwendung zu einem plötzlich auftauchenden Stimulus. Eine Orientierungsreaktion könnte z.B. eine Drehung des Kopfes zur Reizquelle, eine Veränderung von Sinnesorganen (Pupillenerweiterung) oder eine Aktivierungserhöhung mit sich bringen (Treisman, 1982; Fiske & Taylor, 1991). Auffälligkeit ist ein sehr dehnbarer und vielschichtiger Begriff und kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst sein, welche in folgender Tabelle 2 exemplarisch aufgelistet sind. Solche hervorstechenden Teile der Reizvorlage werden früher, häufiger und länger fixiert als andere (Friedman, 1979; Mackworth & Morandi, 1967).

Tabelle 2: Bestimmungsfaktoren der Auffälligkeit von Objekten

Determinanten der Objektauffälligkeit:	Autorennachweis:
- Beobachtungsstandort	Cole & Hughes, 1984
- Figur-Grund-Verhältnis, - Objektgröße bzw. -umfang, - Hintergrundkontrast und - Komplexität des Hintergrundes.	Cole & Jenkins, 1979; Engel, 1971; Richter & Schlag, 2000
- Aktivitätsniveau bzw. Arousal des Betrachters	Cole & Hughes, 1984; Hughes & Cole, 1986
- strategisches Suchverhalten des Betrachters	Cole & Hughes, 1984; Hughes & Cole, 1986
- Helligkeit, Farbe und Bewegung des Betrachtungsobjektes.	Engel, 1971; Richter & Schlag, 2000

Bei einer sicherheitsorientierten Betrachtung des Verkehrsumfeldes wird schnell deutlich, dass nicht nur strukturelle Objekteigenschaften wie beispielsweise Größe, Farbe oder Beobachtungsstandort

einen Einfluss darauf haben können, wie auffällig ein Objekt ist und somit, ob der Fahrer dieses auch wahrnimmt (vgl. Tabelle 2). Ein Verkehrsstimulus kann z.B. auch in unseren Aufmerksamkeitsfokus geraten, weil er unerwartet bzw. überraschend auftritt (Fiske & Taylor, 1991) oder weil seine kontextuellen Eigenschaften beispielsweise für den Verlauf der Situation relevant sind. Im folgenden Abschnitt wird daher die wahrnehmungslenkende Objektcharakteristik aufgrund seiner inhaltlichen Bedeutung für das aktuelle Verkehrsgeschehen erörtert.

1.2.3.3 Die inhaltliche Relevanz als Determinante der visuellen Suche

In den Kapiteln 1.1.2 und 1.2.2 wurde verdeutlicht, dass der sog. Human Error, also das menschliche Fehlverhalten, wie z.B. eine defizitäre visuelle Aufmerksamkeitsausrichtung Hauptursache von Unfällen im Straßenverkehr ist (Lewin, 1982; Perchonok, 1972; Rumar, 1985; Treat et al., 1977). Daher ist es von besonderer Wichtigkeit, die limitierte Aufmerksamkeit in effektiver Weise auf verkehrsrelevante Situationsaspekte zu lenken, diese wahrzunehmen und Antizipationen für die Szenenentwicklung abzuleiten (vgl. Kap. 1.3.4). Wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, existieren bestimmte physikalische Objekteigenschaften, welche die Auffälligkeit des jeweiligen Objektes determinieren können. Innerhalb der vorliegenden Fahr-simulationsuntersuchung wird jedoch unterstellt, dass die Auffälligkeit bzw. die Wahrnehmung und somit das Fahrverhalten auch dadurch beeinflusst werden kann, dass das Betrachtungsobjekt mit den aktuellen Zielen oder Bedürfnissen besonders konform geht bzw. den Erwartungen des Betrachters bezüglich des Objekts entspricht (vgl. Fiske & Taylor, 1991; Cole & Hughes, 1984; Hughes & Cole, 1986). Im Sinne der Fragestellung wird davon ausgegangen, dass die Relevanz für das aktuelle Verkehrsgeschehen die Betrachtungswahrscheinlichkeit determinieren muss und dabei spielt die Objektcharakteristik aufgrund ihrer inhaltlichen Bedeutung eine entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob es bestimmte verkehrsspezifische Objekte oder Objektkategorien gibt, welche eher in den Aufmerksamkeitsfokus eines Autofahrers gelangen und ob diesen Objekten eine andere inhaltliche Bedeutung zugeschrieben werden kann, als anderen.

In einer von Höger, Seidenstücker und Marquardt (2007) im Sinne des *Visual Imagery*-Ansatzes durchgeführten Untersuchung, wurde dieser Frage nachgegangen. Grundannahme der Theorie zur Visual Imagery bzw. zur visuellen Vorstellung besteht darin, dass bestimmte Informationen (z.B. die aktuelle Verkehrssituation) nicht als abstraktes-propositionales Wissen, sondern als innere

Bilder gespeichert werden (Brandt & Stark, 1997; Kosslyn, 1973, 1987; Laeng & Teodorescu, 2002; Mast & Kosslyn, 2002). In der Literatur findet sich in diesem Kontext oft der Begriff der *dualen Codierung* nach Paivio (1971). Es wird davon ausgegangen, dass es zwei Arten von Gedächtnissen gibt: ein verbales System und visuell-imaginales System. Dabei stellen die visuell-vorgestellten Gedächtnisbilder eine sehr effiziente Art dar, um nonverbal Wissen zu kodieren, da das menschliche Gedächtnis Bildinformationen wesentlich besser abspeichern kann als sprachliche Informationen (Paivio, 1971). Eine gebildete interne bildliche Repräsentation (z.B. zur vorliegenden Verkehrskonstellation) kann als Sequenz aus sensorischen und motorischen Aktivitäten verstanden werden (Noton & Stark, 1971). In diesem Zusammenhang wird in der Literatur oft von der visuellen Vorstellung (engl. Visual Imagery) gesprochen, unter der eine Wahrnehmungserfahrung in Abwesenheit eines sensorischen Reizes oder auch die bewusste Erfahrung eines „seeing with the mind's eye“ (Kosslyn, 1987, p. 521) verstanden wird. In verschiedenen Untersuchungen (Brandt & Stark, 1997; Kosslyn, 1973, 1987; Laeng & Teodorescu, 2002; Mast & Kosslyn, 2002) konnte gezeigt werden, dass mentale Gedächtnisbilder analoge Eigenschaften wie das tatsächlich betrachtete Bild aufweisen (z.B. Durchmusterungs- und die Scandistanzen) und beide auch ähnliche zentrale Wahrnehmungs- sowie kognitive Verarbeitungsmechanismen in Gang setzten (vgl. Abb. 9). „The internal structure of an image parallels the spatial structure“ (Kosslyn, 1973, p. 90), d.h. es gibt einen engen Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Wahrnehmung und der Vorstellung innerer Bilder, welcher in der folgenden Abbildung 9 dargestellt ist.

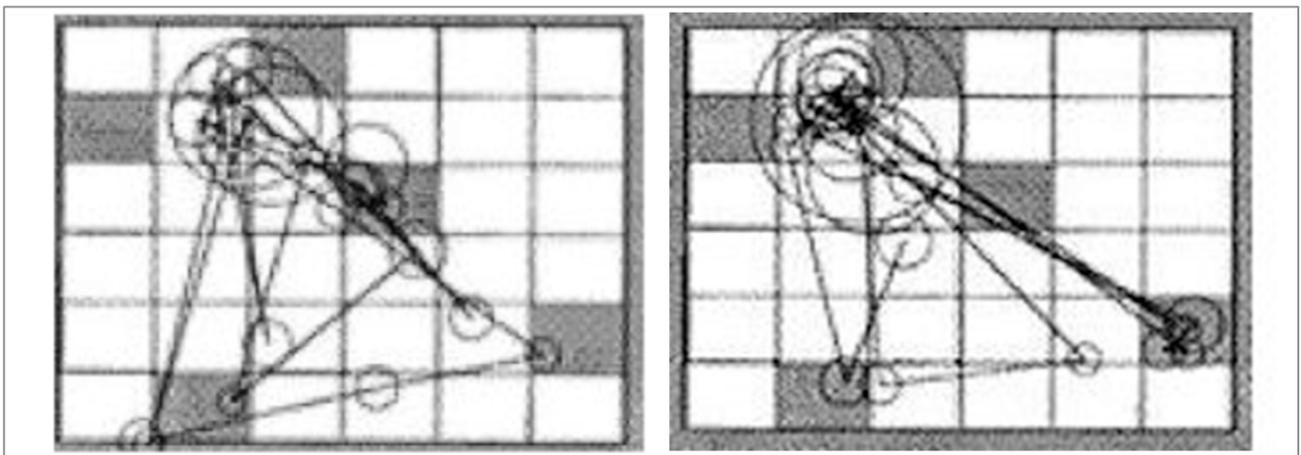


Abb. 9: Beispiele für den Blickbewegungsverlauf während der Betrachtung (links) und während der visuellen Vorstellung (rechts; Laeng & Teodorescu, 2002, p. 219).

Diese Analogien zwischen vorgestellten und betrachteten Bildern (vgl. Abb. 9) zeigen sich z.B. wenn man ein Objekt in der Vorstellung oder tatsächlich rotiert (Shepard & Cooper, 1982). Die funktionale Beziehung zwischen benötigter Latenzzeit und physikalischer Distanz ist ein Indiz

dafür, dass Menschen auf mentale Karten zugreifen und diese mental abscannen¹. Dieses ist besonders erstaunlich, da vorgestellte Objekte nicht real sind und somit nicht den Gesetzmäßigkeiten der Physik unterliegen. Es werden physikalische Gegebenheiten imitiert und Wahrnehmungsprozesse aus der Realität in die Vorstellung übertragen. So dauert es beispielweise länger, sich einen großen Teil eines Objektes vorzustellen als einen kleinen Ausschnitt (Kosslyn, 1973, 1987). Augenbewegungen während der Vorstellungsphase unterstützen die Bildgeneration bzw. die interne Repräsentation des Gesehenen. Dabei kommt es zur Speicherung der Position von Fixationen, welche als räumliche Hinweisreize in einem internen Koordinatensystem genutzt werden (Laeng & Teodorescu, 2002).

In der Visual Imagery-Untersuchung von Höger, Seidenstücker und Marquardt (2007) wurde anhand von realen Verkehrssituationen gezeigt, dass Probanden sowohl in der Beobachtungs- als auch in der Vorstellungsphase ihren Aufmerksamkeitsfokus signifikant früher, häufiger und auch länger auf *Areas of Interest* (AOI) legten, in welchen dynamische bzw. lebendige Verkehrsobjekte enthalten waren (ebd.). Die folgende Abbildung 10 zeigt exemplarisch ein Originalbild und die entsprechende Aufmerksamkeitsverteilung eines Probanden während der Vorstellungsphase.

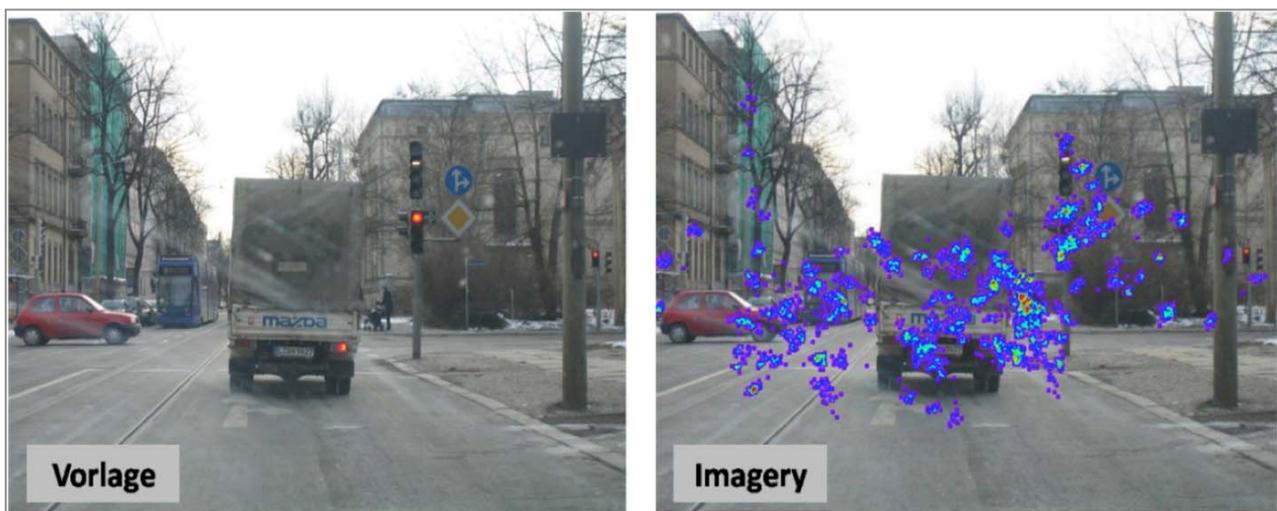


Abb. 10: Beispiel der Fixationsverteilung in der Vorstellungsphase (rechts) anhand einer Heatmap (Höger et al., 2007).

Der Verkehrsausschnitt in Abbildung 10 zeigt eine alltägliche Stadtszene mit verschiedenen statischen (z.B. Ampel) und dynamischen Objekten (z.B. Straßenbahn). Dabei sei insbesondere auf die Frau mit dem Kinderwagen hingewiesen, welche rechts vom LKW zu sehen ist. Die rechte

¹ Da für den englischen Begriff „Scannen“ kein adäquater deutscher Terminus vorliegt, wird in dieser Arbeit der Begriff für eine Art visuelles Abtasten bzw. Absuchen einer Reizvorlage verwendet.

Graphik zeigt am Beispiel eines Probanden die Aufmerksamkeitsverteilung als Heatmap während der Vorstellungsphase. Die rote Färbung im Bereich dieses sog. *Areas of Interest* ist ein Indikator dafür, dass die meisten und längsten Blickbewegungen auf diesem lebendigen Stimulus lagen. Sowohl für die Betrachtungs- als auch für die Vorstellungsphase konnte gezeigt werden, dass Bildausschnitte, welche einen dynamischen Verkehrsreiz (z.B. einen Fußgänger oder ein Fahrzeug) beinhalteten, einen stärker aufmerksamkeitslenkenden Effekt haben als solche mit einem statischen Element (Höger et al., 2007). Diese Erkenntnis wird u.a. damit begründet, dass dynamische und dabei insbesondere lebendige Objekte einen größeren Einfluss auf die aktuelle Situationsentwicklung haben können als andere (ebd.).

Durch diese Untersuchung konnten erstmals die sozialdeterminierte Wahrnehmungspräferenz auf dynamische Objekte im Verkehrskontext nachgewiesen werden. Die Erkenntnisse dieser Visual Imagery-Studie bilden die theoretische Grundlage für die vorliegende Fahrsimulationsuntersuchung, da sie die Möglichkeit eröffnet, Verkehrsobjekte bestimmten inhaltlichen Kategorien zuzuordnen.

Auf Basis der bisherigen Ausführungen konnte jedoch ausschließlich eine Wahrnehmungspräferenz dynamischer Verkehrsobjekte aufgezeigt werden. Ob sich eine solche verkehrsobjektspezifische Klassifikation auch in den kognitiven Strukturen der menschlichen Informationsverarbeitung wiederfinden lassen, soll im folgenden Kapitel 1.3 gezeigt werden.

1.3 KOGNITIVE STRUKTUREN IM INFORMATIONSVERRARBEITUNGSPROZESS

Die vorangegangenen Kapitel stellten die Wahrnehmung und Informationsverarbeitung an der Peripherie des kognitiven Systems dar. Nun folgend wird die Verarbeitung von Informationen beschrieben, nachdem diese perzipiert wurden und somit Zugang zum kognitiven System gefunden haben. In diesem Kapitel stehen vor allem die verschiedenen Formen der Wissensrepräsentation im Fokus, welche bereits im Kapitel 1.2.3 um die Darstellung der visuellen Suche kurz angesprochen wurden. Der Schwerpunkt (z.B. bei Phänomenen wie Visual Imagery) bezog sich dabei allerdings auf eine wahrnehmungsbasierte Wissensrepräsentation (vgl. Anderson, 2007). Demgegenüber soll nun die bedeutungsbezogene Wissensrepräsentation vorgestellt werden. Diese Form der Repräsentation basiert darauf, dass wahrgenommene Detailinformationen abstrahiert, deren Bedeutung (unter Berücksichtigung von Erfahrung) enkodiert und so Erfahrungsklassen bzw. -kategorien gebildet werden. Auf der Grundlage einer solchen kategorisierenden Abstraktion kann

konzeptuelles Wissen geschaffen werden, welches zur Repräsentation spezifischer Erfahrungswerte genutzt werden kann (Anderson, 2007).

Wie bestimmte Kategorien gebildet werden und wie diese dann beispielsweise zur Interpretation der Entwicklung einer Verkehrssituation benutzt werden, wird nachfolgend verdeutlicht. Zum besseren Verständnis dieser Zusammenhänge, werden in diesem Kapitel *semantische Netzwerkstrukturen* als Darstellungsform von Beziehungen innerhalb und zwischen Wissensseinheiten sowie *Schemata* als Kategorisierung von Events oder Objekten erläutert. Darauf aufbauend werden anschließend die Themenbereiche *Erwartung* und insbesondere *Priming* bzw. *Voraktivierung* beschrieben, welche Grundlage der im empirischen Teil dargestellten experimentellen Untersuchung darstellen.

1.3.1 SEMANTISCHE ORGANISATION UND WISSENSREPRÄSENTATION

In den vorangegangenen Kapiteln wurde dargestellt, wie Informationen mithilfe von Sinnesorganen aufgenommen werden. Dieses Kapitel behandelt die Speicherung, Integration und Organisation der Informationen in Form semantischer Wissensrepräsentationen. Im Anschluss an die Darstellung semantischer Netzwerke werden Theorien zur konkreten Kategorisierung von Gedächtnisinhalten vorgestellt, welche im empirischen Teil Anwendung finden werden.

1.3.1.1 Semantische Netzwerke

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die potentielle Voraktivierungswirkung sozialer Verkehrsreize. Wie solche Objekte dabei als hinweisgebende Stimuli wirken bzw. ein bestimmtes Verhalten aktivieren können, wird in Kapitel 1.3.5 erläutert. Um jedoch die Priming- oder Voraktivierungswirkung und die zugrundeliegende *Aktivierungsausbreitung* nach Collins und Loftus (1975) kognitionspsychologisch verstehen zu können, werden in diesem Abschnitt zunächst semantische Netzwerkmodelle vorgestellt.

Die Frage, wie Menschen ihr Erfahrungswissen organisieren bzw. wie sie das konzeptuelle Wissen enkodieren, wird in der Literatur zu kognitiver Psychologie mit Theorien zu *Netzwerkrepräsentationen* beantwortet (Anderson & Bower, 1973; Clark, 1974; Quillian, 1966). Dabei wird angenommen, dass propositionale Strukturen metaphorisch durch ein Netz miteinander verbundener Bedeutungen zu verstehen sind und ein solches Netz dient der Illustration kognitiver Prozesse (Eysenck & Keane, 1995; McNamara, 1986). Gemäß dieser Theorie bilden sich auf Basis

wahrgenommener und anschließend abstrahierter Detailinformationen semantische Netzwerke aus, die das sprachliche und episodische Wissen abbilden und so die Gedächtnisinhalte organisieren (Anderson, 2007; Opwis & Lüer, 1996). Die Grundannahme dieses Gedächtnismodells ist, dass Inhalte jeder Art durch Relationen zwischen Knoten darstellbar sind (Anderson, 2007; Opwis & Lüer, 1996). Die Abbildung 11 verdeutlicht am Beispiel eines „Ampel- Schemas“ den grundlegenden Aufbau eines semantischen Netzwerkes.

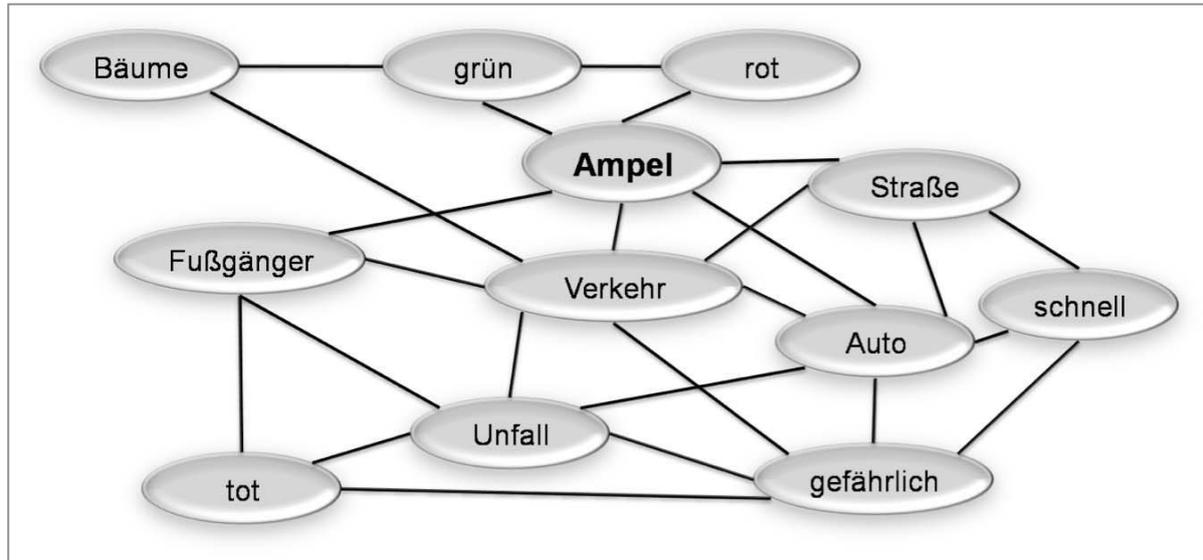


Abb. 11: Modell eines semantischen Netzwerkes: Ellipsen stehen für Begriffe (z.B. Auto oder Unfall) bzw. den damit verbundenen Bewertungsattributen (z.B. schnell oder gefährlich) und die Linien stellen die assoziativen Verbindungen dar.

Die assoziativen Relationen zwischen mehreren Begriffen werden innerhalb eines semantischen Netzwerkes anhand von unterschiedlich komplexen Knoten, d.h. Vorstellungen zu Gegenständen und ihren Eigenschaften (z.B. Auto oder gefährlich) und Kanten, d.h. Graphen als assoziative Beziehungen, verbildlicht. Fiedler (2003) unterstellt in diesem Zusammenhang, dass „der Einfluss gespeicherten sozialen Wissens [...] nicht lediglich von den Inhalten und dem Repräsentationsformat der individuellen Kategorie ab [hängt], sondern noch viel mehr von den Verbindungen zwischen ihnen“ (ebd., S. 135). Diese Verbindungen zwischen semantischen Knoten können stärker bzw. schwächer sein. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass semantisch zusammengehörige Knoten eine stärkere Konnektivität aufweisen und räumlich näher beieinander liegen als inhaltlich heterogene Knoten. Anhand der Netzwerkverknüpfungen zeigt sich, wie Wissen in der Informationsverarbeitung genutzt und organisiert wird (Anderson, 2007; Fiedler, 2003; Goldstein, 2001; Herkner, 2004).

Das organisierte Wissen wird innerhalb dieser Netzwerkverknüpfungen in drei Arten von Informationen unterteilt: Begriffe, Ereignisse und Episoden. Begriffe sind z.B. Oberbegriffe oder Eigenschaften (z.B. Ampel oder rot), die sich als netzwerkartige Strukturen aus Relationen und Kognitionen darstellen (vgl. Abb. 11). Unter Ereignissen versteht man die Beschreibung durch Kognition und kausale Relationen bzw. Prädikate (z.B. bremsen): *Das Auto brems an der Ampel.* Episoden sind Verknüpfungen von zwei Ereignissen mit einer Wenn-Dann-Beziehung: *Wenn die Ampel rot wird, dann brems das Auto.*

Wie bereits erwähnt, sind semantisch ähnliche Knoten durch kurze Verbindungen gekennzeichnet, d.h. sie stehen in räumlicher Nähe zueinander (z.B. „Ampel“ und „rot“). Nah zusammenliegende Knoten eines semantischen Netzwerkes können als Schema agieren (z.B. „Ampel-Schema“ in Abb. 11). Was sich konkret hinter dem Begriff Schema verbirgt, wird im Kapitel 1.3.2 dargestellt. Bevor jedoch darauf eingegangen werden kann, sollen im nachfolgenden Abschnitt 1.3.1.2 zunächst einige Angaben dazu gemacht werden, wie eine semantische Kategorisierung konkret aussieht und wie diese anhand von Gehirnstrukturen nachgewiesen werden kann.

1.3.1.2 Kategorisierung und Gehirnstrukturen

In der Kognitionspsychologie herrscht ein kontroverser Diskurs über den strukturellen Aufbau des semantischen Gedächtnisses und darüber, wie das semantische Wissen überhaupt organisiert ist (vgl. Anderson, 2007). Im vorangegangenen Abschnitt wurde das Konzept des semantischen Netzwerkes näher erläutert. Dieses konnektivistische Modell stellt jedoch nur ein abstrahierendes Konzept dar und sagt nichts aus über die tatsächlichen Hirnstrukturen, auf welchem das semantische Gedächtnis beruht. Neuropsychologische Daten, welche beispielsweise über fMRI- oder EEG-Studien gewonnen werden, identifizieren nicht nur einen Teilprozess der Wahrnehmung bzw. die kortikale Reaktion auf einen externen Reiz, sondern auch die Kategorien, in welche bedeutungsvolle Wahrnehmungsobjekte zugeordnet werden (Jäncke & Lutz, 2005; Warrington & Shallice, 1984). Daher leisten neuropsychologische Untersuchungen einen wichtigen Beitrag zum Nachweis der zerebralen Organisation visuell wahrgenommener Informationen (Caramazza & Shelton, 1998; Farah & McClelland, 1991; Sartori, Coitheart, Miono, & Job, 1994; Warrington & Shallice, 1984).

Um Theorien zur Organisation bzw. Kategorisierung des semantischen Gedächtnisses zu entwickeln, werden Patienten mit kategorie-spezifischen, semantischen Störungen untersucht. Dabei

konnte z.B. nachgewiesen werden, dass Patienten mit einer Schädigung des Temporallappens Mängel bezüglich ihres semantischen Wissens um Objekte aus biologischen versus nicht-biologischen Kategoriensystemen aufweisen (Caramazza & Shelton, 1998; Farah & McClelland, 1991; Saffran & Schwartz, 1994; Sartori et al., 1994; Warrington & Shallice, 1984). Dies bedeutet, dass beispielsweise ein Proband den Begriff „Spinne“ nicht kennt und dazu folgendes angibt: „spider [is a] person looking for things, he was a spider for a nation or country“ (Warrington & Shallice, 1984, p. 838). Im Gegensatz zu den biologisch-determinierten Kategorien scheint das Wissen dieser Patienten über sog. Artefakte, d.h. nicht-biologische oder künstliche Objektkategorien, wie „Regenschirm“ oder „Taschenlampe“ sehr wenig beeinflusst zu sein (Caramazza & Shelton, 1998; Gainotti, Silveri, Daniele, & Giustolisi, 1995; Saffran & Schwartz, 1994; Sartori, Coitheart, Miono & Job, 1994). Demgegenüber zeigen Patienten mit frontoparietalen Läsionen Schwächen bei der Verarbeitung von Artefakten, nicht aber bei biologischen Kategorien (Warrington & McCarthy, 1983, 1987; Warrington & Shallice, 1984). Dieser Patiententypus tritt jedoch seltener auf, als der erstgenannte. In Studien zur Alzheimer-Krankheit konnte nachgewiesen werden, dass bestimmte Patienten kategorienspezifische Schwächen gegenüber natürlichen oder künstlichen Objekten aufweisen (Gonnermann, Andersen, Devlin, Kempler & Seidenberg, 1997).

Die Unterschiede in der Hirnaktivität zwischen dem Betrachten von lebendigen Objekten und Artefakten werden in der folgenden Abbildung 12 veranschaulicht.

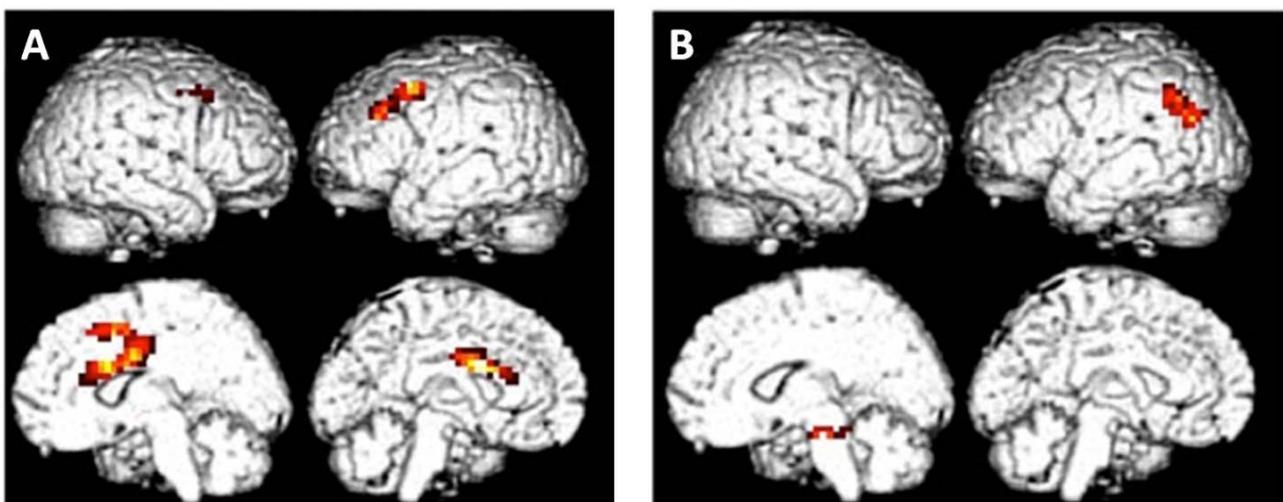


Abb. 12: gemittelte fMRI-Bilder der Hirndurchblutung: angenehme minus typische Urteile für A) natürliche Objekte und B) Artefakte (Grossman et al., 2006, p. 1007).

Jedes der in Abbildung 12 dargestellten Bilder zeigt einen Horizontalschnitt des Gehirns gemittelt über alle Probanden der jeweiligen Versuchsgruppe hinweg. Das Farbspektrum repräsentiert die

Stärke der beobachteten Kennwerte und zeigt, dass bei der Betrachtung eines biologisch-determinierten Objektes (A) andere Hirnareale durchblutet werden, als dieses bei künstlichen Objekten bzw. Artefakten (B) der Fall ist (Grossman et al., 2006). Kritisch anzumerken ist an dieser Stelle, dass die aufgeführten Studien meist nur sehr wenige Patientenbefunde darstellen oder sich sogar auf Einzelfallbeschreibungen konzentrieren und daher ist eine eindeutige Unterscheidung zwischen diesen verschiedenen Organisationsgrundsätzen bzw. konkrete Vermutungen über den Aufbau semantischer Repräsentationen sehr schwer möglich. Basis der meisten in Wissenschaftskreisen diskutierten Theorien ist jedoch die gemeinsame Grundannahme, dass eine interne Strukturierung semantischer Repräsentationen nach sensorischen und funktionalen Eigenschaften vorliegt, die eine scheinbar kategorienspezifische Organisation von biologischen Objekten und künstlichen Artefakten bestimmen. Dabei stellt sich heraus, dass wahrnehmungsbezogene Attribute wichtig bei der Kategorisierung von biologischen Objekten sind und dass Artefakte eher aufgrund ihrer potentiell durchführbaren Handlung kategorisiert werden (Farah & McClelland, 1991; Flores d'Arcais & Schreuder, 1987; Grossman et al., 2006; Warrington & Shallice, 1984).

Im Rahmen dieses Abschnittes wurde anhand von neurowissenschaftlichen Befunden belegt, dass scheinbar eine semantische Kategorisierung der Hirnstrukturen vorliegt. Dabei zeigte sich eine interne Organisation nach biologischen Objekten und künstlichen Artefakten. Bereits bei der Beschreibung der inhaltlichen Relevanz als Determinante der visuellen Suche (vgl. Kap. 1.2.3.3) konnte eine ähnliche Klassifikation von Objekten mithilfe einer Visual Imagery-Untersuchung nachgewiesen werden. Im empirischen Part dieser Arbeit wird diese kategorienspezifische Objektklassifikation erneut aufgegriffen und auf die Verhaltensebene angewendet. Dabei soll die Frage beantwortet werden, ob biologisch-natürliche und somit sozialdeterminierte Elemente (des Straßenverkehrs) nicht nur eine stärker aufmerksamkeits- sondern auch handlungslenkende Wirkung erzielen als künstliche bzw. statische Objekte.

1.3.2 SCHEMATA

Wie bereits in Kapitel 1.3.1.1 erwähnt, liegen zwischen semantisch ähnlichen Knoten kurze Verbindungen. Nah zusammenliegende Knoten eines semantischen Netzwerkes können als *Schema* agieren (z.B. „Ampel-Schema“ in Abb. 11). In diesem Abschnitt soll nun erörtert werden, was konkret unter dem Begriff Schema zu verstehen ist.

Innerhalb semantischer Netzwerke werden lediglich Konzepteigenschaften gespeichert, welche jedoch kaum dazu dienen, schlussfolgerndes Denken zu realisieren. Eine auf dem Konzept der semantischen Netzwerkmodelle aufbauende, zugleich aber umfassendere Repräsentationsform ist die Schemakonzeption (Anderson, 2007). Unter einem Schema kann die Vorstellung eines Individuums bezüglich eines bestimmten Objektes, einer Handlung oder eines Ereignisses verstanden werden, welche sich sowohl aus Einstellungen als auch aus bestimmten Informationen zum Objekt zusammensetzen. Schemata bilden eine Einheit aus verschiedenen Komponenten, welche als relativ autonome und separate Teile des semantischen Netzwerks gleichzeitig aktiviert werden können (Herkner, 2004; Olson, Roese & Zanna, 1996). Somit handelt es sich bei einem Schema nicht um eine bloße Ausweitung semantischer Netzwerkrepräsentationen, sondern vielmehr um die Grundlage für die Fähigkeit (sowohl propositionale als auch wahrnehmungsbezogene) Categoriesysteme zu enkodieren sowie Schlussfolgerungen zu ziehen (Anderson, 2007).

Menschen bilden bei der ersten sensorischen Reizung Hypothesen darüber, welches Objekt gerade wahrgenommen wird. Diese Hypothesen steuern anschließend die Auswahl und Verarbeitung von Informationen aus der Umwelt. Die aufgenommenen Informationen zum Objekt werden mit dem bereits gespeicherten Vorwissen, den Erwartungen und den Kontextinformationen verglichen und es kommt entweder zur Bestätigung oder Ablehnung der Hypothese. Gedächtnisinhalte und Schemata werden dabei ganz gezielt genutzt, um nach solchen konzeptrelevanten Informationen zu suchen und diese dann mit den Reizinformationen abzugleichen. Die Wahrnehmung unterliegt somit einer gewissen Erfahrungsabhängigkeit und wird von Top-Down-Prozessen mitbestimmt (Kebeck, 1997; Neisser, 1976). Da ununterbrochen neue Informationen und Eindrücke auf uns einströmen und uns beeinflussen, sind solche Schemata nicht statisch, sondern unterliegen einem dynamischen Prozess. In diesem Zusammenhang findet man oft die von Neisser (1976) entwickelte Theorie eines zyklischen Wahrnehmungsprozesses, welcher anschaulich die Beziehung des Wahrnehmenden und seiner Umwelt darstellt. Dieser Wahrnehmungszyklus wird in Abbildung 13 als interaktiver Fluss zwischen Schema, der Erkundung und dem Objekt dargestellt.

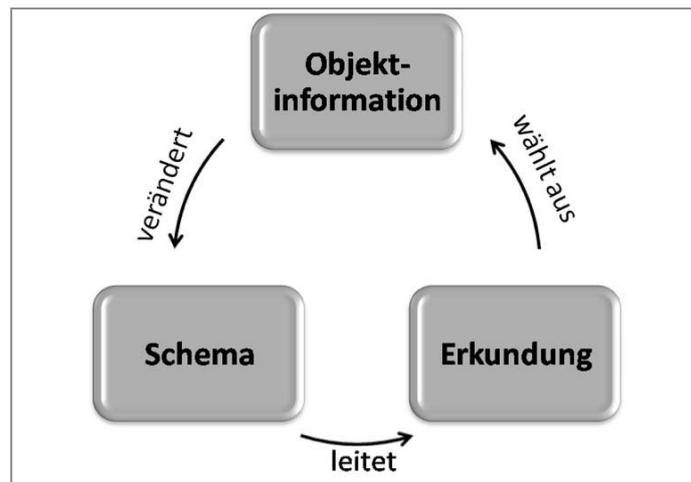


Abb. 13: Wahrnehmungszyklus nach Neisser (1979, S. 27)

Wie in Abbildung 13 dargestellt, beginnt der Wahrnehmungszyklus mit einer ersten Objektwahrnehmung, welche zunächst einfache Schemata generiert. Das antizipierte Schema zur Gestalt des Objektes dirigiert bzw. leitet die Erkundung bezüglich weiterer relevanter Objektinformationen. Diese Informationen determinieren die anschließende Aufmerksamkeitszuwendung und vervollständigen dadurch das ursprüngliche Schema. Dieser Prozess läuft kontinuierlich weiter und bildet so einen Wahrnehmungszyklus (Neisser, 1976; Neisser, Aebli & Born 1979). Zusammenfassend werden an dieser Stelle die Funktionen von Schemata aufgelistet. Sie dienen:

- dem besseren Verständnis von Sprache und Wahrnehmungsprozessen,
- einer Erhöhung unserer Gedächtnisleistung, da wir uns Informationen, welche zu bereits vorhandenen Schemata passen, besser merken können als schemairrelevante,
- der automatischen Schlussfolgerung und Erwartungsgenerierung,
- dazu, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Objekte zu lenken und
- der Steuerung unseres Verhaltens (Herkner, 2004).

Übertragen auf den Straßenverkehr bedeutet dies, dass (z.B. durch Fahrerfahrung) elaborierte Schemata helfen, die dargebotenen Informationen besser in bereits vorhandene Schemata über die Umwelt zu integrieren und daraus effizientere Handlungsalternativen abzuleiten. Mit wachsender Fahrpraxis wandeln sich beispielsweise „alltägliche Sehgewohnheiten in aufgabenbezogenes Blickverhalten“ (Cohen, 1994a, S.159) um und es kommt mithilfe der vorhandenen Situationsschemata zu einer Erhöhung der Gedächtnisleistung und somit zu einer verstärkten Aufmerksamkeitszuwendung zu kritischen bzw. verkehrsrelevanten Objekten (ebd.). Die als letztes

aufgeführte Funktion von Schemata impliziert die Fähigkeit, nicht nur deklaratives Wissen (u.a. Fakten, Situationen, Ereignisse) wiederzugeben, sondern auch prozedurales Wissen (u.a. Vorschriften, Methoden- und Handlungswissen) anzuwenden. Solche Handlungsschemata werden in sog. Skripten beschrieben, welche sowohl zeitlich als auch hierarchisch gegliedert sind und sich auf bestimmte Ereignisse beziehen (Abelson, 1981).

Ein Skript ist eine "Wissensstruktur, die routineartige Handlungsepisoden in bestimmten Gegenstandsbereichen repräsentiert" (Fiedler, 2003, S. 135). Ein Autofahr-Skript könnte aus den folgenden zeitlich aufeinander aufbauenden Komponenten bestehen: Tür aufschließen, Einsteigen, Fahren, Ankommen und Verlassen des Kfz. Die aufgeführten Etappen können allerdings auch noch in Teil- oder Subschemata aufgeschlüsselt werden. Das Subschema Fahren z.B. besteht u.a. aus Starten des Motors, Orientieren, Lenken, Schalten, Bremsen. In der vorliegenden Fahrsimulationsstudie werden bestimmte prototypische Verkehrsskripte angesprochen, welche das Fahrverhalten beeinflussen sollen. Grundlage für eine wirksame Verhaltenssteuerung ist in diesem Zusammenhang, dass die folgenden drei Konditionen erfüllt sind:

- Es müssen stabile mentale Repräsentationen der Ereignisfolge bestehen.
- Die vorhandene Situation muss ein bestimmtes Skript aktivieren.
- Für den Akteur muss ersichtlich sein, dass Handlungssituation und -skript einander entsprechen (Abelson, 1981)

Schemata haben die primäre Funktion, den Aufbau bestimmter Erwartungen in Situationen mit fehlenden Informationen zu unterstützen und sind somit wichtige Quellen von Erwartungen (Olson, Roese & Zanna, 1996). Auch in der vorliegenden Untersuchung sollen bei den Probanden Erwartungen bezüglich einer bestimmten Verkehrsentwicklung geweckt werden. Um einen besseren Einblick in den Bereich der Erwartungen zu schaffen, wird diese Thematik im anschließenden Abschnitt 1.3.3 erörtert.

1.3.3 ERWARTUNGEN

Erwartungen können als Annahme darüber angesehen werden, wie die Zukunft sein wird, d.h. sie sind mit künftigen Ereignissen verbundene, subjektive Wahrscheinlichkeitsschätzungen, welche auf vergangenen Erfahrungen und Wissen basieren und die gesamte Bandbreite von sehr unwahrscheinlich bis geradezu sicher einnehmen können (Olson et al., 1996). Erwartungen können explizit oder implizit gebildet werden. Meist sind sie aber implizit, denn der Mensch nutzt sie

unbewusst bei fast jeder deliberativen Handlung, um abzuschätzen, wie die Welt auf das jeweilige Handeln reagieren wird. Die wahrgenommenen Konsequenzen auf Kognitionen, Affekt und Verhalten werden moderiert durch die Zugänglichkeit, die Wichtigkeit und die Genauigkeit von Erwartungen. Das Erwartungskonzept bildet demnach eine wichtige Basis für menschliches Verhalten (Olson et al., 1996). Erwartungen gründen – ähnlich wie Schemata (vgl. Kap. 1.3.2) – auf Erinnerungen und sollen helfen, Implikationen für eine erfolgreiche und schadenfreie Zukunft zu schaffen. Durch ihre antizipatorische Wirkung erleichtern Erwartungen die Identifikation und Enkodierung von Informationen und erlauben so eine schnellere Interpretation der relevanten Ereignisse (Olson et al., 1996).

Übertragen auf den Straßenverkehr kann angenommen werden, dass mit zunehmender Fahrerfahrung Kraftfahrer subjektive Kategorien der Umwelt und Erwartungen bezüglich der jeweiligen Situation und deren Entwicklung generieren. Diese Erwartungen bestimmen zu einem Großteil, was wir wahrnehmen und was nicht und wie wir uns angesichts knapper Entscheidungszeit verhalten (Schlag, 2004). Dabei wird der subjektive Charakter der Wahrnehmung deutlich, da bekannte und erwartete Dinge eher wahrgenommen werden als andere (vgl. Fiedler & Bless, 2003; Schlag, 2004). Der russische Wahrnehmungspsychologe Yarbus (1967) betont in diesem Zusammenhang, dass Aufgaben und Erwartungen einen großen Einfluss auf die Verteilung der Aufmerksamkeit haben (vgl. Scanpath-Theorie in Kap. 1.2.).

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung soll das beschriebene Erwartungskonzept auf verschiedene Gefahrensituationen des Straßenverkehrs übertragen werden. Ziel ist es, bei den Probanden aufgrund verschiedener Umfeldreize, Annahmen bezüglich der Situationsentwicklung zu schaffen, um somit Handlungsschemata zu aktivieren bzw. das Fahrverhalten zu beeinflussen.

Nach den bisherigen Angaben zu den kognitiven Informationsverarbeitungsprozessen und Wissensrepräsentationen, folgt im nächsten Kapitel die Betrachtung des *Situationsbewusstseins* als spezielle Form der Kognition im Straßenverkehr.

1.3.4 SITUATIONSBEWUSSTSEIN

Die Wahrnehmung und damit auch die spezielle Form der Verkehrswahrnehmung unterliegt einem dynamischen, interaktiven und zyklischen Prozess. Die auf uns einströmende Informationsflut verursacht ein Zusammenhangsgefüge aus Auswahl bzw. Erkundung relevanter

Verkehrsinformationen, Antizipation des jeweiligen Verkehrsgeschehens und Modifikationen diesbezüglicher Schemata (vgl. Neissers Wahrnehmungsmodell, 1975 in Abb. 13). Ein solcher Prozess setzt allerdings eine umfassende und fehlerfreie interne Repräsentation bzw. Modellierung der aktuell relevanten Verkehrssituation voraus. Dieses interne Modell des Autofahrers über bestimmte Verkehrszustände wird als *Situationsbewusstsein* bezeichnet (Endsley, 1995). Endsley und Garland (2000) beschreiben das Situationsbewusstsein bzw. die Situation Awareness (SA) als "the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future" (ebd., p. 97). Dieses Zitat bezieht sich auf die drei SA-Stufen der Informationsverarbeitung: das Wahrnehmen von Umfeldinformationen, das Verstehen dieser Informationen und die Projektion bzw. die Antizipation der Informationen in die Zukunft, die in Abbildung 14 dargestellt sind.



Abb. 14: Drei Stufen der Informationsverarbeitung im Sinne des SA - Ansatzes (Graphik in Anlehnung an Endsley & Garland, 2000).

Die erste Stufe der Situation Awareness umfasst die Wahrnehmung der Elemente der aktuellen Situation. Wie bereits aus Kapitel 1.2.2 bekannt, kann eine defizitäre Wahrnehmung dazu führen, dass ein verzerrtes, inkorrektes Bild der Situation entsteht und somit fatale Auswirkungen auf die Folgestufen haben kann. Auf der zweiten SA-Ebene werden die wahrgenommenen Informationen mit Wissen und Vorerfahrung in Verbindung gebracht. Bei diesem Prozess des Verstehens, Interpretierens und Abspeicherns haben das mentale Modell des Akteurs und seine gespeicherten Schemata starken Einfluss auf den Output dieser Stufe (vgl. Kap. 1.3.2). Dieser Output wird hinsichtlich seiner Relevanz und Bedeutung im gegenwärtigen Kontext und zur Erreichung angestrebter Ziele überprüft. Die höchste Stufe der Situation Awareness, welche eng mit dem Erwartungskonzept verwandt ist, wird dann erreicht, wenn es gelingt aufgrund einer aktuellen Situation zukünftige Ereignisse zu antizipieren, um daraufhin fundierte und zeitlich stabile Entscheidungen zu treffen und Aufgaben effektiv auszuführen. Die Fähigkeit zur korrekten

Prognose ist vor allem bei erfahrenen Personen der jeweiligen Domäne (z.B. Fahrtrainern) zu finden (Endsley & Garland, 2000; McKenna, 1991).

Ein artverwandtes Konstrukt, welches an dieser Stelle kurz umschrieben wird, ist die *Gefahrenwahrnehmung* bzw. *Hazard Perception*. Die Gefahrenwahrnehmung beschreibt die Fähigkeit, die „Straße zu lesen“ und somit potentielle Gefahrenereignisse schneller zu entdecken (Farrand & McKenna, 2001). Im Prozess der Gefahrenwahrnehmung werden mentale Modelle eingesetzt, welche sich im Verkehrskontext auf den Straßenverkehr und die Interaktion der darauf befindlichen Objekte beziehen. Dabei wird deutlich, dass es sich bei diesem Konstrukt um einen Spezialfall des Situationsbewusstseins handelt, welcher sich allerdings nur auf die ersten zwei Stufen der Situation Awareness bezieht: die Wahrnehmung und die Interpretation. Im Rahmen der Hazard Perception Theorie kann jedoch ein enger Zusammenhang zur letzten SA-Stufe, der Interpretation des Risikoausmaßes, aufgezeigt werden, da diese auf einer korrekten Wahrnehmung und Identifikation basiert (McKenna & Crick, 1994).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich ein gutes Situationsbewusstsein und somit ein sicheres Verkehrsverhalten durch ein optimales Wahrnehmen und Verstehen der Verkehrsinformationen sowie einer korrekten Projektion dieser Informationen in die Zukunft auszeichnet (vgl. Baumann, Petzoldt & Krems, 2006). Bei einer solchen Verarbeitung der Verkehrsumwelt werden demnach Skripte und Schemata aktiviert und Erwartungen generiert, welche – wie in der vorliegenden Fahrsimulationsstudie – dazu dienen, das lokale und temporäre Auftauchen bestimmter Verkehrselemente vorhersagen zu können (Theeuwes & Godthelp, 1995). Sehr eng mit dem Konzept des Situationsbewusstseins und auch der zuvor beschriebenen Skript- bzw. Schemaaktivierung ist das psychologische Konstrukt des Primings verwoben, auf welches im folgenden Kapitel näher eingegangen wird.

1.3.5 PRIMING UND VORAKTIVIERUNG

In den bisherigen Ausführungen um konzeptuelle Wissensrepräsentation wurden bereits semantische Netzwerke und Schemata sowie das damit verbundene Erwartungskonzept erläutert. Dabei wurde jedoch noch nicht klar herausgestellt, welchen Einfluss diese Repräsentationsform auf das menschliche Verhalten und somit auch auf das mögliche Fahrverhalten hat.

Im Rahmen der Theorie zu semantischen Netzwerken (vgl. Kap. 1.3.1.2) findet sich häufig das Modell des *Spreading Activation Network* bzw. der *Aktivierungsausbreitung*. Bei diesem Modell wird postuliert, dass sich eine Aktivierung entlang der Pfade eines semantischen bzw. assoziativen Netzwerkes ausbreitet und es so zur Generierung einer Assoziation kommt (Collins & Loftus, 1975). Ein solcher Aktivationsausbreitungsprozess konnte bereits von vielen Kognitionspsychologen nachgewiesen werden und wird – wie auch im empirischen Teil der dargestellten Fahrsimulationsstudie – als Erklärung für die Befunde von Priming-Experimenten herangezogen (Collins & Loftus, 1975; Meyer & Schvaneveldt, 1971; Neely, 1977).

Innerhalb der Priming-Forschung wird unterstellt, dass eine große Ähnlichkeit zweier Konzepte eine kleinere Distanz zwischen den entsprechenden Konzeptknoten innerhalb des semantischen Netzwerkes bedeutet (vgl. Abb. 11). Priming kann somit als ein sich ausbreitender Aktivierungsprozess von einem Netzwerkknoten zum angrenzenden Knoten verstanden werden, wobei der Aktivierungs- bzw. Prime-Effekt mit zunehmendem Abstand zum Ursprungsknoten abnimmt (Fiedler & Bless, 2003). Auf Basis dieser Argumentation wird auch klar, warum in der einschlägigen Literatur *Priming* synonym mit den Begriffen assoziative Ausbreitung, Aktivierungsausbreitung oder (nach Lashley, 1951) unterschwellige Aktivierung von Assoziationen bezeichnet werden kann (Anderson, 2007). Priming ist somit die „assoziative Bahnung bzw. automatische Voraktivierung eines mentalen Prozesses, v.a. einer bestimmten semantischen Klasse im Wissenssystem“ (Städtler, S. 820). Voraussetzung für einen wirksamen Priming-Effekt ist, dass die Aktivierung des mentalen Konstrukts bzw. der mentalen Repräsentation in einem ersten Kontext geschieht und später (ohne einen direkten Zusammenhang mit diesem ersten Kontext) unbewusst, unbeabsichtigt und passiv eine potentielle Reaktionszeit- bzw. Verhaltensveränderung beeinflusst (Bargh & Chartrand, 2000).

Zur grundsätzlichen Wirkungsweise des Primings kann festgehalten werden, dass das Auftreten oder die Darbietung eines Ereignisses *A* die Auftretenswahrscheinlichkeit des Ereignisses *B* erhöht, wenn dieses zweite Ereignis mit *A* assoziiert wird (Bargh & Chartrand, 2000; Higgins et al., 1985; Karnath & Thier, 2006). Der Prime-Reiz *A* führt dazu, dass die Reaktion auf den Target-Reiz *B* erleichtert oder verbessert wird. Dieser Zusammenhang zwischen Prime, Target und Reaktion ist in Abbildung 15 schematisch visualisiert.

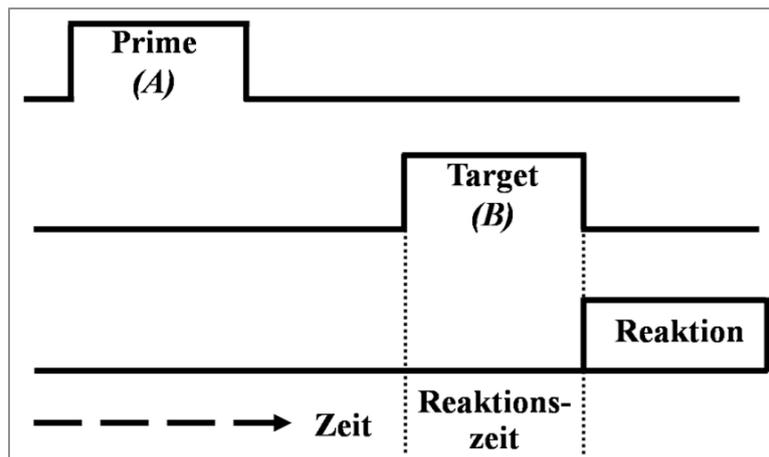


Abb. 15: Schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Prime, Target und Reaktion

Erstmals wurde der Begriff des Primings 1951 in einer Arbeit von Karl Lashley (1951) über fortlaufende Verhaltenssequenzen verwendet. Nach Lashley (1951) gibt es einen mediiierenden Prozess zwischen der Absicht etwas zu tun und der Ausführung des beabsichtigten Verhaltens. Diese Mediatorvariable, welche der Handlung die richtige Verhaltenssequenz zuordnet, bezeichnete er als Priming. Darunter versteht er eine kurzzeitige internale Aktivierung einer Antworttendenz bzw. die Bereitschaft mentale Repräsentationen, die einer bestimmten Verhaltensfunktion dienen, aufzubauen. Der Autor ging zu jener Zeit allerdings von einer personell bedingten, intern ausgelösten Aktivierung aus (Lashley, 1951). Der extern verursachte Einfluss des Primings wurde erst im Jahre 1958 von Storms entdeckt. Eher zufällig stieß Storms (1958) auf den Effekt des passiven Primings. In seinem Versuch sollten die Probanden Worte frei assoziieren. Dabei nannten diese signifikant häufiger Begriffe, die sie sich in einer vorherigen Aufgabe einprägen mussten. Bei der Kontrollgruppe, welcher die einleitende Aufgabe nicht gestellt wurde, konnte der Effekt nicht nachgewiesen werden (ebd.). Bereits ab Mitte der sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts verbreitete sich in Wissenschaftskreisen für den von Storms ergründeten Effekt der Begriff Priming. Segal (1967) replizierte Storms Befunde allerdings ohne explizite Wortlerninstruktion. Die Versuchspersonen sollten sich lediglich eine Wortliste anschauen. Anschließend sollten sie eine freie Wortassoziationsaufgabe lösen und dabei zeigte sich, dass die frei assoziierten Worte sehr häufig identisch mit denen der ursprünglich vorgelegten Wortliste waren. Der unbewusste Einfluss des Konzepts der ersten Aufgabe auf die folgende wurde auch hier als Priming bezeichnet. Aus dem ursprünglichen Phänomen des Primings entwickelte sich im Laufe der Zeit eine kognitionspsychologische Forschungsmethode, die u.a. dem Nachweis dient, dass Informationen

selbst dann gespeichert werden können, wenn diese nicht explizit gelernt bzw. eingeprägt worden sind (Segal, 1967).

Der Priming-Effekt kann durch semantisches und/oder repetitives bzw. wiederholendes Priming ausgelöst werden. Bei der repetitiven Form des Primings wird postuliert, dass sich Geschwindigkeit und Genauigkeit der Antworten bzw. der Reaktion auf einen Target-Reiz verbessern, wenn ein identischer oder ähnlicher Vorreiz bzw. ein sog. Prime präsentiert wurde. Diese Entsprechung zwischen Prime und Target bezieht sich sowohl auf:

- die Lokation (Posner, Nissen & Ogden, 1978),
- die Farbe (LaBerge & Brownston, 1974) und
- die Form (McLean & Shulman, 1978) des Stimulusmaterials.

Semantisches Priming hingegen tritt auf, wenn das Erkennen des Zielreizes dadurch erleichtert wird, dass zuvor ein Prime gesehen wurde, welcher semantisch oder kategorial mit dem Target-Reiz assoziiert werden kann, z.B. Brot und Butter (Meyer & Schvaneveldt, 1971; Neely, 1977).

Zur Beantwortung der Forschungsfrage werden im Rahmen der Fahrsimulationsstudie Szenen entwickelt, bei denen verschiedene Verkehrsobjekte (z.B. ein Warnschild oder ein Fußgänger) als hinweisgebende Prime-Reize implementiert werden. An dieser Stelle ist es daher wichtig zu betonen, dass sich im Straßenverkehr sowohl eine semantische wie auch eine repetitive Priming-Wirkung z.B. durch Verkehrszeichen finden lassen (Charlton, 2006; Crundall & Underwood, 2001; Underwood et al., 2002a; Avant, Thieman, Zang & Hsu, 1996; Fisher, 1992). Wie sich diese Voraktivierungswirkung verschiedener Verkehrselemente innerhalb des interaktionellen Verkehrsgeschehens manifestieren kann, wird im folgenden Hauptkapitel näher beschrieben.

2. SOZIALE INTERAKTIONSPROZESSE IM STRAßENVERKEHR

Aus der kognitionspsychologischen Forschung ist bekannt, dass das menschliche Hirn auf sozio-kognitive Interaktionen spezialisiert ist (Senju et al., 2003) und dennoch wurde die sozialdeterminierte, interaktionelle Komponente als eine Art impliziter Verkehrskommunikation in verkehrspsychologischen Analysen bislang kaum beachtet. Dabei ist Interaktion als eine wechselseitige Manipulation von Individuen und die so entstehenden Veränderungen der Einstellungen bzw. des Verhaltens (Mummendey, 2002; Thibaut & Kelley, 1986), wie in allen Lebenslagen, auch im Straßenverkehr zu finden. In der verkehrspsychologischen Forschung wird jedoch meist nur die Individualperspektive eines einzelnen Autofahrers betrachtet und die Interaktionskomponente zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern und deren Einfluss aufeinander außen vorgelassen. In der vorliegenden Arbeit steht aber die Interaktion bzw. der Einfluss des Verkehrsumfeldes auf das Fahrverhalten in Gefahrensituationen im Forschungsinteresse. Aus diesem Grund behandelt das zweite Hauptkapitel dieser Arbeit Prozesse der sozialen Interaktion im Straßenverkehr. Dabei werden zunächst die Interaktionsprozesse beim Autofahren sowie die Voraktivierungspotentiale von verschiedenartigen Verkehrsobjekten näher beleuchtet. Anschließend wird der Bereich der sozialen Vergleichsprozesse erläutert und auf den Straßenverkehr übertragen.

In Kapitel 1.3.2 wurde Micah Endsleys (1995) Theorie des *Situationsbewusstseins* mit seinen drei Stufen *Wahrnehmung*, *Interpretation* und *Projektion* erläutert. Die folgende Abbildung 16 greift das Modell auf und erweitert dieses um das Erwartungskonzept (vgl. Kap. 1.3.3). Das dargestellte Modell lässt die für dieses Kapitel elementare Verkehrsinteraktion zunächst außen vor und betrachtet den individuellen Verkehrsteilnehmer innerhalb einer gegebenen Verkehrssituation, d.h. es werden die Informationsverarbeitungsprozesse des Fahrers und die determinierenden Aspekte näher beleuchtet (vgl. Kap. 1.2.2). Die Graphik verbildlicht den starken Zusammenhang zwischen mentalen Modellen und dem Situationsbewusstsein, da Umgebungshinweise, Konzepte und Assoziationen mentale Modelle aktivieren, welche wiederum das Situationsbewusstsein beeinflussen (u.a. Endsley, 2000; Mogford, 1997; Sarter & Woods, 1991; vgl. Kap. 1.3.4).

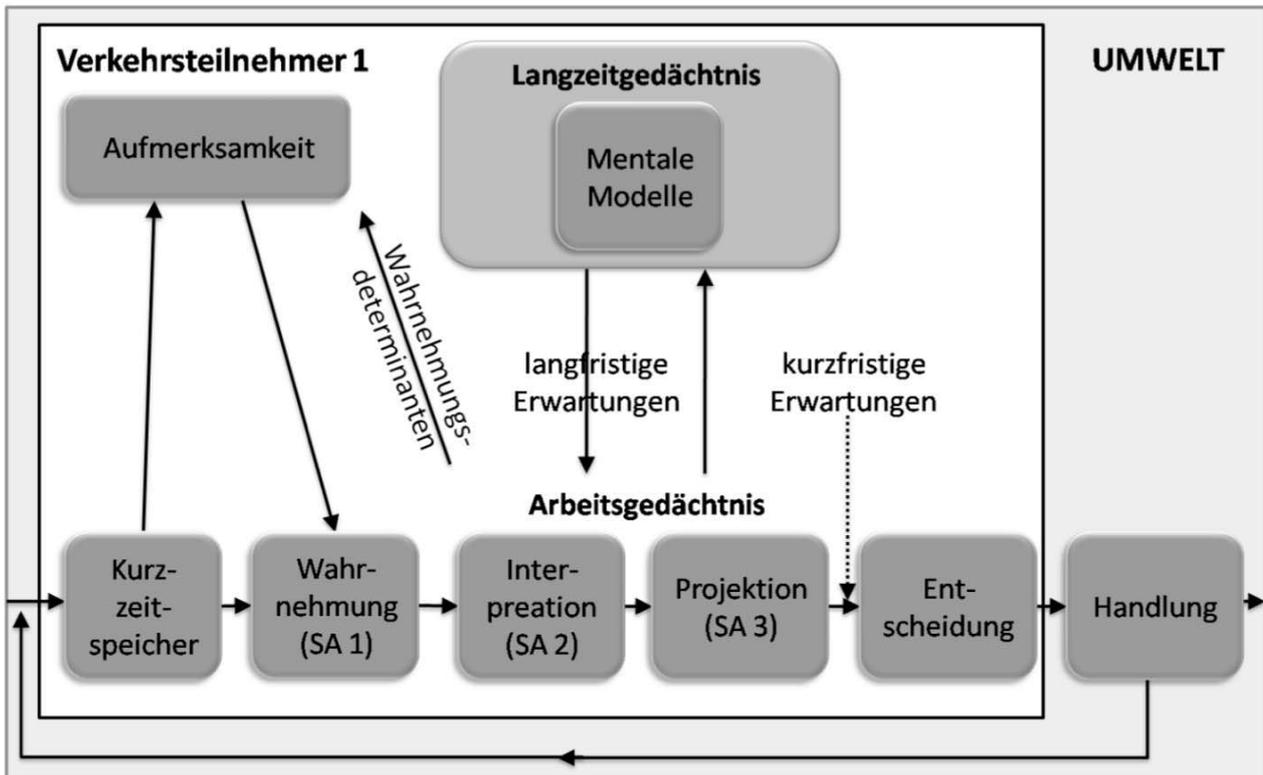


Abb. 16: Informationsverarbeitungsprozesse beim Autofahren in Anlehnung an Endsleys (1995) SA-Theorie (Graphik in Anlehnung an Houtenbos, 2005, p. 306).

Die in Abbildung 16 implementierten Erwartungen unterscheiden sich nach lang- und kurzfristigen Erwartungen. Die langfristigen (a priori) Erwartungen beruhen auf früheren Erfahrungen, der Fahrkultur oder auch auf dem Bildungsniveau. Kurzfristige (ad hoc) Erfahrungen basieren mehr auf der aktuellen Situation und dem vorliegenden Umfeld. Bei den langfristigen Erwartungen spielen insbesondere die bereits in Kapitel 1.3.2 beschriebenen Skripts oder Schemata innerhalb des mentalen Modells eine entscheidende Rolle (Houtenbos et al., 2005). Beispielsweise kann sich jeder Autofahrer sehr gut vorstellen, welches Fahrverhalten in einem verkehrsberuhigten Wohngebiet angebracht ist, d.h. welches Fahr-Skript aktiviert werden sollte. Demgegenüber gehören die entsprechenden kurzfristigen Erwartungen zwar auch zum gleichen Schema bzw. Skript, diese werden allerdings angereichert mit den aktuell wahrgenommenen Umfeldinformationen (z.B. spielenden Kindern am Straßenrand).

Im Anschluss an die internen Prozesse des Autofahrers als Reaktion auf die aktuelle Verkehrssituation kommt es zu einer Entscheidung zugunsten einer bestimmten Handlung. Solche Entscheidungsprozesse in Risikosituationen führen zu beobachtbaren Interaktionen im Straßenverkehrssystem und werden in Abbildung 17 näher erörtert (Houtenbos et al., 2005; Zimolong, 1982). In Abbildung 16 wurden die internen Prozesse eines exemplarischen

„Verkehrsteilnehmers 1“ visualisiert. In Abbildung 17 wird dieser Verkehrsteilnehmer wieder aufgegriffen und seine sowie die internen Prozesse eines „Verkehrsteilnehmers 2“ in einen interaktionellen Kontext gesetzt. Da es sich um eine verkürzte graphische Darstellung eines komplexen Modelles handelt, werden die internen Prozesse aus Abbildung 16 nachfolgend zwar unterstellt, jedoch nicht mehr visualisiert.

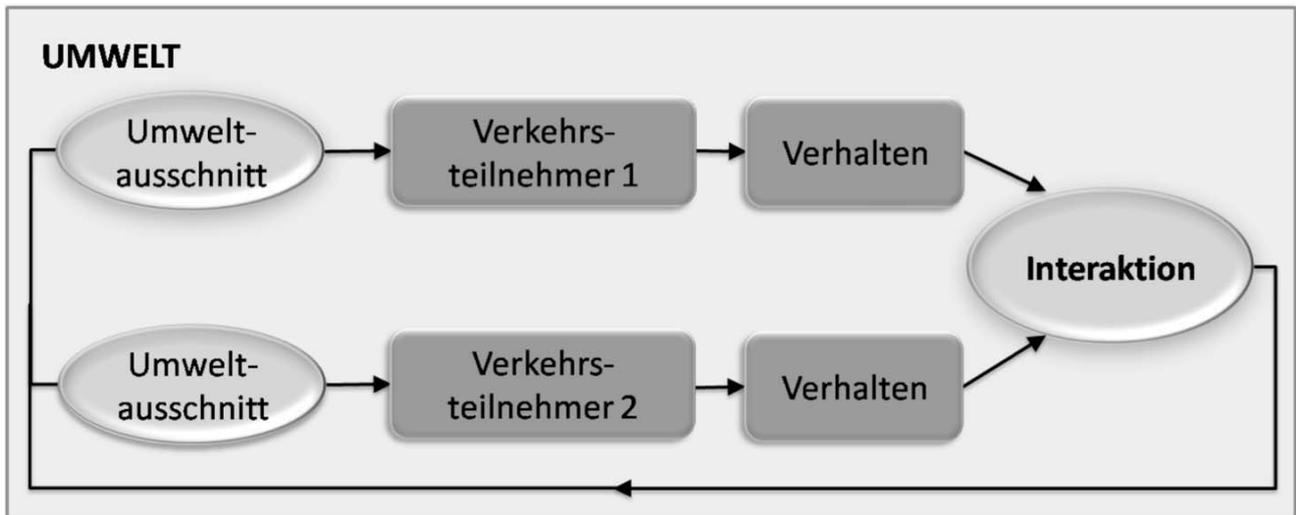


Abb. 17: Interaktionsprozesse beim Autofahren (Graphik in Anlehnung an Houtenbos et al., 2005, p. 305)

Bevor innerhalb dieses Kapitels konkret auf die Interaktion im Straßenverkehr eingegangen wird, werden zunächst die Begriffe Verkehrssituation, Fahrsituation und Fahrersituation voneinander abgegrenzt. Der Begriff der Verkehrssituation bezieht sich auf die objektiv gegebene lokale und temporale Konstellation der verkehrsbezogenen Parameter. Die Fahrsituation beschreibt den aus Sicht des Autofahrers generell wahrnehmbaren Ausschnitt der aktuellen Situation. Die Fahrersituation bezeichnet den Umweltausschnitt, welcher tatsächlich von der Verkehrssituation wahrgenommen wurde (vgl. Abb. 17). Die potentielle Diskrepanz zwischen objektiver Situation und subjektivem Erleben beschreibt Reichart (2001) folgendermaßen: „Die Fahrsituation als Ausschnitt der objektiven Verkehrssituation erfordert ein bestimmtes Handeln des jeweiligen Fahrers, wobei vielfach einige Alternativen bestehen. Das tatsächliche Handeln wird aber von der Fahrersituation geleitet. Fahrsituation und Fahrersituation müssen daher möglichst übereinstimmen. Abweichungen können zu Fehlhandlungen mit je nach den Umständen schweren Konsequenzen führen“ (ebd., S. 43).

Idealtypischerweise bewegt sich ein Autofahrer zur Erreichung seines Ziels mit einer gewissen Geschwindigkeit durch den Straßenverkehr, orientiert sich an Schildern, wird durch diese gelenkt

oder vor Gefahren gewarnt, trifft dabei auf viele andere Verkehrsteilnehmer und reagiert auf deren Verhalten mit einer angemessenen Reaktion. Dieser interaktionelle und kommunikative Charakter des Sozialsystems „Straßenverkehr“ wurde im vorangegangenen Modell (Abb. 17) vereinfacht dargestellt. Grundannahme des dargestellten Modells ist, dass die verschiedenen Verkehrsteilnehmer einen Ausschnitt der Verkehrsumwelt wahrnehmen, welcher durch die Filterprozesse der selektiven Aufmerksamkeit limitiert ist (vgl. Kap. 1.2.2). Anschließend reagiert der Fahrer auf die selektiv wahrgenommene Fahrsituation mit einem entsprechenden Fahrverhalten und produziert so eine Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern (Houtenbos et al., 2005; Thibaut & Kelley, 1986). Dabei sollte das individuelle Verhalten zwar durch rechtliche Normen festgelegt und gemäß der Straßenverkehrsordnung (StVO) eine geregelte und zwischenfallsfreie Interaktion seiner Einzelkomponenten (Fahrer, Fahrzeug, Situation) anstreben (Linneweber, 1997), jedoch kann das Fahrverhalten dabei ein breites Spektrum von partnerschaftlichen Handlungsweisen über Irrtümer bis hin zu unbeabsichtigten oder vorsätzlichen Regelmissachtungen annehmen (Zimolong, 1982).

Im Laufe dieses zweiten Hauptkapitels soll die interaktionelle Komponente des Straßenverkehrs aus zwei verschiedenen Perspektiven erörtert werden: zum einen soll die potentielle Voraktivierungswirkung diverser Verkehrsreize oder –hinweise dargestellt werden. Zum anderen werden die aufgrund der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern auftretenden sozialen Vergleichsprozesse näher beschrieben.

2.1 AUTOFAHREN ALS DYNAMISCHER VORAKTIVIERUNGSPROZESS

Der Autofahrer orientiert sich beim Steuern und Überwachen an zwei hinweisgebenden Systemen des Straßenverkehrs: dem primären und dem sekundären Informationssystem (Cohen, 1994b). Die primären Informationen stammen von realen Objekten im Straßenverkehr. Dazu gehören die Fahrbahn, die Verkehrskonstellation bestehend aus anderen Verkehrsteilnehmern und erkennbaren Gefahren oder Witterungsverhältnissen und deren Begleitumstände, wie z.B. Aquaplaning oder Nebel. Demgegenüber stehen die sekundären Informationen, welche als ein künstliches System mit Verhaltensregeln, Leuchtkörpern und symbolischen Botschaften aus Piktogrammen, Worten oder Markierungen den Verkehr regeln und den Fahrer u.a. warnen sollen (ebd.). Diese beiden Informationsquellen dienen dem Automobilisten „kommende Ereignisse zu antizipieren und die Fahrweise vorsorglich an die zu erwartende Konstellation im voraus anzupassen“ (Cohen, 1994b, S.

57; vgl. Kap. 1.3.4). Aus der Zusammenführung von primären und sekundären Informationen soll der Lenker seinen Wagen in einen optimalen Ist-Zustand bringen (ebd.). An dieser Stelle sei nochmals auf die in Kapitel 1.3.1 beschriebene semantische Organisation in natürliche und künstliche Objektklassen verwiesen, welche sich teilweise auch in der Unterscheidung zwischen primären und sekundären Informationssystemen wiederfindet.

Bewegt sich ein Fahrzeugführer durch die Verkehrsumwelt, so wird unterstellt, dass es zu einer kontinuierlichen Aktivierung mentaler Konzepte durch diverse Hinweisreize des primären bzw. sekundären Informationssystems kommt (Endsley & Garland, 2000; Collins & Loftus, 1975). Wird der Fahrer dabei wiederholt mit einem semantisch ähnlichen Reiz konfrontiert, sollte (im Sinne der Priming-Forschung) sowohl die Verarbeitung wie auch die Reaktion auf einen kongruenten Stimulus verbessert werden. Diese verhaltensbeeinflussende Wirkung der kontextkongruenten bzw. semantisch analogen Hinweisreize kann mit der Konzeptaktivierung innerhalb von semantischen Netzwerken (Collins & Loftus, 1975; Beller, 1971; vgl. Kap. 1.3.1) sowie des damit zusammenhängenden Primings beschrieben werden (Posner & Snyder, 1971; vgl. Kap. 1.3.5).

Im Interessenfokus des empirischen Teils dieser Arbeit steht die verhaltensbeeinflussende Voraktivierungswirkung von dynamischen und somit sozialdeterminierten Reizen des primären Verkehrssystems im Vergleich zu statischen Reizen des sekundären Verkehrsinformationssystems. Aus diesem Grund werden in den folgenden Unterkapiteln diese beiden Arten von Verkehrselementen separat betrachtet und dabei insbesondere deren (Voraktivierungs-) Wirkung auf das Fahrverhalten erörtert.

2.1.1 STATISCHE VERKEHRSELEMENTE ALS VORAKTIVIERUNGSREIZE

In Kapitel 1.3.5 wurde das Phänomen der Voraktivierung als Teil der kognitiven Verarbeitungsprozesse erläutert. In diesem Abschnitt sollen die dort gemachten theoretischen Angaben auf den Straßenverkehr und dabei insbesondere auf die Wirkungsweise von *Verkehrsschildern* als statische Verkehrselemente des sekundären Informationssystems übertragen werden.

Kraftfahrer sind einer massiven, visuellen Informationsflut ausgesetzt, welche sie aufgrund der limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten nicht bewältigen können (vgl. Kap. 1.2.2) und somit auf Veränderung des Verkehrsumfeldes oft nicht ausreichend vorbereitet sind. Um dieses Manko zu

umgehen, sind Verkehrsschilder eine unabdingbare Hilfestellung, um schnell, ressourcensparend, konzeptgesteuert und erwartungskonform auf diese Verkehrsveränderungen reagieren zu können (Martens, 2000; Theeuwes, 1995). Bevor diese potentielle Voraktivierungswirkung jedoch erläutert wird, folgen zunächst einige Anmerkungen zur Wahrnehmung und Erinnerung von Verkehrszeichen.

2.1.1.1 Wahrnehmung und Erinnerung von Verkehrszeichen

Verkehrszeichen werden in der Regel im peripheren Blickfeld auf der Netzhaut abgebildet, d.h. wir nehmen zunächst nur ein unscharfes Abbild wahr. Erst wenn sie fixiert werden, können wir den konkreten Inhalt erkennen (Schneider, 1995). Generell kann davon ausgegangen werden, dass visuelle Informationen über eine Abfolge von Fixationen mit einer durchschnittlichen Dauer von 100 ms bis 500 ms in den Verarbeitungsprozess gelangen (Potter, Staub, Rado & O'Connor, 2002). Zur einfachen Objektdetektion und -kategorisierung bedarf es einer Abfolge von Fixationen mit einer Gesamtdauer zwischen 150 ms und 250 ms (Sprenger, Schneider & Derkum, 1999). Untersuchungen zu Geschwindigkeiten im Straßenverkehr haben gezeigt, dass die Wahrnehmung von symbolischer Beschilderung oder Lichtzeichenanlagen einer Betrachtungsdauer von insgesamt mindestens 300 ms bedürfen (Velichkovsky, Sprenger & Unema, 1997, zitiert nach Koyuncu & Amado, 2008). Auch das Forscherteam Crundall und Underwood (2001) sehen eine Fixationsdauer von ca. 300 ms als die absolut untere Grenze an, um die visuelle Information von piktoralen Verkehrsschildern noch extrahieren zu können. Bezugnehmend auf die Schwierigkeit, geschriebene Beschilderung zu enkodieren, schwanken die ermittelten Fixationszeiten je nach Studie zwischen 550 ms und 750 ms (Crundall & Underwood, 2001) bzw. 500 ms und 1000 ms (Sprenger et al., 1999).

Eine Übersicht zu den Vor- und Nachteilen der unterschiedlichen, methodischen Analysen der Wahrnehmung und Erinnerung von Verkehrsschildern findet sich bei Martens (2000). Im Rahmen dieser zusammenfassenden Darstellung wird insbesondere die Wichtigkeit der aktiven Suche nach Verkehrsinformationen in den Vordergrund gestellt: Suchen Fahrer aktiv nach Informationen, so sind eine starke visuelle Kontrastierung zwischen Schild und Umfeld sowie die Größe des Schildes wichtige Faktoren bei der Wahrnehmung. Im Gegensatz dazu spielt für die Verkehrszeichenwahrnehmung bei nicht aktiv suchenden Autofahrern eher die Bedeutung des Schildinhalts eine entscheidende Rolle (ebd.).

Aufgrund des wahrnehmungsspezifischen Vorrangs des primären Informationssystems gegenüber des sekundären kann davon ausgegangen werden, dass Verkehrsschilder aufgrund ihres artifiziellen Charakters weniger als andere (natürliche) Objekte in den expliziten Wahrnehmungsraum gelangen und somit eher übersehen werden (Cohen, 1994b). Hughes und Cole (1986) zufolge werden die meisten Verkehrsschilder von Fahrern gar nicht wahrgenommen (vgl. auch Drory & Shinar, 1982). Eine Möglichkeit, um die Effektivität von Gefahrenwarnhinweisen im Straßenverkehr zu untersuchen, liegt in der Messung der Erinnerungsleistung bezüglich passierter Verkehrszeichen. In einer vielzitierten Untersuchung von Johansson und Backlund (1970) wurden Autofahrer, nachdem sie an Verkehrsschildern vorbeigefahren sind, angehalten und nach dem Inhalt des gerade passierten Verkehrszeichens befragt. Das aus dieser Untersuchung resultierende *Roadblock Paradigma* beschreibt das Phänomen, dass das gesamte Verkehrsschildsystem zu einem hohen Grad nicht ihren Zweck erfüllt, da es nur eine sehr geringe Erinnerungsleistung für Straßenverkehrszeichen gibt. Die Erinnerungsleistung schwankt je nach Art des Schildes von zwischen 6% und 75%, im Mittelwert 50% (Drory & Shinar, 1982; Johansson & Backlund, 1970; Milošević & Gajić, 1986).

Fraglich ist an dieser Stelle, inwieweit Verkehrsteilnehmer ein Schild bzw. dessen Inhalt tatsächlich wahrnehmen müssen, um adäquat reagieren zu können. Summala und Hietamäki (1984) konnten einen unbewussten bzw. automatischen Einfluss von Verkehrsschildern nachweisen: Fahrer veränderten ihr Verhalten (z.B. Geschwindigkeitsverringerung), ohne anzugeben, dass sie dies aufgrund eines vorherigen Verkehrsschildes getan haben (ebd.). Fisher (1992) führt an, dass es bei der Wirksamkeitsmessung von Verkehrsschildern in erster Linie nicht auf den korrekten Abruf (sog. recall), die Wiedererkennung (sog. recognition) oder die Bezeichnung ankommt, sondern auf das Maß, in welchem der „sign content affects drivers' preparedness for and subsequent responsiveness to events“ (ebd., p. 232). Es geht also nicht darum, ob ein Autofahrer sich im Nachhinein daran erinnern kann, z.B. das Gefahrzeichen „Wildwechsel“ gesehen zu haben, sondern ob die (wenn auch unbewusste) Wahrnehmung des Schildes dazu führt, schneller oder angemessener auf ein Reh, welches möglicherweise die Straße kreuzt, zu reagieren. Entsprechend konnte Fisher (1992) in seiner Untersuchung zur Reaktion auf Verkehrsschilder nachweisen, dass die Erinnerungsleistung an ein Verkehrsschild kein reliabler Indikator für eine gezeigte Geschwindigkeitsreaktion war. Seine Ergebnisse sind sogar äußerst kontraintuitiv: 44% der Fahrer konnten sich 100 Meter nach Passieren des relevanten Schildes nicht mehr an dessen Inhalt

erinnern und ca. ebenso viele haben ihre Geschwindigkeit im Verlauf dieser 100 Meter reduziert. Besonders interessant ist dabei, dass nur 25% der Fahrer, welche eine Geschwindigkeitsreduktion gezeigt haben, sich auch tatsächlich an das jeweilige Schild erinnern konnten (ebd.). Charlton (2004, 2006) postuliert in diesem Zusammenhang, dass Verkehrsteilnehmer Informationen (z.B. in Form von Hinweisreizen) über das jeweilige Verkehrsumfeld auf zwei verschiedenen Wegen erlangen: a) Informationen die explizit erkannt wurden und dessen Bedeutung bewusst wahrgenommen wurde und b) Informationen, die implizit und unbewusst wahrgenommen und erinnert werden und das Fahrverhalten somit automatisch beeinflussen.

Das Forscherteam Zwahlen und Schnell (1998) nimmt an, dass, je früher ein Verkehrsschild gesehen wird, desto länger hat der jeweilige Fahrer Zeit, die Information zu verarbeiten und je stärker sinkt die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls. Canfield (1999) führt an, dass Verkehrszeichen dann am effektivsten sind, wenn sie die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sie eine klare Botschaft ausdrücken und wenn sie genügend Zeit für eine geeignete Reaktion lassen. Somit ist eine notwendige Voraussetzung für die Prime- bzw. Voraktivierungswirkung von Verkehrsschildern zum einen die Wahrnehmung des Zeichens und zum anderen das Verstehen und Erinnern des Inhalts (ebd.). Aus diesem Grund wird anschließend näher auf den Bereich der Voraktivierungs- bzw. Prime-Wirkung von Verkehrsschildern eingegangen

2.1.1.2 Verkehrsschilder und ihre Voraktivierungswirkung

Die durch Verkehrszeichen übermittelte Information wird in der Literatur mit der Forschung um semantisches und repetitives Priming in Verbindung gesetzt (Charlton, 2006; Crundall & Underwood, 2001; Underwood et al., 2002a; Avant et al., 1996; Fisher, 1992). Im Fall von Gefahrenwarnhinweisen kann z.B. die Bremsreaktion voraktiviert sein, wenn dieses Verhalten durch ein vorausgehendes Warnschild erleichtert wird (Crundall & Underwood, 2001). Die vorbereitende Priming-Funktion von Verkehrsschildern wird durch die meist abstrakte Repräsentation einer anschließenden Gefahr und die damit verbundene Voraktivierung einer adäquaten Reaktion (z.B. Bremsen) erreicht (Canfield, 1999).

Verkehrszeichen dienen somit dazu, den Autofahrer und sein Verhalten auf die folgende Verkehrsgestaltung bzw. -situation einzustellen, indem sie die Reaktion auf eine erfordernde Aktion erleichtern (Edworthy & Adams, 1996; Underwood, Chapman, Bowden, & Crundall, 2002a; Macdonald & Hoffmann, 1991). Werden Fahrern Informationen z.B. bezüglich einer demnächst

auftauchenden Linkskurve oder eines Anstiegs geliefert, so wird davon ausgegangen, dass die motorische Antwort zur fehlerfreien Verhaltensausführung verbessert wird. Zeigt - wie im genannten Beispiel - ein Schild dem Fahrer symbolisch und standardisiert, wie sich die Strecke im anschließenden Straßenverlauf entwickeln wird, so basiert diese Verbindung zwischen einem einfachen Verkehrszeichen (z.B. Schilder vor Kurven oder einer Steigung) und des anschließenden Straßenverlaufs auf der in Kapitel 1.3.5 erläuterten Theorie zum repetitivem bzw. wiederholendem Priming (Potter & Faulconer, 1975; Sperber, McCauley, Ragain & Weil, 1979). Ohne eine Vorwarnung können Autofahrer ihr Fahrverhalten einer Gefahrensituation erst dann anpassen, wenn diese bereits in ihren Aufmerksamkeitsfokus gelangt ist (Traffic Signs Manual, 1986). Dadurch entsteht eine zeitliche Verzögerung der adäquaten Reaktion und somit eine Erhöhung des Unfallrisikos. Das Wissen über die künftige Verkehrssituation, welche durch die Gefahrenwarnhinweise dargeboten wird, führt zur Verringerung der Entscheidungs- und Reaktionszeit und somit zur Verbesserung der Verkehrssicherheit (Canfield, 1999).

Bei der (Priming-) Wirkung von Verkehrsschildern ist es nicht nötig, dass das bildhafte oder verbale Zeichen exakt der drohenden Gefahr entspricht, da dieses sonst teilweise überflüssige Informationen enthalten würde, welches den Verständnis- und somit den Verarbeitungsprozess verlängern würde. Der Vorteil symbolischer Warnschilder sollte nach Crundall und Underwood (2001) vielmehr in der verkürzten Darstellung der für ein sicheres Fahren benötigten Informationen gesehen werden. Eine standardisierte Symbolik ohne überflüssige Distraktoren kann einen hohen Grad an Antizipation erzielen, auch ohne die exakten physikalischen Nuancen der bevorstehenden Gefahr abzubilden (ebd.).

Nachdem die Wahrnehmung bzw. Erinnerung und die Priming-Wirkung der statischen Verkehrselemente des sekundären Informationssystems erläutert wurde, folgt im nächsten Abschnitt die dementsprechende Betrachtung der sozialdeterminierten Objekte des primären Verkehrsinformationssystems.

2.1.2 SOZIALDETERMINIERTE VERKEHRSELEMENTE ALS POTENTIELLE VORAKTIVIERUNGSREIZE

Das physikalische (Straßenverkehrs-) Umfeld besteht aus Reizeigenschaften (z.B. Größe und Farbe der Verkehrselemente, Abstand zu anderen Verkehrsteilnehmern), welche über den Wahrnehmungsapparat direkt zugänglich sind (Engel, 1971; Fiske & Taylor, 1991; Richter & Schlag,

2000). Das Kapitel 1.2.3.2 hat gezeigt, dass solche physikalischen Objekteigenschaften die Entdeckungswahrscheinlichkeit beeinflussen können. Im Hinblick auf die zu beantwortende Fragestellung geht es bei der Verkehrswahrnehmung jedoch weniger um physikalische Attribute, sondern im entscheidenden Maße um die inhaltliche Objektrelevanz bezüglich des aktuellen Verkehrsgeschehens (vgl. Kap. 1.2.3.3) sowie um Erwartungen des Betrachters bezüglich des jeweiligen Objekts (Fiske & Taylor, 1991; Cole & Hughes, 1984; Hughes & Cole, 1986; vgl. Kap. 1.3.3). Somit stehen im Straßenverkehr scheinbar nicht nur explizite, physikalische, sondern insbesondere auch implizite, sozialdeterminierte Reizeigenschaften im Wahrnehmungsfokus.

Im Rahmen dieser Arbeit findet sich vermehrt der Begriff der sozialdeterminierten Verkehrsobjekte. Dieser Terminus beschreibt dabei die Ansicht, dass die Verkehrsumwelt des jeweiligen Fahrers aus sozialen Situationen besteht. Diese sozialen Situationen sind charakterisiert durch das Vorhandensein von dynamischen und dabei insbesondere lebendigen Objekten, welche das Fahrverhalten des Individuums im interaktionellen Kontext beeinflussen können (vgl. Aronson, Wilson & Akert, 2008; Grabitz, 1985; vgl. Abb. 17). Die soziale Umwelt erstreckt sich auch auf Eigenschaften, die weder direkt wahrnehmbar noch objektiv klar beurteilbar sind. Aus proximalen Hinweisreizen müssen distale Dinge erkannt und interpretiert bzw. konstruiert werden (z.B. Risiko, Gefahr, Liebe, Verlust), obwohl sie eventuell nicht einmal objektiv existieren (Fiedler & Bless, 2003). Bei der dabei zugrunde liegenden sozialen Kognition spielt neben den kognitiven Prozessen ausdrücklich auch der soziale Charakter der Informationsverarbeitung eine entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass beispielsweise die Verarbeitung eines sozialen Stimulus (z.B. eines Fußgängers am Straßenrand) viel komplexer ist als die eines statischen bzw. unbelebten Gegenstandes (Fiske & Taylor, 1991).

Entsprechend der Gliederung in Kapitel 2.1.1 sollen auch in diesem Kapitel zunächst einige Angaben zur Wahrnehmung und anschließend zur potentiellen Voraktivierungswirkung der sozialdeterminierten Verkehrselemente folgen.

2.1.2.1 Wahrnehmung sozialdeterminierter Verkehrselemente

Im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte bildeten Menschen zeitsensible und daher oft überlebenswichtige Objektveränderungen Selektionskriterien aus, die insbesondere auf die Kontrolle von Lebewesen spezialisiert sind. Wie bereits erwähnt, führt diese Spezialisierung eher zu sozialdeterminierten Aufmerksamkeitspräferenzen bezüglich der Wahrnehmung (vgl. Kap. 1.2.3.3)

und Verarbeitung (vgl. Kap. 1.3.1.2) von biologischen als künstlichen Objekten oder Artefakten (Cosmides & Tooby, 2000; Farah & McClelland, 1991; Flores d'Arcais & Schreuder, 1987; Gonnermann et al., 1997; Grossman et al., 2006; New et al, 2007; Seidenstücker & Höger, 2006, 2007; Warrington & Shallice, 1984). Im Folgenden wird eine Change-Blindness-Studie vorgestellt, welche diese scheinbar sozialbestimmten Wahrnehmungs- und Reaktionsdifferenzen zwischen dynamisch-belebten und statisch-unbelebten Objekten auf den Bereich des Straßenverkehrs überträgt.

In einer auf den Ergebnissen der Visual Imagery-Studie (Höger et al., 2007; vgl. Kap. 1.2.3.3) aufbauenden Change-Blindness-Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob Veränderungen von sozialen und zeitsensiblen Verkehrselemente auch schneller detektiert werden, als Veränderungen bei statischen Verkehrsobjekten. Wie im Aufmerksamkeitskapitel erläutert, nehmen Menschen beim Betrachten von natürlichen Szenen viel weniger Informationen auf und erkennen Veränderungen somit viel schlechter, als dieses der subjektive Eindruck vermittelt (vgl. Kap. 1.2.2). Simons (2000a) formuliert dazu eine gewagte Hypothese über einen metakognitiven menschlichen Fehler: „We do not realize the degree to which we are blind to unattended and unexpected stimuli and we mistakenly believe that important events will automatically draw our attention away from our current task or goal“ (ebd., p. 154).

Wir bauen zwar eine dreidimensionale und scheinbar komplette interne Repräsentation auf, allerdings ist diese unvollständig oder sogar fehlerhaft. Menschen unterliegen einer Illusion, welche suggeriert, dass die Wahrnehmung ein komplettes Bild der Umwelt wiedergibt (Mack & Rock, 1998; O'Regan, 1992). Lassen wir unseren Blick z.B. über eine Szene schweifen, tauchen bestimmte Objekte in unserem Blickfeld auf und gleichzeitig verschwinden andere wieder. Blicken wir wieder zurück, haben wir den Eindruck, dass sich alle Objekte an ihrem Ausgangspunkt befinden und sich die Situation nicht verändert hat. Offensichtlich handelt es sich hier aber neben einer Wahrnehmungs- auch um eine ausgeprägte Gedächtnisleistung, denn der Mensch scheint die Umwelt als externes Gedächtnis zu nutzen (Dornhöfer et al., 2004). Diese Detailgenauigkeit der Szenenwahrnehmung kann insbesondere im Straßenverkehr dazu führen, dass gefahrenträchtige Situationsänderungen nicht oder zu spät wahrgenommen werden (Dornhöfer et al., 2004; Mack & Rock, 1998; Mast & Kosslyn, 2002, O'Regan, 1992, Simons, 2000a & 2000b). Der Fahrer wird blind für die Veränderung, da er die fehlenden Informationen durch Wissen, Erfahrung und den daraus resultierenden mentalen Strukturen ergänzt (vgl. Kap. 1.2).

Das *Flicker-Paradigma* stellt ein relativ einfaches Mittel dar, um dieses Change-Blindness-Phänomen zu untersuchen (Simons, 2000a, 2000b; Rensink, O'Regan & Clark, 2000). Wie die Abbildung 18 modellhaft zeigt, werden beim Flicker-Paradigma abwechselnd ein Ausgangsbild und dessen modifizierte Version eingeblendet, wobei zwischen der Darstellung der beiden Bilder ein Weißblitz (ein sog. *Blank*) erscheint.

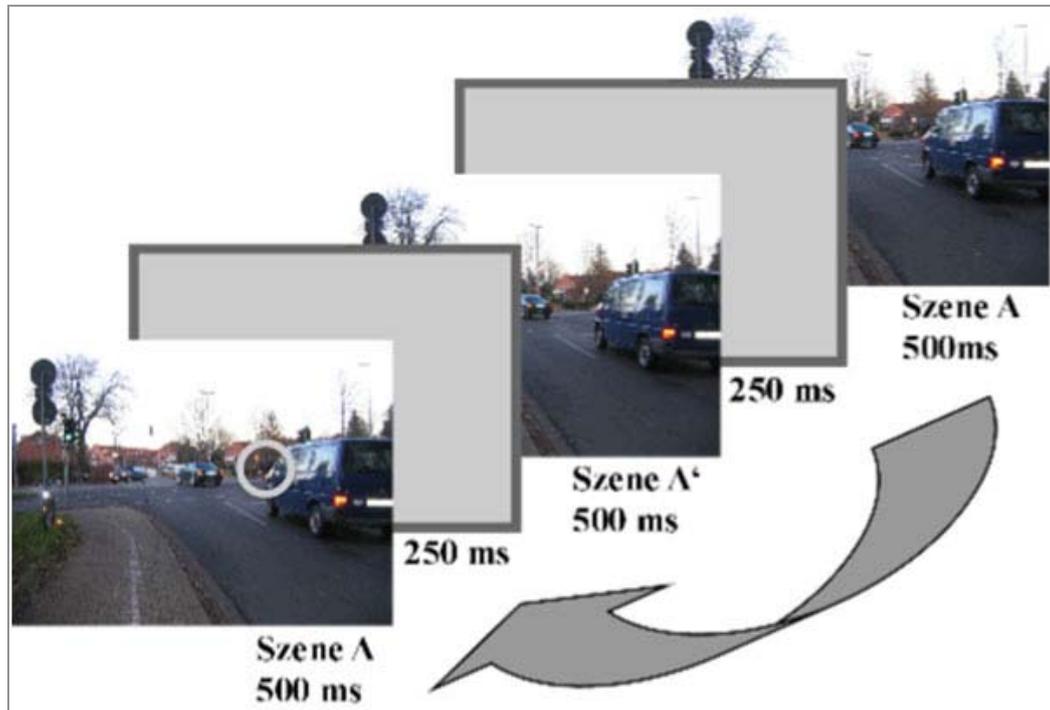


Abb. 18: Funktionsweise des Flicker-Paradigmas: zunächst erscheint ein Originalreiz (Szene A – mit Radfahrer vor dem VW Bus) und eine modifizierte Version dieses Stimulus (Szene A' – ohne Radfahrer) in zyklischer Abfolge (original – modifiziert – original – modifiziert – usw.). Zwischen den zwei aufeinanderfolgend dargestellten Stimuli wird der Blank als kurzer Störreiz eingeschoben (Seidenstücker & Höger, 2006; Höger & Seidenstücker 2006).

Normalerweise dient das Bewegungssignal eines Objektes dem Menschen als Hinweisreiz bzw. Cue für eine Veränderung (z.B. bei einer plötzlichen Helligkeitsveränderung oder kurzzeitigen Bewegungen in einem statischen Bild), da dieses Signal beim Betrachter zu einer Aufmerksamkeitslenkung führt (O'Regan, Deubel, Clark & Rensink, 2000). Der beim Flicker-Paradigma genutzte Blank bewirkt wie ein Lidschlag oder eine Sakkade eine Netzhautverdeckung bzw. eine temporale Empfindlichkeitsabsenkung und hilft so, lokale Hinweisreize auszuschalten. Ein solcher Blank wird in der empirischen Praxis für 80 ms bis 800 ms und die Fotos typischerweise für 200 ms bis 600 ms eingeblendet. Die Bilderserie wiederholt sich solange, bis der Unterschied vom Probanden entdeckt und angezeigt wird oder ein bestimmtes Zeitkriterium erreicht wird (O'Regan et al., 2000; Rensink, O'Regan & Clark, 2000; Simons, 2000a, 2000b).

Innerhalb der Change-Blindness-Studie von Seidenstücker und Höger (2006) wurde versucht, die Existenz der Veränderungsblindheit auf den Straßenverkehr zu übertragen, da u.a. dieses Phänomen als wahrnehmungsspezifische Unfallursache gesehen werden könnte (Dornhöfer et al., 2004; Höger, Seidenstücker & Marquardt, 2005; Pringle, Irwin, Kramer & Atchley, 2001). Möchte ein Autofahrer z.B. an einer belebten Kreuzung links abbiegen, so muss er sowohl den rückwärtigen als auch den entgegenkommenden Verkehr sowie alle weiteren Verkehrsteilnehmer (z.B. Fußgänger oder Radfahrer) beachten. Dieses bedeutet, dass der Fahrer z.B. nach links, rechts und wieder nach links schauen muss. Eine solche Betrachtungsweise lässt sich also direkt mit den Experimentalbedingungen des Flicker-Paradigmas vergleichen, denn der erste und zweite Blick nach links impliziert zwei (zeitlich auseinanderliegende) Fixationen zu potentiell sehr unterschiedlichen Szenerien. Die Entscheidung des Fahrers, loszufahren, könnte auf einer Erinnerung beruhen, welche aufgrund der ersten Betrachtung zustande gekommen ist, ohne eine mögliche situative Veränderung zu berücksichtigen. Doch nicht nur Kopfbewegungen können die Veränderungsblindheit im Straßenverkehr fördern. Die Sicht könnte auch durch Niesen, Zwinkern, verschmutzte Scheiben oder unübersichtliche Situationen eingeschränkt sein.

Die Ergebnisse der Change-Blindness-Untersuchung zeigen, dass eine verkehrspsychologische Hierarchie bezüglich der Objekte, welche von Verkehrsteilnehmern bevorzugt fokussiert werden, existiert. Lebendige Objekte, wie z.B. Fahrradfahrer oder Fußgänger stehen hierbei an erster Stelle, statische Objekte (z.B. Verkehrsschilder, Ampeln) besitzen abhängig von ihrer Salienz eher moderate Effekte. Auf Veränderungen der dynamischen Objekte, wie z.B. bei Fußgängern oder andere Fahrzeugen, wird schneller reagiert, als auf eine der Veränderung eines statischen Verkehrsobjektes (Seidenstücker & Höger, 2006). Dieser Sachverhalt wird darauf zurückgeführt, dass dynamische und somit zeitsensible Objekte mit einer höheren Wahrscheinlichkeit in den Wahrnehmungsraum der Probanden geraten und die Veränderungsentdeckung weniger auffälliger bzw. zeitlich relativ stabiler Objekte einer intensiveren visuellen Suche bedürfen (Cosmides & Tooby, 2000; Höger et al., 2007; New et al., 2007.). Im Verlauf dieser Arbeit wird von zeitsensibel in Bezug auf dynamische und dabei insbesondere lebendige Verkehrsobjekte gesprochen, da diesen ein größerer Einfluss auf die aktuelle Situationsentwicklung unterstellt wird als statischen (Cosmides & Tooby, 2000; Höger et al., 2007; New et al., 2007; Seidenstücker & Höger, 2006). Beispielsweise wird die Position eines Verkehrsschildes im Vergleich zu einem Fußgänger über eine bestimmte Zeitspanne konstant bleiben. Eine Bewegung des Fußgängers ist jedoch zu erwarten und kann zu

einer potentiellen Gefahr werden. Die folgende Abbildung 19 zeigt die sich aus den Befunden der Change-Blindness- bzw. auch der Visual Imagery-Untersuchung (Höger et al., 2007; vgl. Kap. 1.2.3.3) ergebende semantische Klassifikation von Elementen der Straßenverkehrs. Diese Klassifikation spiegelt auch die neurowissenschaftlich nachgewiesene Kategorisierung in biologisch- bzw. sozialdeterminierten und künstlichen Objekten sowie teilweise die Unterteilung der Verkehrsobjekte in primäre und sekundäre Informationssysteme wider (vgl. Kap. 1.3.1.2).

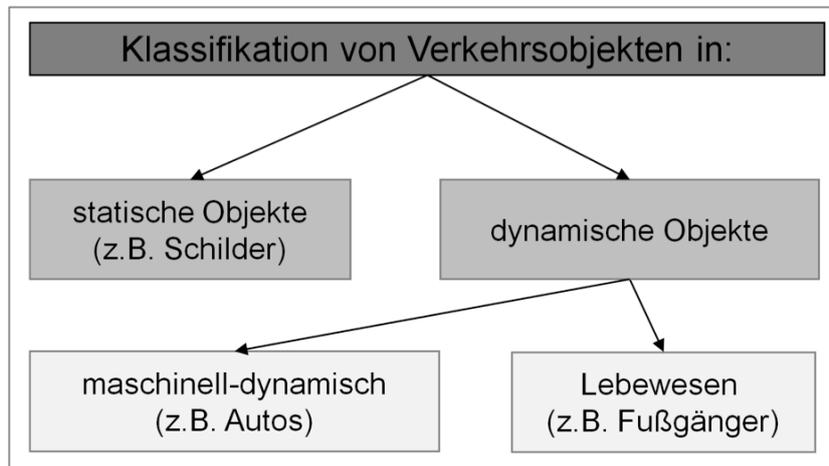


Abb. 19: Klassifikation von Elementen des Straßenverkehrs.

Das menschliche Wahrnehmungs- bzw. Aufmerksamkeitssystem unterliegt scheinbar stärker natürlich-ursprünglichen als technisch-modernen Prioritäten (Cosmides & Tooby, 2000; Höger et al., 2007; New et al., 2007; Seidenstücker & Höger, 2006). Nachdem dargestellt worden ist, dass Wahrnehmungspräferenzen bezüglich dynamischer bzw. sozialdeterminierter Verkehrsobjekte existieren, sollen im anschließenden Abschnitt theoretische Annahmen zur potentiellen verhaltensbeeinflussenden Wirkung des sozialen Umfeldes geäußert werden.

2.1.2.2 Annahmen zur potentiellen Voraktivierungswirkung des sozialen Umfeldes

Der im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Ansatz der Objektklassifizierung im Sinne der *Animate-Monitoring-Hypothese* (New et al., 2007) bildet die theoretische Grundlage für die vorliegende Fahr-simulationsuntersuchung. In bisherigen Untersuchungen zu dieser semantischen Klassifizierung von Objekten wurde jedoch nur der Nachweis einer Wahrnehmungspräferenz der sozialdeterminierten Verkehrsobjekte erbracht (Cosmides & Tooby, 2000; Höger & Seidenstücker 2006; New et al., 2007; Seidenstücker & Höger, 2006).

Die Fragestellung dieser Arbeit bezieht sich jedoch auf die Verhaltenskomponente, d.h. darauf, ob dynamische Verkehrsobjekte, welche als Hinweisreiz bezüglich einer nachfolgenden Gefahr fungieren, einen stärkeren verhaltensbeeinflussenden Effekt besitzen als statische. Wie Objekte generell als hinweisgebende Stimuli wirken bzw. ein bestimmtes Verhalten aktivieren können, wurde in Priming-Kapitel 1.3.5 erläutert. Bisher existieren jedoch noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen, welche dynamische bzw. sozialdeterminierte Objekte des Verkehrsumfeldes im Hinblick auf eine potentielle Voraktivierungswirkung analysieren. Aus diesem Grund sind die in diesem Abschnitt zu findenden Erklärungsversuche nur als theoretische Annahmen zu verstehen.

Im Abschnitt um die Wahrnehmung und Erinnerung von Verkehrszeichen wurde erwähnt, dass statische Verkehrsobjekte, wie z.B. Schilder wegen ihres künstlichen Charakters weniger als andere (natürliche) Objekte in den Wahrnehmungsraum des Autofahrers gelangen und somit eher übersehen werden (Cohen, 1994b; vgl. Kap. 2.1.1.1). Da sozialdeterminierte Verkehrselemente (z.B. ein Fußgänger) früher erkannt und länger angeschaut werden (Höger et al., 2007; Höger & Seidenstücker, 2006; Seidenstücker & Höger, 2006), kann gemäß der Aufmerksamkeitstheorien davon ausgegangen werden, dass die Verarbeitungstiefe bei diesen Objekten höher ist als bei anderen (Posner, 1980). Entsprechend den Ausführungen bezüglich der Priming- bzw. Voraktivierungsforschung wird unterstellt, dass die Wahrnehmungstiefe die Konzeptaktivierung positiv beeinflussen kann (vgl. Kap. 1.3.5).

Wirkt ein dynamisches Verkehrsobjekt als Hinweisreiz bezüglich einer folgenden Situationsveränderung, so kann von einem semantischen Priming ausgegangen werden. Dabei wird das Erkennen des Zielreizes dadurch erleichtert bzw. verbessert, dass der Prime semantisch oder kategorial mit dem Target-Reiz in Verbindung gebracht werden kann (Meyer & Schvaneveldt, 1971; Neely, 1977). Dieses könnte beispielsweise dann vorliegen, wenn ein Ball auf die Straße rollt und bei einem nahenden Autofahrer das Konzept „Kind läuft auf Straße!“ aktiviert wird.

Nachdem in diesem Kapitel die verschiedenen Verkehrselemente und deren potentielle Voraktivierungswirkung betrachtet worden ist, werden im folgenden Kapitel 2.2 soziale Vergleichsprozesse beschrieben und auf den Bereich des interaktionellen Straßenverkehrs übertragen.

2.2 SOZIALE VERGLEICHSPROZESSE IM STRAßENVERKEHR

Sind Menschen wilde Individualisten oder doch konformistische Wesen? Es wäre nicht verwunderlich, wenn die meisten Menschen antworten würden, dass sie natürlich keine konformistischen Wesen sind, sondern ihren individuellen Weg gehen. Wenn dem aber so ist, handeln Menschen dann ausschließlich auf Basis ihres Denkens oder nutzen sie zur Entscheidungsfindung auch das Verhalten anderer Personen als Orientierungshilfe? Nutzen Autofahrer das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer als Hinweis darauf, wie sie sich verhalten oder reagieren sollen? Diese und andere Fragen zur potentiellen Verhaltensbeeinflussung durch das soziale Umfeld sollen im Laufe dieses Kapitels beantwortet werden und dabei insbesondere auf Interaktionsprozesse des Straßenverkehrs übertragen werden. Bevor jedoch der Bereich der wahrgenommenen Überlegenheit des Egofahrers und die Verhaltensanpassung im Straßenverkehr näher betrachtet werden soll, folgen zunächst einige grundlegenden Annahmen und Theorien zu sozialen Vergleichsprozessen.

Menschen sind bestrebt, ihre eigenen Fähigkeiten zu verbessern und dies gilt umso mehr, wenn sie miteinander interagieren (Festinger, 1954; Groeger & Brown, 1989). In einem interaktionellen Umfeld kommt es stets zu sozialen Vergleichsprozessen und Auffassungen über das Selbst werden dabei in gravierendem Maße durch relevante Sozialstandards bestimmt. Diese Annahmen stellen die Basis für Festingers (1954) Haupthypothesen seiner *Theorie der sozialen Vergleichsprozesse*, welche sich folgendermaßen zusammenfassen lassen:

- Es besteht ein Motiv zur Evaluation eigener Meinungen und Fähigkeiten, um u.a. bestehende Unsicherheiten bezüglich des Selbst abzubauen.
- Stehen verschiedene Personen zum Vergleich zur Auswahl, wird die Person zum Vergleich herangezogen, die der eigenen Meinung bzw. den eigenen Fähigkeiten am ehesten entspricht (ebd.).
- Fehlen objektive Bewertungsmaßstäbe oder ist eine Situation mehrdeutig, so treten Vergleiche mit Fähigkeiten und Meinungen anderer auf (Baron, Vandello & Brunzman, 1996; Festinger, 1954).

In der vorliegenden Untersuchung wird eine Verkehrssituation simuliert, in welcher insbesondere das dritte Argument aufgegriffen wird. Dabei sollen objektive, d.h. intersubjektiv überprüfbare Informationen zum Straßenverlauf dem Probanden nur eingeschränkt zur Verfügung gestellt

werden, um so eine Unsicherheit hervorzurufen, welche wiederum zu einem sozialen Vergleich mit einem relevanten Objekt führen soll (vgl. Kap. 6.1).

Festingers Theorie gehört zu den älteren, jedoch noch immer sehr populären, vielzitierten, replizierten und erweiterten Theorien der Sozialpsychologie. Neuere Erkenntnisse der Konformitätsforschung limitieren dabei beispielsweise die letztgenannte Haupthypothese, da Studien aufzeigen konnten, dass Personen sich auch in Situationen mit objektiven Prüfgrößen an einem Gruppenverhalten oder -urteil orientieren und sich so an soziale Normen der Gruppe anpassen (Frey, Dauheimer, Pargé & Haisch, 1993; Miller & Prentice, 1996). Die Tendenz zur Adaptation von Meinungen bzw. Fähigkeiten steigt mit der Wichtigkeit der jeweiligen Meinungen oder Fähigkeiten sowie der perzipierten Attraktivität und der gefühlten Gruppenzugehörigkeit (Festinger, 1954, 2007; Thibaut & Kelley, 1986). Andere Modelle zum sozialen Vergleich setzen die Bedeutung der psychologischen Distanz des Selbst zum Standard in den Vordergrund (vgl. Lockwood & Kunda, 1997; Mussweiler, 2003). Die Distanz beeinflusst dabei die Richtung der Urteilsbildung: je größer der psychologische Abstand zwischen Selbst und Standard perzipiert wird, desto wahrscheinlicher treten Kontrasteffekte auf. Bei einer geringeren Distanz kommt es demgegenüber eher zur Assimilation. Daraus ergibt sich, dass die Konsequenzen des sozialen Abgleichprozesses hingegen früherer Erkenntnisse heute als flexibler und kontextgebundener beschrieben werden können (Lockwood & Kunda, 1997). Wie Verhalten beeinflusst werden kann und dass sich soziale Vergleichsprozesse auch im Straßenverkehr finden lassen (vgl. Delhomme, 1991), wird in den folgenden zwei Kapiteln erörtert. Dabei wird zunächst abweichendes Verhalten in Form von subjektiv-wahrgenommener Überlegenheit und anschließend die Verhaltensanpassung als Reaktion auf soziale Vergleiche erläutert.

2.2.1 PERZIPIERTE ÜBERLEGENHEIT DES EGOFÄHRERS

In Rahmen von Festingers Theorie der sozialen Vergleiche (1954) wurde bereits darauf hingewiesen, dass Menschen dazu tendieren, die eigene Meinungen und Fähigkeiten zu bewerten und dabei mit anderen zu vergleichen, um sich selbst - wenn möglich - in ein besseres Licht zu rücken. Vergleichsprozesse zwischen Individuen innerhalb eines vorliegenden Sozialgefüges haben gezeigt, dass das eigene Verhalten als normentsprechender wahrgenommen wird, als das anderer Personen innerhalb des Settings (Codol, 1975; Collins, 1996; Heady & Wearing, 1988; Messick, Bloom, Boldizar & Samuelson, 1985; Tetlock & Manstead, 1985). Der französische Forscher Jean-

Paul Codol (1975) bezeichnet dieses als "superior conformity of the self behavior" (ebd., p. 457) bzw. als *PIP-Effekt*, welche als Abkürzung für den lateinischen Ausdruck ‚Primus Inter Pares‘ steht und soviel bedeutet, wie der ‚erste oder beste unter Gleichen‘. Die Phänomene des sozialen Vergleichs, der Konformität und der Überlegenheit und somit Unterschiedlichkeit werden in der psychologischen Forschung oft als separate Konstrukte betrachtet, obwohl diese im Kern einen sehr gleichen sozialpsychologischen Prozess umfassen, welcher mit dem PIP-Effekt verlinkt werden kann (ebd.). In insgesamt 20 verschiedenen Experimenten strebt Codol (1975) nach einer theoretischen und experimentellen Limitation und Erklärung für dieses Verhalten. Im Rahmen dieser Studien sollten Probanden z.B. Stocklängen schätzen. Anschließend wurde ihnen die exakte Länge genannt und sie sollten ihr eigenes Schätzverhalten mit dem der anderen Versuchsteilnehmer vergleichen. Dabei überschätzten sie ihr eigenes Können und unterschätzten das der anderen. Codol (1975) beschreibt dieses Phänomen mit den folgenden Worten: „A slight downgrading would actually reflect the naive subjects’ desire to be the best" (ebd., p. 481).

Heady und Wearing (1988) gehen davon aus, dass Individuen einen „sense of relative superiority“ (ebd., p. 497) besitzen und daher glauben, dass ihre persönliche Leistung generell über der des Durchschnitts liegt (vgl. auch Collins, 1996). Wenn Autofahrer angeben, dass ihre Fahrfähigkeiten über denen des Durchschnittsfahrers liegen, so basiert diese Aussage meist auf der subjektiven Annahme, dass er oder sie sich in kritischen Situationen eher an Normen bzw. Regeln halten, in denen sehr gute Fahrqualitäten erfordert sind (Messick et al., 1985). Diese perzipierte Überlegenheit zum Durchschnitt konnte schon oft in internationalen Studien belegt werden (Groeger & Brown, 1989; Jungermann & Slovic, 1993; Näätänen & Summala, 1976; Sivak, Soler & Tränkle, 1989; Slovic, Fischhoff & Lichtenstein, 1977; Svenson, 1981). Groeger und Brown (1989) postulieren in diesem Kontext, dass dies zu einer mangelhaften Risikowahrnehmung führt und als eine primäre Unfallursache verstanden werden kann. Andererseits werden durch die Unterschätzung der anderen Verkehrsteilnehmer diese als Hauptrisiko im Straßenverkehr angesehen (ebd.). McCormick, Walkey und Green (1986) führen im Weiteren an, dass sich Autofahrer aufgrund dieser unrealistisch-positiven Einschätzung risikoreicher verhalten und somit eher Unfälle provozieren.

Da im empirischen Teil dieser Arbeit insbesondere das Geschwindigkeitsverhalten im Fahrsimulator einer sehr detaillierten Analyse unterzogen werden soll, wird die subjektive Überschätzung des Egofahrers nachfolgend auch am Beispiel der Geschwindigkeitswahl dargestellt.

In diesem Zusammenhang stellten neuseeländische Forscher in einer Studie aus dem Jahr 1998 fest, dass 90% aller untersuchten Autofahrer angeben, in 50 km/h Zonen langsamer zu fahren als dies der Durchschnitt tut (Walton & Bathurst, 1998). Zu ähnlichen Ergebnissen führte eine Studie von Haglund und Åberg (2000): Dabei gaben die befragten Autofahrer an, normalerweise genauso schnell oder sogar langsamer zu fahren als andere. Nur 12% gaben an, schneller zu fahren als andere Autofahrer (ebd.). Diese Ergebnisse sind eng mit dem von Codol (1975) entwickelten PIP-Effekt verbunden, bei welchem von einer perzipierten Überlegenheit zum Durchschnitt ausgegangen wird (vgl. auch Groeger & Brown, 1989; Jungermann & Slovic, 1993; Sivak et al., 1989; Slovic et al., 1977).

Im Rahmen seiner zahlreichen Experimente stößt Codol (1975) auf die Existenz eines elementaren Konflikts zweier parallel ablaufender Prozesse, welche sowohl kontradiktorisch als auch komplementär sind. Zum einen führt er das gerade beschriebene Streben nach sozialer Abgrenzung und Individualisierung an, welche u.a. zu einer wahrgenommenen Überlegenheit führen kann. Diesem stellt Codol andererseits das menschliche Bedürfnis nach sozialer Anpasstheit bzw. Konformität gegenüber, welche nachfolgend erläutert und auf den Straßenverkehr übertragen werden sollen.

2.2.2 VERHALTENSANPASSUNG IM STRAßENVERKEHR

Werden andere Personen als Informationsquelle angesehen, so kann das eigene Verhalten von dem des anderen gelenkt werden und wir erliegen dem Einfluss der Konformität. Sehr früh konnten diese Zusammenhänge in Konformitätsexperimenten bestätigt werden (vgl. Asch, 1951; Sherif, 1935). Als Konformität wird dabei die Verhaltensänderung aufgrund eines realen oder imaginierten Einflusses anderer beschrieben (Kiesler & Kiesler, 1969). Ein konfirmatorisches Verhalten tritt insbesondere in mehrdeutigen Situationen auf, weil diese bei den Individuen zu Unsicherheiten bezüglich der korrekten bzw. adäquaten Reaktion führen und die Individuen annehmen, dass die Interpretation bezüglich der Situation von anderen Beteiligten besser ist und somit helfen kann, dem Situationsverlauf angemessen zu handeln (Baron et al., 1996; Cialdini, 2009; Cialdini & Trost, 1998; Festinger, 1954; Frey et al., 1993; Miller & Prentice, 1996; Reno, Cialdini & Kallgren, 1993).

In der vorliegenden Fahrsimulationsstudie wird versucht, Anpassungstendenzen aufgrund des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer nachzuweisen. Dabei wird insbesondere das Geschwindigkeitsverhalten einer näheren Analyse unterzogen. Wie im vorangegangenen Kapitel soll daher auch das verkehrsbezogene Konformitätsverhalten am Beispiel der Geschwindigkeitswahl

dargestellt werden. Die *nicht angepasste Geschwindigkeit* zählt zu den Hauptunfallursachen auf deutschen Straßen (Vorndran, 2008), jedoch ist es schwer, Gründe der Geschwindigkeitswahl zu determinieren, da sie extrem vielschichtig und komplex sind. Die Geschwindigkeitswahl ist nicht allein auf den Fahrer und seine Persönlichkeitsstruktur sondern auch auf die physische und soziale Fahrumgebung zurückzuführen (Fildes, 1995). In der Literatur ist nur sehr wenig zum Einfluss des sozialen Umfeldes auf die Fahrgeschwindigkeit zu finden. Es konnte jedoch belegt werden, dass subjektive Normen – definiert als individuelle Wahrnehmung eines sozialen Drucks sich in einer bestimmten Art und Weise zu verhalten (Festinger, 2007) – eine Rolle bei der Geschwindigkeitswahl spielen (Åberg, Larsen, Glad & Beilinson, 1997; Haglund & Åberg, 2000; Parker, Manstead, Stradling, Reason & Baxter, 1992). So konnte die Forschergruppe um Åberg (1997) herausfinden, dass die perzipierte Fahrgeschwindigkeit anderer Autofahrer einen wichtigen Einfluss auf die eigene Geschwindigkeitswahl hat. Wenn Autofahrer nach den Gründen für ihre überhöhte Geschwindigkeit befragt werden, so geben diese oft an, dass sie sich so verhalten wollen wie andere Fahrer bzw. dass sie dem Verkehrsfluss folgen wollen (Haglund & Åberg, 2000). In einer Studie zur Wahl von Geschwindigkeiten im freifließenden Verkehr konnte die Tendenz nachgewiesen werden, dass Folgefahrzeuge ihre Geschwindigkeit an die des vorausfahrenden Fahrzeugs anpassen. Dieser Effekt ist sicher zu erwarten bzw. wird quasi erzwungen, wenn das vorausfahrende Fahrzeug sehr langsam ist. Der Effekt konnte allerdings auch dann nachgewiesen werden, wenn das vorausfahrende Fahrzeug sehr schnell war (Connolly & Åberg, 1993). Diese Verhaltensanpassung deutet darauf hin, dass die Geschwindigkeitswahl durch soziale Vergleichsprozesse mit dem anderen Auto determiniert ist (Åberg et al., 1997; Connolly & Åberg, 1993; Haglund & Åberg, 2000).

In diesem Zusammenhang sollte angeführt werden, dass Schätzungen bezüglich der Fahrgeschwindigkeit anderer Fahrzeuge relativ unpräzise sind. Durchschnittlich wird die Geschwindigkeit anderer Autofahrer ca. 8-10 km/h höher eingestuft als diese tatsächlich ist (Åberg et al., 1997). Die Tendenz, die gefahrene Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmer höher einzuschätzen als die eigene, kann als Erklärung herangezogen werden, warum es sehr häufig zu Geschwindigkeitsübertretungen kommt (Walton & Bathurst, 1998). Diese Überschätzung der Fremdgeschwindigkeit anderer kann dazu führen, dass Autofahrer Geschwindigkeitsüberschreitung als „normales“ Fahrverhalten ansehen und sich somit genötigt fühlen, ebenfalls zu beschleunigen, selbst wenn das andere Fahrzeug in Wirklichkeit gar nicht zu schnell fährt (Manstead et al., 1992).

EMPIRIE

3. EINLEITUNG ZUM EMPIRISCHEN TEIL DER ARBEIT

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die theoretischen Hintergründe dieser Arbeit erläutert wurden, folgt an dieser Stelle der empirische Teil. Dabei werden zunächst einige zentrale Annahmen sowie die Fragestellung dargestellt und anschließend ein kurzer Überblick zur Empirie gegeben.

3.1 ZENTRALE ANNAHMEN

Auf Basis der theoretischen Ausführungen bezieht sich die zentrale Annahme der vorliegenden Arbeit auf den unterschiedlichen wahrnehmungs- und handlungspsychologischen Einfluss statischer und dynamischer bzw. sozialdeterminierter Verkehrsobjekte auf das Reaktions- und Fahrverhalten im Straßenverkehr. Die Ausführungen des theoretischen Teils dieser Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Aus verkehrspsychologischer Perspektive lässt sich die Tätigkeit des Autofahrens u.a. als eine kontinuierliche Abfolge mentaler Konzeptaktivierung verstehen (vgl. Kap. 2.1).
2. Verkehrsrelevante Hinweis- bzw. Prime-Reize können Konzepte aktivieren, welche die Verarbeitung anschließend auftretender, semantisch analoger Stimuli beschleunigen (vgl. Kap. 1.3.5 & 2.1).
3. Dynamische bzw. sozialdeterminierte Hinweisreize (in Form von belebten Verkehrsobjekten) führen im Vergleich zu statischen Reizen zu einer stärkeren Voraktivierung mentaler Konzepte (vgl. Kap. 2.2).

3.2 PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG

Die zentrale inhaltliche Fragestellung dieser Arbeit ist die nach der Voraktivierungswirkung qualitativ unterschiedlicher Prime- bzw. Hinweisreize auf das Fahrverhalten von Autofahrern. Dabei interessiert insbesondere inwiefern das Wahrnehmungs- und Fahrverhalten von sozialen Interaktionselementen in Form anderer Verkehrsteilnehmer abhängig sein kann. Auf Basis der o.g. Annahmen werden folgende detaillierte Fragestellungen abgeleitet:

1. Hat die Qualität des Hinweisreizes (statisch-künstlich vs. dynamisch-natürlich) einen Einfluss auf deren antizipatorische Warnfunktion bzw. die verhaltenssteuernde Konzeptaktivierung?
2. Kann die konzeptaktivierende Disposition eines Hinweisstimulus im Sinne einer Warnfunktion (positives Priming) sich auch gegenteilig auswirken (negatives Priming)?

3.3 ÜBERSICHT ZUR FAHRSIMULATIONSSTUDIE

Ziel der Fahrsimulationsstudie war es, die Wahrnehmungs-, Interpretations- und Verhaltensunterschiede von Autofahrern innerhalb verschiedener Verkehrskontexte zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden zwei Experimente (Experiment I und Experiment II) mit insgesamt drei Szenarien (UV) im STISIM Simulator W100 programmiert (vgl. Kap. 5.2.3.1) und mit einer SMI iView Eyetracker H.E.D Blickbewegungsanlage kombiniert (vgl. Kap. 5.2.3.2). Die wichtigsten Fahrverhaltensparameter in beiden Experimenten waren die Unfallhäufigkeit, die Geschwindigkeit im kritischen Moment sowie das Reaktions- bzw. das Spurhaltevermögen. Diese abhängigen Variablen (AV) werden ausgiebig in Kapitel 5.3.1 (Experiment I) bzw. 6.3 (Experiment II) beschrieben.

Gemäß der Klassifikation der Verkehrselemente aus Abschnitt 2.1.2.2 unterscheiden sich im Verlauf der gesamten Untersuchung die Versuchsbedingungen durch das Auftreten eines statischen oder eines dynamischen Verkehrsreizes (vgl. Abb. 19), welcher die Interpretation bezüglich der anschließenden Verkehrssituation beeinflussen soll.

Im Interessenfokus von Experiment I stand insbesondere die Reaktion (z.B. Bremsmanöver) auf einen kritischen Stimulus mit bzw. ohne vorherige (positive) Warnung durch einen statischen (z.B. Gefahrenschild „Achtung! Spielende Kinder!“) oder dynamischen bzw. lebendigen Hinweisreiz. Experiment II behandelte das Geschwindigkeits- und Spurverhalten in Kurven, wobei ausschließlich der (potentiell negative) Einfluss des jeweiligen Hinweisreizes untersucht werden sollte. In Experiment II soll der sozialdeterminierte Hinweisreiz einen konträren Effekt gegenüber dem ersten Experiment erzielen, d.h. er soll das Fahrverhalten negativ beeinflussen, indem er die Gefahrensituation verharmlost dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es nötig, neben der Durchführung einer Fahrsimulationsstudie auch einen verkehrsspezifischen Fragebogen zu entwickeln. Dieser wird im Verlauf der Fahrsimulationsstudie benötigt, um potentielle Störgrößen bzw. Einflussfaktoren auf

die Blick- bzw. Verhaltensparameter aufdecken zu können. Die Fragebogenentwicklung wird im folgenden Kapitel beschrieben. Im Anschluss an die Beschreibung der Fragebogenkonstruktion werden die beiden durchgeführten Experimente separat und detailliert erörtert. Die sich aus den Fragestellungen ergebenden Hypothesen sowie die Ergebnisdarstellung und -diskussion können den jeweiligen Experimentalbeschreibungen entnommen werden. Im Anschluss daran folgt für jedes der beiden Experimente eine Interpretation der Ergebnisse.

4. FRAGEBOGENENTWICKLUNG UND SKALENGENERIERUNG

Sind schnelle Reaktionszeiten in der vorliegenden Fahrsimulationsstudie zwangsläufig durch das Auftauchen eines Target-Reizes bestimmt oder besteht auch die Möglichkeit, dass das Fahrverhalten durch interindividuelle Unterschiede im Aufbau der semantischen Netzwerke, durch persönliche Einstellungen zum Straßenverkehr oder durch ein verkehrspsychologisches Vorwissen determiniert sein könnten? Um solche Unsicherheiten aus dem Weg zu räumen und um potentielle Einflussfaktoren auf das Fahr- bzw. Blickverhalten aufdecken zu können, wird empfohlen, explizite Messinstrumente (z.B. Fragebogen) einzusetzen, deren Ergebnisse mit denen der Fahrsimulationsstudie abgeglichen werden können (vgl. Fiedler & Bless, 2003). Aus diesem Grund wurde ein speziell für diese Untersuchung konzipierter Fragebogen zu verkehrsbezogenen Einstellungen entwickelt. Das aktuelle Kapitel beschreibt die nötigen Schritte bis zum endgültigen Fragebogen.

4.1 FRAGEBOGENVORFORM

In Kapitel 1.1.2 wurde belegt, dass die Mehrheit aller Verkehrsunfälle auf Humanfaktoren zurückführbar ist. Elander, West und French (1993) zufolge sind dabei das fahrerische Können sowie der Fahrstil die Hauptkomponenten menschlichen Versagenspotentials. Während der Fahrstil eher durch Motive, Einstellungen und Persönlichkeit beeinflusst wird, bildet sich das Fahrkönnen durch Informationsverarbeitungsprozesse (vgl. Kap. 1.3) und motorische Fähigkeiten mit wachsender Fahrerfahrung aus. Der persönliche Fahrstil und die Fahrfertigkeiten interagieren und beeinflussen so gemeinsam das Unfallrisiko (Elander et al., 1993). Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt die Entwicklung einer Fragebogenvorform beschrieben. Auf Basis dieser Vorform soll anschließend ein reliabler und valider Fragebogen abgeleitet werden, welcher die einstellungsbedingten Einflussfaktoren auf das Fahr- bzw. Risikoverhalten abbilden kann.

4.1.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Merkmale, die den persönlichen Umgang mit dem Straßenverkehr und das damit verbundene Fahrverhalten beeinflussen, werden häufig mit dem Konzept des *Sensation Seekings* hergeleitet (Zuckerman, 1979, 1994). *Sensation Seeking* wird von Zuckerman (1994) als angeborenes *trait* bezeichnet, welches als ein Verlangen nach neuen, intensiven, ständig wechselnden und komplexen

Erlebnissen bzw. Erfahrungen beschrieben werden kann. Er definiert dieses Verlangen als "seeking of varied, novel, complex and intense sensations and experience and the willingness to take physical, social, legal and financial risk for the sake of such experience" (edb, p. 27). Hippius (1999) gibt an, dass es Korrelationen zwischen den Ausprägungen des Sensation Seekings, der Anzahl der Strafpunkte im Verkehrszentralregister, der persönlichen Höchstgeschwindigkeit und der Anzahl selbstverschuldeter Unfälle gibt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass Sensation Seeking als eine potentielle Begründung für riskantes Fahrverhalten gelten kann (Hippius & Joswig, 1999).

4.1.2 ENTWICKLUNG DER FRAGEBOGENVORFORM

Bei der Formulierung der Items des Vorfragebogens wurde sich u.a. an den vier relevanten Sensation Seeking-Skalen orientiert (Zuckerman, 1979, 1994), auf deren Basis u.a. auch der *Manchester Driving Behaviour Questionnaire* entwickelt wurde (Reason et al., 1990):

- *TAS*: Thrill and Adventure Seeking (Tendenz, Abenteuer und Spannung durch riskante und erregende Handlungen zu erzeugen; z.B. laute Musik hören und schnell fahren);
- *ES*: Experience Seeking (Neigung, bestimmte, durch einen nonkonformistischen Lebensstil induzierte Erfahrungen zu machen);
- *DIS*: Disinhibition (Affinität, sich durch soziale Aktivitäten bis hin zu enthemmenden Verhalten zu stimulieren) und
- *BS*: Boredom Susceptibility (Hang, sich schnell zu langweilen bzw. Abneigung gegenüber monotonen Situationen und ständige Ruhelosigkeit in diesen Situationen).

Wie in anderen Studien zur Untersuchung unfallbegünstigender Fahrverhaltensweisen (z.B. eine unangepasste Geschwindigkeit) konnte nachgewiesen werden, dass dieses defizitäre Verhalten u.a. durch eine erhöhte Risikobereitschaft (Groeger & Brown, 1989; Hippius & Joswig, 1999; Zuckerman, 1979) sowie durch eine Überschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten hervorgerufen werden kann (Groeger & Brown, 1989; Jungermann & Slovic, 1993; McCormick et al., 1986; Näätänen & Summala, 1976; Sivak et al., 1989; Slovic et al., 1977; Svenson, 1981; vgl. Kap. 1.1.2). Aus diesen theoretischen Grundüberlegungen und daraus abgeleiteten Instrumenten zur Messung riskanter Fahreinstellungen (vgl. Reason et al., 1990) sowie aus Gesprächen mit Fahrsicherheitsexperten des ADACs wurden für die Fahrsimulationsstudie relevante Situationen zusammengetragen und aus diesen Items formuliert, welche sich auf typische Verletzungen der Straßenverkehrsordnung beziehen und so die verkehrsbezogene Einstellung reflektieren können.

Zur Operationalisierung der persönlichkeitspsychologischen Aspekte des Autofahrers wurde insgesamt ein Itempool mit 40 sowohl positiv als auch negativ gepolten Items generiert. Anschließend wurden die Items drei Fahrsicherheitstrainern des ADAC sowie drei wissenschaftlichen Mitarbeitern in unterschiedlicher Reihenfolge vorgelegt. Diese sollten missverständliche, inhaltlich schwer voneinander zu unterscheidende oder unklar formulierte Items identifizieren und bei Bedarf modifizieren. Basierend auf diesen Ratings kommt es anschließend zur Zusammenstellung einer Fragebogenvorform bestehend aus den 23 Items, die von möglichst vielen Ratern als verständlich und sinnvoll eingestuft wurden. Anschließend wurde die Fragebogenvorform erstellt, indem die Items randomisiert angeordnet und mit einer fünfstufigen Likert-Skala mit den Kategorien „stimmt nicht“ bis „stimmt sehr“ (Schnell, Hill & Esser, 2008) sowie einer Instruktion versehen wurden.

4.2 METHODE

4.2.1 STICHPROBE

Insgesamt haben 200 Personen im Alter von 17 bis 75 Jahren ($M=29,04$; $SD=11,762$) den Vorfragebogen ausgefüllt. Das Fahrerfahrungsspektrum der Probanden war ziemlich weit gefächert, d.h. zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren manche Versuchspersonen erst seit einer Woche im Besitz eines Führerscheins und andere hatten diesen bereits seit 52 Jahren ($M=11,09$ Jahre; $SD=11,540$). Die Geschlechtsverteilung war sehr ausgeglichen, d.h. 49% der Befragten waren männlich und 51% weiblich. Im Weiteren steht dem Großteil der Probanden (82,5%) ein Fahrzeug zur freien Verfügung, aber nur 44,5% besitzen ein eigenes Auto. Durchschnittlich sind die Probanden insgesamt bereits rund 313.150 km ($SD=516.076$) und in den letzten 12 Monaten ca. 17.670 km ($SD=29.978$) gefahren. Die 200 Probanden beantworteten außerdem Fragen zur Anzahl und der Art bisheriger Unfälle (aktive und passive Unfälle), zu deren präferierter Geschwindigkeit, ihrer Lust am Autofahren und ihrer persönlichen Einschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten.

4.2.2 DURCHFÜHRUNG

Der Großteil der Fragebogenerhebung ($N=168$) fand im Rahmen von Lehrveranstaltungen am Institut für Wirtschaftspsychologie an der Leuphana Universität Lüneburg statt. Da es sich bei den dort befragten Personen um Studenten im Grundstudium handelte, waren diese meist relativ jung ($M=23,54$ Jahre; $SD=4,38$). Um den Vorfragebogen auch von erfahrenen Autofahrern ausfüllen zu

lassen, wurden zum einen Lüneburger Fahrlehrer und zum anderen ADAC-Fahrsicherheitstrainer sowie Berufsautofahrer (z.B. Taxi- oder LKW-Fahrer) für die Teilnahme an der Befragung gewonnen. Diesen fahrerfahrenen Probanden wurde der Vorfragebogen u.a. an ihrem Arbeitsplatz vorgelegt. Das Ausfüllen des Vorfragebogens dauerte ca. 15 Minuten.

4.3 ERGEBNISSE

Zur Konstruktion der Fragebogen-Endform werden nachfolgend zwei Schritte durchgeführt: Im ersten Schritt wird die Dimensionalität faktoranalytisch ermittelt und anschließend wird die psychometrische Qualität der ermittelten Fragebogenskalen mithilfe einer Reliabilitäts- und Itemanalyse bestimmt.

4.3.1 FAKTORENANALYSE: KONSTRUKTVALIDITÄT

Die Fragebogenangaben der 200 Versuchspersonen wurden einer item- und skalenanalytischen Überprüfung unterzogen, um so die faktorielle Struktur der ausgewählten 23 Items zu ermitteln und die Testendform für die Fahrsimulationsstudie zu generieren. Generelles Ziel einer Faktorenanalyse ist die „Entdeckung von untereinander unabhängigen Beschreibungs- und Erklärungsvariablen“ (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2006, S. 260). Da es sich hierbei um eine explorative Itemanalyse ohne konkrete Vorannahmen bezüglich der Datenstruktur handelt, ist von besonderem Interesse, ob den Annahmen zur Verkehrseinstellung auf Basis der einschlägigen Literatur sowie der Expertengespräche eine Ein-Faktor- oder eine Mehr-Faktoren-Lösung der Skalenbildung zugrunde liegt.

In dem hier vorliegenden Fall wurde das Faktorextraktionsverfahren der Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, welche darauf abzielt eine möglichst umfassende „Reproduktion der Datenstruktur durch möglichst wenige Faktoren“ zu erreichen (Backhaus et al., 2006, S. 292). Über die Anzahl der gebildeten Faktoren entscheidet in diesem Fall das sog. Kaiser-Kriterium, welches als Mindestanforderungskriterium bei Faktorenanalysen angesehen werden kann. Im Sinne dieses Kriteriums sind nur solche Faktoren aussagekräftig, welche mehr Varianz aufklären als eine Ursprungsvariable. Daher werden von SPSS nur die Faktoren extrahiert, welche einen Eigenwert von größer 1 aufweisen (Schnell et al., 2008; Backhaus et al., 2006). Die durchgeführte Faktorenanalyse zeigt, dass sich sechs Faktoren mit einem Eigenwert über 1 ergeben. Der erste Faktor klärt dabei 22,68% (Eigenwert= 5,215), der zweite 15,89% (Eigenwert= 3,655), der

dritte 7,60 % (Eigenwert= 1,749), der vierte 5,69 % (Eigenwert= 1,309), der fünfte 5,28% (Eigenwert= 1,215), der sechste 5,06 % (Eigenwert= 1,163) der Gesamtvarianz auf.

Einer Faktorenanalyse wird stets unterstellt, dass für eine Korrelation zwischen zwei Variablen (z.B. zwischen den Items „Meistens fahre ich dicht auf.“ sowie „Manchmal provoziere ich bewusst riskante Fahrsituationen.“) eine hinter diesen beiden Items liegende hypothetische Größe oder ein Konstrukt verantwortlich ist, welche das jeweilige Antwortverhalten beeinflussen. Diese Korrelationen werden als Faktorladungen bezeichnet (Backhaus et al., 2006; Bühl, 2006; Clauß, Finze & Partzsch, 1999; Schnell et al., 2008). Bei zu niedriger Faktorladung oder bei ähnlicher Ladungshöhe auf zwei verschiedenen Faktoren besteht aufgrund subjektiver Beurteilungen die Gefahr einer Uneindeutigkeit der Zuordnung (Backhaus et al., 2006; Bortz, 2004; Bühl, 2006). Um diese Fehlerquelle zu limitieren, wurden Variablen von der weiterführenden Untersuchung ausgeschlossen, welche einen Faktorladungswert von kleiner bzw. gleich .50 annehmen (vgl. Backhaus et al, 2006, Lienert & Raatz, 1998). Im Weiteren wurden Items eliminiert, welche auf mehr als einem Faktor hoch laden, da bei Test- bzw. Fragebogenkonstruktionen u.a. ein faktoriell-homogener Subtest erzielt werden soll (Lienert & Raatz, 1998). Da insgesamt vier Items eine Faktorladung von unter .50 aufwiesen und/oder teilweise auf mehreren Skalen luden und sich somit nicht eindeutig zuordnen ließen, mussten diese Items des Vorfragebogens von weiteren Analysen ausgeschlossen werden.

Bevor auf die ermittelten Kennwerte der sechs Subskalen eingegangen werden soll, folgt an dieser Stelle eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse der Hauptkomponenten- und der Itemanalyse (vgl. Tabelle 3). Aus Platzgründen wird darauf verzichtet, die Faktorladungen der verbleibenden Items für jede der Subskalen aufzuführen. Nachfolgend werden nur jene Item dargestellt, welche am höchsten auf der jeweiligen Subskala laden und dabei eine Faktorladung von mindestens .50 aufweisen. Im Anschluss an die Faktorenanalyse wurden die einzelnen Faktoren bzw. Skalen im Rahmen einer Reliabilitätsanalyse näher betrachtet.

Tabelle 3: Ergebnisse der Hauptkomponenten- und Itemanalyse für die Fragebogenkonstruktion.

Skala/Faktor (Cronbachs α)	Faktorladung	r_{it-i}
Skala 1 ($\alpha=.760$)		
14. Ich fluche oft beim Autofahren	.675	.522
16. Ein gewisser Nervenkitzel gehört für mich zum Autofahren dazu.	.677	.568
17. Auf Landstraßen behindern mich oft Autofahrer, die zu langsam fahren.	.653	.533
18. Wenn die Strecke frei ist, gebe ich gern Gas.*	.688	.552
22. Wenn sich die Möglichkeit bietet, andere Autofahrer zu überholen, nutze ich diese.	.700	.504
Skala 2 ($\alpha=.859$)		
4. Hohes Verkehrsaufkommen verunsichert mich.	.715	.607
9. Fahren mit fremden Autos bereitet mir Unbehagen.	.864	.797
21. Wenn ich mit unbekanntem Fahrzeugen fahre, fühle ich mich unsicher.	.856	.809
Skala 3* ($\alpha=.612$)		
1. Meiner Meinung nach werden „Verkehrssünder“ in Deutschland viel zu hart bestraft.	.626	.344
2. Beim Autofahren höre ich meist laute Musik.	.558	.432
8. Für mich ist Autofahren ein gutes Mittel gegen Langeweile.	.537	.360
13. Geschwindigkeit und Leistung sind für mich die wichtigsten Merkmale eines Autos.	.506	.442
Skala 4* ($\alpha=.704$)		
5. Im Auto fühle ich mich sicher.	.560	.430
11. Beim Autofahren kann ich mich sehr gut entspannen.	.769	.518
23. Ich finde Autofahren anstrengend.	-.836	.631
Skala 5* ($\alpha=.634$)		
6. In Gefahrensituationen reagiere ich angemessen.	.740	.467
12. Ich habe das Gefühl, stets die Kontrolle über mein Fahrzeug zu haben.	.716	.467
Skala 6* ($\alpha=.538$)		
10. Ich muss leider zugeben, dass ich schon mal ziemlich betrunken Auto gefahren bin.	.739	.384
20. Ich halte mich strikt an Verkehrsregeln.	-.621	.384

Anmerkungen: Ladungen $< .50$ sind der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt; r_{it-i} =Trennschäfte; Angaben zu Cronbach's Alpha beziehen sich auf den Wert vor Ausschluss der Items mit einem Trennschärfekoeffizienten außerhalb des Idealbereichs. Skalen, welche mit einem * gekennzeichnet sind, wurden aus der Endfassung des Fragebogens entfernt. Die Nummer vor dem jeweiligen Itemtext gibt die Position innerhalb der Fragebogenvorform an.

4.3.2 **RELIABILITÄTSANALYSE: SKALENKENNWERTE**

Bei der durchgeführten Reliabilitätsanalyse werden die grundlegenden psychometrischen Kennwerte, d.h. die Itemschwierigkeit und anschließend die Trennschärfe berechnet. Zur Ermittlung der Reliabilität der Skala wurde Cronbach's Alpha für die einzelnen Subskalen ermittelt.

4.3.2.1 **Statistische Hintergrundüberlegungen**

Das in der empirischen Sozialforschung wohl am häufigsten applizierte Reliabilitätsmaß ist Cronbach's Alpha als ein Maß der "internen Konsistenz" oder der "mittleren statistischen Korrelation" der Items einer Skala (Eckstein, 2008, S. 299). Eckstein (2008) weist darauf hin, dass in der einschlägigen Literatur sehr unterschiedliche Norm- und Richtwerte zur Prüfung für die interne Konsistenz verwendet werden. Die genannten Mindestanforderungen schwanken zwischen einem Alphawert von mindestens 0,5 bis zu einem Wert von mindestens 0,8 (Caplan, Naidu & Tripathi, 1984; Eckstein, 2008; Nunnally, 1978). Nunnally (1978), welcher in der einschlägigen Fachliteratur sehr häufig als Maßstab zitiert wird, fordert als Mindestanforderungswert für Alpha einen Wert von .07. Für die anschließende Analyse der Subskalen wird dieser strenge Akzeptanzwert zugrunde gelegt.

4.3.2.2 **Kennwerte der Subskalen**

Der Tabelle 3 können die Ergebnisse der Hauptkomponenten- und der Itemanalyse entnommen werden. Nachfolgend werden nun die ermittelten Kennwerte der Subskalen (Faktor 1 bis 6) beschrieben und die Eliminierung bzw. der Ausschluss diverser Faktoren bzw. Items detailliert beleuchtet.

Faktor 1: Aufgrund der verwendeten fünfstufigen Likert-Skala sollte sich die gemittelte Antwort im Bereich zwischen 1,5 und 3,5 bewegen. Aufgrund der schlechten Itemschwierigkeit des Items 18 („Wenn die Strecke frei ist, gebe ich gern Gas.“) mit einem Wert von 3,64 muss dieses Item von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen werden. Durch den Ausschluss des Items wird der Alpha-Wert von .760 auf .711 verringert. Die verbleibenden Items in Faktor 1 weisen mittlere Trennschärfekoeffizienten zwischen .504 und .568 auf und können somit auch weiterhin der Skala zugewiesen werden. Die Items dieser Skala beschreiben generell eine Tendenz zu aggressiver Interaktion im Straßenverkehr oder zu risikobehaftetem Fahrverhalten. In der Hauptuntersuchung

dieser Arbeit wird die Skala 1 daher als *Risikobereitschaft* bezeichnet. Die der Skala zugrundeliegenden Items sind in Kapitel 4.3.3 aufgelistet.

Faktor 2: Die Itemschwierigkeiten der gesamten Skalenitems liegen mit Werten zwischen 2,11 und 2,44 im optimalen Bereich. Auch die Trennschärfe mit Werten zwischen .607 und .809 weisen hohe bis sehr hohe Korrelationen auf. Aus diesen Gründen kann die Gesamtskala mit einem ebenfalls sehr hohen Cronbach's Alpha von .859 komplett übernommen werden und es müssen keine Items ausgeschlossen werden. Im Verlauf der weiteren Untersuchung werden die Items der gesamten Skala umcodiert, so dass eine hohe Merkmalsausprägung *Sicherheit* indiziert. Items dieser Skalen vereint die inhaltliche Tendenz zu einer sicherheitszentrierten Verkehrs- und Fahrzeugwahrnehmung und aus diesem Grunde trägt die Skala 2 auch den Titel *Sicherheitsgefühl*. Die der Skala zugrundeliegenden Items sind in Kapitel 4.3.2.3 aufgelistet.

Faktor 3: Die Itemschwierigkeiten liegen zwischen 1,63 und 3,04 und somit im idealen Bereich. Cronbach's Alpha erfüllt mit einem Wert von .612 nicht die Mindestanforderung und somit muss die Skala 3 von weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden.

Faktor 4: Cronbach's Alpha liegt mit einem Wert von .704 im akzeptablen Bereich. Allerdings weisen zwei der drei Items der Skala 3 zu hohe Itemschwierigkeiten auf: Item 5 („*Im Auto fühle ich mich sicher.*“) mit einem Wert von 3,71 und das umcodierte Item 23 („*Ich finde Autofahren anstrengend.*“) mit einem Wert von 4,03. Dies bedeutet, dass gleichgerichtete Antworttendenzen zu verzeichnen waren. Da die Beantwortung der Items zu einfach war (vgl. Lienert & Raartz, 1998), wird die gesamte Skala von weiteren Analysen ausgeschlossen.

Faktor 5: Für die Skala 5 ist die Mindestanforderung an Cronbach's Alpha mit einem Wert von .634 nicht mehr gewährleistet. Des Weiteren weisen die zwei Items der Skala 5 zu hohe Itemschwierigkeiten auf: „*In Gefahrensituationen reagiere ich angemessen.*“ (Item 6) 3,84 und „*Ich habe das Gefühl, stets die Kontrolle über mein Fahrzeug zu haben.*“ (Item 12) 3,90. Daher wird die gesamte Skala von weiteren Analysen ausgeschlossen.

Faktor 6: Die Tatsache, dass die Itemschwierigkeit für beide Items dieser Skala im idealen Bereich (1,78 und 2,63) liegt, kann außer Acht gelassen werden, da der ermittelte Cronbach's Alpha-Wert von .538 nicht den Mindestanforderungen entspricht und die gesamte Skala somit von weiteren Analysen ausgeschlossen wird.

4.3.3 FRAGEBOGENENDFORM

Gemäß den vorangegangenen Ausführungen zur Analyse der Fragebogenvorform mussten diverse Items (z.B. mit extremer Schwierigkeit bzw. mit unbefriedigender Trennschärfe) sowie ganze Skalen mit einer zu geringen internen Konsistenz aus dem finalen Fragebogen ausgeschlossen werden. Der in der anschließenden Fahrsimulationstudie verwendete Fragebogen enthält somit sieben Items in zwei Skalen, welche gemeinsam eine Gesamtvarianz von 39% aufklären. Damit liegt dieser Wert im üblichen Rahmen von Fragebögen im Bereich der Persönlichkeitspsychologie (Brickenkamp & Brähler, 2002). Im Folgenden sind die Faktoren bzw. Skalen der Fragebogenendversion mit deren verbalen Bezeichnungen und den zugehörigen Items tabellarisch aufgelistet:

Tabelle 4: Geprüfter Kurzfragebogen zur persönlichen Einstellung zum Autofahren

Skala 1: Risikobereitschaft	
Skalenkennwerte:	Ich fluche oft beim Autofahren ($r_{it-i}=.522$)
- Anteil der aufgeklärten Varianz: 23%	Wenn sich die Möglichkeit bietet, andere Autofahrer zu überholen, nutze ich diese ($r_{it-i}=.504$).
- Cronbach's Alpha: .711	Ein gewisser Nervenkitzel gehört für mich zum Autofahren dazu ($r_{it-i}=.568$)
	Auf Landstraßen behindern mich oft Autofahrer, die zu langsam fahren ($r_{it-i}=.533$)
Skala 2: Sicherheitsgefühl	
Skalenkennwerte:	Hohes Verkehrsaufkommen verunsichert mich ($r_{it-i}=.607$).
- Anteil der aufgeklärten Varianz: 16%	Fahren mit fremden Autos bereitet mir Unbehagen ($r_{it-i}=.797$)
- Cronbach's Alpha: .859	Wenn ich mit unbekanntem Fahrzeugen fahre, fühle ich mich unsicher ($r_{it-i}=.809$).

Anmerkungen: Der Klammerausdruck nach jedem Item stellt die Trennschäfte r_{it-i} dar.

Neben den Skalen *Risikobereitschaft* und *Sicherheitsgefühl* enthält der Fragebogen, welcher in der Fahrsimulationstudie eingesetzt werden soll, auch allgemeine, soziodemographischen Fragen zu Alter, Geschlecht usw. sowie Fragen bezüglich der Fahrerfahrung. Dabei wurde u.a. nach der

Anzahl der zurückgelegten Kilometer (insgesamt und in den letzten 12 Monaten), der Dauer des Führerscheinbesitzes und der Unfallhistorie gefragt. Im Weiteren enthält der Fragebogen auch Kontrollitems bezüglich der Erfahrungen im Umgang mit Computerspielen sowie Evaluationsitems zum Fahrsimulationsexperiment und den verwendeten Verkehrsszenen. Der gesamte Fragebogen inklusive der im Anschluss an die Fahrsimulationsfahrt gestellten Evaluationsitems ist in Anhang A dieser Arbeit zu finden.

4.4 DISKUSSION DER FRAGEBOGENENTWICKLUNG

Ausgehend von der in der Literatur und in Expertengesprächen beschriebenen unfallkritischen Verhaltensdispositionen wurde ein Fragebogen zur Messung risikoreicher Verhaltensweisen und zum empfundenen Sicherheitsgefühl im Straßenverkehr konstruiert (vgl. Brickenkamp & Brähler, 2002). Die gewonnenen Resultate belegen die Eignung der hier vorgestellten zwei Skalen (Risikobereitschaft & Sicherheitsgefühl im Straßenverkehr) zur Messung fahrverhaltensrelevanter und unfalldisponierter Einstellungen. Die ermittelten Faktoren erlauben somit eine detaillierte und facettenreiche Darstellung der verschiedenen Fahrer, ohne dabei das Ziel der Fragebogenkürze bzw. -effizienz aus dem Auge zu verlieren. Für die empirische Untersuchung der Probanden ist es von großem Vorteil, die Vielzahl der Fragebogenitems bzw. Einstellungsvariablen auf wenige, allerdings relevante Einflussfaktoren zu reduzieren (vgl. Backhaus et al, 2006).

Hauptziel der Generierung einer Endform des Fragebogens war daher die Herausbildung einer explorativ gebildeten Faktorenstruktur und die Reduzierung des Gesamtumfangs, um die Bearbeitungszeit zu minimieren (Brickenkamp & Brähler, 2002). Bedingt durch die Verringerung der Faktorenanzahl und die damit erzielte Variablenverdichtung geht mit einer Faktorenanalyse allerdings auch stets ein Informationsverlust (im Sinne nicht erklärter Varianz) einher, welcher allerdings bewusst in Kauf genommen wird (Backhaus et al, 2006).

Der Nutzen des entwickelten Fragebogens für die nachfolgende Fahrsimulationsstudie ergibt sich aus der Bedeutung, die den verkehrsbezogenen Einstellungen zum Autofahren bei der Unfallverursachung zukommen kann. Der Fragebogen soll daher als Kontrollinstrument für mögliche Einflüsse auf das zu messende Fahr- bzw. Blickverhalten in der Fahrsimulation dienen. In anderen Studien konnte bereits gezeigt werden, dass Selbstauskünfte (insbesondere bezüglich der Fahrmotive und -einstellungen) ein sehr nützliches und effizientes Mittel zur Analyse abweichenden Fahrverhaltens sind (Lajunen, Parker & Summala, 2004). Kritisch anzumerken ist

allerdings, dass ein Fragebogen als explizites Messinstrument stets die Gefahr von (un-) bewussten Verzerrungen (z.B. durch soziale Erwünschtheit) zur Folge haben kann. Dennoch wird empfohlen, diesen Fragebogen einzusetzen, um die Ergebnisse der anschließenden Fahrsimulationsstudie mit den einstellungsbezogenen Angaben zu vergleichen und zu testen, ob beide Maße konform gehen (vgl. Fiedler & Bless, 2003) oder ob bestimmte Verhaltensausrägungen von pers6nlichkeitsdeterminierten Einstellungen beeinflusst werden und somit nicht allein auf die Wirkung der unabhängigen Variable zurückzuführen sind.

5. EXPERIMENT I: SOZIALE VORAKTIVIERUNG IN VERKEHRSKONFLIKTSITUATIONEN

Im Zentrum von Experiment I stand die Untersuchung der Voraktivierungswirkung unterschiedlicher Hinweis- bzw. Prime-Reize auf eine anschließende Konfliktsituation. Insgesamt wurden dabei zwei Verkehrsszenen untersucht, welche jeweils in drei Versionen vorlagen. Der Unterschied der Versionen liegt in der Art des jeweiligen Hinweisreizes: a) kein Hinweisreiz; b) statischer Hinweisreize in Form eines Gefahrenschildes und c) dynamischer Hinweisreize in Form eines lebendigen bzw. sozialen Verkehrselementes. Eine detaillierte Beschreibung beider Verkehrsszenen und der jeweiligen Versionen findet sich in Kapitel 5.2.2.1.

5.1 HYPOTHESEN ZUM ERSTEN EXPERIMENT

Aus den in Kapitel 3.2 dargestellten Fragestellungen bezüglich der Qualität des Hinweisreizes, dessen wahrgenommener Dringlichkeit zur Interaktion sowie der Richtung der Verhaltensbeeinflussung sollen nun Hypothesen zur Testung der beiden Szenen in Experiment I abgeleitet werden. Zunächst sollen Annahmen bezüglich der zu erwartenden unfallrelevanten Parameter getroffen werden. Dabei ist zu betonen, dass die ersten beiden Haupthypothesen keinen wirklichen Neuwert generieren, sondern grundlegend für das Verständnis der folgenden Zusammenhänge sind. Sowohl diese Haupt- als auch die entsprechenden Unterhypothesen unterliegen der durch die physikalische Logik bedingten Unfallmechanik (vgl. Appel, Krabbel & Vetter, 2002).

H.I.1: Die gefahrene Geschwindigkeit im kritischen Moment hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Da neben der Geschwindigkeit auch das Reaktionsvermögen der Probanden unfallentscheidend sein muss, werden nachfolgend entsprechende Hypothesen formuliert. Der Begriff der Reaktionsdistanz bezieht sich dabei sowohl auf die temporären wie auch die distanziellen Messwerte, welche im Kapitel 5.3 näher erläutert werden.

H.I.2: Die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.I.2.a: Die Reaktionsdistanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und dem subjektiven Erkennen hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.I.2.b: Der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.I.2.c: Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Aus den Ausführungen in Kapitel 1.2.2 ist bekannt, dass die Aufmerksamkeitszuwendung ein Indikator für die Verarbeitungstiefe sein kann. Die sich daraus ergebende Hypothese lautet:

H.I.2.d: Die Blickzuwendung zu den relevanten Verkehrsobjekten (z.B. parkender Bus) hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Im Zentrum der gesamten Untersuchung steht die Analyse der Voraktivierungswirkung unterschiedlicher Hinweisreize. Aus diesem Grund liegen die zwei zu untersuchenden Verkehrsszenen im ersten Experiment in drei unterschiedlichen Versionen vor, d.h. sie enthalten keinen, einen statischen (z.B. ein Gefahrenschild) oder einen dynamischer Hinweisreize (z.B. einen Fußgänger). Wie diese Hinweisreize in den einzelnen Simulationsszenen explizit aussehen, wird in Kapitel 5.2.2.1 beschrieben. In bisherigen Studien wurde in diesem Zusammenhang nur die objektspezifische bzw. -klassifizierende Verkehrswahrnehmung, nicht aber deren Verhaltensimpact untersucht. Befunde der in Kapitel 1.2.3.3 beschriebenen verkehrsbezogenen *Visual Imagery* Untersuchung von Höger, Seidenstücker und Marquardt (2007) sowie einer *Change Blindness*-Studie (vgl. Kap. 2.1.2.1) lassen darauf schließen, dass dynamische Verkehrsobjekte häufiger und länger betrachtet werden als statische bzw. dass Veränderungen bei dynamischen (und dabei insbesondere zeitsensiblen, lebendigen) Objekten schneller erkannt werden als bei anderen (Höger & Seidenstücker, 2007; New et al., 2007; Seidenstücker & Höger, 2006, 2007; Seidenstücker et al., 2007). Im Rahmen der vorliegenden Fahrsimulationstudie sollte aber nicht nur die objekt-determinierte Wahrnehmungs-, sondern insbesondere die Verhaltensebene näher betrachtet werden. Generell kann davon ausgegangen werden, dass der Verarbeitungsvorteil von dynamischem Reizmaterial sich in den Verhaltensresultaten zeigt: Reaktionszeiten, Brems- bzw.

Geschwindigkeitsverhalten sowie die Unfallraten sollten in der dynamischen Priming-Bedingung besser sein, als in der statischen oder neutralen Bedingung. Die Hypothesen hierzu lauten:

H.I.3: Die Art des Hinweisreizes hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit im Gefahrenmoment.

H.I.3.a: Insbesondere in der Priming-Version ohne Hinweisreiz ist eine erhöhte Geschwindigkeit messbar als in den anderen Versuchsbedingungen.

H.I.3.b: In der dynamischen Version treten die geringsten Geschwindigkeiten auf.

H.I.4: Die Art der Voraktivierung beeinflusst die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz.

H.I.4.a: Insbesondere in der Priming-Version ohne Hinweisreiz ist die Reaktion schlechter als in den anderen Versuchsbedingungen.

H.I.4.b: In der dynamischen Version treten die geringsten Reaktionswerte auf.

H.I.5: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.I.5.a: Die wenigsten Unfälle treten in der dynamischen Versuchsbedingung auf.

H.I.5.b: Die meisten Unfälle treten in der Versuchsbedingung ohne Hinweisreiz auf.

5.2 METHODE

5.2.1 STICHPROBE

Insgesamt nahmen 84 Personen an der Untersuchung zum ersten Experiment teil. Das Ziel, sehr unterschiedlich erfahrene Autofahrer zu untersuchen, stellte sich in der Probandenakquise als problematisch heraus. Um junge Autofahrer mit wenig bis keiner Fahrerfahrung für die Teilnahme am Versuch zu gewinnen, mussten insgesamt sieben Lüneburger Gymnasien bzw. Berufsschulen besucht werden. Im Rahmen dieser Schülerakquise erklärten sich insgesamt 38 Fahranfänger bereit, am Experiment teilzunehmen. Um demgegenüber Personen mit einer überdurchschnittlich hohen Fahrerfahrung zu akquirieren, wurden sowohl Fahrtrainer des ADAC-Fahrsicherheitszentrums Lüneburg als auch zahlreiche Lüneburger (Bundeswehr-) Fahrlehrer angesprochen und für den Versuch gewonnen. Das Feld der durchschnittlich erfahrenen Fahrer wurde durch Studenten und Dozenten der Leuphana Universität Lüneburg gefüllt. Von den 84

untersuchten Probanden mussten leider drei Personen ausgeschlossen werden, da deren Versuchsdurchführung aufgrund auftretender Simulationskrankheit vorzeitig abgebrochen werden musste. Von den übrigen 81 Probanden waren alle im Besitz eines gültigen Führerscheins ($M=10,54$ Jahre, $SD=11,610$). Insgesamt nahmen 46 männliche und 35 weibliche Personen im Alter von 17 bis 70 Jahren ($M=28,17$; $SD=11,744$) an der Untersuchung teil. 87,7% aller Versuchsteilnehmer steht ein Auto zur freien Verfügung und 49,4% besitzen ein eigenes Fahrzeug. Insgesamt waren 65% aller Probanden schon mindestens einmal in einen Unfall verwickelt und durchschnittlich hatte jeder von ihnen bereits ca. 1,5 Unfälle ($SD=1,88$). Von den Teilnehmern hatten bislang 37% mindestens einen Unfall selbst verschuldet. Der folgenden Abbildung 20 kann die Frequenz der Fahrzeugnutzung entnommen werden.

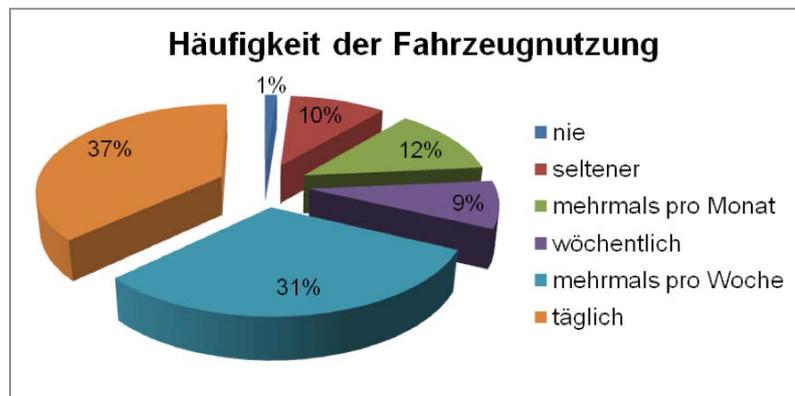


Abb. 20: Prozentuale Verteilung der Fahrzeugnutzungsfrequenz

Alle Probanden sollten über eine ausreichende Sehfähigkeit verfügen, da durch Brillen (ebenso wie durch Wimperntusche) die Funktionsweise der Blickbewegungskamera stark eingeschränkt ist. Das Tragen von Kontaktlinsen war aus methodischer Perspektive jedoch möglich. Die freiwillig teilnehmenden Versuchspersonen wurden für ihre Mühe mit 10 Euro entlohnt.

5.2.2 VERKEHRSSZENEN IN EXPERIMENT I

Innerhalb des ersten Experimentes werden anhand von zwei unterschiedlichen Verkehrsszenen Konfliktsituationen evoziert, welche nur durch eine unfallvermeidende Notbremsung bewältigt werden können (vgl. Zimolong, 1982). Inhaltlich orientieren sich beide Szenarien an einem klassischen Fußgängerunfall, bei der eine Kollision in Folge eines Verkehrskonflikts zwischen Fahrzeug und Fußgänger provoziert werden soll. In diesem Verkehrsduell zwischen ungleich starken Kontrahenten führt die fahrzeugimmanente Unfallmechanik zu einer verstärkten Gewalteinwirkung und somit tritt eine besondere Unfallfolgeschwere für den Fußgänger ein

(Harruff, Avery & Alter-Pandya, 1998). Zur unfallstatistischen Untermauerung der ökologischen Validität seien folgende Zahlen angebracht: Im Jahr 2004 waren 16% aller Getöteten Motorradfahrer und 13% Fußgänger. Unfälle, welche durch Fehlverhalten von Fußgängern bedingt waren, können zu 76% auf „falsches Verhalten beim Überschreiten der Fahrbahn“ zurückgeführt werden (Vorndran, 2008).

5.2.2.1 Beschreibung von Szene 1 in Experiment I

Die erstellte Simulationsszenerie wird im Folgenden auch als Bushaltestellenszenario bezeichnet und besteht aus einer insgesamt 3600m langen innerstädtischen Verkehrsstrecke mit standardisierten Verkehrszeichen und Lichtanlagen, Gebäuden und anderen interaktiven Verkehrsteilnehmern. Aufgabe des Probanden, welcher im Verlauf der Arbeit auch als Egofahrzeug bezeichnet wird (vgl. Abb. 21), ist es, auf einen Fußgänger, welcher plötzlich hinter einem haltenden Bus auftaucht und die Straße überqueren will, mit einer Bremsung zu reagieren. Der Fußgänger ist gemäß der verkehrspsychologischen Forschung ein sog. "immediate hazard", d.h. eine unmittelbare Gefahr, auf welche schnell reagiert werden muss, um einen Unfall zu verhindern (Velichkovsky et al., 2003). Die folgende Abbildung 21 stellt den kritischen Moment dieser Situation aus der Vogelperspektive dar.

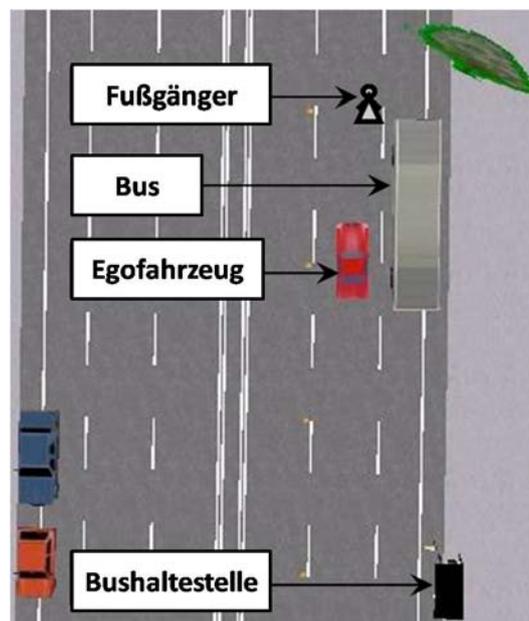


Abb. 21: Vogelperspektive des kritischen Moments in Experiment I / Szene 1.

Eine detaillierte Beschreibung der Szene und der enthaltenen Versuchsbedingungen kann der Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Darstellung der Eigenschaften der ersten Szene in Experiment I

Szene 1 in Experiment I	
Setting:	Großstadtszenerie (inkl. Hochhäusern, mehrspuriger Hauptstraße, Baustellen, hohe Verkehrsdichte) mit Bushaltestelle
Verlauf:	Der Egofahrer befindet sich auf einer zweispurigen Hauptstraße und folgt dem Straßenverlauf, ohne abzubiegen. Nach 1278m erscheint eine Baustelle mit einer Fahrbahnverengung, welche dazu auffordert, auf die rechte Spur zu wechseln. Am rechten Fahrbahnrand befinden sich einige Bushaltestellen und ein haltender Bus. Hinter diesem Bus (an Position 1440m) taucht plötzlich ein Fußgänger auf und überquert die Fahrbahn.
Streckenlänge:	<p>Gesamtlänge: ca. 3600m (ca. 140s)</p> <ul style="list-style-type: none"> • vor kritischer Phase: 800m – 1300m • während kritischer Phase: 1300m – 1500m • nach kritischer Phase: 1500m – 2000m
Art des Voraktivierungsreizes:	<ol style="list-style-type: none"> 1. kein Priming 2. statisches Priming: Gefahrzeichen „Kraftomnibusse“ an Position 1336m (vgl. Anhang C2) 3. dynamisches Priming: zwei Passanten (Mutter mit Kind) laufen von einer Bushaltestelle an Position 1379m in einer sicheren Entfernung vor dem Egofahrzeug von rechts nach links über die Straße
Kritischer Moment:	Fußgänger, welcher zunächst durch den Bus verdeckt war, überquert von rechts nach links die Fahrbahn an Position 1440m (Startpunkt der Überquerung: in 5,80m Abstand vom Mittelstreifen; Geschwindigkeit: 2 m/s; Triggerung vor Eintreffen des Egofahrzeugs: 28m)
Erwartete Reaktion im kritischen Moment (vgl. Tabelle 8) :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geschwindigkeitsreduktion nach Prime-Präsentation (Version 2: Warnschild; Version 3: Passanten) 2. schnelles Erkennen des Passanten 3. starkes Abbremsen, wenn Passant erkannt wurde 4. keine Kollision (Stillstand spätestens bei unter 1440m)

Wie in Tabelle 5 aufgeführt, existieren insgesamt drei Versuchsbedingungen, welche sich durch das Vorhandensein eines qualitativ unterschiedlichen Hinweis- bzw. Voraktivierungsreizes (UV) unterscheiden.



Abb. 22: Priming-Versionen aus Experiment I / Szene 1

Eine Darstellung der drei Variationen aus der Fahrerperspektive ist in der vorangegangenen Graphik 22 abgebildet. Neben dieser Großstadtsszene wurde im Rahmen des ersten Experimentes auch eine Dorfszenerie generiert, welche nachfolgend beschrieben wird.

5.2.2.2 Beschreibung von Szene 2 in Experiment I

Wie in Szene 1 des ersten Experiments handelt es sich auch hier um die Provokation eines Fußgängerunfalls. In diesem Fall wird die Sicht auf den Target-Reiz allerdings nicht durch einen Bus, sondern durch parkende Autos innerhalb einer dorffähnlichen Verkehrslandschaft behindert. Bei dem Target-Reiz handelt es sich um ein Kind und einen Hund, welche hinter einem Fahrzeug am Straßenrand plötzlich auftauchen und von rechts nach links die Straße kreuzen wollen. Auch hier müssen die Probanden mit einer rechtzeitig eingeleiteten Bremsung den drohenden Verkehrskonflikt verhindern (vgl. Abb. 23).



Abb. 23: Darstellung des Target-Reizes in Szene 2 / Experiment I aus Fahrerperspektive.

Tabelle 6: Darstellung der Eigenschaften der zweiten Szene in Experiment I

Szene 2 in Experiment I	
Setting:	Landstraße mit zu durchfahrender Ortschaft im letzten Drittel (generell kaum Gegenverkehr; in Ortschaft viele parkende Autos am Straßenrand).
Verlauf:	Der Egofahrer befindet sich auf einer relativ niedrig frequentierten, einspurigen Landstraße. Ortsdurchfahrt ab 2790m bis 3390m. Ein Kind und ein Hund tauchen nach 3120m gefahrener Strecke hinter einem parkenden Fahrzeug am rechten Fahrbahnrand auf und überqueren die Straße.
Streckenlänge:	Gesamtlänge: ca. 3700m (ca. 140s) <ul style="list-style-type: none"> • vor kritischer Phase: 1500m – 2970m • während kritischer Phase: 2970m – 3390m • nach kritischer Phase: 3390m – 3700m
Art des Voraktivierungsreizes:	<ol style="list-style-type: none"> 1. kein Priming 2. statisches Priming: Gefahrenschild „Achtung! Spielende Kinder!“ an Position 3070m (vgl. Anhang C2) 3. dynamisches Priming: fünf Fußgänger und ein Hund auf rechtem Bürgersteig an Position 3080m (langsam in Richtung Proband gehend; keine Fahrbahnüberquerung)
Kritischer Moment:	Kind und Hund, welche zunächst durch die parkenden Fahrzeuge verdeckt waren, überqueren von rechts nach links die Fahrbahn an Position 3120m (Startpunkt der Überquerung: in 5,80m Abstand vom Mittelstreifen; Geschwindigkeit: 5m/s (Hund) bzw. 2,8 m/s (Kind); Triggerung vor Eintreffen des Egofahrzeugs: 17,9m (Hund) bzw. 14,5m (Kind).
Erwartete Reaktion im kritischen Moment:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geschwindigkeitsreduktion nach Prime-Präsentation (Version 2: Warnschild; Version 3: Passanten) 2. schnelles Erkennen von Kind und Hund 3. starkes Abbremsen, wenn Hund und Kind erkannt werden 4. keine Kollision (Stillstand spätestens bei unter 3120m)

Die vorangegangene Tabelle 6 gibt die relevanten Eigenschaften der Szene 2 inklusive der Darstellung der unterschiedlichen Priming-Versionen in einer Übersicht wider.

Nachdem der Aufbau der beiden Szenarien des ersten Experiments detailliert beschrieben wurde, folgen im nächsten Abschnitt einige allgemeine Angaben zur Erstellung der Szenen des STISIM W 100 Fahrsimulators (vgl. Kap. 5.2.2.2), welche sowohl für Experiment I als auch für Experiment II Gültigkeit besitzen.

5.2.2.3 Allgemeines zur Szenengenerierung

Ziel – sowohl in Experiment I als auch in Experiment II - war es, möglichst reale Straßensituationen per Szenario-Editor nachzubilden und mit untersuchungsrelevanten Inhalten anzureichern. Bei der Generierung der Szenen beider Experimente wurde spezielles Augenmerk auf die Eigenschaften der Simulationsstrecke und auf die Möglichkeit der Wahrnehmung sowie der eindeutigen Interpretierbarkeit der kritischen Elemente gelegt. Um dabei eine höchstmögliche Konvergenz zwischen der simulierten Versuchsumgebung und einem realistischen Straßenbild herzustellen, wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Konzeption und Umsetzung der Fahrstrecken gemäß deutschem Straßenbild (hinsichtlich Beschilderung, Straßenmarkierungen, Fahrzeugen etc.) erfolgt. Um die Realitätsnähe der Simulation zu erhöhen, wurden deutsche Verkehrsschilder von einem 3D-Programmierer nachgebaut, da systemimmanent teilweise nur amerikanische Schildversionen vorlagen. Im Weiteren wurde versucht, die Komplexität des Straßenbildes zu erhöhen, indem die simulierten Strecken mit anderen Fahrzeugen in unterschiedlicher Geschwindigkeit, Bäumen, Sträuchern und Gebäuden angereichert wurden (vgl. Benda, 1983). Unterschiedliche Streckenarten bzw. -abschnitte implizieren unterschiedliche visuelle (z.B. unterschiedliche Höhe der Komplexität und optischen Fülle auf Land- bzw. Stadtstraßen) und motorische (z.B. Kurvenfahrt vs. gerade Strecke) Anforderungen an den Autofahrer. Dieses mannigfaltige Anforderungsspektrum soll im Rahmen der Untersuchungsreihe Beachtung finden.

Die konstruierten Szenen sollten potentielle Gefahrensituationen des alltäglichen Straßenverkehrs darstellen und außerdem den insbesondere im zweiten Hauptkapitel dargestellten theoretischen Konstrukten gerecht werden. Bei der Materialgenerierung wurde besonderer Wert auf die ökologische Validität und somit Repräsentativität der zu untersuchenden Szenen gelegt. Aus diesem Grund wurden alle Szenen in Anlehnung an aktuelle Verkehrsstatistiken ausgewählt, gestaltet und anschließend von einem Expertenteam des ADACs beurteilt und wenn nötig (z.B. im Hinblick auf

vorkommende Verkehrszeichen oder Straßenbreiten) modifiziert. Die Szenen wurden über die *scenario definition language* (SDL) programmiert. Die SDL ist eine spezielle Programmiersprache und die spezifischen Verkehrereignisse unterliegen stets der folgenden Quelltextform: *ON DISTANCE, EVENT SPECIFIER, PARAMETER 1, ..., PARAMETER N, COMMENTS*. Dies bedeutet u.a., dass zunächst definiert wird, an welcher longitudinalen Position im Streckenverlauf ein bestimmtes Verkehrselement erscheinen soll (z.B. nach 1345 Metern gefahrener Wegstrecke) und um welches Element es sich (z.B. andere Verkehrsteilnehmer, Verkehrszeichen, Gebäude) mit welchen Eigenschaften (z.B. Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung) handelt.²

Insgesamt wurden acht Szenen programmiert, wobei sechs davon nicht weiter betrachtet werden sollen. Drei dieser extrahierten Szenen fungierten als (ablenkende) Füllszenen bzw. Übungszenarien und wurden somit keiner weiteren Analyse unterzogen (vgl. Anhang B2 & Kap. 5.2.5). Zwei weitere Szenen wurden nach Durchlaufen des Pre-Tests aus inhaltlichen (z.B. unrealistischer Verkehrsverlauf) und versuchsökonomischen Gründen (z.B. unverhältnismäßig lange Wegstrecke) aus der weiteren Untersuchung ausgeschlossen. An dieser Stelle soll betont werden, dass keine Versuchsperson des Pretests an der Hauptuntersuchung teilnahm, da ansonsten die Gefahrenmomente innerhalb der Simulation bereits bekannt gewesen wären und dieses Vorwissen die Ergebnisse verfälscht hätte.

Die simulationsspezifischen Fahrzeugeinstellungen, d.h. die Dynamik, wie auch andere systemimmanente Fahrzeugeigenschaften wurden so realistisch wie möglich modelliert (vgl. Charlton, 2004).

² Beispiel einer klassischen Überschreitungssituation (vgl. Experiment I) ausgedrückt in der *scenario definition language* des STISIM W100 Fahrtrainers: **1000,PED,500,5,4,20,R,4**. (Diese Zahlenwerte lassen sich folgendermaßen aufschlüsseln: Nach einer gefahrenen Strecke von 1000 Fuß soll ein *Fußgänger* auftauchen (1000,PED). Der Fußgänger ist in einer Distanz von 500 Fuß in einem Abstand von 20 Fuß zum Seitenstreifen zu erkennen (500 und 20). Wenn der Egofahrer sich *fünf* Sekunden vom Fußgänger entfernt befindet, wird dieser mit einer Geschwindigkeit von *vier* Fuß pro Sekunde von *rechts* nach links die Fahrbahn überqueren (5,4 und R). Die letzte 4 bedeutet, dass es sich bei dem Fußgänger um einen Jungen in einem *roten T-Shirt* handelt.)

Bei diesen Einstellungen wurde versucht, die Konfiguration des Fahrzeugmodells im Simulator gemäß einem Mittelklasse-Standard Wagens durchzuführen, d.h. die Beschleunigungs- und Bremsparameter sowie die des Spurverhaltens wurden an die verschiedenen Geschwindigkeitsbereiche angepasst. Die akustische Ausgabe der simulierten Geräusche geschah über Lautsprecher, welche in die Sitzkiste integriert sind.

Innerhalb der zu durchfahrenden Streckenabschnitte sollte eine Reaktion und damit Intervention des Probanden provoziert werden, um die (simulierte) Sicherheit des Egofahrers und die der weiteren Verkehrsteilnehmer sicherzustellen. Um zu gewährleisten, dass sich die Probanden innerhalb der verschiedenen Szenarien nicht auf eine spezifische Reaktion vorbereiten konnten, wurden die Auftrittsorte des kritischen Gefahrenelements variiert (vgl. *pseudo randomized events* bei der SAGAT Methode nach Endsley & Garland, 2000). Jedes der Szenarien sollte aus versuchsökonomischen Gründen eine Dauer von zwei Minuten nicht überschreiten. Die bislang genannten Grundsätze der Szenengenerierung gelten sowohl für Experiment I als auch für Experiment II.

5.2.3 ERHEBUNGSINSTRUMENTE IN EXPERIMENT I

In der vorliegenden Untersuchung wurden die abhängigen sowie die Kontrollvariablen mithilfe verschiedener Messinstrumente erhoben, welche in diesem Abschnitt kurz erläutert werden.

5.2.3.1 Verhaltensmessung: Fahrsimulator

Die auf Basis der a priori definierten Fragestellungen und Hypothesen zu untersuchenden Fahrverhaltensdaten werden mit dem STISIM Simulator W100 der Firma System Technology Inc. gemessen. Grundsätzliche Kriterien zur Szenengenerierung wurden im Kapitel 5.2.2.1 beschrieben.

Der Fahrsimulator STISIM W100 der Firma System Technology Inc. wurde in einem separaten Labor aufgestellt und umfasst neben einem aktuellen PC der Firma Dell (Intel Core Duo 2 1,8 GHz, 1 GB RAM Arbeitsspeicher, 160 GB HD Festplatte) ein MOMO Racing Force Feedback Lenkrad der Firma Logitech, welches ein eigens für Computerspiele konzipiertes Lenkrad ist und sich durch einen geringeren Durchmesser auszeichnet. Die verwendeten Pedale sind mit denen eines Automatik-Fahrzeuges (Gas und Bremse) vergleichbar. Der Simulator wurde innerhalb eines fahrzeugähnlichen Cockpits samt (nicht funktionaler) Armaturen, Sitz, Anschnallgurt und ausreichend Fußraum aufgebaut. Das Gerät ist u.a. in der Lage, die aktuelle Geschwindigkeit, die

Reaktionszeit und den Bremsweg über die Pedalposition sowie den Abstand zu Mittellinie aufgrund der Lenkradposition zu erheben (vgl. Tabelle 8).

Die Darstellung erfolgte über einen Beamer der Firma Optoma EP 725 in der Bild-Auflösung 1024 x 768, um eine angemessene Schärfe und Geschwindigkeit bzw. Frame-Wiederholungsrate des Bildes sicherzustellen. Die Größe der Projektion lag bei etwa 2,39m x 3m. Der Abstand zwischen Proband und Projektion betrug 3,5m.

5.2.3.2 Aufmerksamkeitsmessung: Blickbewegungskamera

In Experiment I steht neben den durch die Simulationssoftware registrierten Fahrverhaltensparametern auch die Blickbewegung im Analysefokus. Um die abhängigen Variablen der Erkennungs- und der Reaktionsgeschwindigkeit zu ermitteln (vgl. Tabelle 8), wurde auf die Blickbewegungskamera SMI iView Eyetracker H.E.D (helmet-mounted eye-tracking device) der Firma Sensomotoric Instruments GmbH zurückgegriffen. Allgemein kann zur Blickbewegungsanalyse gesagt werden, dass dieses Verfahren zu den non-verbale Testmethoden gehört und es sich um ein sehr gutes Instrument handelt, um sowohl Höhe als auch Richtung der Aufmerksamkeit zu bestimmen (vgl. Kap. 1.2.2). Mithilfe der Blickbewegungsanalyse können Informationen über visuelle Aufmerksamkeitsprozesse operationalisiert (z.B. Fixationsdauer) und so interne Prozesse der Informationsaufnahme und -verarbeitung dargelegt werden (Duchowski, 2007).



Abb. 24: Der in der Untersuchung verwendete SMI iView Eyetracker H.E.D. (SMI, 2002).

Das verwendete System detektiert monokular Augenbewegungen von Versuchspersonen über noninvasive Infrarotmesstechnik. Basis der Funktionsweise einer solchen direkten Cornea-Reflex-Messmethoden ist die spezielle Anatomie der Hornhaut des Auges (vgl. Kap. 1.2.1). Die Hornhaut des Auges bzw. Cornea ist glänzend und kann auftreffendes Licht einer punktförmigen Quelle spiegeln. Diese charakteristische Rückspiegelung der Hornhaut führt dazu, dass eine Bewegung des Auges auch zu einer Bewegung des reflektierten Lichtpunktes führt (Duchowski, 2007).

Der SMI iView Eyetracker zeichnet mittels einer Infrarot-Videokamera ein Bild des Auges auf und überträgt das so gewonnene Datensignal über eine spezielle Videokarte (Iscan Board) zu einer Bildauswertungssoftware (iView X). Wie in Abbildung 24 dargestellt, befinden sich die Kamera und die infrarote Lichtquelle an einer Art Fahrradhelm, den der Proband während des Versuchs auf dem Kopf trägt. Weiterhin ist am Helm eine Umgebungskamera befestigt, welche die vom Probanden betrachtete Szenerie aufzeichnen kann. Während der Erhebungsphase wird das Auge des Probanden gefilmt und die Daten zum Analysecomputer weitergeleitet. Die Auswertungssoftware filtert charakteristische Merkmale des Augenbildes heraus, d.h. es werden zwei Areale des Videobildes identifiziert: der hellste (Reflex des Infrarotpunktes auf der Cornea) und der dunkelste Bereich (Pupille). Die relative Lage dieser beiden Bezugspunkte ändert sich bei anfallenden Augenbewegungen, da sich das dunkle Pupillenzentrum gegenüber dem Corneareflex systematisch verschiebt (bei anfallenden Kopfbewegungen ist dies nicht der Fall). Aus der Distanz zwischen dem Corneareflex und dem Pupillenmittelpunkt kann auf die Blickposition geschlossen werden. Das iView-System arbeitet mit einer zeitlichen Auflösung von 50 Halbbildern bzw. Frames pro Sekunde und generiert somit alle 20 Millisekunden ein Koordinatenpaar, welches dem der Matrix der Reizpräsentation des Beamers entspricht. Am Kontrollmonitor des Versuchsleiters wird das Auge mit einem fadenkreuzartigen Raster für Pupille und den Hornhautreflex dargestellt. Sowohl die Brennweite als auch die benötigte Lichtsensibilität der Augenmessung kann durch Modulation der systemimmanenten Parameter optimal auf die jeweiligen Augen- und Umgebungseigenschaften eingestellt werden.

Aus den Fahrsimulations- und Blickbewegungswerten sollen verschiedene Reaktions- und Detektionswerte (vgl. Tabelle 8) abgeleitet werden. Die dazu nötige Datenaufbereitung wird in Kapitel 5.3 erläutert.

5.2.3.3 **Persönlichkeitsmessung: Verkehrsfragebogen**

Um neben dem Fahrverhalten und Blickbewegungen (vgl. Kap. 5.2.2.2) auch Angaben bezüglich der fahrrelevanten Einstellungen und der Verkehrshistorie der teilnehmenden Probanden zu erhalten, wurde innerhalb der Fahrsimulationsstudie auch ein verkehrsspezifischer Fragebogen implementiert. Diese Angaben sind nötig, um potentielle Störgrößen, welche einen Einfluss auf die Fahrverhaltens- bzw. Blickbewegungswerte haben könnten, aufzudecken. Der Fragebogen enthielt neben den in Kapitel 4.3.2.3 beschriebenen Items der zwei Skalen *Risikobereitschaft* und *Sicherheitsgefühl* auch Fragen bezüglich der Fahrbiographie. Dabei wurden neben den allgemeinen, soziodemographischen Fragen (Alter, Geschlecht etc.) auch Fragen nach der Anzahl der zurückgelegten Kilometer (insgesamt und in den letzten 12 Monaten), der Dauer des Führerscheinbesitzes und der Unfallhistorie gestellt. Der gesamte Fragebogen inklusive der im Anschluss an die Fahrsimulationsfahrt gestellten Evaluationsitems ist dieser Arbeit angehängt (vgl. Anhang A).

5.2.4 **UNTERSUCHUNGSDESIGN**

Um die empirische Fragestellung und die zugrundeliegenden Hypothesen überprüfen zu können (vgl. Kap. 5.1), wurde ein 2x3 faktorielles Untersuchungsdesign gewählt. Innerhalb dieses 2x3 faktoriellen Designs wurden die jeweils drei Prime-Versionen (kein Hinweisreiz / statischer Hinweisreiz / dynamisch-lebendiger Hinweisreiz) variiert und in zwei unterschiedlichen Szenen untersucht. Die Unterschiedlichkeit der beiden Szenen liegt in der Dringlichkeit bzw. dem Anreiz zur Interaktion. Der Grad der Dringlichkeit wird dabei hergestellt über die Distanz des Hinweisreizes zum Egofahrer sowie durch die semantische Ähnlichkeit zwischen Prime- und Target-Reiz. Diese Unterscheidung dient der Beantwortung der Frage, ob der Grad der perzipierten proximalen bzw. distalen Präsenz des Hinweisreizes (d.h. die Distanz zum Fahrer) die Aktivierung eines adäquaten mentalen Konzeptes beeinflusst. Die folgende Tabelle 7 fasst überblicksartig die Differenzen zwischen Szene 1 und Szene 2 des ersten Experimentes zusammen.

Tabelle 7: Tabellarische Übersicht zu Experiment I

Dringlichkeit / Anreiz zur Interaktion (aktiv/passiv)	
Szene 1	Szene 2
<p>Aktiver Prime mit Warnfunktion, d.h. Fußgänger laufen vor kritischem Moment über die Straße</p> <ul style="list-style-type: none"> • direkt in fokalem Sichtfeld und daher leicht zu identifizieren • Interaktionsnotwendigkeit bzw. -dringlichkeit gegeben • große semantische Ähnlichkeit zwischen dynamischen Prime- und Target-Reiz 	<p>Passiver Prime mit Warnfunktion, d.h. Fußgänger stehen vor kritischem Moment (nur) auf Bürgersteig</p> <ul style="list-style-type: none"> • distal, d.h. schwieriger bei der Identifikation und Interpretation • Interaktionsnotwendigkeit bzw. -dringlichkeit nicht gegeben • geringe semantische Ähnlichkeit zwischen dynamischen Prime- und Target-Reiz

Die Untersuchung wurde als *between subjects factorial* Design konzipiert. Dies bedeutet, dass jede Versuchsperson die ihr zufällig zugeordnete Szenenversion nur einmal durchfuhr, um so eine durch Vorwissen geschaffene Ergebnisverfälschung zu verhindern.

5.2.5 DURCHFÜHRUNG

Nachdem der Proband begrüßt wurde, hat sich zunächst der Versuchsleiter vorgestellt. Anschließend wurde der Fragebogen mit den fahrdemographischen und einstellungsrelevanten Items (vgl. Kap. 4.3.2.3 & Anhang A1) gemeinsam ausgefüllt. Dann wurde der Versuchsperson eine schriftliche Versuchsanweisung vorgelesen, worauf die gesamte Untersuchung, der Ablauf der einzelnen Versuchsdurchgänge und die dabei auszuführenden Aufgaben beschrieben waren (vgl. Anhang B). Weiterhin wurde eine Übungsphase angekündigt. Im Anschluss an die verbale Instruktion und das Ausfüllen des Fragebogens wurde der Simulator gestartet und dessen Funktionsweise ausführlich erklärt. Nachdem sich die Probanden mit den Fahrzeugarmaturen der Sitzkiste vertraut gemacht hatten, wurden die drei Trainingsszenen gestartet (vgl. Anhang B2). Nachfolgend werden die Trainingssequenzen kurz beschrieben und mit den jeweiligen Szenario-Zielen versehen:

Trainingsszene 1: In dieser Szene wurde ein großflächiger und leerer Parkplatz präsentiert, auf dem sich mit den grundsätzlichen Fahrsimulationsfunktionen vertraut gemacht werden sollte. Die Instruktion in dieser Szene beschränkte sich auf wenige Fakten.

Trainingsszene 2: In dieser Simulation einer kurvigen Landstraßenfahrt ging es um die graphische und akustische Darstellung höherer Geschwindigkeit (ab ca. 90 km/h) und des Fahrverhaltens. Außerdem sollten die Probanden ein Gefühl für die lokale Relation zwischen eigenem Fahrzeug, Straße und Gegenverkehr bekommen und insbesondere das Lenkverhalten erproben.

Trainingsszene 3: In diesem Trainingsabschnitt sollte die Versuchsperson mit dichtem Innenstadtkverkehr konfrontiert werden und am Ende der Strecke an einer Ampel links abbiegen. Hierbei standen neben der direkten Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern auch das Blinkersetzen, der Spurwechsel und das Abbiegen im Vordergrund.

Die Übungsstrecken wurden von einer ausführlichen Instruktion zum Szenario-Ziel und den erwünschten Verhaltensweisen (z.B. Befolgen der StVO) eingeleitet und bei Bedarf erweitert. Auf Wunsch des Probanden konnte die Übung jederzeit unterbrochen bzw. wiederholt werden. Im Anschluss an jede Trainingsszene wurde die Versuchsperson gefragt, ob und inwiefern sie die Steuerung und die Interaktion innerhalb der Fahrsimulation bereits beherrscht. Der Versuchsleiter überprüfte und ergänzte bei Bedarf das Verständnis der Instruktion oder gab Hinweise zur Bedienungsverbesserung. Die Versuchspersonen wurden bereits in dieser Übungsphase gebeten, sich in die Rolle des Autofahrers hineinzusetzen und sich gemäß der gültigen Straßenverkehrsordnung zu verhalten (vgl. Anhang B1). Sinn dieser ausführlichen Lern- und Eingewöhnungsphase war es, einen vergleichbaren Fähigkeits- und Kenntnisstand innerhalb der Versuchspersonenkohorte zu erzielen. Innerhalb der tatsächlichen Untersuchungsphase wurde das in Abschnitt 5.2.3.2 vorgestellte Eye-Tracking-System benutzt, welches bei den Probanden am Kopf befestigt und per iView-Software kalibriert wurde. Um eine maximale Präzision der Blickbewegungsdaten zu gewährleisten, wurde nach jedem Szenario eine Re-Kalibrierung durchgeführt. Zur Kontrolle potentieller Reihenfolgeeffekte wurden im Anschluss an die Übungsfahrten die zwei Szenarien aus Experiment I sowie weitere drei Füllszenarien hinsichtlich ihrer Reihenfolge vollkommen randomisiert dargeboten. Jede der Versuchspersonen fuhr die beiden relevanten Szenarien nur mit jeweils einer Hinweisreiz-Variante, um Lerneffekte auszuschließen (vgl. *between subjects factorial Design* in Kap. 5.2.4).

Am Ende der Fahrsimulationsstudie füllten die Probanden noch einen Evaluationsbogen aus. Es wurde sich bei ihnen für die Teilnahme bedankt und sie erhielten eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 10 Euro. Die Versuchsdauer lag zwischen 60 und 90 Minuten.

5.3 OPERATIONALISIERUNG UND DATENAUFBEREITUNG DER VARIABLEN IN EXPERIMENT I

In diesem Kapitel soll neben der Operationalisierung der sich aus den Hypothesen ergebenden Variablen und der zugrunde liegenden Datenzusammenführung der Fahrsimulations- und Blickbewegungsdaten auch der Umgang mit fehlenden Daten beschrieben werden.

5.3.1 OPERATIONALISIERUNG DER VARIABLEN IN EXPERIMENT I

Auf Basis der dargestellten Fragestellung (vgl. Kap. 3.2) und der formulierten Hypothesen (vgl. Kap. 5.1) werden an dieser Stelle die für das erste Experiment relevanten Variablen spezifiziert. Wie bereits im Designkapitel 5.2.4 erwähnt, liegt die unabhängige Variable (UV) in Form eines dreifach abgestuften Hinweisreizes vor:

Version 1: kein Prime- bzw. Hinweisreiz;

Version 2: statischer Prime- bzw. Hinweisreiz (in Form eines Gefahrenschildes);

Version 3: dynamischer Prime- bzw. Hinweisreiz (in Form von Fußgängern).

Die abhängigen Variablen (AV) im ersten Experiment ergeben sich aus den genannten Hypothesen in Kapitel 5.1. Aus der ersten Hypothese ergibt sich, dass das Auftreten eines Unfalls (*I_1_Crash*) durch die Fahrgeschwindigkeit determiniert sein muss. Um dabei einen für alle Versuchspersonen einheitlichen Moment der Geschwindigkeit zu gewinnen, wird der Geschwindigkeitswert als relevant erklärt, welcher gefahren wurde, als der Fußgänger vom Subjekt entdeckt wurde (*I_2_Speed*). Ein relevanter Verhaltensparameter der zweiten Hypothese ist die Reaktion auf den Targetreiz. In den darauf aufbauenden Unterhypothesen schlüsselt sich diese Reaktion auf in verschiedene Unterkategorien, wie z.B. der Reaktionsdistanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und dessen Erkennen in Metern oder Millisekunden sowie dem Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen. An dieser Stelle stellt sich die Frage, warum zwischen einem temporären (in Millisekunden) und einem distanziellen (in Metern) Reaktionsmaß unterschieden wird, da diese Werte sich in Abhängigkeit von der

Fahrgeschwindigkeit proportional zueinander verhalten und damit redundant sein müssten. Diese Unterscheidung liegt darin begründet, dass Probanden bei gleicher Ausgangsgeschwindigkeit im Gefahrenmoment und bei gleicher Reaktionszeit eine unterschiedlich starke Bremskraft auf die Pedale des Fahrsimulators ausüben können bzw. vor der Entdeckung des Zielreizes bereits den Bremsprozess eingeleitet haben könnten. Dies führt dazu, dass sich die Wirkung der Bremsung bei konstanter Reaktionszeit und Ausgangsgeschwindigkeit verändert und sich somit der Anhalteweg unterscheidet. Zwei weitere aufmerksamkeitsbasierte Variablen, welche sich aus den Hypothesen ergeben, sind die der Fixationsdauer und -anzahl zum relevanten Verkehrsobjekt. In der nachfolgenden Tabelle 8 werden die abhängigen Variablen aufgelistet und nochmals kurz erläutert.

Tabelle 8: Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV) in Experiment I

Variablen-nummerierung	Kurzbezeichnung der AV	Beschreibung der AV
Variable 1	<i>I_1_Crash</i>	Unfallvariable definiert als Kollision mit Fußgänger, der Straße kreuzt.
Variable 2	<i>I_2_Speed</i>	Geschwindigkeit bei Erkennungsmoment in km/h*
Variable 3	<i>I_3_Detekt_ms</i>	Distanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und subjektivem Erkennen in Millisekunden*
Variable 4	<i>I_4_Detekt_m</i>	Distanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und subjektivem Erkennen in Metern*
Variable 5	<i>I_5_Reakt_ms</i>	Reaktionsgeschwindigkeit, d.h. der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen in Millisekunden*
Variable 6	<i>I_6_Reakt_m</i>	Reaktionsgeschwindigkeit, d.h. der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Stimulus bis zum ersten Bremsen in Metern*
Variable 7	<i>I_7_Brake_m</i>	Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs in Metern
Variable 8	<i>I_8_Fix</i>	Fixationsdauer bezüglich der relevanten Verkehrsobjekte in Millisekunden
Variable 9	<i>I_9_FixNr</i>	Fixationshäufigkeit bezüglich der relevanten Verkehrsobjekte

* nur aus Kombination von den Fahrsimulations- und Blickbewegungsdaten ermittelbar

Zur Kontrolle potentieller Störgrößen in der gesamten Untersuchung wurden den Probanden im Weiteren ein einstellungs- und fahrerfahrungsbezogener Fragebogen vorgelegt (vgl. Kap. 4.3.3 & Anhang A1). Dabei stehen insbesondere die Ausprägungen der Skalen *Risikobereitschaft* und

Sicherheitsgefühl im Vordergrund. Neben den relevanten Angaben zum Alter und Geschlecht könnte auch die Fahrerfahrung ein wichtiger Parameter sein. Dabei wurde die Fahrerfahrung erhoben über die Dauer des Führerscheinesbesitzes, der gefahrenen Kilometerleistung pro Jahr und im gesamten Führerscheinsleben sowie der Fahrzeugnutzungshäufigkeit. Innerhalb dieses Verkehrsfragebogens wurden weiterhin Angaben bezüglich der bisherigen Unfallgeschichte, den Wohlfühlgeschwindigkeiten auf Landstraßen und Autobahnen sowie zur aktuell empfundenen Vigilanz der Probanden erfragt.

Die Beschreibung der Messinstrumente in Kapitel 5.2.3 zeigt, dass die Daten mithilfe unterschiedlicher Methoden erhoben werden. Wie sich aus den abhängigen Variablen ergibt, können diese jedoch nicht immer mit der Blickbewegungskamera SMI iView inkl. Auswertungssoftware (INTERACT) oder dem Fahrsimulator STISIM W100 allein erhoben werden, sondern nur aus der Kombination und Synchronisation beider Geräte. Die Variablen, welche nur messbar in Abhängigkeit von den Fahrsimulations- und Blickbewegungsdaten sind, wurde in der Tabelle 8 mit einem * versehen. Um interpretierbare Ergebnisse bezüglich der Fahr- und Wahrnehmungsparameter der Probanden zu gewinnen, mussten die simulationsgenerierten Fahrdaten mit den entsprechenden Blickbewegungen in Beziehung gesetzt werden.

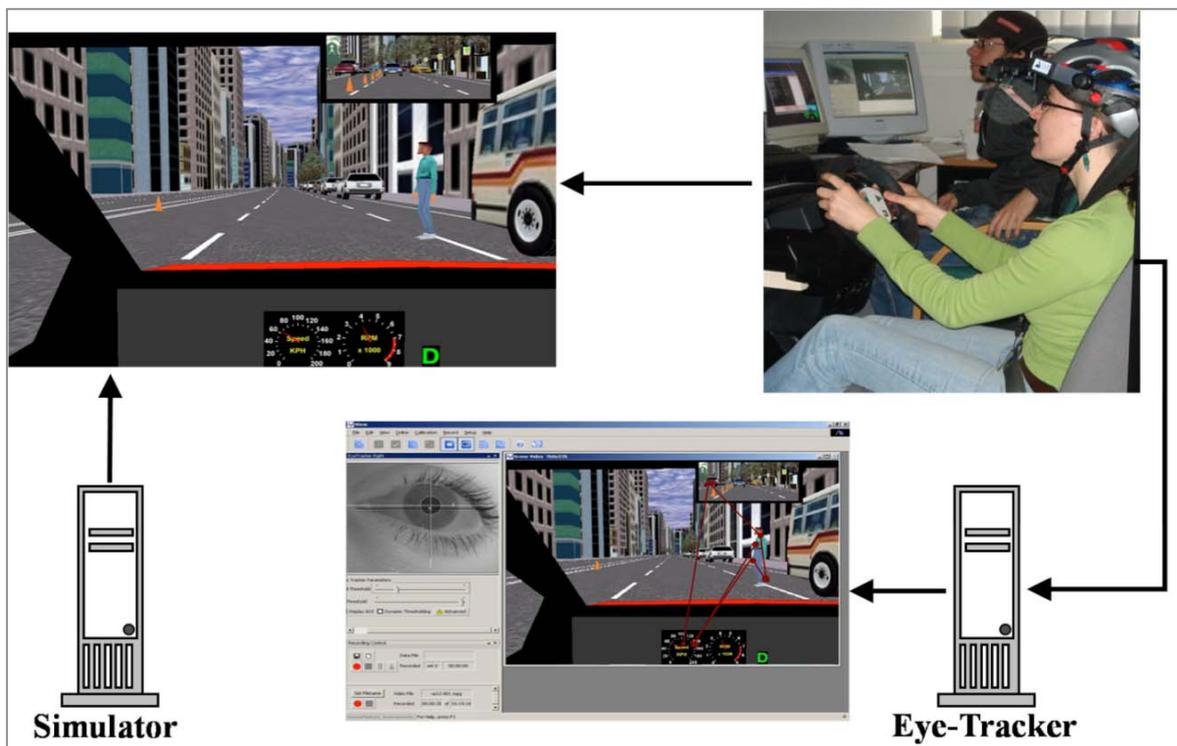


Abb. 25: Versuchsaufbau in Experiment I

Welche strukturelle Logik der Fusion von Fahr- und Blickbewegungsdaten zugrunde liegt, ist in der vorangegangenen Abbildung 25 schematisch dargestellt und wird im folgenden Abschnitt 5.3.2 detailliert erläutert.

5.3.2 FUSION DER FAHR- UND BLICKBEWEGUNGSPARAMETER

Zur besseren Verständlichkeit der generellen Vorgehensweise bei der zusammenführenden Datenaufbereitung bzw. der Fusion aus Fahr- und Blickbewegungsparametern wird auf die Visualisierung in Abbildung 26 verwiesen.

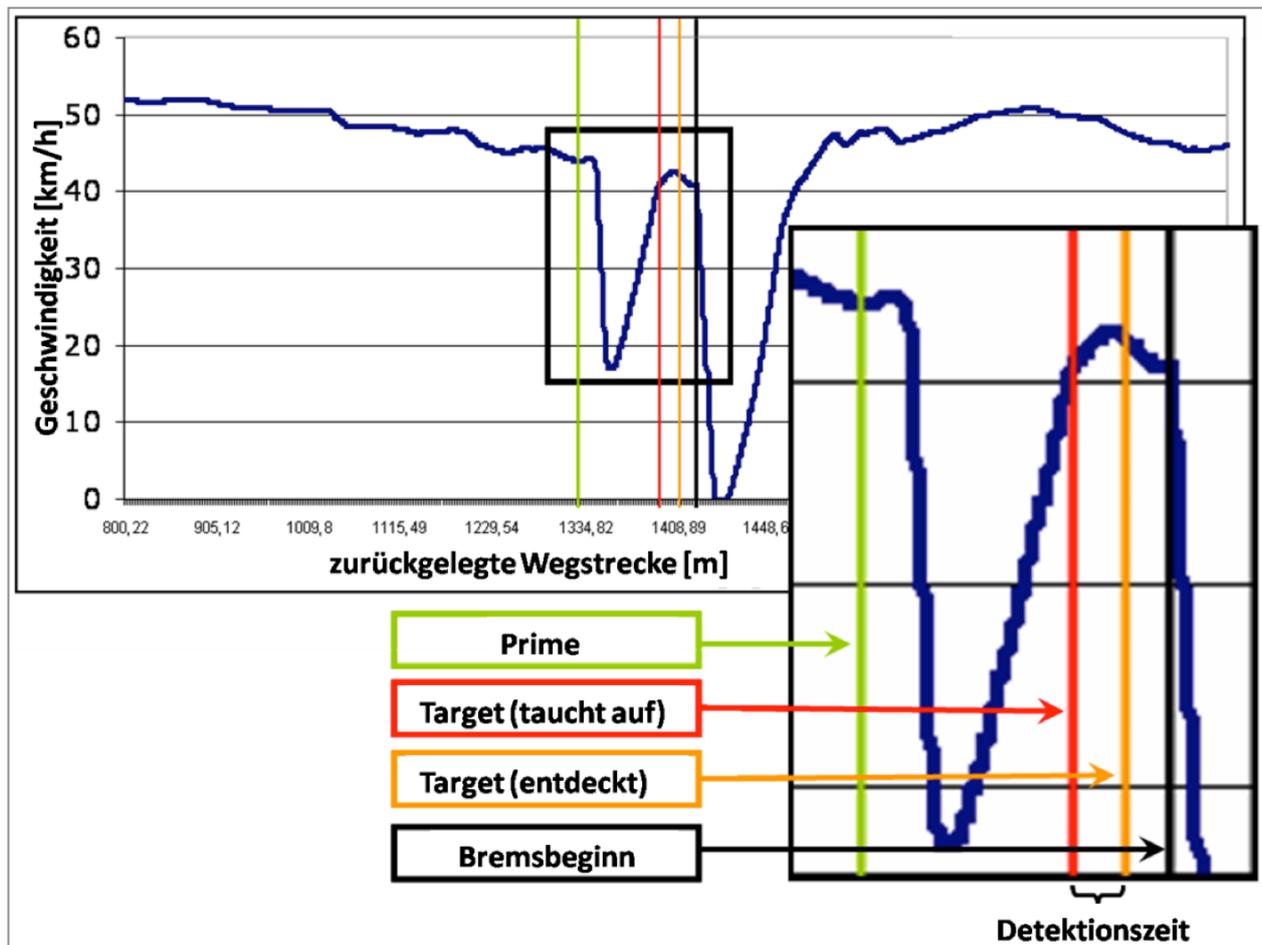


Abb. 26: Exemplarisches Geschwindigkeitsprofil eines Probanden in Szene 1 inklusive aller relevanten Markierungspunkte.

Die Abbildung 26 stellt den graphischen Zusammenhang zwischen der zu durchfahrenen Szene und den relevanten Markierungspunkten *Prime*- und *Target*-Reiz dar und soll die Datenaufbereitung anhand eines exemplarischen Geschwindigkeitsprofils veranschaulichen. Um eine Kollision mit dem kritischen Zielreiz zu vermeiden, muss schnellstmöglich mit einer Bremsung reagiert werden. Die dabei entstehende Reaktionszeit vom Auftauchen des kritischen Stimulus bis zum Bremsbeginn

(*I_7_Brake_m*) ist beispielsweise eine Variable, welche relativ einfach und direkt über die Fahrverhaltensprotokolle des Fahrsimulators zu messen ist, da sie ohne Blickbewegung ermittelt wird. Weitaus schwieriger gestaltet sich die Variablengenerierung für jene Reaktionszeiten, welche durch eine Kombination der Daten der Blickbewegungskamera und des Fahrsimulators erhoben wurden (z.B. Variable 5: *I_5_Reakt_ms*).

Diese Datenaufbereitung als Fusion der Fahr- und Eye-Trackingdaten kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Aufbereitung der Fahrsimulationsdaten;
2. Aufbereitung der Blickbewegungsdaten mithilfe von INTERACT
3. Synthese der Fahr- und Blickbewegungsdaten

Die drei nötigen Fusionschritte werden in den folgenden Unterpunkten detailliert erläutert.

5.3.2.1 Aufbereitung der Fahrsimulationsdaten

Mithilfe des STISIM Fahrsimulators W 100 in Kombination mit den Blickbewegungsdaten können spezifische Fahrvariablen in Experiment I in differenzierten Distanz- bzw. Zeitintervallen erhoben werden. Diese relevanten Fahrsimulationsdaten sind der Operationalisierung der Untersuchungsvariablen (vgl. Tabelle 8 in Kap. 5.3) zu entnehmen und wurden in einer Text-Datei für jeden Probanden und für jede absolvierte Fahrtszene separat gespeichert. Um die Variablen 2 bis 5 (vgl. Operationalisierung der Variablen in Tabelle 8) berechnen zu können, musste auf die Eye-Tracking-Daten der Versuchspersonen zurückgegriffen werden. Die dazu benötigte Datenaufbereitung wird im nächsten Unterpunkt näher erörtert.

5.3.2.2 Aufbereitung der Eye-Tracking Daten

INTERACT ist eine Software der Firma Mangold zur computergestützten Verhaltensanalyse, welche in diesem Fall genutzt wurde, um die zu einer Datei mit 395 x 295 Pixeln zusammengefassten Umgebungs- und Blickbewegungsdaten bild- bzw. framegenau auszuwerten. Für die Aufnahmen wurden die Standard Pal-Frequenz von 50 Halb- bzw. 25 Vollbildern gewählt. Ziel dieser INTERACT-Analyse war es, den SMI Eye-Tracker-Verlauf der Probanden während der Simulationsfahrt qualitativ (welches relevante Verkehrsobjekt wurde angeschaut) und quantitativ

(Dauer und Frequenz dieser Blickzuwendung) zu ermitteln. Dazu wurden zunächst bedeutsame Bereiche der Verkehrsszenen als Wahrnehmungskategorien definiert und dann das Blickbewegungsvideomaterial diesen Kategorien zugeordnet. Diese Vorgehensweise erlaubt es, dezidierte Angaben bezüglich der Fixationsverteilung beim Durchfahren der Szenen zu gewinnen. Die relevanten Wahrnehmungsobjekte für beide Szenarien in Experiment I werden in folgender Tabelle 9 stichpunktartig dargestellt.

Tabelle 9: INTERACT-Kategorien für die szenenspezifische Blickbewegungsauswertung in Experiment I (die kritischen Stimuli auf die in der jeweiligen Szene reagiert werden soll, sind fett gedruckt)

Szene 1	Szene 2
- Fußgänger hinter Bus	- Hund
- Fahrbahn	- Kind
- Tacho	- Fahrbahn
- Rückspiegel	- Tacho
- Fahrbahnrand	- Rückspiegel
- Fahrbahn	- Fahrbahnrand
- Parkende Autos	- Fahrbahn
- Bus	- Parkende Autos
- Bauarbeiter	

Nachdem beide Szenen hinsichtlich dieses definierten Rasters ausgewertet wurden, konnten diese Wahrnehmungsdaten mit denen des Fahrsimulators in Beziehung gesetzt werden. Blickbewegungsanalysen in dynamischen Szenen erfordern spezielle Kriterien, welche festlegen, was eine Fixation ist. Das liegt darin begründet, dass sich alle Objekte innerhalb der Szenerie größtenteils bewegen (vgl. Chapman & Underwood, 1998). Um den Möglichkeiten der INTERACT-Auswertung gerecht zu werden, wurden solche Blicke als Fixationen deklariert, welche ein Area of Interest (AOI) und somit einen relevanten Bereich von 25° für mindestens 40ms angeschaut haben (INTERACT: 25 Frames/s bzw. 1 Frame=40ms). Dabei wurde nicht unterschieden zwischen Fixation und dem sog. pursuit tracking movement (Chapman & Underwood, 1998).

5.3.2.3 Synthesen der Fahr- und Blickbewegungsdaten

Die STISIM-Fahrverhaltensdaten und die INTERACT-generierten Blickbewegungsparameter wurden in diesem dritten und letzten Schritt in einer Excel-Tabelle fusioniert und synchronisiert.

Neben der Fusion der Fahrverhaltens- und Blickbewegungsdaten war es nötig, fehlende Daten (z.B. durch zu starke Kopfbewegungen im kritischen Moment) regressionsanalytisch zu ersetzen. Wie dieses realisiert wurde, wird im folgenden Abschnitt 5.3.3 erläutert.

5.3.3 UMGANG MIT FEHLENDEN DATEN

Aufgrund von teilweise zu starken Kopfbewegungen (z.B. durch Schreckreaktionen im oder kurz vor Auftauchen des kritischen Target-Reizes) kam es vereinzelt zu fehlenden Blickbewegungsaufzeichnungen. Um dieses erhebungstechnische Problem zu kompensieren, wurde eine multiple Imputationstechnik zum Umgang mit fehlenden Daten eingesetzt. Einfache Wege zur Komplementierung der Datenmatrix, wie z.B. ein Eliminierungsverfahren (Löschung sämtlicher unvollständiger Datensätze) oder das Ersetzen des fehlenden Wertes durch den Mittelwert wurde von der Autorin nicht in Erwägung gezogen, da dieses einen gravierenden Informationsverlust und/oder verzerrte Parameterschätzungen zur Folge haben könnte (Bortz, 2004; Schafer, 2000).

Bei der multiplen Imputation werden fehlende Werte mithilfe existierender Werte anderer Variablen regressionsanalytisch vorhergesagt. Das Verfahren der multiplen Imputation liefert in diversen Imputationsschritten für jeden fehlenden Wert gleich mehrere Schätzwerte, welche anschließend gemittelt werden. Auf diese Art und Weise wird die generelle Variabilität (unter Erhaltung der Zusammenhänge mit anderen Variablen der Erhebung) des gesamten Datensatzes erhalten (Schafer, 2000). Die multiple Imputation der fehlenden Werte wurde in dieser Untersuchung mithilfe der Open Source Software NORM³ durchgeführt (Schafer, 1999, 2000).

5.4 ERGEBNISSE ZU SZENE 1 IN EXPERIMENT I

Im Fokus dieses Experimentes steht die unterschiedliche Wirkung statischer und dynamischer Hinweis- bzw. Aktivierungsreize auf das Fahr- und im weiteren Sinne das Unfallverhalten der Probanden. Bevor diese Analyse jedoch durchgeführt wird, soll geklärt werden, inwiefern die Geschwindigkeit und die Reaktionsparameter die Unfallrate beeinflussen.

³ Kostenloser Software-Download verfügbar unter: <http://www.stat.psu.edu/~jls/misoftwa.html>.

Als generelle Einschränkung der folgenden Ergebnisdarstellungen (vgl. Kap. 5.4) muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass in die SPSS-Auswertung ein spezieller Datenfilter eingebaut wurde. Dieser bezog sich auf die Geschwindigkeit im Entdeckungsmoment: alle Probanden, welche eine Fahrgeschwindigkeit von unter 20 km/h zeigten, wurden von weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Dies liegt darin begründet, dass bei einer solch niedrigen Geschwindigkeit die Szene nicht mehr als gefährlich gewertet werden kann. Der kreuzende Fußgänger hat in diesem Fall die Spurüberschreitung abgeschlossen, bevor das Egofahrzeug in den Konfliktbereich gelangen kann und somit wäre (unabhängig von den Reaktionszeiten) eine Kollision ausgeschlossen.

Wie bereits zu Beginn des fünften Kapitels angesprochen, werden in Experiment I zwei Szenen untersucht, bei denen ein klassischer Fußgänger- bzw. Überschreitungsunfall infolge einer Sichtbehinderung durch ein parkendes Fahrzeug evoziert werden soll. Die Kollision mit dem jeweiligen Fußgänger kann nur durch eine Notbremsung verhindert werden. Im Rahmen dieses Kapitels werden die Ergebnisse der ersten Szene in Orientierung an die Reihenfolge der Hypothesen (vgl. Kap. 5.1) beschrieben und anschließend diskutiert. Infolgedessen wird die Szene 2 entsprechend dieser Gliederungsordnung analysiert.

5.4.1 DER EINFLUSS DER FAHRVERHALTENSPARAMETER AUF DIE UNFALLWAHRSCHEINLICHKEIT

Im Zentrum dieses Abschnittes stehen zwei wichtige Fragen: Wie kann man prognostizieren, ob ein Unfall eintritt oder nicht? Welche Fahrverhaltensvariablen determinieren das Auftreten eines Unfalls im kritischen Moment? Bei der Unfallvariable (*I_1_Crash*) handelt es sich um ein Ereignis, welches eintreffen kann oder nicht, d.h. es kommt zu einem Unfall oder dieser kann durch adäquates Verhalten verhindert werden. In der gesamten Fahrsimulationsstudie war diese Variable in SPSS folgendermaßen kodiert: 0 = kein Unfall / 1 = Unfall. Die Ergebnisse einer durchgeführten Korrelationsanalyse können der Tabelle 10 entnommen werden:

Tabelle 10: Korrelation der Unfallrate und der relevanten Fahr- und Reaktionsparametern in Szene 1 aus Experiment I

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1_Crash	1								
I_2_Speed	.740**	1							
I_3_Detekt_ms	.459*	.328**	1						
I_4_Detekt_m	.472*	.339**	-.102	1					
I_5_Reakt_ms	.257*	.344**	-.050	-.106	1				
I_6_Reakt_m	.585**	.505**	.566**	-.089	.572**	1			
I_7_Brake_m	.740**	.633**	-.032	.605**	.385**	.740**	1		
I_8_Fix	-.293**	-.547**	-.154	-.118	-.260*	-.293**	-.316**	1	
I_9_FixNr	-.258*	-.394**	.897**	-.145	-.307**	-.371**	-.395**	.619**	1

* $p < .05$; ** $p < .01$; $N=81$; Da es sich bei der Unfallvariable um kategoriale Daten handelt, wurde für diese der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Eine Legende zu den Variablen findet sich in Tabelle 8 sowie im Anhang D1.

Wie die Tabelle 10 zeigt, haben die Variablen Geschwindigkeit (I_2_Speed), Erkennungsgeschwindigkeit (I_3_Detekt_ms und I_4_Detekt_m), die Reaktion vom Erkennen bis zum Reagieren (I_5_Reakt_ms und I_6_Reakt_m) sowie vom Auftauchen bis zum Bremsen (I_7_Brake_m), als auch die Fixationsanzahl und -dauer bezüglich des parkenden Busses einen teilweise hoch signifikanten Einfluss auf die Unfallvariable (I_1_Crash). Insbesondere die Variablen Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) und die Reaktion vom Auftauchen bis zum Bremsen (I_7_Brake_m) weisen dabei sehr hohe (Rang-) Korrelationen auf. Aus Platzgründen werden daher nur diese beiden Unfallzusammenhänge in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt. Die jeweiligen Balken repräsentieren dabei die durchschnittliche Geschwindigkeit bzw. die Wegstrecke und die dazugehörigen Linien die entsprechende Standardabweichung.

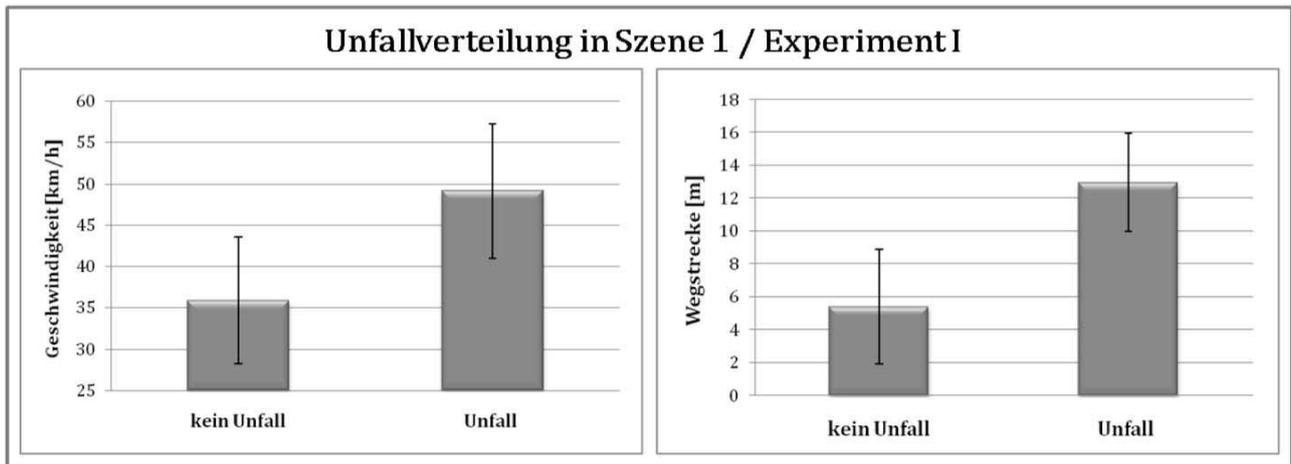


Abb. 27: Unfallverteilung in Abhängigkeit von den relevantesten Verhaltensparametern Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (*I_2_Speed*; links) und Reaktionsdistanz vom Auftauchen des kritischen Target-Reizes bis zum Bremsbeginn (*I_7_Brake_m*; rechts) in Szene 1 / Experiment I.

Nachdem gezeigt wurde, dass es (hoch) signifikante Korrelationen zwischen der Unfallrate und den relevanten Verhaltensparametern gibt, soll anschließend die konkrete Eintrittswahrscheinlichkeit des dichotomen Unfall-Ereignisses anhand einer binär logistischen Regression berechnet werden (Bortz, 2004; Bühl, 2006; Eckstein, 2008). Da davon auszugehen ist, dass die Unfallohäufigkeit beim Durchfahren der Verkehrsszene umso stärker mit der Reaktionszeit zusammenhängt, je schneller der Proband im kritischen Moment gefahren ist, werden alle relevanten Fahrverhaltensparameter (Variable 1 bis 9) mit in die Gleichung aufgenommen. Dabei sollen die Fragen untersucht werden, welche Variablen einen Einfluss auf die Unfallwahrscheinlichkeit haben und wie hoch dieser Einfluss ist. Dazu wurde die Methode der Vorwärtsselektion gewählt, welche zunächst mit der Integration der Konstanten beginnt und anschließend sukzessiv die Variablen einbezieht, welche mit der abhängigen Unfallvariable am höchsten korreliert (Bühl, 2006). Am Schluss dieser Analyse werden nur zwei Variablen aufgenommen: die Geschwindigkeitsvariable (*I_2_Speed*) sowie die Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs (*I_7_Brake_m*).

Tabelle 11: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Kriteriumsvariable Unfall durch die Reaktionsdistanz (I_7_Brake_m) und die Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed).

Variable	R	Nagelkerkes R ²	χ^2	χ^2 -change	B	Wald
1. Schritt	0.862	0.743	60.287 ***	60.287 ***		
I_7_Brake_m					.743	17.581***
2. Schritt	0.934	0.872	77.936 ***	17,648***		
I_7_Brake_m					.696	7.291**
I_2_Speed					.353	8.735**

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Tabelle 11 zeigt, dass im ersten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse die Kriteriumsvariable *Unfall* durch die Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs (I_7_Brake_m) signifikant vorhergesagt werden kann. Der Varianzanteil, der im Kriterium Unfall durch die Reaktionsdistanz aufgeklärt wird, liegt mit einem hochsignifikanten Chi-Quadratwert von $\chi^2(1) = 60.287$ ($p < 0.001$) bei 74,3%. Durch die Aufnahme der Geschwindigkeit (I_2_Speed) im zweiten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse steigt der Anteil der aufgeklärten Varianz um fast 13 Prozentpunkte auf 87,2% ($\chi^2(2) = 77.936$ ($p < 0.01$)). Bei Betrachtung der unstandardisierten Regressionskoeffizienten B zeigt sich, dass beide Prädiktoren einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des Unfalls leisten. Der für die Signifikanzprüfung benötigte Wert der Chi-Quadrat-verteilter Waldstatistik des Regressionskoeffizienten ist auf dem 5%-Niveau signifikant (vgl. Bühl, 2006). Im Vergleich wird allerdings deutlich, dass der Regressionskoeffizient der Reaktionsdistanz höher ist als der der Geschwindigkeit. Aus diesem Grund ist dieser Reaktionswert als der bessere Prädiktor anzusehen (vgl. Backhaus et al., 2006; Bortz, 2004; Diehl & Staufenbiel, 2001).

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass die korrelativen Zusammenhänge zwischen der Unfallrate und den relevanten Verhaltensparametern aufgrund der zugrundeliegenden physikalischen Logik zwangsweise entstehen, jedoch ist die Ergebnisdarstellung für das Grundverständnis der nachfolgenden Berechnungen und Kausalitäten unabdingbar (vgl. Kap. 5.1).

5.4.2 DER EINFLUSS DER PRIMING-VERSION AUF DIE FAHRVERHALTENSPARAMETER

Nachdem die relevanten Unfallfaktoren näher analysiert wurden, steht im Interessenfokus dieses Abschnittes die Überprüfung des Einflusses der Art der Voraktivierung auf Fahrverhaltensparameter. Dabei orientiert sich die Darstellung bzw. Ordnung der folgenden Ergebnisse an der Reihenfolge der Hypothesen in Kapitel 5.1. In der folgenden Abbildung 28 ist der augenscheinliche Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit bei Erkennungsmoment (I_2_Speed) und der Priming-Version dargestellt.

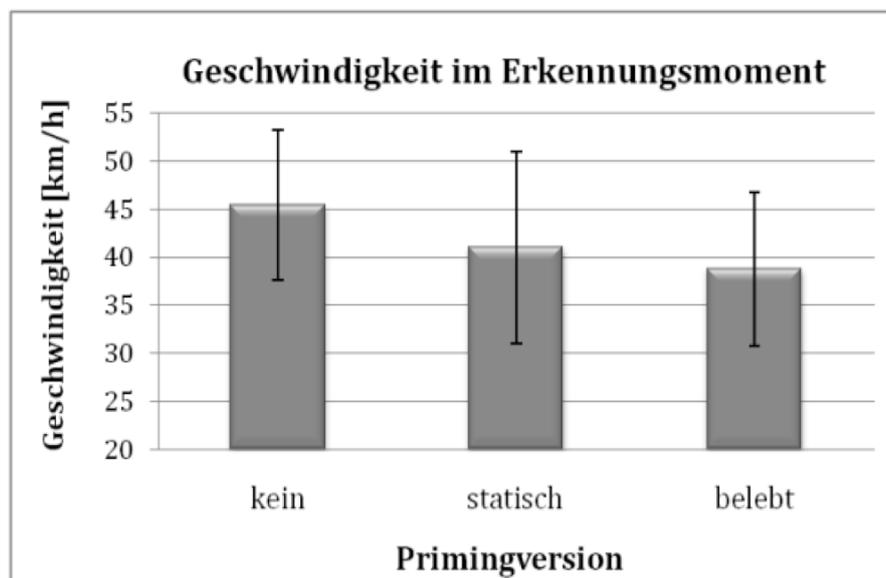


Abb. 28: Graphische Darstellung der gemittelten Geschwindigkeiten im Erkennungsmoment selektiert nach der Art der Voraktivierung in Szene 1

Mittels einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) soll nachfolgend nun der Einfluss der Priming-Version auf das Fahrverhalten untersucht werden. Dabei wird der Frage nachgegangen, ob es einen Zusammenhang zwischen der metrisch-skalierten Geschwindigkeit (I_2_Speed) und der nominal skalierten unabhängigen Variablen der Priming-Version gibt (vgl. Bortz, 2004; Clauß et al., 1999). Die Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse lassen die Schlussfolgerung zu, dass die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den drei Voraktivierungsarten nicht von zufälliger Natur sind ($F(2, 78) = 4.779; p < .05$). Die Ergebnisse zeigen, dass Probanden in der dritten Priming-Version (belegt-dynamisch) mit den niedrigsten Geschwindigkeiten fahren ($M = 38,78$ km/h; $SD = 7,99$). Die höchsten Geschwindigkeiten wurden in der Versuchsbedingung ohne Hinweisreiz gemessen ($M = 45,39$ km/h; $SD = 7,83$; $r = -.272$; $p < .05$). Die Ergebnisse der Post-Hoc-Tests bezüglich der Nebeneffekte finden sich am Ende dieses Abschnittes in Tabelle 12.

Da die jeweilig gezeigten Reaktionswerte (Variable 3 bis 7) zum Teil einen sehr großen Einfluss auf die Unfallhäufigkeit auswiesen (vgl. Kap. 6.4.1), soll nachfolgend deren Abhängigkeit von der Art der Voraktivierung näher analysiert werden. Sowohl für die Detektionsdauer vom Auftauchen bis zum Erkennen des kritischen Stimulus ($F(2, 78) = 3.194$; $p < .05$ / $r = -.272$; $p < .05$), wie auch in der Reaktion vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden ($F(2, 78) = 6,461$; $p < .01$ / $r = -.363$; $p < .01$) zeigen sich signifikante Einflüsse der Priming-Version. Kongruent zu den zeitlichen Reaktionswerten verhalten sich auch die distanziellen, d.h. die Versuchsbedingung hat einen signifikanten Einfluss auf den Detektionsweg vom Auftauchen bis zum Erkennen ($F(2, 78) = 3.732$; $p < .05$ / $r = -.307$; $p < .01$) sowie auf den Reaktionsweg vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Metern ($F(2, 78) = 3.752$; $p < .05$ / $r = -.347$; $p < .01$). Die besten Reaktionswerte zeigten sich in der Version mit dem belebten Priming, gefolgt von der statischen Priming-Version. Die schlechtesten Werte wurden in der Version ohne hinweisenden Prime-Reiz gemessen. Die folgenden Balkendiagramme in Abbildung 29 visualisieren die Reaktionsdifferenzen in Abhängigkeit von der jeweiligen Art der Voraktivierung:

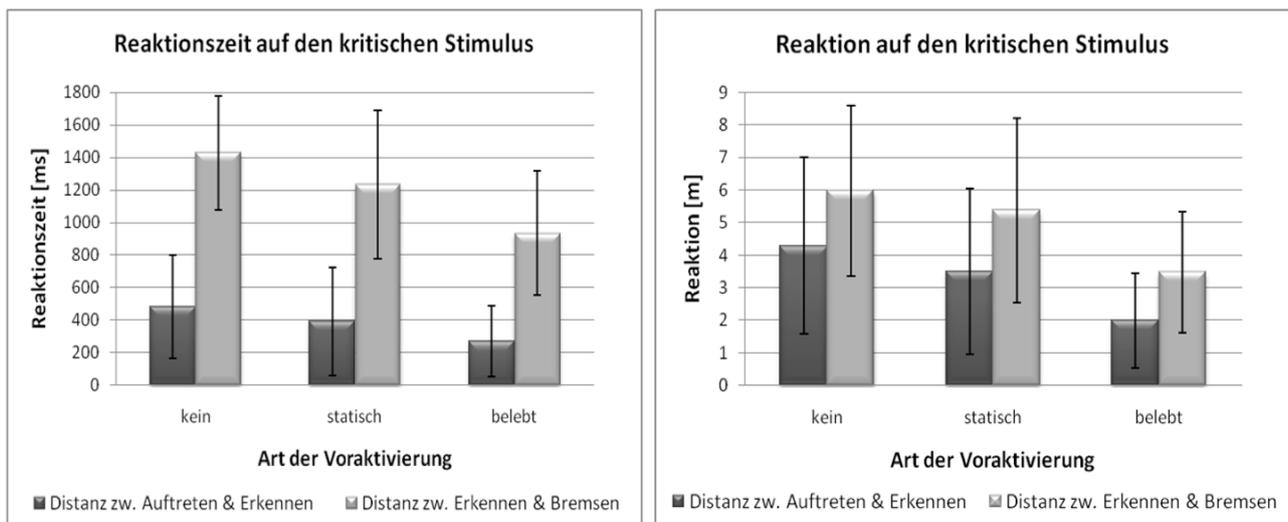


Abb. 29: Graphische Darstellung der jeweiligen Voraktivierungswirkung auf die verschiedenen Reaktionsmaße in Szene 1.

Die Reaktion vom Auftauchen des Fußgängers bis zum Bremsbeginn in Metern (I_7_Brake_m) ist dabei stark von der jeweiligen Versuchsbedingung abhängig ($F(2, 78) = 8.632$; $p < .01$ / $r = -.417$; $p < .01$). Dieser Zusammenhang wird in der folgenden Abbildung 30 verdeutlicht.

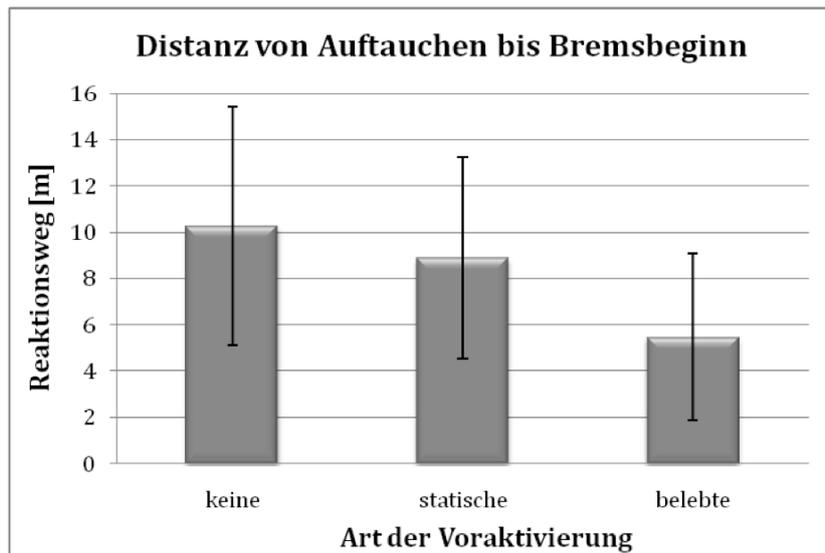


Abb. 30: Graphische Darstellung der jeweiligen Voraktivierungswirkung auf die Distanz vom Auftauchen des Fußgängers bis zum Beginn des Bremsvorgangs in Szene 1 /Experiment I.

In der folgenden Tabelle 12 findet sich eine detaillierte Aufschlüsselung der Situationskontraste für die jeweiligen Versuchsbedingungen bezüglich der einzelnen vorab beschriebenen, signifikant beeinflussten Fahrverhaltensparameter.

Tabelle 12: Der Einfluss der Priming-Version auf die unfallrelevanten Fahrverhaltensparameter (Situationskontraste der Verhaltensparameter im Post-Hoc-Vergleich)

	Version 1-3	Version 2-3	Version 1-2
I_2_Speed	7,62**	3,03*	4,59*
I_3_Detekt_ms	212,05*	83,44	128,61
I_4_Detekt_m	2,37*	1,18	1,19
I_5_Reakt_ms	498,13**	322,88*	175,26*
I_6_Reakt_m	2,62*	1,91	0,712
I_7_Brake_m	4,72*	3,59*	1,13

* $p < .05$; ** $p < .01$; Version 1: kein Reiz; Version 2: statischer Reiz; Version 3: dynamischer Reiz

Wie der Tabelle 12 zu entnehmen ist, sind insbesondere in der Priming-Version ohne Hinweisreiz eine signifikant erhöhte Geschwindigkeit (I_2_Speed) sowie eine signifikant erhöhte, d.h. verschlechterte Reaktionszeit auf den Target-Reiz (I_5_Reakt_ms) messbar als in den anderen Versuchsbedingungen. Demgegenüber treten in der dynamischen Version die geringsten Geschwindigkeiten und die schnellsten Reaktionen in Millisekunden auf. Bei den Reaktionswerten vom Erkennen bis zum Bremsen (I_6_Reakt_m) zeigen sich nur im Vergleich zwischen Version 1 und 3 signifikante Unterschiede, d.h. in der dynamischen Szenenvariation bremsen die Probanden durchschnittlich 2,62m früher als in der Version ohne Prime-Reiz. Die Reaktionsunterschiede vom Auftreten des Target-Reiz bis zur Reaktion auf diesen (I_7_Brake_m) sind nur in der Priming-

Version mit dynamischem Hinweisreiz signifikant verbessert, d.h. die Probanden bremsen im Vergleich zur ungeprimten Version 4,72m und zur statischen Version 3,59m früher.

Ein weiterer Parameter, welcher im vorangegangenen Kapitel als unfallkritisch herausgearbeitet wurde, ist die Blickzuwendung zum parkenden Bus hinter dem der Fußgänger im kritischen Moment hervortritt. Das folgende Diagramm (vgl. Abb. 31) weist einen *augenscheinlichen* Zusammenhang zwischen der Priming-Version und der gemittelten Fixationsdauer und -anzahl auf, d.h. in der Versuchsbedingung mit dem dynamisch-belebten Hinweisreiz kommt es zu einer verstärkten Aufmerksamkeitszuwendung zum Bus am Fahrbahnrand.

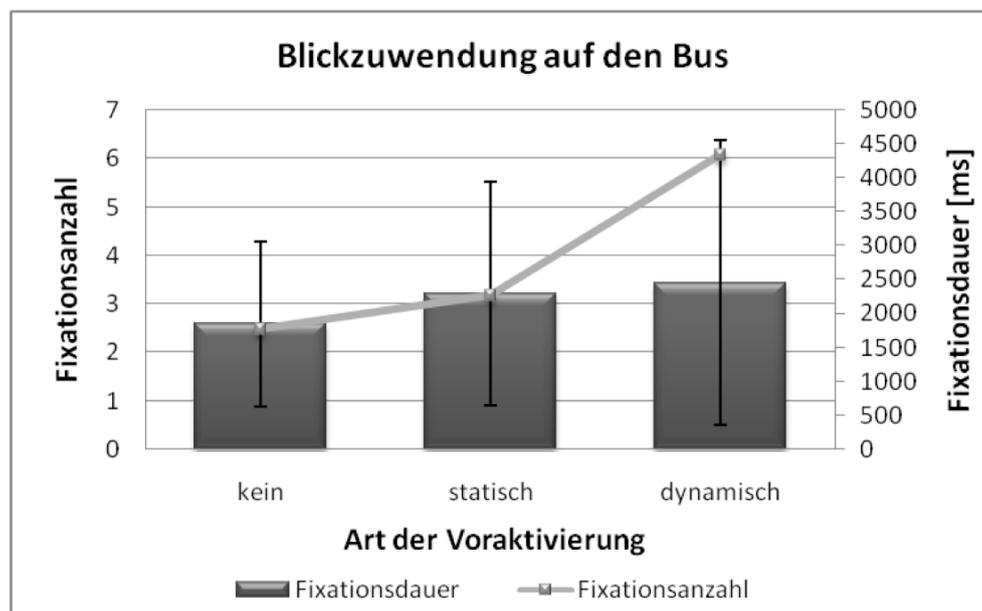


Abb. 31: Graphische Darstellung der jeweiligen Voraktivierungswirkung auf die Fixationsverteilung bezüglich des Busses am Fahrbahnrand in Szene 1 /Experiment I.

Um allerdings aussagekräftige Angaben machen zu können, musste untersucht werden, ob sich die ermittelten Werte signifikant unterscheiden. Anhand der einfaktoriellen Varianzanalyse zeigen sich signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Priming-Versionen und der Anzahl der Blickzuwendungen zum Bus (I_{9_FixNr} ; $F(2, 75) = 8.990$; $p < .001$). Auch wenn gemäß der Abbildung 31 ein geringer Unterschied bezüglich der Fixationsdauer (I_{8_Fix}) in der dynamisch-belebten Version gegenüber den beiden anderen Priming-Versionen vorzuliegen scheint, so zeigt die univariate Varianzanalyse, dass diese Tendenz nicht signifikant ist ($F(2, 75) = 2.170$; $p = 0.721$).

Nachdem die Wirkung der verschiedenartigen Hinweisreize auf die Blickzuwendungen zum Bus analysiert wurde, soll nun die Beantwortung der Frage, ob die jeweilige Versuchsbedingung einen Einfluss auf die Unfallhäufigkeit hat, im Fokus stehen. Bevor diese Frage beantwortet werden soll,

wird zunächst in Abbildung 32 eine graphische Darstellung der prozentualen Unfallverteilung für die verschiedenen Prime-Reize präsentiert.

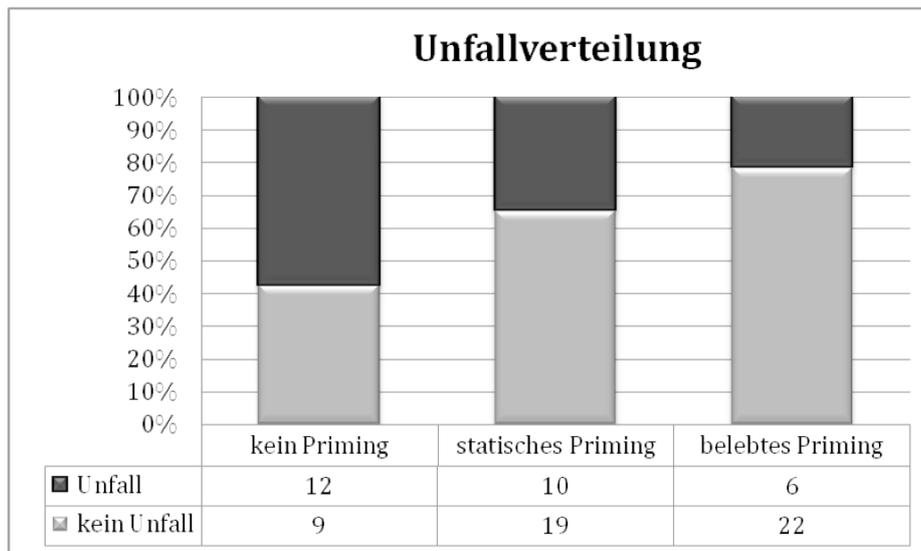


Abb. 32: Prozentuale Unfallverteilung in Szene 1 nach der jeweiligen Art des Prime-Reizes.

Wie die Abbildung 32 bereits vermuten lässt, zeigt auch ein durchgeführter Chi-Quadrat-Test einen hoch signifikanten Einfluss der Versuchsbedingung auf die Unfallhäufigkeit ($\chi^2 = 17.98$; $p < .01$ / $r = -.444$; $p < .01$). 42,86% aller Unfälle treten in der Version ohne hinweisenden Prime-Reiz auf. Demgegenüber werden mit nur 21,43% die wenigsten Unfälle in der Bedingung mit dem belebtdynamischen Hinweisreiz produziert.

5.4.3 WEITERFÜHRENDE ANALYSEN

In diesem Kapitel werden weiterführende Analysen, d.h. die Kontrolle potentieller Störgrößen durchgeführt. Im Weiteren soll kontrolliert werden, ob anhand der fahrdemographischen Fragebogenangaben und dabei insbesondere bezüglich der Skalen *Risikobereitschaft* und *Sicherheitsgefühl* (vgl. Kap. 4.3.3) ein entsprechendes Fahrverhalten vorhergesagt werden kann. Doch zunächst soll anhand einer Mediatoranalyse überprüft werden, ob eine interne Wirkungskette zwischen dem Bremsbeginn und der Priming-Bedingung existiert.

Eine Variable wird als Mediator bezeichnet, wenn diese den Einfluss einer Prädiktor- auf eine Kriteriumsvariable vermittelt. Daher wird diese mediierende Variable auch als intervenierende Variable bezeichnet. Um diese Wirkung eines potentiellen Mediators nachweisen zu können, müssen Baron und Kenny (1986) zufolge insgesamt vier Voraussetzungen erfüllt sein:

- Der Prädiktor (UV) muss einen signifikanten Einfluss auf die Mediatorvariable (M) haben.
- Der Prädiktor (X; UV) und das Kriterium (Y; AV) müssen signifikant miteinander korrelieren.
- UV (X) und AV (Y) müssen signifikant miteinander korrelieren.
- Der Effekt von Prädiktor (X) auf Kriterium (Y) wird bei Aufnahme des Mediators (M) verringert (ebd.).

Da die ersten drei Voraussetzungen im vorliegenden Fall erfüllt sind (vgl. Kap. 5.4.2), kann nachfolgend die vierte Voraussetzung näher analysiert werden. Bei gleichzeitiger Aufnahme der experimentellen Priming-Bedingung und der Fahrgeschwindigkeit im Erkennungsmoment in die Regressionsgleichung zur Aufklärung der Varianz in der Reaktionszeit vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden (I_5_Reakt_ms) zeigt sich die Geschwindigkeit als signifikanter Prädiktor. Es liegt eine vermittelnde Wirkung der Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) im Hinblick auf die Zusammenhangseffekte zwischen der Priming-Bedingung und der Reaktion vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden ($t(81) = 6.331$; $p < .01$) vor. Dies bedeutet, dass es zu einer Verringerung des Effektes vom Prädiktor (Priming-Bedingung) auf das Kriterium (I_5_Reakt_ms) durch die Aufnahme des Mediators (I_2_Speed) kommt.

In der Abbildung 33 ist sowohl das zugrunde liegende einfache Regressionsmodell (1) als auch das komplexe Mediatormodell (2) dargestellt. Der Prädiktor (X) ist in diesem Fall die Priming-Bedingung und das Kriterium (Y) ist die Reaktionszeit vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden (I_5_Reakt_ms), welche durch die Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) mediiert (M) wird. Im Rahmen der Auswertung von Szene 1 wurden auch andere potentielle Moderatoreffekte überprüft, diese konnten jedoch nicht bestätigt werden.

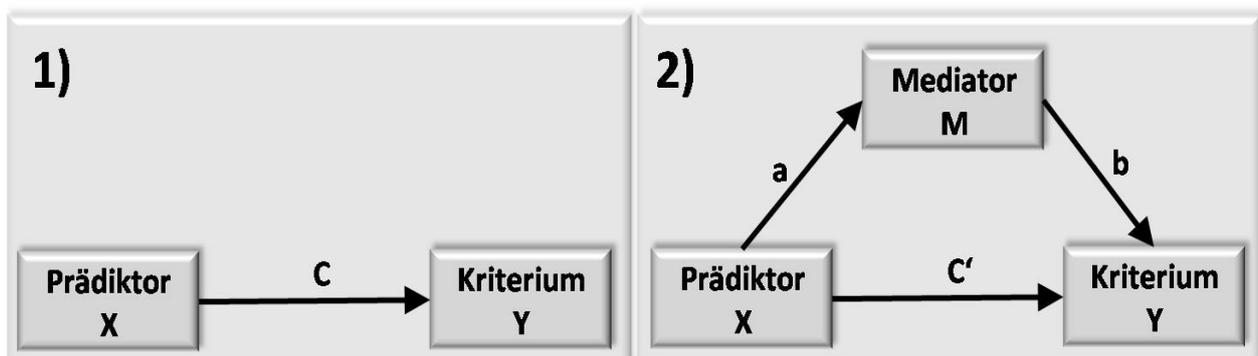


Abb. 33: 1) einfaches Regressionsmodell zeigt den direkten Einfluss der Prädiktor- (X) auf die Kriteriumsvariable (Y); 2) Das Mediatormodell zeigt die vermittelnde Wirkung der Mediatorvariable (M) auf den Einfluss zwischen Prädiktor (X) und Kriterium (Y) (c = totaler Effekt, c' = direkter Effekt, ab = indirekter Effekt; Schermelleh-Engel; 2004; S. 2).

Nachdem die Wirkung der verschiedenartigen Hinweisreize auf die Geschwindigkeits- und Reaktionswerte analysiert wurde, soll nun der Einfluss der einstellungbezogenen Fragebogenangaben betrachtet werden. Die folgende Tabelle 13 listet die Ergebnisse einer Korrelationsanalyse zwischen den Ausprägungen der Skalen *Risikobereitschaft* auf der einen Seite und dem *Sicherheitsgefühl* auf der anderen Seite auf. Dabei zeigt sich, dass Personen, welche im Verkehrsfragebogen eher risikoreichen Äußerungen zustimmten, längere Zeit benötigten, um den kritischen Reiz in Szene 1 zu erkennen (I_3_Detekt_ms ; $r=,220$; $p<.01$). Probanden, die angaben, ein sicheres Gefühl im Umgang mit dem Straßenverkehr zu haben, wiesen einen längeren Reaktionsweg vom Erkennen bis zur Bremsreaktion auf (I_6_Reakt_m; $r=,222$; $p<.01$).

Tabelle 13: Zusammenhänge zwischen Skalenausprägungen des verkehrspsychologischen Fragebogens und den gezeigten Fahrverhaltenswerten.

	Skala 1: <i>Risikobereitschaft</i>	Skala 2: <i>Sicherheitsgefühl</i>
I_1_Crash	,114	,161
I_2_Speed	,033	,168
I_3_Detekt_ms	,220*	,057
I_4_Detekt_m	,142	,001
I_5_Reakt_ms	,157	,121
I_6_Reakt_m	,057	,222*
I_7_Brake_m	,048	,178

* $p<.05$; ** $p<.01$

Weitere bedeutsame Zusammenhänge zwischen den Fahrverhaltensparametern und den Ausprägungen der Skala *Risikobereitschaft* konnten nicht nachgewiesen werden. Mit Ausnahme der Variable 6 (I_6_Reakt_m) zeigen sich keine korrelativen Zusammenhänge mit den Werten für die Skala *Sicherheitsgefühl* und dem Fahrverhalten. Dieses einzige signifikante Ergebnis ist jedoch sehr kontraintuitiv, d.h. Personen, die angeben eine eher sicherheitsorientierte Fahrweise zu präferieren, zeigten ein verlangsamtes und somit unfallförderliches Bremsverhalten als andere.

Anhand einer weiteren explorativen Analyse sollte ein Zusammenhang der fahrdemographischen Fragebogenangaben mit den Verhaltens- und Unfallparametern nachgewiesen werden. Weder durch das Alter, die Anzahl der Führerscheinjahre, noch über die gefahrenen Kilometer oder das Geschlecht konnte ein bestimmtes Fahrverhalten vorhergesagt werden. In Bezug auf die Unfalldaten

in Szene 1 des Experimentes I kann festgehalten werden, dass es keine geschlechtsspezifischen Verhaltensunterschiede gibt ($\chi^2 = 0.269$, $p = .604$). Allerdings gibt es indirekte fahrhistorische Angaben, welche einen Zusammenhang mit den Simulationsdaten aufzeigen. Der Vollständigkeit halber seien diese Einflussfaktoren stichpunktartig dargestellt:

- Die Häufigkeit der Fahrzeugnutzung (von nie bis täglich; vgl. Abb. 20) hat einen signifikanten Einfluss auf die Unfallhäufigkeit, d.h. je seltener selbst Auto gefahren wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit dem Fußgänger in Szene 1 ($r = -.246$, $p < .05$). Desweiteren existiert ein korrelativer Zusammenhang zwischen der Nutzungshäufigkeit des Fahrzeugs und der Distanz zwischen objektivem Auftreten des Fußgängers und dessen subjektivem Erkennen (I_4_Detekt_m; $r = -.256$, $p < .05$).
- Auch der tatsächliche Besitz eines PKWs ($r = -.274$, $p < .05$) und ob ein PKW zur freien Verfügung ($r = -.272$, $p < .05$) steht, beeinflussen die Distanz zwischen objektivem Auftreten des Fußgängers und dessen subjektivem Erkennen (I_4_Detekt_ms) signifikant.
- Die angegebene Wohlfühlgeschwindigkeit auf Landstraßen korreliert signifikant mit der Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed; $r = .249$, $p < .05$).
- Zwischen der Anzahl selbstverschuldeter Unfälle und der Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs in Metern (I_7_Brake_m) zeigt sich ein moderater Zusammenhang ($r = .233$, $p < .05$).

Die ermittelten Zusammenhänge sind inhaltlich interessant, stehen allerdings ohne Bezug zur zentralen Fragestellung bzw. den damit verbundenen Hypothesen. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf weitergehende Schlussfolgerungen verzichtet. Weiterhin konnte kein Zusammenhang der Fahr- und Blickbewegungswerte mit den erhobenen Angaben zur Erfahrung mit Computerspielen (vgl. Anhang A2), den Evaluationsitems (vgl. Anhang A3) oder den Beurteilungen der Verkehrsszenen (vgl. Anhang A3) nachgewiesen werden

5.4.4 HYPOTHESENPRÜFUNG FÜR SZENE 1 IN EXPERIMENT I

Anhand der durchgeführten Fahrsimulationen sollte primär ermittelt werden, inwieweit sehr unterschiedliche Hinweisreize (statische vs. dynamische) das Fahrverhalten und somit die Unfallwahrscheinlichkeit beeinflussen können. Im Weiteren sollte herausgefunden werden, welche einzelnen Fahrverhaltensparameter unfalldeterminierend sind. In diesem Abschnitt

wird dargelegt, ob die a priori formulierten Hypothesen (vgl. Kap. 5.1) bestätigt oder widerlegt wurden.

H.I.1: Die gefahrene Geschwindigkeit im kritischen Moment hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Bei der Betrachtung der amtlichen Unfallstatistik (vgl. Kap. 1.1) wird bereits deutlich, dass die unangepasste Geschwindigkeit eine Hauptunfallursache ist (Vorndran, 2008). Auch die Ergebnisse aus Szene 1 zeigen: Je schneller ein Proband im kritischen Erkennungsmoment des Fußgängers gefahren ist, umso eher hat er einen Unfall produziert. Somit kann die Hypothese H.I.1 **bestätigt** werden.

H.I.2: Die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Wie der Tabelle 10 entnommen werden kann, haben die verschiedenen Reaktionsparameter einen (teilweise hoch) signifikanten Einfluss auf die Unfallhäufigkeit. Sowohl die Reaktionsdistanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und dem subjektivem Erkennen (in Metern und in Millisekunden), der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen (in Metern und in Millisekunden), wie auch die Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs in Metern haben einen signifikanten Einfluss auf das Unfallvorkommen. Im Weiteren zeigt sich, dass Probanden, welche den parkenden Bus häufiger und länger fixiert haben, signifikant seltener einen Unfall verursacht haben. Somit kann die Hypothese H.I.2. mit all ihren Unterhypothesen (H.I.2.a bis H.I.2.d) **beibehalten** werden.

H.I.3: Die Art des Hinweisreizes hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit im Gefahrenmoment.

Die Ergebnisse (vgl. Tabelle 12) zeigen, dass Versuchspersonen in der Priming-Version mit dem dynamischen Hinweisreiz zwischen 7,62 km/h (zwischen Version 1 und 3) und 3,03 km/h (zwischen Version 2 und 3) langsamer fahren als unter den anderen Versuchsbedingungen. In der Priming-Version ohne Hinweisreiz ist eine höhere Geschwindigkeit messbar als in den anderen Versuchsbedingungen. Diese Unterschiede sind signifikant und somit kann die Hypothese drei inklusive ihrer beiden Unterhypothesen **bestätigt** werden.

H.I.4: Die Art der Voraktivierung beeinflusst die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz.

Die Ergebnisse der durchgeführten Varianzanalysen zeigen, dass die Art des Voraktivierungsreizes generell das Detektions- und Reaktionsverhalten auf den kritischen Stimulus signifikant beeinflusst und somit kann die Hypothese H.I.4 **bestätigt** werden. Bei der näheren Auseinandersetzung mit den statistischen Kennwerten wird allerdings deutlich, dass signifikante Unterschiede über alle Priming-Versionen nur in der Reaktionszeit in Millisekunden (I_5_Reakt_ms), nicht jedoch in Metern (I_6_Reakt_m und I_7_Brake_m) nachgewiesen werden konnten (vgl. Tabelle 12). Dieser Sachverhalt wird in der anschließenden Ergebnisdarstellung (vgl. Kap. 5.4.5) einer detaillierten Analyse unterzogen.

H.I.5: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Bei der Betrachtung der statistischen Unfallverteilung zeigt sich, dass doppelt so viele Unfälle in der Versuchsbedingung ohne Hinweisreiz auftreten als in der dynamischen Bedingung. Da sich diese Verteilungsunterschiede signifikant auch zwischen den anderen Versuchsbedingungen zeigen, kann die fünfte Hypothese **bestätigt** werden.

5.4.5 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISDARSTELLUNG FÜR SZENE 1 IN EXPERIMENT I

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse nochmals kurz zusammengefasst und inhaltlich in einem ersten Schritt interpretiert. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass es sich nicht um eine abschließende Diskussion der Ergebnisse handelt, diese folgt nach der Darstellung der Ergebnisse und der Hypothesenprüfung für die zweite Szene des ersten Experimentes.

Wie der vorangegangenen Hypothesenprüfung (vgl. Kap. 5.4.4) entnommen werden kann, können die a priori formulierten Annahmen bestätigt werden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Fahrverhaltensdaten die Unfallhäufigkeit signifikant beeinflussen und dass sowohl diese Parameter als auch insbesondere die Unfallverteilung von der Art der Priming-Version abhängen. Sehr allgemein kann gesagt werden, dass Probanden, welche mit dem dynamischen bzw. sozialdeterminierten Hinweisreiz konfrontiert waren, das beste Reaktionsverhalten bezüglich des kritischen Stimulus und die geringsten Unfallraten zeigten. Demgegenüber wurde das schlechteste Fahrverhalten (im Sinne der höchsten Geschwindigkeiten, der schlechtesten Reaktionen und der meisten Unfälle) in der Version ohne hinweisenden Prime-Reiz gemessen.

Bei der näheren Auseinandersetzung mit den statistischen Kennwerten wird allerdings deutlich, dass sich nicht alle Reaktions- und Fahrverhaltensmaße der einzelnen Priming-Versionen signifikant voneinander unterscheiden (vgl. Tabelle 12). In der Versuchsbedingung mit dem statischen Hinweisreiz (Priming-Version 2) haben nur 25% der Probanden dieses relevante Gefahrenschild überhaupt entdeckt. Um den Inhalt eines Verkehrszeichens allerdings wahrnehmen zu können, muss dieses fixiert werden (Schneider, 1995; vgl. Kap. 2.1.1). Dieser geringe Betrachtungsgrad könnte eine Begründung dafür sein, warum die Verhaltensparameter im Post-Hoc-Vergleich (vgl. Tabelle 12) aufzeigen, dass die Priming-Version 2 sich nicht signifikant in allen Verhaltenswerten von der Versuchsbedingung ohne Hinweisreiz unterscheidet.

Ausnahmen stellen die Reaktion vom Erkennen des Fußgängers bis zum Bremsbeginn (I_5_Reakt_ms) sowie die Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) dar. Probanden in der statischen Priming-Version bremsen 175ms früher und fahren 4,6km/h langsamer als in der Version ohne Hinweisreiz. Ganz anders sehen die Zusammenhangsmaße für die Priming-Version 3 in Bezug zu den anderen Versionen aus. Zwischen der Version ohne hinweisenden Prime-Stimulus und der dynamischen Versuchsbedingung zeigen sich für alle Fahrverhaltensparameter (Variable 2 bis 7) signifikante Unterschiede, d.h. die Reaktion in der dynamischen Version war stets besser als in der ohne Prime. Signifikante Unterschiede zeigen sich im Weiteren zwischen der statischen und der dynamischen Version in Bezug auf drei Variablen: Probanden in der statischen Versuchsbedingung sind ca. 3,03km/h schneller gefahren (I_2_Speed), und haben (nach dem Erkennen des Fußgängers) 323ms später mit einer Bremsung reagiert (I_5_Reakt_ms) und sie bremsen nach dem Auftauchen des Fußgängers 3,59m später (I_7_Brake_m).

Im Rahmen weiterführender Analysen zum Einfluss der Priming-Bedingung auf die Fahrverhaltensparameter zeigte sich, dass der Zusammenhang zwischen Reaktionszeit vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden (I_5_Reakt_ms) und der Unfallwahrscheinlichkeit (I_1_Crash) durch die Variable Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) moderiert wird. Dieses lässt auf ein komplexeres Zusammenwirken in den Vorstufen der Reaktion schließen, in welchem die Fahrgeschwindigkeit auf die Reaktionsgeschwindigkeit bedingt Einfluss nimmt ($r = .344$, $p < .01$) und damit über diesen Pfad indirekt auf die Resultate der Unfallhäufigkeit einwirkt. Nun stellt sich die Frage, inwieweit die Reaktionszeit überhaupt von der Geschwindigkeit beeinflusst werden kann. Ein Grund kann darin gesehen werden, dass es aufgrund einer erhöhten Geschwindigkeit zu einer gesteigerten Komplexität bzw. optischen Fülle der

gesamten Verkehrsszenarie kommt (vgl. auch Gibsons (1950) Theorien zum *optischen Flussfeld*). Bei einer konstanten Objektdichte innerhalb der zu durchfahrenen Situation wird der Fahrer mit mehr Objekten pro Zeiteinheit konfrontiert, als dies bei einer niedrigen Fahrgeschwindigkeit der Fall wäre. Cohen (1994b) zufolge kann ein Mensch nur ca. drei verschiedene Objekte pro Sekunde wahrnehmen (vgl. Kap. 2.1.1). Bei einer schnellen Fahrt jedoch werden pro Sekunde mehr Objekte passiert als bei einer langsamen und somit sinkt für jedes der Objekte die Wahrscheinlichkeit in den Aufmerksamkeitsbereich des Individuums zu gelangen. Im vorliegenden Fall vermehrt die gesteigerte Komplexität aufgrund einer hohen Geschwindigkeit die relative Anzahl der sich im Wahrnehmungsbereich befindlichen Objekte und erschwert damit die Detektion des Fußgängers, welcher hinter dem Bus auftaucht (vgl. Cohen, 1994b; Robinson, Erickson, Thurston & Clark, 1972).

5.5 ERGEBNISSE ZU SZENE 2 IN EXPERIMENT I

Die Auswertung der zweiten Verkehrsszene des ersten Experimentes verläuft entsprechend der Szene 1 und orientiert sich in ihrer Darstellung ebenfalls an der Reihenfolge der in Kap. 5.1 formulierten Hypothesen.

5.5.1 DER EINFLUSS DER FAHRVERHALTENSPARAMETER AUF DIE UNFALLWAHRSCHEINLICHKEIT

Kongruent zur Szene 1 des Experimentes I sollen zunächst die Einflussfaktoren auf die Unfallhäufigkeit herausgestellt werden. Die Ergebnisse einer durchgeführten Korrelationsanalyse zeigen, dass nur die Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (*I_2_Speed*: $r=.481$; $p<.01$), der Gesamtprozess vom Erkennen bis zum Reagieren (*I_5_Reakt_ms*; $r=.528$; $p<.01$) sowie die Reaktionsdistanz [m] (*I_6_Reakt_m*: $r=.395$; $p<.01$) einen signifikanten Einfluss auf die Unfallrate ausüben (vgl. Tabelle 14).

Tabelle 14: Korrelation der Unfallrate und der relevanten Fahr- und Reaktionsparametern in Szene 2 aus Experiment I

	1	2	3	4	5	6	7
I_1_Crash	1						
I_2_Speed	.481**	1					
I_3_Detekt_ms	-.150	-.091	1				
I_4_Detekt_m	-.144	-.188	.492**	1			
I_5_Reakt_ms	.528**	.603**	-.004	-.114	1		
I_6_Reakt_m	-.102	-.242	.124	.077	.338**	1	
I_7_Brake_m	.395**	.269*	.103	-.110	.830**	.460**	1

* $p < .05$; ** $p < .01$; $N=81$; Da es sich bei der Unfallvariable um kategoriale Daten handelt, wurde für diese der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Eine Legende zu den Variablen findet sich in Tabelle 8 sowie im Anhang D1.

Anschließend soll mithilfe einer binär logistischen Regression der konkrete Eintritt des dichotomen Unfall-Ereignisses (I_1_crash) anhand der Fahrverhaltensparameter vorhergesagt werden (Bortz, 2004; Bühl, 2006; Eckstein, 2008). Da davon auszugehen ist, dass die Unfallwahrscheinlichkeit beim Durchfahren der Verkehrsszene umso stärker mit den Reaktionszeiten zusammenhängt, je schneller der Proband im kritischen Moment gefahren ist, werden sowohl die Geschwindigkeits- als auch die Reaktionsvariablen in die Wahrscheinlichkeitsgleichung aufgenommen (Variablen 2 bis 7). Dazu wurde (wie in Szene 1) die Methode der Vorwärtsselektion gewählt (vgl. Kap. 5.4.1). Die Ergebnisse zeigen, dass nur zwei Variablen in das Regressionsmodell (vgl. Tabelle 15) aufgenommen werden: die Reaktionszeit vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen in Millisekunden (I_5_Reakt_ms) und Metern (I_6_Reakt_m).

Tabelle 15: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Kriteriumsvariable Unfall in Szene 2 durch die Reaktionszeit (I_5_Reakt_ms) und die Reaktionsdistanz (I_6_Reakt_m) vom Auftauchen bis zum Erkennen des kritischen Objektes (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; $N=81$)

Variable	R	Nagelkerkes R ²	χ^2	χ^2 -change	B	Wald
1. Schritt	0.636	0,405	20,368***	20,368***		
I_6_Reakt_m					,375	11,079**
2. Schritt	0.790	0,624	35,021***	14,653***		
I_6_Reakt_m					,624	12,033**
I_5_Reakt_ms					-,003	6,710*

Tabelle 15 zeigt, dass im ersten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse die Kriteriumsvariable *Unfall* durch die Reaktionsdistanz vom Auftauchen bis zum Erkennen des kritischen Objektes (I_6_Reakt_m) signifikant vorhergesagt werden kann. Der Varianzanteil, der im Kriterium Unfall durch die Reaktionsdistanz aufgeklärt wird, liegt mit einem hochsignifikanten Chi-Quadratwert von $\chi^2 (1) = 20,368$ ($p < 0.001$) bei 41%. Durch die Aufnahme der Reaktionszeit vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen (I_5_Reakt_ms) im zweiten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse steigt der Anteil der aufgeklärten Varianz um 22 Prozentpunkte auf 62% ($\chi^2 (2) = 35,021$ ($p < 0.001$)). Bei Betrachtung der unstandardisierten Regressionskoeffizienten B zeigt sich, dass beide Prädiktoren einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des Unfalls leisten. Der für die Signifikanzprüfung benötigte Wert der Chi-Quadratverteilten Waldstatistik des Regressionskoeffizienten ist auf dem 5%-Niveau signifikant (vgl. Bühl, 2006). Im Vergleich wird allerdings deutlich, dass der Regressionskoeffizient der Reaktionsdistanz in Metern höher ist als der der Reaktionszeit. Aus diesem Grund ist die Reaktionsdistanz vom Auftauchen bis zum Erkennen des kritischen Objektes (I_6_Reakt_m) als der bessere Prädiktor anzusehen (vgl. Backhaus et al., 2006; Bortz, 2004; Diehl & Staufenbiel, 2001).

5.5.2 DER EINFLUSS DER PRIMING-VERSION AUF DIE FAHRVERHALTENSPARAMETER

Insgesamt ließen sich für Szene 2 des Experiments I keine Effekte der Versuchsbedingungen auf die vorliegenden Fahrsimulations- und Blickbewegungsdaten extrahieren. Es zeigt sich weder ein signifikanter Einfluss der Art des Voraktivierungsreizes auf die Detektionsdauer vom Auftauchen bis zum Erkennen (I_3_Detekt_ms: $F(2, 75) = .347$; $p = .708$) noch auf die Reaktion vom Erkennen bis zum Bremsbeginn in Millisekunden (I_5_Reakt_ms: $F(2, 75) = .420$; $p = .659$). Ebenso wenig konnte ein solcher Zusammenhang zwischen der Versuchsbedingung und den entsprechenden Detektions- (I_4_Detekt_m: $F(2, 75) = .470$; $p = .627$) und Reaktionswerten in Metern (I_6_Reakt_m: $F(2, 75) = 1.600$; $p = .211$) gefunden werden. Auch wenn sich in Szene 2 keine Einflüsse der dargebotenen Versionen auf die Fahrverhaltensweisen oder die Unfallhäufigkeit nachweisen lassen, werden nachfolgend die gemittelten Reaktionswerte der Vollständigkeit halber (entsprechend der Szene 1) dargestellt (vgl. Abb. 34).

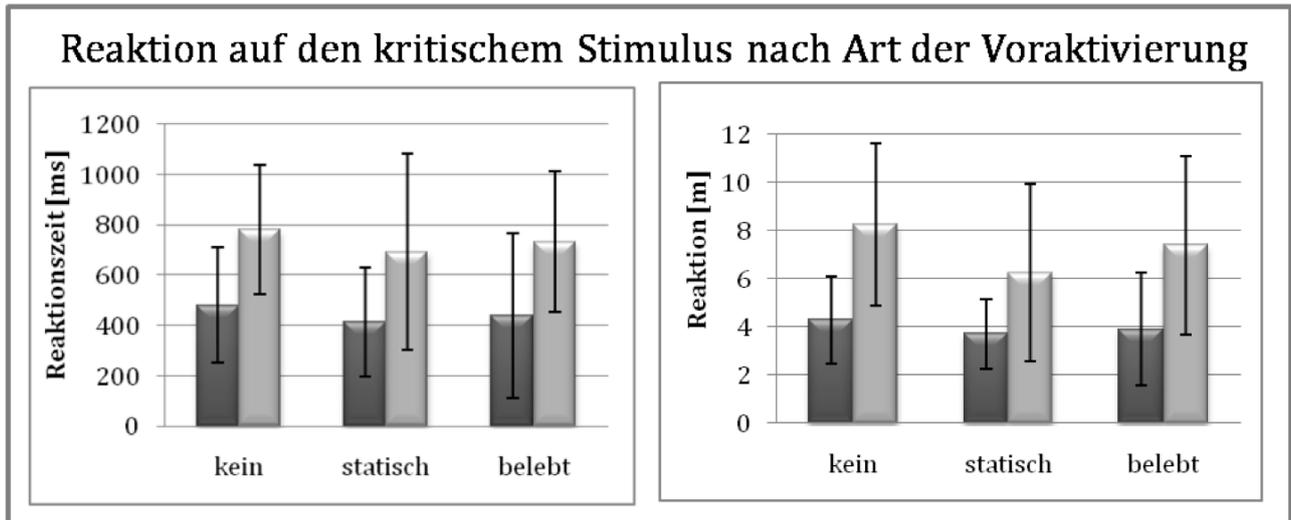


Abb. 34: Darstellung der temporalen und distanziellen Reaktionswerte auf den kritischen Stimulus nach Art des Hinweisreizes.

Es lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Geschwindigkeit im Erkennungsmoment und der entsprechenden Versuchsbedingung finden ($F(2, 75) = 1.403$; $p = .254$). Jegliche Geschwindigkeitsdifferenzen, wie sie in Abbildung 34 abgebildet werden, sind von zufälliger Natur.

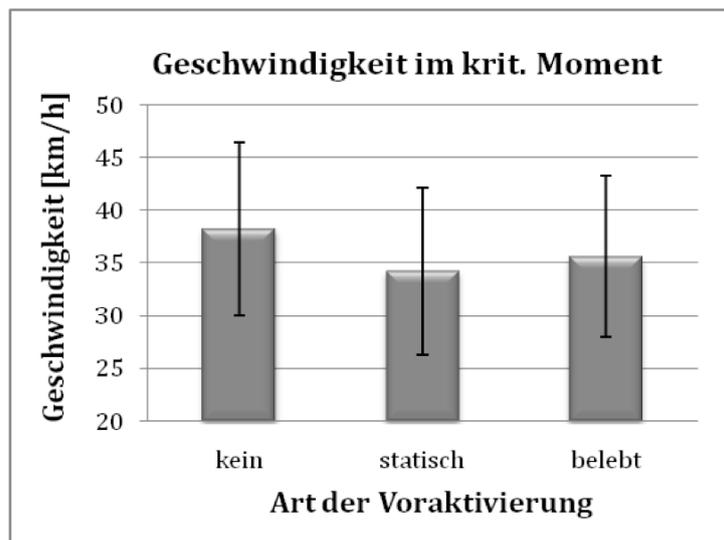


Abb. 35: Graphische Darstellung der gemittelten Geschwindigkeiten im Erkennungsmoment selektiert nach Art des Voraktivierungsreizes.

Auch wenn es gemäß der folgenden Abbildung 36 beobachtbare Unterschiede zwischen der Unfallverteilung innerhalb der verschiedenen Priming-Bedingungen gibt, so sind diese Differenzen jedoch nicht signifikant ($\chi^2 = 3.55$; $p = .169$).

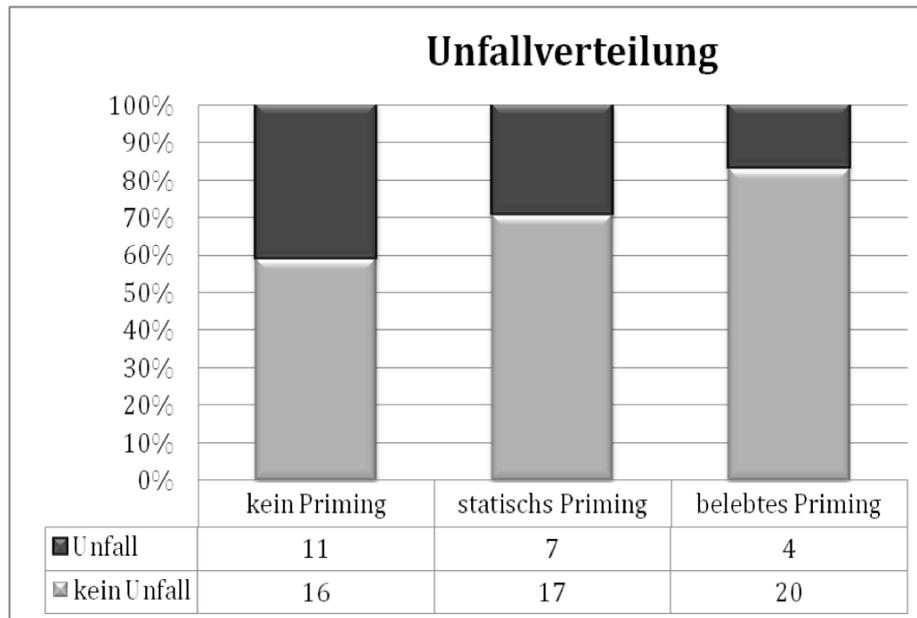


Abb. 36: Unfallverteilung für Szene 2 in Experiment I gruppiert nach den jeweiligen Versuchsbedingungen.

Im folgenden Abschnitt wird entsprechend der Berechnungen zur Szene 1 auch für Szene 2 des ersten Experimentes eine weiterführende bzw. explorative Analyse folgen

5.5.3 WEITERFÜHRENDE ANALYSEN

Entsprechend der Ergebnisdarstellung der ersten Szene werden in diesem Abschnitt weiterführende Analysen durchgeführt, um potentieller Störgrößen kontrollieren zu können. Im Weiteren soll überprüft werden, ob anhand der fahrdemographischen Fragebogenangaben und den Ausprägungen der Einstellungsskalen *Risikobereitschaft* und *Sicherheitsgefühl* (vgl. Kap. 4.3.3) ein entsprechendes Fahrverhalten vorhergesagt werden kann.

Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse einer durchgeführten Korrelationsanalyse zum Zusammenhang der Skalenausprägungen *Sicherheitsgefühl* und *Risikobereitschaft* und den relevanten Fahrverhaltensparametern.

Tabelle 16: Zusammenhänge zwischen Skalenausprägungen des verkehrspsychologischen Fragebogens und den gezeigten Fahrverhaltenswerten.

	Skala 1: Risikobereitschaft	Skala 2: Sicherheitsgefühl
I_1_Crash	.189	-.183
I_2_Speed	.160	-.337**
I_3_Detekt_ms	-.137	-.102
I_4_Detekt_m	-.152	.046
I_5_Reakt_ms	-.011	-.168
I_6_Reakt_m	-.197	.034
I_7_Brake_m	.002	-.036

** $p < .01$; Legende der AV in Tabelle 20 und in Anhang D1.

Bei der Betrachtung der dargestellten Werte wird deutlich, dass anhand der Ausprägungen der *Sicherheitskala* die Geschwindigkeit im Erkennungsmoment (I_2_Speed) signifikant vorhergesagt werden kann, d.h. je stärker die Sicherheitsorientierung der Probanden ausgeprägt ist, desto langsamer fahren sie im kritischen Moment der Szene 2 ($r = -.337$, $p < .01$). Weiterhin zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Fragebogenangaben der Skala *Risikobereitschaft* und dem gezeigten Fahrverhalten.

Es lassen sich für Szene 2 des ersten Experimentes keine Mediatoreffekte nachweisen. Eine weiterführende Analyse der Zusammenhänge zwischen den Fragebogenangaben (z.B. Fahrerfahrung, Alter, Geschlecht, der Wohlfühlgeschwindigkeit) und den beobachteten Fahrverhaltensparametern (Variable 1 bis 7) führte zu keinen signifikanten Ergebnissen. Weiterhin konnte kein Zusammenhang der Fahr- und Blickbewegungswerte mit den erhobenen Angaben zur Erfahrung mit Computerspielen (vgl. Anhang A2), den Evaluationsitems (vgl. Anhang A3) oder den Beurteilungen der Verkehrsszenen (vgl. Anhang A3) nachgewiesen werden.

5.5.4 HYPOTHESENPRÜFUNG FÜR SZENE 2 IN EXPERIMENT I

Entsprechend der Szene 1 (vgl. Kap. 5.4.4) sollte auch in Szene 2 vorrangig geklärt werden, ob und in welchem Maße statische bzw. dynamische Hinweisreize das Fahrverhalten und somit die Unfallwahrscheinlichkeit beeinflussen können. Zunächst sollte allerdings ermittelt werden, welche

einzelnen Fahrverhaltensparameter unfalldeterminierend sind. An dieser Stelle erfolgt die Prüfung der a priori formulierten Hypothesen (vgl. Kap. 5.1).

H.I.1: Die gefahrene Geschwindigkeit im kritischen Moment hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate

Die Ergebnisse zeigen, dass je schneller ein Proband im kritischen Erkennungsmoment gefahren ist, desto eher hat er einen Unfall produziert (vgl. Vorndran, 2008). Es existiert ein hoch signifikanter Einfluss der Geschwindigkeit auf die Unfallwahrscheinlichkeit und somit kann die Hypothese H.I.1 **bestätigt** werden.

H.I.2: Die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Die Ergebnisse (vgl. Tabelle 14) lassen den Schluss zu, dass nur die Reaktionsdauer in Metern ($I_6_Reakt_m$: $r=.363$; $p<.01$) einen signifikanten Einfluss auf die Unfallrate ausübt. Dieses Ergebnis führt zur **Bestätigung** der H.I.2.b. Alle weiteren Reaktionsparameter wirken sich nicht bedeutsam auf die Unfallwahrscheinlichkeit aus. Somit müssen die restlichen Unterhypothesen **H.I.2.a**, **H.I.2.c** sowie **H.I.2.d verworfen** werden.

H.I.3: Die Art des Hinweisreizes hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit im Gefahrenmoment.

Die dritte Hypothese muss für Szene 2 **zurückgewiesen** werden. Die Geschwindigkeitsdifferenzen über die Versuchsbedingungen hinweg (vgl. Abb. 35) sind nicht signifikant ($F(2, 75) = 1.403$; $p = .254$).

H.I.4: Die Art der Voraktivierung beeinflusst die Reaktion auf den kritischen Target-Reiz.

Wie dem Kapitel 5.5.2 entnommen werden kann, gibt es keinen Einfluss der Priming-Version auf das Reaktionsverhalten in Szene 2. Die Hypothese H.I.4 mit seinen beiden Unterhypothesen muss **abgelehnt** werden.

H.I.5: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Die beobachtbaren Differenzen zwischen der Unfalhhäufigkeit (vgl. Abb. 36) über die Priming-Versionen hinweg sind ausschließlich zufälliger Natur ($\chi^2 = 3.55$; $p=.169$) und damit muss die H.I.5 mit seinen beiden Unterhypothesen **abgelehnt** werden.

Wie sich aus der Hypothesenprüfung für Szene 2 ergibt, müssen die für diese Arbeit grundlegenden Hypothesen zur Wirkung der Hinweis- bzw. Prime-Reize verworfen werden. Begründungen für diese Ergebnisunterschiede zwischen beiden Simulationsszenen werden im folgenden Abschnitt 5.5.5 sowie im Kapitel 7.1.1 ausgiebig dargestellt und kritisch diskutiert.

5.5.5 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISDARSTELLUNG FÜR SZENE 2 IN EXPERIMENT I

Im Gegensatz zu Szene 1 im ersten Experiment dieser Untersuchung ließen sich für die Szene 2 keine signifikanten Versionsunterschiede bezüglich der unfallrelevanten Parameter nachweisen. Dies ist insbesondere daher unerwartet, da das vorliegende Dorfszenario generell eine geringere Komplexität hinsichtlich der dargestellten statischen Umgebung (Häuser, Bäume, parkende Autos) als auch der bewegten Objekte (niedriges Verkehrsaufkommen auf der eigenen und der Gegenfahrbahn) aufwies als Szene 1. Wie in Kapitel 5.4.5 bereits angedeutet, sollte ein geringerer Komplexitätsgrad die relative Anzahl der sich im Wahrnehmungsraum befindlichen Objekte verringern und somit eine potentielle Veränderung leichter detektiert werden (Cohen, 1994b; Robinson et al., 1972). Möglich ist natürlich, dass die Komplexität zu gering war und somit (unabhängig von der Versuchsbedingung) das Target-Objekt schnell erkannt und somit sehr leicht darauf reagiert werden konnte.

Weitere Gründe für die Nicht-Bestätigung des Großteils der Hypothesen (vgl. Kap. 5.5.4) sind insbesondere im dargebotenen Setting der Simulation selbst zu vermuten. Im kritischen Moment der Fahrbahnüberschreitung des Kindes und des Hundes wies der Straßenverlauf eine leichte Rechtskurve auf. Dieses führte dazu, dass die Probanden unabhängig von der jeweiligen Versuchsbedingung tendenziell eher nach rechts in Richtung des Erscheinungsortes des kritischen Target-Reizes blickten. Als Erklärung für diese visuelle Richtungstendenz ist anzumerken, dass ein spezieller Blickwinkel bei Kurvenfahrten existiert (vgl. auch Flussfeldtheorie von Gibson, 1950). Dieser spezielle Blickwinkel führt dazu, dass in Abhängigkeit von der jeweiligen Kurvenrichtung und -krümmung ein präferierter Fixationsort entsteht (Jean-Michel & Elise, 2007). Land (1998) beschreibt diesen speziellen Punkt im retinalen Flussfeld als Tangentenpunkt. Die folgende Abbildung 37 stellt graphisch diesen Zusammenhang zwischen Kurvenverlauf und Blickwinkel dar.

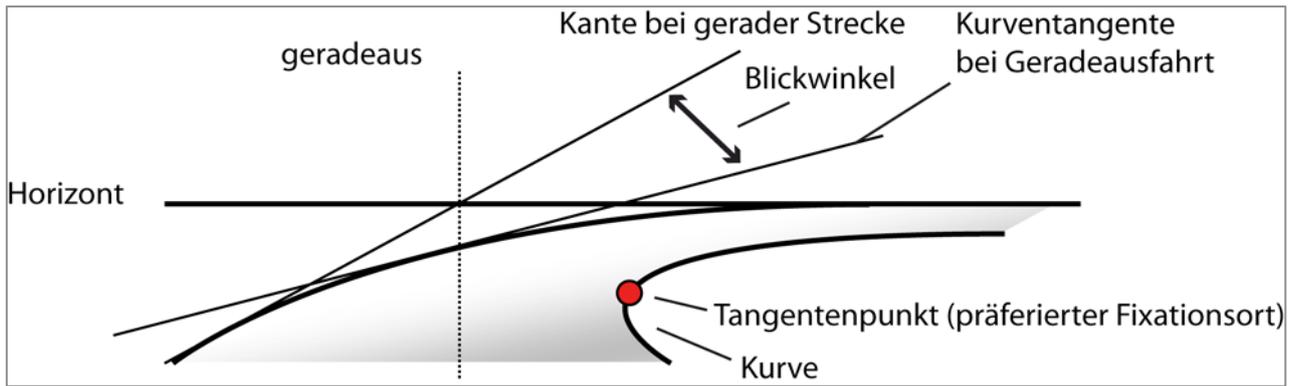


Abb. 37: Typischer Blickwinkel (inkl. Tangentenpunkt als präferierten Fixationsort) beim Durchfahren einer Rechtskurve (Graphik in Anlehnung an Zikovitz & Harris, 1999, p. 741)

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Tangentenpunkt ein antizipatorisches Signal erzeugt, welches dem Fahrer Hinweise auf die Straßenkrümmung gibt und es ihm so erlaubt, sein Verhalten auf diesen Kurvenverlauf einzustellen (Jean-Michel & Elise, 2007; Land, 1998; Milleville-Pennel et al., 2007). Land und Lee (1994) entdeckten einen korrelativen Zusammenhang zwischen der Richtung der Kopf- und Blickbewegungen und dem Kurvenwinkel. Diese Korrelation zeigt, dass Autofahrer das Verkehrsumfeld in einen visuellen Referenzrahmen setzen, auf dessen Basis sie ihr eigenes Verhalten ableiten (ebd.). Bei Kurvenfahrten schauen die Fahrzeugführer zu diesem Tangentenpunkt und daher blickt ein Autofahrer aufgrund einer bevorstehenden Rechtskrümmung des Straßenverlaufs nach rechts (vgl. Abb. 37).

Wie dem Kapitel 5.5.2 entnommen werden kann, unterscheiden sich die Versuchsbedingungen bezüglich der Detektionsdauer vom Auftauchen bis Erkennen des Objektes ($I_{3_Detekt_ms}$) nicht signifikant voneinander ($F(2, 75) = 3,47$; $p = .708$). Die durchschnittlichen Detektionszeiten liegen in der Version ohne Hinweisreiz bei 481ms ($SD=230,29$), in der statischen Version bei 416ms ($SD=209,53$) und in der dynamischen bei 439ms ($SD=326,60$). Diese nur marginalen und nicht signifikanten Mittelwertsunterschiede können mit der vorangegangenen Theorie zum Blickwinkel in Kurven begründet werden (Land, 1998; Land & Lee, 1994; Milleville-Pennel et al., 2007; Zikovitz & Harris, 1999). Da in der vorliegenden Überschreitungsszenarie das Kind und sein Hund von rechts nach links die Straße kreuzen und dieses innerhalb einer leichten Rechtskurve geschieht, kann unterstellt werden, dass alle Probanden ihre Blickrichtung unabhängig von der jeweiligen Priming-Bedingung dem optischen Fluss anpassten, daher nach rechts schauen und den Target-Reiz im Sinne der Szenengenerierung unplanmäßig entdeckten (vgl. Abb. 37).

Im Weiteren erschien ca. 70m vor Passieren der kritischen Stelle innerhalb der Simulation ein Fahrzeug im Gegenverkehr. Da die simulierte Dorfstraße eine relativ geringe Breite aufwies, haben die meisten Probanden bereits zu diesem Zeitpunkt ihre Geschwindigkeit (I_2_Speed) reduziert und fahren somit im kritischen Augenblick (unabhängig von der präsentierten Szenenversion) generell sehr langsam. Zur Kontrolle der gezeigten Fahrverhaltensdaten wurden die Probanden am Ende jeder durchfahrenen Szene danach gefragt, an welche Verkehrsobjekte sie sich erinnern können und was sie selbst glaubten, was (im Falle einer Kollision) unfallrelevant war (vgl. Anhang A4 & A5). Weiterhin wurden die Probanden in dieser Szene nach den Gründen für die gezeigte Geschwindigkeitsreduktion bereits *vor* dem kritischen Moment innerhalb der Szenerie befragt. Die meisten der Teilnehmer (58%) gaben dabei an, die Gefahr einer Kollision mit dem Gegenverkehr aufgrund der geringen Spurbreite befürchtet zu haben. Hinzu kommen noch jene Probanden, welche dieses unbewusst getan haben und somit keine entsprechenden Angaben während der Evaluation tätigten. Somit kann die feststellbare Verringerung der Geschwindigkeit nicht auf die jeweilige Art des Hinweisreizes zurückgeführt werden, sondern ist durch ein Gestaltungsmerkmal des Settings bedingt, welches bei allen Priming-Bedingungen gleichermaßen gegeben war.

Zusammengenommen könnten diese situativen Aspekte (Rechtskurve und Gegenverkehr) im Hinblick auf das Kriterium der angemessenen Geschwindigkeit (I_2_Speed), des adäquaten Erkennens und Reagierens (Variablen 3 bis 6) die Priming-Wirkung überlagert haben. Diese Gestaltungsaspekte könnten auch ein Grund dafür sein, warum in Szene 1 generell mehr Unfälle auftraten als in Szene 2 (28 vs. 22 Unfälle). Um die innerhalb der Hypothesen postulierten Annahmen bei einer erneuten Untersuchung zu testen, wird von der Autorin daher empfohlen, diese Störfaktoren durch Eliminierung des Gegenverkehrs und Begradigung des Streckenverlaufes auszuschalten.

Desweiteren zeigen die Ergebnisse, dass (im Vergleich zu den anderen Priming-Versionen) eine leichte - allerdings nicht signifikante - Verhaltensverbesserung innerhalb der statischen Versuchsbedingung mit dem Verkehrsschild „Achtung! Spielende Kinder“ eintritt (vgl. Kap. 5.5.2). Diese Verhaltenstendenz verhält sich konträr zu den a priori formulierten Hypothesen und könnte u.a. auf die erhöhte Betrachtungs- und somit Wirkintensität des Schildes zurückzuführen sein: 68% der Probanden haben das Gefahrenschild für durchschnittlich 358ms (SD= 160,00) angeschaut. Im Vergleich dazu waren es in Szene 1 nur 25% (vgl. Kap. 5.4.5).

Neben den bereits angesprochenen Konstruktionsdefiziten könnte auch die lokale und bewegungsspezifische Unähnlichkeit zwischen Prime- und Target-Reiz in der Versuchsbedingung mit dem dynamisch-lebendigen Stimulus als Begründung für die divergierende Wahrnehmungsintensität und Verhaltensbeeinflussung zwischen Szene 1 und 2 herangezogen werden. Das dabei unterstellte *Spatial Cueing Paradigma* von Posner (1980) bezieht sich auf die räumliche Aufmerksamkeit im Sinne des Priming Ansatzes: Der auftauchende Hinweisreiz lenkt die ortsbezogene Aufmerksamkeit auf die durch ihn angezeigte Position und verbessert so die Verarbeitungsgeschwindigkeit und verkürzt die Reaktionszeit auf den jeweiligen Target-Reiz (Biederman & Cooper, 1991; Laarni & Nyman, 1997; Posner, 1980). Ist der Prime-Reiz (wie in Szene 1) also ähnlich positioniert und bewegt wie der Target-Reiz, so wird auf diesen schneller und exakter reagiert (vgl. Kap. 1.3.5). Im Gegensatz zum Prime-Reiz in Szene 1 befanden sich in Szene 2 die hinweisgebenden Reize in Form einer Fußgängergruppe lediglich auf dem Bürgersteig. Niemand von den simulierten Personen zeigte Tendenzen, die Fahrbahn überqueren zu wollen. Der dynamische Hinweisreiz in dieser Szene besitzt demnach nur einen sehr geringen Aufforderungscharakter. Wie in der Theorie zur Priming-Forschung bereits erläutert, kann die Aktivierung eines mentalen Modells sowohl durch Wiederholung des Prime-Reizes geschehen, wie auch durch Vorschaltung des Target-Reizes semantisch verwandter Objekte (vgl. Kap. 1.3.5). Scheinbar lag in Szene 2 eine geringere semantische Nähe zwischen dem Prime- und dem Target-Reiz vor als dies in Szene 1 der Fall war, da in Szene 1 sowohl Prime als auch Target die Straße plötzlich überquerten. Der Kontext-Effekt des Hinweisreizes bezüglich des kritischen Target-Reizes war zu wenig ausgeprägt, als dass dieser zu einer tatsächlichen Verhaltensverbesserung hätte beitragen können (vgl. Sperber et al., 1979).

Aus den Ergebnissen für Szene 2 ergeben sich Limitationen für das gesamte erste Experiment, welche im siebten Hauptkapitel zusammenfassend diskutiert werden. Dabei werden insbesondere die Spezifika der jeweiligen Situation berücksichtigt und darauf aufbauend die Generalisierbarkeit als problematisch herausgestellt. Anschließend werden Implikationen für die weiterführende Forschung abgeleitet.

6. EXPERIMENT II: VERHALTENSANPASSUNG IM STRAßENVERKEHR

In Experiment I wurde der positive, d.h. der verhaltensverbessernde Effekt eines sozialen Primes auf das Fahrverhalten bei potentiellen Gefahrensituationen in einer Überschreitungssituation untersucht. Demgegenüber soll in Experiment II die mögliche negative, d.h. risikoinduzierende Verhaltensbeeinflussung durch das soziale Verkehrsumfeld nachgewiesen werden. Im Zentrum der Auswertung des zweiten Experimentes stehen neben der Unfallrate insbesondere das Geschwindigkeits- und Spurverhalten in Kurven. Die sich daraus ergebenden Hypothesen werden im folgenden Kapitel 6.1 beschrieben.

6.1 HYPOTHESEN ZU EXPERIMENT II

Bei Experiment II handelt es sich um die Simulation einer Folgefahrt innerhalb einer Landstraßenkurve. Im Interessenfokus steht dabei der potentielle Einfluss eines überholenden Sportwagens (als sozialer Hinweisreiz) auf das Spur- und Geschwindigkeitsverhalten beim Durchfahren einer scharfen Linkskurve. Dabei wird davon ausgegangen, dass dynamische Verkehrselemente mit ähnlichen Eigenschaften wie das Egofahrzeug ein äquivalentes Fahrverhalten provozieren können (vgl. Kap. 2.2). Dieses bedeutet, dass das zu schnell fahrende, überholende Fahrzeug einen negativen Einfluss auf das Fahrverhalten der Probanden hat, da dieses die Kurvenfahrt als harmlos darstellt. Im Weiteren wird postuliert, dass auch durch das Vorhandensein eines Kurvenvorwarnschildes diese negative bzw. risikoinduzierende Wirkung nicht vollständig kompensiert werden kann.

Zur Prüfung des gewählten Untersuchungsparadigmas werden zunächst bestimmte Einflussfaktoren auf die Qualität des Fahrverhaltens einer detaillierten Betrachtung unterzogen. Eine solche Herangehensweise ist nötig, um Wirkungsmodelle für das Fahrverhalten abzuleiten und ein besseres Verständnis für die szenenrelevanten Fahrparameter zu entwickeln. Aus diesem Grund behandelt die erste Hypothese ausschließlich Zusammenhänge zwischen Geschwindigkeit, Spurhaltevermögen und Unfallwahrscheinlichkeit, welche sich aus der zugrundeliegenden physikalischen bzw. mechanischen Logik ergeben (Charlton, 2004; Larsen, 2004; Van Winsum &

Godthelp, 1996), jedoch nicht unmittelbar der Beantwortung der zentralen Fragestellung dienen (vgl. Kap. 3.2). Die entsprechenden Haupt- und Nebenhypothesen lauten:

H.II.1: Es existiert ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Fahrgeschwindigkeit, der Spurhaltequalität und der Unfallwahrscheinlichkeit.

H.II.1a: Die Geschwindigkeit im kritischen Kurveneingangsbereich hat den größten Einfluss auf die Spurhaltequalität.

H.II.1b: Die gefahrene Geschwindigkeit hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.II.1c: Das Spurhaltevermögen hat den größten Einfluss auf die Unfallrate.

Entsprechend des ersten Experiments steht im Zentrum der gesamten Untersuchung die Analyse der Aktivierungswirkung unterschiedlicher Verkehrsreize (statisch vs. dynamisch). Wie kapituleinleitend erwähnt, liegt der grundlegende Unterschied zwischen Experiment I und II in der Art der Beeinflussung durch den dynamischen bzw. sozialdeterminierten Hinweisreiz. Die Befunde der ersten Szene in Experiment I haben gezeigt, dass dynamische Hinweisreize in Form eines Fußgängers scheinbar ein mentales Konzept bezüglich einer potentiellen Überschreitungssituation aktivieren können. Diese Aktivierung führt (im Gegensatz zur Präsentation eines neutralen bzw. statischen Reizes) dazu, dass der Fahrer sein Fahrverhalten auf die folgende Situation vorbereiten bzw. einstellen konnte und seine Gesamtperformance daher verbessert wurde. Der dynamische Reiz in Experiment II soll im Gegensatz zum ersten Experiment keine vorwarnende Funktion besitzen, sondern er soll eine Situation verharmlosend darstellen und so einen verhaltensadaptierenden Effekt hervorrufen. Da im Sinne der Szenengestaltung dieser Verhaltensadaptation beim Durchfahren der Landstraßenkurve eine risikoinduzierende und unfallbegünstigende Beeinflussung der Fahrweise unterstellt wird, wird für diese Szenenvariation im Folgenden von *negativem Priming* gesprochen. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass in der psychologischen Literatur der Begriff des negativen Primings klassischerweise im Zusammenhang mit Hemmungsprozessen innerhalb der Informationsverarbeitung verwendet wird. In Untersuchungen zum Negative-Priming-Paradigma sollen Probanden auf einen Target-Reiz reagieren, wobei ihnen - ähnlich wie bei Stroop-Test Versuchsanordnungen - zeitgleich ein oder mehrere zu ignorierende Distraktor-Reize dargeboten werden. Die dabei auftretenden Verarbeitungskonflikte in Form von Reaktionsverzögerungen (Dalrymple Alford & Budayr, 1966) werden dem hemmenden Einfluss dieses irrelevanten Reizes zugeschrieben (Chiappe & MacLeod, 1995; Tipper, 1985; Tipper, Weaver,

Cameron & Brehaut, 1991). Hier wird der Terminus „negativ“ jedoch divergent zur vorherrschenden Fachsprache verwendet und tatsächlich im Sinne einer formalen Wertung, d.h. einer erwarteten Verschlechterung bzw. Negativierung des Fahrverhaltens gebraucht. Im vorliegenden Experiment liegt die Szene insgesamt in vier Versionen vor (1=statisch; 2=keine; 3=statisch & negativ; 4=negativ), welche in Kapitel 6.2.2 explizit dargestellt werden. Für das zweite Experiment ergeben sich folgende zentrale Hypothesen:

H.II.2: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit.

H.II.2a: Probanden, die in der Versuchsbedingung mit dem negativen Reiz konfrontiert werden, fahren schneller durch die Kurve als in den anderen Bedingungen.

H.II.2b: Die geringste Geschwindigkeit zeigt sich in der Version mit dem statischen Hinweisreiz.

H.II.3: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Spurhaltegröße.

H.II.3a: Insbesondere in der negativen Version der Verkehrsszene ist das Spurhaltevermögen schlechter als in den anderen Versuchsbedingungen.

H.II.3b: In der statischen Version zeigt sich die beste Spurhaltegröße.

H.II.4: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

H.II.4a: Insbesondere in der negativen Version der Verkehrsszene treten die meisten Unfälle auf.

H.II.4b: In der statischen Version ist die Unfallhäufigkeit am geringsten.

6.2 METHODE

6.2.1 STICHPROBE

Insgesamt nahmen 110 Probanden an der Untersuchung teil, wovon zwei wegen auftretender Simulationskrankheit von der Analyse ausgeschlossen werden mussten. Die Probandenakquise verhielt sich ähnlich zu der im Experiment I (vgl. Kap. 5.2.1). Von den 108 analysierten Probanden waren alle im Besitz eines gültigen Führerscheins (M=11,77 Jahre, SD=11,672). Der folgenden Abbildung 38 kann die Frequenz der Fahrzeugnutzung entnommen werden.

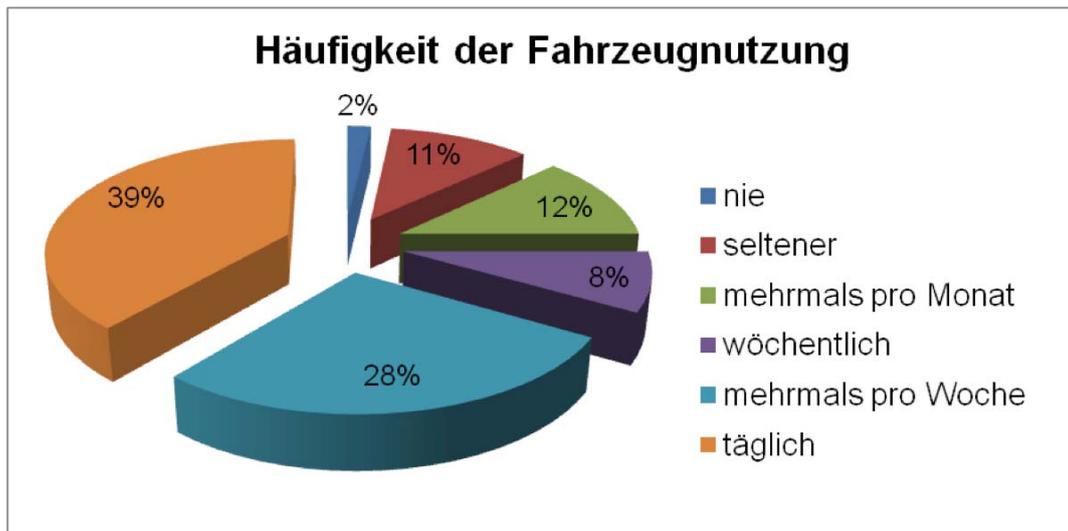


Abb. 38: Prozentuale Verteilung der Fahrzeugnutzungsfrequenz

Insgesamt nahmen 65 männliche und 43 weibliche Personen im Alter von 17 bis 70 Jahren ($M=29,68$; $SD=11,736$) an der Untersuchung teil. 85,2% aller Versuchsteilnehmer steht ein Auto zur freien Verfügung und 51,9% besitzen ein eigenes Fahrzeug. Insgesamt waren 61,1% aller Probanden schon mindestens einmal in einen Unfall verwickelt und durchschnittlich hatte jeder von ihnen bereits ca. 1,3 Unfälle ($SD=1,895$). 36,1% der Teilnehmer hatten mindestens einen selbstverschuldeten Unfall. Die teilnehmenden Versuchspersonen wurden für ihre Mühe mit 10 Euro belohnt. Um eine Ergebnisverfälschung durch ein im Pretest gewonnenes Vorwissen auszuschließen, haben keine Personen des Pretests an der Hauptuntersuchung teilgenommen (vgl. Kap. 5.2.2.3).

6.2.2 *BESCHREIBUNG DER VERKEHRSSZENE IN EXPERIMENT II*

Anders als in Experiment I wurde im zweiten Experiment nur eine Verkehrsszene untersucht. Generelle Richtlinien zu Szenengestaltung können dem Kapitel 5.2.2.3 entnommen werden. Die in Experiment II analysierte Szene besteht aus einer ca. 3,7km langen Landstraßenstrecke mit Kurven, Hügeln, Bäumen, Schildern und Gegenverkehr. Nach einer gefahrenen Distanz von 2382m muss die Versuchsperson eine extreme Linkskurve durchfahren (vgl. Abb. 39).



Abb. 39: Graphische Darstellung der kritischen Linkskurve von Experiment II aus Fahrerperspektive.

Dabei ist die Wahl einer angemessenen Geschwindigkeit besonders relevant, da ansonsten die Gefahr einer Spurüberschreitung oder sogar eines Unfalls stark ansteigt. Wie einleitend zum Experiment II erwähnt, wird in diesem Abschnitt der Arbeit von einem negativen Priming gesprochen, da unterstellt wird, dass der Sportwagen einen schlechten bzw. risikoinduzierenden Einfluss auf das Fahrverhalten der Probanden haben wird und (anders als in Experiment I) nicht als Warnhinweis fungiert. Es wird postuliert, dass dieser interaktionelle Einfluss dazu führt, dass der Proband sich an der Fahrweise des Sportwagens orientiert und somit ebenfalls mit einer überhöhten Geschwindigkeit durch die Kurve fahren wird.

Die nachfolgende Tabelle 17 soll die Szeneneigenschaften überblickartig zusammenfassen.

Tabelle 17: Darstellung der Szeneneigenschaften in Experiment II.

Szene 1 in Experiment II	
Setting:	Landstraße mit scharfer Linkskurve im letzten Drittel der Gesamtstrecke
Verlauf:	Der Egofahrer befindet sich auf einer relativ niedrig frequentierten Landstraße. Nach ca. 2382m gefahrener Wegstrecke muss eine scharfe Linkskurve passiert werden.
Streckenlänge:	<p>Gesamtlänge: ca. 3700m (ca. 110s)</p> <ul style="list-style-type: none"> • vor kritischer Phase: 1250m – 2100m • während kritischer Phase: 2100m – 2700m • nach kritischer Phase: 2700m – 3700m
Variation der Versuchsbedingungen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. kein Priming (Kontrollbedingung) 2. statisches Priming: Kurvenwarnschild an Position 2234m (vgl. Anhang C3) 3. statisches & dynamisches Priming: Kurvenwarnschild an Position 2234m sowie ein überholender Sportwagen (Kombination aus Unterpunkt 1 & 4) 4. dynamisches Priming: Sportwagen überholt Egofahrzeug an Position 1800m mit einer 10m/s höheren Geschwindigkeit als das simulierte Fahrzeug des Probanden. 30m nach Passieren des Egofahrzeugs schert der Überholer wieder ein und fährt anschließend 25m/s schneller als das Egofahrzeug durch die Linkskurve.
Kritischer Moment:	Scharfe Linkskurve an Position 2382m bis 2516m (Kurvenlänge=100,4m; Kurvenausgang=30m; Radius=66m)
Erwartete Reaktion im kritischen Moment	<ol style="list-style-type: none"> 1. starkes Abbremsen vor Beginn der Kurve (u.a. wegen kurvenbedingter Veränderung des visuellen Flussfeldes) 2. weitere Geschwindigkeitsreduktion beim Durchfahren der Kurve 3. Spurhaltetreue 4. keine Unfallproduktion

Die folgenden zwei Screenshots in Abbildung 40 zeigen exemplarisch die o.g. Priming-Versionen 2 und 4 (vgl. Tabelle 17).

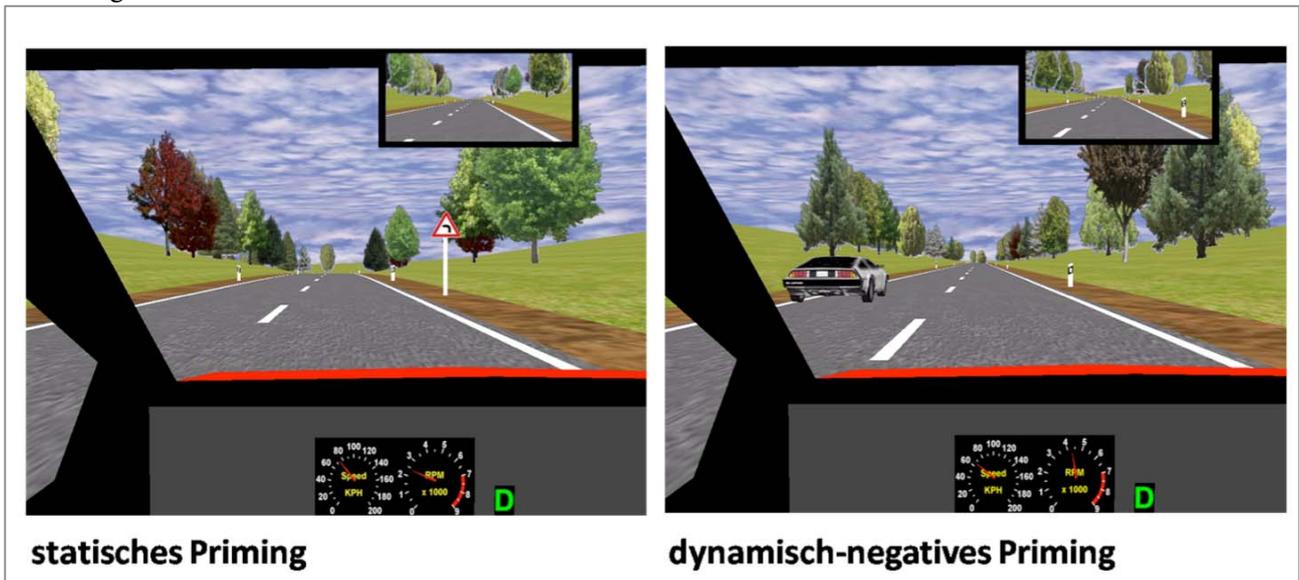


Abb. 40: Exemplarische Versuchsbedingungen des Experiment II aus Fahrerperspektive (links: Darstellung des statischen Reizes in Form eines Kurvenwarnschildes; rechts: Darstellung des dynamisch-negativen Reizes in Form eines überholenden Sportwagens)

Nachdem die Verkehrsszene und dessen Variationen für das zweite Experiment vorgestellt wurden, folgt im nachfolgenden Abschnitt die Benennung der Erhebungsinstrumente.

6.2.3 ERHEBUNGSINSTRUMENTE IN EXPERIMENT II

Die verwendeten Messinstrumente entsprechen denen aus Experiment I. Zur Erfassung des Fahrverhaltens wurde der Fahrsimulator STISIM W100 (vgl. Kap. 5.2.3.1) verwendet. Einzige methodische Ausnahme zum ersten Experiment stellt die Blickbewegungskamera dar, welche in diesem Experiment nicht zur Anwendung kam. Der Versuchsaufbau entspricht dem des ersten Experimentes. Wie auch in Experiment I werden verschiedene fahrerspezifische Einstellungsvariablen und Angaben zur Fahrerbiographie erhoben (vgl. Kap. 4.3.3 & Anhang A1) und zur Kontrolle potentieller Störeffekte auf die Untersuchungsergebnisse überprüft.

6.2.4 UNTERSUCHUNGSDESIGN

Das verwendete Untersuchungsdesign orientierte sich an den inhaltlichen Fragestellungen (vgl. Kap. 3.2) bzw. den daraus abgeleiteten Hypothesen (vgl. Kap. 6.1) und ist mit dem ersten Experiment vergleichbar. Innerhalb der Untersuchung wurden die jeweils vier Prime-Versionen (kein Hinweisreiz / statischer Hinweisreiz / dynamisch-negativer Hinweisreiz / Kombination aus

statischem und dynamisch-negativem Hinweisreiz) variiert. Bezüglich der Variation der Priming-Versionen ergibt sich somit ein vollständiges Versuchsdesign. Es wurde ein *between subjects factorial design* gewählt, d.h. jede Versuchsperson konnte die relevante Szene nur einmal durchfahren, da es ansonsten durch den vorliegenden Wissensgewinn zu einer Ergebnisverfälschung gekommen wäre. Um Reihenfolgeeffekte auszuschließen, kam es zu einer vollständigen Randomisierung zwischen den ablenkenden Füllszenarien und der jeweils zu untersuchenden Szenenvariation (vgl. Experiment I).

6.2.5 DURCHFÜHRUNG

Die Durchführung des zweiten Experimentes verlief kongruent zum ersten Experiment ab (vgl. Kap. 5.2.5), d.h. nach der Begrüßung und der Vorstellung wurde zunächst der Fragebogen zur Fahreinstellung und -demographie ausgefüllt (vgl. Anhang A1) und anschließend der Fahrsimulator und seine Funktionsweisen ausführlich erklärt. Im Anschluss an die Trainingsphase folgte die eigentliche Testung. Wie in Experiment I wurde diese Untersuchung mit dem Ausfüllen des Evaluationsbogens (vgl. Anhang A3 & A4) und der Überreichung der Aufwandsentschädigung beendet. Die Versuchsdauer lag zwischen 40 und 60 Minuten.

6.3 DATENAUFBEREITUNG UND OPERATIONALISIERUNG DER VARIABLEN IN EXPERIMENT II

Die sicherheitsorientierte Fahrzeugkontrolle und dabei insbesondere die Überprüfung der lateralen Position des Kraftfahrzeuges gehört zu den unfallrelevantesten Fahraufgaben (Parkes, 1991). Aus diesem Grund wurde in Experiment II die positionelle Abweichung von der Mittellinie als Analysemaß für die Güte des Fahrverhaltens beim Durchfahren einer Landstraßenkurve gewählt. Diese sog. Spurhaltegüte bezieht sich auf die adäquate psychomotorische Augen-Hand-Koordination, um das Fahrzeug auf der eigenen Fahrspur zu halten (vgl. Hicks & Wierwille, 1979; DeWaard, 1996). Um die Spurhaltegüte quantitativ analysieren zu können, wurde die Standardabweichung der lateralen Positionen auf Basis der Abweichung von der Mittellinie im Kurvenbereich ermittelt (DeWaard, 1996; Mammari, Glaser & Netto, 2006). Die Spurpositionen und die jeweiligen Geschwindigkeiten der einzelnen Versuchspersonen wurden in Excel konvertiert und dort entsprechend der Auswertungsanforderungen für Experiment II transformiert, um sie für den folgenden Analyseschritt in SPSS übertragen zu können.

In Experiment II wird postuliert, dass der Proband die kritische Situation (unabhängig davon, ob ein (Beinahe-) Unfall folgt) erkennt und anschließend die Konfliktvermeidungsreaktion in Form einer Bremsung einleitet. Gemäß den Vorgaben von Appel, Krabbel und Vetter (2005) wird ein Straßenverkehrsunfall in Experiment II definiert als eine unzulässig weite Überschreitung der Regelgröße (d.h. der tatsächliche seitliche Abstand des Egofahrzeuges vom linken bzw. rechten Fahrspurrand) von der Führungsgröße (d.h. der ideale seitliche Abstand des Fahrzeugs vom linken bzw. rechten Fahrspurrand). Dies liegt darin begründet, dass sich ein defizitäres Fahrverhalten bzw. ein Fahrfehler (z.B. bei einem Beinahe-Unfall durch Spurüberschreitung) zwar nicht unbedingt gefährlich auswirken muss, da dieses nicht zwangsläufig zu einer Kollision bzw. einem Unfall führt (vgl. Raithel, 1999). Ganz anders sieht die Situation jedoch aus, wenn nach dem Fehlverhalten ein Schadensereignis (z.B. eine Gefahrensituation durch ein plötzlich auftauchendes Hindernis oder Gegenverkehr) auftritt, welches nur durch eine korrigierende Aktion vermieden werden kann (Zimolong, 1982). Dieser Sachverhalt soll in der Arbeit Beachtung finden, indem bereits eine leichte Überschreitung der Leit- bzw. Mittellinie oder das Berühren des Seitenstreifens als potentieller Unfall (*Variable 1: II_1_Crash*) deklariert wird, da es bei potentiell auftretendem Gegenverkehr zu einer Kollision mit diesem kommen würde bzw. das Fahrzeug in den Straßengraben abrutschen könnte (Appel et al., 2005; Zimolong, 1982).

Zusätzlich wird in Experiment II zwischen delinquentem Verhalten und Unfall unterschieden. Da „zwischen der vollkommenen Erfüllung der Aufgabe und dem Unfall [...] ein kontinuierlich verlaufender Bereich zunehmender Gefährdung bzw. abnehmender Sicherheit“ (Reichart, 2001, S. 18) liegt, wurden die verschiedenen Ausprägungen des Fehlerverhaltens abgestuft nach *Schneiden* oder *Hinaustragen* (vgl. Abb. 41). Ist der linke Reifen zu weit an der linken Fahrspurbegrenzung, so schneidet das Fahrzeug die Kurve bzw. es kommt im Extremfall zur Überschreitung der Leitlinie. Ist der Reifen zu weit rechts, so wird das Fahrzeug aus der Kurve hinausgetragen bzw. gerät auf das Bankett, d.h. den Randstreifen der Fahrbahn. Zur Bestimmung der detaillierten Spurtypen beim Durchfahren der simulierten Linkskurve dienten die Vorgaben von Spacek (1999) als Orientierung. Die prototypischen Spurverläufe für das Spurverhalten „Ideallinie“, „Kurvenschneiden“ und „Hinaustragen“ können der nachfolgenden Abbildung 41 entnommen werden. Die pinkfarbene Linie stellt dabei die Mittelachse des Fahrzeugs beim Durchfahren der Kurve dar.

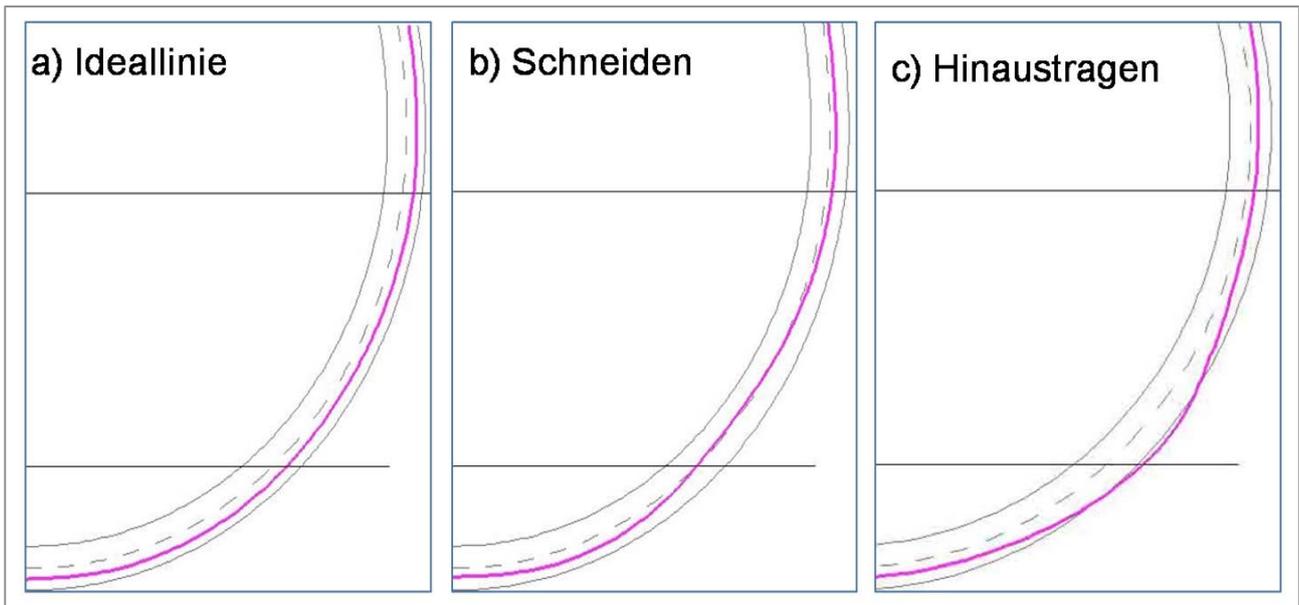


Abb. 41: Prinzipskizzen der Kurvenfahrt: Die durchgezogene Linie symbolisiert die Mittelachse eines Fahrzeugs und zeigt die prototypischen Spurverläufe „Ideallinie“, „Kurvenschneiden“ und „Hinaustragen“.

Von *Idealverhalten* kann demnach gesprochen werden, wenn ein symmetrischer Spurverlauf in einem engen Areal entlang des Mittelstreifens vorliegt. Nach einem Extremunfall, d.h. ein komplettes Abkommen von der Fahrbahn, setzt der STISIM-Simulator das Fahrzeug wieder auf die Straße. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese automatisch zugewiesene Position (1,8m rechts der Mittellinie) im Bereich der Ideallinie liegt und daher wurde sich bei der Definition von Idealverhalten an diesem Wert orientiert. Eine leichte Abweichung von der Ideallinie, d.h. ein Spurverlauf parallel allerdings weniger nah am Mittelstreifen mit leichten Tendenzen zum Einschneiden oder Hinaustragen wird als *Normalverhalten* angesehen. Im Verlauf der Arbeit wird Normal- und Idealverhalten zu einer Verhaltensausrprägung vereinigt, da beides Spurverhalten als absolut unfallunkritisch betrachtet werden kann (vgl. Abb. 41a). Kommt es beim Durchfahren der Kurve zu einem ausgeprägten Einschneiden zur Kurveninnenseite im Bereich des Kreisbogens, so liegt das Spurverhalten des *Schneidens* vor (vgl. Abb. 41b). Liegt ein asymmetrischer Spurverlauf zwischen Kurveneingang und Kurvenende vor, d.h. bei der analysierten Linkskurve ein starkes Linksfahren zu Beginn der Kurvenfahrt mit ansteigendem Hinaustragen nach rechts bis Ende der Kurve, so kann von einem sog. *Hinaustragen* gesprochen werden (vgl. Abb. 41c). Die folgende Tabelle 18 zeigt die definierten Messwerte der lateralen Position zur Bestimmung der jeweiligen Spurtypen (Variable 2: II_2_Spur) bei der vorliegenden Spurbreite von vier Metern. Wurde einer

der dort definierten Punkte auch nur touchiert, so wurde diesem Fahrverhalten der jeweilige Spurtyp zugeordnet.

Tabelle 18: Typisierungskriterien zur Bestimmung des Spurverhaltens in Abhängigkeit vom Abstand der Fahrzeugmittellachse zur Mittellinie der Landstraße.

	Schneiden	Hinaustragen	Ideal-& Normalverhalten
Abstand zur Mittellinie [m]	< 0,8 0,5 = Unfall) (ab	> 3,2 (ab 3,5 = Unfall)	0,9 – 3,1 (Ideal: 1,3 - 1,8)

Auf Basis der Positionen innerhalb der Kurvenfahrt wurde anschließend die Standardabweichung der lateralen Position für die gesamte Kurve (Variable 3: II_3_SDLP), d.h. vom Streckenabschnitt 2382m bis 2516m, mittels Excel berechnet. Um den geometrischen Verlauf einer Kurve zu erkunden, beginnt der visuelle Abscannprozess des Individuums bereits ca. 100m vor Kurvenbeginn (Shinar, McDowell & Rockwell, 1977). Daher soll die Fahrgeschwindigkeit und die Spurhaltegröße in diesem Bereich, d.h. im Streckenabschnitt 2250m bis 2375m (Variable 4: II_4_Speed2375) einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Im Weiteren ist für das Spurverhalten die gemittelte Geschwindigkeit im anschließenden Kurveneingangsbereich bis zur Messposition 2426m (Variable 5: II_5_Speed2426) von großer Bedeutung, da dieser Abschnitt als extrem unfallkritisch angesehen wird. Die nachfolgende Tabelle 19 fasst die mithilfe des Fahrmodulators erhobenen abhängigen Variablen zusammen:

Tabelle 19: Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV) in Experiment II

Variablen-nummerierung	Kurzbezeichnung der Variable	Beschreibung der Variable
Variable 1	II_1_Crash	potentieller Unfall als Spurüberschreitung von Mittellinie oder Seitenstreifen
Variable 2	II_2_Spur	Spurtypen in den Ausprägungen Normalverhalten, Hinaustragen und Schneiden (vgl. Tabelle 18 und Abb. 41)
Variable 3	II_3_SDLP	Standardabweichung der lateralen Position für die gesamte Kurve, d.h. vom Streckenabschnitt 2382m bis 2516m
Variable 4	II_4_Speed2375	gemittelte Fahrgeschwindigkeit vor Kurvenbeginn im Streckenabschnitt 2250m bis 2375m
Variable 5	II_5_Speed2426	gemittelte Geschwindigkeit im Kurveneingangsbereich bis zur Messposition 2426m

Wie in Experiment I wurden neben den genannten abhängigen Variablen auch Kontrollvariablen zur Fahreinstellung, d.h. zur Risikobereitschaft sowie zum Sicherheitsgefühl (vgl. Kap. 4.3.3)

sowie weitere fahrdemographische bzw. fahrerfahrungspezifische Angaben mithilfe eines Fragebogens erhoben (vgl. Anhang A1).

6.4 ERGEBNISSE ZU EXPERIMENT II

Wie bereits im Kapitel 6.2.2 beschrieben, liegt die Kurvenszene des zweiten Experimentes in vier verschiedenen Versionen vor: kein Hinweisreiz / statischer Hinweisreiz / dynamisch-negativer Hinweisreiz / Kombination aus statischem und dynamisch-negativem Hinweisreiz (vgl. Tabelle 17). Im Fokus dieses Experimentes steht die unterschiedliche Wirkung dieser Prime- bzw. Hinweisreize auf das Fahr- und im weiteren Sinne das Unfallverhalten der Probanden. Bevor diese Analyse jedoch durchgeführt wird, soll geklärt werden, inwiefern die Geschwindigkeit auf die Abweichung von der Ideal- bzw. Normallinie wirkt und wie das Geschwindigkeits- und Spurverhalten die Unfallrate beeinflussen.

6.4.1 DER EINFLUSS DER FAHRVERHALTENSPARAMETER AUF DIE UNFALLWAHRSCHEINLICHKEIT

Um den Einfluss der einzelnen Spur- und Geschwindigkeitsverhaltensdaten auf die Unfallwahrscheinlichkeit zu bestimmen, wurde zunächst eine Korrelationsanalyse durchgeführt (vgl. Tabelle 20).

Tabelle 20: Korrelation zwischen der Unfallrate und den relevanten Spur- und Geschwindigkeitsparametern in Experiment II

	<i>II_1_Crash</i>	<i>II_2_Spur</i>	<i>II_3_SDLP</i>	<i>II_4_Speed2375</i>	<i>II_5_Speed2426</i>
<i>II_1_Crash</i>	1				
<i>II_2_Spur</i>	.564**	1			
<i>II_3_SDLP</i>	.716**	.585**	1		
<i>II_4_Speed2375</i>	.425**	.477**	.488**	1	
<i>II_5_Speed2426</i>	.614**	.610**	.734**	.726**	1

** $p < .01$; Anmerkung: Da es sich bei der Crash- und Spurvariable um kategoriale Daten handelt, wurde für diese der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Eine Legende zu den Variablen findet sich in Tabelle 19 sowie im Anhang D2.

Wie sich aus der unfallmechanischen Logik erklärt (Charlton, 2004; Larsen, 2004; Van Winsum & Godthelp, 1996) und sich auch in der Analyse der Fahrverhaltensparameter widerspiegelt, haben alle relevanten Variablen zum Spur- und Geschwindigkeitsverhalten einen hoch signifikanten Einfluss auf die Unfallvariable (II_1_Crash). Im Weiteren zeigen sich insbesondere für die beiden Geschwindigkeitswerte hoch signifikante Zusammenhänge zu dem Spurverhalten beim Durchfahren der Kurve: je schneller die Probanden durch die Linkskurve gefahren sind, desto schlechter war ihre jeweilige Spuralte.

Kongruent zur Auswertung in Experiment I soll die Abhängigkeit der dichotomen Unfallvariable (II_1_Crash) von den metrischen Fahrverhaltensvariablen untersucht werden. Bei dieser Variable handelt es sich um ein Ereignis, welches eintreffen kann oder nicht, d.h. es kommt zu einem Unfall oder dieser kann durch adäquates Verhalten verhindert werden. Anhand einer binär logistischen Regression soll die Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses *Unfall* in Abhängigkeit von den relevanten Fahrverhaltensparametern berechnet werden (Bortz, 2004; Bühl, 2006; Eckstein, 2008). Neben der Spuralte als Abweichung von der Mittellinie (II_3_SDLP) wird gemäß der Hypothesen (vgl. Kap. 6.1) auch davon ausgegangen, dass die Geschwindigkeit einen großen Einfluss auf die Unfallwahrscheinlichkeit hat. Daher wird sowohl der Geschwindigkeitseinfluss vor Beginn der Kurve (II_4_Speed2375) als auch im Kurveneingangsbereich (II_5_Speed2426) in die Berechnung integriert. Die folgende Tabelle 21 fasst die Ergebnisse der binär logistischen Regression zusammen:

Tabelle 21: Schrittweise binär logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Kriteriumsvariable Unfall in Experiment II durch die Standardabweichung der lateralen Position (II_3_SDLP) und die Geschwindigkeit im Kurveneingangsbereich (II_5_Speed2426).

Variable	R	Nagelkerkes R ²	χ^2	χ^2 -change	B	Wald
1. Schritt	0.826	0.682	70.149***	70.149***		
II_3_SDLP					9.577	16.224***
2. Schritt	0.850	0.722	76.322***	6.172*		
II_3_SDLP					10.071	12.793**
II_5_Speed2426					.088	5.411*

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Tabelle 21 zeigt, dass im ersten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse die Kriteriumsvariable *Unfall* durch die Standardabweichung der lateralen Position (II_3_SDLP) signifikant vorhergesagt werden kann. Der Varianzanteil, der im Kriterium Unfall durch die Standardabweichung der lateralen Position aufgeklärt wird, liegt mit einem hochsignifikanten Chi-Quadratwert von $\chi^2(1) = 70.149$ ($p < 0.001$) bei 68,2%. Durch die Aufnahme der Geschwindigkeit im Kurveneingangsbereich (II_5_Speed2426) im zweiten Schritt der binär logistischen Regressionsanalyse steigt der Anteil der aufgeklärten Varianz um drei Prozentpunkte auf 72,2% ($\chi^2(2) = 76.322$; $p < 0.001$). Bei Betrachtung der unstandardisierten Regressionskoeffizienten B zeigt sich, dass beide Prädiktoren einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage der Unfallvariable leisten. Der für die Signifikanzprüfung benötigte Wert der Chi-Quadrat-verteilter Waldstatistik der Regressionskoeffizienten ist signifikant (vgl. Bühl, 2006). Im Vergleich wird allerdings deutlich, dass der Regressionskoeffizient der Standardabweichung der lateralen Position bedeutend höher ist als der der Geschwindigkeit. Somit ist die Standardabweichung als der bessere Prädiktor für die Kriteriumsvariable anzusehen (vgl. Backhaus et al., 2006; Bortz, 2004; Diehl & Staufenbiel, 2001).

Bei der Betrachtung des entsprechenden Diagramms (vgl. Abb. 42) zeigt sich der typische Verlauf einer nichtlinearen Regressionsfunktion als Zusammenhang zwischen der Standardabweichung der lateralen Position und der Geschwindigkeit im Kurveneingang.

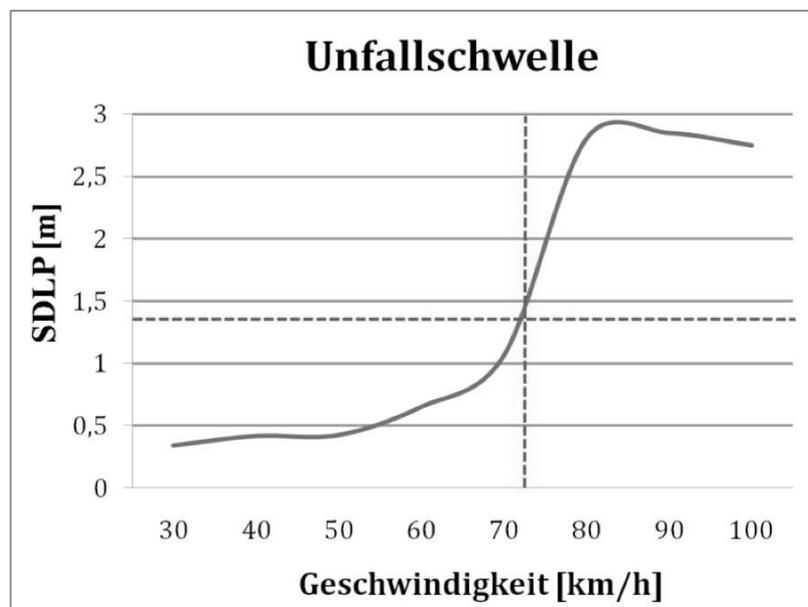


Abb. 42: Graphische Darstellung der querdynamischen Zusammenhänge von Standardabweichung der lateralen Position und der Fahrgeschwindigkeit in Experiment II. Die gestrichelten Linien symbolisieren den jeweiligen Mittelwert für die Probanden, welche einen Unfall produziert haben ($M_{II_5_Speed2426} = 73,1$ km/h; $M_{II_3_SDLP} = 1,4$ m).

In das vorangegangene Diagramm 42 wurden zur Visualisierung der Unfallschwelle die gemittelten Standardabweichungen von der Mittellinie ($M_{II_3_SDLP}=1,4\text{m}$; horizontale Linie) sowie der Fahrgeschwindigkeit der verunfallten Probanden ($M_{II_5_Speed2426}=73,1\text{km/h}$; vertikale Linie) eingezeichnet. Das folgende Unterkapitel überprüft den Einfluss der jeweiligen Szenenvariationen 1 bis 4 auf die fahrverhaltensspezifischen Messwerte.

6.4.2 DER EINFLUSS DER PRIMING-VERSION AUF DIE FAHRVERHALTENSPARAMETER

Dieser Abschnitt der Arbeit verfolgt vornehmlich das Ziel, zu überprüfen, ob die unterschiedlichen Szenenvariationen einen Einfluss auf die Fahrverhaltensparameter haben. Zunächst wurde die Fahrgeschwindigkeit *vor* (II_4_Speed2375) und *innerhalb* des Kurveneingangsbereichs (II_5_Speed2426) untersucht. Die Verteilung der gemittelten Geschwindigkeiten der jeweiligen Priming-Variation kann den folgenden Balkendiagrammen (vgl. Abb. 43) entnommen werden.

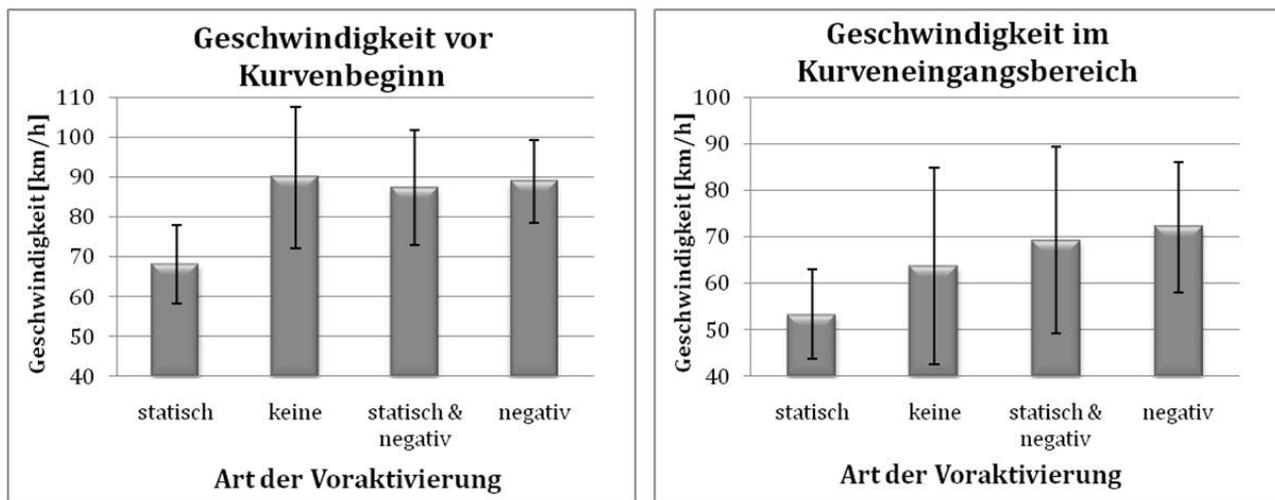


Abb. 43: Geschwindigkeitsverteilung bezüglich der vier Versuchsbedingungen für die Phase vor Beginn der Kurve (links: II_4_Speed2375) und innerhalb des Kurveneingangs (rechts: II_5_Speed2426) in Experiment II.

Die Diagramme in Abbildung 43 legen (insbesondere für den unfallkritischen Kurveneingangsbereich) einen Zusammenhang zwischen der Art der Voraktivierung und der gemittelten Fahrgeschwindigkeit nahe. Um aussagekräftige Angaben machen zu können, musste untersucht werden, ob sich die ermittelten Werte signifikant unterscheiden. Mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) wurde die Wirkung des Faktors Priming untersucht (Clauß et al., 1999). Die Varianzanalyse soll zeigen, ob es einen Zusammenhang zwischen der metrisch-skalierten, abhängigen Geschwindigkeitsvariablen und der nominal skalierten

unabhängigen Priming-Variablen gibt. Wie der Levene-Test zeigt, gibt es keine signifikanten Abweichungen von der Homogenität der Varianzen. Demzufolge kann die klassische ANOVA-Tabelle interpretiert werden (vgl. Bortz, 2004). Die Varianzanalyse zeigt, dass die Mittelwertsunterschiede nicht zufällig sind und dass der Unterschied zwischen den gezeigten Geschwindigkeiten sowohl vor ($F(3, 101) = 14.273; p < .01$) als auch innerhalb des Beginns der Linkskurve bezüglich der verschiedenen Versuchsbedingungen hoch signifikant ist ($F(3, 99) = 6.123; p < .01$).

Die folgende Tabelle 22 zeigt das Ergebnis paarweiser Vergleiche von Mittelwertsunterschieden zwischen den einzelnen Priming-Versionen. Diese Post-Hoc-Vergleiche zeigen, dass sich insbesondere die Geschwindigkeit (II_5_Speed2426) im Kurveneingangsbereich zwischen allen Versuchsversionen signifikant voneinander unterscheidet. Demgegenüber ist die Geschwindigkeit kurz vor Beginn der Kurve (II_4_Speed2375) nur in der Version mit dem statischen Hinweisreiz (Version 1) signifikant geringer als in den anderen Priming-Versionen.

Tabelle 22: Post-Hoc-Vergleiche in Experiment II der Geschwindigkeitswerte vor (II_4_Speed2375) und innerhalb der Kurve (II_5_Speed2426) durch Situationskontraste

	II_4_Speed2375	II_5_Speed2426
Version 1-2	-21,8042*	-10,3643*
Version 1-3	-19,1890*	-15,9342*
Version 1-4	-20,7540*	-18,8149*
Version 2-3	2,6151	-5,5699*
Version 2-4	1,0501	-8,4506*
Version 3-4	-1,565	-2,8807*

* $p < 0,05$; Post-Hoc-Test nach Art des Prime-Reizes:

Version 1=statisch; Version 2=keine; Version 3=statisch & negativ; Version 4=negativ

Wie am Ende des Abschnittes 6.4.1 erläutert, zeigt sich ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Spurhaltegröße als Abweichung von der Mittellinie (II_3_SDLP) und den gemittelten Geschwindigkeiten vor Beginn der Kurve (II_4_Speed2375: $r=0,535; p < .01$) und innerhalb des Kurveneingangsbereichs (II_5_Speed2426: $r=0,699; p < .01$). An dieser Stelle soll nun geklärt werden, inwieweit die Standardabweichung der lateralen Position von der Art der Voraktivierung abhängt. Die univariate Varianzanalyse zeigt, dass das Kriterium der

Voraktivierung einen hoch signifikanten Einfluss auf die mittlere Standardabweichung der lateralen Position besitzt (II_3_SDLP: $F(3, 101) = 5,850$; $p < .01$).

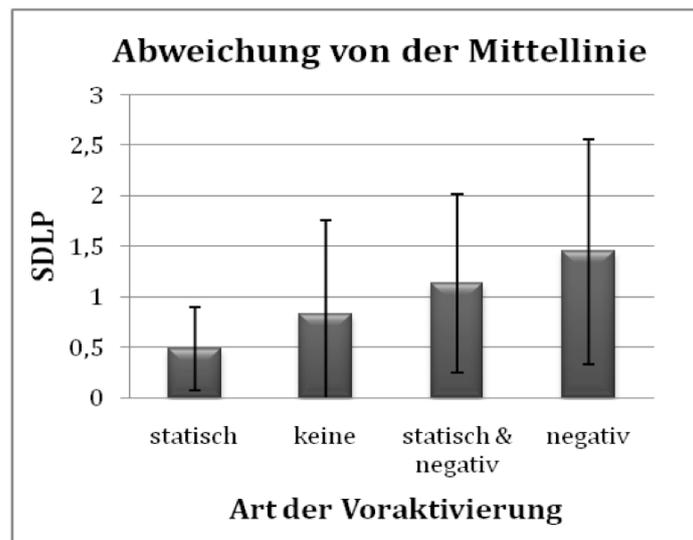


Abb. 44: Mittelwertsverteilung der gemessenen Standardabweichung der lateralen Position differenziert nach Art der Voraktivierung in Experiment II.

Das Balkendiagramm in Abbildung 44 visualisiert den signifikanten Zusammenhang zwischen der mittleren Standardabweichung der lateralen Position und der Art der Versuchsbedingung ($r = .433$; $p < .01$). Am niedrigsten fällt die SDLP in der Version mit dem Kurvenwarnhinweis (Version 1: statisch) und am höchsten in der Version mit dem überholenden Sportwagen (Version 4: negativ) aus. Die jeweiligen Situationskontraste des Post-Hoc-Tests für die Abweichung von der Mittellinie lassen sich der folgenden Tabelle 23 entnehmen.

Tabelle 23: Post-Hoc-Vergleiche der Standardabweichung der lateralen Position in Experiment II für verschiedene Priming-Varianten

	Version 1-2	Version 1-3	Version 1-4	Version 2-3	Version 2-4	Version 3-4
II_1_SDLP	-,3453*	-,6528*	-,9627*	-,3075	-,6174*	-,3099

* $p < .05$; ** $p < .01$; Post-Hoc-Test nach Art des Prime-Reizes:

Version 1: statisch; Version 2: keine; Version 3: statisch & negativ; Version 4: negativ

Nachdem die Ausprägungen der relevanten Fahrverhaltensparameter der Geschwindigkeit und der Spurtreue in Abhängigkeit von der jeweiligen Art der Voraktivierung analysiert wurden, sollen nun die von den Probanden gezeigten Spurtypen und die Unfallverteilung einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Das nachfolgende Kreisdiagramm (Abb. 45) visualisiert die prozentuale Verteilung der gezeigten Spurtypen. Dabei zeigt sich, dass unter den unfallrelevanten Spurtypen am häufigsten das Fehlverhalten des (*Kurven-*) *Schneidens* auftritt.

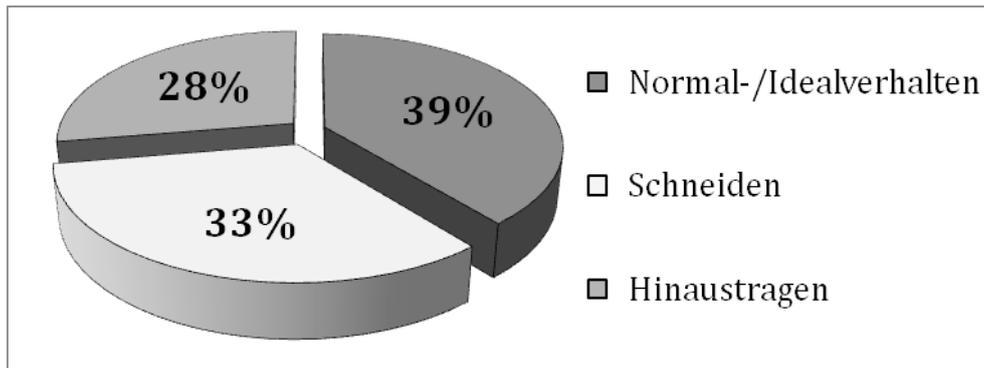


Abb. 45: Prozentuale Verteilung der unfallrelevanten Spurtypen in Experiment II

Bei einer detaillierteren Analyse zeigt sich, dass das Auftreten der Spurtypen *Hinaustragen*, *Schneiden* oder *Normal- und Idealverhalten* hochsignifikant von der Art der Versuchsbedingung abhängt ($r = ,351$; $p < .01$ / $\chi^2 = 15,364$; $p < .05$). Die Abbildung 46 soll diesen Zusammenhang in Form einer prozentualen Spurtypenverteilung für die verschiedenen Versuchsbedingungen verdeutlichen.

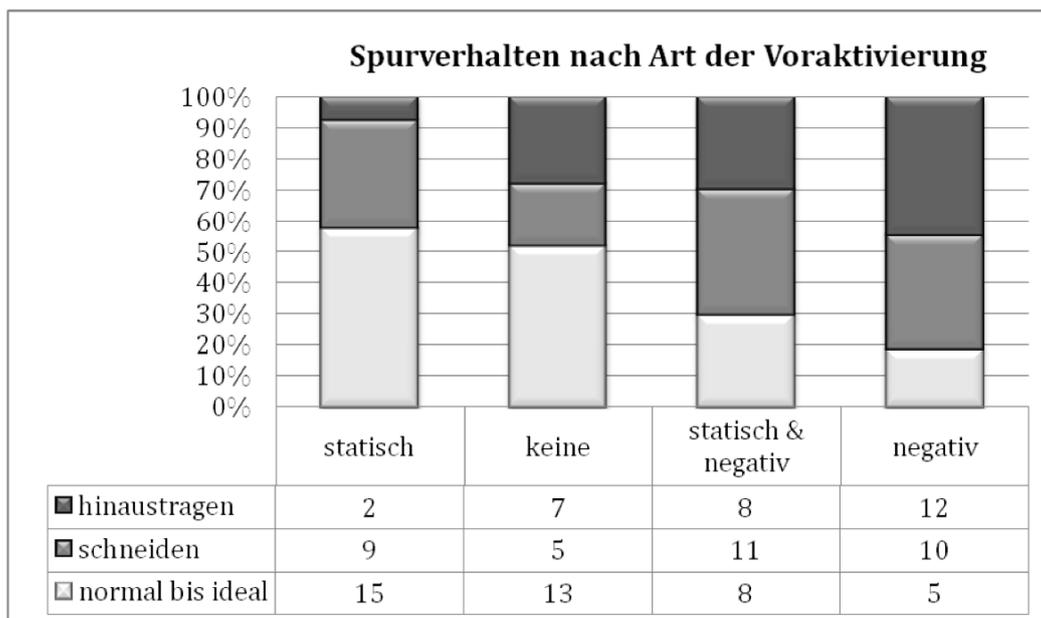


Abb. 46: Prozentuale Verteilung der gezeigten Spurtypen innerhalb der jeweiligen Versuchsbedingungen.

Bei der Einteilung der Spurtypen sollte an dieser Stelle angemerkt werden, dass es sich bei dem Spurverhalten *Hinaustragen* und *Schneiden* um Extremverhalten handelt, d.h. die Probanden in diesen beiden Gruppen haben (im Gegensatz zum *Normal- und Idealverhalten*) gemäß der Definition in Kapitel 6.3 einen Unfall produziert. Die Abbildung 47 fasst das Spurverhalten *Hinaustragen* und *Schneiden* zu einer Unfall-Gruppe zusammen.

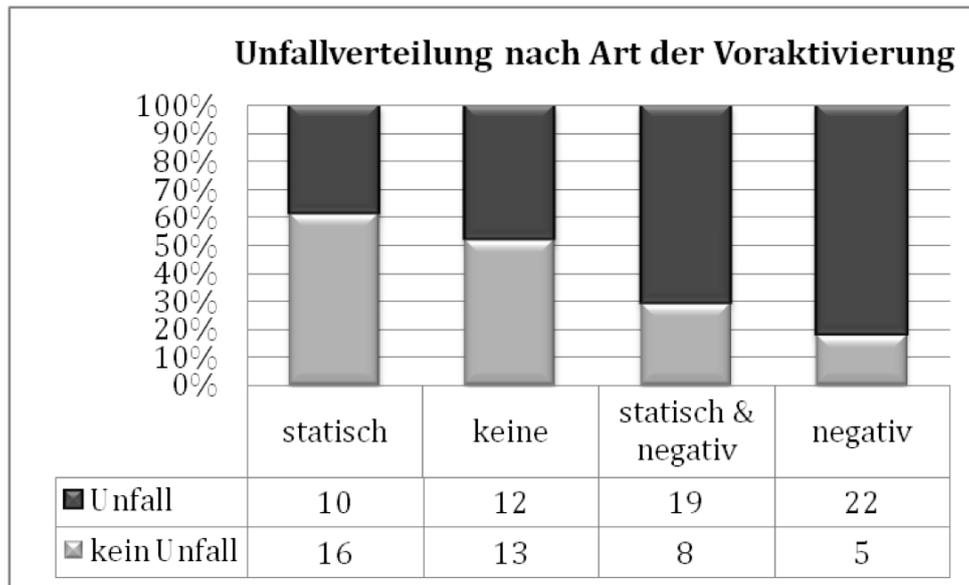


Abb. 47: Prozentuale Unfallverteilung innerhalb der jeweiligen Versuchsbedingungen.

Die prozentuale Häufigkeitsverteilung der Unfälle ist der Abbildung 47 zu entnehmen. Die statistische Überprüfung der Unfallverteilung zeigt einen hoch signifikanten Unterschied in Abhängigkeit von der Art der Voraktivierung ($\chi^2 = 12,927$; $p < .01$).

6.4.3 WEITERFÜHRENDE ANALYSEN

Um zu kontrollieren, ob ein empirisch gefundener Zusammenhang zwischen den Untersuchungsvariablen möglicherweise auf einer gemeinsamen Drittvariable beruht, werden in diesem Abschnitt weiterführende, explorative Analysen durchgeführt, welche nicht Teil der a priori formulierten Hypothesen sind (vgl. Kap. 6.1). In den vorangegangenen zwei Abschnitten wurden die Fahrverhaltensparameter und die Unfallverteilung in Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen analysiert. Nun interessieren der Einfluss der Einstellung zum Autofahren und die Fahrerbiographie auf die Fahrperformance. Die Persönlichkeitsmessung erfolgte über den fahrdemographischen bzw. einstellungsbezogenen Verkehrsfragebogen (vgl. Anhang A1).

Im Kapitel vier wurde die Konstruktion eines verkehrspsychologischen Fragebogens mit insgesamt zwei Skalen beschrieben. Die Zusammenhänge der relevanten Fahrverhaltensdaten mit den Skalen *Risikobereitschaft* bzw. *Sicherheitsgefühl* sind in der nachfolgenden Tabelle 24 aufgelistet.

Tabelle 24: Zusammenhänge zwischen Ausprägungen der Skalen Risikobereitschaft bzw. Sicherheitsgefühl und den gezeigten Fahrverhaltenswerten.

	II_1_Crash	II_2_Spur	II_3_SDLP	II_4_Speed2375	II_5_Speed2426
Skala 1: Risikobereitschaft	,310**	,367**	,255**	,348**	,307**
Skala 2: Sicherheitsgefühl	0,152	0,132	0,162	0,011	0,124

* $p < .05$; ** $p < .01$; Anmerkung: Da es sich bei der Crash- und Spurvariable um kategoriale Daten handelt, wurde für diese der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Eine Legende zu den Variablen findet sich in Tabelle 19 sowie im Anhang D2.

Wie der Tabelle 24 zu entnehmen ist, lassen sich nur über die Ausprägungen der Skala *Risikobereitschaft* die verschiedenen Verhaltensparameter beim Durchfahren der Kurve signifikant vorhersagen. Das bedeutet, dass Probanden mit einer hohen Risikobereitschaft ein signifikant schlechteres Spurhaltevermögen, höhere Geschwindigkeiten und eine höhere Unfallhäufigkeit aufweisen als andere Probanden. Weiterhin zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Ausprägungen der Skala *Sicherheitsgefühl* und den Fahrverhaltensparametern.

Im Rahmen einer weiteren explorativ durchgeführten Analyse zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Fahrverhaltensparametern und der Fahrerfahrung, d.h. weder bezüglich der gefahrenen Kilometer pro Jahr, noch der Anzahl der Führerscheinjahre, der Häufigkeit der Fahrzeugnutzung oder des Alters. Mithilfe einer univariaten Varianzanalyse konnte ein Geschlechtsunterschied bezüglich der Fahrgeschwindigkeit in der Kurveneingangsphase (II_5_Speed2426) statistisch nachgewiesen werden ($F(1, 102) = 5,391$; $p < .05$). Zur Bestimmung der Höhe dieses Zusammenhanges wurde anschließend eine Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt, welche allerdings nur einen geringen Einfluss des Geschlechtes aufzeigen konnte ($r = -.199$; $p < .05$). Die männlichen Probanden fuhren im kritischen Moment der Linkskurve 8,27km/h schneller als die weiblichen. Es lassen sich allerdings keine Geschlechtsunterschiede in der Unfallhäufigkeit nachweisen ($\chi^2 = .935$; $p = .547$). Die folgende Abbildung 48 visualisiert die aufgedeckte geschlechtsspezifische Geschwindigkeitsdifferenz.

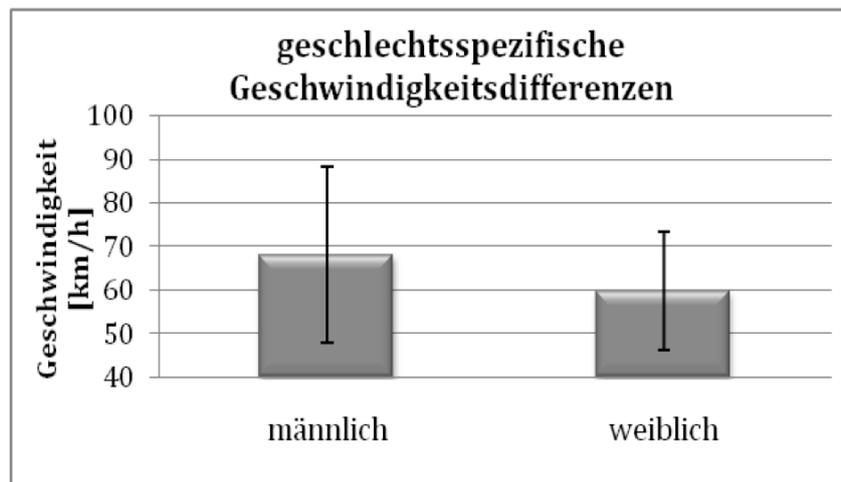


Abb. 48: Darstellung der geschlechtsspezifischen Geschwindigkeitsdifferenzen in der Kurvengangsphase (II_5_Speed2426)

Innerhalb des Fragebogens wurden auch Angaben bezüglich der bisherigen Unfallgeschichte, den Wohlfühlgeschwindigkeiten auf Landstraßen und Autobahnen sowie zur aktuell empfundenen Vigilanz der Probanden erfragt. Eine entsprechend durchgeführte, explorative Korrelationsanalyse führte zu den tabellarisch aufgelisteten Ergebnissen (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25: Korrelative Zusammenhänge zwischen verschiedenen Fragebogenangaben und der gezeigten Fahrperformance in Experiment II

	1_crash	2_Spur	3_SDLP	4_Speed2375	5_Speed2426
Anzahl Unfälle	,092	,149	,121	,161	,217*
...davon mit Personenschaden	,269**	,307**	,283**	,262**	,327**
... davon selbst verschuldet	,202	,162	,050	,127	,253**
Wohlfühlgeschwindigkeit auf Landstraßen	,178	,201*	,020	,128	,119
Wohlfühlgeschwindigkeit auf Autobahnen	,306**	,319**	,031	,246*	,227*
persönlich gefahrene Höchstgeschwindigkeit	,190	,197*	,074	,236*	,292**
Wachheitsgrad	-,197*	-,147	-,160	-,122	-,094

N=108; * $p < .05$; ** $p < .01$, Anmerkung: Da es sich bei der Crash- und Spurvariable um kategoriale Daten handelt, wurde für diese der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Eine Legende zu den Variablen findet sich in Tabelle 19 sowie im Anhang D2.

Die Ergebnisse zeigen, dass die im Fragebogen angegebenen Geschwindigkeitspräferenzen bzw. die persönliche Höchstgeschwindigkeit eine prädiktive Vorhersagekraft auf die in der Simulation gezeigten Fahrverhaltensdaten haben. Insbesondere Probanden, die auf Autobahnen gern schnell fahren, zeigen in der Untersuchung erhöhte Geschwindigkeitswerte. Außerdem zeigt sich, dass je mehr Unfälle (mit Personenschaden) erlebt wurden, umso negativer ist das gezeigte Fahrverhalten in der Untersuchung. Besonders interessant scheint dabei der Zusammenhang zwischen selbstverschuldeten Unfällen und der Geschwindigkeit innerhalb der gesamten Kurve: Je häufiger Unfälle selbst produziert wurden, desto schneller ist der jeweilige Proband in der kritischen Kurvenphase gefahren. Für die untersuchten fahrbiographischen und einstellungsbezogenen Fragebogenangaben sowie zu den Angaben bezüglich der Erfahrung im Umgang mit Computerspielen konnten keine Wechselwirkungen zu den Versuchsbedingungen und den relevanten Fahrverhaltensparametern nachgewiesen werden.

6.5 HYPOTHESENPRÜFUNG VON EXPERIMENT II

Anhand der durchgeführten Fahrsimulationsuntersuchung sollte primär ermittelt werden, inwieweit sehr unterschiedliche Hinweisreize (statisch vs. negativ-dynamisch) das Fahrverhalten und damit die Unfallwahrscheinlichkeit beim Durchfahren einer Linkskurve beeinflussen können. Dabei interessierte besonders, ob der dynamische Verkehrsreiz in Form eines überholenden Sportwagens eine negative, d.h. risikoreichere und regelverletzendere Verhaltensbeeinflussung erzielen kann. Im Weiteren sollte analysiert werden, welche einzelnen Fahrverhaltensparameter unfalldeterminierend sind. In diesem Kapitel soll dargestellt werden, inwieweit die a priori formulierten Hypothesen (vgl. Kap. 6.1) bestätigt werden konnten.

H.II.1: Es existiert ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Fahrgeschwindigkeit, der Spurhaltegröße und der Unfallwahrscheinlichkeit.

Die Korrelationsanalyse zeigt einen hoch signifikanten Einfluss aller relevanten Fahrverhaltensparameter auf die Unfallwahrscheinlichkeit (vgl. Tabelle 20). Der Anteil der erklärten Varianz bezüglich der Unfallwahrscheinlichkeit liegt bei Berücksichtigung der beiden Prädiktoren „Standardabweichung der lateralen Position“ (*II_3_SDLP*) und „Geschwindigkeit im Kurveneingangsbereich“ (*II_5_Speed2426*) bei 72,2%. Das bedeutet, dass die Unfallwahrscheinlichkeit durch Kenntnis der Fahrgeschwindigkeit und der zugehörigen

Spurhaltegüte relativ exakt berechnet werden kann. Beide Variablen implizieren einen großen Anteil an der Unfallwahrscheinlichkeit. Somit kann die erste Hypothese **bestätigt** werden.

H.II.1a: Die Geschwindigkeit im kritischen Kurveneingangsbereich hat den größten Einfluss auf die Spurhaltegüte.

Aufgrund der fahrphysikalischen Gesetzmäßigkeiten ist bekannt, dass das Geschwindigkeitsverhalten eine große Bedeutung für die Linienführung beim Durchfahren von Kurven besitzt (Charlton, 2004; Larsen, 2004; Spacek, 1999; Van Winsum & Godthelp, 1996). Im Rahmen des zweiten Experimentes steht die Frage im Vordergrund, welcher Abschnitt bei der Kurvenfahrt den größten Anteil an der Spurhaltegüte aufklären kann. Der Vergleich der korrelativen Zusammenhangsmaße zwischen Fahrgeschwindigkeit und Spurhaltegüte (*II_3_SDLP*) zeigt, dass die Geschwindigkeit im kritischen Kurveneingangsbereich (*II_5_Speed2426*) einen größeren Einfluss auf die Standardabweichung der lateralen Position und somit der Spurhaltegüte hat als die Geschwindigkeit vor Beginn der Linkskurve (*II_4_Speed2375*). Je schneller ein Proband (insbesondere im Kurveneingangsbereich) gefahren ist, desto schlechter ist die jeweils gezeigte Linientreue (vgl. Tabelle 20). Somit kann die Hypothese H.II.1a **bestätigt** werden.

H.II.1b: Die gefahrene Geschwindigkeit hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Zur Prüfung der zweiten Unterhypothese wurden ebenfalls die Ergebnisse aus Kapitel 6.4.1 herangezogen. Diese zeigen, dass sowohl die Geschwindigkeit im kritischen Kurveneingangsbereich (*II_5_Speed2426*; $r = .614$; $p < .01$) als auch die vor Beginn der Linkskurve (*II_4_Speed2375*; $r = .425$; $p < .01$) einen hoch signifikanten Einfluss auf die Unfallrate haben. Eine hohe Geschwindigkeit vor und innerhalb der Kurve erhöht die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu verursachen. Die Hypothese H.II.1b kann somit **bestätigt** werden.

H.II.1c: Das Spurhaltevermögen hat den größten Einfluss auf die Unfallrate.

Auf Basis der Spuranalyse kann diese Hypothese **bestätigt** werden. Die Ergebnisse zeigen, dass je schlechter die Linienführung bei der jeweiligen Kurvenfahrt ist, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, in einen Unfall verwickelt zu werden ($r = .716$; $p < .01$).

H.II.2: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit.

Wie der Abbildung 43 und den entsprechenden Berechnungen in Kapitel 6.4.2 entnommen werden kann, liegt ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Art der Voraktivierung und der jeweilig gezeigten Fahrgeschwindigkeit (sowohl vor als auch innerhalb der Linkskurve) vor. Die zweite Haupthypothese kann **bestätigt** werden.

H.II.2a: Probanden, die in der Versuchsbedingung mit dem negativen Reiz konfrontiert werden, fahren schneller durch die Kurve als in den anderen Bedingungen.

Wie der Tabelle 22 entnommen werden kann, existieren zwischen den Szenenvariationen signifikante Unterschiede bezüglich der Fahrgeschwindigkeit vor Beginn der Kurve und somit gilt die Hypothese als **bestätigt**.

H.II.2b: Die geringste Geschwindigkeit zeigt sich in der Version mit dem statischen Hinweisreiz.

Es zeigt sich, dass die Probanden, welche mit dem statischen Verkehrsreiz konfrontiert waren, vor Beginn der Kurve (II_5_Speed2426) zwischen 19,2 km/h (im Vergleich zu Version 4) und 21,8 km/h (im Vergleich zu Version 2) langsamer fahren als in den anderen Versuchsbedingungen. Ähnliche Werte ergeben sich für die Geschwindigkeitsreduktion im Kurveneingangsbereich (II_4_Speed2375) bezüglich der statischen Szene und den anderen Versionen. Dabei zeigte sich, dass Probanden, welche die Szene mit dem statischen Hinweisreiz passierten zwischen 10,4 km/h (im Vergleich zu Version 1) und 18,8 km/h (im Vergleich zu Version 4) langsamer fahren als in den anderen Versuchsbedingungen. Alle genannten Geschwindigkeitsdifferenzen sind signifikant und können der Tabelle 22 entnommen werden. Aufgrund der Ergebnislage kann die Hypothese **bestätigt** werden.

H.II.3: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Spurhaltegröße.

Eine durchgeführte Analyse **bestätigte** die Annahme eines hoch signifikanten Zusammenhanges zwischen den Mittelwerten der Standardabweichung der lateralen Position und der jeweiligen Art der Voraktivierung ($r=.433$; $p<.01$).

H.II.3a: Insbesondere in der negativen Version ist das Spurhaltevermögen schlechter als in den anderen Versuchsbedingungen.

Die Situationskontraste des Post-Hoc-Tests für die Abweichung von der Mittellinie zeigen, dass es signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen der negativ-dynamischen Version, der statischen sowie der Version ohne Verkehrsreiz gibt. Wie der Tabelle 23 entnommen werden kann, ist das Spurhaltevermögen in der negativ-dynamischen Version signifikant schlechter als in den anderen Versuchsbedingungen. Die Mittelwertsunterschiede sind signifikant und somit kann die Hypothese **bestätigt** werden.

H.II.3b: In der statischen Version zeigt sich die beste Spurhaltegröße.

Die Hypothese H.II.3b kann **bestätigt** werden, da die Standardabweichung der lateralen Position in der statischen Versuchsbedingung signifikant geringer ist als in den anderen Versionen (vgl. Tabelle 23).

H.II.4: Die Art der Voraktivierung hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Unfallrate.

Gemäß der Abbildung 47 und den dazugehörigen Ausführungen in Kapitel 6.4.2 kann die vierte und wichtigste Haupthypothese (inkl. der entsprechenden Unterhypothesen) **bestätigt** werden. Die wenigsten Unfälle treten in der statischen und die meisten in der negativ-dynamischen Versuchsbedingung auf.

6.6 ZUSAMMENFASSENDER ERGEBNISDARSTELLUNG FÜR EXPERIMENT II

Im Fokus des zweiten Experiments stand die Frage, ob und wie stark sich Autofahrer von einer negativen, d.h. regelverletzenden und riskanten Fahrweise eines anderen Fahrzeugs beeinflussen lassen. Die Hypothesenprüfung in Kapitel 6.5 zeigte, dass die zentralen Hypothesen H.II.1 bis H.II.4 bestätigt werden können. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass das Geschwindigkeits- und Spurverhalten sowie die damit verbundene Unfallhäufigkeit signifikant von der Art der Versuchsbedingung bzw. der Prime-Reize abhängen. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich Probanden in der negativ-dynamischen Version mit dem überholenden Sportwagen von diesem stark beeinflussen lassen und das schlechteste bzw. nachteiligste Fahrverhalten zeigen. Jene Probanden in der statischen Version mit dem Kurvenwarnschild zeigen im Mittel eine

situationsgerechte Fahrweise, d.h. sie weisen eine der Linienführung entsprechende Spurhaltegröße und Geschwindigkeit auf.

Leichte Einschränkungen ergeben sich für die Unterhypothese H.II.3a. Bezüglich der Post-Hoc-Vergleiche für die Standardabweichung der lateralen Position (vgl. Tabelle 23) zeigen sich keine signifikanten Mittelwertsunterschiede zwischen der Version ohne Hinweisreiz und der Kombinationsversion aus statischem und negativ-dynamischem Reiz (Version 2 & 3). Scheinbar schwächt die Vorwarnfunktion des Schildes „Achtung! Kurve!“ den negativen Orientierungsreiz des überholenden Fahrzeugs ab, d.h. das Fahrverhalten in dieser Version ist besser als in der negativen Szenenvariation. Weiterhin ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass es in der Kurvenfahrt ohne Hinweisreiz und der Kombinationsversion aus statischem und negativem Reiz zu einem sehr ähnlichen Spurverhalten kommt (die Differenz der SDLP zwischen Version 2 und 3 beträgt nur -0,3075; n.s.). Da es zwischen beiden Versionen jedoch gravierende Geschwindigkeitsdifferenzen innerhalb der Kurve gibt, d.h. Probanden in der Versuchsbedingung ohne Hinweisreiz fahren 5,57 km/h ($p < .05$) langsamer als in der Kombinationsversion, ist davon abzuraten, den sehr ähnlichen Spurverlauf zwischen Version 2 und 3 weitergehend zu interpretieren.

Der Zusammenhang zwischen Unfallverteilung nach Art der Voraktivierung (vgl. Abb. 47) zeigt, dass die meisten Unfälle in der negativen, gefolgt von der negativ-statischen und der Version ohne Prime-Reiz vorliegen. Statistisch am seltensten treten Unfälle in der Version mit dem Gefahrenschild auf. Eine Analyse der Spurtypen in Abhängigkeit von der Art der Versuchsbedingung zeigt, dass es insbesondere in der negativ-dynamischen Version zum Spurtypen *Hinaustragen* kommt. Ein ideales bis normales Spurverhalten zeigt sich signifikant vermehrt in der statischen Priming-Version. Das Spurverhalten des *Schneidens* konnte vermehrt in den Bedingungen 1, 3 und 4 gemessen werden.

Nachdem in diesem Abschnitt die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt wurden, folgt im nächsten Hauptkapitel die Diskussion der Befunde aus Experiment I und II.

7. DISKUSSION

Die sichere Fortbewegung im Straßenverkehr hängt entscheidend davon ab, ob und in welchem Maße es dem Fahrzeugführer gelingt, adäquate, dynamische Repräsentationen der Verkehrsumgebung aufzubauen. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, etablieren sich keine detailreichen Repräsentationen der aktuellen Verkehrssituation, sondern es werden nur bestimmte Aspekte der jeweiligen Situation intern abgebildet (vgl. Kap. 1.2.2 & 1.3.4). Dies führt zu der Überlegung, dass die mentalen Repräsentationen beim Autofahren im Wesentlichen aus einer dynamischen Folge aktivierter Konzepte bestehen, welche sowohl durch statische als auch durch dynamische Reize im Verkehrsgeschehen beeinflusst werden.

Wie in eigenen Untersuchungen mithilfe von Blickbewegungsmessungen und dem Flicker-Paradigma gezeigt werden konnte, besitzen dynamische Reize und dabei insbesondere Lebewesen einen größeren Salienzstatus als statische Verkehrselemente, wie z.B. Schilder (Höger & Seidenstücker, 2006, 2007; Seidenstücker & Höger, 2006, 2007; Seidenstücker et al., 2007). Um die verschiedenen Konzeptaktivierungshypothesen der vorliegenden zwei Experimente zu prüfen, wurden mithilfe eines PC-gestützten Fahrsimulators drei verschiedene Szenarien in unterschiedlichen Versionen generiert. Innerhalb dieser jeweiligen Szenarien treten je nach Versuchsbedingung statische oder dynamische Hinweisreize im Verkehrsgeschehen auf, die – nachdem sie wahrgenommen wurden – korrespondierende Konzepte aktivieren können und das spezifische Fahrverhalten beeinflussen sollten. Im Folgenden werden die Ergebnisse beider Experimente zunächst einer separaten Interpretation unterzogen, um anschließend zusammenfassend diskutiert zu werden. Dieses Kapitel schließt mit der Diskussion der internen und externen Validität der Untersuchung.

7.1 ERGEBNISDISKUSSION UND -INTERPRETATION EXPERIMENT I

Im ersten Experiment der vorliegenden Fahrsimulationsstudie sollte der Einfluss dynamischer bzw. statischer Stimuli mit *positiver* Warn- bzw. Hinweisfunktion auf das Fahrverhalten analysiert werden. Basis des ersten Experimentes stellt das „expectancy-based priming“ dar, d.h. es soll eine Erwartung dazu generiert werden, was in dem vorliegenden Kontext passieren könnte und darauf basierend Strategien für ein adäquates Verhalten gebildet werden (Anderson, 1983; Olson et al., 1996; vgl. Kap. 1.3.3). Beiden Szenen in Experiment I ist gemein, dass die Kollision mit einem die

Straße kreuzenden Fußgänger im Rahmen einer klassischen Überschreitungssituation durch eine entsprechende Bremsreaktion des Probanden verhindert werden soll. Die dabei verwendeten Hinweisreize sollten die Gefahrenantizipation verbessern und so ein erwünschtes Fahrverhalten direkt evozieren (Schlag & Heger, 2004).

Wie sich aus der Ergebnisdarstellung für Szene 1 (vgl. Kap. 5.4) und Szene 2 (vgl. Kap. 5.5) sowie den entsprechenden Hypothesenprüfungen ergibt, konnten die grundlegenden Hypothesen (H.I.3 bis H.I.5) nur für die erste Szene bestätigt werden. Bereits in Kapitel 5.5.5 wurde versucht, für diese Ergebnisdifferenzen zwischen Szene 1 und 2 entsprechende Begründungen zu finden. In diesem Kapitel werden die Argumente erneut aufgegriffen und basierend darauf erläutert, warum die Szene 1 nachfolgend ins Zentrum der Diskussion gerückt wird. Anschließend wird die Wirkung der statischen und der dynamischen Hinweisreize separat einer detaillierten Analyse unterzogen.

7.1.1 BEGRÜNDUNG DER ERGEBNISDIFFERENZEN ZWISCHEN SZENE 1 & 2

Im Gegensatz zur ersten Szene zeigten sich in Szene 2 über alle drei Versuchsbedingungen hinweg keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Unfallverteilung als auch der relevanten Fahrverhaltensparameter (Geschwindigkeits-, Erkennungs-, Reaktions- und Bremsverhalten). Die Ursachen hierfür wurden ausgiebig in Kapitel 5.5.5 diskutiert und liegen vor allem im Design der simulierten Dorfszene und des darin provozierten Überschreitungsunfalles. Im Folgenden werden die wichtigsten Konstruktionsdefizite für die divergierende Wahrnehmungsintensität und Verhaltensbeeinflussung zwischen beiden Szenen zusammenfassend aufgelistet:

- In Szene 2 wird durch die leichte Rechtskurve das Blickverhalten kanalisiert und (unabhängig von der Art des Hinweisreizes) auf den kritischen Target-Reiz am rechten Fahrbahnrand gelenkt (vgl. Abb. 37).
- Eine bereits vor der kritischen Phase eintretende und im Sinne der Szenenkonstruktion ungewollte Geschwindigkeitsreduktion aufgrund des nahenden Gegenverkehrs führte weiterhin zu einer Nivellierung der Verhaltensunterschiede in Szene 2.

Trotz umfangreicher Pre-Tests und einer Evaluation durch Experten des ADAC wurden diese konzeptionellen Fehler von Seiten des Designs vor Beginn der Hauptuntersuchung nicht festgestellt. Daher wird eine weiterführende Ergebnisinterpretation der Szene 2 als problematisch angesehen.

Der prägnanteste Unterschied zwischen beiden Szenen des ersten Experimentes ist in der Dringlichkeit zur Interaktion und somit im Aufforderungscharakter des Hinweis- oder Prime-Reizes zu suchen (vgl. Kap. 5.2.4). Die lokale und bewegungsspezifische Unähnlichkeit zwischen Prime- und Target-Reiz im Sinne des *Spatial Cueing* Paradigma von Posner (1980) führte in Szene 2 (weniger stark als in Szene 1) dazu, dass die ortsbezogene Aufmerksamkeit durch den auftauchenden Hinweisreiz nicht in die Richtung des Target-Reizes gelenkt wurde. In der dynamischen Version in Szene 1 verbessert sich die Zeit bis zum Erkennen des Target-Reizes um durchschnittlich 213,81ms (kein Priming) bzw. 121,87ms (statisches Priming). In Szene 2 hingegen treten keine signifikanten Detektionszeitdifferenzen zwischen den drei Primingversionen auf (vgl. Kap. 5.5.2). Die Ortsspezifität, d.h. die Prime-Position und -Bewegungsrichtung beeinflusst scheinbar im positiven Sinne die Detektion des Target-Reizes und somit das Reaktions- und Unfallverhalten in Szene 1.

7.1.2 DIE PRIMING-WIRKUNG STATISCHER VS. DYNAMISCHER HINWEISREIZE

In Kapitel 1.2.3.3 und 2.1.2.2 wurden die theoretischen Hintergründe zur unterschiedlichen Salienz statischer und dynamischer Objekte erläutert und innerhalb einer semantischen Objektklassifikation auf den Straßenverkehr übertragen (vgl. Abb. 19). Bislang wurden diese Befunde allerdings aus dem Bereich der allgemeinen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung gewonnen. In der vorliegenden Fahrsimulationsstudie wurde erstmals ein Vergleich zwischen diesen qualitativ sehr unterschiedlichen Hinweis- und Orientierungsreizen und deren Wirkung auf Wahrnehmungsprozesse und auf das Fahrverhalten in einem interaktionellen Verkehrskontext untersucht.

Die ermittelten Ergebnisse werden nachfolgend diskutiert. Zunächst wird die verhaltensbeeinflussende Voraktivierungswirkung der statischen Reize einer detaillierten Analyse unterzogen. Im Interessenfokus steht dabei erneut die Problematik der Ergebnisdifferenzen zwischen Szene 1 und Szene 2. Anschließend soll die Wirkung der dynamischen Reize als Teil des primären Informationssystems diskutiert werden und basierend darauf ein Konzeptaktivierungsmodell entworfen werden.

7.1.2.1. Verkehrsschilder als statische Hinweisreize

Wie bereits erwähnt, konnten für Experiment I die grundlegenden Hypothesen zur unterschiedlichen Voraktivierungswirkung statischer und dynamischer Hinweisreize nur für die Bushaltestellenszene 1 bestätigt werden. Neben den in Kapitel 5.5.5 erläuterten konzeptionellen Fehlern bei der Programmierung von Szene 2, soll an dieser Stelle geklärt werden, ob auch die Art der verwendeten Gefahrenzeichen als Alternativerklärung für die unterschiedliche Voraktivierungswirkung zwischen Szene 1 und 2 herangezogen werden kann.

Gefahrenzeichen sollen insbesondere auf nicht erkennbare bzw. nicht voraussehbare Gefahren hinweisen (vgl. Kap. 2.1.1.2). Dies ist unproblematisch bei Gefahrenmomenten aufgrund straßenbaulicher Gegebenheiten, wie z.B. Kurven, verengte Fahrbahnen, Bahnübergänge, Steigungen, Gefälle etc., die vom Autofahrer als piktorale Darstellung eines Faktums interpretiert werden (vgl. Experiment II). Andere Gefahrenzeichen warnen eher vor *potentiell* gefährlichen Situationen, wie z.B. Steinschlag, Gegenverkehr, Wildwechsel oder wie im Fall des ersten Experimentes vor kreuzenden Fußgängern. Kritisch dabei ist, dass eine solche Beschilderung eine sehr schwache Intensität der Gefahrenkognition und -antizipation zur Folge hat. Autofahrer fassen das Gefahrenzeichen nur in relativ geringem Maße als ernstzunehmende Warnung auf (Heinrich, 1990). Wenn in beschilderten Gefahrensituationen - z.B. vor Fußgängern, die an unübersichtlichen Stellen die Straße kreuzen wollen - keine Gefahr wahrzunehmen ist, so kommt es zu einem falschen Alarm (vgl. Velden, 1982). Häufen sich diese „falschen Alarme“ so sinkt das Vertrauen in das jeweilige Warnschild und somit auch die Wahrscheinlichkeit, dass der Fahrer eine entsprechende unfallvermeidende Vorsorgemaßnahme einleitet (Heinrich, 1990). Dieser Vertrauensverlust kann u.a. als Grund für die geringe Betrachtungsintensität und somit die geringe Wirksamkeit von Verkehrsschildern herangezogen werden (vgl. Kap. 2.1.1.1). In Szene 1 könnte diese verringerte Betrachtungshäufigkeit des Gefahrzeichens „Kraftomnibusse“ auch als Ursache dafür gelten, dass sich teilweise die Ergebnisse in der statischen Priming-Version nicht signifikant von denen ohne Hinweisreiz unterscheiden (vgl. Kap. 5.5.2).



Abb. 49: Gefahrenzeichen in Experiment I (links: „Kraftomnibusse“ aus Szene 1; rechts: „Achtung! Spielende Kinder!“ aus Szene 2).

Im Gegensatz zu Szene 1 zeigen sich in Szene 2 leichte (wenn auch nicht signifikante) Verhaltensverbesserungen in der statischen Version gegenüber den zwei anderen Priming-Bedingungen. Ein Grund dafür könnte die unterschiedliche Art der Beschilderung gewesen sein. In Szene 1 wurde das Gefahrzeichen „Kraftomnibusse“ verwendet, welches bedeutet, dass Passanten in den Bus ein- oder aussteigen könnten (vgl. Abb. 49, links). Das Schild „Achtung! Spielende Kinder!“ (vgl. Abb. 49, rechts) hat demgegenüber für den durchschnittlichen Autofahrer wahrscheinlich eine konkretere Aussagekraft und vielleicht ein größeres Vertrauen in die Bedeutung (vgl. Heinrich, 1990; Velden, 1982). Scheinbar aktivieren beide Gefahrenschilder in unterschiedlich intensivem Ausmaß die Bildung einer entsprechenden mentalen Repräsentation und einer adäquaten Erwartung bezüglich der folgenden Szenenentwicklung.

Neben konzeptionellen Fehlern bei der Generierung von Szene 2 (vgl. Kap. 5.5.5 & 7.1.1), scheint insbesondere die Problematik der unterschiedlich intensiven Aussagekraft der Beschilderung in der statischen Versuchsbedingung beider Szenen zu unterschiedlichen und teilweise nicht hypothesenkonformen Ergebnissen geführt zu haben. Ein Vergleich zwischen der aktiven (Szene 1) und der passiven Anreizsituation (Szene 2) innerhalb der dynamischen Versuchsbedingung scheint daher als wenig sinnvoll (vgl. Tabelle 7). Beide Szenarien sprechen unterschiedliche Verhaltenskorridore an und daher divergiert das Geschwindigkeits- und Reaktionsverhalten zu stark. Aus den aufgeführten Gründen ergibt sich, dass die weitere Interpretation der Ergebnisse aus Experiment I ausschließlich auf Basis von Szene 1 erfolgt.

7.1.2.2. Dynamische Verkehrsobjekte als Hinweisreize

Während der interaktionellen Bewegung durch den Straßenverkehr aktivieren verschiedenartige Hinweisreize des primären oder sekundären Verkehrssystems kontinuierlich mentale Verkehrskonzepte und -schemata (vgl. Kap. 2.1). Kommt es, wie in der vorliegenden

Simulationsfahrt zu einer wiederholten Konfrontation mit einem dem Prime-Reiz ähnlichen Objekt, so wird im Sinne des Priming-Ansatzes postuliert, dass die Reaktion auf diesen analogen Reiz verbessert wird (vgl. Kap. 1.3.5). Die unterschiedliche Natur dieser Verkehrsobjekte (statisch vs. dynamisch) beeinflusst sowohl den Grad der Objektwahrnehmung als auch der mentalen Konzeptaktivierung, welche wiederum die Verarbeitung des neuen, aber mit dem vorangegangenen Reiz artverwandten Stimulus erleichtert und so die Handlungsausführung verbessert. Es konnte nachgewiesen werden, dass in kritischen Fahrsituationen voraktivierte, mentale Konzepte das Fahrverhalten bezüglich der Geschwindigkeiten und der Reaktionszeiten auf einen Zielreiz signifikant verbessern. Basierend auf den Ergebnissen aus Szene 1 des ersten Experimentes wird der Prozess von Voraktivierung bis zum Fahrverhalten im folgenden Modell dargestellt (Abb. 50).

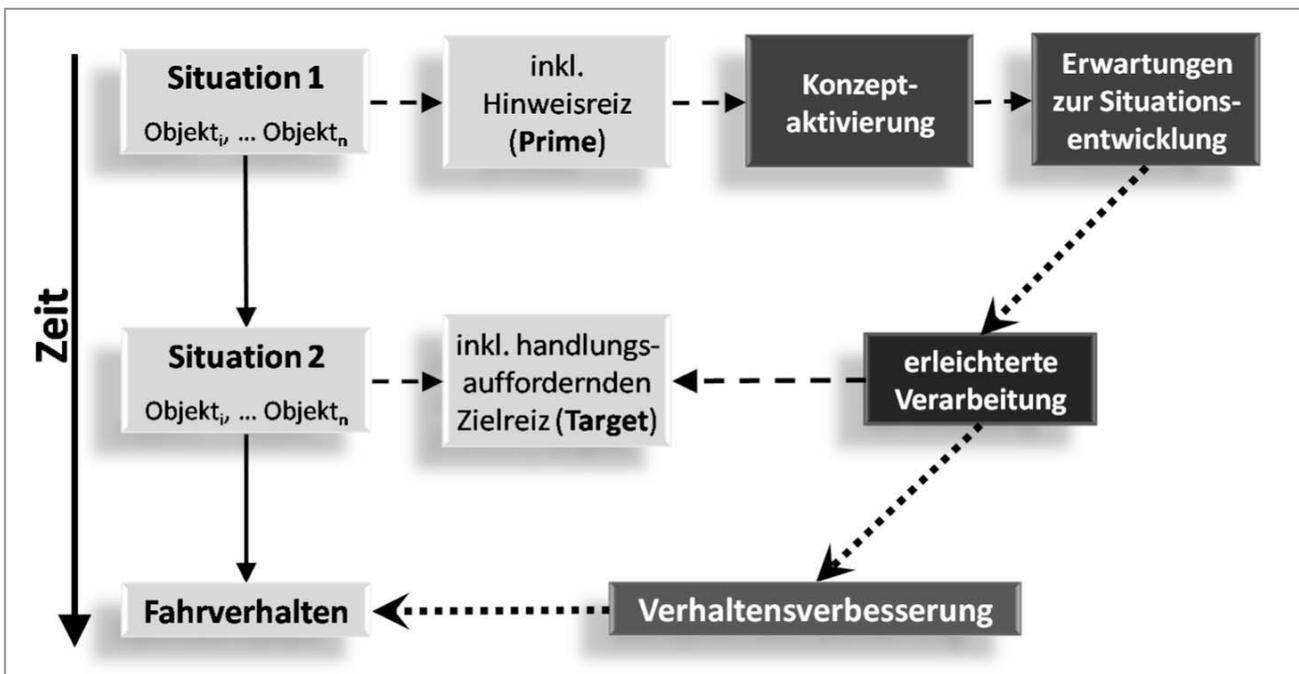


Abb. 50: Konzeptaktivierungsmodell im Sinne des Priming-Ansatzes

Erstmals konnte im Rahmen dieser Arbeit in einem Vergleich zwischen statischen und dynamischen Verkehrselementen gezeigt werden, dass in Gefahrensituationen eine Aktivierungsausbreitung innerhalb von mentalen Netzwerken aufgrund eines semantischen Primings nicht nur durch statische Hinweisreize - wie Verkehrsschilder (vgl. Kap. 2.1.1.2) - sondern insbesondere durch lebendige Hinweisreize erfolgen kann. Über die gesamte Analyse der ersten Szene wird die positive Verhaltensbeeinflussung durch den dynamischen Hinweisreiz deutlich und diese Voraktivierungswirkung wird nachfolgend näher erläutert.

In Kapitel 1.2.3 wurde beschrieben, welche allgemeinen Eigenschaften die Objektdetektion innerhalb der visuellen Suche im Straßenverkehr determinieren. Dabei zeigt sich, dass neben der subjektiv wahrgenommenen Verkehrsrelevanz der präsentierten Objekte und dem vorangegangenen Wahrnehmungsinput (Cohen, 1994b) auch ein semantisches Kategoriensystem die Wahrnehmung und das anschließende Verhalten beeinflussen können (vgl. Abb. 19). Dieser Sachverhalt wird teilweise mit der Animate-Monitoring-Hypothese (New et al., 2007; vgl. Kap. 2.1.2) interpretiert, welche davon ausgeht, dass das humane Wahrnehmungs- bzw. Kontrollsystem evolutionären Selektionskriterien unterliegt (New et al., 2007; Grossman et al., 2006). Bereits früh konnte adäquat dazu nachgewiesen werden, dass die Wahrnehmungsschwelle emotional bedrohlicher Reize niedriger ist als bei anderen Reizen (Erdelyi, 1974) und dass Objektveränderungen bei potentiell bedrohlichen Lebewesen (sowohl bei Menschen als auch bei Tieren) schneller und reliabler entdeckt werden als Veränderungen von Fahrzeugen, Gebäuden oder Werkzeugen (Cosmides & Tooby, 2000, Höger & Seidenstücker, 2006, 2007; New et al., 2007; Seidenstücker & Höger, 2006). Auch in der vorliegenden Arbeit konnte sowohl eine verstärkte Wahrnehmungs- und Handlungslenkung durch den dynamischen Prime-Reiz bestätigt werden. Als evolutionstheoretische Interpretation kann angeführt werden, dass es für die steinzeitlichen Jäger und Sammler von großer Wichtigkeit war, Objekte in zeitsensible Kategorien einteilen zu können. Zeitsensible Objekte sind solche, welche - im Gegensatz zu Pflanzen oder Steinen - spontan ihre Eigenschaften ändern. Tiere (als potentielle Nahrung bzw. Gefahr) können ihre Absicht, ihr Verhalten, ihre Bewegung oder ihren Aufenthaltsort im Bruchteil einer Sekunde verändern und somit ist eine kontinuierliche Reinspektion ebenso unabdingbar, wie ihre Detektion (Orians & Heerwagen, 1992). Einschränkend sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass evolutionspsychologische Begründungen für Befunde aktueller Studien stets mit großer Vorsicht zu genießen sind. Solche Interpretationen beruhen meist auf spekulativen Vermutungen, da sie heutzutage weder nachweis-, noch überprüfbar sind (vgl. Buss, 2004).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nicht nur die künstlichen Warn- und Hinweisobjekte des sekundären Verkehrsinformationssystems sondern in verstärktem Maße das soziale Verkehrsumfeld das Fahrverhalten in Gefahrensituationen beeinflussen. Da im Rahmen des erstens Experimentes eine wirksame und somit unfallvermeidende Verhaltenssteuerung erzielt worden ist, kann gemäß der Annahmen in Kapitel 1.3.2 davon ausgegangen werden, dass die Probanden der dynamischen Versuchsbedingung in Experiment I scheinbar eine stabile mentale

Repräsentation der Ereignisfolge entwickelten und auf Basis der vorhandenen Situation ein entsprechendes Handlungsskript aktivieren konnten (Abelson, 1981).

7.2 ERGEBNISDISKUSSION UND -INTERPRETATION EXPERIMENT II

In Experiment II der Fahrsimulationsstudie sollte die Wirkung dynamischer bzw. sozialdeterminierter Stimuli mit risikoinduzierender und somit negativer Orientierungsfunktion auf das Fahrverhalten untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten Unfälle in der Version mit diesem dynamischen Reiz, d.h. mit dem überholenden Fahrzeug auftreten. Am seltensten treten Unfälle in der statischen Version mit dem Gefahrenschild auf.

In diesem Kapitel sollen nun die Ergebnisse des zweiten Experimentes diskutiert werden. Dabei werden zunächst die Wirkung des statischen und des dynamischen Verkehrsobjektes separat erläutert. Anschließend wird das defizitäre Fahrverhalten in Form von überhöhter Geschwindigkeit und infolgedessen das unfallbegünstigende Spurhaltevermögen diskutiert.

7.2.1 DIE PRIMING-WIRKUNG DES GEFAHRENZEICHENS „ACHTUNG! KURVE!“

Die Ergebnisse des zweiten Experimentes zeigen – im Gegensatz zu Experiment I - die sehr positive bzw. situationsgerechte Verhaltensbeeinflussung des statischen Hinweisreizes in Form des Gefahrenzeichens „Achtung! Kurve!“. Im Folgenden soll eine Begründung für die positive bzw. unfallvermeidende Wirkung bezüglich des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens sowie der Unfallhäufigkeit gegeben werden.

Um Autofahrer bei der korrekten Einschätzung und somit beim sicheren Durchfahren z.B. einer Kurve zu unterstützen, werden Warnschilder zur Distanz und zur Richtung des Kurvenverlaufs angebracht (Charlton, 2004). Gefahrenmomente aufgrund straßenbaulicher Gegebenheiten, wie im vorliegenden Fall der angezeigten Linkskurve (oder auch bei verengten Fahrbahnen, Bahnübergängen, Steigungen, Gefällen) werden Autofahrern als piktorale Darstellung einer faktischen Tatsache vorgelegt und sollen insbesondere auf nicht erkennbare bzw. vorhersehbare Gefahren - wie in diesem Falle auf die drastische Änderung des Streckenverlaufs - hinweisen (Heinrich, 1990; Macdonald & Hoffmann, 1991; Underwood et al., 2002a). Die dabei verwendete Darstellung eines Faktums impliziert eine sehr stabile Gefahrenkognition und -antizipation. Aufgrund der faktischen Aussage eines solchen Verkehrsschildes kann von einem großen

Vertrauenspotential und daher von einer hohen Beachtungshäufigkeit dieses Zeichens ausgegangen werden (Heinrich, 1990).

Die Verbindung zwischen einem einfachen Verkehrszeichen (z.B. Schilder vor Kurven oder einer Steigung) und dem anschließenden Straßenverlauf basiert auf repetitivem bzw. wiederholendem Priming, da ein erhöhtes Vertrauenspotential aufgrund einer ständigen Bestätigung in der Vergangenheit besteht (vgl. Kap. 2.1.1.2). Innerhalb eines solchen repetitivem Primings zeigt das Schild dem Fahrer symbolisch und standardisiert, wie der Verkehrsverlauf im Folgenden sein wird und dieses bewirkt die Voraktivierung einer adäquaten Reaktion (Canfield, 1999; Warren & Morton, 1982). Das Potential wiederholenden Primings im Straßenverkehr wird insbesondere deutlich, wenn Prime und Target die gleiche oberflächliche Struktur aufweisen (Warren & Morton, 1982). In der vorliegenden Simulation ist in der Versuchsbedingung 1 und 3 diese oberflächliche Ähnlichkeit zwischen Hinweis- und Zielreiz gegeben, d.h. zunächst erschien in der statischen Versuchsbedingung (Version 1) und in der Kombinationsbedingung (Version 3) ein Gefahrenschild „Achtung! Kurve!“, welches abstrahiert die Richtung des Kurvenverlaufs anzeigte und anschließend folgte eine entsprechende Linkskurve (vgl. Abb. 51).

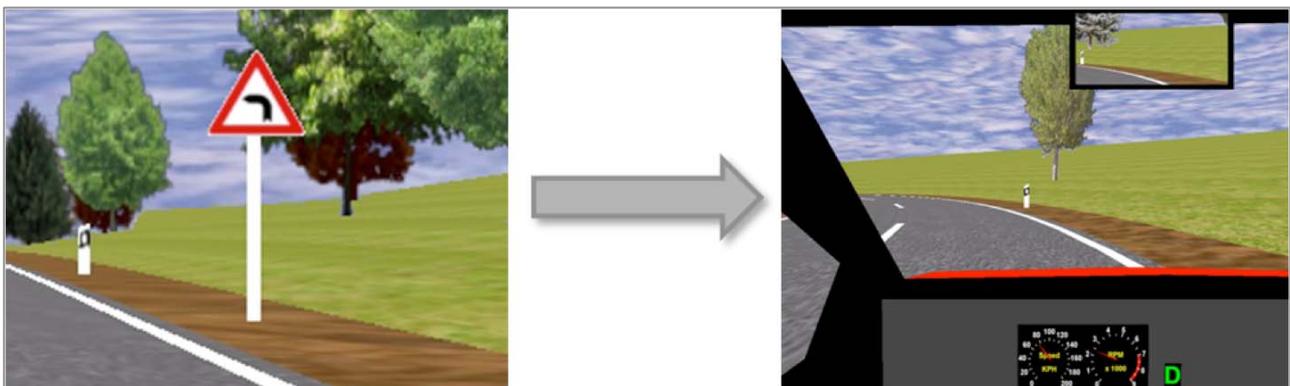


Abb. 51: Wiederholendes Priming in der Kurvenszene in Experiment II. Prime und Target weisen die gleiche oberflächliche Struktur auf, d.h. der Prime in Form des Warnschildes zeigt die Richtung des anschließenden Target-Reizes.

Die Analyse des Spur- und Geschwindigkeitsverhaltens (vgl. Tabellen 22 & 23) bestätigte die Vermutung, dass es zu einer Verhaltensverbesserung kommt, wenn die Probanden zuvor mit einem dem Prime kompatiblen Bild konfrontiert wurden (Warren & Morton, 1982).

Gemäß Wildes Theorie der Risikohomöostase (1998) nimmt der wahrgenommene Schwierigkeitsgrad der Kurve und dessen Gefährlichkeitseinschätzung zu, wenn ein solches Warnschild präsentiert wird (Milleville-Pennel et al., 2007). Der Anstieg des wahrgenommenen

Risikogrades kann damit erklärt werden, dass die Evaluation der persönlichen Kontrollmöglichkeiten einem bewussten Prozess der Interpretation zum Kurvenverlauf unterliegt und die Präsentation eines entsprechenden Warnschildes das Urteil dazu modifiziert. Dieser Anstieg der Gefährlichkeitseinschätzung kann auch damit zusammenhängen, dass Autofahrer über das Erfahrungswissen verfügen, dass eine beschilderte Kurve gefährlicher ist als eine ohne Warnschild (ebd.). Sind die Diskrepanzen zwischen geschätztem und tatsächlichem Kurvenverlauf zu groß und/oder wird der tatsächliche Verlauf zu spät erkannt, so ist ein rechtzeitiges Bremsen meist nicht mehr möglich und die Gefahr eines Unfalls steigt an. In der Version ohne Verkehrsschild werden die wahrgenommenen Risiken der Kurvendurchfahrt - bei konstantem akzeptiertem Risiko - wahrscheinlich unterschätzt. Um im Sinne von Wildes Theorie der Risikohomöostase (1998) ihr wahrgenommenes und ihr akzeptiertes Risiko in Einklang zu bringen, zeigten die Probanden insbesondere in dieser Szenenversion eine erhöhte Geschwindigkeit (vgl. Tabelle 22).

Nachdem die Wirkung des statischen Prime-Reizes als Teil des sekundären Verkehrsinformationssystems diskutiert wurde, wird im nächsten Abschnitt die Wirkung des Überholers als Element des primären Verkehrsinformationssystems einer näheren Betrachtung unterzogen.

7.2.2 DER SOG-EFFEKT IN FOLGE EINES SOZIALEN VERGLEICHS

Jeder einzelne Fahrer hat einen individuellen Einfluss auf das Gesamtgeschehen im Straßenverkehr, welches aus anderen Fahrern, generellen Verhaltensnormen und Verkehrsregeln besteht. Dabei stellt Zaidel (1992) fest, dass das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer umgekehrt den Egofahrer stark beeinflussen kann (vgl. Kap. 2.2). Personen tendieren dazu, sich selbst mit ähnlichen bzw. leicht überlegenen Individuen zu vergleichen (Gruder, 1971). Dabei gehen Lockwood und Kunda (1997) von einer aufsteigenden Tendenz als Konsequenz des sozialen Vergleichs aus, d.h. nimmt ein Individuum an, dass es (besondere) Erfolge auch selbst erzielen kann (z.B. ähnliche Siege wie ein Rennfahrer), wird eine größere Ähnlichkeit zum Referenzobjekt wahrgenommen. In der vorliegenden Untersuchung ist ein solches Referenzobjekt der negativ-dynamische Verkehrsreiz in Form eines überholenden Sportwagens. In solchen (oder ähnlichen) Situationen streben Menschen nach Konformität, d.h. sie vermeiden Diskrepanzen zwischen ihrem Verhalten und den Normen des Verhaltens bzw. zwischen der Selbsteinschätzung und dem, wie sie selbst wahrgenommen

werden könnten (Fuller, 2000). Dabei überschätzen sie die Fahrgeschwindigkeit anderer Fahrer und glauben gleichzeitig, dass diese anderen Fahrer denken, dass man selbst zu langsam fährt. Als Konsequenz dessen kommt es zur unangebrachten Erhöhung der eigenen Geschwindigkeit (Åberg et al., 1997; vgl. Kap. 2.2.2).

In dieser Szene ist die sehr scharfe Kurve als ein fehlerbegünstigendes, situatives Merkmal zu verstehen, welches die Wirkung des sozialen Vergleichs zum Referenzobjekt erst deutlich macht. Aus den beiden Faktoren *schneller Überholer* und *Kurve* ergibt sich eine unzureichende Anpassung der Geschwindigkeitswahl an den Streckenverlauf (Reichart, 2001). Diese negative Verhaltenstendenz konnte in den beiden Versuchsbedingungen mit dem überholenden Fahrzeug nachgewiesen werden: In der Version 3 und 4 zeigt sich eine signifikant höhere Geschwindigkeit und es kommt zu mehr Spurüberschreitungen bzw. Unfällen als z.B. in der statischen Version. Es scheint, als führte die Folgefahrt hinter dem PKW in Experiment II zu einer defizitären Erwartungshaltung und eventuell zu einem gewissen sozialen Druck, den Anschluss zu halten.

Die dabei zugrunde liegenden sozialen Interaktionsprozesse werden durch das eingeschränkte Wahrnehmungspotential beim Durchfahren dieser sehr scharfen Linkskurve noch gefördert: Um die subjektive Unsicherheit bei abstinenter physikalischer Orientiertheit zu reduzieren, bedienen sich die Probanden sozialer Orientierungshilfen durch andere Verkehrsteilnehmer, d.h. den überholenden Sportwagen (vgl. Richter & Schlag, 1999). Sowohl die zu hohe Fahrgeschwindigkeit beim Durchfahren der Kurve als auch der damit verbundene zu geringe Abstand wählen die Probanden wahrscheinlich, um das vorausfahrende Fahrzeug als Orientierungspunkt beizubehalten und so mögliche subjektiv wahrgenommene Unsicherheiten des Verkehrsgeschehens zu verringern. Sozialpsychologische Mechanismen des *Anhängens* bzw. *Dranbleibens* werden bei „Fahren auf Sicht“ aktiviert (ebd.).

Eine sehr umfangreiche Studie zum Einfluss der physischen und sozialen Fahrumgebung wurde von Schönbach (1996) durchgeführt, welcher Massenunfälle im Nebel und dabei insbesondere die dabei beteiligten sozialen Interaktionen näher untersuchte. Ähnlich wie bei der Kurvenszene fehlt bei Nebel die optimale Möglichkeit einer physikalischen Orientierung (vgl. Richter & Schlag, 1999, Schönbach, 1996). Nebel bedingt ein hohes Maß an visueller Unsicherheit und daher tendieren - ähnlich wie die Ergebnisse in Experiment II zeigen - Autofahrer dazu, sich am Verhalten anderer Fahrer zu orientieren. Ein typisches Phänomen in solchen Situationen ist ein Folgeverhalten ohne einen adäquaten Sicherheitsabstand zum Vordermann (Schönbach, 1996). Dieser fehlende

Sicherheitsabstand ist generell (Vorndran, 2008) und im Nebel explizit Ursache für Unfälle oder sogar für Massenkarambolagen (Kellner & Hammer, 2005). Schönbach (1996) erklärt dieses risikoreiche Fahrverhalten mit einer Überschätzung der eigenen Fähigkeiten gepaart mit einem hohen Grad an subjektiver Unsicherheit (vgl. Festinger, 1954). Der dabei auftretende *Sog-Effekt* kann metaphorisch durch ein scheinbares „Festkleben“ des Egofahrers an den Rücklichtern des vorausfahrenden Fahrzeugs beschrieben werden (Richter & Schlag, 2000; Schönbach, 1996). Die negative Verhaltensbeeinflussung in Experiment II wird an dieser Stelle ebenfalls mit diesem sog. Pull- bzw. Sog-Effekt beschrieben. Das folgende Modell in Abbildung 52 visualisiert überblicksartig den negativen Einfluss dieses sozialen Sog-Faktors auf die Fahrverhaltensparameter und die Unfallhäufigkeit in der Kurvenszene des zweiten Experimentes.

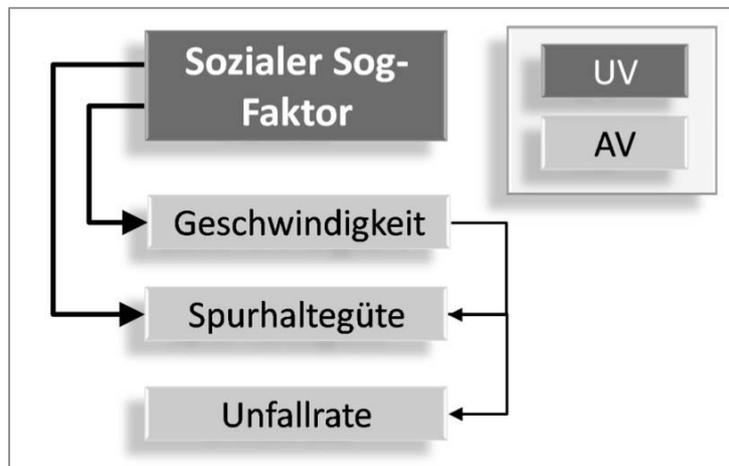


Abb. 52: Wirkung des sozialen Sog-Faktors auf das Fahrverhalten beim Durchfahren der Kurve in Experiment II.

In Folge des sozialen Vergleichs mit dem Referenzobjekt wird beim Egofahrer eine unfallfördernde Verhaltenssteuerung erzielt. Scheinbar führt das überholende Fahrzeug dazu, dass eine fehlerhafte mentale Repräsentation der Ereignisfolge entwickelt wird und ein Handlungsskript aktiviert wird, welches nicht der vorliegenden Situation entspricht (vgl. Abelson, 1981). Die Ergebnisse des zweiten Experimentes zeigen, dass das soziale Verkehrsumfeld unser Verhalten auch in negative, d.h. unfallbegünstigende Richtung beeinflussen kann.

In den vorangegangenen Abschnitten konnte gezeigt werden, wie die statischen und dynamischen Hinweisreize das Fahrverhalten der Probanden beim Durchfahren der Kurve beeinflussen. Im Folgenden soll die überhöhte Geschwindigkeit und das daraus resultierende defizitäre Spurverhalten diskutiert werden, da diese zwei Fahrverhaltensparameter die Unfallrate am stärksten determinieren (vgl. Kap. 6.4.1).

7.2.3 INTERPRETATION DER ÜBERHÖHTEN GESCHWINDIGKEITEN UND DES DEFIZITÄREN SPURHALTEVERMÖGENS

Wie im Abschnitt 2.2 erläutert, kann eine überhöhte Geschwindigkeit auch Folge eines sozialen Vergleichs sein. Autofahrer verspüren in einem Verkehrsstrom bzw. in einer Fahrzeugkolonne einen sozialen Druck, die Geschwindigkeit der Kolonne beizubehalten und somit eventuell auch die Geschwindigkeit unangepasst zu erhöhen (Fuller, 2000). Ein solcher sozialer Druck könnte auch in Experiment II zu einem unfallbegünstigenden Fahrverhalten innerhalb der Versuchsbedingungen mit dem negativen Hinweisreiz geführt haben. Aus diesem Grund folgt an dieser Stelle zunächst eine interpretative Erläuterung bzw. Diskussion der überhöhten Geschwindigkeit und anschließend der fehlerhaften Spurhaltequalität.

In Experiment II konnte zwischen Beginn der Kurve und dem Kurveneingangsbereich eine allgemeine Geschwindigkeitsreduktion nachgewiesen werden, welche u.a. damit zu begründen ist, dass Fahrer bei der Annäherung an eine Gefahrenstelle ihr Verhalten adaptieren und die Geschwindigkeit reduzieren (Babkov, 1970; zitiert nach Schlag & Heger 2004). Auch wenn - unabhängig von der jeweiligen Versuchsbedingung - eine Geschwindigkeitsreduktion gemessen werden konnte, so war diese meist unzureichend. In Experiment II konnte daher nachgewiesen werden, dass insbesondere die Geschwindigkeit den größten aufklärerischen Anteil am negativen Spurverhalten und somit an der Unfallhäufigkeit hat (vgl. Tabelle 20). Gründe der individuellen Geschwindigkeitswahl sind vielschichtig und komplex und daher nicht allein auf den Fahrer und seine Persönlichkeitsstruktur sondern (insbesondere in Version 3 und 4) auch auf die physische und soziale Fahrumgebung zurückzuführen (vgl. Fildes, 1995). Allgemein kann gesagt werden, dass ein Fahrzeugführer nur dann fehlerfrei fährt, wenn er in den Grenzen seiner Fähigkeiten bleibt (Fuller, 2000). Im tatsächlichen Straßenverkehr durchfahren jedoch 90 % aller Autofahrer Kurven mit einer Geschwindigkeit, welche über der angegebenen Höchstgeschwindigkeit liegt und über die Hälfte der Fahrer übertritt die Geschwindigkeit dabei sogar zwischen zehn und 30 km/h (Charlton, 2004). Bei erhöhter Geschwindigkeit steigt die Wahrscheinlichkeit, aus der Kurve zu „fliegen“, d.h. unkontrolliert die Fahrspur zu verlassen, (Milleville-Pennel et al., 2007). Daher ist es nicht verwunderlich, dass die entscheidendste, direkte Unfallursache in Kurven der Kontrollverlust in Folge von überhöhter Geschwindigkeit und damit verbundener Lenkfehler ist (Charlton, 2004; Larsen, 2004; VanWinsum & Godthelp, 1996). Auch in Experiment II konnte gezeigt werden, dass

die unangepasste Geschwindigkeit eng mit einem fehlerhaften Spurverhalten zusammenhängt und daher wird nachfolgend dieser unfallbegünstigende Parameter näher diskutiert.

Um bei einer Kurvenfahrt mit überhöhter Geschwindigkeit die auftretenden Fliehkräfte zu minimieren, wird der Durchfahrtsradius maximiert und es kommt zum Schneiden der Kurve im Bereich des Kreisbogens (vgl. Kämpfe, Weller & Schlag, 2004; Spacek, 1999). Dabei ist anzumerken, dass Autofahrer unabhängig von der Fahrbahnbreite sowohl bei Rechts- als auch bei Linkskurven eine signifikant größere Distanz zum Straßenrand als zur Mittellinie halten. Auch in der vorliegenden Studie konnte nachgewiesen werden, dass Probanden versuchten, die Linkskurve so schnell wie möglich zu durchfahren und insbesondere in der Kombinationsversion aus statischen und negativ-dynamischen Reizen die Kurve schnitten (vgl. Abb. 46).

Wie die Analyse der Kurvendurchfahrt in Kapitel 6.4.1 zeigt, steigt mit erhöhtem Anteil an unerwünschten Spurtypen (z.B. Schneiden oder Hinaustragen) die Wahrscheinlichkeit einer Spurübertretung und somit eines Unfalls (vgl. auch Spacek, 1999). In anderen Studien konnte in diesem Zusammenhang festgestellt werden, dass es zu vermehrten Fahrfehlern (meist Kurvenschneiden) beim Durchfahren von Linkskurven kommt, wenn zuvor eine kurvenarme Strecke durchfahren wurde als wenn der gleiche Kurvenradius innerhalb einer konstant kurvigen Strecke auftaucht (Kämpfe et al., 2004). Dieser Zusammenhang zwischen dem Kurvenschneiden in einer Linkskurve aufgrund einer vorherigen relativ kurvenarmen Landstraßenstrecke kann auch hier vermutet werden. Die simulierte Landstraße beinhaltete (bis auf die kritische Linkskurve) nur sehr großwinkelige Kurven und generell sehr viele geradlinige Abschnitte. Das situationsunangepasste Spurverhalten tritt wahrscheinlich vermehrt auf, da die jeweiligen Fahrer die Extreme der Kurve nicht erwarteten und somit ihren Fahrstil unzureichender anpassten, als sie es bei einer kurvigeren Landstraße wahrscheinlich getan hätten.

Nachdem die Ergebnisse beider Experimente separat interpretiert wurden, folgt nun eine zusammenfassende Interpretation der gesamten Fahrsimulationsstudie.

7.3 FAZIT DER UNTERSUCHUNG

Da sich die Gesamtuntersuchung aus zwei Einzelexperimenten zusammensetzt, ist es notwendig, diese in einen Gesamtzusammenhang einzubetten. In der vorliegenden Fahrsimulationsstudie wurden innerhalb von zwei verschiedenen Experimenten Szenen generiert, welche im Fahrverlauf

in einer unfallträchtigen Situation mündeten. Dabei wurde anhand eines Vergleichs zwischen statischen und dynamischen Hinweisreizen der Einfluss des sozialen Umfeldes auf das Fahrverhalten in Gefahrensituationen untersucht. Wie in der Einleitung erwähnt, betrachten die meisten verkehrspsychologischen Modelle lediglich die Individualperspektive eines einzelnen Autofahrers und vernachlässigen die potentielle Interaktion zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern und deren verhaltensbeeinflussende Wirkung. Bei der Interaktion zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern im Straßenverkehr ist eine klare Kommunikation, wie sie z.B. in Gesprächen praktiziert wird, aufgrund der räumlichen Trennung der einzelnen Teilnehmer kaum möglich. Die Ergebnisse der Untersuchung weisen darauf hin, dass Autofahrer sich impliziter Schlussfolgerungen aus dem visuellen Wahrnehmungsumfeld bedienen.

Die kontextuellen Effekte auf die Verarbeitung der jeweilig präsentierten Verkehrsszenen können als Ergebnis der Wechselwirkung eintreffender perzeptueller Informationen und der mentalen Repräsentation verstanden werden (vgl. Kap. 1.3). Basierend auf einer mentalen Repräsentation zum aktuellen Verkehrsgeschehen bilden Fahrer Erwartungen bzw. Antizipationen bezüglich der potentiellen Situationsentwicklung heraus (Endsley, 1995) und leiten daraus ihr anschließendes Verhalten ab. In vielen Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass ein solcher antizipatorischer Prozess beispielsweise durch Elemente des sekundären Informationssystems (z.B. Verkehrsschilder bzw. -zeichen) ausgelöst werden kann (u.a. (Avant et al., 1996; Crundall & Underwood, 2001; Edworthy & Adams, 1996; Fisher, 1992; Macdonald & Hoffmann, 1991; vgl. Kap. 2.1.1.2). Die vorliegende Fahrsimulationsstudie hat diesen Antizipations- bzw. Voraktivierungsprozess um das primäre Informationssystem erweitert. So wurde im Rahmen der Studie nachgewiesen, dass beispielsweise nicht nur ein artifizielles Verkehrsschild eine Erwartung bezüglich des anschließenden Verkehrsverlaufs hervorrufen kann, sondern dass die Aktivierung eines bestimmten Schemata auch durch andere Verkehrsteilnehmer erfolgen kann. Innerhalb der Untersuchung um den Einfluss des sozialen Verkehrsumfeldes auf das eigene Fahrverhalten wurde die *Animate Monitoring Hypothesis* von New et al. (2007) aufgegriffen und die dem zugrunde liegende Wahrnehmungsspezialisierung auf lebendigen bzw. dynamischen Objekte auf den Bereich des Straßenverkehrs angewandt und um den Aspekt der Verhaltensebene erweitert.

Eine zentrale Fragestellung dieser Arbeit war, ob die Qualität des Hinweisreizes (statisch-unbelebt/dynamisch-belebt) einen Einfluss auf deren antizipatorische Warnfunktion bzw. die verhaltenssteuernde Konzeptaktivierung hat. Insbesondere in Szene 1 des ersten Experimentes

konnte gezeigt werden, dass der dynamische Hinweisreiz früher entdeckt, länger angeschaut und zu besseren Fahrverhaltenswerten bzw. niedrigeren Unfallraten geführt hat als das entsprechende Gefahrenschild (vgl. Kap. 5.4.2). In Experiment II wurde die Hypothese bestätigt, dass der dynamische Reiz in Folge eines sozialen Vergleichs als Verhaltensorientierung dient und dabei einen stärkeren verhaltensbeeinflussenden Effekt ausübt als die statischen Hinweisreize (vgl. Kap. 6.4.2). Um die subjektive Unsicherheit bezüglich des Kurvenverlaufs dabei zu reduzieren, nutzten die Probanden das überholende Fahrzeug als soziale Orientierungshilfe (vgl. Richter & Schlag, 1999; Schönbach, 1996). Da sich dieses Fahrzeug jedoch nicht situationskonform verhielt, führte eine solche Verhaltensadaptation zu einer unangepassten Geschwindigkeit, einer defizitären Spurtreue und somit zu einer Erhöhung der Unfallrate. Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen die Vermutung, dass die Präsenz anderer Verkehrsteilnehmer zu einer sozialen Interaktion mit dem Subjekt führt, da dieses auf das gezeigte Verhalten mit einem (vermeintlich adäquaten) Verhalten reagiert und die sozialen Verkehrsreize somit einen verhaltensbeeinflussenden Aktivierungseffekt auslösen können.

Bezugnehmend auf die Angaben in Abschnitt 7.1.2.1. und 7.2.1 sollte auch das unterschiedliche Vertrauenspotential aufgrund der Beschilderung in Experiment I und II angesprochen werden. Werden Gefahrenmomente aufgrund straßenbaulicher Gegebenheiten, wie der angezeigten Linkskurve mithilfe eines Verkehrsschildes angekündigt (vgl. Experiment II), so handelt es sich dabei um die faktische Darstellung einer drastischen Änderung im Streckenverlauf (Heinrich, 1990; Macdonald & Hoffmann, 1991; Underwood et al., 2002a). Bei einem solchen Verkehrsschild kann aufgrund von Erfahrungen aus der Vergangenheit von einem großen Vertrauenspotential ausgegangen werden (Heinrich, 1990). In Experiment I hingegen wird eine *potentielle* Gefahr durch die Beschilderung (vgl. Anhang C2) angezeigt, d.h. das Schild stellt keine Tatsache dar, sondern ausschließlich die Möglichkeit einer Fahrbahnüberschreitung durch Fußgänger. Aufgrund dieser hypothetischen Gefahr kommt es bei Autofahrern vermehrt zu „falschen Alarmen“ und somit zur Absenkung der Wahrscheinlichkeit, dass der Egofahrer eine entsprechende Erwartungshaltung einnimmt und ein unfallvermeidendes Fahrverhalten einleitet (Heinrich, 1990; Velden, 1982). Dieser Sachverhalt könnte als Ursache dafür gelten, dass in Experiment II die verhaltenslenkende Wirkung des Schildes stärker ist als in Experiment I (vgl. Kap. 7.2.1).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Menschen sich innerhalb eines antizipatorischen Prozesses nicht ausschließlich an den Elementen des sekundären Informationssystems (z.B.

Warnschildern) orientieren, sondern dass sie scheinbar auch implizite und indirekte Kommunikationswege nutzen, indem sie aus dem aktuellen Handeln der interagierenden Verkehrsteilnehmer eine entsprechende Antizipation für die künftige Verkehrsentwicklung ableiten und ihr eigenes Verhalten danach ausrichten. Es existieren somit ein starker Einfluss des sozialen Verkehrsumfeldes auf das Fahrverhalten in Gefahrensituationen und damit ein wechselseitiger Interaktionscharakter im Straßenverkehr. Die zweite zentrale Frage der Arbeit bezog sich darauf, ob die konzeptaktivierende Disposition eines Hinweisstimulus im Sinne einer Hinweisfunktion (positives Priming) sich auch gegenteilig auswirken (negatives Priming). Die Annahme, dass dynamische Verkehrsobjekte eine sowohl positive (Experiment I) als auch negative Hinweisfunktion bei der Interpretation in Gefahrensituationen besitzen können (Experiment II), konnte ebenfalls bestätigt werden.

7.4 DISKUSSION DER EXTERNEN UND INTERNEN VALIDITÄT

In diesem Kapitel werden die externe und interne Validität der durchgeführten Fahrsimulationsstudie einer detaillierten Betrachtung unterzogen.

7.4.1 DISKUSSION DER INTERNEN VALIDITÄT

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um ein Experiment unter Laborbedingungen (vgl. Kap. 5.2.4). Die Versuchspersonen wurden randomisiert, d.h. zufällig auf die Versuchsbedingungen der einzelnen Szenen verteilt. Um Störvariablen möglichst auszuschließen, wurden die Untersuchungsbedingungen innerhalb der jeweiligen Treatmentstufen stets konstant gehalten. Desweiteren sollten durch die randomisierte Anordnung der Priming-Bedingungen und der Füllszenarien Reihenfolgeeffekte vermieden werden. Dennoch könnte hier ein übergeordneter Einfluss z.B. durch eine potentielle Vorsicht nach der Absolvierung der ersten Szene erfolgt sein. Um eine realistische Aufmerksamkeits- und Erwartungshaltung zu evozieren und somit eine Vigilanz der Probanden bezüglich einer kritischen Situation im Folgeszenario weniger stark auszubilden, wurde die gesamte Untersuchung (sowohl in Experiment I als auch in Experiment II) so gestaltet, dass Füllszenen ohne kritische Events implementiert wurden. Im Instruktionsteil der Durchführung sollte mithilfe der Trainingsszenen wie auch einer ausführlichen verbalen Instruktion durch den Versuchsleiter ein einheitlicher Wissens- und Fähigkeitsstand - zumindest in Bezug auf die Bedienung des Fahrsimulators - geschaffen werden (vgl. Anhang B). Das verwendete

between subjects factorial Design bewirkt, dass es kaum zu Lerneffekten kommen kann, da alle Versuchspersonen jede Szene nur einmal (in der jeweils zufällig zugeordneten Versuchsbedingung) durchführen (vgl. Kap. 5.2.4). Außerdem wurden die Untersuchungs- sowie die Füllszenen so gestaltet, dass eine gewisse Unähnlichkeit unterstellt werden kann (vgl. Kap. 5.2.5).

Weiterhin sind personelle und situative Einflussfaktoren unwahrscheinlich, da die gesamte Untersuchung im gleichen Raum von der gleichen Person durchgeführt wurde. Da Reihenfolgeeffekte und Kontexteinflüsse kontrolliert wurden, besteht kaum eine Möglichkeit für Alternativerklärungen der Untersuchungsergebnisse. Demzufolge ist von einer hohen internen Validität auszugehen (Bortz, 2004).

7.4.2 DISKUSSION DER EXTERNEN VALIDITÄT

Im Hinblick auf eine potentielle methodische Begrenztheit der vorliegenden Arbeit wird im Folgenden das Thema der externen bzw. ökologischen Validität, d.h. die Möglichkeit einer Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit angesprochen. Bevor jedoch die Validität des STISIM W 100 Fahrsimulators und der Blickbewegungskamera diskutiert wird, folgt zunächst eine kritische Betrachtung der Stichprobengröße.

Aufgrund des sehr hohen qualitativen und quantitativen Auswertungsaufwandes (vgl. Kapitel 5.3) werden die meisten Fahrsimulationsstudien nur mit sehr wenigen Probanden durchgeführt. Exemplarisch werden nachfolgend einige häufig zitierte Studien und deren verwendete Probandenanzahl stichpunktartig aufgelistet:

- Charlton (2004) insgesamt 30 Probanden;
- Charlton (2006) insgesamt 33 Probanden;
- Mourant & Rockwell (1972) insgesamt acht Probanden;
- Mourant & Sadhu (2002) insgesamt acht Probanden;
- Neukum, et al. (2001) insgesamt 12 Personen.

Wie aus den Zahlenwerten deutlich wird, kann die vorliegende Untersuchung mit einer Stichprobengröße von 81 (Experiment I) bzw. 108 Versuchspersonen (Experiment II) als überdurchschnittlich hervorgehoben werden. Neben einer umfangreichen Versuchspersonenanzahl wurde innerhalb beider Experimente insbesondere darauf geachtet, dass die Probanden im Sinne einer geschichteten Zufallsstichprobe gezogen worden sind (Schnell et al., 2008).

7.4.2.1. Validität des STISIM W 100 Fahrsimulators

In diesem Abschnitt soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit die Resultate repräsentativ für das Fahrverhalten im tatsächlichen Straßenverkehr sind. Generell sind durch Laboruntersuchungen generierte Ergebnisse mit Vorsicht zu genießen, wenn sie auf reale Situationen übertragen werden sollen (Bortz, 2004; Bortz & Döring, 2005). Nachfolgend sollen daher exemplarisch einige Untersuchungsergebnisse zur Validierung von im Fahrsimulator gewonnener Befunde aufgeführt werden:

- Bei der Untersuchung der allgemeinen Übertragbarkeit von Fahrsimulatoruntersuchungen auf Realfahrten konnte u.a. nachgewiesen werden, dass die Blickbewegungen bei einer Fahrt in einem statischen Simulator sehr ähnlich denen innerhalb einer Realfahrt auf einer entsprechenden Teststrecke waren (Bengler, Bernasch & Löwenau, 1996).
- Auch im Bezug zur Vergleichbarkeit der hervorgerufenen Emotionen während einer Fahrsimulations- und einer ähnlichen Realfahrt konnte eine relative Validität nachgewiesen werden (Uhr, Felix, Williams & Krueger, 2003).
- Besonders interessant zur Fundierung der Ergebnisse aus Experiment II ist, dass in Untersuchungen zu Kurvenfahrten die relative Validität eines statischen Fahrsimulators nachgewiesen werden konnte (Jamson, 1999).
- Innerhalb einer Untersuchung zu den Unterschieden zwischen Realfahrt, einem statischen und einem dynamischen Fahrsimulator konnten Engström, Johansson und Östlund (2005) eine Konsistenz der Messwerte von Quer- und Längsregelung bestätigen.

Allgemein hin kann unterstellt werden, dass die externe Validität der Methode des Fahrsimulators sehr hoch ist (Horberry, Anderson & Regan, 2006). Auch in der vorliegenden Untersuchung konnte u.a. gezeigt werden, dass sich verbal geäußerte Geschwindigkeitspräferenzen des realen Straßenverkehrs in den Fahrverhaltenswerten widerspiegeln (vgl. Tabelle 25). Trotz der Befunde zur Übertragbarkeit von Fahrsimulatoruntersuchungen auf Realfahrten muss darauf hingewiesen werden, dass beispielsweise die Konsequenzen eines simulierten Unfalls nicht mit einem realen Unfall gleichgesetzt werden können und dass sich Fahrer in diesem durchaus künstlichen Verkehrsumfeld eher zu riskantem Verhalten hinreißen lassen als sie das auf einer normalen Straße tun würden. Zur Erhöhung der externen Validität ist allerdings davon abzuraten, die Untersuchungsfrage in einem natürlichen Umfeld, d.h. im realen Straßenverkehr zu überprüfen, auch wenn dort der Charakter der Künstlichkeit ausgeschaltet werden könnte (Berekoven, Eckert &

Ellenrieder, 2001). Abgesehen von der sehr aufwändigen und kostspieligen Umsetzung in einem Realfahrzeug mithilfe spezifischer Sensoren, kann eine Realfahrt im Straßenverkehr stets unvorhersehbare Ereignisse mit sich bringen und potentielle Störvariablen sind nur schwer bis gar nicht kontrollierbar (ebd.).

Im Zuge der immer weiteren Verbreitung der wissenschaftlichen Nutzung von Fahrsimulatoren sollte dennoch die methodische Kontrolle besondere Beachtung finden. Die technikimmanenten Kontroll- und Manipulationsmöglichkeiten (insbesondere bei der Szenengestaltung) gewähren signifikante Vorteile bei der Isolation und Interpretation der Verhaltenseffekte, welche anderweitig nur schwer möglich sind (Dorn & Barker, 2005; Dutta, Fisher & Noyce, 2005; Horberry et al., 2006). Im Gegensatz zu einer Realfahrt besteht bei einer Fahrsimulationsfahrt die Möglichkeit der flexiblen Untersuchungsgestaltung, da die Veränderungsobjekte frei nach ihrem Grad der Gefährlichkeit bzw. Komplexität ausgewählt und modifiziert werden können. Somit können vergleichbare Ausgangssituationen für alle Versuchspersonen geschaffen werden (Berekoven et al., 2001). Godley, Triggs und Fildes (2002) führen an, dass bei gut designten Experimenten eine entsprechende Verallgemeinerung bzw. relative Validität zwischen vergleichenden Situationen wichtiger ist, als eine absolute Übereinstimmung zwischen dem Fahrverhalten (z.B. Geschwindigkeit, Spurposition) im Simulator und im tatsächlichen Verkehr. Nachfolgend soll die Validität des in der Experimentalreihe verwendeten Fahrsimulators STISIM W100 explizit diskutiert werden.

Durch den statischen Aufbau (inklusive Sitzkiste) mit einem relativ großen Sichtfeld handelt es sich bei dem STISIM W100 um einen „medium fidelity“ Simulator, d.h. einem Fahrsimulator mit einer mittleren Abbildungstreue (vgl. Östlund et al., 2005). Wie im Kapitel 5.2.2.3 beschrieben, wurde bei der Szenengenerierung besondere Sorgfalt auf die Gestaltung des Reizmaterials gelegt, da nur so auch in statischen Fahrsimulatoren wie dem STISIM W100 extern valide Ergebnisse und somit eine Konvergenz zwischen dem Verhalten im tatsächlichen Straßenverkehr und im Simulator erzielt werden kann (Blaauw, 1982; Lew, Poole, Ha Lee, Jaffe, Huang & Brodd, 2005; Yan, Abdel-Aty, Radwan & Chilakapati, 2008). Um die Realitätsnähe bei der Szenengestaltung sicherzustellen, wurde versucht, ein realistisches Umfeld zu schaffen, welches den visuellen, auditiven und kontextuellen Grunderwartungen und damit den mentalen Modellen der Versuchspersonen entspricht (vgl. Endsley & Garland, 2000). Alle verwendeten Szenarien wurden in Anlehnung an aktuelle Verkehrsstatistiken und verkehrspsychologischer Literatur ausgewählt und gestaltet. Anschließend wurden sie hinsichtlich ihres Kontextes (z.B. Hinweisreiz-Versionen und

Ortskontexte), ihres Schwierigkeitsgrades sowie ihres Realismus und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens im Straßenverkehr durch Experten des ADAC-Fahrsicherheitszentrums Lüneburg evaluiert und wenn nötig (z.B. im Hinblick auf vorkommende Verkehrszeichen oder Straßenbreiten) modifiziert (vgl. Anhang D).

Im Weiteren wurden bei den simulationsspezifischen Fahrzeugeinstellungen sowohl die Dynamik wie auch andere systemimmanente Fahrzeugeigenschaften so realistisch wie möglich moduliert (vgl. Charlton, 2004). Dennoch muss kritisch angemerkt werden, dass es sich bei dem verwendeten STISIM W100 nicht um ein Motion-Cab, sondern um einen statischen Fahrsimulator handelt. Zusätzlich zu den visuellen Informationen nutzt der menschliche Körper u.a. bei Lenkaufgaben sensorische (z.B. vestibuläre oder taktile) Informationen anderer Organe (VanWinsum & Godthelp, 1996), welche u.a. durch eine Modifikation der Querschleunigungen auftreten und in einem statischen Fahrsimulator fehlen. Ein Bewusstsein der Probanden bezüglich ihrer aktuellen Geschwindigkeit oder Kurvenlage kann dennoch über implizite Wahrnehmungshinweise aus dem Straßenverkehrsraum (z.B. durch Bewegung der Bäume am Straßenrand oder durch eine entsprechende Geräuschsimulation) wie auch durch explizite und bewusste Kontrollblicke auf den Tachometer erzielt werden (Kemeny & Panerai, 2003; Recarte & Nunes, 1996; Salvatore, 1968). In der Phase der Kurzzeitantizipation spielt insbesondere das optische Flussfeld eine entscheidende Rolle, denn Veränderungen in diesem Bereich lassen direkte Rückschlüsse auf eine Interaktion zwischen dem Individuum und seiner Umwelt zu (Gibson, 1950).

7.4.2.2 Validität der Blickbewegungsmessung

Für die Analyse der Detektionszeiten in Experiment I war es nötig, die Blickbewegung der Probanden zu erheben. Die verwendete SMI Blickbewegungskamera war an einer Art Fahrradhelm befestigt (vgl. Kap. 5.2.3.2). Aufgrund der relativ langen Versuchsdauer von bis zu 90 Minuten und der Möglichkeit der visuellen Einschränkung durch das Tragen des Kamerahelms wurde im Anschluss an die Untersuchung eine Kurzevaluation bezüglich dieser Störgröße durchgeführt. Dabei wurde u.a. danach gefragt, ob der jeweilige Proband durch die Kamera gestört wurde und ob er die Szenerie ohne den Helm anders angeschaut hätte (vgl. Anhang A3). Die Ergebnisse zeigten, dass nur 5% der Versuchsteilnehmer den Helm als störend empfunden haben und niemand glaubte, die Szenerie ohne den Helm anders angeschaut zu haben.

8. PRAKTISCHE BEDEUTUNG UND IMPLIKATIONEN FÜR WEITERFÜHRENDE UNTERSUCHUNGEN

Im Rahmen dieses Kapitels sollen die Ergebnisse der vorliegenden Fahrsimulationsuntersuchung auf ihre praktische Bedeutung hin beleuchtet und potentielle Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Weiterhin sollen sowohl aus den Befunden als auch aus den Anwendungsmöglichkeiten Implikationen für weiterführende Untersuchungen abgeleitet werden.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit könnten u.a. in Verkehrsinteraktionsmodelle eingearbeitet werden, welche zur Ableitung von Implikationen für die Verkehrsraumgestaltung, die Fahrzeugkonstruktion und die Verkehrserziehung dienen. Grundlegend für alle folgenden Anwendungsmöglichkeiten ist die stärkere Beachtung der in Kapitel zwei dargelegten sozialen Interaktionskomponente im Straßenverkehr. Insbesondere im Hinblick auf die Theorie der selektiven Aufmerksamkeit (vgl. Kap. 1.2.2) sollte die Verkehrsraumgestaltung mehr konzeptuelle und voraktivierende Informationen integrieren, um den Wahrnehmungsdefiziten des Menschen gerecht zu werden. Da Schilder und somit auch deren Inhalte oft gar nicht wahrgenommen werden (vgl. Kap. 2.1.1.1), sollte sich vermehrt der Möglichkeit der sozialdeterminierten und konzeptaktivierenden Verkehrskommunikation auf Basis primärer Verkehrsinformationen bedient werden.

8.1 ANWENDUNGSMÖGLICHKEIT FÜR DIE VERKEHRSRAUMGESTALTUNG

Erwartungen zum weiteren Verkehrsverlauf bestimmen mit hoher Wahrscheinlichkeit, sowohl was der Fahrer wahrnimmt als auch das, was er zeitlich verzögert erkennt (oder sogar übersieht) und daher auch, wie er sich in der limitierten Entscheidungszeit verhält (vgl. Kap. 1.3.3). Durch eine unzureichende Erwartungsgenerierung und eine mangelnde Gefahrenkognition kann das subjektiv wahrgenommene Risiko fehlerhaft (d.h. zu gering) sein und in Sinne der Risikohomöostasethorie zu riskantem Verhalten im Straßenverkehr führen (vgl. Wilde, 1998). Eine optimale Nutzung der Straße kann nur dadurch gewährleistet sein, dass die Straßen- und Umgebungsgestaltung eine korrekte, erwartungskonforme Gefahrenkognition und -antizipation erlauben (Theeuwes & Godthelp, 1995). Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit sollte daher beachtet werden, dass der Verkehrsraum nicht nur nach den Erwartungen der Automobilisten gestaltet wird, sondern sogar

dazu dient bestimmte Erwartungen zu schaffen (vgl. Kap. 1.3.3 & 2.1.1.2). Aus diesem Grunde wird empfohlen, eine situative Veränderung der Risikowahrnehmung von außen zu erzwingen, so dass es zu einer verbesserten Gefahrenkontrolle kommen kann (Schäffer, Stapf & Morlock, 1998; Schlag & Heger, 2004).

Um ein solches System bei der erwartungsgesteuerten Straßengestaltung umzusetzen, sollen subtile Hinweisreize sowohl die Gefahrenkognition als auch die Gefahrenantizipation verbessern und somit erwünschtes Verhalten rechtzeitig auslösen. Dabei ist zu empfehlen, durch bauliche und verkehrspsychologische Interventionen die Aufmerksamkeit auf kritische Stellen des Verkehrsraums zu lenken. In den folgenden Abschnitten werden entsprechende Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt.

8.1.1 IMPLEMENTIERUNG SOZIALDETERMINIERTER BZW. DYNAMISCHER ANZEIGESYSTEME

Bei Betrachtung der Befunde der Fahrsimulation stellt sich die Frage, wie Warnimpulse aussehen müssten, um die Voraktivierungswirkung dynamischer Hinweisreize nutzbar zu machen. Um die positiven Verhaltenseffekte der dynamischen Hinweisreize aus Experiment I auf die Gestaltung der Verkehrsinformationssysteme anzuwenden, können beispielsweise neue sekundäre Verkehrsinformationen eingeführt werden, welche aber den Anschein einer primären Verkehrsinformation erweckt (vgl. Kap. 2.1). Dabei kann eine situative Veränderung der Risikowahrnehmung bzw. eine situationsgerechte Erwartungsgenerierung beispielsweise dadurch erreicht werden, dass eine erhöhte Gefahr durch eine neue Art und Form der Beschilderung bzw. Signalisierung hervorgerufen wird. In diesem Zusammenhang empfiehlt die Autorin die Übernahme eines bereits in Belgien, Spanien oder Österreich verwendeten Systems, welches ähnlich der Abbildung 53 und 54 aussehen könnte.



Abb. 53: Beispiel für menschenähnliche Attrappen (siehe roter Ring) auf der Autobahn und auf der Landstraße.

Unfallsschwerpunkte oder erhöhte Gefahrenstellen, wie z.B. Autobahnbaustellen oder uneinsichtige Kurven könnten mit einer aufmerksamkeitsregenden und gefahrenimplizierenden Informationsquelle gestaltet werden. Wie in Kapitel 7.2.3 beschrieben, führen Gefahren zu einer Geschwindigkeitsreduktion (Babkov, 1970; zitiert nach Schlag und Heger, 2004; Velichkovsky et al., 2003). In diesem Sinne empfiehlt die Autorin menschenähnliche Attrappen von entsprechenden Mitarbeitern in Berufsbekleidung wie in Abbildung 53 aufzustellen. So erscheint die jeweilige Szene als gefährlicher und ein schnelleres Bremsen wird evoziert.



Abb. 54: Beispiel für eine kinderähnliche Pappfigur (siehe roter Kreis)

In bestimmten Wohngebieten sind schon heute Holz- bzw. Pappmodelle von spielenden Kindern zu finden. Diese sind zwar optisch hervorstechend, allerdings meist zu artifiziell bzw. comicartig und aktivieren daher auch nicht solche gefahrenantizipierenden Schemata, wie es bei authentischeren Figuren der Fall wäre. In Tempo-30-Zonen kann eine menschenähnliche Verkehrsbeschilderung (z.B. spielende Kinder hinter einer Reihe parkender Autos, wie in Abbildung 54) die Fahrdisziplin wahrscheinlich stärker erhöhen als ein einfaches „Achtung! Spielende Kinder“ Schild (vgl. Kap. 5.4.2).

Ein weiterer auf Bewegungssimulation basierender Gestaltungsvorschlag könnte folgendermaßen aussehen: Vor scharfen Kurven oder an Autobahnabfahrten könnten Verkehrsschilder mit der lentikularen Technik angebracht werden. Lentikularraster- oder Wackelbilder beruhen auf einer Technik bei der durch eine spezielle Kunststoffbeschichtung eine Bildänderung, d.h. eine Bewegung oder ein Bildwechsel bei Veränderung des Blickwinkels erzielt wird. Die folgende Abbildung 55 zeigt vereinfacht die Funktionsweise eines Lenticularbildes. Im Beispiel wurden zwei verschiedene Farbreihenfolgen einer Richtungstafel photographiert, beide Bilder jeweils in schmale Streifen zerlegt und mit einer Prismen- bzw. Linsenrasterfolie überzogen. Die in vertikaler Ausrichtung angelegten Zylinderprismen der Kunststoffolie überdecken je nach Blickwinkel die zusammengehörigen Bildstreifen und lassen somit immer nur den Blick auf jeweils eines der beiden Bilder zu (Roberts, 2003).

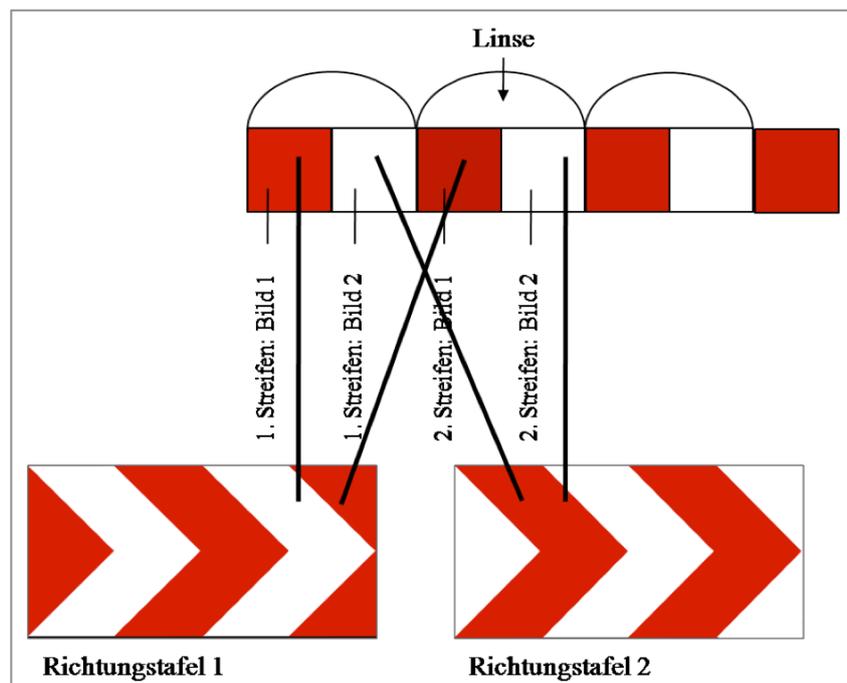


Abb. 55: Funktionsweise eines Linsenraster-Bildes am Beispiel einer Richtungstafel vor Kurven

Die in der Graphik 55 dargestellte Richtungstafel könnte beispielsweise vor scharfen Kurven oder an Autobahnabfahrten angebracht werden. Aufgrund der Prismenrasterfolien erscheinen die Streifen des Schildes bei Änderung des Blickwinkels (z.B. durch Annäherung an das Schild) zwischen rot und weiß zu „wackeln“. Im Weiteren wäre es möglich die Gestaltungsvorschläge aus Abbildung 53 und 54 aufzugreifen und auch solche menschenähnlichen Attrappen mit Prismenrasterfolien zu überziehen. Beispielsweise könnte bei Betrachtung eines entsprechenden Schildes je nach Blickwinkel eine dargestellte Person den Arm heben bzw. senken. So gestaltete Verkehrselemente könnten aufgrund ihres simulierten Bewegungsimpulses vor potentiellen Gefahrenstellen (Kurven, Fußgängerüberwegen, Kreuzungen etc.) automatisch zu einer Geschwindigkeitsreduktion führen (Babkov, 1970; zitiert nach Schlag & Heger 2004).

Als kritische Einschränkung der bislang vorgeschlagenen Anwendungsmöglichkeiten muss angebracht werden, dass die Wirkung solcher dynamischer bzw. sozialdeterminierter Anzeigesysteme bei mehrfacher Konfrontation sicherlich abnehmen wird. Um auftretende Gewöhnungseffekte zu verhindern, wird empfohlen den Aufstellungsort in bestimmten Zeitabständen zu variieren. Der nachhaltige Effekt einer solchen Beschilderung muss in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus einer Ausweitung des „Dynamik-“ Begriffs. In der Untersuchung waren dynamische Reize stets sozial determiniert, denn es handelte sich immer um einen anderen (motorisierten oder unmotorisierten) Verkehrsteilnehmer. Jedoch impliziert beispielsweise auch ein blinkendes Bremslicht einen Bewegungsimpuls, welches basierend auf den Ableitungen der vorliegenden Fahrsimulationsstudie (vgl. Kap. 5.4.2) sowie den Befunden vorangegangener Untersuchungen (vgl. Höger & Seidenstücker, 2007; Seidenstücker & Höger, 2006, 2007, 2008) die Wahrnehmung und das Verhalten beeinflussen kann. Einen solchen bewegungsorientierten Ansatz untersuchte das Forscherteam Summala und Hietamäki (1984). Sie untersuchten Geschwindigkeitsverhalten und -veränderung in Abhängigkeit von der Präsenz von Verkehrsschildern und entdeckten dabei, dass es zu einer sofortigen Reduktion der Durchschnittsgeschwindigkeit kommt, wenn eine blinkende Leuchte über einem Gefahrenschild angebracht ist. Die Versuchsteilnehmer kommentierten dieses Verhalten damit, dass die Verkehrsteilnehmer eine erhöhte Gefahr durch das Blinken unterstellten (ebd.). Die Umsetzung dieser Anwendungsmöglichkeit ist bereits u.a. bei Autobahnbaustellen oder an vielen österreichischen Fußgängerüberwegen zu finden.

Die Befunde aus Experiment II ließen den Schluss zu, dass im Straßenverkehr ein Sog-Effekt durch andere Verkehrsteilnehmer innerhalb einer Folgefahrt ausgelöst werden kann. Grundlage dieses Verhaltens sind Prozesse des sozialen Vergleichs (vgl. Kap. 2.2). Van Houten, Nau und Marini haben bereits im Jahr 1980 einen Vorschlag erarbeitet, wie der soziale Vergleich im Straßenverkehr genutzt werden könnte, um z.B. eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit zu erzielen. Zur Geschwindigkeitsreduktion ist es besonders wichtig, die Einstellung der Autofahrer bezüglich ihrer subjektiven Vorstellung von einer *angebrachten* bzw. *normalen* Geschwindigkeit zu ändern. So könnten sog. *posted feedback of speeding information* installiert werden, d.h. Displays am Straßenrand, welche z.B. den real-prozentualen Anteil der Autofahrer anzeigt, welche keine Geschwindigkeitsübertretungen innerhalb der letzten Tage oder Woche gezeigt haben (z.B. „Gestern fuhren 85% aller Fahrer vorschriftsmäßig“). Dabei wird gemäß des theoretischen Bezugsrahmens aus Kapitel 2.2.2 angenommen, dass die mit einer Geschwindigkeitsrückmeldung versehenen Informationstafeln ebenfalls einen sozialen Vergleich auslösen (van Houten et al., 1980).

8.1.2 BEISPIEL EINER SELBSTERKLÄRENDEN STRAßE: SHARED SPACE

Charlton (2004) empfiehlt weiterhin die Möglichkeit einer impliziten Fahrverhaltensbeeinflussung in die Verkehrsraumgestaltung aufzunehmen und dieser Ansatz wird auch in der Theorie um „*sich selbsterklärende Straßen*“ aufgegriffen. Sich selbsterklärende Straßen stimmen mit den Erwartungen der Straßennutzer überein bzw. produzieren adäquate Erwartungen auch ohne explizite, externe Interventionen - z.B. durch Verkehrszeichen (Schlag & Heger, 2004; Theeuwes, 1995; Theeuwes & Goldthelp, 1995). *Shared Space* als ein Beispiel für eine selbsterklärende Straße wird in diesem Abschnitt beschrieben. Das Konzept des Shared Space, welches vom niederländischen Keuninginstitut für soziale Studien in Groningen entwickelt wurde, versucht, durch die Aufhebung des Trennungsprinzips der Verkehrsarten (z.B. Fußgänger und Autofahrer) und der ortstypischen Verkehrsraumgestaltung eine Modifikation des Verkehrsverhaltens bei gleichzeitigem, größtmöglichen Verzicht auf Verkehrszeichen und Lichtsignalanlagen zu erzielen. Bei einem gestalterischen Umbau der Straßen bzw. des Verkehrsumfeldes sollten (z.T. auch historisch gewachsene) prägnante Umgebungselemente berücksichtigt werden und nur sehr wenige verkehrstechnische Maßnahmen integriert werden (Füreder & Schwab, 2008; Gerlach, Methorst, Boenke & Leven, 2008). Kommt es zu einer Reduzierung der Elemente des sekundären Informationssystems, kann parallel dazu von einer relativen Erhöhung der Elemente des primären Systems und somit dem vermehrten Auftreten von natürlichen bzw. sozialdeterminierten

Hinweisreizen ausgegangen werden. Durch die dabei erzielte Verstärkung der zwischenmenschlichen Verständigung und Selbstverantwortung wird insbesondere das Sozialverhalten verbessert. Wie die vorliegende Untersuchung gezeigt hat, kann das soziale Umfeld die Erwartungen bzw. die Antizipation bezüglich der Verkehrsentwicklung beeinflussen und so das Fahrverhalten entscheidend verändern (vgl. Kap. 5.4.2).

Gerlach und seine Mitarbeiter (2008) führten eine Befragung im Rahmen einer Exkursion von 46 Verkehrsexperten aus Wissenschaft, Verwaltung und Beratung nach Drachten und Haren durch. Die Ergebnisse sollten die Stärken des Konzeptes Shared Space aufdecken und sind der nachfolgenden Graphik 56 zu entnehmen.

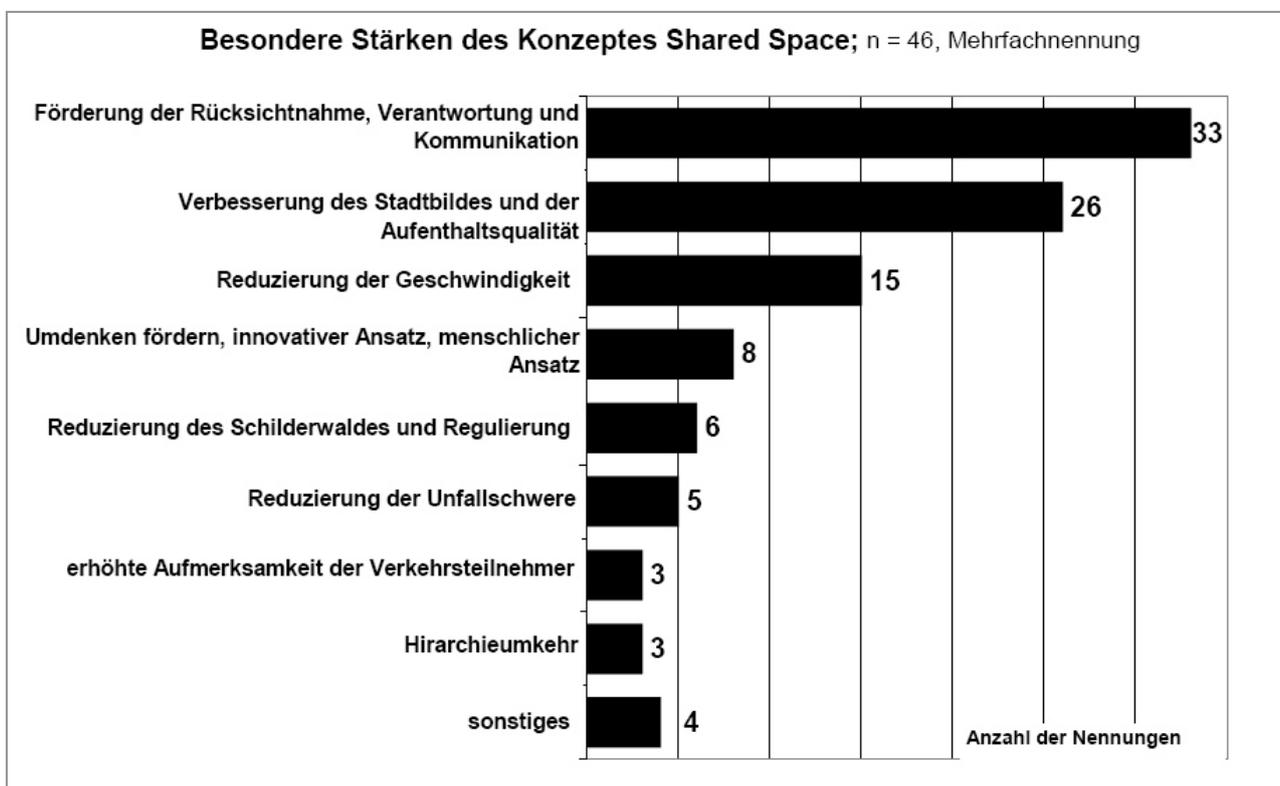


Abb. 56: Besondere Stärken des Shared Space Konzeptes (Gerlach et al., 2008, S. 32)

Die Antwortverteilung macht deutlich, dass sich ca. ein Drittel aller genannten Stärken auf den sozialen Aspekt des Autofahrens in Form von Eigenverantwortung der einzelnen Verkehrsteilnehmer in Kombination mit einer Förderung der Rücksichtnahme und Kommunikation bezieht (Gerlach et al., 2008). Da klare Verkehrsregeln (z.B. durch den Verzicht auf Beschilderung, Markierung und Lichtsignalanlagen) teilweise durch soziale Regeln innerhalb von Interaktionsprozessen (z.B. durch Blickkontakt) ersetzt werden, führt Shared Space (bewusst) zu einer gewissen Verunsicherung der Verkehrsteilnehmer (ebd.). Um wieder anhand der

Risikohomöostasetheorie (Wilde, 1998) zu argumentieren, zeigt auch das Konzept des Shared Space, dass eine Erhöhung der subjektiven Sicherheit nicht unbedingt zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit führt. Mit einer bewusst generierten Verunsicherung wird bei diesem Konzept postuliert, dass Autofahrer besser aufpassen und sich mehr untereinander verständigen und somit das Unfallrisiko minimiert wird (Gerlach et al., 2008; Keuning Instituut & Senza Communicatie, 2005; Wilde, 1998).

Durch eine Neugestaltung der Verkehrsumgebung soll erreicht werden, dass der Straßenbenutzer auch ohne Beschilderung etc. intuitiv erkennen kann, wie er sich zu verhalten hat. Eine intuitionsfördernde Verkehrsgestaltung kann dabei u.a. dadurch erzielt werden, dass beispielsweise die Pflasterart und -farbe die Umgebungseigenschaften akzentuieren und intensivieren (vgl. Abb. 57 vorher – nachher).



Abb. 57: Beispiel für eine Verkehrsraumgestaltung im Sinne des Shared Space Konzeptes; a) vorher / b) nachher (Keuning Instituut & Senza Communicatie, 2005, S. 37).

Grundsätzlich geht das Konzept des Shared Space davon aus, dass Humanverhalten und somit auch das Verkehrsverhalten stärker von der ortsimmanenten Aussagekraft bzw. Ausstrahlung determiniert wird, als durch verkehrsrechtliche Ge- und Verbote. Beispielsweise hat ein gut erkennbarer Kindergarten oder ein Spielplatz einen stärkeren verhaltensleitenden Effekt (z.B. Reduzierung der Fahrtgeschwindigkeit) als das Schild "Achtung! Spielende Kinder!" (Keuning Instituut & Senza Communicatie, 2005). Einschränkend muss zum Shared-Space-Konzept gesagt werden, dass dieses System nicht auf das gesamte Straßennetz angewendet werden kann, sondern im innerstädtischen Bereich bzw. an Orten mit Aufenthaltsfunktion (Füederer & Schwab, 2008).

Abschließend zum Kapitel „Anwendungsmöglichkeit für die Verkehrsraumgestaltung“ sei betont, dass die dargestellten Optionen auf deren Praxistauglichkeit und deren Sicherheitsgewinn zu überprüfen sind. Dazu werden neben der Durchführung entsprechender Fahrsimulationsstudie auch Gruppendiskussionen mit Fahrsicherheitsexperten und Verkehrspsychologen empfohlen.

8.2 ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR DIE FAHRZEUGKONSTRUKTION

Um die visuelle Informationsaufnahme im Straßenverkehrsraum und die Integration der Information in die Fahraufgabe zu verbessern, müssen die fahrrelevanten Objekte so gestaltet sein, dass die Aufmerksamkeit automatisch zum Objekt geleitet wird, um so einen Bottom-Up-Prozess auslösen (vgl. Kap. 1.2.3.2). Wenn, wie in Szene 1 gezeigt wurde (vgl. Kap. 5.4.2), dynamische Objekte schneller fixiert werden als statische und auf diese auch schneller und exakter reagiert wird (vgl. Höger & Seidenstücker, 2007; Seidenstücker & Höger, 2006, 2007, 2008; Summala & Hietamäki, 1984), so könnte eine konkrete Maßnahme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in der Einführung neuartiger Bremslichter gesehen werden. Es ist u.a. möglich, Bremslichter so zu manipulieren, dass bei steigendem Druck auf das Bremspedal (z.B. bei einer Gefahren- bzw. Vollbremsungen) die Lichter warnend blinken, statt einfach nur zu leuchten. Dabei ist die Verwendung von LED-Leuchten zu empfehlen, da diese eine geringere Nachbrenndauer als handelsüblichen Kfz-Lampen besitzen und daher mit ihnen eine höhere Blinkfrequenz erzielt werden kann. Gemäß der Erkenntnisse dieser Arbeit impliziert dieses Blinken eine aufmerksamkeitserregende Wirkung. Dabei wird erneut auf die Untersuchung von Summala und Hietamäki (1984) zurückgegriffen, welche ebenfalls ein positiveres Geschwindigkeitsverhalten durch die Präsenz von Warnschildern mit blinkenden Leuchten feststellen konnten (vgl. Kap. 8.1.1).

Gemäß des kybernetischen Regelkreises aus Fahrer – Fahrzeug – Fahrraum – Verkehrsregelung (vgl. Kap. 1.1.2) kann zwischen dem objektiv physikalischen (d.h. der Verkehrssituation) und dem subjektiv wahrgenommenen Raum (d.h. der mental repräsentierten Umwelt mit ihren perzipierten Verhaltensanforderungen) unterschieden werden (Schlag, 2004). Basierend auf den Ergebnissen von Milleville-Pennel et al. (2007) sollte demnach nicht nur das einfache Gefahrzeichen „Achtung! Kurve!“ im Straßenverkehr eingesetzt werden, sondern dieses um Informationen bezüglich der Kurvenkrümmung erweitert werden. In sehr scharfen Kurven oder bei Kurven, welche als Unfallschwerpunkte gelten (z.B. Kurven mit unregelmäßiger Bogenlinie oder mit schlechter Einsehbarkeit), könnten GPS-Systeme den Kurvenverlauf ermitteln und mittels neuere

Technologien, z.B. in Form von Head-up Displays, den Tangentenpunkt der Kurve anzeigen (vgl. Abb. 37) und somit die sensomotorische Antizipation verbessern (Milleville-Pennel et al., 2007). Diese künstliche geleitete Antizipation könnte dazu führen, dass die potentielle Abhängigkeit vom Fahrverhalten anderer Autofahrer (vgl. Folgefahrt in Experiment II) limitiert wird.

8.3 IMPLIKATIONEN FÜR DIE VERKEHRSKOMMUNIKATION

Die Wahrnehmung des Straßenverkehrs und das entsprechende Fahrverhalten wird nicht nur von rein physikalischen Eigenschaften bestimmt, welche klar wahrnehmbar und beurteilbar sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass im Straßenverkehr ein stark sozialer Charakter der Informationsverarbeitung vorliegt und dieser Sachverhalt muss vermehrt in der Verkehrserziehung kommuniziert werden.

Der Verkehrsunterricht darf nicht als bloße Wissensvermittlung des Regelwerkes und als Bedientraining des Kraftfahrzeugs verstanden werden. Das traditionell sehr starre Korsett der Straßenverkehrsordnung, das stupide Auswendiglernen der Regeln, der Paragraphen und der Verkehrszeichen reicht als Inhalt des Verkehrsunterrichtes nicht aus (Richter, 2005). Vielmehr sollte die Vermittlung von Fähigkeiten zum sicherheitsbewussten, rücksichtsvollen und verantwortungsbewussten Umgang mit anderen Verkehrsteilnehmern im Vordergrund stehen. Insbesondere die interaktionelle Sozialkomponente sollte in der Verkehrserziehung stärker betont werden. Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, kann sich die implizite Wirkung sozialdeterminierter Verkehrselemente auf das Fahrverhalten sowohl in einer positiven, verhaltensverbessernden (vgl. Experiment I) als auch in einer risikoinduzierenden, negativen Weise offenbaren (vgl. Experiment II). Es ist wichtig, z.B. FahrSchülern diese sehr unbewusste Wirkung der anderen Verkehrsteilnehmer auf das eigene Fahrverhalten aufzuzeigen und wenn möglich den sozialen Einfluss zu nutzen, um vorteilhaftes Verhalten zu fördern (vgl. Aronson et al., 2008). Durch ein aktives Bewusstsein bezüglich des interaktionellen Einflusses des sozialen Umfeldes auf die Wahrnehmung und das Verhalten im Verkehrsgeschehen können in spezifischen Situationen:

- soziale Signale der Verkehrssituation besser interpretiert und das folgende Geschehen besser antizipiert werden (vgl. Kap. 5.4).
- die Anpassung an das (negative) Fahrverhalten anderer Verkehrsteilnehmer vermieden und sozio-emotionale Aspekte (z.B. risikoreiche oder aggressive Tendenzen) unterdrückt werden (vgl. Kap. 6.4).

- die gegenseitige Rücksichtnahme und das Verständnis für Verhaltensweisen anderer erhöht werden (vgl. Kapitel 2).

Um das Verantwortungsbewusstsein der Verkehrsteilnehmer zu fördern, sollte im Rahmen der Verkehrserziehung und der –kommunikation das Spannungsfeld zwischen der Individualität und der Normhaftigkeit vermittelt werden. Denn durch die soziale Einbindung in einen interaktiven Verkehrskontext kann eine differenzierte Selbst- und Fremdwahrnehmung geschaffen werden und so ein bewusster Prozess des vorausschauenden und rücksichtsvollen Fahrens in Gang gesetzt werden, welcher zur obersten Maxime der Verkehrssicherheit werden sollte.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abelson, R. P. (1981). Psychological Status of the Script Concept. *American Psychologist*, 36 (7), 715-729.
- Åberg, L., Larsen L., Glad, A. & Beilinsson, L. (1997). Observed vehicle speed and drivers' perceived speed of others. *Applied Psychology: An International Review*, 46 (3), 287-302.
- Amelang, M., Zielinski, W. & Fydrich, T. (2002). *Psychologische Diagnostik und Intervention: Mit 35 Tabellen* (3., korrigierte, aktualisierte und überarb. Aufl./ unter Mitarb. von Thomas Fydrich). Berlin: Springer.
- Anderson, J. R. (2007). *Kognitive Psychologie* (3. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. & Bower, G. H. (1973). *Human associative memory*. Washington, DC: Winston.
- Appel, H., Krabbel, G. & Vetter, D. (2002). *Unfallforschung, Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion*. Kippenheim: Verlag Information Ambs GmbH.
- Aronson, E.; Wilson, T. & Akert, R. M. (2008). *Sozialpsychologie* (6. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Asch, S.E. (1951). Effects of groups pressure on the modification and distortion of judgments. In H. Guetzkow (ed.), *Groups, leadership, and men*. Pittsburgh: Carnegie.
- Avant, L. L., Thieman A. A., Zang, A. L. & Hsu, S. Y. (1996). Memory codes for traffic sign information: Visual versus meaning codes. In A. G. Gale (ed.), *Vision in vehicles V*. Amsterdam: North-Holland.
- Babkov, V. F. (1970). What constitutes a safe road? *Traffic Engineering & Control*, 12 (10), 321-323.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2006). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung* (11., überarb. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Berlin: Springer.
- Bargh, J. A. & Pietromonaco, P. (1982). Automatic information processing and social perception: The influence of trait information presented outside of conscious awareness on impression formation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43 (9), 437-444.
- Bargh, J. A. & Chartrand, T. L. (2000). The mind in the middle: A practical guide to priming and automaticity research. In H. T. Reis & C.M. Judd (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (pp. 253-285). New York: Cambridge University Press.
- Baron, R. M. & Kenny D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51 (6), 1173-1182.
- Baron, R. S., Vandello, J. A. & Brunzman, B. (1996). The forgotten variable in conformity research: Impact of task importance on social influence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71, 915-927.
- Baumann, M., Petzoldt, T. & Krems, J. (2006). Situation Awareness beim Autofahren als Verstehensprozess. *MMI-Interaktiv*, 11, 43-57.

- Baylis, G. C., & Driver, J. (1993). Visual attention and objects: Evidence for hierarchical coding of location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 451-470.
- Beller, H. K. (1971). Priming: Effects of advance information on matching. *Journal of Experimental Psychology*, 87, 176-182.
- Benda, H. V. & Hoyos C. G. (1983). Estimating hazards in traffic situations. *Accident Analysis & Prevention*, 15 (1), 1-9.
- Bengler, K., Bernasch, J. H., & Löwenau, J. P. (1996). Comparison of eye movement behaviour during negotiation of curves on test track and in BMW Driving Simulator. Annual Meeting of the Europe Chapter of the Human Factors and Ergonomics Society, Groningen, Niederlande, 7.-8. Nov. 1996.
- Berbuir, A. (1998). *Mobilität, Verkehrsverhalten und Verkehrsunfälle junger Menschen – Ansätze für die Verkehrssicherheit von Kommunen und Verkehrsunternehmen*. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag.
- Berekoven, L., Eckert, W. & Ellenrieder, P. (2001). *Marktforschung – Methodische Grundlagen und praktische Anwendung* (9. Aufl.). Wiesbaden: Gabler.
- Biederman, I. & Cooper, E. E. (1991). Priming contour-deleted images: Evidence for intermediate representations in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, 23, 393–419.
- Blaauw, G. (1982). Driving experience and task demands in simulator and instrumented car: A validation study. *Human Factors*, 24 (4), 473-486.
- Blake, R. & Sekuler, R. (2006). *Perception*. New York: McGraw Hill.
- Bohnert, J. (2007): *Gesetz über Ordnungswidrigkeiten. Mit Auszügen aus der Strafprozessordnung, dem Jugendgerichtsgesetz, dem Straßenverkehrsgesetz, der Abgabenordnung, dem Wirtschaftsstrafgesetz u.a.* (Textausgabe. 20., neu bearb. Aufl., Sonderausg., Stand: 1. August 2007). München: dtv.
- Bortz, J. (2004). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6., vollst. überarb. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2005). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler [mit 70 Tabellen]* (3., überarb. Aufl., Nachdr.). Heidelberg: Springer.
- Brandt, S. & Stark, L. W. (1997). Spontaneous eye movements during visual imagery reflect the content of the visual scene. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9 (1), 27-38.
- Brickenkamp, R. & Brähler, E. (2002). *Brickenkamp Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97 (4), 523-547.
- Bühl, A. (2006). *SPSS Version 14: Einführung in die moderne Datenanalyse* (10., überarb. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Buss, D. M. (2004). *Evolutionäre Psychologie* (2. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Canfield, R. R. (1999). Traffic signs and markings. In J. Pline (ed.), *Traffic engineering handbook* (Bd. 5, pp. 411–452). Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- Caplan, R. D., Naidu R. K. & Tripathi R. C. (1984). Coping and defense: constellations vs. components. *Journal of Health and Social Behaviour*, 25, 303-320.

- Castro, C., Horberry, T. & Gale, A. (1999). The effects of semantic priming and repetition priming on traffic sign recognition. In A. G. Gale, I. D. Brown, C. M. Haslegrave & S. P. Taylor (eds.), *Vision in vehicles VIII [international conference, Marseilles, September 1997]*. Amsterdam: Elsevier.
- Chapman, P. & Underwood G. (1998). Visual search of dynamic scenes: Event types and the role of experience in viewing driving situations. In G. D. M. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (1. ed., pp. 369-393). Amsterdam: Elsevier.
- Charlton, S. G. (2004). Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (5), 877-884.
- Charlton, S. G. (2006). Conspicuity, memorability, comprehension, and priming in road hazard warning signs. *Accident Analysis & Prevention*, 38 (3), 496-506.
- Chiappe, D. L., & MacLeod, C. M. (1995). Negative priming is not task bound: A consistent pattern across naming and categorization tasks. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 364-369.
- Chowdury, M. A., Warren, D.L., Bissell, H. & Taori, S. (1998). Are the criteria for setting advisory speeds on curves still relevant? *ITE Journal*, Institution of Transportation Engineers, 68 (2), 32-45.
- Chun, M. M. & Nakayama, K. (2000). On the functional role of implicit visual memory for the adaptive deployment of attention across scenes. *Visual Cognition*, 2000, 7 (1/2/3), 65-81
- Cialdini, R. B. (2009). *Influence: Science and practice* (5th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Cialdini, R. B., & Trost, M. R. (1998). Social influence: Social norms, conformity and compliance. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology* (4th ed., Vol. 2, pp. 151-192). New York: McGraw-Hill.
- Clark, H. H. (1974). Semantics and comprehension. In R.A. Sebeok (ed.), *Current trends in linguistics* (Bd. 12). Den Haag: Mouton.
- Clauß, G., Finze, F.-R. & Partzsch, L. (1999). *Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner* (3., überarb. u. erw. Aufl.). Frankfurt am Main: Deutsch.
- Codol, J.-P. (1975). On the so-called 'superior conformity of the self' behavior: Twenty experimental investigations. *European Journal of Social Psychology*, 5, 457-501.
- Cohen, A. (1981). Car drivers' pattern of eye fixations on the road and in the laboratory. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 515-522.
- Cohen, A. (1994a). Gefährdung des Fahranfängers sowie das Erlernen verkehrsgerechter Orientierung und deren Defizite in der Nacht. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 40 (4), 156-161.
- Cohen, A. (1994b). Verkehrszeichen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 40 (2), 57-67.
- Cohen, A. (1998). *Visuelle Orientierung im Strassenverkehr: Eine empirische Untersuchung zur Theorie des visuellen Abtastens* [BfU-Report]. Bern: Bfu Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- Cole, B. L. & Hughes, P. K. (1984). A field trail of attention and search conspicuity. *Human Factors*, 26, 299-313.
- Cole, B. L. & Jenkins, S. E. (1979). *The effect of size und luminance on visual conspicuity in the road traffic environment* [Rep. No. AIR 218-3]. Melbourne: Australian Road Research Board.

- Collins, R.L. (1996). For better or worse: The impact of upward social comparison on self-evaluations. *Psychological Bulletin*, 119, 70-94.
- Collins, A. M. & Loftus E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Connolly, T. & Åberg, L. (1993). Some contagion models of speeding. *Accident Analysis & Prevention*, 25 (1), 57-66.
- Cosmides, L. & Tooby J. (2000). Consider the source: The evolution of adaptations for decoupling and metarepresentation. In D. Sperber (Eds.), *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective* (pp. 53-115). Vancouver Studies in Cognitive Science. NY: Oxford University Press.
- Crundall, D. & Underwood, G. (2001). The priming function of road signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4 (3), 187-200.
- Delhomme P. (1991). Comparing one's own driving with others': Assessment of abilities and frequency of offences: Evidence for a superior conformity of self bias? *Accident Analysis & Prevention*, 23 (6), 493-508.
- Dalrymple Alford, E. C., & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of the Stroop color-word test. *Perceptual and Motor Skills*, 23, 1211-1214.
- De Waard, D. (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Dissertation, University of Groningen, Traffic Research Centre. Retrieved January 13, 2009, from http://dissertations.ub.rug.nl/FILES/faculties/ppsw/1996/d.de.waard/09_thesis.pdf
- Diehl, J. M. & Staufenbiel, T. (2001). *Statistik mit SPSS Version 10.0*. (1. Aufl.) Eschborn: Klotz.
- Dorn, L. & Barker, D. (2005). The effects of driver training on simulated driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 37 (1), 63-69.
- Dornhöfer, S. M., Helmert, J., Rothert, A., Unema, P. J. A. & Velichkovsky B. M. (2004). Veränderungsblindheit im Straßenverkehr. In B. Schlag (Hrsg.), *Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz* (S. 219-234). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Dreher, D. (2009). *Human Error: Fahrerassistenzsysteme zur Vermeidung menschlichen Fehlverhaltens* (broschiert). München: Grin Verlag
- Drory, A. & Shinar, D. (1982). The effects of roadway environment and fatigue on sign perception. *Journal of Safety Research*, 13, 25-32.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology theory and practice* (2nd ed). London: Springer.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 501-517.
- Dutta, A., Fisher, D. L. & Noyce, D. A. (2005). Use of a driving simulator to evaluate and optimize factors affecting understandability of variable message signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 7 (4/5), 209-227.
- Eckstein, P. P. (2008). *Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler* (6., überarb. Aufl.). Wiesbaden: Gabler.
- Edworthy, J. & Adams, A. (1996). *Warning design: A research prospective*. London: Taylor & Francis. Retrieved September 23, 2009, from <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0745/96148869-d.html>.

- Egeler, R. (2009). Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2008. Pressekonferenz am 8. Juli 2009 in Berlin. Zugriff am 20.01.2010. Verfügbar unter http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2009/Unfallgeschehen/statement__Unfallgeschehen,property=file.pdf
- Elander, J., West R. & French D. (1993). Behavioral correlates of individual differences in road traffic crash risk: an examination of methods and findings. *Psychological Bulletin*, 113, 279-294.
- Endsley, M. R. (1995). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37 (1), 65-84.
- Endsley, M. R. & Garland, D. J. (2000). *Situation awareness analysis and measurement*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates..
- Engel, F. L. (1971). Visual conspicuity, directed attention, and retinal locus. *Vision Research*, 17, 95-108.
- Engström, J., Johansson, E., & Östlund, J. (2005). Effects of visual and cognitive load in real and simulated motorway driving. *Transportation Research Part F* 8, 97-120.
- Erdelyi, M. H. (1974). A new look at the New Look: Perceptual defense and vigilance. *Psychological Review*, 81, 1-25.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W. & Murphy, T. D. (1987). Movement of attentional focus across the visual field: A critical look at the evidence. *Perception & Psychophysics*, 42, 299-305.
- Eriksen, C.W. & St. James, J.D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40, 225-240
- Eriksen, C. W. & Webb, J. M. (1989). Shifting of attentional focus within and about a visual display. *Perception & Psychophysics*, 45, 175-183.
- Eriksen, C. & Yeh, Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 11, 583-597
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (1995). *Cognitive psychology: A student's handbook*. East Sussex/UK: Psychology Press.
- Farrand, P. & McKenna, F. (2001). Risk perception in novice drivers: The relationship between questionnaire measures and response latency. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4 (3), 201-212.
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7, 117-140.
- FGSV. (1979). *RAL-L-1 Kommentar zu den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Teil: Linienführung, Abschnitt: Elemente der Linienführung Ausgabe 1973*. Köln: Autor.
- Fiedler, K. & Bless, H. (2003). Soziale Kognition. In Stoebe, Jonas, Hewstone & Stroebe (Hrsg.), *Sozialpsychologie. Eine Einführung* (4., überarb. und erw. Aufl., 1. Nachdr.; S. 126-161). Berlin: Springer.
- Fildes, B. (1995). Driver behavior and road safety. In N. Brewer & C. Wilson (Eds.), *Psychology and policing*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fildes, B. N. & Triggs T. J. (1985.). The effect of changes in curve geometry on magnitude estimates of road-like perspective curvature. *Perception and Psychophysics*, 37 (3), 218-224.

- Fisher, J. (1992). Testing the effect of road traffic signs' informational value on driver behavior. *Human Factors*, 34, 231-237.
- Fiske, S. T. & Taylor, S. E. (1991). *Social cognition* (2nd ed.). New York: McGraw Hill.
- Flores d'Arcais, G. B. & R. Schreuder (1987). Semantic activation during object naming. *Psychological Research*, 49, 153-159.
- Forsyth, E., Maycock, G. & Sexton, B. (1995). Cohort study of learner and novice drivers Part 3: Accidents, offences and driving experience in the first three years of driving. *Transport Research Laboratory TRL*, report 111.
- Frey, D., Dauenhimer, D., Parge, O. & Haisch, J. (1993). Die Theorie sozialer Vergleichsprozesse. In D. Frey & M. Irle (Hrsg.), *Theorien der Sozialpsychologie, Bd. 1: Kognitive Theorien* (S.81-122) Bern: Huber.
- Friedman, A. (1979). Framing pictures: The role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 316-355.
- Fuller, R. (2000). The task-capability interface model of the driving process. *Recherche Transports Sécurité*, 66, 47-59.
- Füreder, W. & Schwab, D. (2008). *Shared Space / Begegnungszonen – ein Überblick*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Zugriff am 22.01.2010. Verfügbar unter <http://www.walk-space.at/projekte/sharedspace.pdf>
- Gauthier, I. (2000). Visual priming: The ups and downs of familiarity. *Current Biology*, 20, 753–756.
- Gegenfurtner, K. R. (2006). *Gehirn & Wahrnehmung* (4. Aufl.). Frankfurt: Fischer.
- Gelau, C. (1998). Aktuelle Entwicklungen der Risikohomöostasetheorie. In G. Kebeck, U. Tränkle, & U. Schulze (Hrsg.), *Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse beim Führen eines Kraftfahrzeugs* (S. 41–72). Münster: LIT Verlag.
- Gerlach, J., Methorst, R., Boenke, D. & Leven, J. (2008). Sinn und Unsinn von Shared Space - Zur Versachlichung einer populären Gestaltungsphilosophie [Teil 2]. *Straßenverkehrstechnik*, 3, 140-149. Zugriff am 21.05.2009. Verfügbar unter http://www.hsowl.de/fb3/fileadmin/stephan_rainer/Shared_Space/SVT_140-149.pdf.
- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Godley, S. T., Triggs T. J. & Fildes B. N. (2002). Driving simulator validation for speed research. *Accident Analysis & Prevention*, 34 (2), 589–600.
- Goldstein, E. B. (2001). *Wahrnehmungspsychologie: Eine Einführung* (2. Nachdr.). Heidelberg: Spektrum.
- Gonnermann, L. M.; Andersen, E. S.; Devlin, J. T.; Kempler, D. & Seidenberg, M. (1997). Double Dissociation of Semantic Categories in Alzheimer's Disease. *Brain and Language*, 57, 254–279
- Grabitz, H.-J. (1985). Die soziale Lerntheorie von Rotter. In Dieter Frey & Martin Irle (Hrsg.) *Theorie der Sozialpsychologie. Band II: Gruppen- und Lerntheorien* (S. 219-240). Bern: Verlag Hans Huber.
- Grehn, F. (2008). *Augenheilkunde* (30. Aufl., überarb. u. erw.) Berlin: Springer.
- Grime, G. (1987). *Handbook of road safety research*. London: Butterworth.
- Groeger, J. A. & Brown, I. D. (1989). Assessing one's own and others' driving ability: influences of sex, age, and experience. *Accident Analysis & Prevention*, 21 (2), 155-168.

- Grossman, M.; Koenig, P.; Kounios, J.; McMillan, C.; Work, M. & Moore, P. (2006). Category-specific effects in semantic memory: category-task interactions suggested by fMRI. *Neuroimage*, 30, 1003-1009
- Gruder, C. L. (1971). Determinants of social comparison choices. *Journal of Experimental Social Psychology*, 7, 473-489.
- Haglund, M. & Åberg, L. (2000). Speed choice in relation to speed limit and influences from other drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 3 (1), 39-51.
- Harruff, R. C., Avery, A. & Alter-Pandya, A. S. (1998). Analysis of circumstances and injuries 217 pedestrian traffic fatalities. *Accident Analysis & Prevention*, 30 (1), 11-20.
- Headey, B. & Wearing, A. (1988). The sense of relative superiority - Central to well being. *Social Indicators Research*, 20 (5), 497-516.
- Hebb, D. O. (1968). Concerning imagery. *Psychological Review*, 75 (6), 466-477.
- Heinrich, H. Ch. (1990). "Der Wolf kommt": Über Vertrauen in Gefahrenzeichen im Straßenverkehr. In W.-R. Nickel & W. Winkler (Hrsg.), *Fahrverhalten und Verkehrsumwelt. Psychologische Analysen im interdisziplinären Feld [Festschrift für Werner Winkler]* (S. 103-181). Köln: Verl. TÜV Rheinland.
- Herkner, W. (2004). *Lehrbuch Sozialpsychologie* (2., unveränd. Aufl., 2., Nachdr.). Bern: Huber.
- Herzberg, P. Y. (2003). Der Fragebogen zur Erfassung aggressiver Verhaltensweisen im Straßenverkehr (AViS). *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 24 (1), 45-55.
- Hicks, T.G. & Wierwille, W.W. (1979). Comparison of five mental workload assessment procedures in a moving-base driving simulator. *Human Factors*, 21, 129-143
- Higgins, E. T., Bargh, J. A. & Lombardi W. (1985). The nature of priming effects on categorization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 59-69.
- Hippius, K. & Joswig, U. (1999). Sensation seeking und Risikobereitschaft von Kraftfahrern. In B. Schlag (Hrsg.), *Empirische Verkehrspsychologie* (S. 91-110). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Höger, R., Seidenstücker, J. & Marquardt, N. (2005). Mental models and attentional processes in car driving. In L. Dorn Driver (Eds.) *Driver behaviour and training - Volume II* (443-450). Aldershot: Ashgate.
- Höger, R., Seidenstücker, J. & Marquardt, N. (2007). Neuer Ansatz zur Messung der visuellen Vorstellung von Verkehrsszenen. In K. F. Wender, S. Mecklenbräuker, G. D. Rey & T. Wehr (Hrsg.), *Beiträge zur 49. Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (S. 59). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Höger, R. & Seidenstücker, J. (2006). Gefahrenwahrnehmung im Straßenverkehr. In F. Lösel & D. Bender (Hrsg.), *45. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie: Humane Zukunft gestalten* (S. 143). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Höger, R. & Seidenstücker J. (2007). Driving and activation of mental concepts. *Advances in Transportation Studies an International Journal - 2007 Special Issue*, 91-96.
- Horberry, T., Anderson J. & Regan M. A. (2006). The possible safety benefits of enhanced road markings: a driving simulator evaluation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9 (1), 77-87.

- Houtenbos, M., Hagenziecker, M., Wieringa, P. & Hale, A. (2005). The role of expectations in interaction behaviour between car drivers. In G. Underwood (ed.), *Traffic & Transport Psychology. Theory and Application : Proceedings of the ICTTP 2004* (pp. 303-316). Amsterdam: Elsevier.
- Hughes, P. K. & Cole, B. L. (1986). What attracts attention when driving? *Ergonomics*, 29, 377-391.
- Hurrelmann, K. (1994). *Lebensphase Jugend. Eine Einführung in die sozialwissenschaftliche Jugendforschung*. Weinheim: Juventa Verlag.
- Jäger, D., Buß, R. & Stöhr, A. (2006). *Eye Robot - Implantierbare elektronische Sehhilfe für Blinde*. Universität Duisburg, Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik. Zugriff am 01.07.2009. Verfügbar unter <http://www.oe.uni-duisburg-essen.de/LatestNews/EyeRobot/>.
- Jamson, H. (1999). Curve negotiation in the Leeds Driving Simulator: a validation study. *Proceedings of the Driving Simulation Conference in Paris - 1999* (pp. 241-249). Paris, France, 07.-08. Juli 1999.
- Jäncke, L. & Lutz, K. (2005). Die funktionelle Kernspintomographie. In H. Heuer, F. Rösler & W.H. Tack (Hrsg.), *Methoden der Bildgebung in der Psychologie und den kognitiven Neurowissenschaften*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Johansson, G. & Backlund, F. (1970). Drivers and road signs. *Ergonomics*, 13, 749-759.
- Johnson, A. & Proctor, R. W. (2004). *Attention: Theory and practice*. London: Sage.
- Jungermann, H. & Slovic, P. (1993). Charakteristika individueller Risikowahrnehmung. In Bayerische Rück (Hrsg.), *Risiko ist ein Konstrukt* (S. 87-107). München: Knesebeck.
- Kaehlert, H. & Adler, M. (2004). *Vision Zero - Null Verkehrstote. Der Masterplan*. Bonn: Verkehrsclub Deutschland e.V. Zugriff am 11.09.2009. Verfügbar unter http://www.vcd.org/kampan/download/Masterplan_VZ.pdf.
- Kahnemann, D. (1973). *Attention and effort*. New York: Prentice-Hall.
- Kämpfe, B., Weller, G. & Schlag, B. (2004). Einfluss verschiedener Verkehrsweegegestaltungen auf die Verübung von Fahrfehlern. In B. Schlag (Hrsg.), *Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz* (S. 29-46). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Kanellaidis, G., Zervas, A. & Karagioules, V. (2000). Drivers' Risk Perception of Road Design Elements. *Human Factors*, 2 (1), 39-48.
- Karnath, H.O. & Thier, P. (2006). *Neuropsychologie* (2., akt. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer
- Kiesler, C.A. & Kiesler, S.B. (1969). *Conformity*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Kebeck, G. (1997). *Wahrnehmungstheorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie* (2. Aufl.). Weinheim: Juventa Verlag.
- Kellner, C & Hammer, V. (2005). Fahren in die „weiße Wand“. *DVR report - Fachmagazin für Verkehrssicherheit*, 3, 4-6. Zugriff am 24.09.2009. Verfügbar unter <http://www.dvr.de/download/dea76526-1292-4948-abb2-983b783f4d83.pdf?name=DVR-report%203/2005%20%281,3%20MB%29>.
- Kemeny, A. & Panerai, F. (2003). Evaluation perception in driving simulation experiments. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 31-37.

- Keuning Instituut & Senza Communicatie (2005). *Raum für alle - Neue Perspektiven zur Raumentwicklung*. Zugriff am 13.03.2009. Verfügbar unter http://www.shared-space.org/files/18445/SharedSpace_BRD.pdf.
- Kosslyn, S. M. (1973). Scanning visual images: Some structural implications. *Perception & Psychophysics*, 1 (14), 90-94.
- Kosslyn, S. M. (1987). Mental imagery. In G. Adelman (Ed.), *Encyclopedia of neuroscience* (pp. 521-522). Boston: Birkhauser.
- Kosslyn, S. M. (2005). Mental Images and the Brain. *Cognitive Neuropsychology*, 22 (3/4), 333-347.
- Koyuncu, M. & Amado, S. (2008). Effects of stimulus type, duration and location on priming of road signs: implications for driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11 (2), 108-125.
- Kroeber-Riel, W. & Weinberg, P. (1999). *Konsumentenverhalten* (Bd. 7., verb. und erg. Aufl.). München: Vahlen.
- Laarni, J. & Nyman G. (1997). Shape priming in a complex visual search task. *Vision Research*, 37 (18), 2561-2572.
- LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters in words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 371-379
- LaBerge, D. & Brownston, L. S. (1974). Control of visual processing by colour cueing. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 2, 417-418.
- Laeng, B. & Teodorescu, D.-S. (2002). Eye scanpaths during visual imagery reenact those of perception of the same visual scene. *Cognitive Science*, 26, 207-231.
- Lajunen, T., Parker, D. & Summala, H. (2004). The Manchester Driving Behaviour Questionnaire: a cross-cultural study. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (2), 231-238.
- Lamszus, H. (2002). Die Problematik junger Fahranfänger und Möglichkeiten zur Verringerung ihres hohen Unfallrisikos. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 48 (3), 121-125.
- Land, M. F. (1998). The visual control of steering. In L. R. Harris & H. Jenkins (Eds.), *Vision and Action*. (pp. 163-180). Cambridge: Cambridge University Press.
- Land, M. F. & Lee, D. N. (1994). Where we look when we steer. *Nature*, 369, 742-744.
- Langwieder, K. (1992). *Das Risiko der Fahranfänger - Erkenntnisse, Sachstand und künftige Ziele*. München: Verband der Schadenversicherer e.V.
- Larsen, L. (2004). Methods of multidisciplinary in-depth analyses of road traffic accidents. *Journal of Hazardous Materials*, 111, 115-122.
- Laughery, K. R. & Wogalter, M. S. (1997). Risk perception and warnings. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. (2nd ed.). New York: Wiley Interscience.
- Lew, H., Poole, J., Ha Lee, E., Jaffe, D., Huang, H. & Brodd, E. (2005). Predictive validity of driving-simulator assessments following traumatic brain injury: A preliminary study. *Brain Injury*, 19 (3), 177-188.
- Lewin I. (1982). Driver training: A perceptual-motor skill approach. *Ergonomics*, 25, 917-924.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (6. Aufl., Studienausg.). Weinheim: PVU.

- Linneweber, V. (1997). Aggression im Straßenverkehr: vier Vorschläge zur Optimierung eines sozialen Systems. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 43, 19-22.
- Lockwood, P. & Kunda Z. (1997). Superstars and me: Predicting the impact of role models on the self. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 91-103.
- Loftus, G. R., Nelson, W. W. & Kallman, J. J. (1983). Differential acquisition rates for different types of information from pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 187-198.
- Luczak, H. (1998). Arbeitswissenschaft (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Macdonald, W. A. & Hoffmann, E. R. (1991). Drivers' awareness of traffic sign information. *Ergonomics*, 34, 585-612.
- Mack, A. & Rock. I. (1998). Inattentional Blindness. *Journal of Mathematical Psychology*, 43, 165-171.
- Mackworth, N. H. & Morandi, A. J. (1967). The gaze selects informative details within pictures. *Perception & Psychophysics*, 2, 547-552.
- Mammar, S., Glaser, S. & Netto, M. (2006). Time to Line Crossing for Lane Departure Avoidance: A Theoretical Study and an Experimental Setting. *IEEE Transactions on intelligent transportation*, 7 (2), 226-241.
- Manstead, A. S. R., Parker, D., Stradling, S. G., Reason, J. T. & Baxter, J. S. (1992). Perceived consensus in estimates of the prevalence of driving errors and violations. *Journal of Applied Social Psychology*, 22 (7), 509-530.
- Martens, M. (2000). Assessing road sign perception: A methodological review. *Transportation Human Factors*, 2 (4), 347-357.
- Massie, D. L., Campbell, K. L. & Williams, A. F. (1995). Traffic accident involvement rates by driver age and gender. *Accident Analysis & Prevention*, 27 (1), 73-87.
- Masson, M. E. (1995). A distributed memory model of semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21 (1), 3-23.
- Mast, F. W. & Kosslyn, M. (2002). Eye movements during visual mental imagery. *Trends in Cognitive Science*, 6 (7), 271-272.
- McCormick, I. A., Walkey, F. H. & Green, D.E. (1986). Comparative perceptions of driver ability – a confirmation and expansion. *Accident Analysis & Prevention*, 18 (3), 205-208.
- McKenna, F. P., & Crick, J. L. (1994). *Hazard perception in drivers: A methodology for testing and training* [Department of Transport, Contractor Report TRL CR313]. Crowthorne, Berkshire: TRL Limited.
- McLean, J. & Shulman, G. L. (1978). On the construction and maintenance of expectancies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30, 441-454.
- McNamara, T. P. (1986). Mental representations of spatial relations. *Cognitive Psychology*, 18 (1), 87-121.
- Messick, D. M., Bloom, S., Boldizar, J. P. & Samuelson, C. D. (1985). Why we are fairer than others? *Journal of Experimental Social Psychology*, 21, 480-500.
- Meyer, D. E. & Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.

- Meyer-Goßner, L., Cierniak, J., Schwarz, O., Kleinknecht, T. & Meyer, K. (2008). *Strafprozessordnung. Gerichtsverfassungsgesetz, Nebengesetze und ergänzende Bestimmungen* [Beck'sche Kurz-Kommentare, 6] (51., neu bearb. Aufl.). München: Beck.
- Miller, D. T., & Prentice, D. A. (1996). The construction of social norms and standards. In E. T. Higgins & A. W. Kruglanski (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles* (pp. 799-829). New York: Guilford.
- Miller, J. & Stacey, M. (2006). *The driving instructor's handbook* (14th ed.). London, Philadelphia: Kogan Page.
- Milleville-Pennel, I., Jean-Michel, H. & Elise, J. (2007). The use of hazard road signs to improve the perception of severe bends. *Accident Analysis & Prevention*, 39 (4), 721-730.
- Milošević, S. & Gajić, R. (1986). Presentation factors and driver characteristics affecting road sign registration. *Ergonomics*, 29, 807-815.
- Milošević, S. & Milić, J. (1990). Speed perception in road curves. *Journal of Safety Research*, 21, 19-23.
- Mogford, R. (1997). Mental models and Situation Awareness in air traffic control. *International Journal of Aviation Psychology*, 7 (4), 331-341.
- Mourant, R. & Rockwell, T. (1970). Mapping eye-movement patterns to the visual scene in driving: An exploratory study. *Human Factors*, 12 (1), 81-87.
- Mourant, R. & Rockwell, T. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Human Factors*, 14 (4), 325-335.
- Mourant, R. & Sadhu, P. (2002) Evaluation of force feedback steering in a fixed based driving simulator. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society* (46th Annual Meeting, pp. 2202-2205). Retrieved July 3, 2009, from www1.coe.neu.edu/~mourant/mourant/Publications_files/ForceFeedbackHFES2002.pdf.
- Müller, H. J., & Von Mühlhagen, A. (2000). Probing distractor inhibition in visual search: Inhibition of return (IOR). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1591-1605.
- Mummendey, H.D. (2002). Selbstdarstellungstheorie. In Dieter Frey & Martin Irle (Hrsg.), *Theorien der Sozialpsychologie. Band III – Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitung* (2. Aufl.; S. 212-233). Bern: Verlag Hans Huber.
- Müsseler, J. (2000). Aufmerksamkeit. In Gerd Wenniger (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie: in fünf Bänden* (Bd. 1, A bis E, S. 154-156). Heidelberg: Spektrum.
- Mussweiler, T. (2003). Comparison processes in social judgment: Mechanisms and consequences. *Psychological Review*, 110, 472-489.
- Näätänen, R. & Summala, H. (1976). *Road user behavior and traffic accidents*. Amsterdam: North Holland Publishing Company.
- Nagayama, Y. (1978). Role of visual perception in driving. *IATSS Research*, 2, 64-73.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106 (3), 226-254.

- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology* (2nd printing). San Francisco: Freeman.
- Neisser, U. & Becklen, R. (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology*, 7, 480-494.
- Neisser, U., Aebli, H. & Born, R. (1979). *Kognition und Wirklichkeit: Prinzipien und Implikationen der kognitiven Psychologie* (1. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Neukum, A., Krüger, H.-P. & Schuller, J. (2001). Der Fahrer als Messinstrument für fahrdynamische Eigenschaften? In VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert* (S. 13–32). Düsseldorf: Hrsg.
- Neumann, O. (1987). Beyond capacity: A functional view of attention. In H. Heuer & A. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- New, J. Cosmides, L. & Tooby, J. (2007). Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (42), 16593-16603.
- Noton, D. & Stark, L. (1971). Scanpaths in eye movements during pattern perception. *Science*, 171, 308-311.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Olson, J. M., Roese, N. J. & Zanna, M. P. (1996). Expectancies. In E. T. Higgins (ed.), *Social psychology. Handbook of basic principles* (pp. 211-238). New York, NY: Guilford Press.
- Opwis, K. & Lüer, G. (1996). Modelle der Repräsentation von Wissen. In D. Albert & K.-H. Stapf (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Bd. 4, S. 353–431). Göttingen: Hogrefe.
- O'Regan, J. K. (1992). Solving the 'real' mysteries of visual perception: The world as an outside memory. *Canadian Journal of Psychology*, 46 (3), 461-488.
- O'Regan, J. K., Deubel, H., Clark, J. J. & Rensink, R. A. (2000). Picture changes during blinks: Looking without seeing and seeing without looking. *Visual Cognition*, 7 (1-3), 191-211.
- Orians, G. H. & Heerwagen, J. H. (1992). Evolved Responses to Landscapes. In J. H. Barkow, Cosmides L. & Tooby J. (Eds.), *The Adapted Mind* (pp. 555-579). New York: Oxford Press.
- Östlund, J., Peters, B., Thorslund, B., Engström, J., Markkula, G., Keinath, A., Horst, D., Juch, S., Mattes, S. & Foehl, U. (2005). *Driving performance assessment methods and metrics* (Projektbericht: AIDE IST-1-507674-IP)
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Parker, D., Manstead, A. S. R., Stradling, S. G., Reason, J. T. & Baxter J. S. (1992). Intention to commit driving violations: an application of the theory of planned behavior. *Journal of Applied Psychology*, 77 (1), 94–101.
- Parkes, A.M. (1991). *Data capture techniques for RTI usability evaluation*. In Commission of the European Communities (eds.), *Advanced telematics in road transport* (Proceedings of the DRIVE conference, pp. 1440-1456). Amsterdam: Elsevier.
- Perchonok, K. (1972). *Accident cause analysis*. Cornell Aeronautical Laboratory, Report No. ZM-5010-V-3.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.

- Posner, M. I., Nissen M. J. & Ogden W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick (Ed.), *Modes of perceiving and processing information* (pp. 137–157). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975). Facilitation and inhibition in the processing of signals. In P. M. A. Rabbit & S. Dornic (Eds.), *Attention and performance V* (pp. 669–682). London: Academic Press.
- Potter, M. C. (1975). Meaning in visual search. *Science*, 187 (4180), 965–966.
- Potter, M. C. & Faulconer B. A. (1975). Time to understand pictures and words. *Nature*, 253, 437–438.
- Potter, M. C., Staub, A., Rado, J. & O'Connor, D. H. (2002). Recognition memory for briefly presented pictures: The time course of rapid forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performances*, 28 (5), 1163–1175.
- Pringle, H. L., Irwin, D. E., Kramer, A. F. & Atchley, P. (2001). The role of attentional breadth in perceptual change detection. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 89–95.
- Quillian, M. R. (1966). *Semantic memory*. Cambridge, M.A.: Bolt, Beranak and Newman.
- Raithel, J. (1999). *Unfallursache: Jugendliches Risikoverhalten. Verkehrsgefährdung Jugendlicher, psycho-soziale Belastungen und Prävention*. Weinheim: Juventa Verlag.
- Reason, J. T., Manstead. A. S. R., Stradling, S. G., Baxter, J. S. & Campbell, K. A. (1990). Errors and violations on the road: A real distinction. *Ergonomics*, 33, 1315–1333.
- Recarte, M. A. & Nunes, L. M. (1996). Perception of speed in an automobile: estimation and perception. *Journal of Experimental Psychology*, 2 (4), 291–304.
- Reichart, G. (2001). *Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen* (als Ms. gedr.). Fortschritt-Berichte / VDIReihe 22, Mensch-Maschine-Systeme: Bd. 7. Düsseldorf: VDI-Verl.
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K. & Clark, J. J. (2000). On the failure to detect changes in scenes across brief interruptions. *Visual Cognition*, 7 (1–3), 127–145.
- Richter, B. (2005). *Ökologisch verantwortliches Mobilitätsverhalten als pädagogisches Ziel: Muss die gängige Verkehrserziehung erweitert werden?* Berlin: Tenea Verlag.
- Richter, S. & Schlag, B. (1999). Wahrnehmung und Interaktion von Kraftfahrern bei Nebel. In B. Schlag (Hrsg.), *Empirische Verkehrspsychologie* (S. 9–28). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Richter, S. & Schlag, B. (2000). *Psychologische Untersuchungen zu Nebelunfällen*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Roberts, D.E. (2003). *History of lenticular and related autostereoscopic Methods*. Hillsboro, MI: Leap technologies.
- Robinson, G., Erickson, D., Thurston, G. & Clark, R. (1972). Visual search by automobile drivers. *Human Factors* 14 (4), 315–323.
- Rötting, M. (1999). Typen und Parameter von Augenbewegungen. In Matthias Rötting & Katharina Seifert (Hrsg.), *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik* (1. Aufl.; S. S. 1–18). Sinzheim: Pro-Universitate-Verlag.
- Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behaviour. In L. Evans & R.C Schwing (eds.), *Human behaviour and traffic safety* (pp. 151–170). New York: Plenum Press.

- Salvatore, S. (1968). The estimation of vehicular velocity as a function of visual stimulation. *Human Factors*, 10 (1), 27–32.
- Sarter, N. & Woods, D. (1991). Situation awareness: A critical but ill-defined phenomenon. *International Journal of Aviation Psychology*, 1 (1), 45-57.
- Schafer, J. L. (1999). *NORM: Multiple imputation of multivariate continuous data under a normal model* (Version 2. Software für Windows 95/98/NT). Zugriff am 10.09.2008. Kostenloser Download verfügbar unter <http://www.stat.psu.edu/~jls/misoftwa.html>.
- Schafer, J. L. (2000). *Analysis of incomplete multivariate data* (1. ed., 1. CRC Press reprint.). Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Schäffer, R., Stapf, K. -H & Morlock, P. (1998). Risikoeinschätzung und Risikoverhalten in einer simulierten Straßenverkehrssituation. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 41 (4), 158-163.
- Schermelleh-Engel, K. (2004). *Mediatormodell und Pfadanalyse*. Universität Frankfurt. Zugriff am 12.10.2008. Verfügbar unter <http://user.uni-frankfurt.de/~kscherm/schermelleh/Mediatormodell.pdf>.
- Schifter, D. E. & Ajzen, I. (1985). Intention, perceived control, and weight loss: An application of the theory of planned behaviour. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49, 843-851.
- Schlag, B. & Heger, R. (2004). Ansätze der psychologisch fundierten Straßengestaltung. In B. Schlag (Hrsg.), *Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz* (S. 11–27). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Schmidt, R.F.; Lang, F. & Heckmann, M. (2007). *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie* (30. Aufl., überarb. u. erw.). Berlin: Springer.
- Schneider, W. (1995). *Wahrnehmung von Verkehrszeichen: Forschungsgemeinschaft Auto -Sicht-Sicherheit (Hefte 697)*. Bonn-Bad: Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau.
- Schnell, R., Hill, P. B & Esser, E. (2008). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (8., unveränd. Aufl.). München: Oldenbourg.
- Schweigert, M. (2003). *Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben*. Dissertation, TU München.
- Segal, S. (1967). The priming of association test responses: generalizing the phenomenon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 216-221.
- Seidenstücker, J. & Höger, R. (2006). Gefahrenrelevanz von Objekten im Straßenverkehr. In F. Lösel & D. Bender (Hrsg.), *45. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie: Humane Zukunft gestalten* (S. 331). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Seidenstücker, J. & Höger R. (2007). Aktivierung mentaler Konzepte beim Autofahren. In C. Herbert Antoni (Hrsg.), *Psychologie im Arbeitsleben: wissenschaftlich denken - praktisch handeln* (S. 188). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Seidenstücker, J. & Höger, R. (2008). Effects of preactivated mental representations on driving performance. In D. de Waard, F.O. Flemisch, B. Lorenz, H. Oberheid and K.A. Brookhuis (Eds.) *Human Factors for Assistance and Automation*, (pp. 130-139). Maastricht: Shaker Publishing.
- Seidenstücker, J., Marquardt, N. & Höger, R. (2007). Implizite Prozesse der Gefahrenwahrnehmung. In K. F. Wender, S. Mecklenbräuker, G. D. Rey & T. Wehr (Hrsg.), *Beiträge zur 49. Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (S. 53). Lengerich: Pabst Science Publishers.

- Seidenstücker, J.; Roidl, E. & Höger, R. (2009). Go Ahead – I will follow you! Social pull-factors in driving manoeuvres. In D. de Waard, J. Godthelp, F.L. Kooi, and K.A. Brookhuis (Eds.). *Human Factors, Security and Safety* (pp. 304-315). Maastricht: Shaker Publishing.
- Senju, A., Yaguchi K., Tojo Y. & Hasegawa T. (2003). Eye contact does not facilitate detection in children with autism. *Cognition*, 89, B43-51.
- Shepard, R. N. & Cooper, L. R. (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA
- Shinar, D., McDowell, E. D. & Rockwell, T. H. (1977). Eye movements in curve negotiation. *Human Factors*, 19 (1), 63–71.
- Simons, D. J. (2000a). Attentional capture and inattention blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (4), 147-155.
- Simons, D. J. (2000b). Current approaches to change blindness. *Visual Cognition*, 7, 1-16.
- Sivak, M., Soler., J. & Tränkle, U. (1989). Cross-cultural differences in driver self-assessment. *Accident Analysis & Prevention*, 21 (4), 371-375.
- Slovic, P., Fischhoff, B. & Lichtenstein, S. (1977). Accident probabilities and seat-belt usage: A psychological perspective. A psychological perspective. *Accident Analysis & Prevention*, 10, 281-295.
- SMI – Sensomotoric Instruments GmbH (2002). *iView X HED* (iV_X-HED2_Flyer_02619.cdr). Zugriff am 12.07.2009. Verfügbar unter <http://www.smivision.com/en/eye-gaze-tracking-systems/products/overview.html>
- Spacek, P. (1999). Spurverhalten und Unfallgeschehen in Kurven. *Straßenverkehrstechnik*, 2, 68-75.
- Sperber, R. D., McCauley, C., Ragain, R. D. & Weil, C. M. (1979). Semantic priming effects on picture and word processing. *Memory and Cognition*, 7, 339–345.
- Sprenger, A., Schneider, W. & Derkum, H. (1999). Traffic signs, visibility and recognition. In A. G. Gale, I. D. Brown, C. M. Haslegrave & S. P. Taylor (eds.), *Vision in vehicles VIII. [international conference, Marseilles, September 1997]* (pp. 421–425). Amsterdam: Elsevier.
- Stark, L. & Ellis, S. R. (1981). Scan path revisited: Cognitive models direct active looking. In D. F. Fischer, R. A. Monty & J. W. Senders (eds.), *Eye movements: Cognitive and visual perception* (pp. 426–433). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (2006). *Verkehr in Deutschland 2006*. Wiesbaden: Autor. Zugriff am 1.6.2009. Verfügbar unter <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1019192>.
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (2009). *Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2008*. Zugriff am 03.12.2009. Verfügbar unter http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2009/Unfallgeschehen/begleitheft__Unfallgeschehen,property=file.pdf.
- Storms, L. H. (1958). Apparent backward association: A situational effect. *Journal of Experimental Psychology*, 55 (4), 390-395.
- Straßenverkehrs-Ordnung* (2008). 10., Aufl. München: Beck C. H.
- Stutts, J. C., Reinfurt, D. W., Staplin, L. & Rodgman, E. A. (2001). *The role of drivers distraction in traffic crashes*. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.

- Summala, H. & Hietamäki, J. (1984). Drivers immediate responses to traffic signs. *Ergonomics* (27), 205-216.
- Svenson, O. (1981). Are we all less risky and more skillful than our fellow drivers? *Acta Psychologica*, 47 (2), 143-148.
- Tetlock, P.E. & Manstead, A.S.R. (1985). Impression management versus intrapsychic explanations in social psychology: A useful dichotomy? *Psychological Review*, 92, 59-77.
- Theeuwes, J. (1995). Visuelles Orientierungsverhalten an Kreuzungen. Auswertung von Augenbewegungen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 41 (4), 151-156.
- Theeuwes, J. & Godthelp H. (1995). Self-explaining roads. *Safety Science*, 19 (2-3), 217-225.
- Theeuwes, J. & Hagenzieker, M. P. (1993). Visual search of traffic scenes: On the effect of location expectations. In A. G. Gale (ed.), *Vision in vehicles - IV* (pp.149-158). Amsterdam: North-Holland.
- Thibaut, J.W. & Kelley, H.H. (1986). *The social psychology of groups*. New York: Wiley.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 37A, 571-590.
- Tipper, S. P., Weaver, B., Cameron, S., & Brehaut, J. C. (1991). Inhibitory mechanisms of attention in identification and localization tasks: Time course and disruption. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 681- 692.
- Tipper, S. P., Weaver, B., Jerreat, L. M., & Burak, A. L. (1994). Object-based and environment-based inhibition of return of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 478-499.
- Tomaske, W. & Fortmüller, T. (2001). Der Einfluss von Wahrnehmungsschwellen auf die Auslegung von Bewegungssystemen in der Fahrsimulation. In K.-P. Gärtner & M. Grandt (Hrsg.), *Human Factors bei der Entwicklung von Fahrzeugen* (Anhang 1 zum DGLR-Bericht 2001-06). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Traffic Signs Manual. (1986). *Warning Signs* (Chapter 4). London: The Stationary Office.
- Treat, J. R., Tumbas, N. S., McDonald, S. T., Shinar, D., Hume, R. D., Mayer, R. E., Stanisfer, R. L. & Castillan, N. J. (1977). Tri-level study of the causes of traffic accidents. *Report No.*, DOT-HS-034-3-535-77. Indiana University.
- Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performances*, 8 (2), 194-214.
- Tsal, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 523-530.
- Uhr, M.B.F, Felix, D., Williams, B. J., & Krueger, H. (2003). Comparison of the emotional response between real world environment and simulation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 47th Annual Meeting - 2003*, 2142 - 2146
- Underwood, G. & Everatt, J. (1996). Automatische und gesteuerte Informationsverarbeitung: Die Rolle der Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung des Neuen. In O. Neumann & A. F. Sanders (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Bd. 2, S. 268-331). Göttingen: Hogrefe.

- Underwood, G., Chapman, P., Berger, Z. & Crundall, D. (2003). Driving experience, attentional focusing, and the recall of recently inspected events. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6 (4), 289-304.
- Underwood, G., Chapman, P., Bowden, K. & Crundall, D. (2002a). Visual search while driving: Skill and awareness during inspection of the scene. *Transportation Research – Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 2, 87-97.
- Underwood, G., Crundall, D. & Chapman, P. (2002b). Selective searching while driving: the role of experience in hazard detection and general surveillance. *Ergonomics*, 45 (1), 1-12.
- Underwood, G. (2005). *Cognitive processes in eye guidance*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Underwood, G. (1998). *Eye guidance in reading and scene perception* (1. ed). Amsterdam: Elsevier.
- van Houten, R., Nau, P. & Marini, Z. (1980). An analysis of public posting in reducing speeding behavior on an urban highway. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13 (3), 383–395.
- VanWinsum, W. V. & Godthelp, H. (1996). Speed choice and steering behavior in curve driving. *Human Factors*, 38 (3), 434-441.
- Velden, M. (1982). *Die Signalentdeckungstheorie in der Psychologie*. Stuttgart: Kohlhammer
- Velichkovsky, B. M., Sprenger A. & Unema, P. (1997). Towards gaze-mediated interaction: Collecting solutions of the “Midas touch problem”. In S. Howard, J. Hammond & G. Lindgaard (eds.), *Human-Computer Interactions: INTERACT’97 (Sydney, July 14–18th)*. London: Chapman & Hall.
- Velichkovsky, B., Rothert, A., Miniotas, D., Dornhoefer, S., Joos, M. & Pannasch, S. (2003). Visual Fixations as a Rapid Indicator of Hazard Perception. In G. R. J. Hockey, A.W. K. Gaillard & O. Burov, (eds.), *Operator functional state. The assessment and prediction of human performance degradation in complex tasks* (NATO science series 1, Life and behavioural sciences, pp. 313–321). Amsterdam: IOS Press.
- Vorndran, I. (2008). *Unfallgeschehen im Straßenverkehr 2007: Mehr Unfälle, weniger Todesopfer*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Zugriff am 01.10.2009. Verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/Verkehr/UnfallgeschehenStrassenverkehr2007,property=file.pdf>.
- Walter, K. (2006). *Verkehr in Deutschland 2006*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Zugriff am 01.06.2009. Verfügbar unter <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1019192>.
- Walton, D. & Bathurst, J. (1998). An exploration of the perceptions of the average driver’s speed compared to perceived driver safety and driving skill. *Accident Analysis & Prevention*, 30 (6), 821–830.
- Warren, C. & Morton, J. (1982). The effects of priming on picture recognition. *British Journal of Psychology*, 73, 117-129.
- Weller, G., Schlag, B., Friedel, T. & Rammin, C. (2008). Behaviourally relevant road categorisation: A step towards selfexplaining rural roads. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (4), 1581-1588.
- Whitlock, F. A. (1971). *Death on the Road: A Study in Social Violence*. London: Tavistock Publications.

- Wilde, G. J. S. (1998). Two Challenges to Drivers Education: Improvement of Risk Perception and Reduction of Risk Acceptance. In G. Kebeck U. Tränkle U. Schulze (Hrsg.), *Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse beim Führen eines Kraftfahrzeugs* (S. 15–40). Münster: LIT Verlag.
- Yan, X., Abdel-Aty, M., Radwan, E., Wang, X. & Chilakapati, P. (2008). Validating a driving simulator using surrogate safety measures. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (1), 274-288.
- Yantis, S. (1998). Control of visual attention. In H. Pashler (ed.) *Attention* (pp. 223-256). East Sussex: Psychology Press.
- Yantis, S. (1988). On analog movements of visual attention. *Perception & Psychophysics* , 43, 203–206.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.
- Yeung, N. C. Y. & von Hippel, C. (2008). Stereotype threat increases the likelihood that female drivers in a simulator run over jaywalkers. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (2), 667-674.
- Zaidel, D. M. (1992). A modeling perspective on the culture of driving. *Accident Analysis & Prevention*, 24 (6), 585-597.
- Zikovitz, D.C. & Harris, L.R. (1999). Head tilt during driving. *Ergonomics*, 42 (5), 740–746.
- Zimbardo, P. G., Gerrig, R. J. & Hoppe-Graff, S. (2003). *Psychologie: Mit 70 Tabellen* (7., neu übers. und bearb. Aufl., Nachdr.). Berlin: Springer.
- Zimolong, B. (1982). Verkehrskonflikttechnik - Grundlagen und Anwendungsbeispiele. *Unfall- und Sicherheitsforschung, Straßenverkehr*, 35, 19 - 36
- Zuckerman, M. (1979). *Sensation seeking: Beyond the optimal level of arousal*. Hillsdale, NJ.: Erlbaum.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zwahlen, H. T. & Schnell T. (1998). Driver eye scanning behaviour when reading symbolic warning signs. In A. G Gale (ed.), *Vision in vehicles VI*. (1st ed., pp. 3-11) Amsterdam: North Holland.

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1: Fragebögen	XXXVI
1A Persönliche Daten und Fahrerfahrung	
1B Erfahrungen im Umgang mit Computerspielen	
1C Fragen zum Fahrsimulationsexperiment (nach Versuchsende)	
Anhang 2: Instruktionen zur Fahrsimulation	XLI
2A Lenkraderläuterung	
2B bungsstreckenerläuterung	
Anhang 3: Gefahrzeichen	XLIII
3A Wortlaut der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO, 2009)	
3B Verwendete Gefahrenzeichen in Experiment I	
3C Verwendetes Gefahrenzeichen in Experiment II	
Anhang 4: Übersicht zur Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV)	XLIV
4A Operationalisierung der AV in Experiment I	
4B Operationalisierung der AV in Experiment II	
Anhang 5: Autorenvita und Veröffentlichungen (Auswahl)	XLVII

Anhang 1: Fragebögen

Hinweise zum Ausfüllen der Fragebögen:

Vielen Dank, dass Sie an dieser verkehrspsychologischen Studie teilnehmen. Bitte füllen Sie den Fragebogen so aus, dass dieser am ehesten Ihre Meinung widerspiegelt. Denken Sie bitte daran, dass es keine richtigen oder falschen Antworten gibt, sondern ausschließlich Ihr Standpunkt von Interesse ist. Ihre Daten werden natürlich streng anonym behandelt. Je ehrlicher Sie antworten, desto mehr kann diese Untersuchung dazu beitragen, die Verkehrssicherheit in Deutschland zu erhöhen.

1A Persönliche Daten und Fahrerfahrung

1. **Wie alt sind Sie?** _____ Jahre
2. **Geschlecht?** männlich weiblich
3. **Schulabschluss**
 Hauptschule Realschule Abitur (Fach) Hochschule
4. **Welchen Beruf üben Sie zurzeit aus?**

5. **Besitzen Sie einen Führerschein?**
 Ja, und zwar seit ____ Jahren Nein
6. **Steht Ihnen ein PKW zur Verfügung?**
 Ja Nein
 - a) **Wenn ja, sind Sie Besitzer dieses Fahrzeugs?**
 Ja Nein
 - b) **Wie hoch ist die PS-Stärke des von Ihnen meistens benutzten Fahrzeugs?**
 bis 59 PS 60 - 79 PS 80 – 99 PS 100 – 119 PS
 über 120 PS keine Ahnung
7. **Wie viele Kilometer fahren Sie schätzungsweise zurzeit pro Jahr?**
 _____ Kilometer
8. **Wie viele Kilometer sind Sie schätzungsweise seit dem Führerscheinwerb gefahren ?**
 _____ Kilometer

9. Wie häufig benutzen Sie ein Auto ?

- täglich mehrmals die Woche wöchentlich
 mehrmals pro Monat seltener nie

10. Bitte schätzen sie mit wie vielen verschiedenen motorisierten Fahrzeugen Sie bereits selbst gefahren sind!

_____ (Anzahl der verschiedenen Fahrzeuge)

11. Zu welchem Zweck benutzen sie größtenteils ein Fahrzeug? Bitte geben Sie an, bei wie viel Prozent ihrer Gesamtfahrleistung es sich um Dienstfahrten (bezieht sich auf Fahrten zur Arbeit oder Uni bzw. zu anderen geschäftlichen Terminen) bzw. Freizeitfahrten (bezieht sich auf Einkaufs-, Erledigungs-, Wochenend- oder Urlaubsfahrten) handelt!

Dienstfahrt / Freizeitfahrt = 100 %

12. Bezogen auf Ihren derzeitigen ‚Fahreralltag‘: Wie viele Prozent nehmen Fahrten in der Stadt, auf der Landstraße, auf der Autobahn schätzungsweise ein ?

Stadt / Landstraße / Autobahn = 100 %

13. Mit welchem Fahrzeugtypen haben Sie Erfahrung ?

- PKW LKW Motorrad
 Fahrrad / Moped Andere

14. Haben Sie bereits Erfahrung mit Fahrzeugen mit Automatikgetriebe?

- Ja Nein

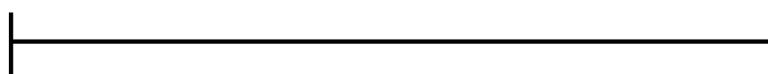
15. Was ist ihre persönliche „Wohlfühlgeschwindigkeit“ ?

auf Landstraßen _____ km / h

auf Autobahnen _____ km / h

16. Was ist ihre persönlich gefahrene Höchstgeschwindigkeit ?

_____ km / h

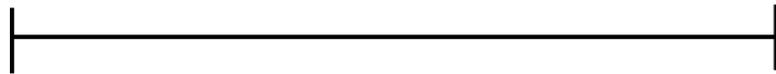
17. Wie gerne fahren Sie Auto *?

sehr gern

gar nicht gern

(* Bitte markieren Sie den Punkt Ihrer subjektiven Empfindung durch einen vertikalen Strich auf der Linie)

18. **Wie würden Sie sich generell bezüglich Ihrer Fahrerfahrung einschätzen?**



sehr erfahren

unerfahren

19. **Fahren Sie besser als der durchschnittliche Autofahrer?**



besser

schlechter

20. **An wie vielen Unfällen sind Sie bisher beteiligt gewesen?**

_____ Unfälle (davon mit Personenschaden: _____ Unfälle)

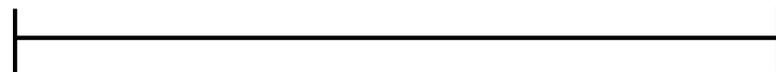
21. **An wie vielen davon schuldhaft?**

_____ Unfälle

22. **Wie viele Strafpunkte haben Sie im Verkehrszentralregister des Kraftfahrtbundesamtes?**

_____ Punkte in Flensburg

23. **Augenblicklich fühle ich mich:**



wach und ausgeruht

sehr müde

24. Ich fluche oft beim Autofahren.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
25. Fahren mit fremden Autos bereitet mir Unbehagen.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
26. Wenn sich die Möglichkeit bietet, andere Autofahrer zu überholen, nutze ich diese.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
27. Ein gewisser Nervenkitzel gehört für mich zum Autofahren dazu.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
28. Auf Landstraßen behindern mich oft Autofahrer, die zu langsam fahren.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
29. Hohes Verkehrsaufkommen verunsichert mich.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr
30. Wenn ich mit unbekanntem Fahrzeugen fahre, fühle ich mich unsicher.	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr

31. **Wenn ich noch fahren muss, trinke ich höchstens XY Einheiten** Alkohol:**

0	1-2	3-4	5-6	Mehr als 6
---	-----	-----	-----	------------

(** Eine Einheit Alkohol entspricht 250ml Bier oder 100ml Wein oder 25 ml Schnaps)

1B Erfahrungen im Umgang mit Computerspielen:

32. Sind Sie schon einmal mit einem Fahrsimulator gefahren ?

- Ja Nein

33. Spielen Sie Computerspiele ?

- Ja Nein (wenn nein, weiter mit Frage 35)

a) Wie häufig spielen Sie am Computer?

- täglich mehrmals die Woche wöchentlich
 mehrmals pro Monat seltener

b) Spielen Sie Computer - Rennspiele ?

- Ja Nein

c) Wenn ja, an welchem Gerät ?

- PC bzw. Apple Konsole (wenn ja, welche
.....)

d) Welche Rennspiele spielen Sie?

.....

e) Besitzen Sie ein Lenkrad für Rennspiele?

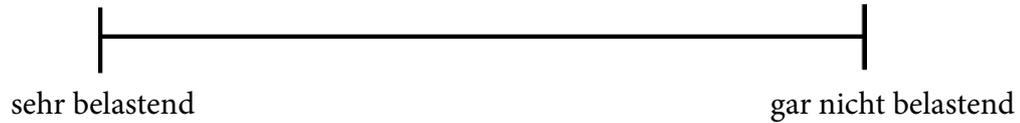
- Habe aktuell ein Lenkrad Ich hatte mal eines Ich habe noch nie eines besessen

34. Falls Sie aktuell keine Rennspiele spielen, haben Sie dies in der Vergangenheit getan ?

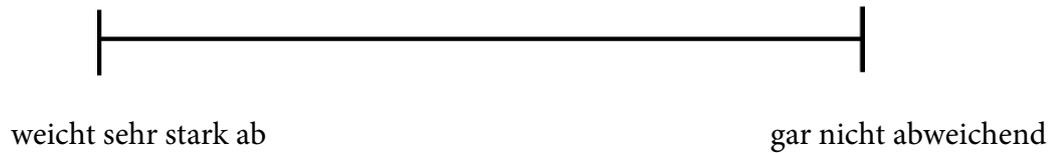
- Ja Nein

1C Fragen zum Fahrsimulationsexperiment (nach Versuchsende):

35. Haben Sie die Fahrt im Fahrsimulator als belastend empfunden ?



36. Glauben Sie, dass sich ihr Fahrverhalten im Simulator von Ihrem tatsächlichen Fahrverhalten abweicht ?



37. Haben Sie den Apparat zur Registrierung der Blickbewegung als störend empfunden ?

Ja Nein

a) Hat der Apparat zur Registrierung der Blickbewegung ihre Sicht beeinträchtigt ?

Ja Nein

b) Wenn ja, in welcher Weise?

.....

c) Glauben Sie, dass Sie ohne diesen Apparat manche Verkehrsszenen der Fahrsimulation anders angeschaut hätten ?

Ja Nein

Anhang 2: Instruktionen zur Fahrsimulation

2A Lenkraderläuterung

Wir begrüßen Sie zu dieser Untersuchung und möchten uns schon einmal recht herzlich für Ihre Teilnahme bedanken. Zunächst würde ich Sie bitten diesen Fragebogen auszufüllen. Ihre Daten werden dabei natürlich anonym behandelt. Falls Sie Fragen zur Beantwortung haben, stehe ich ihnen jederzeit zur Verfügung.

(Hinweis an Versuchsleiter: Nach Ausfüllen des Fragebogens Probanden zur Sitzkiste geleiten.)

Bevor wir mit der Simulationsfahrt beginnen, möchten wir Sie mit der Handhabung des Lenkrads vertraut machen. Bitte beachten Sie nun das Lenkrad mit den verschiedenen Funktionstasten. Die Knöpfe sind mit unterschiedlichen Funktionen belegt.

Die linke obere Taste ist der Blinker nach links. Die rechte obere Taste ist der Blinker nach rechts. Die rechte untere Taste ist die Hupe. Die linke untere Taste ist der Rückwärtsgang. Da es sich hier um ein Automatikgetriebe handelt, müssen Sie nicht schalten. Den Rückwärtsgang können Sie erst einlegen, wenn der Wagen vollständig zum Stehen gekommen ist. Zu Ihren Füßen befinden sich rechts das Gaspedal und links die Bremse. Wie üblich für ein Automatikgetriebe gibt es kein Kupplungspedal. Bitte bedienen Sie kurz einmal alle Tasten, um sich mit der Handhabung vertraut zu machen. Hinter dem Lenkrad befinden sich zwei weitere Schwiippschalter. Zu ihrer Bedienung müssen Sie den jeweiligen Hebel zu sich heranziehen. Probieren Sie es nun einmal aus. Sie werden sehen, dass Sie dadurch einen linken bzw. rechten Schulterblick machen. Dieser Schulterblick wird Ihnen beim Abbiegen ein erweitertes Sichtfeld bieten.

Bitte prägen Sie sich diese wichtigen Handhabungen ein, denn Sie müssen während der Fahrt mit den Lenkrad- und Pedalfunktionen umgehen können.

Schließen Sie nun bitte Ihren Sicherheitsgurt.

Noch ein letzter, wichtiger Hinweis: bitte beachten Sie jederzeit die Straßenverkehrsordnung und versuchen Sie sich in die Rolle eines Autofahrers in der jeweiligen Situation hineinzusetzen.

Viel Spaß!

2B Übungsstreckenerläuterung

Schön, Sie haben soweit alles verstanden. Nachdem Sie mit der Handhabung der Geräte vertraut wurden, sind Sie nun soweit den Übungsparcours zu fahren.

Auf der nun folgenden Strecke müssen Sie Ihr Wissen über die Funktionsweise des Lenkrades in einem Übungsszenario anwenden. Wenn die Simulation startet, läuft ihr Motor bereits und Sie müssen zum Starten also nur noch Gas geben. Bitte folgen Sie mit einer angemessenen Geschwindigkeit dem Straßenverlauf.

Bitte denken Sie daran, dass Sie in dieser Übungsphase jederzeit Zwischenfragen stellen oder den Versuch unterbrechen können.

Trainingsszene 1: Bei dieser Szene wurde ein großflächiger und leerer Parkplatz präsentiert, auf dem sich mit den grundsätzlichen Fahrsimulationsfunktionen vertraut gemacht werden sollte. Bitte halten Sie sich zunächst rechts an der Begrenzung und fahren Sie angemessen schnell (ca. 60 km/h). (*Hinweis an Versuchsleiter: an relevanter Stelle den Probanden darauf hinweisen Slalom entlang der Pylonen zu fahren und anschließend durch das Ziel zu fahren.*)

Haben sie noch Fragen zur Szenen oder der Handhabung der Instrumente. Bitte lassen Sie mich wissen, wenn sie die Szene wiederholen möchten?

Trainingsszene 2: In der folgenden Szene werden Sie eine kurvige Landstraßenfahrt passieren. Bitte fahren Sie mit einer angemessenen Geschwindigkeit (ca. 90 km/h)

Haben sie noch Fragen zur Szenen oder der Handhabung der Instrumente. Bitte lassen Sie mich wissen, wenn sie die Szene wiederholen möchten?

Trainingsszene 3: In diesem letzten Trainingsabschnitt werden Sie mit einem dichten Innenstadtverkehr konfrontiert. Bitte folgen sie dem Verlauf der Vorfahrtsstraße bis weitere Instruktionen folgen. (*Hinweis an Versuchsleiter: an relevanter Stelle den Probanden darauf hinweisen, an der nächsten Ampel links abzubiegen*)

Haben sie noch Fragen zur Szenen oder der Handhabung der Instrumente. Bitte lassen Sie mich wissen, wenn sie die Szene wiederholen möchten?

Anhang 3: Gefahrzeichen

3A Wortlaut der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO, 2009)

§ 40 Gefahrzeichen, Abs. 1: Gefahrzeichen mahnen zu erhöhter Aufmerksamkeit, insbesondere zur Verringerung der Geschwindigkeit im Hinblick auf eine Gefahrensituation.

3B Verwendete Gefahrenzeichen in Experiment I

Szene 1

Statisches Priming durch das Gefahrenschild „Kraftomnibusse“ (offizielle Nummerierung laut StVO: 145) an Position 1336m in Szene 1.



Szene 2

Statisches Priming durch das Gefahrenschild „Kinder“ (offizielle Nummerierung laut StVO: 136) an Position 3070m in Szene 2. Dieses Gefahrenschild wird im Verlauf des Textes auch als Schild „Achtung! Spielende Kinder!“ bezeichnet.



3C Verwendetes Gefahrenzeichen in Experiment II

Statisches Priming durch das Gefahrenschild „Kurve (links)“ (offizielle Nummerierung laut StVO: 104) an Position 2234m in Experiment II.

Dieses Gefahrenschild wird im Verlauf des Textes auch als Schild „Achtung! Kurve!“ oder „Kurvenwarnschild“ bezeichnet.



Anhang 4: Übersicht zur Operationalisierung der abhängigen Variablen (AV)

4A Operationalisierung der AV in Experiment I

Variablen-nummerierung	Kurzbezeichnung der AV	Beschreibung der AV
Variable 1	<i>I_1_Crash</i>	Unfallvariable definiert als Kollision mit Fußgänger der Straße kreuzt.
Variable 2	<i>I_2_Speed</i>	Geschwindigkeit bei Erkennungsmoment in km/h*
Variable 3	<i>I_3_Detekt_ms</i>	Distanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und subjektivem Erkennen in Millisekunden*
Variable 4	<i>I_4_Detekt_m</i>	Distanz zwischen objektivem Auftreten des kritischen Reizes und subjektivem Erkennen in Metern*
Variable 5	<i>I_5_Reakt_ms</i>	Reaktionsgeschwindigkeit, d.h. der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Reizes bis zum ersten Bremsen in Millisekunden*
Variable 6	<i>I_6_Reakt_m</i>	Reaktionsgeschwindigkeit, d.h. der Gesamtprozess vom Erkennen des kritischen Stimulus bis zum ersten Bremsen in Metern*
Variable 7	<i>I_7_Brake_m</i>	Reaktionsdistanz zwischen Auftauchen des kritischen Stimulus und Beginn des Bremsvorgangs in Metern
Variable 8	<i>I_8_Fix</i>	Fixationsdauer bezüglich der relevanten Verkehrsobjekte in Millisekunden
Variable 9	<i>I_9_FixNr</i>	Fixationshäufigkeit bezüglich der relevanten Verkehrsobjekte

4B Operationalisierung der AV in Experiment II

Variablen-nummerierung	Kurzbezeichnung der Variable	Beschreibung der Variable
Variable 1	<i>II_1_Crash</i>	potentieller Unfall als Spurüberschreitung von Mittellinie oder Seitenstreifen
Variable 2	<i>II_2_Spur</i>	Spurtypen in den Ausprägungen Normalverhalten, Hinaustragen und Schneiden
Variable 3	<i>II_3_SDLP</i>	Standardabweichung der lateralen Position für die gesamte Kurve, d.h. vom Streckenabschnitt 2382m bis 2516m
Variable 4	<i>II_4_Speed2375</i>	gemittelte Fahrgeschwindigkeit vor Kurvenbeginn im Streckenabschnitt 2250m bis 2375m
Variable 5	<i>II_5_Speed2426</i>	gemittelte Geschwindigkeit im Kurveneingangsbereich bis zur Messposition 2426m

Anhang 5: Autorenvita

Jessica Seidenstücker, Jahrgang 1981, arbeitet im Bereich der Ingenieur- und Verkehrspsychologie mit dem Interessensfokus auf quantitative Forschungsmethoden (u.a. Blickbewegungsanalyse, Fahrsimulation). Nach ihrem Studium der Wirtschaftspsychologie in Lüneburg und Vigo (Spanien) forschte sie bei der *Aerospace Psychology Research Group* in Dublin. Anschließend wurde sie Projektleiterin und Doktorandin am *Institut für experimentelle Wirtschaftspsychologie* der Leuphana Universität Lüneburg, sowie Promotionsstipendiatin der *Studienstiftung der Deutschen Wirtschaft*. Heute lebt die Autorin in Hamburg und arbeitet freiberuflich u.a. für den *Deutschen Verkehrssicherheitsrat (DVR)*.

Veröffentlichungen (Auswahl)

- Seidenstücker, J.; Roidl, E. & Höger, R. (2009). *Go Ahead – I will follow you! Social pull-factors in driving manoeuvres*. In D. de Waard, J. Godthelp, F.L. Kooi, and K.A. Brookhuis (Eds.) *Human Factors, Security and Safety*, pp. 305-316. Maastricht: Shaker Publishing.
- Seidenstücker, J. & Höger, R. (2008). *Effects of preactivated mental representations on driving performance*. In D. de Waard, F.O. Flemisch, B. Lorenz, H. Oberheid and K.A. Brookhuis (Eds.) *Human Factors for Assistance and Automation*, pp. 130-139. Maastricht: Shaker Publishing.
- Höger, R. & Seidenstücker, J. (2007). *Driving and activation of mental concepts*, *Advances in Transportation Studies an international Journal – 2007 Special Issue*, pp. 91-96.
- Höger, R.; Seidenstücker, J. & Marquardt, N. (2005). *Mental models and attentional processes in car driving*. In L. Dorn Driver (Eds.) *Driver behaviour and training – Volume II*, pp. 443-450. Aldershot: Ashgate.

