
Ablenkung durch verbale Kommunikation beim Fahren
in seinen verschiedenen Variationen

Von der Fakultät für Lebenswissenschaften
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

genehmigte

D i s s e r t a t i o n

von Jannette Maciej
aus Braunschweig

1. Referentin oder Referent:
2. Referentin oder Referent:
eingereicht am:
mündliche Prüfung (Disputation) am:

Professor Dr. Mark Vollrath
Professorin Dr. Simone Kauffeld
25.11.2011
16.03.2012

Druckjahr 2012

Vorveröffentlichungen der Dissertation

Teilergebnisse aus dieser Arbeit wurden mit Genehmigung der Fakultät für Lebenswissenschaften, vertreten durch den Mentor der Arbeit, in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

Publikationen

- Maciej, J., Nitsch, M. & Vollrath, M. (2011). Conversing while driving: The importance of visual information for conversation modulation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol 14 (6), 512-524.
- Maciej, J. & Vollrath, M. (2009). Comparison of manual vs. speech-based interaction with in-vehicle information systems. *Accident Analysis and Prevention*, Vol 41, 924–930.

Tagungsbeiträge

- Maciej, J., Dücker, S., Vollrath, M. (2010). *Fahr nicht so fröhlich, das ist gefährlich! Emotionale Gespräche während der Fahrt*. 52. Tagung experimentell arbeitender Psychologen (Teap), Saarbrücken.
- Maciej, J., Vollrath, M. (2010). *Vergleich von Beifahrer- vs. Telefongesprächen während der Fahrt*. 4. Nachwuchsworkshop der Fachgruppe Verkehrspsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Würzburg.
- Maciej, J., Vollrath, M. (2009). *Vergleich von Beifahrer- vs. Telefongesprächen während der Fahrt*. 3. Nachwuchsworkshop der Fachgruppe Verkehrspsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Leipzig.
- Maciej, J., Vollrath, M. (2008). *Sicheres Fahren durch Sprachbedienung*. 2. Nachwuchsworkshop der Fachgruppe Verkehrspsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Dresden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung	11
Abstract.....	13
1. Einleitung.....	15
2. Vorteile und Grenzen sprachlicher Bedienung beim Fahren.....	23
2.1. Hintergrund und Fragestellung	23
2.1.1. Empirische Befundlage zur allgemeinen Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten	24
2.1.2. Empirische Befundlage zur Ablenkung durch IVIS	39
2.1.3. Theoretische Grundlage: Das Multiple Ressourcen Modell.....	46
2.1.4. Empirische Befundlage zu sprachbasierter Mensch-Maschine-Interaktion	57
2.1.5. Abgeleitete Fragestellung.....	65
2.2. Methode	66
2.2.1. Fahraufgabe	66
2.2.2. Nebenaufgaben	67
2.2.3. Abhängigen Variablen.....	69
2.2.4. Probanden	70
2.2.5. Versuchsdesign	71
2.2.6. Versuchsdurchführung.....	71
2.3. Ergebnisse.....	72
2.4. Diskussion	81
2.5. Methodenkritik.....	83
3. Gibt es Unterschiede zwischen Telefon- und Beifahrergesprächen beim Fahren?	85
3.1. Hintergrund und Fragestellung	85
3.1.1. Empirische Befunde zum Telefonieren am Steuer.....	86
3.1.2. Konkrete Auswirkungen des Telefonierens auf das Fahrverhalten	96
3.1.3. Empirische Befunde zum veränderten Unfallrisiko durch die Anwesenheit von Beifahrern	97
3.1.4. Empirische Befunde zur Hypothese der Gesprächsmodulation.....	105
3.1.5. Kritik an den bisherigen Studien und abgeleitete Fragestellung.....	115
3.2. Methode	116
3.2.1. Fahraufgabe	116

3.2.2.	Nebenaufgaben.....	117
3.2.3.	Abhängige Variablen	118
3.2.4.	Probanden.....	120
3.2.5.	Versuchsdesign.....	121
3.2.6.	Versuchsdurchführung	121
3.3.	Ergebnisse	122
3.3.1.	Fahrvariablen.....	122
3.3.2.	Dialogvariablen.....	122
3.3.3.	Gesprächsvariablen des Fahrers	125
3.3.4.	Gesprächsvariablen des Partners	128
3.3.5.	Subjektive Evaluation	132
3.4.	Diskussion.....	134
3.5.	Methodenkritik	138
4.	Wie wirken sich emotionale Gespräche auf das Fahrverhalten aus? Lenken sie den Fahrer stärker ab?	140
4.1.	Hintergrund und Fragestellung	140
4.2.	Methode.....	143
4.2.1.	Fahraufgabe	143
4.2.2.	Nebenaufgaben.....	143
4.2.3.	Abhängige Variablen	144
4.2.4.	Probanden.....	145
4.2.5.	Versuchsdesign.....	145
4.2.6.	Versuchsdurchführung	145
4.3.	Ergebnisse	146
4.3.1.	Manipulationscheck und Subjektive Bewertungen	146
4.3.2.	Fahrvariablen.....	148
4.4.	Diskussion.....	149
4.5.	Methodenkritik	151
5.	Gesamtdiskussion	153
6.	Literatur.....	160

<i>Abbildung 1: Zusammenfassung von Risiko und Häufigkeit der Ausführung verschiedener Nebentätigkeiten nach Einschätzung der Fokusgruppe.</i>	37
<i>Abbildung 2: Darstellung der Struktur multipler Ressourcen in Anlehnung an Wickens (2002, S. 163).</i>	48
<i>Abbildung 3: Grafische Darstellung der Leistung zweier Aufgaben anhand der Performance-Ressource-Funktion.</i>	52
<i>Abbildung 4: Darstellung einer (hypothetischen) Performance Operating Characteristic, welche die Beziehung zwischen der Leistung zweier Aufgaben verdeutlicht (in Anlehnung an Johnson und Proctor (2004), S. 275).</i>	53
<i>Abbildung 5: Das Lane Change Task Setting (der ISO 2009 entnommen, S.5).</i>	66
<i>Abbildung 6: Darstellung der verwendeten IVIS. Links oben: Freisprechanlage Bury CC9060; rechts oben: handelsüblicher iPod; links unten: Navigon 8110; rechts unten: Falk N240L.</i>	68
<i>Abbildung 7: Illustration der verwendeten LCT-Maße.</i>	69
<i>Abbildung 8: Beispiel-Item des subjektiven Fragebogens.</i>	70
<i>Abbildung 9: Grafische Darstellung des Versuchsdesigns.</i>	71
<i>Abbildung 10: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der mittleren Abweichung von der Idealspur für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.</i>	78
<i>Abbildung 11: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der SDLP für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.</i>	79
<i>Abbildung 12: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der Reaktionszeit für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.</i>	80
<i>Abbildung 13: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) des prozentualen Anteils der abgewendeten Blicke von der Fahraufgabe für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung.</i>	80
<i>Abbildung 14: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der subjektiven Bewertung der Ablenkung für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung.</i>	81
<i>Abbildung 15: Illustration eines typischen Gesprächsmusters nach dem Transformationsprozess, unterteilt in die unterschiedlichen Gesprächsphasen. Die Buchstaben A und B stehen für die unterschiedlichen Sprecher (die möglichen Phasen „Sprecher A unterbricht Sprecher B“, „Wechselfpause von Sprecher B“ sowie „Isolierte Pause von Sprecher B“ sind nicht illustriert.</i>	119
<i>Abbildung 16: Mittelwerte der Gesprächsvariablen getestet für die Dialogvariablen zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation (oben), (2) den verschiedenen Telefonbedingungen (mittig) und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen (unten). Eine nähere Erläuterung der Ergebnisse findet sich im Text.</i>	124

<i>Abbildung 17: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Fahrers für die Bedingungen Kontrollgespräch, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.</i>	127
<i>Abbildung 18: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Fahrers für die Bedingungen konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Strecken- bzw. ohne Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.</i>	128
<i>Abbildung 19: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Gesprächspartners für die Bedingungen Kontrollgespräch, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.</i>	130
<i>Abbildung 20: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Partners für die Bedingungen konventionelles Telefongespräch, Telefongespräch mit Strecken- bzw. mit Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.</i>	131
<i>Abbildung 21: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Partners für die Bedingungen konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Strecken- bzw. ohne Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.</i>	132
<i>Abbildung 22: Mittelwerte und Standardabweichungen der (signifikanten) Unterschiede in den Fragen zwischen den Bedingungen mit vs. ohne Streckeninformationen.</i>	134
<i>Abbildung 23: Subjektive Einschätzung des empfundenen Stress, Ärger und der empfundenen Freude für die Gesprächsbedingungen Smalltalk, Streit und Flirt.</i>	147
<i>Abbildung 24: Mittelwerte und Standardabweichung der SDLP für die unterschiedlichen Gesprächsbedingungen.</i>	148
<i>Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Schwierigkeit der Erkennungsaufgabe und Vokabularumfang (zu finden in Hoymann (2005)).</i>	154

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Unfallverursachende Ablenkungen für Unfälle durch fahrzeuginterne Ablenkung. Mehrfachkategorisierungen möglich. Die Angaben der Spalte „% der Unfälle“ sind gerundet und ergeben aufsummiert 100%.</i>	26
<i>Tabelle 2: Unfallverursachende Ablenkungen für Unfälle durch fahrzeuginterne Ablenkung. Mehrfachkategorisierungen möglich. Die Angaben der Spalte „% der Unfälle“ sind gerundet.</i>	30
<i>Tabelle 3: Vergleich zwischen dem Anteil der Fahrer, bei denen eine fahrfremde Tätigkeit beobachtet werden konnte und des Anteils der Fahrzeit, die diese Tätigkeit dauerte.</i>	31
<i>Tabelle 4: Anzahl und prozentualer Anteil der Fotos einer bestimmten Tätigkeit an allen aufgenommenen Fotos mit Nebentätigkeiten.</i>	33
<i>Tabelle 5: Unfallrisiko mit Signifikanz und attribuierbares Risiko für die verschiedenen Tätigkeiten. (Odds Ratio < 1 bedeutet vermindertes Risiko; Odds Ratio > 1 erhöhtes Risiko).</i>	35
<i>Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Fahrparameter zwischen den Bedingungen „Nur Fahren“ und „SMS-Schreiben“.</i>	43
<i>Tabelle 7: Zusammenfassung der Mittelwerte und prozentualem Anstieg aller abhängigen Variablen zwischen den SMS-Bedingungen.</i>	45
<i>Tabelle 8: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Adresseingabe“. Der Vergleich „manuelle Eingabe vs. Sprache single“ wird nicht dargestellt, da unterschiedliche IVIS benutzt wurden.</i>	74
<i>Tabelle 9: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Eingabe POI“.</i>	75
<i>Tabelle 10: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Auswahl Telefonnummer“.</i>	76
<i>Tabelle 11: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Auswahl Musik“.</i>	77
<i>Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse von Horrey und Wickens (2006) inklusive Anzahl der Einträge, gewichtete Effektgröße, Vertrauensintervall, Test auf Homogenität und p-Wert. Für detaillierte Angaben zur Gewichtung der Effektgröße siehe Horrey und Wickens (2006).</i>	89
<i>Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse von Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008) inklusive Anzahl der Studien, jeweilige Gesamtstichprobe, gewichtete mittlere Korrelation, Effektgröße (Cohen´s d), Vertrauensintervall und Failsafe-N. Für detaillierte Angaben zur Berechnung der Kennwerte siehe Caird et al. (2008).</i>	91
<i>Tabelle 14: Unfallrisiko in Abhängigkeit von der Anzahl der Beifahrer, dem Alter des Fahrers, sowie dem Geschlecht eines jungen Fahrers.</i>	98
<i>Tabelle 15: Geschätzter IDR und das 95-Vertrauensintervall für den Vergleich „Fahren ohne Beifahrer“ sowie „Fahren mit einer unterschiedlich großen Anzahl von Beifahrern“ für alle Altersgruppen.</i>	98
<i>Tabelle 16: Darstellung der verschiedenen Odds Ratio mit prozentualen Abweichungen zum globalen Beifahrereffekt.</i>	104

<i>Tabelle 17: Auflistung der verwendeten Gesprächsparameter, unterschieden in Dialog- und individuelle Gesprächsvariablen.</i>	119
<i>Tabelle 18: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Dialogvariablen zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.</i>	123
<i>Tabelle 19: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Gesprächsvariablen des Fahrers zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.</i>	126
<i>Tabelle 20: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Gesprächsvariablen des Partners zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie der konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.</i>	129
<i>Tabelle 21: Ergebnisse der gepaarten T-Test (gegeneinander getestet wurden Mittelwerte aller Bedingungen mit vs. ohne visuelle Streckeninformation) verschiedener subjektiver Fragen. Signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt.</i>	133
<i>Tabelle 22: Subjektive Einschätzung des Aufmerksamkeitsfokus für die unterschiedlichen Gesprächsbedingungen.</i>	148

Zusammenfassung

Die zunehmende Komplexität heutiger Informations- und Infotainmentsysteme im Fahrzeug und die damit verbundene Ablenkung während der Fahrt stellen für immer mehr Menschen ein großes Problem dar. Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken, ist die Entwicklung sprachlicher Bedienoberflächen, die im Vergleich zum heute üblichen Touch-Screen u. a. den Vorteil bieten, dass der Fahrer die Augen auf der Straße und die Hände am Lenkrad belassen kann. Um nun zu analysieren, wo genau die Vorteile der Sprachbedienung liegen, aber auch um zu zeigen was sie nicht leisten kann, wurden im ersten Teil dieser Arbeit die Auswirkungen beider Bedienvarianten auf das Fahrverhalten miteinander verglichen. Als zentrales Ergebnis zeigt sich, dass durch eine Sprachbedienung im Vergleich zu einer Bedienung per Touch-Screen sowohl die visuelle (weniger Blicke abseits der Straße) als auch die manuelle Ablenkung (weniger Korrekturbewegungen beim Lenken) verringert werden kann, nicht aber die kognitive (verspätete Reaktionszeit auf Stimuli verglichen zur Baseline). Hinzu kommt, dass verschiedene Arten der Sprachbedienung die Ablenkung unterschiedlich stark verringern. Um diesen Einfluss der Art der Kommunikation besser zu verstehen, wurden im zweiten Teil der Arbeit auf Grundlage der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation beim Fahren mit zwei Fahrsimulator-Experimenten emotionale sowie kognitive Gesprächsaspekte identifiziert, die sich ablenkend auf die Fahraufgabe auswirken können. Dabei zeigt sich im ersten Experiment mit unterschiedlichen emotionalen Gesprächen, dass v. a. positive emotionale Gesprächsreaktionen wie z.B. Freude, zu einer verschlechterten Querführung des Fahrzeugs führen können. Das zweite Experiment im Hinblick auf kognitive Aspekte ging aus von dem Befund, dass Fahrten mit Beifahrern ein verringertes Unfallrisiko aufweisen, Fahrten mit Telefonieren dagegen ein erhöhtes. In dem Experiment konnte gezeigt werden, dass sich Beifahrer anders mit Fahrern unterhalten (sie reden häufiger, dafür etwas kürzer) als Gesprächspartner am Telefon, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, dass sie versuchen, die mentale Beanspruchung des Fahrers zu reduzieren. Wesentlich für die Anpassung sind Informationen über den Fahrer und die aktuelle Fahrsituation: Werden dem Beifahrer diese Informationen entzogen, verändert sich ihr Gesprächsverhalten in Richtung des Telefonierens. Stehen Telefonpartnern diese Informationen zur Verfügung, passen sie ihr Sprechverhalten an wie ein Beifahrer. Damit konnten zwei Einflussfaktoren identifiziert werden, die Gespräche während der Fahrt im Hinblick auf die Verkehrssicherheit verbessern können. Dies kann für die zukünftige Gestaltung von sprachlichen Fahrer-Fahrzeug-Interaktionen genutzt werden.

Wie wichtig es ist, Grundlagenforschung auf dem Gebiet der sprachlichen Mensch-Maschine-Kommunikation zu betreiben, zeigt sich zum einen in der zunehmenden

Verbreitung sprachlicher Bedienoberflächen in den Fahrzeugen, zum anderen in dem Trend immer aufwändigere und kompliziertere Applikationen in die Fahrzeuge zu integrieren. Nur durch eine entsprechende Grundlagenforschung ist es möglich, das Potential sprachlicher Bedienoberflächen für die Sicherheit und den Fahrkomfort noch zu erhöhen, um so das Unfallrisiko zu reduzieren.

Abstract

The increasing complexity of modern in-vehicle-information- and infotainment systems with its associated distraction while handling and driving is a problem for more and more people. A possibility to compensate for it, is the development of a voice-user-interface, which has several advantages compared to a conventional touch-screen. For example it enables the driver to keep the eyes on the road and the hands on the steering wheel while handling the device. In order to analyze the advantages and limits of a voice-user-interface (part one of the dissertation), we compared both kinds of human-machine-interaction and its effects on driving performance. Primarily, the results show that both, visual (fewer glances away from the road) and manual distraction (less correction while steering) was minimized due to the speech interface, whereas cognitive distraction was not (slower reaction times towards a certain stimuli, compared to a baseline with driving only). Furthermore it became obvious, that different types of voice control minimize distraction to a different degree. To better understand the dependency from the type of communication the second part of the dissertation identified in two driving simulation experiments emotional and cognitive conversation aspects, (based on the human communication processes in a driving environment), which could distract the driver from the driving task. The result of the first experiment with different emotional conversations show that especially positive emotions, such as happiness, could lead to deterioration in lateral position while driving. The second experiment focussing on cognitive aspects implied that driving together with a passenger carries less accident risk than driving while speaking on the phone.

This experiment shows, that an in-vehicle passenger talks different (talking more often but making shorter utterances) to the driver compared to a conversation partner via telephone. It is suggested, that this behaviour is adopted to reduce the mental workload of the driver.

Essential for any behavioural adaptation is information on the driver and the current driving situation: The more this information is withheld from the passenger, the more the conversation behaviour resembles the phone call setting. As far as a phone call partner receives this information, he adapts the conversation similar to the passenger. Thus, two influencing factors for conversations were found with a positive impact on driving safety. It can be utilized for future design of conversational car-to-car communication.

How important it is to do fundamental research on the field of human-machine-communication becomes obvious when regarding the increasing number of voice-user-interfaces in the vehicle. Furthermore there is the trend of developing more elaborate systems, which could be challenging for the average driver.

The only way to enhance the potential of voice-user-interfaces towards safety and comfort issues is to do fundamental research accordingly and hence reduce the accident risk.

1. Einleitung

Wie schon die Alltagsbeobachtung zeigt, gibt es eine ganze Reihe von Nebentätigkeiten, die Autofahrer während der Fahrt durchführen. Da gibt es Fahrer, die nebenbei essen, trinken oder rauchen. Andere unterhalten sich angestrengt mit ihrem Beifahrer oder kümmern sich um ihre Kinder. Nun kann sich auch der verkehrspsychologisch ungeschulte Leser vorstellen, dass solche Nebentätigkeiten nicht unbedingt zur Verkehrssicherheit beitragen. Trotzdem aber wird er sie wahrscheinlich tolerieren, da diese typisch menschlichen Interaktionen im Fahrzeug harmlos erscheinen und wahrscheinlich schon genauso lange existieren wie das Autofahren selbst. Bedenklicher aber scheint eine andere Art von Interaktion im Fahrzeug zu sein, die sich in den letzten 30 Jahren rasant entwickelt hat: die Mensch-Maschine-Interaktion (kurz: MMI). Während diese anfänglich darin bestand, seinen Radiosender zu wechseln oder die Musik lauter oder leiser zu stellen, gibt es heutzutage eine Vielzahl technischer Errungenschaften (wie z.B. das Navigationsgerät, den MP3-Player oder das Telefon), die nur darauf warten auch während der Fahrt genutzt zu werden. Angesichts der Entwicklung immer besserer technischer Möglichkeiten (mit entsprechend komplexem Aufbau und schwieriger Bedienung) stellt sich die Frage, ob das den Fahrer nicht doch irgendwann überfordern muss.

Dass auch schon alltägliche Nebentätigkeiten wie oben beschrieben nicht ungefährlich sind, konnte in den letzten Jahren mithilfe einer ganzen Reihe wissenschaftlicher Unfallanalysen (Glaze und Ellis (2003); Gordon (2005 und 2007), McEvoy und Stevenson (2005); New Zealand Ministry of Transport (2008); Steven und Minton (2001); Stutts, Reinfurt, Staplin und Rogdman (2001)), Beobachtungsstudien (Johnson et al. (2004) Klauer et al. (2006); Sayer, Devonshire und Flannagan (2005); Stutts et al. (2003)), Befragungen (Gordon (2005) und Baker (2007); Llaneras, Singer und Bowers-Cranahan (2005)) und Simulatorstudien (Chisholm, Caird und Lockhart (2008); Drews et al. (2008); Hosking, Young und Reagan (2009); Jameson, Westerman, Hockey und Carsten (2004); Lee, Caven, Haake und Brown (2001); Reed und Robbins (2008); Ranney, Harbluk und Noy, (2002); Shutko, Mayer, Laansoo und Tijerina (2009); Tsimhoni, Smith und Green (2004)) bestätigt werden (für eine ausführliche Darstellung der Studien siehe Punkt 2.1 dieser Arbeit). Dabei scheint es, dass die Durchführung fahrfremder Tätigkeiten eine wesentliche Einflussgröße für das Entstehen von Unfällen darstellt. Möglich ist, dass es durch die Durchführung einer Zweitaufgabe beim Fahren zu einer Überforderung des Fahrers kommt, die sich unter Umständen in einer Verschlechterung der Fahrweise auswirken kann.

Um diesen potentiellen Zusammenhang besser nachvollziehen zu können, muss zunächst geklärt werden, was genau unter „Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten“ verstanden wird

oder anders formuliert, was eigentlich alles „fahrfremde Tätigkeiten“ sind. Eine Definition findet sich bei Huemer und Vollrath ((2010) S. 18) für den deutschsprachigen Raum in Anlehnung an verschiedene internationale Studien (Ranney (2008), zitiert nach Pettitt, Burnett und Stevens (2005); Regan, Parliament of Victoria ((2006) S. 8); Australasian Road Safety Board (2006), zitiert nach Ranney (2008)):

„Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten entsteht, indem der Fahrer seine Aufmerksamkeit von der Fahraufgabe abwendet und zeitlich begrenzt auf ein Objekt, ein Ereignis oder eine Person richtet. Diese Tätigkeit kann durch bestimmte Ziele des Fahrers bedingt sein (z.B. eine CD einlegen), durch die Situation (z.B. einen Anruf annehmen oder etwas essen) oder als Reaktion auf unkontrollierte, zufällige Ereignisse (z.B. Bewegungen eines Kindes oder Tieres). Ausgeschlossen werden Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit, die durch einen eingeschränkten Fahrerszustand (Alkohol, Drogen, Müdigkeit) bedingt sind.“

Diese Aufzählung zeigt, dass unterschiedliche Arten von Ablenkungen auftreten können, die unterschiedliche Anforderungen an den Fahrer stellen. Interessant ist deshalb die Frage, inwieweit diese Nebentätigkeiten den Fahrer unterschiedlich stark ablenken (wie sehr stört es z.B. ein bestimmtes Lied in seinem iPod zu suchen im Vergleich zu einem Gespräch, das man mit seinem Beifahrer führt) und warum dies der Fall ist. Antworten auf diese Fragen bietet das Aufmerksamkeitsmodell der Multiplen Ressourcen (MRT) von Wickens, welches an dieser Stelle kurz angerissen wird und in Abschnitt 2.1.3 dieser Arbeit ausführlicher behandelt.

Bei der Multiplen Ressourcen Theorie¹ handelt es sich um eine Theorie der geteilten Aufmerksamkeit zwischen parallel ausgeführten Tätigkeiten, die u. a. auch im Fahrkontext stattfinden (z.B. Auto fahren und Telefonieren) können. Der MRT liegen Befunde zugrunde, die zeigen, dass sich unterschiedliche Aufgaben unterschiedlich gut gleichzeitig durchführen lassen. Besonders deutlich zeigen sich diese Unterschiede zwischen visuellen und auditiven Aufgaben. So zeigten z.B. Parkes und Coleman (1990) dass es für Autofahrer wesentlich leichter ist gleichzeitig zu fahren und eine Instruktion vorgelesen zu bekommen, als diese Instruktion selbst lesen zu müssen. Solche Art Beobachtungen veranlassten Wickens (1980) dazu, ein breites Spektrum von Aufgaben mit unterschiedlichen qualitativen Eigenschaften zu untersuchen, um zu analysieren mit welcher Effizienz sie parallel durchgeführt werden können. Anhand der Leistungsunterschiede in den Doppelaufgaben entwickelte Wickens vier kategoriale sowie dichotome Dimensionen, die seiner Meinung nach für die Varianz in der Leistung verantwortlich sind. Das bedeutet, dass wenn zwei Aufgaben in allen Merkmalen

¹ Die Darstellung der Multiplen Ressourcen Theorie ist stark vereinfacht und orientiert sich an Wickens, McCarley, Applied Attention Theory. Kapitel 8; S.129-136. Für eine detaillierte Darstellung der MRT siehe Punkt 2.1.3 dieser Arbeit.

gleich sind, sie also dieselbe Ressource einer Dimension beanspruchen, sie stärker miteinander interferieren als Aufgaben, die unterschiedliche Ressourcen einer Dimension beanspruchen. Bei den vier Dimensionen (in denen zwei oder mehrere Aufgaben um die gleichen Ressourcen konkurrieren können) handelt es sich (1) um die Verarbeitungsphase, (2) die Wahrnehmungsmodalität, (3) den visuellen Kanal und (4) den Verarbeitungscode (wie in Abschnitt 2.1.3 dieser Arbeit dargestellt).

Diese kurze Darstellung macht deutlich, dass dem Sprechen im Rahmen des Fahrkontextes eine besondere Bedeutung zukommt. Laut MRT sollte sprachliche Interaktion (z.B. Gespräche mit einem Beifahrer oder über das Telefon) eher wenig mit der Fahraufgabe interferieren, da sie die auditive Wahrnehmung nutzt, während es beim Fahren eher darauf ankommt Situationen visuell zu erfassen.

Aus dieser Perspektive heraus betrachtet erscheint das Sprechen, gleichgültig ob mit Menschen oder Maschinen, eine besonders geeignete Interaktionsform während des Fahrens zu sein. Besonders deutlich sollte sich ein Vorteil zeigen, wenn ein In-Vehicle-Infotainment-System, wie z.B. ein Navigationssystem (kurz: IVIS) nicht wie üblich über einen Touch-Screen bedient wird, sondern per Sprache. Auf diese Weisung wäre die Verwendung von Sprache eine sinnvolle Möglichkeit zur Ablenkungsreduktion. Auf der anderen Seite zeigen empirische Befunde aber auch, dass sowohl Beifahrer- als auch Telefongespräche eine große Ablenkungsquelle beim Fahren darstellen (siehe z.B. Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008)) und so zu einem Anstieg des Unfallrisikos führen (siehe z.B. Gordon (2007)).

Und auch bei der Sprachbedienung von IVIS werden die Grenzen sprachlicher Interaktion sichtbar. So zeigen Fahrer zwar (verglichen zu der konventionellen Bedienung via Touch-Screen) wenig bis keine Einbußen in der Spurhaltung, jedoch scheint auch das Sprechen wichtige Aufmerksamkeitsressourcen zu binden, die vor allem mit der Reaktionsfähigkeit interferieren (Jameson, Westerman, Hockey und Carsten (2004); Lee, Caven, Haake und Brown (2001); Ranney, Harbluk und Noy (2002); Shutko, Mayer, Laansoo und Tijerina (2009); Tsimhoni, Smith und Green (2004)). Insgesamt betrachtet zeigt sich somit ein widersprüchliches Bild. Zwar ergeben sich bei der sprachlichen Kommunikation die geringsten Interferenzen mit der Fahraufgabe. Trotzdem scheint auch sie unter bestimmten Bedingungen das Fahren negativ zu beeinflussen.

Zentrales Thema dieser Dissertation ist es daher, diese widersprüchlichen Auswirkungen des Sprechens im Fahrkontext besser zu verstehen, um dadurch einen Erkenntnisbeitrag zu leisten, wie „gute“ sprachliche Interaktion beim Fahren gestaltet ist bzw. gestaltet werden kann. Ziel ist es, diese Erkenntnisse sowohl in der MMI als auch in der Mensch-zu-Mensch-

Interaktion positiv zu nutzen, um potentielle Ablenkungsursachen zu reduzieren und so zu einer Kommunikation während der Fahrt zu gelangen, die möglichst sicher ist.

Um diesem Ziel einen Schritt näher zu kommen, wurden im Rahmen dieser Arbeit insgesamt drei Simulatorstudien durchgeführt, in denen verschiedene Aspekte verbaler Kommunikation im Fahrkontext betrachtet wurden. Ausgangspunkt dabei war die Identifikation der Vorteile sprachlicher MMI, aber auch ihrer Grenzen. Dazu wurde in der ersten Studie die Eingabe verschiedener Zweitaufgaben (Eingabe Navigationsziele, Points-of-Interest, Telefonanruf tätigen sowie Musik auswählen) jeweils manuell oder verbal durchgeführt und bezüglich ihres Ablenkungspotentials miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigten zum einen deutlich positiven Effekt sprachlicher Bedienung auf die Fahrzeugstabilisierung, welcher auf eine Reduktion visueller und manueller Ablenkung des Fahrers zurückgeführt werden konnte. Dabei schaute der Fahrer weniger oft von der Straße weg und führte die Fahraufgabe eher beidhändig durch. Dies führte zu einer signifikanten Verbesserung in der Spurhaltung verglichen zu einer manuellen Eingabe. Zum anderen wurden aber auch die Grenzen sprachlicher Bedienung sichtbar. Es zeigte sich, dass auch das Sprechen kognitive Ressourcen binden kann, die mit der Fahraufgabe interferieren. So hatten die Fahrer (verglichen zu einer Kontrollfahrt ohne Nebentätigkeit) während der sprachlichen Bedienung eine verzögerte Reaktionszeit auf bestimmte Stimuli, die sich bei einer schlecht gestalteten Bedienoberfläche noch verlängerte. Das Sprechen selbst ist also ebenfalls eine potentielle Gefahrenquelle, da es unter bestimmten Umständen auf bestimmte Aspekte des Fahrverhaltens ebenfalls ablenkend wirken kann.

Aufbauend auf diesen ersten Befunden widmet sich der zweite Teil der Arbeit der Frage, wie eine sprachliche Interaktion optimal gestaltet sein muss, damit sie den Fahrer so wenig wie möglich beansprucht. Dabei ist es wichtig zu identifizieren, welche Aspekte beim Sprechen den Fahrer ablenken und welche nicht. Um die Wirkung sprachlicher Kommunikationsprozesse im Fahrkontext besser zu verstehen, wurde als Forschungsgrundlage die Mensch-zu-Mensch-Kommunikation gewählt, da dieses direkte miteinander Sprechen die natürliche Art der menschlichen Interaktion darstellt und sich im Laufe der Evolution optimal entwickelt hat.

Bei näherer Betrachtung der direkten Mensch-zu-Mensch-Kommunikation zeigt sich, dass sie im alltäglichen Leben zwar wenig beanspruchend ist (z.B. bei Small-Talk-Gesprächen), wie aber schon erwähnt im Fahrkontext auch an ihre Grenzen stoßen kann. Diese Grenzen entstehen vor allem dann, wenn Kommunikation die Aufmerksamkeit der Dialogpartner zu stark bindet und so von der Fahraufgabe abzieht. Welche Gesprächsfaktoren genau für eine

verstärkte Aufmerksamkeitsbindung verantwortlich sein können, wird mithilfe von zwei weiteren Studien untersucht.

Aus der Vielfalt von Aufmerksamkeitstheorien weiß man, dass die Aufmerksamkeitssteuerung im Wesentlichen durch zwei Arten von Prozessen geleitet wird: den Top-down bzw. Bottom-up-Prozessen (vgl. dazu Matlin (2009); Gerring und Zimbardo (2007); Eysenck und Keane (2005)). Bei der Top-Down-Verarbeitung handelt es sich um eine bewusste, willkürliche oder auch hypothesengesteuerte Informationsverarbeitung, welche mit bestimmten Erwartungen und bestimmtem Wissen über eine Situation einhergeht. In diese Kategorie fallen vor allem kognitive Gesprächsaspekte wie z.B. die Komplexität eines Gesprächs, die Gesprächsstruktur oder der Gesprächsmodus. Auf der anderen Seite handelt es sich bei einem Bottom-up-Prozess um eine unbewusste, unwillkürliche, in erster Linie durch die Eigenschaften äußerer Reize gesteuerte Informationsverarbeitung. Ein bekanntes Alltagsbeispiel dafür bietet im Bereich der Sprachwahrnehmung das Cocktailparty-Phänomen (vgl. dazu Clump (2006); Wood und Cowan (1995); Moray (1959)). Auf einer Cocktailparty geht es in der Regel ziemlich laut zu. Viele Menschen sprechen durcheinander. Dennoch gelingt es uns in dieser Umgebung zu hören wenn unser Name an einer etwas weiter entfernten Stelle im Raum fällt. Das Interessante dabei ist, dass wir unseren Namen hören, obwohl wir uns nicht darauf konzentriert haben, unsere Aufmerksamkeit also nicht bewusst in diese Richtung gesteuert haben. Dabei scheinen Reize, die für uns von persönlicher Bedeutung sind (wie z.B. unser Name) oder eine emotionale Reaktion auslösen, besonders gut dazu geeignet, (unbewusste) Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen.

In Anlehnung an diese Prozesse der Aufmerksamkeitssteuerung bietet es sich folglich an, bewusste, kognitive Gesprächsaspekte sowie unbewusste emotionale Aspekte zu identifizieren, die sich ablenkend auf den Fahrer auswirken können. Kognitive Aspekte eines Gesprächs können u. a. die Komplexität, die Struktur oder der Modus eines Gesprächs sein. Unterschiedliche Komplexität eines Gesprächs bezieht sich in diesem Kontext auf die Schwierigkeit des Gesprächsthemas oder -materials. Mit Gesprächsstruktur ist hier die Zusammensetzung des Gesprächs aus seinen einzelnen Bestandteilen gemeint. Gesprächsbestandteile können z.B. das individuelle oder gleichzeitige Sprechen bzw. Schweigen der Gesprächspartner sowie das Unterbrechen des Partners sein. Auch der Modus eines Fahrtgesprächs könnte unterschiedliche Auswirkungen auf den Fahrer haben. Dabei handelt es sich v. a. um die Unterscheidung zwischen Face-to-Face-Gesprächen (z.B. Gesprächen mit einem Beifahrer im Fahrzeug) und Gesprächen, bei denen eine technische

Übertragungsinstanz zwischengeschaltet ist, wie z.B. bei Telefongesprächen während der Fahrt.

Der Gesprächsaspekt der Komplexität wurde bereits im Rahmen vieler Studien zum Thema „Telefonieren am Steuer“ untersucht. Dabei bestätigen Befunde, dass es generell eher zu einer Verschlechterung des Fahrverhaltens bei komplexen, verglichen zu einfachen Telefongesprächen (Briem und Hedman (1995); Laberge, Scialfa, White und Caird (2004); McKnight und McKnight (1993); Shinar, Tractinsky und Compton (2005)) kommt. Z.B. konnten Shinar, Tractinsky und Compton (2005) zeigen, dass Probanden (Pbn) schlechter fahren, wenn sie nebenbei komplexe mathematische Aufgaben lösen, als wenn sie ein persönliches Gespräch führen.

Weniger eindeutig sind die Befunde zur Gesprächsstruktur bzw. zur Frage ob bestimmte Gesprächsbestandteile oder Teilaufgaben weniger ablenken als andere. Einige Befunde stützen die Annahme, dass Zuhören weniger kognitive Kapazitäten erfordert als das eigentliche Sprechen. So zeigen mehrere Untersuchungen (z.B. Strayer, Drews, Crouch und Johnston (2005); Consiglio, Driscoll, Witte und Berg (2003); Strayer und Johnston (2001)) einen größeren Effekt auf das Fahrverhalten während eines Telefongesprächs, verglichen zum Radiohören. Andererseits gibt es auch Befunde, die das Gegenteil nahe legen. So führte das Radiohören bei Briem und Hedman (1995) zu einer stärkeren Verschlechterung beim Simulator fahren auf einer rutschigen Straße als ein Telefongespräch per Freisprechanlage. Auch Jäncke, Musial, Vogt und Kalveram (1994) konnten zeigen, dass das reine Zuhören zu verringerter Fahrleistung führen kann. Widersprüchliche Befunde ergeben sich ebenfalls zum Gesprächsmodus. Während eine große Anzahl von Studien zum Thema „Telefonieren am Steuer“ übereinstimmend zeigt, dass es einen deutlich negativen Einfluss von Telefongesprächen auf das Fahrverhalten (z.B. Brown, Tickner und Simmonds (1969); Reed und Green (1999); Rosenbloom (2006); Maples et al. (2008); Horrey und Wickens (2006); Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008)) und Unfallrisiko gibt (z.B. Redelmeier und Tibshirani (1997); Klauer et al. (2006)), sind die Befunde bei Beifahrergesprächen weniger eindeutig. Zwar gibt es auch hier eine Reihe von Unfallanalysen, die sowohl die Anwesenheit von Beifahrern im Allgemeinen (z.B. McEvoy und Stevenson (2005); Stutts, Reinfurt, Staplin und Rogdman (2001)) als auch Beifahrergespräche im Besonderen (Charlton (2009); Consiglio, Driscoll, Witte und Berg (2003)) als potentielle Unfallfaktoren identifizieren konnten, es zeigt sich aber auch ein positiver Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko (Engström, Gredersen, Gränström und Nyberg (2008); Lee und Abdel-Aty (2008); Rueda-Domino et al. (2004); Vollrath, Meilinger und Krüger (2002)). So fanden z.B. Klauer et al. (2006) bei der Analyse ihrer Naturalistic Driving Study heraus, dass Fahrer mit Beifahrern, selbst bei Kindern auf dem Rücksitz, ein

bedeutsam geringeres Unfallrisiko aufweisen als nichtbegleitete Fahrer. Auch können Beifahrer dem Fahrer aktiv helfen, indem sie ihm nützliche Hinweise zu (gefährlichen) Verkehrssituationen oder zur Navigation geben und so seine Aufmerksamkeit erhöhen (siehe z.B. Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004)).

Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Art und Weise sich zu unterhalten. Neueste Studien legen nahe, dass Beifahrer, verglichen zu Gesprächspartnern am Telefon, anders sprechen. Diese These wird als „Conversation Modulation“ oder zu Deutsch Hypothese zur „Gesprächsmodulation“ bezeichnet und besagt, dass ein Beifahrer sein Gesprächsverhalten der Verkehrssituation anpasst, in dem er z.B. in schwierigen Verkehrsabschnitten mehr Gesprächspausen macht oder das Gespräch vorübergehend unterbricht. Aus diesem Grund sollte sich die Ablenkung des Fahrers reduzieren und Beifahrergespräche als Nebenaufgabe weniger gefährlich machen. Die Ergebnisse einiger weniger Studien (Crundall, Bains, Chapman und Underwood (2005); Drews, Pasupathi und Strayer (2008); Charlton (2009)) in diesem Bereich unterstützen diese Annahme.

Aufbauend auf dieser doch eher ungleichen Befundlage (relativ eindeutige Befunde zu Komplexität, weniger eindeutige Befunde zu Struktur und Modus eines Gesprächs) wurde der Fokus der zweiten Studie dieser Dissertation auf die Aspekte des Gesprächsmodus in Kombination mit der Gesprächsstruktur gelegt. Dabei wird versucht, genauer zu verstehen, ob und wie sich Unterschiede im Gesprächsmodus auf die Gesprächsstruktur auswirken. Oder anders formuliert: Gibt es Unterschiede im Gesprächsverhalten von Autofahrern, Beifahrern, Telefongesprächspartnern und „normalen“ Konversationspartnern? Weiterhin sollen bestimmte Faktoren identifiziert werden, die für diese potentiellen Unterschiede verantwortlich sein können (z.B. das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bestimmter visueller Informationen) und untersucht werden, ob mit ihrer Manipulation das Gesprächsverhalten (zum Besseren, da weniger ablenkend) verändert werden kann. Aufgrund des verwendeten Versuchsaufbaus (Trennung von konventionellen Gesprächen, Beifahrer- sowie Telefongesprächen, sowie dem Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein verschiedener visueller Informationen) und der durchgeführten Datenanalyse (getrennte Sprachauswertung für Fahrer und Gesprächspartner) ist es möglich, neue Einblicke in die verbale Mensch-zu-Mensch-Kommunikation im Fahrkontext zu geben.

Wie zuvor erwähnt, können neben den (top-down-verarbeiteten) kognitiven Gesprächsaspekten auch emotionale (bottom-up-verarbeitete) Aspekte den Fahrer ablenken. Um diese emotionalen Gesprächsaspekte hinsichtlich ihrer Ablenkungswirkung näher zu untersuchen, wurde eine dritte Studie konzipiert.

Neben den Befunden zu kognitiven Gesprächsaspekten ist eine empirische Grundlage zu emotionalen Gesprächsaspekten kaum vorhanden. Dass sich Emotionen oder emotionale Stimuli auf das menschliche (Gesprächs-) Verhalten auswirken, scheint selbstverständlich. Wie groß aber ihr Einfluss ist und wie genau dieser zum Tragen kommt, ist zumindest für den Fahrkontext noch nicht annähernd geklärt. Einen ersten Ansatz zur Beantwortung dieser Fragen bietet Lee (2006) in seiner Arbeit „Affect, Attention and Automation“, in welcher er den allgemeinen Effekt positiver und negativer emotionaler Stimuli auf die menschliche Informationsverarbeitung beschreibt. Dabei kommt er zu dem Schluss, dass Emotionen einen entscheidenden Beitrag zur Vorhersage menschlichen Verhaltens liefern. Ein Grund dafür ist u. a., dass sie im Vergleich zu emotional neutralen Stimuli das Verhalten lenken, indem sie unbewusst vermehrt Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Trotz der Tatsache, dass Lees Schlussfolgerungen auf eher basalen Stimuli wie z.B. das plötzliche Auftauchen von Spinnen beruhen, hält er es durchaus für möglich, dass emotionale Stimuli ebenfalls einen negativen Effekt auf die Ausübung einer (manuellen) Aufgabe haben können. Die Annahme, dass dies tatsächlich möglich ist, wird durch eine Untersuchung von Pêcher, Lemercier und Cellier (2009) unterstützt. Die Autoren konnten zeigen, dass fröhliche Musik (verglichen zu trauriger und neutraler Musik) den Fahrer am meisten ablenkt. Dabei kam es vor allem zu einer verschlechterten Spurhaltung, sowie einer unerwarteten Geschwindigkeitsreduktion, die die Autoren als Kompensation der zusätzlichen Ablenkung durch die fröhliche Musik interpretieren.

Transferiert man diese eher allgemeine theoretische Basis auf den Fahrkontext, so scheint es möglich, dass emotionale Gespräche vermehrt Aufmerksamkeit von der primären Fahraufgabe hin zur verbalen Zweitaufgabe lenken und so zu einer Verschlechterung des Fahrens führen, ohne dass sich der Fahrer dessen bewusst wäre. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde ein Versuchsdesign entwickelt, welches die Auswirkungen emotional positiver (Flirten) und negativer (Streitgespräche) Gespräche auf die Aufmerksamkeitsverteilung zwischen einer primären Fahraufgabe und einer sekundären Gesprächsaufgabe und deren Folgen untersucht. Mithilfe dieses Versuchsdesigns sollen erste Antworten auf die Frage erbracht werden, welche Rolle Emotionen bzw. emotionale Gespräche für die Aufmerksamkeitsverteilung während einer Autofahrt spielen, und ob es möglich ist, sie für eine optimale Gestaltung der Mensch-zu-Mensch- oder Mensch-Maschine-Interaktion zu nutzen.

Zusammenfassend liefert diese Arbeit damit einen Beitrag zum besseren Verständnis der kognitiven Prozesse bei der sprachlichen Kommunikation während des Fahrens. Für die Anwendung verdeutlicht sie Chancen und Gefahren sprachlicher Interaktion im Fahrkontext,

sei es in der Mensch-zu-Mensch- oder Mensch-Maschine-Interaktion. Aus diesen Erkenntnissen werden Hinweise abgeleitet, die das Sprechen im Fahrkontext sicherer machen können. Angesichts der zunehmenden Bedeutung der IVIS und der Möglichkeiten moderner Sprachtechnologien liegt hier das Potential den Fahrkomfort zu erhöhen, ohne dass die Sicherheit darunter leidet. Vielleicht gelingt es auch, Fahrer und Beifahrer für die Chancen und Gefahren von emotionalen Gesprächen während des Fahrens zu sensibilisieren, um so auch bei dieser Art der Kommunikation die Verkehrssicherheit zu erhöhen.

2. Vorteile und Grenzen sprachlicher Bedienung beim Fahren.

Im ersten Teil dieser Arbeit geht es zum einen darum, die Vorteile sprachlicher MMI herauszuarbeiten, zum anderen aber auch deren Grenzen auszuloten. Dazu werden zunächst in Abschnitt 2.1 Hintergrund und Fragestellung der entsprechenden Studie näher erläutert, bevor im Abschnitt 2.2 auf die Methode der Untersuchung eingegangen wird. Weiterhin werden in Abschnitt 2.3 die Ergebnisse der Studie vorgestellt und in Abschnitt 2.4 diskutiert. Die Methodenkritik zur Untersuchung findet sich in Abschnitt 2.5.

2.1. Hintergrund und Fragestellung

Um einen Einstieg in das Thema „Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten“ zu geben, werden in Abschnitt 2.1.1 empirische Unfallanalysen, Beobachtungsstudien sowie Befragungen zu fahrfremden Tätigkeiten vorgestellt. Dabei werden zunächst fahrfremde Tätigkeiten definiert, sowie deren Häufigkeit und Gefährdungspotenzial bestimmt. Um das Risiko immer komplexer werdender Geräte im Fahrzeuginneren zu verdeutlichen, werden in Abschnitt 2.1.2 verschiedene Simulatoruntersuchungen zu beim Fahren relevanten Zweitaufgaben (z.B. die Bedienung eines iPods) und deren Auswirkungen auf das Fahrverhalten dargestellt. Abschnitt 1.3 stellt den theoretischen Hintergrund dar, wobei es anhand der Multiplen Ressourcen Theorie von Wickens (2002) um die Frage geht, warum einige fahrfremde Tätigkeiten mehr ablenken als andere und inwieweit es möglich ist, das Ablenkungspotenzial bestimmter fahrfremder Tätigkeiten vorherzusagen. In Abschnitt 1.4 werden dann empirische Befunde zur Ablenkungswirkung sprachlicher MMI zusammengestellt und im Hinblick auf ihre Vor- und Nachteile diskutiert. Daraus ergibt sich in Abschnitt 1.5 die Fragestellung der eigenen Untersuchung.

2.1.1. Empirische Befundlage zur allgemeinen Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten

Die Ablenkung des Fahrers ist einer der Hauptgründe für die Entstehung von Unfällen. So schätzt die National Highway Traffic Safety Administration (Wang, Knipling und Goodman (1996); Ranney et al. (2005)), dass rund 25% der polizeilich registrierten Unfälle in den Jahren 1995 - 1999 auf die Unachtsamkeit des Fahrers zurückzuführen sind. Aber auch in vielen weiteren Analysen konnten bestimmte Ablenkungsquellen beim Fahren identifiziert werden. Um einen Einstieg in das Thema „Ablenkungen durch Nebentätigkeiten“ zu geben, wird im Folgenden ein detaillierter Überblick über allgemeine Nebentätigkeiten und die damit verbundenen Ablenkungen während der Fahrt gegeben. Dazu werden verschiedene Unfallanalysen, Beobachtungs- sowie Befragungsstudien vorgestellt. Dabei konzentriert sich die Darstellung des gesamten Abschnitts vor allem auf die Ergebnisse der Studien und orientiert sich stark an der Arbeit von Huemer und Vollrath (2011).

2.1.1.1. Unfallanalysen

Die folgenden Unfallanalysen basieren auf verschiedenen internationalen Unfallstatistiken sowie Unfalldatenbanken. Die Angaben zu fahrfremden Tätigkeiten entstammen dabei entweder dem Unfall aufnehmenden Polizisten oder den Berichten der Unfallbeteiligten. Um einen Eindruck darüber zu gewinnen, welche fahrfremde Tätigkeit wie häufig zu einem Unfall führt, werden im Folgenden die Studien von Stutts, Reinfurt, Staplin und Rogdman (2001), Glaze und Ellis (2003), Gordon (2005 und 2007), des New Zealand Ministry of Transport (2008), Stevens und Minton (2001) sowie McEvoy und Stevenson (2005) vorgestellt.

2.1.1.1.1. Stutts, Reinfurt, Staplin & Rogdman (2001)

Stutts, Reinfurt, Staplin und Rogdman (2001) werteten für ihre Unfallanalyse die Daten des Crashworthiness Data System (CDS) des National Accident Sampling Systems der Jahre 1995 - 1999 für die USA aus. Für den analysierten Zeitraum wurden insgesamt 32.303 Unfälle protokolliert, von denen 2.380 Unfälle auf die Ablenkung des Fahrers zurückgeführt werden konnte. Innerhalb dieser Ablenkungsunfälle analysierten die Autoren die Daten hinsichtlich Fahrermerkmale, Merkmale der Unfälle sowie Straßen- und Wetterbedingungen. Insgesamt konnten elf unterschiedliche Kategorien spezifischer Ablenkungsarten unterschieden werden. So berichteten 29.4% der Fahrer durch eine Person, ein Objekt oder ein Ereignis außerhalb des Fahrzeugs abgelenkt worden zu sein. Weitere 11.4% gaben an, mit ihrem Radio, CD-Player oder Kassettendeck hantiert zu haben. 10.9% der Fahrer berichteten eine Ablenkung durch andere Beifahrer im Fahrzeug. Weitere

Ablenkungsursachen waren „bewegliche Objekte innerhalb des Fahrzeugs“ (4.3%), „andere Geräte/Objekte die im Fahrzeug angebracht sind“ (2.9%), „Fahrzeug- und Klimaeinstellungen“ (2.8%), „Essen und Trinken“ (1.7%), „Mobiltelefon benutzen/wählen“ (1.5%), „Rauchen“ (0.9%), „andere Ablenkungen“ (25.6%) sowie „Ablenkungen unbekannter Art“ (8.6%). Hinsichtlich der Fahrergruppenauswertung zeigte sich, dass ältere Autofahrer (über 65 Jahre) häufiger von Objekten außerhalb des Fahrzeugs abgelenkt wurden (42.8% verglichen zu ca. 30% in den anderen Altersgruppen) während Fahrer zwischen 50 und 64 Jahren häufiger aßen und tranken (7.9% verglichen zu ca. 1% in den anderen Altersgruppen). Fahrer zwischen 30 und 40 Jahren gaben häufiger an ihr Telefon benutzt zu haben (3.3% verglichen zu ca. 1% in den anderen Altersgruppen). Kein Unterschied zeigte sich zwischen den Geschlechtern. Interessant ist jedoch die Tatsache, dass etwa die Hälfte aller Ablenkungsunfälle an Kreuzungen und Einmündungen stattfinden. Ein Grund dafür könnten die verstärkten Anforderungen dieser speziellen Verkehrssituationen sein (z.B. Unübersichtlichkeit, Beachtung der Vorfahrtsregeln usw.) Analysen zu weiteren Randbedingungen zeigten, dass in 38.7% der Ablenkungsunfälle Beifahrer anwesend waren und dass Unfälle durch Einstellungen von Audiogeräten sich überproportional häufig bei Dunkelheit (63.7% der Unfälle durch Einstellungen von Audiogeräten) ereigneten, wobei in zwei Dritteln dieser Fälle ebenfalls mindestens ein Beifahrer anwesend war.

2.1.1.1.2. Glaze & Ellis (2003)

Glaze und Ellis befragten im Zeitraum von Juni bis November 2002 in Virginia, USA die Polizei und Kommunalverwaltungspersonal per Fragebogen zur Ablenkung von Unfallbeteiligten. Dabei konnten insgesamt 2.792 Unfälle identifiziert werden, die durch eine Ablenkung des Fahrers verursacht wurden. Von diesen Ablenkungsunfällen waren die Hälfte Alleinunfälle, d.h. dass nur ein Fahrzeug an dem Unfall beteiligt war. Von diesen Alleinunfällen ließen sich 98% auf eine Ablenkung des Fahrers zurückführen. Die weitere Auswertung aller Ablenkungsunfälle hinsichtlich spezifischer Nebentätigkeiten zeigte, dass 13% der Fahrer durch „Ablenkung durch andere Unfälle, den Verkehr oder weitere Fahrzeuge“ verursacht wurde. Weitere 10% gaben an, die Landschaft beobachtet zu haben als der Unfall stattfand. Und 9% der Fahrer wurden durch einen Beifahrer oder Kinder im Fahrzeug abgelenkt. Insgesamt zeigte sich, dass die berichteten Ablenkungen in 62% der Fälle ihre Ursache innerhalb des Fahrzeugs hatten, in 35% der Fälle außerhalb und in 3% der Fälle nicht zugeordnet werden konnten (vgl. dazu Huemer und Vollrath (2010)).

2.1.1.1.3. Gordon (2005 und 2007)

Gordon (2005) untersuchte alle zwischen den Jahren 2002 und 2003 polizeilich registrierten Unfälle des neuseeländischen Unfallmeldesystems Crash Analysis System (CAS). Von den 20.808 gemeldeten Unfällen konnten 2.021 als Ablenkungsunfälle klassifiziert werden. Dabei beinhalteten diese 2.021 Unfälle sowohl Unfälle, die aufgrund von äußerer Ablenkung als auch von Ablenkung innerhalb des Fahrzeugs verursacht wurden. Dies entspricht einem Anteil von 9.7% aller registrierten Unfälle. Im Folgenden werden die einzelnen Ablenkungen innerhalb des Fahrzeugs nach der Unfallhäufigkeit geordnet dargestellt (siehe Tab. 1) und erläutert.

Tabelle 1: Unfallverursachende Ablenkungen für Unfälle durch fahrzeuginterne Ablenkung. Mehrfachkategorisierungen möglich. Die Angaben der Spalte „% der Unfälle“ sind gerundet und ergeben aufsummiert 100%.

Art der Ablenkung	Anzahl Unfälle	% der Unfälle
Beifahrer	223	25
Telekommunikation	109	12
Entertainmentsysteme	103	11
Emotional abgelenkt	91	10
Persönliche Gegenstände	84	9
Fahrzeugzugehörige Geräte	75	8
Essen und Trinken	65	7
Rauchen	48	5
Andere Ablenkung im Fahrzeug	46	5
Tiere oder Insekt im Fahrzeug	36	4
Niesen, Husten usw.	12	1
Summe	881	100

Von den insgesamt 881 Unfällen, die durch fahrzeuginterne Ablenkung verursacht wurden, konnten 223 Unfälle (25%) auf einen Beifahrer zurückgeführt werden. Dies entspricht dem größten Anteil aller Ablenkungen innerhalb des Fahrzeugs. Bei den Beifahrern handelte es sich bei ca. einem Drittel um Kinder, weiterhin waren 26% der Beifahrer zwischen 13 und 25 Jahre alt und weitere 16% waren erwachsen. Der Grund für eine Beifahrerablenkung war in ca. 33% der Fälle ein Gespräch und in 35% die Betreuung eines Beifahrers. Der zweitgrößte Anteil von Unfällen (12%) wurde durch die Nutzung von Telekommunikationsmitteln verursacht, welches in 98% der Fälle ein Mobiltelefon war. 40% davon ereigneten sich während der Fahrer auf eingehende Anrufe oder Textnachrichten reagierte, 35% während sich der Fahrer unterhielt oder das Gerät bediente, 15% während der Fahrer das Gerät suchte und knapp 11% während des Schreibens oder Lesens von Textnachrichten.

Entertainmentgeräte wurden in 12% der Unfälle als Ablenkungsursache angegeben. Dabei bedienten die Fahrer in 92% der Fälle das Gerät während der Unfall passierte. 10% der Unfälle konnten auf eine emotionale oder gedankliche Ablenkung des Fahrers zum Unfallzeitpunkt zurückgeführt werden. Ein häufig genannter Grund für diese Art Ablenkung waren Streitigkeiten in der Familie. Die Handhabung persönlicher Gegenstände war in weiteren 9% der Unfälle Ursache. Dabei war das Suchen oder Greifen nach sich bewegenden Gegenständen in 36% unfallverursachend. Auf ein fallendes Objekt zu reagieren, verursachte weitere 32% der Unfälle. Die Bedienung fahrzeugeigener Bedienelemente verursachte 8% aller fahrzeuginternen Ablenkungsunfälle. Dabei wurde in 20% der Spiegel eingestellt, in 23% wurden Fenster oder Türen geöffnet, in 17% wurde auf das Tacho geschaut, in weiteren 16% der Unfälle wurde mit dem Sicherheitsgurt hantiert, und in abschließenden 16% wurde auf eine weitere Anzeige geblickt. Essen und Trinken machte insgesamt 7% aller Unfälle durch fahrzeuginterne Ablenkung aus. Dabei wurden 40% der Unfälle, die durch Essen und Trinken verursacht wurden, auf das Greifen oder Suchen nach Nahrungsmittel zurückgeführt, 26% auf den Konsum oder Vorbereitung des Konsums. Reaktionen auf herunterfallende Lebensmittel waren für 27% dieser Art Unfälle verursachend. Weitere 5% aller fahrzeuginternen Ablenkungsunfälle waren auf das Rauchen zurückzuführen. Dabei machte das Suchen nach benötigten Utensilien mit 48% den Großteil der Raucherunfälle aus. Das Rauchen selbst wurde in lediglich 26% der Fälle als Unfallursache angegeben. Weitere 5% aller Unfälle durch Ablenkung im Fahrzeug geht auf „andere Ablenkung im Fahrzeug“ zurück, 4% auf Tiere oder Insekten im Fahrzeug sowie 1% durch Niesen oder Husten.

2.1.1.1.4. New Zealand Ministry of Transport (2008)

Für das Jahr 2008 gab das neuseeländische Ministry of Transport ein “Crash-Factsheet” heraus, welches die Verkehrsunfallstatistiken des Jahres 2007 enthält. Dabei konnte der diensthabende Polizist bei insgesamt 1.378 aller registrierten Unfälle eine Ablenkung des Fahrers als Unfallursache feststellen. Das entspricht, laut Crash-Factsheet, einem Anteil von 11%. Innerhalb dieser Ablenkungsunfälle verursachte eine Blendung durch die Sonne mit 13% den größten Anteil an Unfällen, gefolgt von 12% durch einen Beifahrer oder der Beobachtung des weiteren Verkehrs (11%). Andere Verkehrsteilnehmer waren in 7% der Fälle die Unfallursache. In jeweils 5% der Fälle waren Telekommunikation, Entertainmentsysteme, emotionale bzw. interne Ablenkungen, die Handhabung persönlicher Gegenstände oder fahrzeugzugehöriger Geräte die Unfallursache. Insgesamt betrachtet hatten Unfälle durch „Ablenkungen innerhalb des Fahrzeugs“ einen Anteil von 57%, Unfälle durch „Ablenkungen außerhalb des Fahrzeugs“ einen Anteil von 45% (an allen

Ablenkungsunfällen). Weitere Analysen zeigten, dass insbesondere jüngere Fahrer häufiger in Ablenkungsunfälle verwickelt waren als ältere, was aber laut Autoren an deren häufigerer Teilnahme am Straßenverkehr begründet sein kann.

2.1.1.1.5. Stevens & Minton (2001)

In Großbritannien haben Stevens und Minton (2001) Unfalldaten aus England und Wales untersucht. Von 41.817 Unfällen, die in den Jahren 1985 - 1995 registriert wurden, konnten die Autoren 5.740 auf ihre Ursache hin analysieren. Von diesen 5.740 Unfällen konnten 101 Unfälle auf die Ablenkung des Fahrers zurückgeführt werden. Das entspricht 1.8% aller analysierten Unfälle. Von den Ablenkungsunfällen (insgesamt 101) konnten 26.3% auf die Interaktion mit einem Mitfahrer zurückgeführt werden, sowie 19.2% auf die Bedienung eines Autoradios oder Kassettenspielers. Essen, Trinken und Rauchen lenkten den Fahrer in 17.2% der Fälle ab. „Alte“ Technologien wie z.B. Landkarten oder Bedienung der Heizung lenkten die Fahrer in 8.1% der Fälle ab, ebenso wie die Bedienung anderer Elemente im Fahrzeug (ebenfalls 8.1%). Das Telefonieren mit einem Mobiltelefon war in 3.0% der Ablenkungsunfälle Ursache des Unfalls. Weiterhin zeigten sich keine Unfälle durch „neue“ Technologien wie z.B. Navigationsgeräte, was möglicherweise auf die geringe Verbreitung in den Jahren 1985 - 1995 zurückzuführen ist. In 20.2% der Fälle gaben die Fahrer „andere“ Tätigkeiten als Unfallursache an.

2.1.1.1.6. McEvoy & Stevenson (2005)

McEvoy und Stevenson (2005) befragten zwischen April 2002 und Juli 2004 insgesamt 1.367 Fahrer, die infolge eines Unfalls in eines von drei Krankenhäusern in Perth, New South Wales, Australien eingeliefert wurden. Die Fahrer wurden mithilfe strukturierter Fragebögen interviewt. Weitere Informationen zum Unfallhergang wurden von der Polizei und der Ambulanz erfragt. Diese 1.367 befragten Fahrer waren insgesamt an 1.285 Unfällen beteiligt, was bedeutet, dass es bezüglich eines Unfalls zwei oder mehrere Fahrer gab, die befragt wurden. Von den 1.367 interviewten Fahrern, gaben 433 an, zum Zeitpunkt des Unfalls mit mindestens einer ablenkenden Tätigkeit beschäftigt gewesen zu sein. Diese 433 abgelenkten Fahrer waren an insgesamt 419 Unfällen beteiligt was bedeutet, dass bei einigen Unfällen beide Fahrer abgelenkt gewesen sein mussten. Bei der Analyse der Daten zeigte sich, dass die Ablenkung durch einen Beifahrer mit 12.2% aller untersuchten Unfälle den größten Anteil an Ablenkungsunfällen ausmacht, gefolgt von Konzentrationsmangel (11.2%) und Ablenkung durch Objekte oder Personen außerhalb des Fahrzeugs (9.5%). Weiterhin zeigte sich, dass Ablenkungen bei Unfällen mit nur einem beteiligten Fahrzeug

doppelt so häufig vorkamen (20% der Unfälle) wie bei Unfällen mit mehreren beteiligten PKW (10%). Weiterhin waren jüngere Fahrer häufiger in Ablenkungsunfälle verwickelt als ältere Fahrer, sowie unerfahrene Fahrer häufiger als erfahrene. Ein Einfluss des Geschlechts, der Tageszeit oder der Wetterbedingungen konnte nicht festgestellt werden.

2.1.1.2. Beobachtungsstudien

Da sich die Angaben der in Abschnitt 2.1.1.1 vorgestellten Unfallstudien vor allem auf die Selbstauskünfte der Unfallverursacher beziehen, liegt die Vermutung nahe, dass die tatsächlichen Fälle von Ablenkung am Steuer als Unfallursache weitaus höher liegen. Aus diesem Grund werden eine Reihe von Beobachtungsstudien vorgestellt, die einen Eindruck darüber vermitteln, wie oft fahrfremde Tätigkeiten während normaler Fahrten durchgeführt werden. Dabei werden Fahrer bei ihrer normalen Fahrtätigkeit beobachtet. Ein Vorteil dieser Herangehensweise ist, dass Verzerrungen durch Selbstauskünfte der Fahrer entfallen. Ein Nachteil der Beobachtungsstudien ist, dass sie in der Regel keine Aussagen über den Einfluss fahrfremder Tätigkeiten auf das Unfallrisiko machen können, da während der Beobachtungsphasen selten Unfälle stattfinden (eine Ausnahme bietet die Studie von Klauer et al. (2006), welche die Vorteile einer Beobachtungs- sowie Unfallanalyse kombiniert, siehe Abschnitt 2.1.1.2.4). Weiterhin ist es nicht möglich, Aussagen über rein kognitive Ablenkungen wie z.B. durch intensives Nachdenken zu machen. Im Folgenden werden die Beobachtungsstudien von Stutts et al. (2003); Sayer, Devonshire und Flannagan (2005); Johnson et al. (2004) sowie Klauer et al. (2006) näher vorgestellt.

2.1.1.2.1. Stutts, Feaganes, Rodgeman, Hamlett, Meadows & Reinfurt (2003)

Stutts et al. (2003) beobachteten zwischen November 2000 und November 2001 die durchschnittlichen Fahrten von 70 Autofahrern in den USA (North Carolina und Pennsylvania). Dazu wurden den Versuchsteilnehmern 70 Fahrzeuge zur Verfügung gestellt, die mit je drei Kameras ausgestattet waren (eine Kamera war auf den Fahrer, eine auf die vorderen Sitze und eine als Blick nach außen gerichtet). Insgesamt dauerte die Beobachtung des Fahrverhaltens eines Teilnehmers je eine Woche. Dabei wurden je drei Stunden Videomaterial pro Proband (Pd) codiert. Bei der Analyse der Daten wurden u. a. folgende Auswertungen vorgenommen: (1) Bestimmung der Art der Ablenkung, (2) Bestimmung des prozentualen Anteils der Fahrer an allen beobachteten Fahrern, die eine bestimmte fahrfremde Tätigkeit durchführten, (3) Bestimmung des prozentualen Anteils der Fahrzeit an der Gesamtfahrzeit, der mit einer bestimmten fahrfremden Tätigkeit verbracht wurde, sowie (4) Bestimmung des prozentualen Anteils der Fahrzeit, der mit einer bestimmten fahrfremden

Tätigkeit verbracht wurde, bezogen auf die Fahrer die diese Tätigkeit auch tatsächlich durchführten. Die wichtigsten Ergebnisse werden in den Tab. 2 und Tab. 3 verdeutlicht.

Tabelle 2: Unfallverursachende Ablenkungen für Unfälle durch fahrzeuginterne Ablenkung. Mehrfachkategorisierungen möglich. Die Angaben der Spalte „% der Unfälle“ sind gerundet.

Ablenkende Tätigkeit	% der Pbn	% der Fahrzeit
Einstellungen am gefahrenen Fahrzeug	100.0	3.8
Nach etwas greifen, zur Seiten lehnen usw.	97.1	-
Musik/Audioeinstellungen verändern	91.4	1.4
Externe Ablenkungen	85.7	1.6
Unterhaltung	77.1	15.3
Essen, trinken, etwas verschütten	71.4	1.5
Andere interne Ablenkungen	67.1	-
Etwas zu essen oder trinken vorbereiten	58.6	3.2
Körperpflege	45.7	0.3
Lesen/Schreiben	40.0	0.7
Mit Handy telefonieren	30.0	-
Mit Handy wählen	27.1	-
Ablenkung durch Erwachsene	22.9	0.3
Handy abheben	15.7	1.3
Ablenkung durch Kinder	12.9	0.3
Ablenkung durch Babies	8.6	0.4
Rauchen (inkl. an- und ausmachen)	7.1	1.6

Es zeigte sich, dass jeder der beobachteten Fahrer während der Fahrt Einstellungen am Fahrzeug vornahm (100%) und fast jeder nach einem Gegenstand griff (97.1%). Weitere 91.4% der beobachteten Fahrer nahmen Einstellungen an einem Entertainmentsystem vor und 85.7% ließen sich von Dingen außerhalb des Fahrzeugs ablenken. Fast drei Viertel der beobachteten Fahrer unterhielten sich mit einer mitfahrenden Person (77.1%), aßen oder tranken während der Fahrt (71.4%) oder ließen sich durch weitere fahrzeuginterne Dinge ablenken (67.1%). Rund ein Drittel der Fahrer (30.0%) telefonierte mit einem Mobiltelefon. Bezieht man die Dauer bestimmter fahrfremder Tätigkeiten auf die gesamte beobachtete Fahrzeit, so sticht die Unterhaltung mit Mitfahrern aus allen Tätigkeiten hervor, da sie mit 15.3% den mit Abstand größten Anteil ausmacht. Die relative Dauer aller weiteren Tätigkeiten liegt zwischen 0.3% - 3.8%.

Weiterhin wurde der Anteil der Fahrer, die eine bestimmte Tätigkeit ausführten, der Dauer dieser Tätigkeit gegenübergestellt (in Tab. 3 dargestellt).

Tabelle 3: Vergleich zwischen dem Anteil der Fahrer, bei denen eine fahrfremde Tätigkeit beobachtet werden konnte und des Anteils der Fahrzeit, die diese Tätigkeit dauerte.

Ablenkende Tätigkeit	% der Fahrer	% der Fahrzeit
Musik/Audioeinstellungen verändern	91.4	1.5
Unterhaltung	77.1	19.9
Essen, trinken, etwas verschütten	71.4	2.0
Etwas zu essen oder trinken vorbereiten	58.6	5.4
Körperpflege	45.7	0.6
Lesen/Schreiben	40.0	1.8
Verwendung des Handys	34.3	3.8
Ablenkung durch Erwachsene	22.9	1.2
Ablenkung durch Kinder	12.9	2.2
Ablenkung durch Babies	8.6	4.4
Rauchen (inkl. an- und ausmachen)	7.1	21.1
Interne Ablenkung	100.0	3.8
Externe Ablenkung	5.7	1.9

Dabei ergaben sich für spezifische Tätigkeiten interessante Ergebnisse. So unterhielten sich rund drei Viertel der Fahrer knapp 20% ihrer Fahrzeit. Ein weiteres Drittel benutze ein Mobiltelefon, was aber nur knapp 4% ihrer Fahrzeit beanspruchte. Weitere 7% rauchten während der Fahrt in ungefähr 21% der Zeit.

Weitere Analysen der Daten zeigten, dass die Fahrer in insgesamt 16.1% der gesamten beobachteten Zeit mit Nebentätigkeiten beschäftigt waren (Beifahrerunterhaltungen inklusive), was sich wiederum in ca. 15% bei stehendem und ca. 85% bei fahrendem Fahrzeug unterteilen ließ. Weiterhin werteten die Autoren die Auswirkungen bestimmter Nebentätigkeiten auf das Fahrverhalten aus. Es zeigte sich, dass in insgesamt 1.4% der Zeit in der sich das Fahrzeug in Bewegung befand die Fahrer keine Hände am Steuer hatten, in 68.8% befand sich eine Hand am Steuer sowie in 34.8% der Zeit beide. In 97.2% der gesamten beobachteten Fahrzeit schauten die Fahrer nach draußen sowie in 2.8% der Zeit in das Innere des Fahrzeugs.

2.1.1.2.2. Sayer, Devonshire & Flannagan (2005)

Für ihre Studie analysierten Sayer, Devonshire und Flannagan (2005) Daten, die zwischen Mai 2004 und Februar 2005 während des Road Departure Crash Warning Field Operation Tests (RDCW FOT) in Südost-Michigan (USA) aufgezeichnet wurden und werteten sie im Hinblick auf Nebentätigkeiten während der Fahrt aus. Dabei handelte es sich um Videoaufzeichnungen natürlicher Fahrten von insgesamt 78 Fahrern mit insgesamt 133.290

aufgezeichneten Kilometern. Jeder einzelne Fahrer wurde dabei vier Wochen am Stück beobachtet. Die Videoaufzeichnungen waren derart gestaltet, dass alle fünf Minuten ein Fünf-Sekunden-Intervall aufgezeichnet wurde sobald sich das Fahrzeug in Bewegung befand. Von diesen Aufzeichnungen kamen zur Auswertung die Intervalle in die engere Auswahl, bei denen die Fahrer schneller als 40 km/h fuhren sowie länger als 50 min pro Woche. Die verbleibenden 60 Fahrer wurden im Anschluss an diese Selektion in gleich große Altersgruppen (20-30 Jahre; 40-50 Jahre; 60-70 Jahre) zu je sechs Fahrern pro Geschlecht gelost. Damit verblieben noch 36 Fahrer, die analysiert wurden. Von diesen 36 Fahrern wurden je 40 Videoclips zufällig ausgewählt (entspricht insgesamt 1.440 Videoclips). Für diese Fahrtaufzeichnungen wurde dann bestimmt, ob und welche Nebentätigkeiten durchgeführt wurden bzw. ob es Unterschiede bezüglich bestimmter Fahrparameter während Intervallen mit und ohne Nebentätigkeiten gab. Die Autoren konnten in 486 der 1.440 ausgewerteten Videoclips (etwa einem Drittel) Nebentätigkeiten identifizieren. In ca. 45% der Videoclips mit Nebentätigkeiten (486) unterhielten sich die Fahrer mit Mitfahrern, in weiteren knapp 20% waren die Fahrer mit einer Form der Körperpflege beschäftigt. Gut 16% der Videos mit Nebentätigkeiten zeigten Fahrer bei der Mobilfunknutzung, weitere 6% beim Essen und Trinken, sowie 7% bei anderen Nebentätigkeiten. Knapp 6% der Videoclips mit Nebentätigkeiten zeigten wie Fahrer mehrere Tätigkeiten parallel durchführten. Im Mittel führte jeder Fahrer während seiner Aufzeichnungen 14 Nebentätigkeiten durch, wobei es bei jüngeren Fahrern durchschnittlich mehr waren als bei älteren.

2.1.1.2.3. Johnson, Voas, Lacey, McKnight & Lange (2004)

Johnson et al. (2004) untersuchten ca. 40.000 Fotos von Fahrzeugen, die zwischen März und Juli 2001 auf der New Jersey Turnpike aufgenommen wurden. Dabei wurden die Kameras so eingestellt, dass sie zufällig 20 bis 50 Mal pro Stunde das jeweils nächste vorbeifahrende Fahrzeug fotografierten. Mit dieser Methodik beschränkten sich die Autoren auf Fahrten mit hoher Geschwindigkeit. Von den 40.000 untersuchten Fotos wurde für 1.424 Fotos übereinstimmend festgestellt, dass eine Nebentätigkeit durchgeführt wurde. Diese Nebentätigkeiten konnten auf 1.219 Fotos (ca. 86%) von mehr als zwei Ratern eindeutig zugeordnet werden. Die Ergebnisse werden in Tab. 4 dargestellt und im Folgenden erklärt.

Tabelle 4: Anzahl und prozentualer Anteil der Fotos einer bestimmten Tätigkeit an allen aufgenommenen Fotos mit Nebentätigkeiten.

Art der Ablenkung	Anzahl Fotos	in %
Handy benutzen	545	38.3
Interaktion mit Beifahrer	217	15.2
Rauchen	152	10.7
Andere oder undefinierte Tätigkeiten	100	7.0
Steuerungselemente bedienen	83	5.8
Trinken	74	5.2
Essen	28	2.0
Lesen	12	0.8
Haustiere	4	0.3
Zigarette anzünden	2	0.1
Küssen	1	0.1
Körperpflege	1	0.1
Keine übereinstimmende Codierung	205	14.4
Gesamt	1424	100.0

So zeigten gut 38% der 1.424 Fotos mit Nebentätigkeiten Fahrer dabei wie sie ihr Handy benutzten. Auf weiteren 15% der Fotos konnten Fahrer bei einer Interaktion mit dem Beifahrer festgehalten werden. Auf ca. 17% der Fotos wurden Fahrer beim Rauchen abgebildet, sowie gut 6% der Fotos zeigten, wie Fahrer ein Steuerungselement bedienten. Ungefähr 5% der Fotos zeigten Fahrer beim Trinken, ca. 2% beim Essen. Jeweils unter 1% der Fotos zeigten Fahrer beim Lesen, sich mit Haustieren beschäftigen, sich eine Zigarette anzünden, sich küssen oder sich mit der Körperpflege beschäftigen. In weiteren 11% der Fotos gingen die Fahrer einer anderen Tätigkeit nach. Interessant ist außerdem, dass Fahrer die zu schnell fuhren (und fotografiert wurden), weniger mit Nebentätigkeiten beschäftigt waren als Fahrer, die mit erlaubter Geschwindigkeit unterwegs waren. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass ältere Autofahrer und Fahrer, bei denen Beifahrer anwesend waren, seltener beim Telefonieren abgelichtet wurden.

2.1.1.2.4. Klauer, Dingus, Neale, Sudweeks & Ramsey (2006)

In der 100-Car Naturalistic Driving Study wurden insgesamt 100 Fahrzeuge (78 private, 22 Leasingfahrzeuge) aus der Region um Washington DC mit Aufzeichnungsgeräten ausgerüstet. Die Datenaufzeichnung der insgesamt 109 Fahrer fand in der Zeit zwischen August 2001 und Juni 2004 über einen Zeitraum von jeweils 12 bis 13 Monaten pro Fahrzeug statt. Dabei wurden Aufzeichnungen der Fahrumgebung sowie der Bedien- und

Fahrparameter gemacht. Anhand bestimmter Fahrzeugparameter wurden die Situationen herausgefiltert, bei denen es zu einem Unfall (82, davon 69 auswertbar), Beinahe-Unfall (761) oder einem anderen kritischen Ereignis (8.295) kam. Diese insgesamt 9.125 Situationen wurden hinsichtlich Fahrparameter, Ereignismerkmale, Umgebungsvariablen, Fahrzeugzustand, Blickdaten, Videobeobachtung und Berichte der Fahrer ausgewertet. Dabei wurde anhand der Videodaten der Fahrerzustand drei Sekunden vor Eintreten der Situation in „aufmerksam“ oder „unaufmerksam“ unterteilt.

Um den Einfluss der verschiedenen Typen von Unaufmerksamkeiten auf das Unfallrisiko zu bestimmen, wurden zum Vergleich Baseline-Perioden von „normalen“ Fahrten proportional zum Anteil der kritischen Situationen analysiert. Mithilfe dieser Vergleichsmöglichkeit konnten Risiken für verschiedene Nebentätigkeiten beim Fahren berechnet werden. Anhand dieser Methodik (Beobachtung der Häufigkeit von Nebentätigkeiten allgemein und speziell bei kritischen Situationen) ermöglicht es diese Studie die Gefährlichkeit einer Nebentätigkeit (angegeben im attribuierbaren Risiko) einzuschätzen. Die im Folgenden vorgestellten Analysen beziehen sich auf das Unfallrisiko.

Bei denen als „unaufmerksam“ kategorisierten Fahrern wurde die Art der Unaufmerksamkeit (Müdigkeit, Ablenkung usw.) bestimmt. Dabei zeigte sich, dass 35% der Unfälle (30 von 86), sowie 29% der Beinahe-Unfälle (217 von 761) und 21% der kritischen Ereignisse (1.742 von 8.295) durch einen abgelenkten Fahrer verursacht wurden. Um das Unfallrisiko dieser abgelenkten Fahrer bestimmen zu können, wurden insgesamt 6.000 zufällige Vergleichsdatensätzen (welche keine Unfälle, Beinahe-Unfälle oder kritischen Ereignisse enthielten, ansonsten aber bezüglich aller wichtigen Merkmale vergleichbar waren) herangezogen. Innerhalb dieser Vergleichsdatensätze waren die Fahrer in 2.280 Fällen abgelenkt, was einer Rate von 38% entspricht.

Im nächsten Schritt berechneten die Autoren die Odds Ratios (OR) der einzelnen Nebentätigkeiten. Dazu setzten sie jeweils die relativen Häufigkeiten der Perioden mit fahrfremden Tätigkeiten und Unfall ins Verhältnis zu den Perioden mit fahrfremden Tätigkeiten ohne Unfall (Odds Ratio < 1 bedeutet vermindertes Risiko; Odds Ratio > 1 erhöhtes Risiko).

Tabelle. 5: Unfallrisiko mit Signifikanz und attribuierbares Risiko für die verschiedenen Tätigkeiten. (Odds Ratio < 1 bedeutet vermindertes Risiko; Odds Ratio > 1 erhöhtes Risiko).

Art der Ablenkung	Odds Ratio	Signifikanz Odds Ratio	Attribuierbares Risiko
Nach einem sich bewegenden Objekt greifen	8.8	*	1.1
Insekt im Fahrzeug	6.4		0.4
Auf ein Objekt außerhalb des Fahrzeugs blicken	3.7	*	0.9
Lesen	3.4	*	2.9
Makeup auftragen	3.1	*	1.4
Nummer mit einem tragbaren Gerät wählen	2.8	*	3.6
Einlegen/Rausnehmen einer CD	2.3		0.2
Essen	1.6		2.2
Nach einem unbeweglichen Objekt greifen	1.4		1.2
Sprechen/Zuhören mit einem tragbaren Gerät	1.3		3.6
Aus einem offenen Behälter trinken	1.0		0.0
Andere Körperpflege	0.7		-
Radio einstellen	0.6		-
Beifahrer auf dem Beifahrersitz	0.5	*	-
Beifahrer auf der Rückbank	0.4		-
Haare kämmen	0.4		-
Kind auf der Rückbank	0.3		-
Komplexe fahrfremde Tätigkeit	3.1	*	4.3
Moderate fahrfremde Tätigkeit	2.1		15.2
Einfache fahrfremde Tätigkeit	1.2	*	3.3
Mittlere bis starke Müdigkeit	6.2	*	22.2

In Tab. 5 ist abzulesen, dass das Greifen nach einem sich bewegenden Gegenstand mit einem OR= 8.8 sehr risikoreich ist. Auf ein Objekt außerhalb des Fahrzeugs schauen (OR= 3.7); Lesen (OR= 3.4); Make-up auftragen (OR= 3.1) und eine Nummer in ein tragbares Gerät eingeben (OR= 2.8) zeigen ebenfalls ein signifikant erhöhtes Unfallrisiko. Signifikant vermindert ist das Risiko (OR= 0.5) wenn ein Beifahrer auf dem Beifahrersitz mitfährt. Generell betrachtet, zeigt sich ein signifikant erhöhtes Unfallrisiko bei eher komplexen fahrfremden Tätigkeiten (OR= 3.1) bei denen der Benutzer mehr als drei Blickzuwendungen oder Bedieneingaben ausführen muss und bei mittlerer bis starker Müdigkeit (OR= 6.2). Im letzten Schritt wurde noch das attribuierbare Risiko berechnet (welches die Häufigkeit der entsprechenden Unfälle mitberücksichtigt), ebenfalls in Tab. 5 dargestellt. Das attribuierbare

Risiko (AR) verbindet die Betrachtung von erhöhtem Unfallrisiko durch eine bestimmte fahrfremde Tätigkeit und deren Häufigkeit. So ist die Beschäftigung mit einem Insekt im Fahrzeug zwar sehr risikobehaftet (OR= 6.4), praktisch gesehen aber weniger bedeutend, da sie eher selten auftritt (AR= 0.4). So sind moderate Nebentätigkeiten (zwei Bedienschritte) mit einem attribuierbaren Risiko von OR= 15.2 sowie mittlere bis starke Müdigkeit mit einem attribuierbaren Risiko von OR= 22.2 die gefährlichsten fahrfremden Nebentätigkeiten, da sie sowohl ein erhöhtes Unfallrisiko aufweisen und dazu häufig auftreten.

2.1.1.3. Befragungsstudien

Nachdem in den dargestellten Unfallanalysen und Beobachtungsstudien Aussagen bezüglich objektiver Kriterien wie der Häufigkeit, dem Unfallrisiko und dem attribuierbaren Risiko fahrfremder Tätigkeiten gemacht wurden, soll im Folgenden mithilfe von Befragungen erörtert werden, wie private und professionelle Fahrer das Risiko bestimmter fahrfremder Tätigkeiten subjektiv einschätzen. Bei diesen subjektiven Befragungen, die häufig in Form von Fokusgruppen stattfinden, handelt es sich um moderierte Diskussionsgruppen, zu denen Teilnehmer der gewünschten Stichprobe eingeladen werden (z.B. nach Geschlecht und Alter der gewünschten Region ausgewählt). Diese Teilnehmer werden gebeten, ihre Meinung zu einem bestimmten Sachverhalt zu äußern und sie auch im Hinblick auf ihren persönlichen Hintergrund zu diskutieren. Im Folgenden werden zwei Befragungsstudien von Gordon (2005) und Baker (2007) sowie Llaneras, Singer und Bowers-Cranahan (2005) näher vorgestellt.

2.1.1.3.1. Gordon (2005) und Baker (2007)

Das Ziel der neuseeländischen Fokusgruppen-Untersuchung von Gordon (2005) bzw. Baker (2007) war es, Wahrnehmungen und Einstellungen von Autofahrern zum Thema „Driver Distraction“ zu erfragen und darauf aufbauend Empfehlungen zu generieren, wie Fahrer auf das Problem der Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten sensibilisiert werden können. Dazu wurden insgesamt sechs Fokusgruppen mit zusammen 37 Teilnehmern (21 Männer, 16 Frauen) befragt. Unter den Teilnehmern befanden sich u. a. Teenager, jüngere und ältere Fahrer, Eltern sowie Berufsfahrer. In einer ersten Befragung gaben die Fahrer an, dass sie fahrzeuginterne Ablenkung nicht als ein spezielles Sicherheitsproblem ansehen, sondern zu den allgemeinen Beschwerlichkeiten des Autofahrens wie z.B. schlechtes Wetter zählen. Diese Einordnung kommt dadurch zustande, dass fahrzeuginterne Ablenkung häufig auftritt aber selten negative Folgen hat. Weiterhin gaben die Fahrer an die Nebentätigkeiten rechtzeitig stoppen zu können, wenn die Fahrsituation es erfordert. Sie gaben aber ebenfalls

zu, dass unvorhergesehene Ereignisse, wie z.B. das Herunterfallen eines Gegenstandes, zu Schwierigkeiten führen können. Als unkontrollierbar wurde die Ablenkung durch andere Personen wie (betrunkene) Beifahrer, aber auch durch Babies und Kinder eingeschätzt. Weiterhin wurden die Teilnehmer gebeten verschiedene Tätigkeiten nach ihrer Häufigkeit, sowie allgemeiner Gefährlichkeit einzuschätzen. Allgemeine Gefährlichkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Teilnehmer, unabhängig davon ob sie die entsprechende Tätigkeit für sich persönlich als gefährlich einstufen, ihre Gefährlichkeit für die Allgemeinheit angeben sollten. Die Ergebnisse werden in Abb. 1 dargestellt.

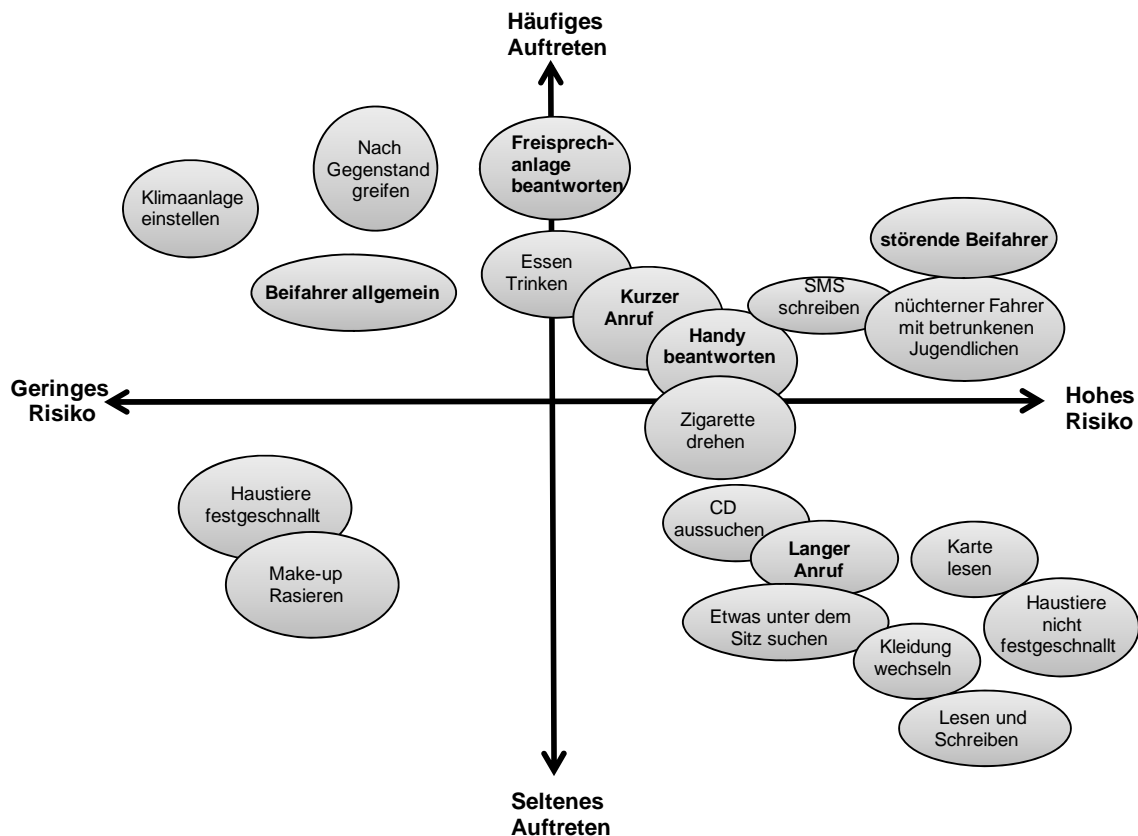


Abbildung 1: Zusammenfassung von Risiko und Häufigkeit der Ausführung verschiedener Nebentätigkeiten nach Einschätzung der Fokusgruppe.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Beantworten einer Freisprechanlage von den Pbn als relativ häufiges Ereignis betrachtet wird, welches ein mittelgroßes Risiko birgt. Im Vergleich dazu schätzen die Pbn das Führen eines kurzen Gesprächs, sowie das Beantworten eines Handys als etwas seltener, dafür etwas gefährlicher ein. Das Führen längerer Gespräche im Fahrzeug wird dagegen als eher selten und gefährlich wahrgenommen. Somit zeigt sich, dass Personen instinktiv dazu neigen, die Nutzung einer Freisprechanlage (und somit die Minimierung visueller und manueller Ablenkung) als weniger gefährlich einzustufen als die Bedienung eines mobilen Telefons. Trotzdem scheint aber auch gerade ein Gespräch als

ablenkend betrachtet zu werden, was man vor allem daran erkennen kann, dass lange Gespräche (am Telefon) als eher gefährlich eingestuft werden.

Die Auswertung des gleichen Datenmaterials von Baker (2007) kam zu weiteren Ergebnissen. Demnach betrachteten die Fahrer lediglich solche Tätigkeiten als riskant, bei denen sie die Hände (oder auch nur eine Hand) vom Steuer nehmen oder den Blick von der Straße abwenden müssen, was vor allem auf die Nutzung eines mobilen Telefons zutrifft. Auf Nachfrage berichteten sie ebenfalls von kognitiven Ablenkungen, emotionaler Belastung (durch Streit) oder Überforderung durch zu viele Tätigkeiten (letzteres trat generell eher auf unbekanntem Wegen auf, da bekannte Wege weniger kognitive Kapazität benötigen). Insgesamt fühlten sich die Befragten bei der Durchführung von Nebentätigkeiten während der Fahrt aber wohl.

2.1.1.3.2. Llaneras, Singer & Bowers-Cranahan (2005)

Eine weitere Befragung wurde von Llaneras, Singer und Bowers-Cranahan (2005) durchgeführt und hatte zum Ziel, die Ablenkung von Berufskraftfahrern in den USA zu bestimmen. Dazu wurde zuerst diskutiert, inwieweit Ablenkung und fahrfremde Nebentätigkeiten als Sicherheitsproblem betrachtet werden. Interessant war vor allem das Ergebnis, dass 91% der befragten LKW-Fahrer fahrfremde Tätigkeiten während privater Fahrten für problematisch halten, während für berufliche Fahrten nur 64% der Befragten angaben, dass Ablenkungen während der Fahrt problematisch sein könnten. Als Begründung für diese unterschiedliche Einschätzung wurde vor allem die größere Fahrerfahrung professioneller Fahrer angegeben.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass Autofahrer eine ganze Reihe von Tätigkeiten durchführen während sie Auto fahren. Viele dieser Tätigkeiten sind ganz natürliche menschliche Vorgänge, wie z.B. die Kommunikation mit einem Beifahrer oder das Greifen nach einem Gegenstand. Diese typisch menschlichen Interaktionen im Fahrzeug scheinen für Autofahrer selbstverständlich und aus dem Fahrkontext kaum wegzudenken zu sein. Weiterhin zeigen die Studien aber auch, dass in den letzten Jahren ein deutlicher Zuwachs von IVIS im Fahrzeuginneren zu verzeichnen ist. Während Autofahrer in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich ihren Radiosender wechselten, hat sich das Bild von IVIS im Fahrzeug erheblich gewandelt. So haben die Fahrer nun die Möglichkeit zu telefonieren, MP3 oder DVDs abzuspielen, Navigationsziele zu suchen und einzugeben oder im Internet zu surfen. Diese rasante Entwicklung immer komplexerer MMI geht einher mit immer schwieriger zu bewältigenden Bedienstrukturen, welche die visuell/manuelle sowie mentale Beanspruchung des Fahrers zusätzlich erhöhen können und so zu einer verstärkten Ablenkung führen. Die Auswirkungen dieser zunehmend komplexeren Zweitaufgaben

konnten bisher anhand verschiedener Studien demonstriert werden, von denen im Folgenden einige Studien exemplarisch beschrieben werden.

2.1.2. Empirische Befundlage zur Ablenkung durch IVIS

Im vorherigen Abschnitt wurde die Vielzahl durchgeführter Nebentätigen während des Fahrens umfassend vorgestellt. Dabei wurde ersichtlich, dass zunehmend komplexere technische Errungenschaften den Weg ins Fahrzeug finden und so zu immer mehr Ablenkung während der Fahrt führen können. Zu den zurzeit komplexesten Nebentätigkeiten, zählen nach Meinung der Autorin vor allem die Musikauswahl via iPod, sowie das Schreiben und Lesen von SMS während der Fahrt. Um im nächsten Schritt das größtmögliche Ausmaß potentieller Beeinträchtigungen der visuell/manuellen Bedienung von Nebenaufgaben auf das Fahrverhalten aufzuzeigen, werden im Folgenden die Ergebnisse der Studien von Mitsopoulos-Rubens, Trotter und Lenné (2011); Chisholm, Caird und Lockhart (2008); Reed und Robbins (2008); Drews et al. (2009) sowie Hosking, Young und Reagan (2009) näher vorgestellt und im Anschluss daran zusammenfassend diskutiert².

2.1.2.1. Mitsopoulos-Rubens, Trotter & Lenné (2011)

Mithilfe des Lane Change Task (kurz: LCT; eine detaillierte Erklärung des Lane Change Task (Mattes, 2003) findet sich in Abschnitt 2.2.1 dieser Arbeit) verglichen Mitsopoulos-Rubens, Trotter und Lenné (2011) drei verschiedene Varianten einer visuell/manuellen Bedienoberfläche zur Musikauswahl in Hinblick auf ihre Beeinträchtigung auf die Fahrleistung. Dazu fuhren insgesamt 30 Pbn in einer simulierten Fahraufgabe während sie gleichzeitig Musik auswählen sollten. Mithilfe eines Within-Subject-Designs wurden die drei experimentellen Bedingungen mit zwei unterschiedlichen Kontrollbedingungen verglichen (zum einen nur Fahren ohne zusätzliche Nebenaufgabe, zum anderen eine Bedingung, in der gefahren und gleichzeitig eine rein kognitive Nebenaufgabe durchgeführt wurde. Auf diese Weise sollen Beeinträchtigungen durch den rein kognitiven Aspekt der Musikauswahl identifiziert und interpretiert werden). Bei den Bedienvarianten handelt es sich zum einen um die Nutzeroberfläche „Classic“, bei welcher eine klassische lineare Auflistung der Titel zum

² An dieser Stelle wird darauf verzichtet die Vielzahl der Studien zu visuell/manueller Bedienung von diversen Geräten wie z.B. Navigationssystemen, mobilen Telefonen usw. vorzustellen, da es hinreichend viele Zusammenfassungen gibt (siehe z.B. Horrey und Wickens (2008); für eine Zusammenfassung der Ergebnisse siehe Abschnitt 3.1.1.2 dieser Arbeit). Vielmehr soll im folgenden Abschnitt das Maximum potentieller Beeinträchtigung durch visuell/manuelle Bedienung aufgezeigt werden. Aus diesem Grund werden vor allem Studien zu den zurzeit komplexesten (visuell/manuellen) Nebentätigkeiten im Fahrkontext vorgestellt.

Runter scrollen in alphabetischer Reihenfolge zur Verfügung steht. Bei der zweiten Variante handelt es sich um eine kreisrunde Menüanzeige, genannt „Modified Fisheye“, in welcher, grob beschrieben, einzelne Auswahlmöglichkeiten der gesamten Hierarchieebene, je nach Lage, vergrößert dargestellt werden. Der Vorteil dieser Darstellung ist, laut Experten, dass der Nutzer gleichzeitig in der Lage ist sich an der gesamten Menüauswahl zu orientieren, während einzelne, für ihn interessante Punkte, vergrößert dargestellt werden. Auf diese Weise soll die visuelle Wahrnehmung erleichtert werden. Bei der dritten Variante, genannt „Cover Wheel“, handelt es sich um ein alphabetisch angeordnetes 3D-Auswahlrad, zurzeit am häufigsten verwendet bei verschiedenen Varianten des iPods.

Als abhängige Variablen wurden die mittlere Abweichung von einer vordefinierten Idealspur (für eine detaillierte Erklärung der Maße des LCT siehe Abschnitt 2.2.1 dieser Arbeit), sowie der prozentuale Anteil korrekter Spurwechsel gemessen. Es zeigte sich vorab, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kontrollbedingungen gefunden werden konnten (nur Fahren; Fahren mit rein kognitiver Nebenaufgabe). Dieses Ergebnis veranlasste die Autoren dazu beide Kontrollbedingungen für den weiteren Verlauf der Analyse zu mitteln.

Weiterhin zeigten sich Beeinträchtigungen in der Fahrzeug-Längskontrolle (größere mittlere Abweichung von der Idealspur sowie größerer Anteil falscher oder verpasster Spurwechsel) für alle drei Varianten der visuell/manuellen Musikauswahl verglichen zur Baseline. Allerdings konnten keine signifikanten Unterschiede im Fahrverhalten zwischen den drei Bedienvarianten nachgewiesen werden. Lediglich in der subjektiven Beanspruchung zeigten sich Unterschiede zwischen den drei Bedienvarianten. So schätzten die Pbn in der 2. Variante „Modified Fisheye“ ihre mentale und physische Beanspruchung, sowie ihre erlebte Frustration als signifikant höher ein, verglichen zu den beiden anderen Bedienoberflächen.

2.1.2.2. Chisholm, Caird & Lockhart (2008)

Um die Auswirkungen neuer komplexerer Zweitaufgaben im Fahrzeug auf das Fahrverhalten zu untersuchen, ließen Chisholm, Caird und Lockhart (2008) 19 Pbn während einer simulierten Fahrt (im Rahmen eines abhängigen Versuchsplans) einfache und schwierige iPod-Aufgaben bearbeiten. Eine einfache iPod-Aufgabe (z.B. den iPod ausmachen oder ein Lied überspringen) ließ sich dabei mit ein bis zwei Bedienschritten, deren Dauer max. 5s war, ausführen. Eine schwierige Aufgabe (z.B. einen bestimmten Interpreten suchen) bestand aus fünf bis sieben Bedienschritten und dauerte durchschnittlich 35s, bis die Aufgabe komplett durchgeführt war. Zusätzlich wurde eine Baseline-Fahrt ohne

Zweitauflage durchgeführt. Im Rahmen der Fahraufgabe galt es drei gefährliche Verkehrssituationen zu durchfahren. Bei den Situationen handelte es sich (1) um einen Fußgänger, der zwischen zwei parkenden Fahrzeugen hervorkommt und die Straße überquert, (2) ein von rechts kommendes ausscherendes Fahrzeug und (3) ein plötzlich abbremsendes Vorderfahrzeug auf der Autobahn. Alle drei Situationen erforderten eine starke Bremsreaktion, um eine Kollision zu vermeiden, und wurden insgesamt dreimal durchfahren. Ausgewertet wurden Fahrparameter und das Blickverhalten. Bearbeiteten die Pbn eine schwierige IPod-Aufgabe, verlängerte sich ihre Perception-Reaction-Time (PRT; angefangen von der Darbietung des Zielstimulus bis hin zur Bremsreaktion) signifikant ($m=1.30s$) verglichen zu einer Baseline-Fahrt ($1,12s$) sowie einer einfachen IPod-Aufgabe ($m=1.17s$). Das entspricht einer durchschnittlichen Verlängerung der PRT (über alle kritischen Situationen hinweg; in der schweren IPod-Bedingung verglichen zur Baseline) von 16%. Betrachtet man ausschließlich die Reaktion auf ein bremsendes Vorderfahrzeug, so konnten Verschlechterungen von bis zu 26% gezeigt werden. Betrachtet man die jeweils erste durchfahrene Situation, so zeigt sich eine durchschnittliche Verschlechterung der PRT (schwere IPod-Aufgabe verglichen zur Baseline) von durchschnittlich 0.42s. Signifikante Unterschiede zwischen der einfachen IPod-Aufgabe sowie der Baseline konnten nicht gezeigt werden. Die Anzahl der Kollisionen unterschied sich ebenfalls signifikant zwischen der schweren IPod-Aufgabe (53) und der Baseline (28), sowie zur einfachen Aufgabe (34). Wiederum kein Unterschied zeigte sich zwischen den beiden letzteren Bedingungen. Wie zu erwarten, zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Blicke in das Fahrzeuginnere zwischen der einfachen ($m = 2$) und der schweren ($m = 17$) Zweitauflage und auch die Dauer der Blicke unterschied sich signifikant (schwer: $m = 0.73s$; leicht: $m = 0.55s$; Baseline: $m = 0.60s$). Die Unterschiede zwischen der einfachen Zweitauflage und der Baseline wurden nicht signifikant. Das gleiche Ergebnismuster zeigte sich für die Standardabweichung des Lenkradwinkels. Dieser unterschied sich in der schweren Bedingung signifikant von der Baseline (schwer: $m = 2.11^\circ$; Baseline: $m = 1.17^\circ$). Aufgrund ihrer Ergebnisse schlussfolgerten die Autoren, dass es keine konsistenten Verschlechterungen im Fahrverhalten von einer Fahrt ohne Zweitauflage zu einer Fahrt mit einer einfachen IPod-Aufgabe gibt. Als Grund dafür nannten sie die relativ kurze Zeit, die ein Fahrer benötigt um eine leichte Aufgaben zu bearbeiten (5s verglichen zu durchschnittlich 35s während einer schweren Aufgabe). Somit wirken sich einfache (IPod-) Aufgaben nur über einen eher kurzen Zeitraum aus und können aufgrund dessen besser kompensiert werden. Schwierige Aufgaben auf der anderen Seite lenken den Fahrer visuell und mental derart ab, dass sie, laut den Autoren, während der Fahrt unterbunden werden sollten. Zwar zeigten sich Trainingseffekte über die Zeit (die negativen Auswirkungen einer schwierigen

Aufgabe verringerten sich bei mehrmaligem Durchfahren der Situationen signifikant), aber auch diese reichten nicht aus, um das Fahrverhalten des Baseline-Niveaus zu erreichen.

2.1.2.3. Reed & Robbins (2008)

Um den Einfluss des SMS-Schreibens auf das Fahrverhalten zu untersuchen, führten Reed und Robbins (2008) eine Simulatorstudie mit 17 Pbn durch. Dabei durchfuhren die Pbn eine Strecke bestehend aus verschiedenen Autobahn- und Kurvenabschnitten. Die Autobahnabschnitte wurden wiederum in Abschnitte mit bzw. ohne Vorderfahrzeug unterteilt. Bei Abschnitten mit Vorderfahrzeug bestand die Aufgabe darin dem Vordermann, welcher in periodischen Abständen seine Geschwindigkeit änderte (von 70 km/h auf 110 km/h und umgekehrt) in sicherem Abstand zu folgen. In den Kurvenabschnitten sollte sich der Pd so mittig wie möglich in der Spur halten und dabei eine konstante Geschwindigkeit von knapp 65 km/h (70 mph) halten. Die Aufgabe bestand weiterhin darin, bei der Darbietung bestimmter Stimuli (drei kurze Töne bzw. ein roter Balken im Head-Up-Display) so schnell wie möglich zu bremsen. Die Fahraufgabe wurde zum einen als Kontrollfahrt ohne Zweitaufgabe, zum anderen während des Schreibens und Lesens von SMS-Nachrichten im Rahmen eines abhängigen Versuchsplans (Versuchsplans mit Messwiederholung) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten eine Verschlechterung des Fahrverhaltens während der SMS-Bedingung. So reagierten die Pbn deutlich langsamer auf die dargebotenen Stimuli (35% langsamer verglichen zur Kontrollfahrt) und hatten vermehrte Schwierigkeiten, das Fahrzeug mittig in der Spur zu halten. Während des SMS-Schreibens (im Vergleich zum Lesen) verlangsamten die Pbn ihre Geschwindigkeit signifikant. Dieses Verhalten deuten die Autoren als Kompensationsstrategie. Laut Reed und Robbins sind sich die Fahrer der Ablenkung durch das SMS-Schreiben bewusst und versuchen durch die Reduktion der Geschwindigkeit das Unfallrisiko zu verringern, laut der Autoren allerdings ohne Erfolg.

2.1.2.4. Drews, Yazdani, Godfrey, Cooper & Strayer (2009)

Drews et al. (2009) untersuchten ebenfalls mittels einer Simulatorstudie den Einfluss von SMS-Schreiben und Lesen auf das Fahrverhalten. Dazu akquirierten sie 20 Probandenpärchen (insgesamt 20 Fahrer) und ließen sie während einer Fahrt SMS austauschen bzw. als Kontrolle ohne Zweitaufgabe fahren. Alle Pbn gaben an, dass sie auch im realen Leben SMS während der Fahrt lesen bzw. schreiben. Die Fahraufgabe bestand darin, einem auf der rechten Spur fahrendem Fahrzeug zu folgen, welches in unregelmäßigen Abständen bremste. Durch eine unterschiedliche Simulation des weiteren Verkehrs entstanden Verkehrsabschnitte verschiedener Dichte, die eine unterschiedliche

mentale Beanspruchung des Fahrers verursachen sollten. Aufgezeichnet und ausgewertet wurde eine Reihe von Fahrparametern, welche in Tab. 6 aufgezählt und im Folgenden erklärt werden.

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Fahrparameter zwischen den Bedingungen „Nur Fahren“ und „SMS-Schreiben“.

Variable, gemittelt	Bedingung			
	Nur Fahren		SMS-Schreiben	
	m	sd	m	sd
Reaktionszeit (ms)	881	349	1077	380
Abstand zum Vordermann (m)	29.1	9.7	34.3	12.6
SD des Abstands zum Vordermann (m)	11.9	6.3	17.9	9.5
Minimaler Abstand zum Vordermann (m)	9.0	3.0	6.8	2.3
Spurüberschreitungen (km/h)	0.3	0.3	0.5	0.5
Kollisionen (n)	1	-	6	-

Wie aus Tab. 6 ersichtlich, unterscheiden sich alle analysierten Parameter zwischen der Kontrollfahrt und der Doppelaufgabe (Fahren und SMS austauschen). Es zeigt sich, dass die Fahrer während sie SMS austauschten durchschnittlich 0.2s später auf das Bremslicht des Vordermanns reagieren. Eine detaillierte Analyse der einzelnen Aktivitäten während des SMS-Austauschs (schreiben vs. empfangen und lesen) konnte einen Ergebnistrend zeigen. So scheint es Hinweise dafür zu geben, dass das Empfangen und Lesen von SMS zu langsameren Reaktionszeiten (1645ms) führt als das Schreiben (1301ms; $t(11) = 1.975$, $p = .074$). Diese Annahme sollte aber, laut Autoren, aufgrund der geringen Stichprobe mit Vorsicht behandelt und in weiteren Untersuchungen bestätigt werden. Weiterhin zeigen sich signifikante Unterschiede im Bereich der Längsführung. Während der SMS-Bedingung vergrößern die Fahrer ihren mittleren Abstand zum Vordermann, zeigen aber eine größere Variabilität in ihrem Abstandhalten und haben insgesamt auch einen geringeren Minimalabstand. Die Autoren erklären dieses Ergebnis damit, dass den Fahrern die zusätzliche Beanspruchung durch die Nebenaufgabe bewusst ist und sie durch einen vergrößerten Abstand zum Vorderfahrzeug ein Sicherheitspolster schaffen wollen. In Kombination mit einer verspäteten Bremsreaktion scheint diese Kompensationsstrategie aber unzureichend, da der vermehrte Abstand nicht ausreicht um die verspätete Bremsreaktion auszugleichen. Zusammen betrachtet, zeigen die drei betrachteten Parameter eine vermehrt unsichere Längskontrolle während des Lesens oder Schreibens von SMS verglichen zu einer Kontrollfahrt. Weiterhin konnten insgesamt sieben Kollisionen beobachtet werden, von denen sechs während der Doppelaufgabe passierten. Bei der

Analyse der Spurhaltung zeigte sich ebenfalls eine eindeutige Verschlechterung für die SMS-Bedingung. So haben hier die Fahrer alle zwei Kilometer ihre Spur verlassen, während das in der Kontrollfahrt nur knapp alle drei Kilometer vorkam.

In ihrer Diskussion verglichen die Autoren ihre Ergebnisse mit der Untersuchung von Strayer et al. (2005) bezüglich des Telefonierens am Steuer und erklärten, die z. T. doch erhebliche Verschlechterung während des SMS-Schreibens (auch im Vergleich zum Telefonieren am Steuer) mit unterschiedlichen Aufmerksamkeitsprozessen während der verschiedenen Zweitaufgaben. Laut der Autoren scheinen die Fahrer während eines Telefongesprächs ihre Aufmerksamkeit auf beide Aufgaben zu verteilen, wobei die Aufgabe mit höherer Priorität auch vermehrte Aufmerksamkeitsressourcen erhält. Die Aufmerksamkeitsverteilung beim Fahren und SMS-Schreiben scheint dagegen eher einem Entweder-oder-Prinzip zu folgen. Laut Autoren konzentrieren sich die Fahrer entweder auf das Fahren oder auf das SMS-Schreiben und wechseln zwischen den beiden Aufgaben hin und her. Aufgrund dieser unterschiedlichen Aufmerksamkeitsverteilungen hat das SMS-Schreiben, laut Autoren, eine besonders negative Wirkung auf das Fahrverhalten und stellt dadurch eine große Gefahr dar.

2.1.2.5. Hosking, Young & Reagan (2009)

Die Simulatorstudie von Hosking, Young und Reagan (2009) beschäftigte sich explizit mit den Effekten des SMS-Lesens und Schreibens auf das Fahrverhalten junger Fahrer. Dazu untersuchten sie 20 Studenten im Alter von 18 bis 20 Jahren mit einem durchschnittlichen Führerscheinbesitz von weniger als sechs Monaten sowie einer durchschnittlichen Fahrdauer von sechs Stunden in der Woche. Alle Pbn gaben an, während der Fahrt weder SMS zu lesen noch zu schreiben. Die Simulation bestand aus unterschiedlichen Fahraufgaben wie z.B. einer Folgefahrt, der Reaktion auf ein kritisches Ereignis (z.B. ein plötzlich ausscherendes Auto, ein Fußgänger, der unvorhergesehen die Straße überquert usw.) sowie eine Spurwechselaufgabe (in Anlehnung an die Lane Change Task, Mattes (2003)). Die Pbn durchfuhren alle kritischen Ereignisse zweimal, einmal während sie eine SMS lasen bzw. beantworteten und einmal ohne Nebenaufgabe. Ausgewertet wurden verschiedene Fahrparameter zur Längs- und Querregelung sowie das Blickverhalten. Die Ergebnisse sind in Tab. 7 aufgelistet und werden im Weiteren erklärt.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Mittelwerte und prozentualen Anstieg aller abhängigen Variablen zwischen den SMS-Bedingungen.

Fahraufgabe	Anhängige Variable	Einheit	SMS abfragen		SMS versenden	
			m	%	m	%
Alle	Blicke ins Fahrzeuginnere	Anteil	0.23	164	0.34	378
		Häufigkeit	2.09	49	3.25	123
		Dauer	0.60	154	0.65	282
	Spurabweichungen	Häufigkeit	1.75	28	1.65	28
Folgefahrt	Abstand (Zeit in s)	Mittelwert	1.86	54	2.17	49
		Variabilität	1.86	152	2.16	99
		Minimum	ns		1.22	38
	Position (in m)	Variabilität	ns		0.09	45
Spurwechsel	Ausgelassene Spurwechsel Geschwindigkeit	Häufigkeit	14	140		
		Mittelwert	ns		ns	
		Variabilität	ns		ns	
Kritisches Ereignis	Reaktionszeit*	Mittelwert		ns		
	Annäherungsgeschwindigkeit*	Mittelwert		ns		

* gemessen während der SMS-Abfrage sowie des Versendens von SMS; ns = nicht signifikant

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass es zu einer Verschlechterung fast aller abhängigen Variablen in der SMS-Bedingung verglichen zur Baseline kommt. So blicken die jungen Fahrer doppelt so oft in das Innere des Fahrzeugs, wenn sie SMS lesen und schreiben. Weiterhin dauern die einzelnen Blicke in der SMS-Bedingung durchschnittlich eine halbe Sekunde länger. Das entspricht einer 400%igen Zunahme der Zeit, die in das Innere des Fahrzeugs geschaut wird. Weiterhin zeigen sich ebenfalls Einbußen bei der Fahrzeugkontrolle. Lesen bzw. Schreiben junge Fahrer SMS, zeigt sich eine Verschlechterung ihrer SDLP um 50%. Auch der Anteil an Spurabweichungen steigt um 28% verglichen zur Baseline. Weiterhin erhöht sich die Anzahl inkorrektur Spurwechsel (Spurwechsel in eine falsche Spur) während der SMS-Bedingung. Es konnten ebenfalls Verschlechterungen in der Längsführung nachgewiesen werden. So stieg die Variabilität des Abstands zum Vordermann wenn eine SMS geschrieben/gelesen wurde um das doppelte, während sich der minimale Abstand um bis zu 50% vergrößerte. Entgegen der Hypothesen der Autoren zeigten sich keine Unterschiede in der Reaktionszeit auf ein oder der Annäherungsgeschwindigkeit an ein kritisches Ereignis. Ersteres erklärten die Autoren damit, dass in der gefahrenen Simulation die unvorhergesehenen Ereignisse nach wiederholter Darbietung nicht mehr unvorhersehbar waren und die Fahrer sich frühzeitig auf das Bremsen vorbereitet haben. Letzteres versuchten die Autoren mit einer zu rigiden Instruktion („Fahre so nah am Geschwindigkeitslimit wie möglich“) zu erklären. Zusammen betrachtet, zeigen die Ergebnisse aber ebenfalls ein großes Ablenkungspotential (vor allem visuell/manueller

Natur) durch das Schreiben und Lesen von SMS während der Fahrt, insbesondere auch bei jungen Fahrern.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle Studien erhebliche Beeinträchtigungen im Fahrverhalten bei der visuell/manuellen Bedienung von (hoch-) komplexen Nebentätigkeiten während der Fahrt nachweisen konnten. So zeigten sich Defizite in der Längskontrolle, eine verschlechterte Gefahrenerkennung, deutlich verlangsamte Reaktionszeiten auf unvorhergesehene Stimuli, vergrößerte Standardabweichungen des Abstands zum Vordermann oder verkleinerte Minimalabstände zum Vorderfahrzeug wenn der Fahrer neben dem Fahren noch Musik auf seinem iPod suchte oder eine SMS tippte. Besonders interessant scheinen in diesem Zusammenhang vor allem die Ergebnisse von Mitsopoulos-Rubens, Trotter und Lenné (2011) zu sein, da sie gezeigt haben, dass auch eine vermeintliche Optimierung einer visuell/manuellen Bedienoberfläche Einbußen in der Fahrperformanz nicht verhindern kann. Dabei ist die Tatsache interessant, dass das Ausmaß der Beeinträchtigungen unabhängig von einem bestimmten (bzw. optimierten) Layout ist. Zwar scheint es möglich diese Art Displays so zu gestalten, dass sie mental weniger beanspruchend wirken, die generelle Ablenkung durch das „Hinsehen müssen“ ist aber nicht zu eliminieren.

Aus diesem Grund ist es sicherlich sinnvoll sich weiterer Bedienmöglichkeiten zuzuwenden, die dieses Problem lösen können. Allen voran die sprachliche Bedienung von Nebenaufgaben, die es erlaubt die Augen auf der Straße und die Hände am Steuer zu belassen. Aus welchen weiteren Gründen eine sprachliche Bedienung von Nebenaufgaben während der Fahrt eine sinnvolle Alternative zum altbewährten Touch-Screen ist und warum manche Nebentätigkeiten ablenkender sind als andere, wird im folgenden Abschnitt anhand der Theorie der Multiplen Ressourcen von Wickens (2002) näher erläutert.

2.1.3. Theoretische Grundlage: Das Multiple Ressourcen Modell

Die bisherige Darstellung unterschiedlicher Studien zu fahrfremden Tätigkeiten zeigt, dass es unterschiedliche Arten von Ablenkungen gibt, die wiederum unterschiedlich starke Anforderungen an den Fahrer stellen. So scheint es z.B. gefährlicher zu sein, ein bestimmtes Lied in einem iPod zu suchen als ein Gespräch mit seinem Beifahrer zu führen. Interessant ist deshalb die Frage, inwieweit und warum diese Nebentätigkeiten den Fahrer unterschiedlich stark ablenken, und ob es eine Möglichkeit gibt, vorherzusagen welche fahrfremden Tätigkeiten gefährlicher sind als andere. Antworten auf diese Fragen bietet das

Aufmerksamkeitsmodell der Multiplen Ressourcen (MRT) von Wickens (2002), welches im Folgenden ausführlicher vorgestellt wird.

2.1.3.1. Die Multiple Ressourcen Theorie

Bei der Multiplen Ressourcen Theorie³ handelt es sich um eine Theorie zur geteilten Aufmerksamkeit zwischen parallel durchgeführten Tätigkeiten, die u. a. auch im Fahrkontext stattfinden (z.B. Auto fahren und Telefonieren). Der MRT liegen Befunde zugrunde, die zeigen, dass sich zwei Aufgaben unterschiedlich gut parallel durchführen lassen, je nachdem wie ähnlich sie sind. Besonders deutlich zeigen sich diese Leistungsunterschiede in der parallelen Durchführung zwischen Aufgaben, die gleich bzw. unterschiedlich wahrgenommen werden. So zeigten z.B. Parkes und Coleman (1990) dass es für einen Autofahrer wesentlich leichter ist gleichzeitig zu fahren (visuelle Wahrnehmung) und eine verbale Richtungsanweisung zu hören (auditive Wahrnehmung) als sie selbst ablesen zu müssen (visuelle Wahrnehmung). In einem weiteren Experiment von Allport, Antonis und Reynolds (1972) sollten Klavierspieler ihnen unbekannte Stücke vom Blatt spielen und gleichzeitig Gedichte beschatten um sie anschließend wiederzugeben. Erstaunlicherweise war es den Teilnehmern schon nach kurzer Zeit möglich beide Aufgaben parallel und ohne nennenswerte Leistungseinbußen durchzuführen, was auf die geringe Aufgabenähnlichkeit zurückgeführt wurde.

Solche und ähnliche Beobachtungen veranlassten Wickens (1980) dazu, ein breites Spektrum von Aufgaben mit unterschiedlichen qualitativen Eigenschaften zu untersuchen, um zu analysieren, mit welcher Effizienz verschiedene Aufgaben parallel durchgeführt werden können. Anhand von Leistungsunterschieden entwickelte Wickens vier kategoriale und dichotome Dimensionen, die seiner Meinung nach für die gefundene Varianz in der Leistung verantwortlich sind (sprich vier Dimensionen, in denen sich Aufgaben ähnlich sein können). Bei diesen Dimensionen handelt es sich um (1) die Verarbeitungsstufe, (2) die Wahrnehmungsmodalität, (3) den visuellen Kanal und (4) den Verarbeitungscode (siehe Abb. 2). Sind sich Aufgaben ähnlich, so beanspruchen sie dieselben Ressourcen in einer oder mehrerer dieser Dimensionen (z.B. visuelles Wahrnehmen), und interferieren stärker miteinander als Aufgaben, die unterschiedliche Ressourcen einer Dimension beanspruchen (z.B. visuelles und auditives Wahrnehmen). Im Folgenden werden die vier Dimensionen näher erläutert.

³ Die Darstellung der Multiplen Ressourcen Theorie ist stark vereinfacht und orientiert sich an Wickens, McCarley (2008) Kapitel 8; S.129-136.

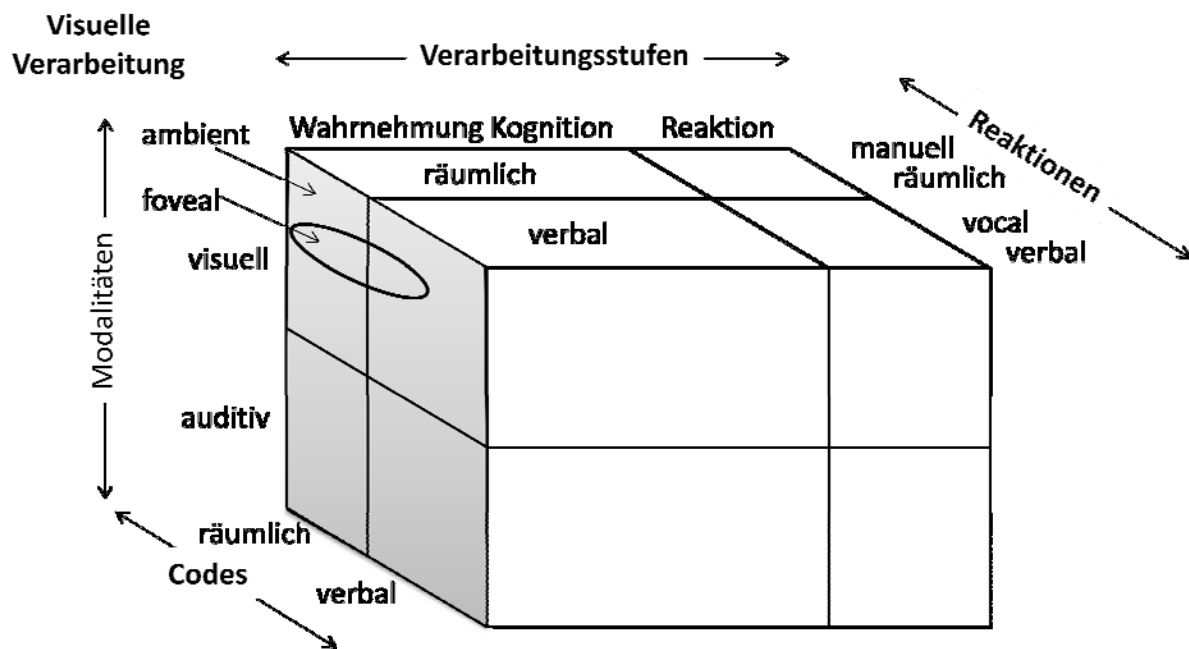


Abbildung 2: Darstellung der Struktur multipler Ressourcen in Anlehnung an Wickens (2002, S. 163).

Die erste Dimension, die Verarbeitungsstufe, kann in die unterschiedlichen Stufen „Wahrnehmung“, „Kognition“ und „Reaktion“ unterteilt werden, wobei Befunde darauf hindeuten, dass die Ressourcen für Wahrnehmung und Kognition (wie z.B. das Arbeitsgedächtnis) die gleichen sind und sich funktional von denen der Reaktion unterscheiden. Ein Grund für diese Annahme ist die Tatsache, dass bei steigender Komplexität der Wahrnehmung oder kognitiven Verarbeitung einer Aufgabe, die Leistung einer konkurrierenden Zweitaufgabe, deren Ressourcen reaktionsrelevant sind, keine Beeinträchtigungen zeigen (Wickens und Kessel (1980); Wickens (1980)) und umgekehrt.

Ein praktisches Beispiel für die Nutzung unterschiedlicher Ressourcen auf der Dimension „Verarbeitungsstufe“ ist die Tatsache, dass ein Fluglotse in der Lage ist, sein mentales Bild über die Vorgänge im Luftraum aufrechtzuerhalten (sprich seinen Bildschirm adäquat zu überwachen) und gleichzeitig vermehrt Auskunft darüber zu geben (verbal oder manuell), ob sich etwas verändert hat. Auch für den Sprachbereich schlussfolgerten Shallice, McLeod, und Lewis (1985) nach einer Reihe durchgeführter Untersuchungen, dass die Spracherkennung (Wahrnehmung und Kognition) und die Sprachproduktion (Reaktion) wohl zwei unterschiedlichen Prozessen zugrunde liegen, obwohl sie sich sprachliche Ressourcen teilen. In diesem Zusammenhang ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass die unterschiedlichen Verarbeitungsmechanismen (wahrnehmen, verarbeiten, reagieren) auch verschiedenen Gehirnarealen zugeordnet werden können und sich so auch auf physiologischer Basis unterscheiden. Es gibt Hinweise darauf, dass die Sprachproduktion und Motorik im vorderen Bereich des Sulcus Centralis (Zentralfurche) Aktivierung

hervorrufen, während die Sprachwahrnehmung sowie das Sprachverständnis eher im hinteren Bereich des Sulcus Centralis zu Gehirnaktivität führen (Wickens, 2002).

Die nächste Dimension, in der sich Aufgaben ähnlich sein können, ist die Wahrnehmungsmodalität, welche Wickens in einen visuellen und einen auditiven Kanal unterteilt. Wie schon angedeutet, zeigen Studien (Laborstudien zu Trackingaufgaben: Wickens, Sandry und Vidulich (1983) zitiert nach Wickens und McCarley (2008); Studien im konkreten Fahrkontext: Srinivasan und Jovanis (1997) zitiert nach Wickens und McCarley, (2008)), dass es einfacher ist, seine Aufmerksamkeit zwischen einer visuellen und einer auditiven Aufgabe zu teilen (auch crossmodales Timesharing genannt), als zwischen zwei visuellen oder zwei auditiven Aufgaben (auch intramodales Timesharing genannt). So ist es z.B. sinnvoller, Informationen zur Wegführung sprachlich auszugeben als visuell darzustellen. Weitere Beispiele zu den Vorteilen von crossmodalem Timesharing können in Wickens (1980) nachgelesen werden.

Ob die Vorteile von crossmodalem Timesharing (im Vergleich zu intramodalem Timesharing) wirklich ein Ergebnis unterschiedlicher (physiologischer) Wahrnehmungsressourcen sind, oder ob nicht doch periphere Faktoren dazu führen, dass intramodales Timesharing weniger effizient ist, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend geklärt werden. So könnte es ebenfalls sein, dass zwei konkurrierende visuelle Stimuli so weit voneinander entfernt liegen, dass zwischen ihnen hin- und her gescannt werden muss, was zusätzliche Ressourcen erfordert. Ebenfalls ungünstig ist es, wenn zwei auditive Stimuli (zeitlich) so nah beieinander liegen, dass sie sich gegenseitig maskieren oder es zu einer Überlagerung der Stimuli kommt, was eine Beschattung wesentlich erschwert. Studien belegen (Wickens und Liu (1988); zitiert nach Wickens (2002)), dass es bei einer sorgfältigen Kontrolle des visuellen Scannens nicht immer zu besseren Leistungen beim crossmodalen im Vergleich zum intramodalen Timesharing kommt. Nichtsdestotrotz ist es in vielen alltäglichen Situationen von Vorteil, bei „Überladung“ des visuellen Kanals einige Informationen sprachlich zu präsentieren, um so die Doppelaufgabenperformanz zu erhöhen (Seagull, Wickens und Loeb (2001); zitiert nach Wickens, (2002)).

Als eine weitere Dimension unterscheidet Wickens zwei visuelle Kanäle, den fokussierten und den ambienten visuellen Kanal. Während fokussiertes Sehen fast immer foveal ist (zentrales Sehen mit höchster Auflösung), und mit dessen Hilfe man feine Muster und Objekte erkennen kann (z.B. ein Buch lesen), involviert ambientes Sehen fast ausschließlich peripheres Sehen, das bei der Orientierung und Wahrnehmung der Ego-Motion (Richtung und Geschwindigkeit der eigenen Bewegungen) hilft. Ein Beispiel für die parallele Verarbeitung von fokussiertem und ambientem Sehen ist die Fähigkeit, ein Fahrzeug mittig

auf der Spur zu halten (ambient), während man ein Straßenschild liest oder in den Rückspiegel schaut (Horrey, Wickens und Consalus, (2006)).

Schlussendlich unterscheidet Wickens noch verschiedene Verarbeitungs-codes. Zum einen die räumliche und zum anderen die symbolische, (meist verbale) Informationsverarbeitung. Studien konnten zeigen (Martin (1989); Sarno und Wickens (1995); Tsang und Wickens (1988); Vidulich (1988); Wickens und Liu (1988); Wickens, Sandry und Vidulich (1983), das die gleichzeitige Durchführung einer kontinuierlichen Trackingaufgabe und einer diskontinuierlichen sprachlichen Aufgabe besser funktioniert, wenn die Reaktion auf die sprachliche Aufgabe verbal statt manuell erfolgt.

Anhand dieser definierten Dimensionen ist es möglich, Zweitaufgaben in ihre benötigten Ressourcen zu unterteilen und damit Vorhersagen darüber zu treffen, wie gut einzelne Aufgaben parallel durchgeführt werden können. Ebenfalls ist es möglich, Annahmen darüber zu machen, ob es zu einer Leistungssteigerung kommt, wenn bestimmte Eigenschaften einzelner Aufgaben (z.B. die Wahrnehmungsmodalität) verändert werden. Allerdings gibt es noch weitere Merkmale von Aufgabenkombinationen, die entscheidend dafür sind, ob Aufgaben miteinander interferieren oder nicht. So konnten z.B. McLeod und Posner (1984) in einer weiterführenden Untersuchung zeigen, dass neben den vier Dimensionen, auch die Stimulus-Reaktions-Kompatibilität einen wichtigen Einfluss auf die Doppelaufgabenperformanz hat. Dazu ließen die Autoren Versuchsteilnehmer eine visuelle Buchstabenvergleichsaufgabe durchführen, in welcher zwischen physikalisch gleichen Buchstaben (z.B. A – A) und namensgleichen Buchstaben (z.B. A – a) unterschieden werden sollte. Die Buchstaben wurden nacheinander auf einem Bildschirm dargeboten. Darüber hinaus sollten die Teilnehmer ebenfalls reagieren, wenn sie die Wörter „up“ bzw. „down“ hörten. Die Teilnehmer wurden in verschiedene „Reaktions-Gruppen“ unterteilt, in der u. a. eine Gruppe (hier Gruppe 1) rechtshändig manuell auf die Buchstabenvergleichsaufgabe reagieren sollte (physikalisch gleiche Buchstaben = rechter Hebel; namensgleiche Buchstaben = linker Hebel) sowie sprachlich auf die Wortentdeckungsaufgabe (hörten sie das Wort „up“ sollten sie darauf ebenfalls „up“ sagen, bei „down“ sollte „down“ gesagt werden). Eine weitere Gruppe (hier Gruppe 2) hatte die Aufgabe, sprachlich auf die Buchstabenvergleichsaufgabe zu reagieren (bei physikalisch gleichen Buchstaben wurde das Wort „gleich“ gesagt, bei namensgleichen „ungleich“), sowie manuell auf die Wortentdeckungsaufgabe (beim Wort „up“ wurde ein Heben hoch gedrückt, beim Wort „down“ runter). Die Ergebnisse zeigten, dass die Doppelaufgabeninterferenz für Gruppe 1 geringer war als für Gruppe 2. Das lässt sich damit erklären, dass die Aufgabe der ersten Gruppe kompatibler ist, d.h. die Reaktion ist dem Stimulus ähnlich und wird durch eine

„privilegierte Schleife“ vermittelt, die beim Hören des Wortes, das für das Aussprechen des Wortes benötigte Programm aktiviert (Baddeley (1986); zitiert nach Müller und Krummenacher (2002)). Dieser und weitere Befunde (z.B. Shaffer (1975)) zeigen, dass es privilegierte Mechanismen in der Stimulus-Reaktions-Zuordnung gibt, auf die z.B. beim Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen geachtet werden sollte. So ist es möglich, dass potentielle Vorteile einer strukturellen Änderung eines User-Interface (z.B. eine Änderung von einem visuellen Display zu einer auditiven Sprachausgabe um intramodales Timesharing zu eliminieren) dadurch kompensiert werden, indem es zu einer verschlechterten Stimulus-Reaktions-Kompatibilität kommt, was zur Folge hat, dass mehr Ressourcen zur Informationsverarbeitung benötigt werden. Es ist z.B. wesentlich einfacher, Richtung und Geschwindigkeit mit (visuellen) Pfeilen darzustellen als verbal zu beschreiben (Wickens und McCarley (2008)).

2.1.3.2. Weitere Determinanten der Doppelaufgabenperformanz

Neben der dargestellten Aufgabenähnlichkeit (Aufgaben, die gleiche Ressourcen einer Dimension beanspruchen interferieren in einem stärkeren Ausmaß miteinander als Aufgaben, die verschiedene Ressourcen beanspruchen) gibt es noch zwei weitere Faktoren, welche die Leistung parallel durchgeführter Aufgaben beeinflussen.

Der erste Faktor, der die Doppelaufgabenperformanz bestimmt, ist die Aufgabenschwierigkeit. Dabei geht Kahnemann (1973) von der Vorstellung aus, die Aufmerksamkeit sei eine limitierte, flexibel einsetzbare Allzweck-Ressource, welche auf entweder nur eine Tätigkeit konzentriert wird oder zwischen zwei Tätigkeiten verteilt werden kann. Grundgedanke dabei ist, dass schwierigere Aufgaben einen höheren Einsatz von Aufmerksamkeit erfordern. Ein weiterer Ansatz zum Einfluss der Aufgabenschwierigkeit geht auf Bobrows und Normans (1975; zitiert nach (Müller und Krummenacher (2002)) Ressourcen-Theorie zurück, in welcher sie die „Performance-Resource-Function (PRF), als Hilfe zur Aufgabenanalyse formulierten. Die PRF entspricht der Abbildung der Leistung in einer Aufgabe als Funktion der eingesetzten Ressourcen (siehe Abb.3).

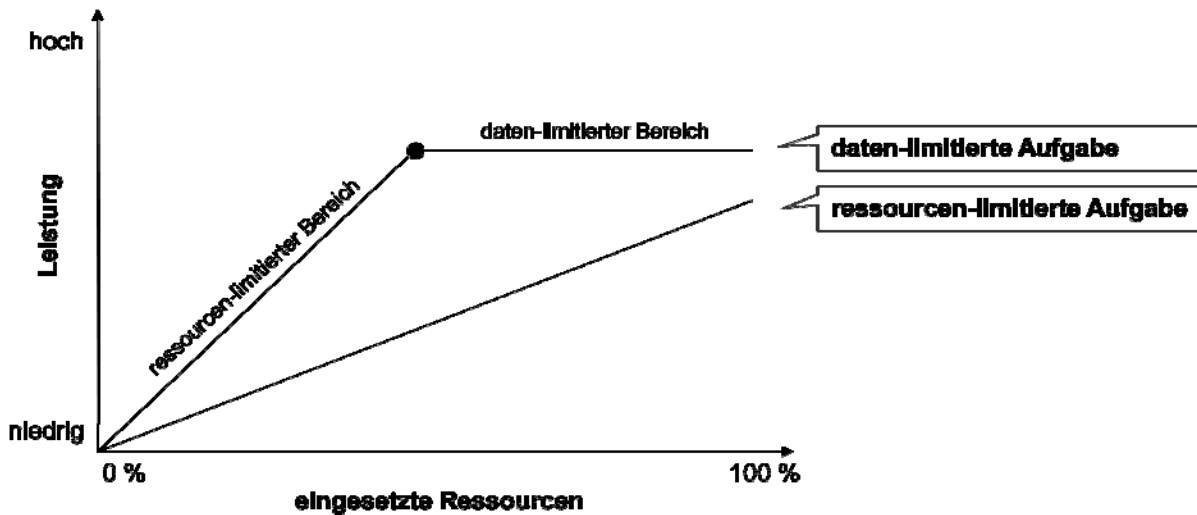


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Leistung zweier Aufgaben anhand der Performance-Ressource-Funktion.

Dabei lassen sich zwei unterschiedliche Arten von Aufgaben unterscheiden: Die daten-limitierten, sowie die ressourcen-limitierten Aufgaben. Von einer daten-limitierten Aufgabe spricht man, wenn es einen bestimmten Punkt gibt, an dem die Leistung dieser Aufgabe nicht mehr verbessert werden kann, auch dann nicht, wenn vermehrt Ressourcen investiert werden (z.B. ist es ab einer bestimmten Musikkautstärke nicht mehr möglich ein Gespräch zu führen, egal wie sehr man sich anstrengt sein Gegenüber zu verstehen). Auf der anderen Seite ist eine Aufgabe ressourcen-limitiert, wenn sich die Leistung durch eine Erhöhung oder Verminderung der eingesetzten Ressourcen entsprechend verändert (Müller und Krummenacher (2002)).

Ein weiteres Werkzeug zur Diagnose der Leistungsgüte zweier parallel durchgeführter Tätigkeiten ist die Performance Operating Characteristic (POC). Hierbei wird die Leistung einer Erstaufgabe A in Abhängigkeit der Leistung einer Zweitaufgabe B abgetragen (siehe Abb. 4).

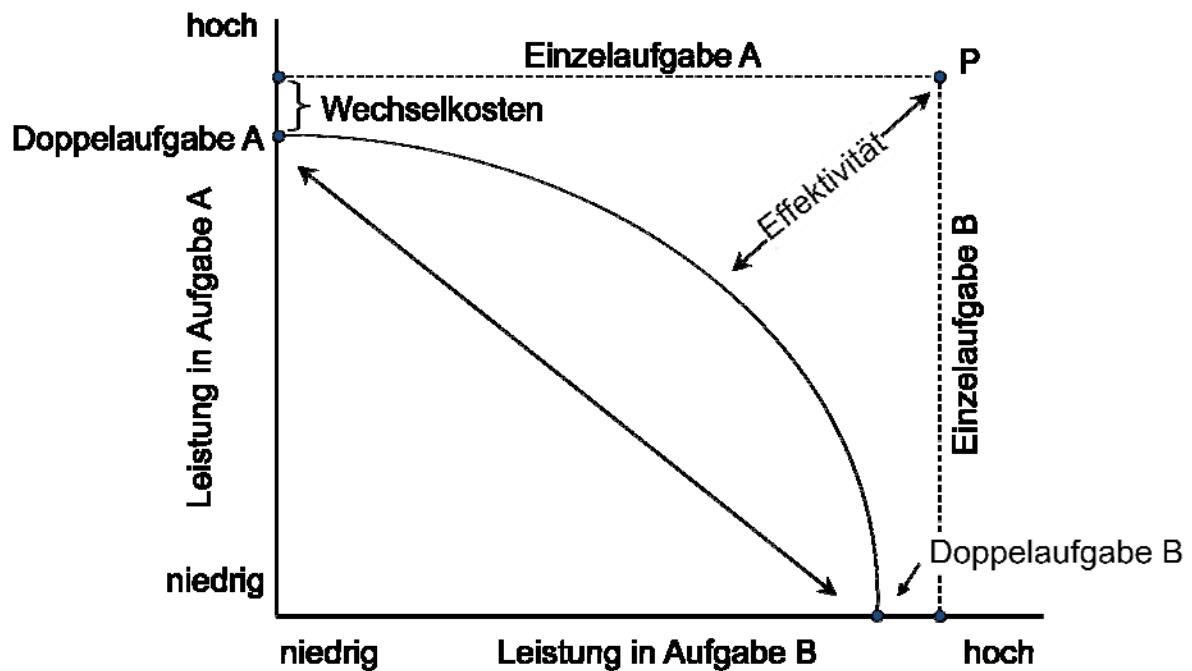


Abbildung 4: Darstellung einer (hypothetischen) Performance Operating Characteristic, welche die Beziehung zwischen der Leistung zweier Aufgaben verdeutlicht (in Anlehnung an Johnson und Proctor (2004), S. 275).

Gesetzt den Fall, dass beide Aufgaben um die gleichen Ressourcen konkurrieren und ressourcen-limitiert sind, so ergibt sich eine Ausgleichsbeziehung, in welcher eine Leistungserhöhung in der einen Aufgabe mit einer Leistungsverminderung in der anderen Aufgabe einhergeht. Weiterhin ist es wahrscheinlich, dass eine Aufgabe schwerer mit einer anderen zu vereinbaren ist, je anspruchsvoller sie ist. So wird dementsprechend auch die Leistung dieser (anspruchsvollen) Aufgabe umso stärker beeinträchtigt sein, je mehr Ressourcen von ihr abgezogen und an die Zweitaufgabe delegiert werden. Dabei zeigt die diagonale Linie von der oberen linken Ecke zur unteren rechten Ecke (siehe Abb. 4), dass eine Verteilung der Ressourcen hin zu Aufgabe B die Leistung in Aufgabe A mindert und umgekehrt.

Nun ist es möglich, verschiedene Aufmerksamkeitsverteilungsstrategien (z.B. 50% der Ressourcen an Aufgabe A sowie 50% der Ressourcen an Aufgabe B oder 70% der Ressourcen an Aufgabe A sowie 30% der Ressourcen an Aufgabe B) als POC-Kurve abzutragen. Die Distanz zwischen der POC-Kurve und dem (Unabhängigkeits-) Punkt P reflektiert dabei die Effizienz, mit der die zwei Aufgaben miteinander kombiniert werden können, wobei der Punkt P die Leistungen beider Aufgaben widerspiegelt, wenn sie unabhängig voneinander durchgeführt werden.

Um eine POC-Kurve erstellen zu können, ist es zunächst erforderlich, die Leistung beider Aufgaben zu messen, wenn sie einzeln durchgeführt werden. Diese Leistung erhält einen Wert von 100%. Dementsprechend wird die Doppelaufgabenperformanz relativ zur Einzelaufgabenperformanz abgetragen. Erreicht man z.B. einen Wert von 52 in der Einzeldurchführung, so wird dieser Wert als 100% der möglichen Leistung betrachtet (auch wenn es theoretisch möglich gewesen wäre einen höheren Wert zu erreichen). Erreicht man während der Doppelaufgabenperformanz einen Wert von 44, entspricht das 85% der individuell möglichen Leistung. Ein weiterer Befund (Gopher und Navon, (1980); zitiert nach (Müller und Krummenacher (2002)) in diesem Zusammenhang ist, dass die Ressourcenanforderungen von zwei gleichzeitig durchgeführten Tätigkeiten häufig über den Ressourcenanforderungen beider Aufgaben liegen, wenn sie einzeln durchgeführt werden (Additivitätsannahme). Diesen Umstand erklärt man sich damit, dass die Mehrfachtätigkeit selbst zusätzliche Anforderungen an die Koordination beider Aufgaben mit sich bringt und so weitere Ressourcen bindet, die als „Wechselkosten“ bezeichnet werden.

Verändert sich die Leistung in einer Aufgabe A dagegen nicht in Abhängigkeit von der Leistung einer anderen Aufgabe B, so ist A daten-limitiert. Ist es möglich, die zwei Aufgaben so durchzuführen, dass die Leistungen beider Aufgaben keine Einbußen im Vergleich zur Einzelaufgabenperformanz zeigen, würde sich, wie bereits erwähnt, die Leistung am sogenannten „Unabhängigkeitspunkt P“ manifestieren. In solchen Fällen würde man annehmen, dass die beiden Aufgaben auf separate Ressourcen zugreifen (Müller und Krummenacher (2002)).

Neben der Aufgabenschwierigkeit gibt es noch einen weiteren Faktor, der die Doppelaufgabenperformanz beeinflusst: die Übung. Dabei ergeben sich mehrere Erklärungsansätze, wie Übung die Leistung zweier parallel durchgeführter Tätigkeiten verbessern kann. Zum einen ist zu beobachten, dass sich durch ständiges Wiederholen die Leistung der Einzelaufgaben optimieren lässt. Dies geschieht zunächst dadurch, dass bestimmte Tätigkeitsabfolgen erlernt werden und so die Anforderungen an die Aufmerksamkeitsressourcen reduziert werden können. Zum anderen ist es möglich, unnötige Verarbeitungsschritte (in den einzelnen Aufgaben) zu identifizieren und zu eliminieren, um so die Einzelaufgaben ökonomischer durchzuführen. Es zeigt sich auch, dass durch die ständige Wiederholung einer Tätigkeit eine zunehmende Automatisierung der Aufgabe erfolgt, wodurch weniger (zentrale) Ressourcen genutzt werden. Ein Beispiel in diesem Zusammenhang ist das Schalten eines Fahrzeuggetriebes während der Fahrt. Während ein Fahranfänger noch Konzentration darauf verwenden muss, die Kupplung zu betätigen, ist es einem erfahrenen Autofahrer möglich, dies (fast) unbewusst zu tun. Übung hilft einem aber

nicht nur dabei, die Leistung in den Einzelaufgaben zu optimieren, sondern ebenfalls, Strategien zu entwickeln, mit deren Hilfe man besser und effektiver zwischen den Aufgaben hin und her wechseln kann (Aufmerksamkeits-Shift). Durch diese Optimierung der Koordination zwischen den Aufgaben, können ebenfalls Aufmerksamkeitsressourcen eingespart und die Doppelaufgabenperformanz insgesamt verbessert werden.

2.1.3.3. Bewertung der MRT

Trotz der intuitiven Beschreibung menschlichen Verhaltens und des enormen Einflusses im Bereich der Human Factors (insbesondere bei der Entwicklung und Gestaltung verschiedener User-Interfaces), ist die MRT nicht gänzlich unumstritten. So bemängeln z.B. Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007), dass neben den von Wickens erwähnten Wahrnehmungsmodalitäten „Sehen“ und „Hören“ weitere Möglichkeiten Informationen aus der Umwelt wahrzunehmen wie „Schmecken“, „Riechen“ und „Fühlen“ (bis hin zum Temperatur- und Schmerzempfinden) gänzlich vernachlässigt werden. In der Tat scheint sich allmählich ein Trend bei den Automobilherstellern dahingehend heraus zu bilden, Informationen in der Fahrerkabine haptisch zu übermitteln, da konventionelle Kanäle wie das Sehen oder Hören langsam überladen werden und man Alternativen sucht. Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007) erklären weiterhin, dass das Sehen für den Menschen eine dominante Rolle spielt, da schätzungsweise 80% der wahrgenommenen Informationen aus der Umwelt darauf beruhen. Dementsprechend wäre es ihrer Meinung nach angemessen, die Größe der „Boxen“ im (Würfel-) Modell (vgl. dazu Abb. 2) darauf abzustimmen.

Wie im vorherigen Abschnitt erklärt, ist es möglich, eine Leistungskurve (POC) abzutragen, in der verschiedene Aufmerksamkeitsverteilungsstrategien (z.B. 50% der Ressourcen an Aufgabe A sowie 50% der Ressourcen an Aufgabe B oder 70% der Ressourcen an Aufgabe A sowie 30% der Ressourcen an Aufgabe B) abgebildet werden können. Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007) weisen darauf hin, dass das Modell nicht erklärt, wer oder was über diese Verteilung entscheidet. In der Tat wird bei der Beschreibung des Modells bzw. seiner Implikationen lediglich erklärt, dass es möglich ist, seine Aufmerksamkeit unterschiedlich zu verteilen. Dabei wird wahrscheinlich implizit davon ausgegangen, dass der Mensch dies aktiv und willentlich tut. Warum er sich für eine bestimmte Strategie entscheidet, ob diese immer den Ansprüchen der Umwelt gerecht wird und wie genau es der Mensch letztendlich schafft seine Aufmerksamkeit zu verteilen, wird durch die MRT nicht erklärt. Nebenbei sei erwähnt, dass die MRT keine Erklärung dafür bietet was Aufmerksamkeit eigentlich bedeutet.

Eine weitere Frage stellt sich bezüglich der Koordination der verschiedenen Informationen aus den unterschiedlichen Wahrnehmungskanälen (Müller und Krummenacher (2002), Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007)). Bei vielen parallel arbeitenden Subsystemen (wie z.B. dem ambienten und dem fokalen visuellen Kanal) muss der Output so koordiniert werden, dass er zusammen verarbeitet werden kann (central processing). Doch wie geschieht dies genau? Aufgrund der Funktionsweise des Gehirns scheint es wahrscheinlich, dass Informationen unterschiedlicher Modalitäten in eine gemeinsame „Sprache“, der elektrischen Aktivität (Neuronen feuern oder feuern nicht) übersetzt werden. Doch stellt sich weiterhin die Frage, wo genau die verschiedenen Informationen zusammen laufen und wie sie letztendlich koordiniert werden, um sinnvolles Handeln zu ermöglichen. Auch darauf bietet die MRT keine Erklärungen.

Ebenfalls noch nicht ausreichend geklärt ist die Frage nach der Anzahl der verschiedenen Subsysteme. Wie schon erwähnt, geht Wickens in seiner 2002 überarbeiteten Version der MRT von zwei verschiedenen visuellen Kanälen aus. Laut Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007) zeigen aber neuere Befunde, dass es ebenfalls möglich ist, den auditiven Kanal in mindestens zwei Subkanäle zu unterteilen. Die Frage ist nun, wie viele weitere geeignete Ressourcen ad hoc postuliert werden (können), und inwiefern es möglich ist, diese zu bestätigen oder ggf. zu falsifizieren (Müller und Krummenacher (2002)).

Ein weiterer sehr interessanter Kritikpunkt betrifft die Frage der aufmerksamkeitsbezogenen Unterbelastung. Hancock und Chignell (1987) schlugen vor, dass der Strom der Informationsaufnahme auf ähnliche homöostatische Weise reguliert wird, wie andere physiologische Systeme des menschlichen Körpers. Dabei ist der Organismus bemüht, eine gleichbleibende Menge an Informationen aufzunehmen, die ihn weder über- noch unterfordern. Diese Regulation erfordert laut Hancock, Oron-Gilad und Szalma (2007) eine „Einengung“ des Aufmerksamkeitsflusses bei mentaler Überforderung (overload) und ein „sich öffnen“ bei entsprechender mentaler Unterforderung (underload). Wickens selbst erklärt 2002, dass sein Modell ausschließlich Aussagen bezüglich mentaler Überforderung macht und sich nicht mit den Vorgängen mentaler Unterforderung beschäftigt, was aber genau genommen eine wichtige und notwendige Erweiterung des Modells darstellen würde.

Trotz dieser und weiterer Kritikpunkte hat sich im Laufe der Zeit der große praktische Nutzen der MRT herauskristallisiert, da sie sehr anschaulich und verständlich erklärt, warum es zu unterschiedlicher Doppelaufgabenperformanz kommt. Ein weiterer wichtiger Nutzen (z.B. bei der Entwicklung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen) ist die Möglichkeit, mithilfe der MRT Leistungsunterschiede in Abhängigkeit unterschiedlich genutzter Ressourcen vorherzusagen und aufgrund dessen Modellberechnungen vorzunehmen (Wickens (2002)).

In diesem Sinne wird die MRT auch in der vorliegenden Arbeit verwendet, um die Verwendung von Sprache als wenig ablenkende Möglichkeit der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion zu begründen. Entsprechend der Kritik an der MRT wird aber auch zu prüfen sein, inwieweit trotz Nutzung unterschiedlicher Ressourcen dennoch Interferenzen auftreten können.

2.1.4. Empirische Befundlage zu sprachbasierter Mensch-Maschine-Interaktion

Die MRT macht deutlich, dass dem Sprechen im Rahmen des Fahrkontextes eine besondere Bedeutung zukommt. Laut MRT sollte jede Art von sprachlicher Interaktion (z.B. Gespräche mit einem Beifahrer oder die Sprachbedienung eines Navigationssystems) wenig mit der Fahraufgabe interferieren, da auditiv wahrgenommen, verbal verarbeitet und sprachlich reagiert wird. Im Vergleich dazu wird während der Fahraufgabe visuell wahrgenommen, räumlich verarbeitet und manuell reagiert (McCartt, Hellinga und Bratimann (2006)). Somit erscheint das Sprechen, gleichgültig ob mit Menschen oder Maschinen, als eine besonders geeignete Kommunikationsform während des Fahrens. Besonders deutlich sollte sich dieser Vorteil zeigen, wenn ein IVIS nicht wie üblich manuell bedient wird, sondern über eine Sprachbedienung. Andererseits zeigen eine Reihe empirischer Befunde aber, dass dies nicht uneingeschränkt der Fall ist. Die Ergebnisse verschiedener Studien deuten darauf hin, dass auch die IVIS-Bedienung per Sprache eine Ablenkung des Fahrers verursachen kann, welche negative Auswirkungen auf das Fahrverhalten zeigt. Um diese Aussage zu untermauern, werden im Folgenden die Studien von Lee, Caven, Haake und Brown (2001); Jameson, Westerman, Hockey und Carsten (2004); Ranney, Harbluk und Noy (2002); Shutko und Mayer, Laansoo und Tijerina (2009) sowie Tsimhoni, Smith und Green (2004) detailliert vorgestellt.

2.1.4.1. Lee, Caven, Haake & Brown (2001)

In ihrem 2001 durchgeführten Simulatorexperiment untersuchten Lee, Caven, Haake und Brown (2001) wie eine sprachlich bediente Email-Aufgabe während der Fahrt das Fahrverhalten, die subjektive Beanspruchung sowie die wahrgenommene Ablenkung der Fahrer beeinflusst. Dazu verwendeten die Autoren ein 2×2^2 kombiniertes Between/Within-Subject-Design mit den Faktoren „Komplexität der Fahrstrecke“ (Within-Subject-Faktor), „Verfügbarkeit des E-Mail Systems“ (Within-Subject-Faktor) und „Komplexität des E-Mail Systems“ (Between-Subjects-Faktor). Die Komplexität der Fahrtstrecke wurde in leicht und schwer unterteilt, wobei während einer als schwer definierten Strecke vermehrt potentiell ablenkende Stimuli wie z.B. Häuser, Zäune und Tiere auftraten. Die Abstufung der

Verfügbarkeit wurde in „verfügbar“ und „nicht verfügbar“ festgelegt. War das E-Mail System verfügbar, konnten sich die Pbn voll auf die Fahrt konzentrieren. Die Komplexität des E-Mail-Systems wurde ebenfalls in leicht (drei Menüstufen mit je zwei Optionen) und schwer (vier Menüstufen mit jeweils sieben Optionen) unterteilt. War das E-Mail-System verfügbar, bestand die Aufgabe der Pbn darin, alle vorhandenen E-Mails aufzurufen und zu bearbeiten, um danach das Menü wieder zu verlassen. Währenddessen hatten sie die Aufgabe, bei einer gleichbleibenden Geschwindigkeit von 65 km/h einem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, welches in unregelmäßigen Abständen (aber durchschnittlich 4x pro Bedingung) mit einer Verzögerung von 2.1m/s^2 abbremste. Ziel dabei war es, seinem Vordermann nicht aufzufahren. Gemessen wurden zum einen die Reaktionszeit (vom Zeitpunkt des Abbremsens des Vorderfahrzeugs bis zum Nachlassen des eigenen Gaspedals) sowie die kognitive Beanspruchung der Fahrer mithilfe des NASA-TLX. Die Ergebnisse zeigten, dass die Pbn beim aktiven E-Mail-System durchschnittlich 310ms länger benötigten (1.32s verglichen zu 1.01s) um zu bremsen als bei Nichtaktivität. Das entspricht einer Reaktionszeitverlängerung um 30%. Auch die Systemkomplexität zeigte eine Verlängerung der Reaktionszeit von 180ms (1.41s für das komplexe System im Vergleich zu 1.23s für das leichtere), welche aber nicht signifikant wurde. Bei der subjektiven Beanspruchung der Fahrer zeigte sich ein großer Effekt für das aktivierte E-Mail-System (NASA-TLX-Rating von 47 bei Aktivität vs. 27 wenn nicht aktiv), welche wesentlich größer war, wenn die Pbn gleichzeitig fahren und die Nebentätigkeit durchführten. Weiterhin konnte eine Interaktion zwischen Aktivität und Schwierigkeit der Fahraufgabe festgestellt werden. Fuhren die Pbn ohne Nebenaufgabe, gab es keinen Unterschied in der Beanspruchung zwischen leichter und schwerer Strecke. War das System aktiv, war die subjektive Beanspruchung für die komplexe E-Mail-Aufgabe höher (Rating von 53 verglichen zu 41 bei der leichten Aufgabe) als für die leichte Aufgabe. Weiterhin stuften die Fahrer die Ablenkung durch das komplexe System als größer ein. Auf Grundlage dieser Ergebnisse berechneten die Autoren ein einfaches Fahrermodell, mit dessen Hilfe sie die Bedeutsamkeit einer verlängerten Reaktionszeit von 310ms durch die sprachliche Bedienung für einen Auffahrunfall im Realverkehr zeigen wollten. Die Ergebnisse der Modellierung zeigten, dass bei einer Geschwindigkeit von 56 km/h (35 mph) des Egofahrzeugs knapp 40% mehr Auffahrunfälle nachgewiesen werden konnten (zur detaillierten Konfiguration der Parameter siehe Lee (2001)) und, dass die Fahrzeuge mit 80% höherer Restgeschwindigkeit aufeinander trafen. Aufgrund ihrer Ergebnisse schlussfolgerten die Autoren, dass auch eine sprachliche Bedienung kognitive Ressourcen beansprucht und nicht uneingeschränkt zu empfehlen ist.

2.1.4.2. Jameson, Westerman, Hockey & Carsten (2004)

Jameson, Westerman, Hockey und Carsten (2004) entwickelten eine Nachfolgestudie zu der Untersuchung von Lee, Caven, Haake und Brown (2001) in der sie insgesamt 20 Pbn im Leeds Driving Simulator untersuchten um die Auswirkungen unterschiedlicher Typen sprachbasierter E-Mail-Systeme auf verschiedene Fahr- und Verhaltensparameter zu analysieren. Dazu entwickelten die Autoren ein dreifaktorielles Messwiederholungsdesign mit den Faktoren „Ablenkung“, „E-Mail-Interface“ und „Schweregrad der Fahraufgabe“. Der Faktor „Ablenkung“ wurde in die zwei Faktorstufen „Beantwortung von E-Mails“ vs. „keine Beantwortung von E-Mails“ unterteilt. Beantworteten die Pbn keine E-Mails, konnten sie sich ganz auf die Fahraufgabe konzentrieren.

Unterschiede im E-Mail-Interface betrafen die Kontrollierbarkeit der E-Mail-Aufgabe. In der Faktorstufe „systemkontrolliert“ leuchtete beim Empfangen einer neuen E-Mail ein virtueller Briefumschlag auf einem LCD-Screen auf, begleitet von einem Signalton. Nach zwei Sekunden begann das System automatisch die E-Mail vorzulesen und erwartete eine Reaktion des Fahrers. In der Faktorstufe „fahrerkontrolliert“ wurde ebenfalls ein Umschlag angezeigt und es ertönte ein Signalton, sobald eine E-Mail eintraf. In dieser Bedingung hatte der Fahrer aber die Möglichkeit, seine Antwort zu verzögern, da die E-Mail erst vorgelesen wird, wenn der Fahrer einen entsprechenden Knopf am Lenkrad betätigt. Der Faktor „Schweregrad der Fahraufgabe“ wurde in die Stufen leicht, mittel und schwer eingeteilt. Es wurden alle Abstufungen innerhalb einer Bedingung durchfahren. Die Grundfahraufgabe bestand in einer Folgefahrt, in welcher der Pbn seinen Abstand zum Vorderfahrzeug frei wählen konnte. In leichten Abschnitten sollten die Pbn auf gerader Strecke ohne weiteren Verkehr einem Vorderfahrzeug folgen. In den mittelschweren Fahrabschnitten fuhr das Vorderfahrzeug an eine Kreuzung heran und interagierte dort mit weiteren Verkehrsteilnehmern oder Verkehrsampeln, allerdings ohne zu bremsen. In den schwierigen Abschnitten interagierte das vorausfahrende Fahrzeug ebenfalls mit weiteren Verkehrsteilnehmern an einer Kreuzung, diesmal allerdings inklusive plötzlicher Bremsung. Aufgabe des Pbn war es, eine Kollision zu vermeiden.

Die Analyse der Daten zeigte für das Fahrverhalten einen Haupteffekt für die Ablenkung. Wurden E-Mails bearbeitet, zeigten die Fahrer eine geringere „Time to Collision“ (TTC), einen vergrößerten Abstand zum Vorderfahrzeug (welcher vermutlich durch eine kompensatorische Geschwindigkeitsreduktion zustande kam), eine geringere Antizipation unvorhergesehener Ereignisse (ausgedrückt in einer verlängerten Reaktionszeit auf das bremsende Vorderfahrzeug), sowie eine verschlechterte Spurhaltung. Es konnten keine direkten Haupteffekte für die Kontrollierbarkeit des E-Mail-Interfaces gefunden werden,

jedoch zeigten sich Unterschiede in der Beantwortungsstrategie der E-Mails. Verglichen mit der fahrerkontrollierten Variante, beantworteten die Pbn ihre E-Mails in der systemkontrollierten Version insgesamt schneller und machten dabei mehr Fehler. Weiterhin reagierten die Pbn bei Systemkontrolle immer langsamer, je schwieriger die Fahraufgabe wurde. In der fahrerkontrollierten Variante beantworteten die Pbn die E-Mails insgesamt langsamer im Vergleich zur Systemkontrolle. Hier aber zeigte sich kein Unterschied zwischen den unterschiedlich schweren Fahrabschnitten; die Beantwortungszeit blieb relativ konstant.

Weiterhin zeigten sich Hinweise unterschiedlich erfolgreicher Kompensationsstrategien zur Reduktion der Ablenkung zwischen den verschiedenen kontrollierten E-Mail-Interfaces. In der systemkontrollierten Variante vergrößerten die Pbn ihren Abstand zum Vordermann um 280ms, während sich ihre Reaktionszeit auf ein bremsendes Vorderfahrzeug um 848ms verlängerte. Das bedeutet, dass der Sicherheitsabstand nicht ausreichen würde, um eine Kollision zu vermeiden. Dies unterscheidet sich von der fahrerkontrollierten Variante, da sich hier der Abstand zum Vorderfahrzeug um 410ms vergrößert, während die Verlängerung der Bremszeit lediglich 290ms beträgt. Eine Kollision hätte dementsprechend vermieden werden können.

Insgesamt interpretieren die Autoren ihre Ergebnisse so, dass die erforderlichen Ressourcen, die zur (sprachlichen) E-Mail-Abfrage benötigt werden mit der Fahraufgabe interferieren und so den Fahrer ablenken können.

2.1.4.3. Ranney, Harbluk & Noy (2002)

Die Arbeit von Ranney, Harbluk und Noy (2002) untersuchte ebenfalls die unterschiedlichen Auswirkungen von visuell/manueller sowie sprachlicher Bedienung von Zweitaufgaben. Dazu absolvierten 21 Pbn eine Folgefahrt auf einer Teststrecke nahe Ohio, während sie eine Peripheral Detection Task (PDT) durchführten sowie zusätzlich unterschiedlich schwere Zweitaufgaben (z.B. Radio einstellen, Telefonnummer wählen) bearbeiteten. Die Zweitaufgaben wurden entweder per Hand oder per Sprache bearbeitet. Als Fahraufgabe sollten die Pbn einem Vorderfahrzeug „nahe aber trotzdem sicher“ folgen, während das Fahrzeug bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 64 km/h wiederholt abbremste. Die Analyse verschiedener Parameter zeigte eine generelle Verschlechterung des Fahrverhaltens, sowie der Leistungsparameter in der PDT während der Durchführung einer Zweitaufgabe verglichen zu einer Fahrt ohne Zweitaufgabe. Dies drückte sich vor allem in einem größeren Abstand zum Vorderfahrzeug, einer verschlechterten Spurhaltung, sowie

einer schlechteren Zielerkennung (verringertes Prozentanteil erkannter PDT-Ziele) aus. Eine Verbesserung des Fahrverhaltens durch sprachliche verglichen zur visuell/manuellen Bedienung konnte vor allem für die Fahrzeugstabilisation und für die Zieldetektion in der PDT gezeigt werden, nicht aber für die Abstandhaltung zum Vorderfahrzeug. Jedoch reicht diese Reduktion nicht an das Baseline-Niveau heran.

Die Autoren schlussfolgerten aus ihren Ergebnissen, dass eine sprachliche Bedienung in der Tat die visuelle Ablenkung durch eine Zweitaufgabe reduzieren kann und so die Leistung auf dem „operationalen Level“ der Fahraufgabe verbessert. Keine Erleichterung durch die Sprachbedienung sehen die Autoren dagegen in der kognitiven Beanspruchung des Fahrers. Denn auch während einer sprachlichen Eingabe vergrößern die Pbn ihren Abstand zum Vorderfahrzeug in gleichem Maß wie bei einer visuell/manuellen Bedienung. Entsprechend keine Verbesserungen sehen die Autoren deshalb auf dem „taktischen Level“ der Fahraufgabe (zu den Begriffen operationales und taktisches Level siehe Michon (1985)). Ein weiteres Indiz dafür, dass eine Sprachbedienung keine kognitive Entlastung für den Fahrer bietet, sind fehlende Unterschiede in der subjektiven Bewertung der Beanspruchung für beide Eingabemodi. Somit kommen auch Ranney, Harbluk und Noy zu dem Schluss, dass die (kognitive) Ablenkungswirkung einer Sprachbedienung nicht unterschätzt werden darf.

2.1.4.4. Shutko, Mayer, Laansoo & Tijerina (2009)

In einer Simulatorstudie verglichen Shutko, Mayer, Laansoo und Tijerina (2009) mithilfe eines Within-Subject-Designs die visuell/manuelle Bedienung von sieben verschiedenen Zweitaufgaben mit der sprachlichen Bedienung des Ford Motor Company's SYNC Systems (kurz: SYNC). Die zu bearbeitenden Nebenaufgaben waren (1) einen vorgegebenen Song auswählen, (2) einen vorgegebenen Artisten auswählen, (3) eine bestimmte Nummer aus dem Telefonbuch auswählen, (4) eine zehnstellige Nummer wählen, (5) einen eingehenden Anruf annehmen, kurz beantworten und dann beenden, (6) eine SMS lesen sowie (7) eine SMS beantworten. All diese Aufgaben wurden entweder visuell/manuell mit privaten Geräten der 25 getesteten Pbn durchgeführt oder mithilfe des SYNC-Systems. Weitere Aufgabe war es, eine Fußgängererkennungsaufgabe während der Fahrt durchführen. Hierzu wurde ein Fußgänger in einem Abstand von 3s rechts zum Fahrzeug eingeblendet, ca. 3 - 5s nachdem eine Zweitaufgabe begann. Erkannten die Fahrer den Fußgänger, sollten sie ein Lichtsignal auslösen. Die simulierte Fahraufgabe bestand darin, einem 60 mph schnell fahrenden Vorderfahrzeug mit selbst gewähltem Abstand zu folgen. Insgesamt wurden fünf unterschiedliche Kategorien von Variablen analysiert, darunter der prozentuale Anteil der Blicke weg von der Straße, die SDLP, die Längsregulation (Variation in der gefahrenen

Geschwindigkeit bzw. im Abstand zum Vorderfahrzeug berechnet durch „maximale Geschwindigkeit – minimale Geschwindigkeit“) sowie die Situational Awareness⁴, gemessen anhand der Fußgängerdetektion. Bei der Analyse der Blickabwendung von der Straße sowie der SDLP zeigte sich, dass es bei der sprachlichen Bedienung durch das SYNC-System bei fast allen Zweitaufgaben (ausgenommen einen Anruf annehmen und eine zehnstellige Nummer wählen) zu einer Verbesserung des Fahrverhaltens kam. Für die Längsregulation zeigten sich Vorteile der Sprachbedienung bezüglich der Musik-, Artisten- und Nummernauswahl. Keine Unterschiede in der Längsregulation zeigten sich dagegen für das Annehmen eines Anrufs, Wählen einer zehnstelligen Nummer, das Vorlesen sowie Beantworten einer SMS. Ein ähnliches Ergebnismuster wurde auch für die Fußgängerdetektion gefunden. Insgesamt lassen diese Ergebnisse den Schluss zu, dass durch eine Sprachbedienung vor allem visuelle und manuelle Ablenkungen reduziert werden. So verringern sich die Blickabwendung von der Straße sowie die SDLP eindeutig. Weniger eindeutig zeigen sich die Effekte in den Fahrparametern, die eher kognitive Ressourcen beanspruchen wie z.B. die Geschwindigkeitsvarianz oder die Fußgängerdetektion. So zeigten sich zwar Vorteile der sprachlichen Bedienung in bestimmten Zweitaufgaben, wie z.B. der Musik-, Nummer- sowie Artistenauswahl, diese Vorteile kommen aber wahrscheinlich durch eine unterschiedlich komplexe Menüstruktur während der verschiedenen Eingabemodi zustande. Während sich die Pbn in der visuell/manuellen Bedienung durch ein komplettes Menü klicken mussten, hatten sie in der sprachlichen Bedingung einen direkten Zugang zum Zielstimulus. Auf diese Weise wird die Bearbeitung der Zweitaufgabe erheblich vereinfacht, da weniger Entscheidungen (beim Klicken durch das Menü) getroffen werden müssen. Das wiederum entlastet den Fahrer nicht nur visuell, sondern auch kognitiv. Hatten die Zweitaufgaben eine gleiche Menüstruktur (Anruf entgegen nehmen, zehnstellige Nummer wählen, SMS schreiben/diktieren und versenden) konnten hingegen keine Unterschiede in der (eher kognitiv beanspruchenden) Längsregulation festgestellt werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Autoren die Vorteile der sprachlichen Bedienung klar in den Vordergrund stellen, aber anhand ihrer Ergebnisse eine kognitive Ablenkung des Fahrers nicht ausschließen können.

⁴ Das Konzept der Situational Awareness (SA) wird in Anlehnung an Endsley (1988), S. 792 definiert und beschreibt einen Zustand indem man sich (1) bewusst ist was um einen herum geschieht, (2) versteht wie Informationen, Ereignisse und Handlungen die eigenen Ziele beeinflussen und das (3) für die Gegenwart und nahe Zukunft.

2.1.4.5. Tsimhoni, Smith & Green (2004)

Tsimhoni, Smith und Green (2004) untersuchten ebenfalls mittels Simulatorstudie Verschlechterungen im Fahrverhalten bei gleichzeitiger Eingabe eines Navigationsziels. Dazu verglichen sie eine visuell/manuelle Eingabe mittels QWERTZ-Tastatur mit einer auf Worterkennung basierenden Spracheingabe, sowie einer auf Buchstabenerkennung basierenden Spracheingabe. Bei der Sprachbedienung mit Worterkennung hatten die Pbn die Aufgabe die verschiedenen Elemente einer Adresse (Ort, Straße, Hausnummer) Wort für Wort mit Pausen einzusprechen. Bei der Spracherkennung mit Buchstabenerkennung sollten die Pbn die einzelnen Adresselemente buchstabieren. Alle Adressen waren hinsichtlich ihrer Länge (20 Buchstaben) vergleichbar. Als Fahraufgabe diente eine Folgefahrt. Dabei fuhr das Vorderfahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit von 72 km/h auf einer simulierten Fahrstrecke, die in drei unterschiedliche Schwierigkeitsbereiche unterteilt wurde (gerade Abschnitte, moderate und scharfe Kurven). Die Untersuchung erfolgte im Rahmen eines Within-Subject-Designs und umfasste 24 Pbn. Insgesamt wurden je drei Parameter zur Fahrzeugstabilisation (Standardabweichung des Lenkradwinkels, SDLP und Anzahl der Abweichung von der Spur) sowie Längsregelung (Gaspedalstellung, Geschwindigkeit und Abstandshaltung) ausgewertet. Im Folgenden werden lediglich die signifikanten Effekte der unterschiedlichen Eingabemodi berichtet. Bezüglich der Fahrzeugstabilisation zeigte sich, dass in allen drei Parametern eine signifikante Verschlechterung auftrat wenn eine Adresse per Tastatur eingegeben wurde. Die SDLP während der manuellen Eingabe (verglichen zu allen weiteren Bedingungen) vergrößerte sich dabei um bis zu 60%. Auch der Lenkradwinkel verschlechterte sich während der visuell/manuellen Eingabe (verglichen zu den anderen Bedingungen) signifikant (0.12° in der visuell/manuellen Bedingung verglichen zu 0.08° in beiden Sprachbedienungen). Benutzten die Pbn die visuell/manuelle Eingabe, kamen sie während einem Fünftel aller eingegeben Adressen von der Straße ab (20.6%) während die Wahrscheinlichkeit von der Straße abzukommen, während beider sprachlichen Eingaben nur bei 4.2% (Worterkennung) und 8.3% (Buchstabenerkennung) lag. Signifikante Unterschiede in der Fahrzeugstabilisation zwischen einer Baseline-Fahrt (Fahrt ohne Nebenaufgabe) sowie den beiden Spracheingaben konnten nicht festgestellt werden.

Das Ergebnismuster der Längsregelung fiel weniger eindeutig aus. Gaben die Pbn eine Adresse in das Gerät ein, verringerte sich ihre Geschwindigkeit, verglichen zur Baseline (73.4 km/h), während aller Eingabemodi ($m = 70.2$ km/h) signifikant. Dabei zeigte sich der kürzeste Abstand zum Vorderfahrzeug bei der Spracheingabe mit Worterkennung (88 m), der längste Abstand zeigte sich bei der manuellen Eingabe mithilfe der Tastatur (167 m). Als Fazit kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse vermuten lassen, dass eine

Sprachbedienung großes Potential besitzt, die visuell/manuelle Ablenkung durch die Durchführung von Zweitaufgaben während der Fahrt zu minimieren (im besten Fall zu eliminieren). Allerdings zeigen sich auch hier Anzeichen dafür, dass es zu einer Kompensation in der Längsregelung kommt, wenn eine sprachliche Eingabe durchgeführt wird (Verringerung der Geschwindigkeit bzw. Verlängerung des Abstands zum Vordermann verglichen zu einer Baseline-Fahrt). Da die Kompensation in der Längsregelung ein Indiz für eine Überforderung des Fahrers darstellt, scheint anhand der Ergebnisse nicht ausgeschlossen, dass auch die sprachliche Ausführung einer Zweitaufgabe kognitiv ablenkend wirkt (und so mit der Fahraufgabe interferieren kann) bzw. die kognitive Ablenkung einer Zweitaufgabe durch Bedienung per Sprache nicht gänzlich eliminiert werden kann. Trotz dessen schätzten die Pbn die Spracheingabe als „relativ“ sicher ein während sie die visuell/manuelle Eingabe als extrem unsicher empfanden. Signifikante Unterschiede zwischen der auf Worterkennung und der auf Buchstabenerkennung basierenden Spracheingabe auf das Fahrverhalten konnten nicht gefunden werden.

2.1.4.6. Kritik an den Studien

Auf Basis der zuvor vorgestellten Studien kann festgehalten werden, dass die visuell/manuelle Ablenkung durch eine sprachliche Bedienung weitestgehend minimiert (vielleicht sogar in Zukunft eliminiert) werden kann. Dies zeigt sich vor allem in den signifikanten Unterschieden der verschiedenen Variablen der Fahrzeugstabilisation (SDLP, Standardabweichung des Lenkradwinkels, Anzahl Abweichungen von der Spur) und der Blickabwendung, vergleicht man die visuell/manuelle mit einer sprachlichen Bedienoberfläche. Auf der anderen Seite verweisen alle zitierten Autoren darauf, dass die Sprachbedienung durchaus kognitive Ressourcen in Anspruch nimmt, die das Fahren beeinträchtigen können. Diese Hypothese unterstützen vor allem die Ergebnisse zur Längskontrolle beim Fahren (z.B. Geschwindigkeitsvarianz, Abstandshaltung oder der Gefahrendetektion), die weniger eindeutig ausfallen.

Weiterhin scheint es sinnvoll einige Details bezüglich des Versuchsaufbaus einiger vorgestellter Studien zu diskutieren. So verglichen z.B. Shutko, Mayer, Laansoo und Tijerina (2009) eine Vielzahl von visuell/manuellen Nebenaufgaben mit einer entsprechenden sprachlichen Variante. Dabei beschreiben die Autoren, dass für die visuell/manuelle Bedingung auf „private Geräte“ zurückgegriffen wurde. Leider wird aus dieser Beschreibung nicht ersichtlich, ob sich die Menüstrukturen der zu vergleichenden Bedingungen (visuell/manuell vs. sprachlich für ein bestimmtes IVIS) gleichen oder ob in dem einen Fall

mehr Bedienschritte und somit auch Entscheidungen erforderlich sind um an sein Ziel zu kommen.

Weiterhin zeigt sich, dass es (mit Ausnahme der Studie von Tsimhoni, Smith und Green (2004)) kaum Vergleiche unterschiedlicher Sprachbediensysteme gibt. Dieser Vergleich wäre aber durchaus von Interesse, da u. U. auch bei der Sprachbedienung verschiedene Gestaltungskriterien zu einer mehr oder weniger kognitiven Beanspruchung führen. Ebenfalls scheint es zweifelhaft, ob der Vergleich von einer Worterkennung im Vergleich zu einer Buchstabenerkennung für den praktischen Gebrauch von Bedeutung ist. Betrachtet man die technische Entwicklung der letzten Jahre, so scheint es unwahrscheinlich, dass zukünftige sprachliche Bediensysteme auf einer Buchstabenerkennung basieren werden.

2.1.5. Abgeleitete Fragestellung

Auch wenn die sprachliche Bedienung ebenfalls einen negativen Einfluss auf das Fahrverhalten zu haben scheint⁵, ist sie, betrachtet man die im Abschnitt 2.1.4. dargestellten Ergebnisse, gegenüber der visuell/manuellen Bedienung trotzdem von Vorteil. Um diese Annahme und bisherige Ergebnisse zu untermauern sowie noch unbeantwortete Fragen zu klären, wird in der folgenden Studie ein direkter Vergleich der Effekte von visuell/manueller sowie sprachlicher IVIS-Bedienung auf die Ablenkung sowie das Fahrverhalten durchgeführt. Anhand der folgenden Untersuchung soll gezeigt werden, (1) ob eine sprachliche Bedienung den Fahrer weniger ablenkt als eine visuell/manuelle Bedienung, (2) wie stark ein möglicher Unterschied der beiden Eingabevarianten ist, (3) wo die Grenzen sprachlicher Bedienung, verglichen zu einer Kontrollfahrt ohne Nebenaufgabe, liegen und (4) wie gute sprachliche Bedienoberflächen gestaltet werden sollten, um den Fahrer so wenig wie möglich abzulenken.

Um das zu untersuchen, wurden während einer einfachen Fahrsimulation, der Lane Change Task (Mattes (2003)) vier kommerziell erhältliche IVIS (zwei verschiedene Navigationsgeräte, eine Telefonfreisprechanlage, sowie ein iPod) entweder manuell per Touch-Screen oder per Sprache bedient und miteinander verglichen. Um eine aussagekräftige Einschätzung der Effektstärken zu erhalten, wurden beide Eingabebedingungen mit einer Kontrollfahrt (ohne Nebenaufgabe) verglichen. Um Hinweise für die optimale Gestaltung eines sprachlichen User-Interface zu erhalten, wurden zwei

⁵ Auf die Darstellung des negativen Einflusses menschlicher Kommunikation auf das Fahrverhalten (wie z.B. beim Telefonieren) wird an dieser Stelle verzichtet, da sich der gegenwärtige Abschnitt auf die MMI konzentriert. Eine detaillierte Darstellung der negativen Einflüsse menschlicher Kommunikation auf das Fahrverhalten findet sich in Abschnitt 3.1.

kommerziell erhältliche Navigationssysteme mit unterschiedlichem Design auf ihr Ablenkungspotential hin geprüft und miteinander verglichen. Die Studie (Maciej und Vollrath (2009)) wird im Folgenden vorgestellt.

2.2. Methode

2.2.1. Fahraufgabe

Als Fahraufgabe wurde in dieser Studie die Lane Change Task verwendet. Bei der LCT handelt es sich um eine Standardprozedur zur Messung von Ablenkung durch Zweitaufgaben während der Fahrt. Ziel ist es, die Ablenkung durch verschiedene IVIS objektiv zu messen, um so klare Richtlinien bzw. Grenzwerte zu etablieren. Auf diese Weise können objektive Aussagen darüber gemacht werden, ob ein IVIS zu stark von der Fahraufgabe ablenkt und ggf. modifiziert werden muss. Die LCT wurde mittlerweile als ISO-Norm zertifiziert (ISO 26022: 2010).

Bei der LCT handelt es sich um eine einfache Fahrsimulation, die auf jedem handelsüblichen PC installiert werden kann und mit einem Joystick-Lenkrad mit Gas- und Bremspedal verbunden wird. In der Simulation befindet sich der Fahrer auf einer geraden dreispurigen Straße und wird instruiert, mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h (es ist nicht möglich schneller zu fahren) mittig in seiner Spur zu fahren. An bestimmten Stellen werden Wechselschilder eingeführt. Diese Schilder weisen den Fahrer darauf hin, dass er so schnell wie möglich die Spur zu wechseln hat. Weiterhin zeigen die Schilder, in welche Richtung (nach links oder rechts) und über welche Spurweite (über eine Spur oder zwei Spuren) gewechselt werden soll (siehe Abb. 5).

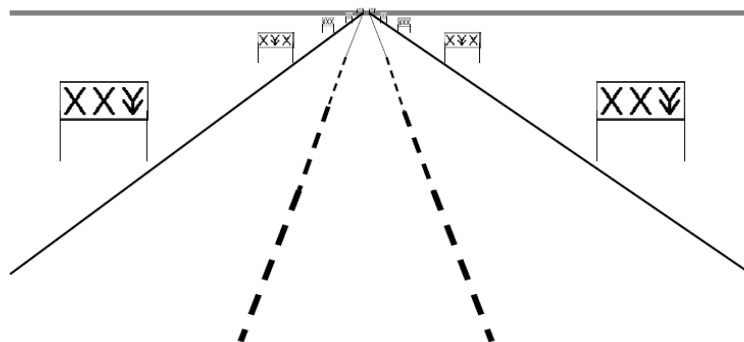


Abbildung 5: Das Lane Change Task Setting (der ISO 2009 entnommen, S.5).

Die durchschnittliche Distanz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wechselschildern beträgt 150 m, wobei die Symbole auf den Schildern ab einer Distanz von 40 m lesbar werden (für eine detaillierte Erklärung siehe ISO 26022: 2010). Sobald die Symbole lesbar sind, hat der

Fahrer die Aufgabe so schnell und genau wie möglich in die angezeigte Spur zu wechseln, möglichst noch bevor er an dem Wechselschild vorbei gefahren ist. Eine Runde der LCT besteht aus 18 Spurwechseln, die in zufälliger Reihenfolge (links vs. rechts; Wechsel über eine oder zwei Spuren) angeordnet sind und dauert ca. drei Minuten. Währenddessen wird das Fahrverhalten mit einer Frequenz von 62 Hertz aufgezeichnet (entsprechend einer Präzision von 16ms).

2.2.2. Nebenaufgaben

Um das Ablenkungspotential manueller Bedieninterfaces mit denen sprachlicher zu vergleichen, wurde die Bedienung von insgesamt vier unterschiedlichen IVIS untersucht⁶. In der Bedingung „Musikauswahl“ hatten die Pbn die Aufgabe jeweils einen bestimmten Titel, ein bestimmtes Album oder einen bestimmten Interpreten auszuwählen. Dabei wurde in der manuellen Bedingung ein handelsüblicher iPod verwendet, während für die sprachliche Selektion ein Laptop-basierter Prototyp zur Verfügung stand. Anzahl und Aufbau der Menüstrukturen des Prototyps waren identisch mit denen des iPods. Ebenfalls identisch waren die verwendete Musik-Datenbank und die Auswahl einzelner Titel, Alben oder Interpreten. In der Telefonbedingung wurde die Freisprechanlage Bury CC9060 verwendet, welche zum einen per Touch-Screen, aber auch sprachlich bedient werden konnte. Aufgabe des Pbn war es in dieser Bedingung verschiedene Anrufe zu tätigen. Dazu sollte aus dem gespeicherten Telefonbuch der Name und die Art des Kontakts (privat oder geschäftlich) angegeben werden. Auch hier waren die Anzahl der Bedienmenüs sowie der Optionen innerhalb der Menüs für die manuelle und sprachliche Bedingung gleich.

Das erste von zwei verwendeten Navigationssystemen (N240L der Firma Falk) wurde für zwei unterschiedliche Navigationsaufgaben verwendet. Die eine Aufgabe bestand darin bestimmte Points-of-Interests (POI) in verschiedenen Städten zu suchen und einzugeben. Während der zweiten Aufgabe sollte der Pd eine bestimmte Zieladresse eingeben. Beide Aufgaben konnten manuell oder sprachlich durchgeführt werden und zeigten ebenfalls keine Unterschiede in ihrer Menüstruktur. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass zur sprachlichen Eingabe einer Zieladresse im Falk N240L insgesamt zwölf Bedienschritte nötig sind, welche wiederum mindestens sechs visuelle Bestätigungsblicke erfordern. Dabei dauert die gesamte Eingabe ca. 60 Sekunden. Zustande kommt diese große Anzahl von Bedienschritten dadurch, dass jede Adressinformation (Stadt,

⁶ Die Auswirkungen des Schreibens bzw. Lesens von SMS auf das Fahrverhalten konnte, obwohl vielleicht erwartet in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt werden, da eine entsprechende sprachliche Eingabe- bzw. Ausgabevariante zum Vergleich fehlte. Aus diesem Grund konzentriert sich die Untersuchung auf den Vergleich sprachlicher und visuell/manueller Eingaben verschiedener Navigationsziele, sowie der Auswahl von Musikstücken und Telefonnummern aus dem Telefonbuch.

Straßenname und Hausnummer) einzeln eingegeben und bestätigt werden muss (auch Multiple-Step-Entry genannt). Diese Bestätigung erfolgt, indem das Gerät nach jeder sprachlichen Eingabe einer weiteren Information eine Liste mit potentiellen Treffern ausgibt, welche der Wahrscheinlichkeit nach geordnet und nummeriert sind. Der Nutzer muss diese Liste visuell scannen, seine korrekte Eingabe (wenn vorhanden) identifizieren und benennen. Es zeigt sich also, dass trotz vorhandenem Sprachinterface visuelle Ressourcen benötigt werden um eine Eingabe zu tätigen. Aus diesem Grund wurde ein zweites Navigationsgerät (Navigon 8110) in die Studie aufgenommen, welches insgesamt nur sechs Bedienschritte mit lediglich zwei visuellen Bestätigungen erfordert. Die Eingabe einer Zieladresse dauert hier nur ca. 40 Sekunden. Dabei ist es dem Pd möglich, die komplette Adresse (Stadt, Straße und Hausnummer) in einem Schritt in das Gerät zu sprechen. Bestätigt wird eine korrekte Eingabe, indem das Gerät die eingegebene Adresse laut vorliest und der Pd sie mit ja oder nein bestätigt (Single-Step-Entry). Dieses System wurde ausschließlich zur sprachlichen Eingabe verwendet. Alle verwendeten Geräte werden in Abb. 6 dargestellt.



Abbildung 6: Darstellung der verwendeten IVIS. Links oben: Freisprechanlage Bury CC9060; rechts oben: handelsüblicher iPod; links unten: Navigon 8110; rechts unten: Falk N240L.

Während des gesamten Experiments befand sich der Versuchsleiter (VL) hinter dem Pb und las ihm laut die Ziele vor (bestimmte Titel, Navigationsziele, Personen die angerufen werden sollten usw.), die ausgewählt werden sollten. Um Missverständnisse zu vermeiden, wiederholte der Pd die vorgelesene Aufgabe bevor er mit der Eingabe begann. Weiterhin notierte der VL die erfolgreichen Eingaben für alle Bedingungen um zu gewährleisten, dass die Pbn sowohl die manuellen als auch die sprachlichen Zweitaufgabe gleich motiviert bearbeiteten. Dies war bei allen Pbn der Fall.

2.2.3. Abhängigen Variablen

2.2.3.1. Fahrvariablen

Für die Analyse des Fahrverhaltens wurden verschiedene Fahrparameter ausgewertet. Dabei wird die Fahraufgabe zuerst in eine Spurhaltungs- und eine Spurwechselphase unterteilt. Während der Spurhaltungsphase wurde die Standardabweichung der Querablage (englisch: „standard deviation of lateral position“ kurz: SDLP) berechnet. Dabei handelt es sich um ein Maß, das Auskunft darüber gibt, wie stark der Fahrer Korrekturbewegungen durchführt bzw. wie stark er während der Fahrt schwankt. Während der Spurwechselphasen wurde die Reaktionszeit gemessen, die der Fahrer benötigt, um auf ein Wechselschild zu reagieren. Dabei handelt es sich um den Zeitraum ab dem der Fahrer das Wechselsymbol lesen kann bis hin zur ersten messbaren Lenkbewegung. Als weitere Variable wurde die Gesamtabweichung (Spurhaltungs- und Spurwechselphase zusammen betrachtet) von einer „Idealspur“ berechnet (von Mattes (2003) übernommen). Für die Berechnung dieser Idealspur wurde angenommen, dass der Fahrer während der Spurhaltungsphasen so mittig wie möglich in der Spur fährt. Für die Berechnung eines idealen Spurwechsels wird angenommen, dass dieser 30 m vor einem sichtbaren Symbol beginnt und 10 m andauert. Dabei wurde eine direkte Bewegungstrajektorie angenommen (siehe Abb. 7).

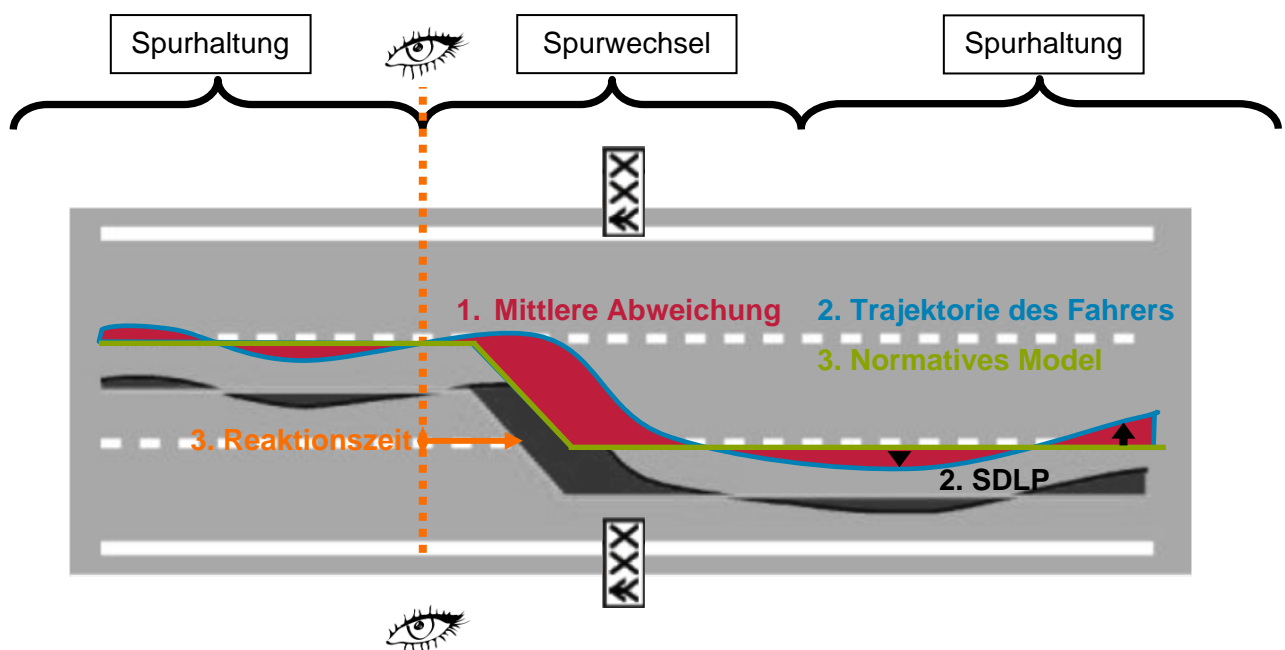


Abbildung 7: Illustration der verwendeten LCT-Maße.

Auf diese Weise erhält man einen leicht zu berechnenden Standard mit dem reales Fahrverhalten verglichen werden kann.

2.2.3.2. Blickverhalten

Während aller Versuche wurden Videoaufzeichnungen der Pbn angefertigt, um Aussagen über das Blickverhalten machen zu können. Zur Aufbereitung des digitalisierten Videomaterials und zur Implementierung eines Kategoriensystems wurde die Software INTERACT (Mangold International GmbH) genutzt. Dabei wurde das Blickverhalten in die zwei Kategorien „auf den Bildschirm schauen“ und „vom Bildschirm weg auf die Zweitaufgabe schauen“ kategorisiert und per Mausklick zugeordnet. Anhand dieser Daten, wurde der prozentuale Anteil der „Blicke weg von der Fahraufgabe“ berechnet.

2.2.3.3. Subjektive Befragung

Nach jedem Durchgang beantworteten die Pbn einen subjektiven Fragebogen zur wahrgenommenen Ablenkung. Alle Ratings wurden anhand einer Zwei-Stufen-Prozedur (nach Heller (1982) siehe Abb. 8) durchgeführt. Dabei wählte der Pd zuerst eine von fünf verbalen Kategorien die beispielsweise von „sehr gering“ bis „sehr stark“ verliefen. Im Anschluss daran gab es die Möglichkeit, eine Feinjustierung der gewählten Kategorie vorzunehmen, indem man sie auf einer Drei-Punkte-Skala (-/0/+) präziserte. Diese Prozedur ist einfach zu handhaben und liefert zuverlässige Daten auf einer 15-Punkte-Skala (5x3).

Wie gut sind Sie ihrer Meinung nach gefahren?														
sehr schlecht			schlecht			mittel			gut			sehr gut		
-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Abbildung 8: Beispiel-Item des subjektiven Fragebogens.

2.2.4. Probanden

An der Untersuchung nahmen insgesamt 30 Fahrer teil. Davon waren 16 männlich und 14 weiblich. Ein Pd wurde aus der späteren Analyse ausgeschlossen, da es ihm auch nach intensivem Training nicht möglich war, die Fahraufgabe adäquat durchzuführen. Die Pbn waren im Alter von 19 - 59 Jahren (mit einem mittleren Alter von $m = 33.2$ Jahren und einer Standardabweichung von $sd = 11.9$ Jahren). Alle Teilnehmer waren während des Experiments im Besitz eines gültigen Führerscheins und hatten eine normale Sicht oder nutzten eine Sehhilfe zur Korrektur. Als Vergütung erhielten die Teilnehmer im Anschluss an die Untersuchung 10 Euro pro Stunde.

2.2.5. Versuchsdesign

Bei dem verwendeten Versuchsdesign (siehe Abb. 9) handelt es sich um ein Within-Subject-Design. Dabei bearbeitete jeder Pd alle Zweitaufgaben (Musikselektion, Telefonieren, Zieleingabe, POI-Eingabe) entweder manuell oder per Sprache während er gleichzeitig die LCT fuhr (insgesamt acht Bedingungen). Zusätzlich wurde eine weitere Bedingung in den Versuchsplan integriert, in welcher eine vereinfachte sprachliche Adresseingabe (Single-Step-Entry) untersucht wurde. Die Reihenfolge der Zweitaufgaben waren randomisiert. Für jede Zweitaufgabe (mit Ausnahme der sprachlichen Navigationseingabe im Single-Step-Entry) war die Reihenfolge des Interaktionsmodus (manuell oder sprachlich) ebenfalls randomisiert.

	Kein IVIS	Musik	Anruf	POI	Adresseingabe Multiple Step	Adresseingabe Single Step
manuell	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30
sprachlich		Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	Pd 01..Pd 30	

Abbildung 9: Grafische Darstellung des Versuchsdesigns.

2.2.6. Versuchsdurchführung

Nachdem die Pbn begrüßt wurden und die erforderlichen Einverständniserklärungen unterschrieben haben, wurden sie schriftlich über die Durchführung der LCT instruiert. Nach Durchlesen der Instruktion erklärte der VL die Fahraufgabe noch mal um sicherzustellen, dass sie richtig verstanden wurde. Danach folgte ein Training. Aus früheren Studien (Huemer und Vollrath (2011)) ist bekannt, dass sich nach Abschluss von sechs Trainingsrunden keine wesentliche Verbesserung der Fahrleistung mehr zeigt. Aus diesem Grund wurde die letzte Trainingsrunde als Kontrollbedingung „Fahren ohne Zweitaufgabe“ gewertet. Im Anschluss daran, begannen die experimentellen Bedingungen. Dabei wurde in einem ersten Schritt jedes IVIS einzeln vorgestellt. Bei dieser Vorstellung hatte der Pd die Möglichkeit, das Gerät (separat) zu testen bis er mindestens zwei erfolgreiche Zielaufgaben durchgeführt hatte. Im Anschluss daran übte der Pd die Zweitaufgabe noch in Kombination mit der Fahraufgabe (eine Runde lang). Erst danach begannen die eigentlichen experimentellen Bedingungen. Während der Testung saß der VL hinter dem Pd und las ihm laut und deutlich die Zieleingaben vor. Eine mögliche Zieleingabe in der Navigation war z.B. „Berlin - Rupertstraße - 17“ oder „Sängerin Madonna“ für die Musikselektion. Dabei erhielten die Pbn kontinuierlich neue Zweitaufgaben, bis die Fahraufgabe beendet war. Nach jedem

Durchgang beantworteten die Pbn den subjektiven Fragebogen zur wahrgenommenen Ablenkung. Insgesamt dauerte die Untersuchung 2.5 - 3 Stunden. Nach Beendigung der letzten Bedingung wurden die Pbn vergütet und es wurde ihnen für ihre Teilnahme gedankt.

2.3. Ergebnisse

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen ob die sprachliche im Vergleich zur manuellen Bedienung einer Nebenaufgabe das Ablenkungspotential während der Fahrt reduziert. Zu diesem Zweck wurde eine 4x2-faktorielle MANOVA mit Messwiederholung (vier unterschiedliche IVIS x zwei verschiedene Eingabemodalitäten) gerechnet. Als abhängige Variablen gingen die mittlere Abweichung von der Idealspur, die SDLP, die Reaktionszeit, die subjektiv berichtete Ablenkung sowie der Prozentanteil der abgewendeten Blicke von der Fahraufgabe in die Berechnungen mit ein. Dabei wurden sowohl beide Haupteffekte als auch die Interaktion hochsignifikant (Haupteffekt „IVIS“: $F(15, 246) = 7.4$; $p = .001$; $\eta_p^2 = 0.31$; Haupteffekt „Eingabemodalität“: $F(5, 24) = 80.5$; $p = .001$; $\eta_p^2 = 0.94$; Interaktion: $F(15, 246) = 6.4$; $p = .001$; $\eta_p^2 = 0.28$). Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die Sprachbedienung (verglichen zur manuellen Bedienung) sowohl das Fahrverhalten als auch die subjektive Bewertung der Ablenkung signifikant beeinflusst. Weiterhin zeigen sich unterschiedliche Effekte für die einzelnen IVIS, was bedeutet, dass die Effekte der Sprachbedienung auch vom jeweilig untersuchten IVIS abhängen.

Um die Effekte genauer zu verstehen, wurden sowohl für die verschiedenen IVIS als auch für die einzelnen abhängigen Variablen separate einfaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt. Für die Berechnungen der Fahrparameter wurde zusätzlich zu den zwei Bedingungen „manuelle und sprachliche Bedienung einer Nebenaufgabe“ eine Kontrollbedingung (nur Fahren) eingeführt. Auf diese Weise ist es möglich zu untersuchen, ob sich eine sprachliche Bedienung überhaupt auf das Fahrverhalten auswirkt. Diese Fragestellung ist von Interesse, da es laut MRT zu keinen Interferenzen zwischen der Fahraufgabe und der sprachliche Bedienung einer Nebenaufgabe kommen sollte, da diese unterschiedliche Ressourcen beanspruchen (siehe Abschnitt 2.1.3). Für die Nebenaufgabe „Zieladresse eingeben“ wurde das bereits weiter oben (siehe Abschnitt 2.2.2) beschriebene zweite Navigationssystem mit Single-Step-Entry als vierte Bedingung (neben der Kontrollbedingung, der manuellen Bedienung sowie der Sprachbedienung mit Multiple-Step-Entry) in die Berechnungen mit einbezogen. Alle Ergebnisse wurden (wenn nötig) mit Hilfe der Greenhouse-Geisser-Korrektur korrigiert (Greenhouse und Geisser, 1959). Zusätzlich wurden Post-hoc-Tests (Bonferroni-korrigiert) für die paarweisen Vergleiche berechnet. Ebenfalls berechnet wurde die Effektstärke η_p^2 , um einen Eindruck über die Größe des

Effekts zu erhalten. Die Effektstärke ist hier definiert als das Verhältnis zwischen Effekt und Fehlervarianz, welche dem Effekt zugeordnet werden kann.

Für die Analyse der subjektiven Ablenkung sowie des Prozentanteils der abgewendeten Blicke von der Fahraufgabe wurde keine zusätzliche Kontrollbedingung eingeführt. Die Gründe dafür waren, (1) dass keine Beurteilung der subjektiven Ablenkung nach dem Fahren ohne Nebenaufgabe stattfand, sowie (2) dass die Pbn sich während der LCT-Fahrt ohne Nebenaufgabe ausschließlich auf den Bildschirm konzentrierten. Daraus resultierte ein Prozentanteil von 0% abgewendeter Blicke von der Fahraufgabe. Somit beinhalten die Berechnungen (jeweils eine ANOVA mit Messwiederholung) dieser beiden Variablen lediglich zwei Bedingungen (manuelle vs. sprachliche Bedienung). Anschließende Post-hoc-Tests waren aufgrund dessen nicht nötig.

Um einer Alpha-Inflation entgegen zu wirken, wurde Alpha mit Hilfe der Bonferroni-Korrektur angepasst ($0.05/20 = 0.0025$). Die Ergebnisse der ANOVAs werden zuerst in Tabellenform präsentiert, um dem Leser einen Überblick über die Struktur und die Größe der Effekte der einzelnen IVIS zu geben. Weiterhin wird für jedes IVIS dargestellt, ob sich die sprachliche Bedienung von der manuell-visuellen unterscheidet, und ob sich diese beiden Bedingungen von der Kontrollbedingung „Fahren ohne Nebenaufgabe“ unterscheiden. Weiterhin werden die Effekte mit Hilfe von Abbildungen für die einzelnen untersuchten Variablen beschrieben. Dabei können die verschiedenen IVIS untereinander verglichen werden. Auf diese Weise ist es möglich, sowohl die Interaktion zwischen den Faktoren „Eingabemodus“ und „IVIS“ genauer zu betrachten, als auch deren Haupteffekte. Im Folgenden werden in Tab. 8 zuerst die Ergebnisse der Bedingung „Adresseingabe“ dargestellt.

Tabelle 8: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Adresseingabe“. Der Vergleich „manuelle Eingabe vs. Sprache single“ wird nicht dargestellt, da unterschiedliche IVIS benutzt wurden.

	Haupteffekt „Eingabemodus“			Paarweise Vergleiche				
	F	p	η_p^2	Manuell vs. Sprache multiple	Sprache multiple vs. Sprache single	Manuell vs. Kontrolle	Sprache multiple vs. Kontrolle	Sprache single vs. Kontrolle
Mittlere Abweichung	36.4	.001	.57	**	--	**	**	**
SDLP	12.8	.001	.31	**	--	**	--	--
Reaktionszeit	33.0	.001	.54	--	--	**	**	**
Blickanteil weg von der Fahraufgabe [in %]	373.2	.001	.93	**	**			
Subjektive Ablenkung	53.1	.001	.66	**	**			

** signifikantes Alpha < 0.01 -- nicht signifikant

Es zeigt sich für alle abhängigen Variablen ein Haupteffekt des Eingabemodus. Dabei liegen aufgrund der Ergebnisse der anschließenden Post-hoc-Tests drei Schlussfolgerungen nahe. (1) Die sprachliche Eingabe (Multiple vs. Single-Step-Entry) unterscheidet sich bezüglich aller untersuchten Variablen, mit Ausnahme der Reaktionszeit, von der manuellen. (2) Die unterschiedliche Art der sprachlichen Eingabe (Multiple vs. Single-Step-Entry) zeigt vor allem Unterschiede im Blickverhalten, nicht aber im Fahrverhalten. (3) Die manuelle Eingabe verändert das Fahrverhalten in sämtlichen untersuchten Aspekten, während sich bei der sprachlichen Eingabe lediglich Unterschiede in der mittleren Abweichung von der Idealspur und der Reaktionszeit zeigen.

Die Ergebnisse der Bedingung „Eingabe von POI“ zeigen ebenfalls Haupteffekte für alle abhängigen Variablen (siehe Tab. 9).

Tabelle 9: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Eingabe POI“.

Eingabe POI	Haupteffekt „Eingabemodus“			Paarweise Vergleiche		
	F	p	η_p^2	Manuell vs. Sprache	Manuell vs. Kontrolle	Sprache vs. Kontrolle
Mittlere Abweichung	28.3	.001	.50	--	**	**
SDLP	13.5	.001	.32	*	**	**
Reaktionszeit	32.8	.001	.54	--	**	**
Blickanteil weg von der Fahraufgabe [in %]	65.8	.001	.70			
Subjektive Ablenkung	5.9	.022	.17			

* signifikantes Alpha < 0.05 ** signifikantes Alpha < 0.01 -- nicht signifikant

Die anschließenden Post-hoc-Tests zeigen, dass sich sowohl die Bedingungen mit manueller als auch mit sprachlicher Bedienung von der Kontrollbedingung unterscheiden. Jedoch unterscheidet sich die Spracheingabe von der manuellen Eingabe lediglich in den Variablen SDLP und Blickverhalten.

Für die Bedingung „Auswahl einer Telefonnummer aus dem Adressbuch“ zeigen sich ebenfalls signifikante Unterschiede in allen abhängigen Variablen (siehe Tab. 10).

Tabelle 10: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Auswahl Telefonnummer“.

	Haupteffekt „Eingabemodus“			Paarweise Vergleiche		
	F	p	η_p^2	Manuell vs. Sprache	Manuell vs. Kontrolle	Sprache vs. Kontrolle
Mittlere Abweichung	25.3	.001	.48	**	**	**
SDLP	23.6	.001	.46	**	**	--
Reaktionszeit	31.3	.001	.53	*	**	**
Blickanteil weg von der Fahraufgabe [in %]	293.0	.001	.91			
Subjektive Ablenkung	37.2	.001	.57			

* signifikantes Alpha < 0.05 ** signifikantes Alpha < 0.01 -- nicht signifikant

Hierbei zeigen die Post-Hoc-Vergleiche signifikante Unterschiede der manuellen Bedienung verglichen zur Kontrolle in allen untersuchten Variablen, während sich die sprachliche Bedienung, verglichen zur Kontrollbedingung, nur in der mittleren Abweichung von der Idealspur und der Reaktionszeit unterscheidet. Signifikante Unterschiede zwischen der manuellen und der sprachlichen Eingabe zeigen sich ebenfalls in allen beobachteten Variablen.

Schlussendlich zeigen sich in der Bedingung „Auswahl eines Musikstücks“ ebenfalls signifikante Haupteffekte in allen untersuchten Variablen (siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Darstellung der Haupteffekte der einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung sowie der anschließenden paarweisen Vergleiche für die Bedingung „Auswahl Musik“.

	Haupteffekt „Eingabemodus“			Paarweise Vergleiche		
	F	p	η_p^2	Manuell vs. Sprache	Manuell vs. Kontrolle	Sprache vs. Kontrolle
Mittlere Abweichung	27.1	.001	.49	**	**	*
SDLP	12.3	.001	.31	**	**	--
Reaktionszeit	52.6	.001	.65	**	**	**
Blickanteil weg von der Fahraufgabe [in %]	291.8	.001	.91			
Subjektive Ablenkung	328.2	.001	.92			

* signifikantes Alpha < 0.05 ** signifikantes Alpha < 0.01 -- nicht signifikant

Die anschließenden Post-hoc-Tests zeigen dabei ein ähnliches Muster wie bei der Auswahl einer Telefonnummer aus dem Adressbuch. Die manuelle Eingabe unterscheidet sich dabei in allen Variablen signifikant von der Kontrollbedingung und der sprachlichen Eingabe. Weiterhin zeigen sich keine Unterschiede der sprachlichen Eingabe gegenüber der Kontrollbedingung im Hinblick auf die SDLP wohl aber in der mittleren Abweichung von der Idealspur sowie in der Reaktionszeit.

Wie in Abb. 10 ersichtlich, ist die mittlere Abweichung von der Idealspur für jedes der untersuchten IVIS bei manueller Eingabe verglichen zur Kontrollbedingung signifikant erhöht.

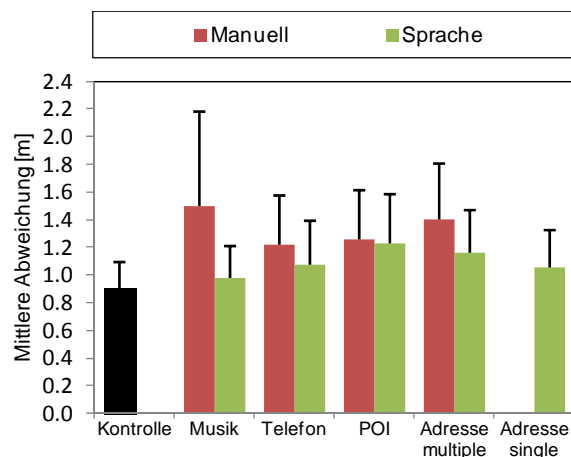


Abbildung 10: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der mittleren Abweichung von der Idealspur für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.

Die sprachliche Eingabe zeigt dabei einen signifikanten Vorteil gegenüber der manuellen Eingabe bei der Auswahl eines Musikstücks und einer Telefonnummer aus dem Adressbuch sowie beider Varianten der Adresseingabe (Multiple und Single-Step-Entry). Bei der Eingabe von POI zeigte sich kein Vorteil der Spracheingabe gegenüber der manuellen Bedienung. Darüber hinaus wird ersichtlich, dass trotz der Vorteile der sprachlichen gegenüber der manuellen Bedienung die Spracheingabe bei jedem der untersuchten IVIS zu einer signifikant größeren Abweichung von der Idealspur führt im Vergleich zur Kontrolle. Dieses Bild verändert sich etwas, wenn man ausschließlich die Spurhaltephasen der LCT betrachtet. In diesen Phasen hat der Fahrer lediglich die Aufgabe, so gut es geht in der Spur zu fahren. Die Ergebnisse zeigen, dass die manuelle Bedienung einer Nebenaufgabe zu einer signifikanten Erhöhung der SDLP führt (siehe Abb. 11).

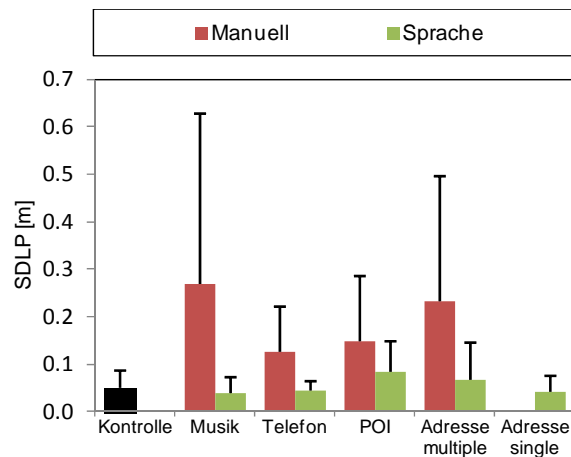


Abbildung 11: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der SDLP für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.

Keine Unterschiede in der SDLP zeigen sich jedoch für die Sprachbedienung im Vergleich zur Kontrollbedingung mit der Ausnahme der POI-Eingabe.

Der letzte Fahrparameter „Reaktionszeit“ beschreibt das Fahrverhalten während der Spurwechselphasen des LCT. Dabei zeigt sich sowohl bei der manuellen als auch bei der sprachlichen Bedienung eine signifikante Verlängerung der Reaktionszeit. Darüber hinaus zeigt sich allerdings auch eine Verbesserung der sprachlichen gegenüber der manuellen Bedienung für die Auswahl eines Musikstücks, einer Telefonnummer aus dem Adressbuch sowie der Adresseingabe mit Single-Step-Entry. Trotzdem sollte darauf hingewiesen werden, dass auch für diese Bedingungen die sprachliche Eingabe zu signifikant längeren Reaktionszeiten führt verglichen zu einer Fahrt ohne Nebenaufgabe (siehe Abb. 12).

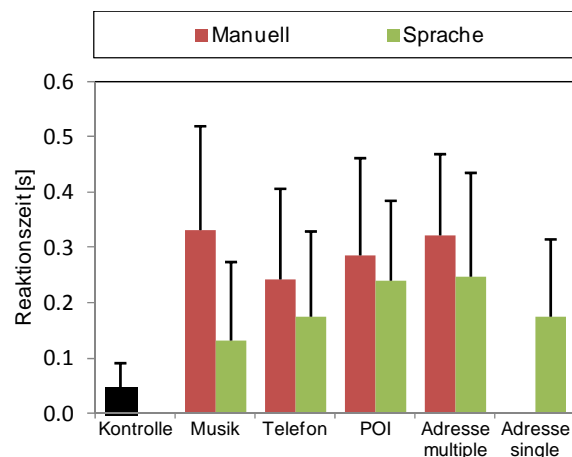


Abbildung 12: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der Reaktionszeit für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung. Die Kontrollbedingung ist als schwarzer Balken in der ersten Spalte abgebildet.

Wie Abb. 13 zeigt, gibt es deutliche Unterschiede zwischen der sprachlichen und der manuellen Eingabe in Bezug auf das Blickverhalten.

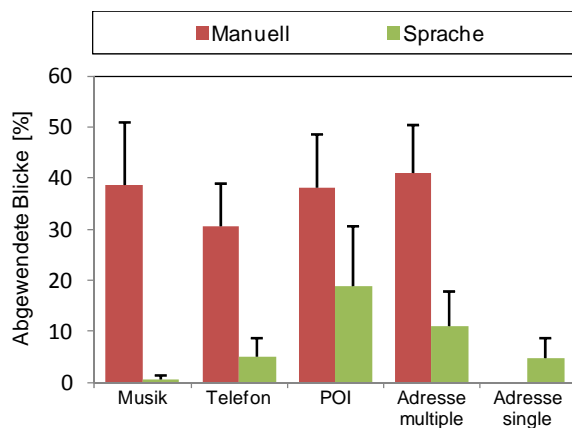


Abbildung 13: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) des prozentualen Anteils der abgewendeten Blicke von der Fahraufgabe für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung.

Während der manuellen Eingabe schauten die Pbn 30% - 40% der Zeit auf die Displays der IVIS. Abhängig von der jeweiligen Aufgabe lag die mittlere Dauer eines abgewendeten Blickes bei 0.7s bis 1s. Es zeigt sich, dass der prozentuale Anteil der abgewendeten Blicke bei sprachlicher Eingabe substantiell reduziert werden konnte. Unabhängig davon zeigt sich der größte Prozentanteil der abgewendeten Blicke bei der Eingabe der POI sowie bei der Adresseingabe im Multiple-Step-Modus.

Schlussendlich wird in Abb. 14 ersichtlich, dass sich die Pbn der Ablenkung, verursacht durch die unterschiedlichen Nebenaufgaben, bewusst waren.

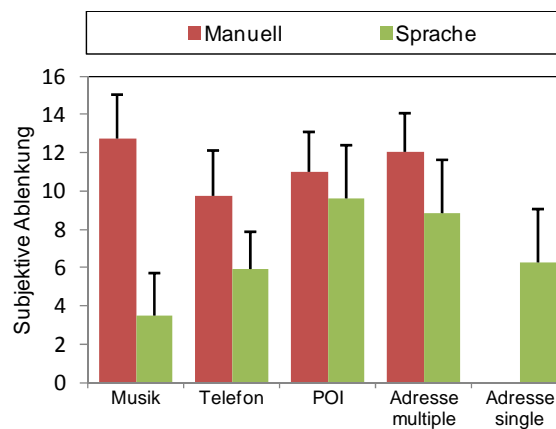


Abbildung 14: Mittelwert (Balken) und Standardabweichung (Fehlerbalken) der subjektiven Bewertung der Ablenkung für die einzelnen IVIS verglichen für die manuelle vs. sprachliche Bedienung.

Dabei beurteilten die Pbn die manuelle Bedienung der Nebenaufgaben als ablenkender im Vergleich zur Sprachbedienung. Hier zeigte sich, dass die Pbn selbst die am wenigsten ablenkende Nebenaufgabe „Musikauswahl per Spracheingabe“ bis zu einem gewissen Grad immer noch als ablenkend empfunden haben (was man ebenfalls anhand der Fahrparameter objektivieren kann).

2.4. Diskussion

Ziel der Studie war es zu untersuchen, inwieweit eine sprachliche Bedienung von Mensch-Maschine-Schnittstellen (im Vergleich zu manuellen) das Potential hat die Ablenkungswirkung von Nebenaufgaben während der Fahrt zu reduzieren.

Dazu untersuchten wir verschiedene Nebenaufgaben mithilfe unterschiedlicher IVIS (Musikauswahl, Telefonieren und Eingabe von Adressen und POI) und verglichen die manuelle sowie sprachliche Bedienung untereinander bzw. beides in Hinblick auf eine Kontrollfahrt ohne Nebenaufgabe. Zur Messung des Fahrverhaltens wurden Spurwechselläufe im Rahmen des LCT verwendet. Weiterhin wurde das Blickverhalten analysiert sowie die subjektive Einschätzung der Ablenkung durch die Pbn erfragt.

Es zeigte sich, dass der Versuchsaufbau sehr gut geeignet war, die starken Ablenkungseffekte der manuellen Bedienung verschiedener Nebenaufgaben zu demonstrieren. Bediente ein Fahrer die Nebenaufgaben manuell, verschlechterte sich sein Spurhaltevermögen erheblich und auch die Reaktionszeit auf ein plötzlich auftauchendes Wechselschild stieg signifikant an. Die Ursachen dafür liegen vor allem in einer verstärkten

visuellen Ablenkung, die sich darin zeigt, dass der Fahrer seinen Blick in rund 30-40% der Zeit von der Fahraufgabe abwendet. Dieses Ergebnis ähnelt denen von Chisholm, Caird und Lockhart (2008) und Reed und Robbins (2008), welche ähnliche Effekte in Bezug auf die Bedienung von MP3-Geräten sowie das Schreiben von SMS während der Fahrt nachweisen konnten. Weiterhin wurde gezeigt, dass sprachliche Mensch-Maschine-Schnittstellen das Fahrverhalten bei allen getesteten IVIS, mit Ausnahme der POI-Eingabe beim Falk N240L, verbessern konnten. Diese Ausnahme könnte darin begründet liegen, dass die hier verwendete POI-Eingabe vielfache visuelle Bestätigungsblicke erfordert (Pd musste z.B. verschiedene Zeilen auf dem Display lesen, um eine Zeilennummer als Bestätigung nennen zu können) und so die längste Blickzeit abgewandt von der Fahraufgabe zeigte. Wirksam reduzieren konnte die Sprachsteuerung hingegen den prozentualen Anteil abgewandeter Blicke von der Fahraufgabe bei den allen anderen untersuchten IVIS. Das lässt den Schluss zu, dass eine sprachliche Schnittstelle im Vergleich zu einer manuellen den Fahrer dazu befähigt, sich besser auf die Straße zu konzentrieren. Das wiederum verbessert das Fahrverhalten. Allerdings zeigt sich ebenfalls, dass man auch bei sprachlicher Bedienung einer Nebenaufgabe schlechter fährt als ganz ohne Nebenaufgabe. Dies wird z.B. in einer signifikant erhöhten mittleren Abweichung von der Idealspur deutlich, welche für alle getesteten IVIS nachgewiesen werden konnte. Besonders ausgeprägt waren die negativen Effekte jedoch für die Reaktionszeit in der Spurwechselphase. Keine Verschlechterungen hingegen zeigten sich für das vergleichsweise einfache Spurhalten (SDLP). Erwähnenswert ist die Tatsache, dass die Pbn die sprachliche Bedienung zwar als weniger ablenkend empfanden, eine Ablenkung aber dennoch wahrgenommen wurde.

Auf der einen Seite reduziert eine Sprachbedienung also eindeutig die durch eine Touch-Screen-Bedienung verursachte visuelle Ablenkung. Weiterhin zeigt sich aber auch, dass die Fahrer sich der Ablenkung der (sprachlichen) IVIS zwar bewusst sind, sie diese Systeme aber dennoch nutzen (siehe Abschnitt 2.1.2 dieser Arbeit). Es bleibt zu hoffen, dass die Fahrer auch sprachliche IVIS nur in einfachen Fahrsituationen nutzen, um die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls zu reduzieren (wie gezeigt werden konnte, war die Ablenkungswirkung sprachlicher Bedienung während einfacher Spurhaltemanöver minimal). Solange sich der Fahrer also bewusst ist, dass auch die sprachliche Bedienung zu Verschlechterungen im Fahrverhalten führen kann, und er sensibel damit umgeht, kann dies zu einer Erhöhung der Fahrsicherheit beitragen. Allerdings kann nie ausgeschlossen werden, dass sich Verkehrssituationen plötzlich ändern. Gerade der Effekt der gesteigerten Reaktionszeit könnte dazu führen, dass nicht mehr rechtzeitig auf plötzliche Ereignisse reagiert werden kann.

Ebenfalls relevant für das Ablenkungspotential sprachlicher MMI ist das Design der Schnittstelle. Die zwei in dieser Arbeit untersuchten Navigationssysteme unterschieden sich in ihrem Ablenkungspotential eindeutig voneinander, wobei beim Multiple-Step Entry viele visuelle Bestätigungsblicke erforderlich waren, während beim Single-Step-Entry die Bestätigung sprachlich erfolgte. Wie zu erwarten, zeigte sich ein Vorteil des Single-Step-Entry mit sprachlichem Feedback in Bezug auf das Fahr- und vor allem auf das Blickverhalten.

Es darf nicht übersehen werden, dass auch die Nebenaufgabe selbst (und nicht ausschließlich die Art der Ausführung) den Fahrer mehr oder weniger stark kognitiv fordert. So muss sich der Fahrer z.B. erst an die gewünschte Adresse erinnern, wenn er sie als Ziel in das Navigationsgerät eingeben möchte. Mit zunehmend komplexeren Aufgaben (z.B. das Suchen einer bestimmten Seite im Internet) können auch durch eine Sprachsteuerung die negativen Auswirkungen der zunehmenden mentalen Beanspruchung nicht kompensiert werden. Es wird demnach ausschlaggebend für zukünftige IVIS sein, die kognitive Komplexität auf einem angemessenen Niveau zu halten, welches durch den Fahrer beherrschbar bleibt. Vergleicht man allerdings die erheblichen negativen Effekte der visuell/vmanuellen Bedienung mit den Vorteilen der Sprachsteuerung, dann erscheint die Sprachsteuerung als unverzichtbar für die Fahrzeugausstattung von morgen.

2.5. Methodenkritik

Die zugrundeliegende Idee der LCT ist die Einschätzung des menschlichen Fahrverhaltens in zwei Basiskomponenten: der Spurhaltung und dem Spurwechsel. In der LCT muss ein Fahrer innerhalb von drei Minuten 18 Spurwechsel durchführen. Das entspricht einem Spurwechsel alle 10s. Müsste ein Fahrer im Realverkehr alle 10s einen Spurwechsel vollziehen, wäre es wohl unwahrscheinlich, dass er währenddessen Nebenaufgaben ausführt. Ebenfalls unrealistisch ist die Tatsache, dass der Pd während der Fahrt eine Zieleingabe nach der anderen durchführt (bzw. eine Telefonnummer nach der anderen anwählt usw.) und so seine Aufmerksamkeit über einen derart langen Zeitraum hin- und herwechselt. Zwar wurde ihm vom VL die Möglichkeit gegeben, einen passenden Zeitpunkt für seine Eingaben abzupassen, doch geschah dies lediglich in einem sehr begrenzten Rahmen (zwischen zwei Spurwechseln, die alle 10s stattfanden).

Eine weitere Einschränkung betrifft die Übertragung der Fahraufgabe auf den Realverkehr. Wie schon erwähnt muss man bei der LCT einfache, schnell erlernbare Fahrmanöver durchführen, die im Realverkehr lediglich das Basisfahrverhalten darstellen (und auch das nur eingeschränkt, da die Spurwechsel in der LCT so schnell wie möglich und ohne

Beachtung weiterer Verkehrsteilnehmer durchgeführt werden sollen). Im Realverkehr jedoch kann der Schwierigkeitsgrad durchfahrener Manöver viel höher liegen, wie z.B. beim Heranfahen an eine komplexe Kreuzung oder beim Einfädeln auf die Autobahn. Insofern werden Ablenkungseffekte durch Zweitaufgaben in der LCT möglicherweise unterschätzt. Auf der anderen Seite ist bis jetzt noch relativ unklar, während welcher Fahrmanöver Autofahrer überhaupt Zweitaufgaben durchführen (dem Autor ist zu diesem Zeitpunkt keine Studie bekannt, in der speziell diese Fragestellung untersucht wurde).

Wie schon erwähnt muss der Fahrer während der LCT regelmäßig auf Wechselschilder achten, die ihm zeigen, in welche Spur er wechseln soll. Diese Aufgabe hat einen stark wiederholenden Charakter und kann vom Pd schon nach wenigen Darbietungen vollständig vorhergesagt werden. Aus diesem Grund können mithilfe der LCT keine Aussagen darüber gemacht werden wie sich Zweitaufgaben auf eine Fahrsituation auswirken, die sich unvorhergesehen verändert. Wie wirkt sich z.B. eine Adresseingabe ins Navigationsgerät auf das Reaktionsverhalten aus, wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug plötzlich abbremst? Kann ein Fahrer unter diesen Umständen noch rechtzeitig reagieren? Aufgrund der starken Vereinfachung der Fahrsituation in der LCT, ist es schwer vorherzusagen, wie stark bestimmte Zweitaufgaben die Unfallhäufigkeit beeinflussen.

Weiterhin wurde diese Studie im Labor durchgeführt, so dass die Fahrer nicht den gleichen Risiken ausgesetzt waren wie im Realverkehr. Dadurch ist es möglich, dass sie der Fahraufgabe nicht die nötige Priorität eingeräumt haben wie erforderlich. Geht man davon aus, dass Autofahrer im Straßenverkehr Verantwortung für sich selbst und ihre Mitfahrer übernehmen, liegt die Vermutung nahe, dass sie sich während einer realen Fahrt vorsichtiger verhalten hätten als in der Simulation. Aus dieser Perspektive heraus betrachtet, stellt die LCT als Fahraufgabe (bzw. der experimentelle Ansatz der Untersuchung) eine doch eher künstliche und vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit dar.

Andererseits bietet der hier gewählte Untersuchungsansatz auch klare Vorteile. So zeichnet sich die LCT durch eine klar definierte Schwierigkeit aus, die ein gleichbleibendes Maß an Aufmerksamkeit erfordert. Somit ist sie einer realen Fahraufgabe vorzuziehen, deren Schwierigkeit sich im Laufe der Zeit verändert (z.B. durch eine unterschiedliche Verkehrsdichte), und aufgrund dessen es schwer möglich ist, verschiedene Zweitaufgaben bezüglich ihrer Ablenkungswirkung miteinander zu vergleichen.

Weiterhin bestätigen verschiedene Untersuchungen (Kuhn (2005); Mattes und Hallén (2008)) der LCT eine gute Augenscheinvalidität. So konnte gezeigt werden, dass sie den Ablenkungsgrad unterschiedlicher IVIS (z.B. Navigationssysteme oder Radio), verschiedener Eingabemodi (z.B. manuell vs. sprachlich) sowie verschiedener Ablenkungsarten (z.B. kognitiv, visuell und manuell) voneinander unterscheiden kann. Darüber hinaus soll an dieser

Stelle noch auf eine Besonderheit der Ergebnisse eingegangen werden. So fällt auf, dass die in dieser Studie aufgezeichneten Reaktionszeiten doch sehr kurz ausfallen. Das liegt vor allem daran, dass die Pbn sehr früh in der Lage waren, die Wechselschilder zu erkennen und dementsprechend schneller zu reagieren. Zusätzlich ist es möglich, dass der Autor den Punkt, ab dem die Wechselschilder lesbar werden, mit 40 m als etwas zu spät eingeschätzt hat, d.h. es ist möglich, dass die Pbn die Schilder etwas früher lesen konnten als angenommen. Dementsprechend könnten sie etwas früher reagiert haben als angenommen. Trotzdem ändert diese mögliche Ungenauigkeit nichts an den vorgefundenen Effekten, da die Aufbereitung der Fahrdaten (und damit der Punkt ab dem die Reaktionszeiten berechnet wurden) für alle Bedingungen gleich war.

3. Gibt es Unterschiede zwischen Telefon- und Beifahrergesprächen beim Fahren?

Die Ergebnisse dieser ersten Studie zeigen einerseits einen deutlich positiven Effekt sprachlicher Bedienung auf die Fahrzeugstabilisierung. Andererseits werden aber auch die Grenzen sprachlicher Bedienung sichtbar. Es zeigt sich, dass auch das Sprechen kognitive Ressourcen binden kann, die mit der Fahraufgabe interferieren. Um zu untersuchen, welche Aspekte beim Sprechen den Fahrer nun genau ablenken, wird in der folgenden Untersuchung die Mensch-Mensch-Kommunikation im Fahrkontext genauer untersucht.

Wie anfangs erwähnt wird hierbei zwischen den kognitiv bewussten und den emotional unbewussten Gesprächsaspekten unterschieden. In der folgenden Studie werden zunächst kognitive Gesprächsaspekte untersucht, genauer gesagt, ob und wie sich Unterschiede im Gesprächsmodus (hier. Beifahrer- vs. Telefongespräche während der Fahrt) auf die Gesprächsstruktur (z.B. längeres Schweigen usw.) auswirken. Dazu werden in der folgenden Studie Beifahrer- und Telefongespräche während der Fahrt miteinander verglichen, um sehen inwiefern sich diese unterschiedlichen Arten der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation unterscheiden und welche Auswirkungen zusätzliche Informationen über die Strecke bzw. den Fahrer auf das Gesprächsverhalten haben.

3.1. Hintergrund und Fragestellung

Um einen umfangreichen Einstieg in das Thema „Vergleich von Beifahrer- und Telefongesprächen während der Fahrt“ zu geben, wird in den folgenden Abschnitten 3.1.1. bis 3.1.4. eine detaillierte Darstellung empirischer Befunde zu den Themen „Telefonieren am Steuer“, „Konkrete Auswirkungen des Telefonierens auf das Fahrverhalten“, „Verändertes Unfallrisiko durch die Anwesenheit von Beifahrern“ sowie „Empirische Befunde zur

Hypothese der Gesprächsmodulation“ abgebildet. Daraus ergibt sich dann in Abschnitt 3.1.5 die Fragestellung der folgenden Untersuchung.

3.1.1. Empirische Befunde zum Telefonieren am Steuer

Eine Reihe von Untersuchungen der letzten zwei bis drei Jahrzehnte hat gezeigt, dass Telefonieren während der Fahrt zu einem erhöhten Unfallrisiko führt. So kamen schon Redelmeier und Tibshirani (1997) in einer der ersten epidemiologischen Studien zu dem Ergebnis, dass ein 4fach erhöhtes Unfallrisiko während der Gesprächszeit besteht. Auch Violanti und Marshall (1996) kamen zu dem Schluss, dass 50 Minuten monatliches Telefonieren im Fahrzeug das Risiko in einen schweren Unfall verwickelt zu werden um ein 6faches erhöht. Seit diesen ersten Untersuchungen, gibt es zahlreiche Studien, die sich mit diesem Thema beschäftigt haben. Deren Ergebnisse werden hier in Form der neuesten Reviews, Reports und Metaanalysen dargestellt (Caird, Scalfia, Ho und Smiley (2004); Horrey und Wickens (2006); Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008); McCartt, Hellinger und Bratiman (2006) und Reinfurt, Huang, Feaganes und Hunter (2001)).

3.1.1.1. Caird, Scalfia, Ho & Smiley (2004)

Eine der ersten z. T. metaanalytisch ausgewerteten Untersuchungen zum Thema „Effekte des Telefonierens auf das Fahrverhalten“ stammt von Caird, Scalfia, Ho und Smiley aus dem Jahr 2004. Dazu wurden insgesamt 37 Untersuchungen (22 Studien zu negativen Auswirkungen auf das Fahrverhalten, sowie 15 epidemiologische Studien zur Häufigkeit des Telefonierens und dessen Zusammenhang mit der Unfallhäufigkeit) aus den Jahren 1969 - 2004 im Hinblick auf die folgenden Fragestellungen ausgewertet: (1) Beeinflussen Telefongespräche (unabhängig davon ob sie mit einem Mobiltelefon oder über eine Freisprechanlage geführt werden) das Fahrverhalten? (2) Zeigen sich Unterschiede im Fahrverhalten zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Freisprechanlagen? Und (3) Gibt es Fahrergruppen (z.B. ältere oder jüngere Fahrer), die durch das Telefonieren am Steuer besonders gefährdet sind? Zur Beantwortung dieser Fragen führten die Autoren eine Metaanalyse⁷ durch. Bei den Fragestellungen, für die nur wenige Studien vorlagen, wurde ein Review durchgeführt.

Diese erste Zusammenfassung der bis dato erzielten Ergebnisse zum Thema Telefonieren am Steuer zeigte auf der einen Seite klare Tendenzen hinsichtlich negativer Konsequenzen auf das Fahrverhalten und die Unfallhäufigkeit, deckte auf der anderen Seite aber auch

⁷ Es liegen weder nähere Angaben zu den Auswahlkriterien, noch zur methodischen Herangehensweise vor.

wesentliche Untersuchungslücken auf. So zeigte sich z.B., dass Gespräche während der Fahrt, unabhängig von der Art des genutzten Telefons (Mobiltelefon oder Freisprechanlage), das Fahrverhalten negativ beeinflussen. Ebenfalls zeigten sowohl epidemiologische Studien einen Zusammenhang zwischen dem Telefonieren und der Unfallhäufigkeit als auch Metaanalysen zum Fahrverhalten eine moderate bis deutliche Verschlechterung der Fahrleistung. Dabei ergaben sich die stärksten Verschlechterungen für die Reaktionszeit, die durchschnittlich um 0,23s anstieg, wenn telefoniert wurde (bei älteren Autofahrern stieg die Reaktionszeit sogar um 0,5s). Weniger deutlich zeigten sich Verschlechterungen in der Längs- und Querregelung, sowie in der Geschwindigkeitskontrolle. Allerdings wiesen die Autoren auch auf einige methodische Mängel hin. So wurde bei den epidemiologischen Untersuchungen weder die Fahrerfahrung (gefährdete Kilometer pro Jahr) noch die Häufigkeit des Telefongebrauchs am Steuer kontrolliert. So könnten Autofahrer, die häufiger telefonieren darin geübt sein und so besser im Stande ihre Aufmerksamkeit zu teilen. Die Folge daraus wäre eine geringere Unfallwahrscheinlichkeit. Auf der anderen Seite setzen sich häufige Telefonierer öfters einem Zustand aus, in dem sie sich nicht ausschließlich auf die Fahrt konzentrieren. Dies wiederum könnte zu einem erhöhten Unfallrisiko führen.

Bei der Beantwortung der zweiten Fragestellung konnte auf den ersten Blick kein Unterschied in der Nutzung von Mobiltelefonen und Freisprechanlagen gezeigt werden. Zum Erstaunen der Autoren fanden sie relativ wenige Studien, in denen tatsächlich ein Mobiltelefon zum Telefonieren genutzt wurde. Dies ist laut den Autoren aber wichtig, da diese Art zu telefonieren von den meisten Fahrern genutzt wird. Außerdem ist noch zu ungenügend untersucht, inwiefern sich das Telefonieren mit einem Mobiltelefon auf das Fahrverhalten auswirkt, wenn man in Verkehrssituationen gerät, bei der das in der Hand gehaltene Telefon zu einer Belastung wird (wie z.B. beim Betätigen der Schaltung beim Beschleunigen). Ebenfalls wenig untersucht waren damals das SMS-Schreiben und der Vergleich verschiedener Interfaces. Auch die letzte Frage, ob ältere oder jüngere Verkehrsteilnehmer einer größeren Gefährdung durch das Telefonieren ausgesetzt sind, konnte aufgrund der bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Datenlage nicht eindeutig beantwortet werden. Zwar haben ältere Fahrer eine generell erhöhte Reaktionszeit, die sich durch das Telefonieren noch verlängert, insgesamt telefonieren sie aber seltener als junge Fahrer, welche zusätzlich ein generell erhöhtes Unfallrisiko haben. Die Autoren vermuten, dass häufiges Telefonieren am Steuer und eine längere Fahrerfahrung die Risiken, in einen Unfall verwickelt zu werden, eher verringern. Als Fazit plädieren die Autoren u. a. dafür diese methodischen Mängel in weiteren Untersuchungen zu beheben, um mögliche Zusammenhänge zwischen dem Telefonieren und dem Unfallrisiko besser herausarbeiten zu können.

3.1.1.2. Horrey & Wickens (2006)

Um sich einen Überblick über die zahlreichen und zum Teil widersprüchlichen Befunde zum Thema „Auswirkungen von Telefongesprächen auf das Fahrverhalten“ zu verschaffen, führten Horrey und Wickens (2006) eine metaanalytische Auswertung von insgesamt 23 Studien durch. Nach einer ausführlichen Literaturrecherche in Datenbanken, Online-Ressourcen sowie durch Referenzlisten verschiedener Artikel und Reviews, wurden diejenigen Untersuchungen (Artikel, Konferenzbeiträge und technische Reports), in die Metaanalyse mit einbezogen, die (1) hinreichende statistische Kennwerte berichteten, und (2) eine Baseline-Fahrt (ohne Telefonieren) untersucht haben. Im Anschluss an diese Selektion wurden die statistischen Größen der ausgewählten Untersuchungen in eine Effektgröße umgerechnet und in fünf verschiedene Kategorien unterteilt. Die Umrechnung in Effektgrößen bietet sich laut der Autoren besonders gut an, da sie einen Eindruck über die Bedeutung eines Ergebnisses vermittelt. Kombiniert man die Effektgröße mit einem Konfidenzintervall, ist es weiterhin möglich, obere und untere Grenzen des wahren Effekts in der Population anzugeben. Weiterhin berechneten Horrey und Wickens den Grad der Homogenität der einzelnen Ergebnisse, um Moderatorvariablen zu identifizieren (zur detaillierten methodischen Vorgehensweise siehe Horrey und Wickens, 2006). Insgesamt wurden anhand der Auswertungen fünf verschiedene Moderatorvariablen identifiziert. Dabei handelte es sich (1) um die abhängigen Variablen (Reaktionszeit und Spurhaltung), (2) den Telefontyp (Freisprechanlage vs. Mobiltelefon), (3) die Gesprächsaufgabe (eine mentale Aufgabe wie z.B. Rechenaufgaben vs. ein natürliches Gespräch), (4) den Gesprächstyp (Telefon- vs. Beifahrergespräch) und schließlich (5) das Untersuchungssetting (Labor- oder Simulatorstudie vs. Feldversuch). Die einzelnen Ergebnisse der Metaanalyse werden in Tab. 12 ausführlich dargestellt und im Weiteren zusammenfassend erklärt.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse von Horrey und Wickens (2006) inklusive Anzahl der Einträge, gewichtete Effektgröße, Vertrauensintervall, Test auf Homogenität und p-Wert. Für detaillierte Angaben zur Gewichtung der Effektgröße siehe Horrey und Wickens (2006).

(Moderator-)Variablen	Anzahl der Einträge	Gewichtete Effektgröße	95%-Vertrauensintervall		Test auf Heterogenität	p-Wert
			untere Grenze	obere Grenze		
1 Allgemein	47	0.43	0.33	0.52	200.7	<.001
2 Abhängige Variablen						
Reaktionszeit	28	0.50	0.36	0.60	81.7	<.001
Spurhaltung	19	0.23	0.16	0.29	49.9	<.001
3 Telefontyp						
a) Freisprechanlage						
allgemein	28	0.44	0.33	0.54	86.2	<.001
Reaktionszeit	20	0.49	0.36	0.61	44.3	.001
Spurhaltung	8	0.25	0.00	0.48	26.7	<.001
b) Mobiltelefon						
allgemein	19	0.40	0.18	0.58	82.5	<.001
Reaktionszeit (RZ)	8	0.51	0.13	0.70	37.1	<.001
Spurhaltung	11	0.20	-0.04	0.41	22.5	.01
4 Gesprächsaufgabe						
a) Gespräch (RZ)	10	0.66	0.49	0.78	21.1	.01
b) Mentale Aufgabe (RZ)	18	0.42	0.25	0.57	53.9	<.001
5 Gesprächstyp						
a) Telefongespräch (RZ)	23	0.48	0.33	0.60	78	<.001
b) Beifahrergespräch (RZ)	5	0.58	0.32	0.76	3.3	.51
6 Untersuchungssetting						
a) Simulator (RZ)	19	0.42	0.27	0.55	42.2	.001
b) Feldstudie (RZ)	9	0.66	0.46	0.80	39.3	<.001

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Zum einen zeigen sich deutliche Einbußen des Fahrverhaltens bei gleichzeitigem Fahren und Telefonieren. Diese Einbußen manifestieren sich vor allem in der Reaktionszeit auf kritische Ereignisse (gewichtete Effektgröße = 0.50). Die Auswirkungen des Telefonierens auf die Spurhaltung fallen dagegen eher gering aus (gewichtete Effektgröße = 0.23). Horrey und Wickens erklären dieses Ergebnismuster damit, dass es sich beim Reagieren und Spurhalten um unterschiedliche Fahraufgaben handelt, die unterschiedliche Aufmerksamkeitsressourcen in Anspruch nehmen (z.B. ambientes vs. fokussiertes Sehen, siehe Abschnitt. 2.1.3). Dies könnte eine mögliche Ursache für den unterschiedlich starken Einfluss des Telefonierens auf die beiden Fahraufgaben sein. Weiterhin argumentieren die Autoren, dass es sich bei der Spurhaltung um einen eher automatischen Prozess handelt, der generell weniger bewusste Aufmerksamkeit erfordert, während die Reaktion auf ein unvorhergesehenes Ereignis eine Wahrnehmung des Ereignisses, eine Entscheidung bezüglich der Handlungsoptionen und eine entsprechende Handlung erfordert. Das Telefonieren könnte zumindest mit einem dieser Prozesse interferieren. Die Verzögerung auf die Reaktionszeit lässt sich im Mittel mit 130ms beziffern und fällt, laut Autoren, damit eher niedrig aus. Dabei ist es aber wichtig zu

beachten, dass es sich bei diesem Wert lediglich um einen Mittelwert handelt und dass die einzelnen Verzögerungen, die in den jeweiligen Untersuchungen berichtet werden, ziemlich heterogen ausfallen. Ein weiteres Ergebnis der Metaanalyse zeigt, dass keine Unterschiede bezüglich des Telefontyps (Mobiltelefon vs. Freisprechanlage) gefunden werden konnten. Das impliziert, dass der Großteil der Ablenkung durch Telefonieren am Steuer durch das Gespräch selbst und weniger durch die manuelle Handhabung des Geräts zustande kommt. Weiterhin zeigen sich größere Einbußen auf die Reaktionszeit, wenn der Fahrer sich normal unterhält, im Vergleich zu einer verbalen Informationsverarbeitungsaufgabe. Die Autoren erklären sich diesen Befund mit einer unterschiedlichen Involviertheit in das Gespräch. Bei natürlichen Gesprächen könnte es vorkommen, dass diese emotional beanspruchender sind und so einen größeren Effekt auf das Fahrverhalten ausüben (für eine detaillierte Erklärung dieser möglichen Zusammenhänge siehe Abschnitt 4.1.2 dieser Arbeit). Die Auswertung des Gesprächstyps (Telefon- vs. Beifahrergespräch) zeigte keine Unterschiede, wobei die Autoren darauf hinwiesen, dass die Datenbasis auf der dieses Ergebnis beruht, relativ gering war. Schlussendlich untersuchten die Autoren noch, ob es unterschiedliche Befunde bezüglich des Untersuchungssettings gab. Dabei zeichnete sich der Trend ab, dass Einbußen durch das Telefonieren in Feldstudien größer ausfallen, als während simulierter Fahrten. Es wurde allerdings keine Rücksicht auf mögliche Unterschiede in der Güte der verschiedenen Fahrsimulatoren genommen.

Es kann also festgehalten werden, dass sich (1) Telefonieren vor allem auf die Reaktionszeit auswirkt, dass es (2) keinen Unterschied zwischen der Art der Telefone gibt (Mobiltelefon vs. Freisprechanlage) und (3), dass Untersuchungen im Simulator die negativen Auswirkungen des Telefonierens möglicherweise unterschätzen.

3.1.1.3. Caird, Willness, Steel & Scialfa (2008)

Auch Caird, Willness, Steel und Scialfa führten 2008 eine Metaanalyse zum Thema „Auswirkungen von Telefongesprächen auf das Fahrverhalten“ durch. Dazu gingen sie ähnlich vor wie Horrey und Wickens (2006). Nach einer ausführlichen Literatursuche (über Datenbanken (SafetyLit; PSYCinfo), Referenzsuche über Artikel oder Reviews, Kollegengespräche, Kontaktaufnahme mit Herausgebern und Autoren sowie der Suche im Internet) wurden insgesamt 33 Studien (bis 2007 veröffentlicht) mit einer Gesamtstichprobe von ca. 2000 Pbn in die Analyse mit einbezogen. Die Kriterien für die Auswahl der Studien waren (1) hinreichende statistische Angaben wie z.B. das Berichten von nicht-signifikanten Ergebnissen oder anschließenden Post-hoc-Tests und (2) die Messung bestimmter abhängiger Variablen wie z.B. der Reaktionszeit, dem Abstand zum Vorderfahrzeug, der

Geschwindigkeit oder der Spurhaltung. Die ausgewählten 33 Studien (siehe Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008), S. 1284) berichteten insgesamt 94 Effektgrößen, die in unterschiedliche Kategorien eingeteilt wurden. Diese Kategorien waren (1) der Telefentyp (Mobiltelefon vs. Freisprechanlage), (2) die verschiedenen abhängigen Variablen (Reaktionszeit, Abstand zum Vorderfahrzeug, Spurhaltung), (3) das Untersuchungssetting (Labor, Simulation oder Feldversuch), (4) der Gesprächstyp (Telefon- vs. Beifahrergespräch) und (5) die Gesprächsaufgabe (mentale Aufgabe wie z.B. Rechenaufgaben vs. natürliches Gespräch). Im weiteren Verlauf der metaanalytischen Auswertung wurden anhand der angegebenen statistischen Kennwerte der einzelnen Untersuchungen (p-Wert; F-Wert; t-Wert) u. a. (1) die mittlere gewichtete Effektstärke (Cohen's d), (2) das Vertrauensintervall und (3) der Failsafe-N-Wert berechnet (Failsafe-N). Dieser gibt an wie viele nicht-signifikante Ergebnisse es benötigt um die Signifikanz des Ergebnisses aufzuheben. Die Ergebnisse der verschiedenen abhängigen Variablen (Fahrdaten) sowie der drei Moderatorvariablen (Untersuchungssetting, Gesprächstyp und Gesprächsthema) sind in Tab. 13 dargestellt und werden im Folgenden erklärt.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse der Metaanalyse von Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008) inklusive Anzahl der Studien, jeweilige Gesamtstichprobe, gewichtete mittlere Korrelation, Effektgröße (Cohen's d), Vertrauensintervall und Failsafe-N. Für detaillierte Angaben zur Berechnung der Kennwerte siehe Caird et al. (2008).

(Moderator-)Variablen	Anzahl der Studien	Gesamtstichprobe	Gewichtete mittlere Korrelation*	Cohen's d Effektgröße	95%-Vertrauensintervall		Failsafe-N
					untere Grenze	obere Grenze	
1 Reaktionszeit							
Freisprech vs. Baseline	37	1263	.460	1.03	.38	.53	153.59
Mobiltelefon vs. Baseline	5	170	.546	1.29	.17	.92	27.39
Freisprech vs. Mobiltelefon	3	118	.063	.12	-.02	.14	-
Jüngere vs. ältere Fahrer	4	140	.515	1.19	.26	.77	19.92
2 Spurhaltung							
Freisprech vs. Baseline	15	456.00	-.152	.31	-.39	.09	7.96
3 Abstand							
Freisprech vs. Baseline	5	224	.176	.36	-.14	.49	3.87
4 Geschwindigkeit							
Freisprech vs. Baseline	17	495	.230	.47	.06	.40	22.93
Mobiltelefon vs. Baseline	5	160	.394	.85	.26	.52	16.31
Freisprech vs. Mobiltelefon	3	128	.135	.27	-.39	.66	-
5 Untersuchungssetting							
Simulator vs. Feldstudie	18	559	.422	.93	.32	.53	-
Labor vs. Simulator	14	528	.489	1.12	.38	.60	-
Feldstudie vs. Labor	5	176	.491	1.12	.19	.80	-
6 Gesprächstyp							
Telefongespräch	28	853	.470	1.06	.38	.56	-
Beifahrergespräch	7	306	.468	1.06	.31	.63	-
7 Gesprächsaufgabe							
Mentale Aufgabe	21	845	.417	.92	.32	.51	-
Gespräch	9	260	.480	1.09	.30	.66	-

* korrigiert nach Reliabilität

Betrachtet man die mittlere Effektstärke bezüglich der Reaktionszeit, so erkennt man, dass Fahrer die telefonieren dazu neigen, langsamer auf Stimuli zu reagieren. Dabei kommt es durchschnittlich zu einer Verzögerung der Bremsreaktion um 0.25s. In der weiteren In-Depth-Analyse zeigt sich, dass es sowohl Unterschiede in der Reaktionszeit bezüglich älterer (0.46s) und jüngerer Fahrer (0.19s) gibt, als auch Unterschiede zwischen kognitiv beanspruchenden verbalen Aufgaben (0.33s) und natürlichen Gesprächen (0.14s). Keinen Unterschied konnten die Autoren beim Telefontyp feststellen (Mobiltelefon: 0.21s; Freisprechanlage: 0.18s verglichen zu einer Baseline-Fahrt ohne Telefonieren). Betrachtet man die Parameter der Längskontrolle, so zeigt sich ein Hinweis darauf, dass Fahrer während sie mit einem Mobiltelefon hantieren einen verlängerten Abstand zum Vordermann einhalten, verglichen zu einem Telefonat per Freisprechanlage. Jedoch muss dazugesagt werden, dass die mittlere Effektstärke mit $r_c = .176$ relativ klein ausfällt und die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Kaum einen Einfluss des Telefonierens mit Freisprechanlage zeigt sich auf die Spurhaltung. Zwar konnte eine mittlere Effektgröße von $-.152$ nachgewiesen werden (das negative Vorzeichen bedeutet, dass die Variabilität in der Spurhaltung während des Telefonierens größer ist), doch fällt dieses Ergebnis erstens insgesamt relativ gering aus, zweitens ist es über verschiedene Studien hinweg sehr uneinheitlich. Bezüglich der Geschwindigkeit zeigt sich für die verschiedenen Arten von Telefongesprächen (Mobiltelefon vs. Freisprechanlage) eine Geschwindigkeitsreduktion verglichen zu einer Baseline-Fahrt. Vergleicht man weiterhin die Geschwindigkeitsreduktion zwischen den beiden Telefontypen, dann zeigt sich, dass Fahrer mit einem Telefon in der Hand dazu neigen, ihre Geschwindigkeit etwas mehr zu verringern, als Fahrer, die per Freisprechanlage kommunizieren. Die weitere Analyse zeigt, dass keine Unterschiede zwischen den drei Moderatorvariablen (Untersuchungssetting, Gesprächstyp und Gesprächsthema) gefunden werden konnten. So verlangsamten sowohl Beifahrer- als auch Telefongespräche die Reaktionszeit um durchschnittlich ca. 0.20s. Schlussendlich analysierten die Autoren noch die Robustheit der Ergebnisse, indem sie das Failsafe-N⁸ kalkultierten. Dabei zeigte sich, dass gerade die Ergebnisse bezüglich der Reaktionszeit, der Geschwindigkeit, sowie der Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen älteren und jüngeren Fahrern relativ robust waren. Deutlich anfälliger sind die Ergebnisse für die Spurhaltung sowie die Längskontrolle, was auf eine geringe Anzahl der ausgewählten Studien zurückzuführen ist. Insgesamt lässt sich also sagen, dass es deutliche Hinweise darauf gibt, dass es während des Telefonierens (bzw. Sprechens allgemein) und Fahrens zu einer Verlangsamung der Reaktionszeit kommt, die man durchschnittlich mit 0.25s beziffern kann.

⁸ Mit Hilfe des Failsafe-N (nach Rosenthal (1994)) lässt sich beim Vorliegen eines signifikanten Gesamttests ausrechnen, wie viele Studien mit einem mittleren Effekt der Größe Null noch zusätzlich vorhanden sein müssten, damit der Gesamttest nicht signifikant ist.

3.1.1.4. McCartt, Hellinger & Bratiman (2006)

2006 veröffentlichten McCartt, Hellinger und Bratiman einen Literaturreview zum Thema „Telefonieren während der Fahrt“ mit dem Ziel allgemeine Tendenzen zum Telefongebrauch herauszuarbeiten sowie den Wissensstand über mögliche Konsequenzen auf das Fahrverhalten darzustellen. Insgesamt analysierte die Forschergruppe 125 Studien, (darunter Befragungen, Experimente, Felduntersuchungen, Unfallanalysen, sowie Kosten-Nutzen-Analysen zum Verbot von Mobiltelefonen während der Fahrt) hinsichtlich verschiedener Fragestellungen wie z.B. Verbreitung von Telefonieren am Steuer, Konsequenzen auf das Fahrverhalten, mögliche Auswirkungen moderierender Variablen wie Alter, Geschlecht oder Art des benutzten Telefons sowie die Vor- und Nachteile unterschiedlicher methodischer Ansätze. Im Folgenden wird eine kurze Zusammenfassung ihrer Ergebnisse vorgestellt. Durch eine Analyse verschiedener Befragungsstudien in den USA machten sich die Autoren zunächst ein Bild über die Verbreitung des Phänomens „Telefonieren am Steuer“. Dabei wurde ersichtlich, dass der Gebrauch von Telefonen während der Fahrt in den letzten Jahren stark zugenommen hat und dank neuer Technologien auch weiter ansteigen wird. Weiterhin kann man davon ausgehen, dass es sowohl regionale (in Städten häufiger als auf dem Land) als auch demografische Unterschiede (jüngere Menschen häufiger als ältere) in der Häufigkeit des Gebrauchs gibt und dass praktisch jeder Mensch von diesem Phänomen „betroffen“ ist. Auch scheint es ebenfalls so zu sein, dass hauptsächlich Handheld-Telefone benutzt werden. Ist ein Fahrer im Besitz einer Freisprechanlage, so wird eher über ein Headset gesprochen, seltener über eine Sprachaktivierung. Im nächsten Schritt reanalysierten die Autoren verschiedene Unfallrisikostudien. Dabei kamen sie zu der Erkenntnis, dass die übliche Vorgehensweise, das Analysieren polizeilich aufgenommener Unfallprotokolle, methodisch unzureichend ist, um das Unfallrisiko aufgrund von Telefonieren am Steuer zu bestimmen, da wichtige Ausgangsvariablen (wie z. B. die gesamte Fahrzeit aller Fahrer, die Gesamtzeit des Telefonierens während der Fahrt sowie das gesamte Unfallrisiko bezüglich aller möglicher Unfallursachen) lediglich geschätzt werden können. Weiterhin neigen Unfallverursacher dazu, fahrfremde Tätigkeiten während des Unfallzeitpunkts bei einer polizeilichen Dokumentation nicht anzugeben. Aus diesem Grund verweisen die Autoren auf zwei ihrer Meinung nach vertrauenswürdige Studien, die Daten verschiedener Telefonanbieter analysieren. Die Ergebnisse beider Studien (Redelmeier und Tibshirani (1997); McEvoy und Stevenson (2005)) zeigen übereinstimmend ein ca. 4fach erhöhtes Risiko in einen Unfall verwickelt zu werden, wenn ein Telefon genutzt wurde. Nachteile dieses methodischen Vorgehens (wie z.B. der fehlende Nachweis, dass zum Zeitpunkt des Unfalls auch wirklich telefoniert wurde) werden leider nicht weiter diskutiert. Weiterhin fanden die Autoren bei der

Reanalyse verschiedener Studien keine Unterschiede im Unfallrisiko für Fahrer unterschiedlichen Alters oder Geschlechts, sowie für Telefonate mit Freisprechanlage oder Mobiltelefon.

Um die negativen Folgen des Telefonierens auf das Fahrverhalten zu untersuchen, werden häufig meist Laborexperimente bzw. Simulatorstudien durchgeführt, was von den Autoren kritisiert wird. Trotz dessen findet sich eine Reihe übereinstimmender Ergebnisse wie z.B. eine verzögerte Reaktionszeit auf unvorhergesehene Stimuli oder in einer Detektionsaufgabe. Weiterhin zeigen Fahrer die Tendenz weniger Informationen aus ihrem Umfeld wahrzunehmen (z.B. Verkehrsschilder) sowie eine verschlechterte Spurhaltung. Dabei zeigen sich stärkere Effekte bei schwierigeren Gesprächsaufgaben sowie bei schweren Fahrsituationen und bei älteren Fahrern. Die Ergebnisse für jüngere Fahrer sind laut der Autoren weniger eindeutig. Zum einen verfügen jüngere Fahrer über eine geringere Fahrerfahrung und können so leichter abgelenkt werden. Zum anderen sind sie aber schneller in der Lage, komplexe Aufgaben zu erlernen. Weitere Einflüsse auf das tatsächlich bestehende Unfallrisiko sind laut der Autoren (1) Kompensationsstrategien der Fahrer (wie z.B. eine Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeit oder den Abstand zum Vorderfahrzeug erhöhen), (2) Lerneffekte, die zeigen, dass die Verschlechterung des Fahrverhaltens beim Telefonieren durch wiederholtes Üben wesentlich reduziert werden kann, sowie (3) die Selbstregulation der Fahrer. D.h. dass Fahrer im Realverkehr selbst bestimmen können, wann sie telefonieren und wann nicht. All diese Variablen sollten laut der Autoren in die Schätzungen des tatsächlichen Unfallrisikos mit einbezogen werden, da sie es reduzieren könnten.

Weiterhin verglichen die Autoren das Telefonieren mit anderen fahrfremden Tätigkeiten und kamen zu dem Schluss, dass das Gespräch an sich eine Reihe unterschiedlicher Ablenkungen herbeiführt (kognitive, auditive, visuelle usw.) und das über einen relativ langen Zeitraum. So könnten Telefongespräche eine größere Gefahr darstellen als kurze, einfache Handlungen wie z.B. etwas zu trinken.

Schlussendlich bemängeln die Autoren, dass ausschließlich das Telefonieren mit Mobiltelefonen verboten ist. Zum einen ändert das wenig an den tatsächlichen Risiken, da vermutet wird, dass vor allem das Sprechen die Hauptursache der Verschlechterung im Fahrverhalten darstellt. Zum anderen wird dem Fahrer zusätzlich der Eindruck vermittelt Telefonieren mittels Freisprechanlage sei sicher.

3.1.1.5. Reinfurt, Huang, Feaganes & Hunter (2001)

In ihrer breit angelegten Studie aus dem Jahr 2001 analysierten Reinfurt, Huang, Feaganes und Hunter den wachsenden Trend „Telefonierens am Steuer“ auf verschiedene Herangehensweisen. Die Autoren schlussfolgerten nach einem anfänglichen Review der Literatur, bestehend aus diversen epidemiologischen Studien (z.B. Violanti und Marshall (1996); Violanti (1997); Violanti (1998); Min und Redelmeier (1993); Redelmeier und Tibshirani (1997)), einer Felduntersuchung (Lamble, Kauranen, Laakso und Summala (1999)), verschiedene Simulatorstudien (z.B. Haigney und Westerman (2001); Alm und Nilsson (1995); McKnight und McKnight (1993); Strayer und Johnston (2001) sowie einer Fallkontrollstudie (Goodman et al. (1997)), dass das Telefonieren am Steuer das Unfallrisiko eindeutig erhöht. Nicht eindeutig allerdings scheint das Ausmaß der bestehenden Gefahr zu sein. Im nächsten Schritt führten die Autoren eine Beobachtungsstudie durch. Die Beobachtungen fanden an insgesamt 85 zufällig ausgewählten Plätzen in North Carolina statt, welche sich schon bei früheren Untersuchungen der NHTSA (z.B. zum Tragen eines Sicherheitsgurtes) bewährt hatten. Ziel war es, bestimmte Eigenschaften von Personen zu identifizieren, die während der Fahrt telefonierten und sie mit denjenigen zu vergleichen, die dies nicht taten. Dazu wurden insgesamt 14.059 Fahrzeuge beobachtet (der genaue Zeitraum der Beobachtung wurde aus der Literatur leider nicht ersichtlich), in denen 1.070 Fahrer beim Telefonieren identifiziert werden konnten. Die Auswertung der untersuchten Variablen wurde anhand von Chi²-Tests durchgeführt und zeigte, dass Fahrer, die während der Fahrt telefonierten, (1) weniger häufig von Beifahrern begleitet wurden, (2) häufiger einen Sportwagen fuhren, (3) in der Regel jünger waren und weißer Abstammung und (4) häufiger keinen Sicherheitsgurt trugen. Darüber hinaus errechneten die Autoren eine Punktprävalenz⁹ für das Telefonieren am Steuer von 3.1%, wobei zusätzlich verschiedene Prävalenzraten für unterschiedliche Gebiete und Tageszeiten bestimmt wurden. So scheint das Telefonieren in städtischen Gebieten (4.1% Piedmont) weiter verbreitet zu sein als in ländlichen (1.5% Coastal Region) und während der Morgenstunden weniger häufig vorzukommen (2.7%) als mit voranschreitender Tageszeit (3.5%). Schlussendlich betonen die Autoren die Tatsache, dass die Daten der von ihnen analysierten Unfallstudien für eine realistische Bestimmung des Unfallrisikos inadäquat wären, da viele verunfallte Autofahrer nicht dazu bereit wären, zuzugeben, während des Unfallzeitpunkts telefoniert zu haben. Ein gutes Beispiel für diese Behauptung stellt eine weitere (Pilot-) Studie der Autoren dar, in welcher sie mit Unterstützung der Polizei spezielle Protokolle nach einem Unfall ausfüllen ließen, sobald es Anzeichen für den Gebrauch des Telefons als Unfallursache gab. Das Ergebnis war, dass

⁹ Die Punktprävalenz entspricht der Anzahl der Personen, die während der Fahrt telefonieren für jeden beliebigen Zeitpunkt.

von insgesamt 6.686 Unfällen 22 auf einen Telefongebrauch zurückgeführt werden konnten, was einem Prozentanteil von 0.16% entspricht und laut Autoren wohl eine Unterschätzung des tatsächlichen Anteils darstellt.

3.1.2. Konkrete Auswirkungen des Telefonierens auf das Fahrverhalten

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt gezeigt wurde, dass Telefonieren am Steuer das Unfallrisiko erhöht, soll an dieser Stelle kurz darauf eingegangen werden, warum dies so ist. Zu diesem Zweck folgt eine kurze Zusammenfassung der Befunde zu den konkreten Auswirkungen des Telefonierens auf das Fahrverhalten.

Es zeigt sich, dass Telefonieren während der Fahrt neben einer allgemeinen Zunahme der mentalen Beanspruchung (Horberry et al., (2006); Törnros und Bolling (2006); Charlton (2009); Rakauskas, Gugerty und Ward (2004)) und der Zunahme der Herzrate (Brookhuis, De Vries und De Waard (1991)) vor allem Defizite im konkreten Fahrverhalten auslöst. So konnten z.B. Brown, Tickner und Simmonds (1969) eine Verschlechterung der Einschätzung möglicher Lücken beim Abbiegen nachweisen. Dieses Ergebnis konnte 2002 von Cooper und Zheng repliziert werden. Aber auch eine Verschlechterung der Geschwindigkeitskontrolle (Reed und Green (1999)), eine Verringerung der Geschwindigkeit (Alm und Nilsson (1994); Liu und Lee (2005); Törnros und Bolling (2006)), eine kürzere Time-to-Collision zum Vorderfahrzeug (Rosenbloom, (2006)), eine Zunahme der SDLP (Beede und Kass (2006)); Törnros und Bolling (2005)), eingeschränktes Blickverhalten in der Peripherie (Maples et al. (2008)) oder eine Verschlechterung der Wahrnehmung relevanter Stimuli (Kass, Cole und Stanny, (2007)) konnten als negative Konsequenzen der Doppelbelastung identifiziert werden. Die wohl negativste Konsequenz des Telefonierens auf die Fahrleistung scheint allerdings eine verzögerte Reaktion auf wichtige Stimuli zu sein, wie bereits die vorgestellten Studien von Horrey und Wickens (2006) sowie Caird, Willness, Steel und Scialfa (2008) eindeutig belegen konnten. Dabei zeigte sich eine durchschnittliche Verzögerung der Reaktionszeit von ca. 0.25s und, dass unabhängig für die Nutzung von Freisprechanlagen oder Mobiltelefonen. Basierend auf diesem fehlenden Unterschied liegt die Vermutung nahe, dass gerade die kognitive Komponente des Telefongesprächs (z.B. das Zuhören und Verstehen des Gesprochenen sowie das Generieren einer sinnvollen Antwort) mit der Fahraufgabe interferiert und nicht, wie pauschal angenommen, das motorische Handling des Telefons zu einer wesentlichen Verschlechterung der Fahrleistung führt (zur theoretischen Einbettung siehe Abschnitt 2.1.3 dieser Arbeit). Folgt man dieser Argumentation, sollten Gespräche mit einem Beifahrer ähnliche negative Konsequenzen auf das Fahrverhalten zeigen, da sie zu denselben Ablenkungen führen können wie Gespräche

am Telefon. In der Tat konnten viele Studien einen negativen Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko nachweisen (für eine detaillierte Darstellung dieser Thematik siehe Abschnitt 2.1.1 dieser Arbeit). Auf der anderen Seite zeigen weitere Studien aber auch, dass Beifahrer einen generell positiven Effekt auf das Unfallrisiko ausüben. Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse dieser Studien näher vorgestellt.

3.1.3. Empirische Befunde zum veränderten Unfallrisiko durch die Anwesenheit von Beifahrern

Um den positiven Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko zu zeigen, werden im Folgenden die Studien von Engström, Gregersen, Granström und Nyberg (2008); Lee und Abdel-Aty (2008); Rueda-Domingo et al. (2004) sowie Vollrath, Meilinger und Krüger (2002) detailliert vorgestellt.

3.1.3.1. Engström, Gregersen, Granström & Nyberg (2008)

Ziel der Studie von Engström, Gregersen, Granström und Nyberg (2008) war es, speziell das Unfallrisiko junger Fahrer in Begleitung von Beifahrern zu untersuchen. Dazu analysierten sie u. a. die folgenden Fragestellungen: (1) Wie beeinflusst eine steigende Anzahl von Beifahrern das Unfallrisiko von Fahrern verschiedener Altersgruppen, (2) Wie groß ist das generelle Risiko älterer und jüngerer Fahrer in einen „Beifahrerunfall“ verwickelt zu werden? und (3) Gibt es einen Unterschied im Einfluss von Beifahrern zwischen jungen männlichen und jungen weiblichen Fahrern? Um diese Fragen beantworten zu können, nutzten die Autoren die „Nationale Unfalldatenbank“ der schwedischen Polizei (OLY/VITS), in welcher alle polizeilich aufgenommenen Unfälle gesammelt werden. Für die gegenwärtige Studie wurden alle Unfälle zwischen 1994 und 2000 ausgewählt, in der die Unfallbeteiligten leichte, schwere oder tödliche Verletzungen davontrugen. Jeder Unfall wurde in die folgenden Kategorien unterteilt: Alter des Fahrers (18 - 24 Jahre; 25 - 64 Jahre, älter als 65 Jahre), Geschlecht des Fahrers sowie Anzahl der Beifahrer (max. 8 Beifahrer). Weiterhin verwendeten die Autoren Kontrolldaten zum allgemeinen Fahrverhalten, welche im Rahmen einer sich jährlich wiederholenden Studie gesammelt wurden. Die Daten des allgemeinen Fahrverhaltens wurden benötigt, um das relative Unfallrisiko zu bestimmen. Um Unterschiede im Unfallrisiko zu analysieren, verwendeten die Autoren die Methode des Incidence Density Ratios (IDR). Der IDR beschreibt dabei das Verhältnis zwischen den Unfallrisiken zweier unterschiedlicher Fahrergruppen. Weiterhin wurde das 95%-

Vertrauensintervall berechnet. Um alle zu untersuchenden Variablen gleichzeitig kontrollieren zu können, wurden sie an eine Poisson Regression angepasst¹⁰.

Generell hat sich gezeigt, dass das Unfallrisiko für jüngere Fahrer bei Anwesenheit von Beifahrern (aber auch bei Einzelfahrten) im Vergleich zu älteren Fahrern generell höher ausfällt (siehe Tab. 14 „Verschiedene Altersgruppen“).

Tabelle 14: Unfallrisiko in Abhängigkeit von der Anzahl der Beifahrer, dem Alter des Fahrers, sowie dem Geschlecht eines jungen Fahrers.

Anzahl der Beifahrer	Unfallrisiko*				
	Verschiedene Altersgruppen			Verschiedene Geschlechter	
	18-24 Jahre	25-64 Jahre	> 65 Jahre	jung männlich	jung weiblich
kein Beifahrer	11.84	4.39	8.18	12.72	11.03
1 Beifahrer	4.88	1.49	1.86	6.09	3.92
2 Beifahrer	3.70	0.77	1.92	5.13	2.67
3 Fahrer und mehr	2.51	0.37	1.30	3.59	1.75

* Das Unfallrisiko wurde mithilfe einer Poisson Regression berechnet.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse aber auch, dass die Anwesenheit von Beifahrern das Unfallrisiko in allen drei Altersgruppen reduziert. Außerdem nimmt das Unfallrisiko unabhängig vom Alter des Fahrers und mit jedem zusätzlichen Beifahrer weiter ab (mit Ausnahme der älteren Fahrer, welche mit einem Beifahrer sicherer fahren als mit zwei). Also sowohl jüngere als auch ältere Fahrer profitieren von der Anwesenheit von Beifahrern. Dieser Effekt fällt bei älteren Fahrern deutlicher aus als bei jüngeren Fahrern (siehe Tab. 15).

Tabelle 15: Geschätzter IDR und das 95-Vertrauensintervall für den Vergleich „Fahren ohne Beifahrer“ sowie „Fahren mit einer unterschiedlich großen Anzahl von Beifahrern“ für alle Altersgruppen.

Alter des Fahrers	IDR (95% Vertrauensintervall)		
	1 Beifahrer	2 Beifahrer	3 Beifahrer und mehr
18-24 Jahre	2.42 (2.33-2.53)	3.20 (2.95-3.47)	4.72 (4.23-5.27)
25-64 Jahre	2.95 (2.89-3.01)	5.73 (5.48-5.99)	11.87 (11.12-12.67)
65 Jahre und älter	4.40 (4.15-4.67)	4.27 (3.86-4.96)	6.27 (4.82-8.17)

Ein ähnliches Muster zeigt sich ebenfalls für das Geschlecht bei jüngeren Fahrern. Junge männliche Fahrer haben ein generell höheres Risiko, in einen Unfall (sowohl bei Alleinfahrten als auch mit Beifahrern) verwickelt zu werden als junge weibliche Fahrer. Weiterhin zeigt sich aber auch ein generell positiver Beifahrereffekt auf das Unfallrisiko, sowohl für männliche als auch für weibliche junge Fahrer. Dieser Effekt steigt mit einer zunehmenden Anzahl von Beifahrern und fällt bei weiblichen Fahrern stärker aus als bei männlichen (vgl. Tab. 14 „verschiedene Geschlechter“).

¹⁰Für eine genauere Darstellung der statistischen Methode siehe Engström, Gregersen, Granström und Nyberg (2008).

Als Erklärung für diesen allgemein schützenden Beifahrereffekt geben die Autoren das Gefühl des Fahrers von Verantwortlichkeit für die Mitfahrer an. Dabei könnten besonders junge Fahrer in Anwesenheit von Eltern oder Kindern vorsichtiger fahren, was den (umstrittenen) positiven Effekt in der jungen Altersgruppe erklären würde. Weiterhin gibt es möglicherweise die Tendenz von Fahrern in Anwesenheit von Mitfahrern eine gute Leistung erbringen zu wollen. Die Definition einer guten Leistung hängt bei jüngeren (männlichen) Fahrern eventuell vom Alter ihrer Beifahrer ab. So könnten sie bei Anwesenheit von älteren Beifahrern vorsichtiger fahren, während sie bei gleichaltrigen Mitfahrern lieber mit ihren außergewöhnlichen Fahrkünsten prahlen und dadurch möglicherweise ihr Unfallrisiko (verglichen zur Alleinfahrt) erhöhen. Leider wurde in dieser Studie das Alter der Beifahrer nicht mitberücksichtigt. Somit ist es nicht möglich, Aussagen über das Unfallrisiko unterschiedlicher Alterskonstellationen zwischen Fahrer und Beifahrer zu machen.

3.1.3.2. Lee & Abdel-Aty (2008)

Die Studie von Lee und Abdel-Aty (2004) untersuchte den Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko auf Autobahnen. Dazu verwendeten die Autoren Unfalldaten der Florida Traffic Crash Records Database aus den Jahren 1999 - 2003 eines ca. 60 km langen Autobahnabschnitts in Orlando (es gibt keine Angaben über die genaue Anzahl der analysierten Unfälle). Sie errechneten mithilfe von bivariaten Probit-Modellen Korrelationen zwischen Unfallmerkmalen, verschiedenen Fahrermerkmalen, Beifahrermerkmalen oder Umgebungsfaktoren. Verursachte mehr als ein Fahrer den analysierten Unfall, wurde ein Fahrer zufällig zur Analyse ausgewählt, um eine Überrepräsentation von Unfällen mit mehreren Beteiligten zu vermeiden. Die Ergebnisse zeigen eine Reihe von signifikanten Zusammenhängen, welche im Folgenden verkürzt dargestellt werden.

Generell konnten die Autoren zeigen, dass Autofahrer ein vorsichtigeres Fahrverhalten in Anwesenheit von Beifahrern zeigen. So ist z.B. die Wahrscheinlichkeit größer, dass die Fahrer einen Sicherheitsgurt anlegen. Unwahrscheinlicher dagegen ist, dass die Fahrer während der Fahrt alkoholisiert sind. Auch der Schweregrad von Unfällen (tödlich vs. leicht verletzte Passagiere) ist geringer in Anwesenheit von Beifahrern. Dies ist laut der Autoren auf eine geringere mittlere Geschwindigkeit während der Fahrt zurückzuführen. Weiterhin zeigt sich, dass mit steigender Beifahreranzahl das Unfallrisiko immer weiter sinkt. Daraus schlussfolgern die Autoren, dass das Verantwortungsgefühl des Fahrers ihn dazu veranlasst, vorsichtiger zu fahren und dass dieses Verhalten mit zunehmender Beifahreranzahl zunimmt. Weiterhin scheint es, dass dieses vorsichtige Fahrverhalten den potentiellen Ablenkungen, die durch Beifahrer entstehen können, entgegenwirkt. Außerdem zeigt sich in

dieser Studie, dass jüngere Fahrer in Begleitung jüngerer Beifahrer ein erhöhtes Unfallrisiko haben und dass sie öfters (verglichen zu anderen begleiteten Fahrten) in Unfälle verwickelt sind, die kein weiteres Auto involvieren (single crashes). Grund dafür ist laut der Autoren, dass junge Autofahrer schneller abgelenkt werden können bzw. mit ihren Fahrkünsten angeben wollen und so ohne Beteiligung weiterer Fahrzeuge häufiger von der Straße abkommen.

3.1.3.3. Rueda-Domingo, Lardelli-Claret, Luna-del-Castillo, Jimenez-Moleon, Garcia-Martin & Bueno-Canillas (2004)

In einer retrospektiven Case-Control Study verglichen Rueda-Domingo et al. (2004) gezielt den Einfluss von Alter und Geschlecht der Beifahrer auf das Unfallrisiko männlicher sowie weiblicher Fahrer unterschiedlichen Alters. Dazu verwendeten sie die gesammelten Daten der Direccion General de Trafico (DGT), welche Informationen über alle polizeilich gemeldeten Unfälle in Spanien zusammenträgt. Anhand dieser Datenbank extrahierten die Autoren alle Unfälle zwischen 1990 und 1999, die folgende Kriterien erfüllten: (1) der Unfall fand zwischen zwei oder mehreren Fahrzeugen statt, (2) in den Unfall waren lediglich Pkw involviert, (3) der Unfallverursacher konnte eindeutig identifiziert werden und (4) es standen Informationen zur Anzahl, zum Alter sowie zum Geschlecht der Beifahrer und Fahrer zur Verfügung. Anhand dieser Kriterien konnten insgesamt 143.477 Unfälle mit insgesamt 307.742 Fahrern identifiziert werden. Diese 307.742 Fahrer wurden wiederum in zwei unterschiedliche Fahrergruppen, die Unfallverursachenden ($n = 143.477$) und die Unfallbeteiligten ($n = 164.265$) unterteilt. Dabei dienten die Unfallbeteiligten in der späteren Analyse als Kontrollgruppe. Neben den Angaben zum Alter und Geschlecht des Fahrers, sowie zur Anzahl, Alter und Geschlecht der Beifahrer, wurden verschiedene Moderatorvariablen (z.B. Alkoholeinfluss des Fahrers, Geschwindigkeitsübertretungen, körperliche Einschränkungen des Fahrers, Fahrerfahrung, Baujahr des Fahrzeugs, Nutzung des Sicherheitsgurts usw.) aus der Datenbank entnommen und in die spätere Berechnung des Odds Ratio mit einbezogen. Diesen adjustierten Odds Ratio schätzten die Autoren mithilfe einer logistischen Regression (zur Definition des Odds Ratio siehe Abschnitt 3.1.3.4.)¹¹.

Im Folgenden werden zuerst die Ergebnisse zum generellen Effekt von Beifahrern auf das Unfallrisiko vorgestellt. Dazu werden die Fahrer und Beifahrer sämtlicher Alters- und

¹¹ Eine detaillierte Erklärung der statistischen Vorgehensweise mit z.B. zusätzlichen Angaben zum 95%-Vertrauensintervall findet sich bei Rueda-Domingo, Lardelli-Claret, Luna-del-Castillo, Jimenez-Moleon, Garcia-Martin und Bueno-Canillas (2004).

Geschlechtergruppen zusammen betrachtet. Weiterhin werden die Effekte von männlichen und weiblichen Beifahrern verschiedener Altersgruppen auf sämtliche Fahrer betrachtet. Zuletzt wird detailliert dargestellt, wie sich die Anwesenheit unterschiedlich alter männlicher und weiblicher Beifahrer auf das Unfallrisiko unterschiedlich alter männlicher und weiblicher Fahrer auswirkt. Die jeweiligen Altersgruppen für Fahrer und Beifahrer werden dabei wie folgt unterteilt: 4 - 15 Jahre; 16 - 24 Jahre; 25 - 34 Jahre; 35 - 44 Jahre; 45 - 54 Jahre; 55 - 64 Jahre und 65 Jahre und älter.

Von den insgesamt 307.742 Fahrern waren $n = 206.684$ (62.7%) allein unterwegs. Dabei zeigte sich eine leicht unterschiedliche Verteilung zwischen Unfallfahrern (71.4%) und Unfallbeteiligten (63.5%), welche einem Odds Ratio von 0.67 entspricht. Anders formuliert bedeutet das: Ein unbegleiteter Autofahrer hat ein 1.49x so hohes Risiko in einen Unfall verwickelt zu werden als ein begleiteter Autofahrer. Weiterhin zeigte sich kein eindeutiger Sicherheitstrend in der Anzahl der Beifahrer (Odds Ratio_(ein Beifahrer) = 0.69; Odds Ratio_(zwei Beifahrer) = 0.62; Odds Ratio_(drei Beifahrer) = 0.59; Odds Ratio_(4 oder mehr Beifahrer) = 0.65). Dieses Ergebnis interpretieren die Autoren als einen generell positiven Effekt von Beifahrern auf das Unfallrisiko. Eine steigende Anzahl von Beifahrern im Fahrzeug zeigte dabei keinen eindeutigen zusätzlichen Sicherheitseffekt. Im nächsten Schritt wurde der Einfluss verschiedener Beifahreraltersgruppen sowie der verschiedenen Geschlechter auf alle Fahrer genauer betrachtet. Nach Berechnung des adjustierten Odds Ratio zeigten männliche und weibliche Beifahrer sämtlicher Altersgruppen einen sicherheitsfördernden Effekt. Im letzten Schritt wurden sämtliche Gruppen (Geschlecht, Alter der Fahrer und Beifahrer) miteinander in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammenfassend (aufsteigend mit dem Beifahreralter) dargestellt.

Für Beifahrer im Alter zwischen 4 und 15 Jahren konnte lediglich ein positiver Effekt bei männlichen Fahrern jünger als 55 Jahre nachgewiesen werden. Kein Effekt zeigte sich für weibliche Fahrer. Beifahrer im Alter zwischen 16 und 24 Jahren, sowie männliche Fahrer zeigten einen positiven Effekt bei sowohl männlichen als auch weiblichen Fahrern über 35 Jahre. Dabei vergrößerte sich der Effekt mit steigendem Alter der Fahrer. Ein Haupteffekt zeigte sich bei der Anwesenheit weiblicher Beifahrer bei männlichen Fahrern unter 65 Jahren. Beifahrer zwischen 25 und 34 Jahren übten ebenfalls einen positiven Effekt aus, welcher sich mit steigendem Alter der Fahrer erhöhte. Am größten zeigte sich der Effekt bei weiblichen Beifahrern auf männliche Fahrer. Ein vergleichbares Muster zeigt sich für Beifahrer zwischen 35 und 44 Jahren. Beifahrer zwischen 45 und 54 Jahren zeigten den größten sicherheitsfördernden Effekt auf verhältnismäßig junge Fahrer (zwischen 18 und 24 Jahre), der besonders bei weiblichen Beifahrern und männlichen Fahrern zu beobachten

war. Letzteres gilt ebenfalls für Beifahrer im Alter zwischen 55 - 64 Jahren. Für Beifahrer älter als 64 Jahre war der protektive Einfluss dagegen eher gering.

Als Fazit kann gesagt werden, dass Beifahrer einen generell positiven Effekt auf das Unfallrisiko ausüben. Dabei zeigten sich in dieser Untersuchung im Vergleich zu anderen (Doherty et al. (1998); Preusser et al. (1998); Chen et al., (2000), zitiert nach Rueda-Domingo et al. (2004)) keine Besonderheiten spezifischer Fahrer-Beifahrer-Alterskonstellationen. Dieses Ergebnis erklären die Autoren mit einer unterschiedlichen Definition der jüngeren Altersgruppe. Während führende US-amerikanische Studien junge Fahrer ab 16 Jahren untersuchten, konnte das aufgrund der Führerscheinbestimmungen in Spanien nicht umgesetzt werden.

3.1.3.4. Vollrath, Meilinger & Krüger (2002)

Um den Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko zu untersuchen, führten Vollrath, Meilinger und Krüger (2002) eine detaillierte Risikoanalyse durch, in welcher sie verschiedene Unfallbeteiligte in Mittelfranken (Deutschland) aus den Jahren 1984 - 1997 miteinander in Beziehung setzten. Dabei wurden Unfälle herangezogen, bei denen mindestens zwei Parteien involviert waren. Diese wurden unterteilt in die Fahrer, die für den Unfall verantwortlich waren und jene, die lediglich involviert waren. Im nächsten Schritt wurden die unfallverursachenden Fahrer mit den involvierten Fahrern verglichen, die in der weiteren Analyse als Kontrollgruppe dienten. Anhand dieser Vorgehensweise wurde sichergestellt, dass die zwei Fahrergruppen bezüglich verschiedener Situationsfaktoren wie z.B. Zeit, Ort oder Straßentyp miteinander vergleichbar waren. Um das relative Unfallrisiko für Fahrten mit Beifahrern abzuschätzen, wurde in einem weiteren Schritt der Odds Ratio berechnet. Dazu teilten die Autoren die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls in Anwesenheit eines Beifahrers durch die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls ohne Anwesenheit eines Beifahrers. Um bestimmte Kriterien zu erfüllen, wurden von den anfänglich 281.611 aufgenommenen Unfällen in der Polizeidatenbank von Mittelfranken lediglich die schweren bzw. tödlichen Unfälle in die Untersuchung mit einbezogen (darunter zählen ebenfalls Unfälle mit einem Mindestschaden von 2.000 Euro). Aus der Untersuchung ausgeschlossen wurden (1) Unfälle ohne Angaben der Anzahl der Beifahrer sowie ohne Angaben zum Alter und Geschlecht des Fahrers (insgesamt 80.655 Unfälle), (2) Unfälle, in denen nur ein Fahrzeug beteiligt war (insgesamt 40.720), sowie Unfälle, bei denen mindestens eines der Fahrzeuge nicht privat unterwegs war (insgesamt 106.894 Unfälle). Nach dieser Selektion verblieben 112.847 Unfälle zur weiteren Analyse, was einem Anteil von 40% der ursprünglichen Datenbank entsprach. Um den globalen Einfluss von Beifahrern auf das Unfallrisiko zu

untersuchen, berechneten die Autoren eine logistische Regression mit dem Faktor „Anwesenheit von Beifahrern“. Um die weiteren Einflüsse verschiedener Moderatorvariablen auf das Unfallrisiko durch Beifahrer zu evaluieren (z.B. Situationseinflüsse sowie Merkmale des Fahrers oder der Unfallsituation), wurden diese Faktoren anhand separater logistischer Regressionen identifiziert und letztlich in einer multidimensionalen Regression zusammengeführt¹². Die Ergebnisse der Analyse zeigen einen generell sicherheitsfördernden Effekt von Beifahrern auf das Unfallrisiko (OR = 0.791), welcher durch gewisse Faktoren moderiert wird. So scheinen Beifahrer in der Dämmerung sicherheitsfördernder zu sein als im normalen Tageslicht bzw. bei Dunkelheit. Während langsamem oder stehendem Verkehr dagegen haben Beifahrer eine weniger protektive Wirkung verglichen zu fließendem Verkehr. Auch das Alter der Fahrer scheint einen Einfluss auf die Beifahrerwirkung zu haben. So profitieren Fahrer im Alter zwischen 25 und 49 Jahren sowie ältere Fahrer (ab 50 Jahren) mehr durch die Anwesenheit von Beifahrern als jüngere Fahrer zwischen 18 und 24 Jahren. Einen ebenfalls deutlicheren positiven Effekt zeigen Beifahrer bei Unfällen an Bergkuppen, Einfahrten und in Kurven, während ihr positiver Einfluss in Kreuzungssituationen geringer ausfällt. Ebenfalls weniger Einfluss zeigen Beifahrer bei Unfällen, die auf Vorfahrtmissachtungen beruhen. Größerer positiver Einfluss zeigt sich dagegen beim Abbiegen, bei Überholvorgängen, bei zu schnellem Fahren sowie bei unzureichendem Abstand zum Vordermann. Der größte positive Einfluss von Beifahrern zeigte sich bei einer Beeinträchtigung des Fahrers. Alle Ergebnisse werden in Tab. 16 dargestellt.

¹² Zur Erklärung der methodischen Herangehensweise siehe Vollrath, Meilinger und Krüger (2002).

Tabelle 16: Darstellung der verschiedenen Odds Ratio mit prozentualen Abweichungen zum globalen Beifahrereffekt.

Faktor	OR: Risiko mit Beifahrern vs. ohne Beifahrer	Unterschied zum globalen OR (in %)
Globaler Beifahrereffekt	0.766	-
1 Sichtverhältnisse		
Dämmerung	0.716	-6.3
Tageslicht	0.792	3.3
Dunkelheit	0.814	6.1
2 Verkehrsdichte		
Verkehrsreich	0.778	1.50
Stehender Verkehr	0.892	15.90
Langsamer Verkehr	0.913	18.60
3 Alter des Fahrers		
50 Jahre und älter	0.720	-5.8
25-49 Jahre	0.769	0.4
18-24 Jahre	0.848	10.4
4 Ort		
Bergkuppe	0.659	-13.5
Einfahrt	0.669	-12.3
Kurve	0.693	-9.2
Kreuzung	0.910	
5 Unfallursache		
Beeinträchtigung des Fahrers	0.366	-50.6
Abstand zum Vorderfahrzeug	0.602	-20.7
Zu schnelles Fahren	0.785	2.4
Überholfehler	0.832	8.3
Abbiegefehler	0.854	11.1
Vorfahrtsfehler	0.909	18.1

Das Ergebnis, dass Beifahrer einen generell positiven Effekt auf das Unfallrisiko haben, widerspricht laut den Autoren einer Reihe von Studien, die zeigen, dass Telefonieren am Steuer einen deutlich negativen Effekt auf das Fahrverhalten zeigt. Diese Diskrepanz versuchen die Autoren mithilfe zweier Ursachen zu erklären. Zum einen wäre es möglich, dass Beifahrer sehr sensibel auf Verletzungen des Abstands zum Vordermann reagieren und dass dieser soziale Einfluss auf den Fahrer mit steigendem Alter zunimmt. Das wiederum wäre eine mögliche Erklärung dafür, warum der positive Beifahrereffekt bei jungen Fahrern geringer ausfällt. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Art und Weise, wie man sich am Telefon unterhält, sich qualitativ von einem Gespräch mit einem Beifahrer unterscheidet. So hat der Beifahrer z.B. die Möglichkeit, in gefährlichen Verkehrssituationen seine Gesprächsäußerungen zu unterdrücken oder dem Fahrer hilfreiche Hinweise zur Situation zu geben. Einem Gesprächspartner am Telefon stehen diese Möglichkeiten nicht zur Verfügung.

Dieser letztgenannte Sachverhalt wird auch als Hypothese der „Conversation Modulation“ oder „Gesprächsmodulation“ bezeichnet und stellt seit den letzten Jahren einen interessanten Forschungsgegenstand dar, dem sich bereits eine Reihe von Autoren gewidmet haben. Eine Definition zur Hypothese der Gesprächsmodulation sowie eine detaillierte Darstellung bisheriger Forschungsergebnisse werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

3.1.4. Empirische Befunde zur Hypothese der Gesprächsmodulation

Im Wesentlichen geht die Hypothese der Gesprächsmodulation (erstmalig so benannt bei Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004)) davon aus, dass ein Beifahrer im Gegensatz zu einem Gesprächspartner am Telefon in der Lage ist, ein Fahrtgespräch in Abhängigkeit von der mentalen Beanspruchung des Fahrers zu modulieren. Treten z.B. plötzliche Gefahren während der Fahrt auf, oder handelt es sich um einen mental stark beanspruchenden Streckenabschnitt, so kann der Beifahrer dies (1) erkennen, da ihm dieselben visuellen Informationen zum Verkehrsgeschehen zur Verfügung stehen und (2) darauf reagieren, indem er das Gespräch verändert oder unterdrückt, um den Fahrer mental zu entlasten. Auf diese Weise wäre es dem Fahrer möglich, seine Aufmerksamkeit verstärkt auf die Fahraufgabe zu konzentrieren und so auch bei erschwerten Bedingungen eine ausreichende Fahrleistung zu gewährleisten. Eine weitere Möglichkeit den Fahrer zu unterstützen ist es, ihm hilfreiche Hinweise zum Verkehrsgeschehen zu geben, um so seine Situational Awareness¹³ (SA) zu erhöhen (Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004)).

Diese Modulation können Gesprächspartner am Mobiltelefon laut Hypothese nicht leisten, da ihnen (1) visuelle Stimuli zur Verkehrssituation fehlen und ihnen (2) auch keine Informationen zur Körpersprache des Fahrers (wie z.B. Mimik oder Gestik) zur Verfügung stehen, um seine momentane Beanspruchung einschätzen zu können.

In den letzten Jahren hat sich eine Reihe von Forscher diesem Sachverhalt mit unterschiedlichen Ergebnissen angenommen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studien von Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004), Amado und Ulupinar (2005), Crundall, Bains, Chapman und Underwood (2005), Rivardo, Pacella und Klein (2008), Drews, Pasupathi und Strayer (2008) und Charlton (2009) detailliert vorgestellt.

¹³ Für eine Definition des Begriffs Situational Awareness siehe S. 38 dieser Arbeit.

3.1.4.1. Gugerty, Rakauskas & Brooks (2004)

Eine der ersten systematischen Untersuchungen zur Hypothese der Conversation Modulation führten Gugerty, Rakauskas und Brooks im Jahr 2004 durch. In ihrem Experiment untersuchten sie mithilfe einer fahrähnlichen Aufgabe den Einfluss verschiedener Gesprächssettings (Beifahrer- vs. Telefongesprächsbedingung) auf das Gesprächstempo sowie der SA in einer Verkehrssituation.

In einem Between-Subjects-Design wurden insgesamt 58 Studenten der Clemson University im Alter zwischen 18 und 22 Jahren paarweise untersucht. Die Aufteilung der Pbn in Fahrer und Nicht-Fahrer erfolgte dabei zufällig bis auf wenige Ausnahmen. Die fahrähnliche Aufgabe bestand darin, auf einem handelsüblichen PC mehrere kurze Simulationen (zwischen 18 und 35s lang) verschiedener Verkehrsszenarien zu betrachten (dabei hatte man einen Blick durch die Windschutzscheibe, sowie durch alle drei Rückspiegel) und im Anschluss verschiedene Fragen zum Verkehrshergang zu beantworten. Dabei handelte es sich um typische Fragen zur Lokalisation und zum Verhalten bestimmter Fahrzeuge (z.B. „Wo befand sich das rote Fahrzeug?“), zur richtigen Reaktion bei der Vermeidung eines Unfalls (z.B. Bremsen oder Beschleunigen) oder zur Identifikation bestimmter gefährlicher Situationen (z.B. „Welches Fahrzeug wechselt höchstwahrscheinlich die Spur?“). Auf diese Weise sollte ein Eindruck über die SA des Fahrers abgebildet werden. Weiterhin unterschieden die Autoren zwei Gesprächssettings. Zum einen das Beifahrersetting, in welchem dem Nicht-Fahrer sowohl Informationen über den Fahrer als auch der fahrähnlichen Aufgabe zur Verfügung standen. Zum anderen einem telefonähnlichen Setting, in welchem dem Nicht-Fahrer keine Informationen zur Fahrsimulation zur Verfügung standen. Weiterhin durchfuhren die Fahrer eine Baseline-Fahrt ohne Gespräch. Als Gesprächsaufgabe diente ein Wortspiel, in welchem Fahrer und Nicht-Fahrer jeweils Wörter generieren sollten, die den gleichen Anfangsbuchstaben haben wie der letzte Buchstabe des vorherigen generierten Wortes. Dabei galt die Zeit, die ein Pd benötigte, um ein neues Wort zu generieren, als Indikator für eine Gesprächsverlangsamung bzw. -modulation. Als abhängige Variablen wurden zum einen die mittlere Reaktionszeit sowie die Anzahl längerer Pausen (Schiefe der Verteilung der Reaktionszeiten) analysiert. Entgegen der Vermutungen der Autoren zeigte sich sowohl bei den Nicht-Fahrern als auch bei den Fahrern ein signifikant größerer Modulationseffekt (sowohl in der erhöhten mittleren Reaktionszeit, sowie einer höheren Anzahl längerer Pausen) während der Telefonbedingung und nicht wie vermutet in der Beifahrerbedingung. Die anfängliche Hypothese, dass der Nicht-Fahrer in der Beifahrerbedingung im größeren Ausmaß moduliert, da er über Information zur Streckenschwierigkeit verfügt (und dadurch das Gespräch so wenig beanspruchend wie

möglich gestalten will), konnte nicht bestätigt werden. Die Autoren erklären sich ihr Ergebnis auf unterschiedliche Weise. Zum einen wäre es möglich, dass Telefongespräche aus einem nicht näher erklärten Grund kognitiv beanspruchender sind als Beifahrergespräche. Um das zu kompensieren und die Leistung in der „Fahraufgabe“ nicht zu beeinträchtigen, könnte das Telefongespräch verlangsamt worden sein. Weiterhin könnten die Pbn in der Beifahrerbedingung dem Gespräch zu viel Bedeutung beigemessen haben, was eine Modulation möglicherweise abgeschwächt hat. Auch bei der Analyse der SA zeigten sich keine Unterschiede. Zwar konnte eine allgemeine Verschlechterung festgestellt werden wenn der Fahrer sich unterhielt, jedoch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gesprächssettings.

3.1.4.2. Amado & Ulupinar (2005)

Auch Amado und Ulupinar nahmen sich 2005 der Frage nach Unterschieden zwischen Telefon- und Beifahrergesprächen an und verglichen eine Telefongesprächsbedingung (Freisprecheinrichtung) mit einer Beifahrer- sowie einer Baseline-Bedingung ohne Gespräch. Als abhängige Variablen wählten die Autoren zum einen den Cognitrone-Test (Cog-Test) des Wiener Tests Systems, bei welchem die Pbn aus vier angebotenen Figuren (bestehend aus unterschiedlich angeordneten Strichen) eine bestimmte Zielfigur so schnell wie möglich identifizieren sollen. Dieses Verfahren dient laut Hersteller (Schuhfried GmbH) zur Erfassung der Aufmerksamkeit und Konzentration. Weiterhin verwendeten die Autoren eine kombinierte Peripheral Detection/Dual-Processing Task (PDDp-Task) in welcher der Pd die Aufgabe hat, ein simuliertes Fahrzeug zu lenken und gleichzeitig verschiedene Stimuli wahrzunehmen und darauf zu reagieren. Als Gesprächsaufgabe dienten verschiedene Fragen zum Allgemeinwissen (leicht) und Mathematik (schwer), die vom VL während der Bedingung gestellt wurden. Dabei wurde das Gesprächstempo konstant gehalten, um eine Gesprächsmodulation zu verhindern. Auf diese Weise sollten Störvariablen eliminiert werden, um damit Unterschiede in der Verteilung der Aufmerksamkeit eindeutig auf die unterschiedlichen Gesprächssettings (Telefon- vs. Beifahrergespräch) zurückführen zu können. Die Studie umfasste insgesamt 48 Pbn und wurde mithilfe eines Within-Subject-Designs durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten übereinstimmende signifikante Effekte in der Reaktionszeit, sowohl im Cog-Test als auch in der PDDp-Task, der prozentualen Richtigkeit der Antworten des Cog-Tests sowie im Peripheral Detection Score der PDDp-Task (je höher der Score desto besser), wobei sich die Werte verschlechterten, wenn ein Gespräch geführt wurde. Keine Unterschiede zeigten sich zwischen den unterschiedlichen Gesprächssettings. Weiterhin gab es Anzeichen für einen Effekt der Gesprächsschwierigkeit. So verringerte sich

die Anzahl korrekter Antworten beim Cog-Test bei schwierigen Fragen. Die Autoren schlussfolgern, dass Gespräche die Aufmerksamkeit einer primären visuellen Aufgabe durchaus stören können, die Art des Gesprächssettings (ob per Telefon oder mit einem anwesenden Beifahrer) aber keinen Unterschied macht.

3.1.4.3. Crundall, Bains, Chapman & Underwood (2005)

2005 analysierten Crundall, Bains, Chapman und Underwood den Unterschied zwischen Beifahrergesprächen und Telefongesprächen im Realverkehr. Dazu fuhren insgesamt 20 Versuchspersonen (18 davon weiblich) im durchschnittlichen Alter von 26 Jahren, im eigenen PKW auf einer ca. 32 km langen Strecke in der Nähe von Nottinghamshire (UK). Um die mentalen Anforderungen des Fahrers zu manipulieren, beinhaltete die ausgewählte Strecke verschieden schwere Teilstrecken. Darunter befand sich ein 10 km langer Autobahnabschnitt (geradeaus, zweispurig, Geschwindigkeitsbegrenzung bei ca. 110 km/h), eine ca. 6 km lange Landstraße (einspurig, unregelmäßiger Gegenverkehr, Geschwindigkeitsbegrenzung bei ca. 56 km/h), ein ca. 5 km langer vorstädtischer Abschnitt (höhere Verkehrsdichte, Ampel, Kreisverkehr, gelegentliche Fußgänger, Geschwindigkeitsbegrenzung bei ca. 56 km/h), sowie ein ca. 5 km langer Stadtabschnitt (viele visuelle Stimuli, höchste Verkehrsdichte, am meisten Fußgänger). Dabei entspricht der Schwierigkeitsgrad der Reihenfolge der soeben genannten Streckenabschnitte, angefangen beim leichtesten Autobahnabschnitt bis zur schwierigsten Stadtfahrt. Als Gesprächsbedingungen wählten die Autoren zum einen eine konventionelle Beifahrerbedingung, in der beide Gesprächspartner sowohl visuelle als auch vestibuläre Informationen teilten. Weiterhin untersuchten sie eine „Blind“-Bedingung, in der der Beifahrer zwar neben dem Fahrer saß, ihm aber die Augen verbunden waren und ihm so keine Informationen über die Schwierigkeit der Strecke oder den Fahrer zur Verfügung standen. Schließlich analysierten die Autoren außerdem eine konventionelle Telefonbedingung, in der sich der Gesprächspartner nicht im Fahrzeug befand, sondern per Mobiltelefon mit dem Fahrer sprach und ihm wiederum keine Informationen über den Fahrer oder die Strecke zur Verfügung standen. Der Fahrer kommunizierte in dieser Bedingung via Freisprechanlage. Als verbale Gesprächsaufgabe verwendeten die Autoren ein kompetitives Wortspiel, bei dem der Fahrer dazu gebracht wurde, bestimmte Worte zu nennen. Analysiert wurden Unterschiede in der Anzahl, Länge und Art der Äußerungen (Statement vs. Frage).

In den Ergebnissen ist abzulesen, dass die Gesprächsparameter sensibel auf die unterschiedlichen Streckenabschnitte reagierten, was einer erfolgreichen Manipulation der Streckenschwierigkeit und einer damit verbundenen unterschiedlich hohen kognitiven

Beanspruchung des Fahrers entspricht. Während der Stadtfahrt sprachen Fahrer und Gesprächspartner insgesamt weniger, was auf den Versuch einer Kompensation der erschwerten Fahrsituation hinweist. Aber auch der Gesprächsmodus hatte einen Effekt auf das Sprechverhalten. Tatsächlich zeigte sich in beiden Beifahrerbedingungen eine Modulation des Gesprächsverhaltens. Dabei verringerten sich die Anzahl und Länge der Äußerungen des Beifahrers während steigender kognitiver Ansprüche der Fahrstrecke. Gleiches gilt für den Fahrer. Somit konnten die Autoren ihre anfängliche Vermutung, dass der Fahrer eine mögliche Gesprächsunterdrückung des Beifahrers ausgleicht, indem er selbst mehr redet, vorerst zurückweisen. Vielmehr könnte man das Verhaltensmuster als „gemeinsame Gesprächsunterdrückung“ von Fahrer und Beifahrer bezeichnen. In der Telefonbedingung dagegen zeigte sich keine Unterdrückung des Gesprächs. Bei erhöhter Streckenschwierigkeit blieb die Anzahl der Äußerungen des Telefonpartners auf gleichem Level. Allgemein bedeutet dies, dass der Fahrer in schwierigeren Streckenabschnitten mit einem Telefonpartner mehr spricht, verglichen zu einem anwesenden Beifahrer. Interessant ist weiterhin, dass die Modulation auch bei einem „blinden“ Beifahrer stattfindet, d.h. der Fahrer verhält sich einem „blinden“ Beifahrer gegenüber genauso wie einem sehenden Beifahrer. Das impliziert, dass die reine physische Anwesenheit einer Person im Fahrzeug ausreicht um einen Unterschied im Gesprächsverhalten zu erzeugen und nicht ausschließlich der gleiche Zugang zu visuellen Strecken- oder Fahrerinformationen das Gespräch modulieren kann. Schlussendlich weisen die Autoren noch darauf hin, wie wichtig es ist, die Gesprächsvariablen von Fahrer und Beifahrer ganzheitlich zu interpretieren, da sie nicht unabhängig voneinander sind.

3.1.4.4. Rivardo, Pacella & Klein (2008)

In Pennsylvania, USA untersuchten Rivardo, Pacella und Klein (2008) ebenfalls die Frage, inwiefern Telefongespräche negativere Auswirkungen auf das Fahrverhalten zeigen als Gespräche mit einem Beifahrer. Dazu verwendeten die Autoren als simulierte Fahraufgabe eine Version des Computerspiels „Midtown Madness“, bei dem die Pbn so schnell wie möglich Runden in einem Parcours absolvieren. Das Fahrverhalten wurde per Video aufgezeichnet und von zwei unabhängigen Ratern im Hinblick auf Verkehrsverstöße analysiert. Dabei verteilten die Rater Strafpunkte bei verschiedenen Verkehrsübertretungen (wie z.B. bei der Nichtbeachtung eines Verkehrssignals, Stoppschild, Ampel usw.), einer Kollision mit weiteren Fahrzeugen oder Objekten, beim Abweichen von der Fahrspur nach links oder rechts, oder beim Verpassen einer Ausfahrt). Diese Strafpunkte sowie die benötigten Rundenzeiten summierten sich schlussendlich zu einem Punktescore, welcher als

abhängige Variable zur Beschreibung der Fahrleistung herangezogen wurde (je niedriger, desto besser). Insgesamt wurden die Daten von 65 Versuchspaaren im Alter zwischen 18 und 23 Jahren analysiert, welche im Rahmen eines Within-Subject-Designs jede Versuchsbedingung nacheinander durchliefen.

Als Within-Subject-Faktor diente der Gesprächstyp mit den Ausprägungen Beifahrergespräch, Telefongespräch und Baseline. In der Beifahrerbedingung saß der Gesprächspartner neben dem Fahrer und hatte Sicht auf die Simulation. Die Telefonbedingung wurde durch einen „blinden“ Beifahrer operationalisiert, der mit dem Rücken zum Fahrer saß und keine Informationen zum Verkehrsgeschehen hatte. Die Autoren wählten diese Operationalisierung, um Störungseffekte der Telefonübertragung zu eliminieren. Während der Baseline befand sich ein ruhiger Beifahrer im Raum. Als Gesprächsaufgabe gaben die Autoren das Thema „Ferien“ vor. Die Ergebnisse zeigten, dass es zu einer signifikanten Verschlechterung der Fahrleistung während der „normalen“ Beifahrersituation (Score-Mittelwert: 608.42; $sd = 13.37$) kam verglichen zum blinden Beifahrer (Score-Mittelwert: 583.17; $sd = 13.37$) und zur Baseline (Score-Mittelwert: 583.31; $sd = 8.9$). Kein Unterschied zeigte sich zwischen der Bedingung mit einem blinden Beifahrer und der Baseline. Entgegen der Ergebnisse von Drews, Pasupathi und Strayer (2008) zeigten sich keine Unterschiede in der Anzahl der verpassten oder falsch gewählten Ausfahrten (Navigationsfehler). Sowohl in der normalen als auch der blinden Beifahrerbedingung wurde gleich häufig falsch oder gar nicht abgefahren (jeweils 9x). Allerdings zeigte sich auch hier, dass sich ein normaler Beifahrer aktiver am Fahrgeschehen beteiligt, indem er häufiger Kommentare zum Fahrstil oder Verkehrsgeschehen abgibt. Ebenfalls keine Effekte zeigten sich für das Geschlecht des Fahrers oder Beifahrers. Das überraschende Ergebnis, dass sich die Fahrleistung während eines konventionellen Beifahrergesprächs verschlechtert, bei einem blinden Beifahrer aber nicht, erklären sich die Autoren auf verschiedene Weise. Zum einen könnte die Konstellation junger männlicher Fahrer mit jungem männlichem Beifahrer dazu geführt haben, dass ein sozialer Druck im Hinblick auf risikoreiches Fahren erzeugt wurde. Durch Kommentare des Beifahrers oder dessen bloße Anwesenheit, könnte der (junge) Fahrer den Wunsch verspürt haben mit seinen Fahrkünsten beeindruckend zu wollen. Weiterhin könnte durch die Anwesenheit eines sehenden Beifahrers der Druck beim Fahrer erhöht sein ein einwandfreies Fahrverhalten zu zeigen, welches letztendlich durch den sozialen Druck in einer schlechteren Performance endet. Hat der Beifahrer dagegen keine Informationen über das Verkehrsgeschehen, könnte dieser Druck ausbleiben. Alles in allem konnte mit der Untersuchung von Rivardo, Pacella und Klein die Hypothese der Gesprächsmodulation nicht bestätigt werden.

3.1.4.5. Drews, Pasupathi & Strayer (2008)

In der Simulatorstudie von Drews, Pasupathi und Strayer (2008) konnten Unterschiede sowohl im Gesprächsverhalten als auch im Fahrverhalten zwischen Beifahrer- und Telefongesprächen identifiziert werden. Dazu untersuchten die Autoren insgesamt 41 Fahrtgespräche (davon 21 Beifahrergespräche) wobei die Fahrer jeweils zur Hälfte männlich und weiblich waren (10 männliche und 11 weibliche Fahrer in der Telefonbedingung) und sich im Alter zwischen 18 und 23 Jahren befanden. Die Fahraufgabe bestand darin, auf einem simulierten Autobahnring zu fahren, welcher mehrere Auf- und Ausfahrten, mehrere Überführungen und stetigen zweispurigen Verkehr in jede Richtung beinhaltete. Weiterhin wurde der fließende Verkehr so programmiert, dass sich der Fahrer zu jeder Zeit auf den Verkehrsfluss konzentrieren musste, da sich dieser fortlaufend z.B. durch unerwartete Spurwechsel änderte. Die Autoren unterschieden zwei Schwierigkeitsstufen der Fahraufgabe. In einer einfachen Verkehrssituation befand sich lediglich ein weiteres Fahrzeug in der Nähe des Ego-Fahrzeugs. Bei mehreren Fahrzeugen in unmittelbarer Nähe (die Fahrzeuge konnten sich vor, neben oder hinter dem Ego-Fahrzeug befinden) wurde die Verkehrssituation als moderat eingestuft. Weiterhin sollten die Fahrer an einer bestimmten Stelle von der Autobahn herunterfahren. Als Versuchsdesign wählten die Autoren ein Between-Subjects-Design mit dem Gesprächssetting (Telefon- vs. Beifahrerbedingung) als Between-Subjects-Faktor. Weiterhin fuhren alle Pbn zusätzlich eine Baseline. Als Gesprächsaufgabe diente eine natürliche Gesprächssituation, in welcher der Gesprächspartner über ein ihm widerfahrenes Nah-Tod-Erlebnis sprechen sollte. Laut Autoren entwickelte sich auf dieser Basis schnell eine gegenseitige Interaktion. Die Analyse der abhängigen Variablen zeigte folgende Effekte. In der Telefonbedingung zeigten die Fahrer eine erhöhte SDLP sowie einen vergrößerten Abstand zum Vordermann. Diese Beeinträchtigungen sind vermutlich auf die manuelle Bedienung eines Mobiltelefons zurückzuführen. Leider wird aus den Angaben der Autoren nicht eindeutig klar, ob während der Telefongespräche eine Freisprechanlage genutzt wurde. Es wird lediglich von der Nutzung eines Mobiltelefons gesprochen. Keine Unterschiede zwischen der Telefon- und Beifahrerbedingung zeigten sich für die gefahrene Geschwindigkeit. Interessant ist die Tatsache, dass der Fahrer in der Telefonbedingung bis zu 4x häufiger verfuhr als in der Beifahrerbedingung. Dies könnte laut der Autoren zum einen daran liegen, dass der Fahrer während eines Telefongesprächs mehr Schwierigkeiten hat die Intention zum Abbiegen aufrecht zu erhalten. Zum anderen könnte er während eines Telefonats vermehrt Probleme damit haben wichtige Informationen wie z.B. entsprechende Verkehrsschilder wahrzunehmen und folgerichtig abzubiegen. Wahrscheinlicher scheint jedoch die Erklärung, dass der Fahrer in der Beifahrerbedingung durch einen aktiven Beifahrer in der Navigation

unterstützt wird, indem er ihn durch entsprechende Kommentare auf den richtigen Weg aufmerksam macht. Korrespondierend dazu gab der Gesprächspartner während der Telefonbedingung eindeutig weniger Hinweise zum Verkehr als in der Beifahrerbedingung.

Die Auswertung der Gesprächsvariablen zeigte beim Fahrer weiterhin eine Interaktion zwischen Schwierigkeit der Verkehrssituation und Anzahl der gesprochenen Silben pro Sekunde (Produktionsrate). Bei moderater Schwierigkeit sank die Produktionsrate des Fahrers wenn er mit einem Beifahrer sprach. Sprach er hingegen mit einem Telefongesprächspartner stieg sie an. Für den Gesprächspartner dagegen konnte kein entsprechender Effekt gefunden werden. Weiterhin zeigten beide Gesprächspartner bei zunehmender kognitiver Beanspruchung durch die Fahraufgabe die Tendenz, die Komplexität ihrer jeweiligen Aussagen (gemessen anhand der Anzahl der Silben pro Wort) zu vereinfachen, dies allerdings unabhängig vom Gesprächssetting. Diese Veränderungen im Gesprächsverhalten zeigen durchaus eine gewisse Tendenz zur Gesprächsmodulation, die allerdings auf subtilere Ursachen zurückgeführt werden muss als auf die anfangs vermutete Information über die Schwierigkeit der Fahraufgabe. So zeigen Fahrer und Gesprächspartner sowohl in der Beifahrer- als auch in der Telefonbedingung eine verringerte Gesprächskomplexität bei ansteigender mentaler Beanspruchung durch die Fahraufgabe. Dabei scheint die Veränderung der Sprechkomplexität des Gesprächspartners auf der Veränderung des Fahrers zu basieren, da ihm zumindest in der Telefonbedingung keine weiteren Informationen über die Schwierigkeit der Fahrsituation zur Verfügung stehen.

Fazit ist, dass die Ergebnisse dieser Studie durchaus Hinweise auf Unterschiede zwischen Telefon- und Beifahrergesprächen geben, und zwar sowohl im Hinblick auf das Fahrverhalten als auch auf das Vorhandensein einer Gesprächsmodulation.

3.1.4.6. Charlton (2009)

In der bisher umfangreichsten Simulatorstudie zum Thema Conversation Modulation analysierte Charlton (2009) die Fahr- und Gesprächsparameter von insgesamt 112 Pbn (davon jeweils 56 männlich und weiblich mit einem Durchschnittsalter von 28 Jahren) in einem unabhängigen Design. Between-Subjects-Faktor war das Gesprächssetting mit den folgenden Ausprägungen: (1) einer konventionellen Beifahrersituation, in der der Gesprächspartner neben dem Fahrer saß und Sicht auf die simulierte Strecke hatte. (2) einer konventionellen Telefongesprächsbedingung, in der sich der Gesprächspartner in einem angrenzenden Raum befand und über eine Freisprechanlage mit dem Fahrer kommunizierte (der Fahrer sprach ebenfalls über eine Freisprechanlage). Um die genauen Ursachen einer

Gesprächsmodulation zu identifizieren, fügte Charlton seinem Versuchsdesign eine Remote-Passenger-Bedingung hinzu, in der sich ein Telefongesprächspartner ebenfalls in einem angrenzenden Raum befand, aber durch ein Fenster die simulierte Fahrstrecke sehen konnte. Auf diese Weise sollte untersucht werden, ob visuelle Informationen über die Situationsschwierigkeit (z.B. beim Auftreten plötzlicher Gefahren) Auslöser der Gesprächsmodulation sind. Schlussendlich wurde dem eine Baseline-Bedingung gegenüber gestellt, in der sich der Fahrer alleine im Raum befand, während er die Strecke durchfuhr. Um das Gespräch besonders natürlich zu gestalten, wurden keine Vorgaben bezüglich des Gesprächsthemas gemacht. Den Pbn wurden lediglich Karten zur Unterstützung zur Verfügung gestellt. Weiterhin konnten die Pbn selbst entscheiden, wer fährt und wer Gesprächspartner ist.

Die simulierte Strecke bestand aus einer ca. 25 km langen Landstraße, in der sich mehrere Abschnitte von langen Geraden und sanften Kurven abwechselten. Die Geschwindigkeitsbegrenzungen wechselten zwischen 60 und 100 km/h. Der entgegenkommende Verkehr, bestehend aus Pkw und Lkw, wurde so programmiert, dass er einem Verkehrsaufkommen von 8.000 bis 10.000 Fahrzeugen pro Tag entsprach. Auf dieser Strecke gab es fünf Gefahrenstellen, auf die der Fahrer reagieren musste. Diese Gefahrenstellen bestanden (1) aus einer verkehrsreichen T-Kreuzung, in der ein vorausfahrendes Fahrzeug unvorhergesehen die Abbiegespur wechselte, (2) aus einem parkenden Pkw, der plötzlich auf die Fahrbahn ausscherte, (3) aus einem engen einspurigen Brückenabschnitt, auf dem einem schwere Lkw entgegen kommen und man sehr genau die Spur halten muss, (4) aus einem Fahrabschnitt der Baustellen und Straßenarbeiten beinhaltete sowie (5) einem Fahrabschnitt, in dem sich ein Erdbeben zugetragen hatte. Als abhängige Variablen wurden die mittlere Geschwindigkeit, das Vorhandensein einer Geschwindigkeitsreduktion bzw. die Reaktionszeit an Gefahrenstellen, sowie Gesprächsvariablen bezüglich des Gesprächsinhalts (Anzahl der Äußerungen zur Fahrsituation) und des Verlaufs (Äußerungslänge und Anzahl der Pausen innerhalb der Äußerungen) analysiert. Zusammenfassend für die einzelnen Gefahrenstellen zeigten die Ergebnisse, dass die Fahrer in der Beifahrer- sowie der Kontrollbedingung signifikant langsamer fuhren verglichen zur Telefon und Remote-Passenger-Bedingung. Bezüglich der Bremsreaktionen an den Gefahrenstellen zeigte sich, dass die Fahrer in der Kontrollgruppe die schnellsten Reaktionszeiten zeigten (sie gingen am schnellsten vom Gas) und im Schnitt die längste Time-to-Collision (Zeit bis zum Aufprall bei momentaner Geschwindigkeit) hatten. Fahrer, die sich mit einem Beifahrer unterhielten, zeigten durchschnittlich eine etwas langsamere Geschwindigkeitsreduktion als Fahrer, die sich gar nicht unterhielten. Diese zeigten aber immer noch signifikant schnellere Reaktionen als Fahrer während eines

Telefongesprächs bzw. Gesprächs mit einem Remote-Passenger. Weiterhin zeigte ein großer Anteil der Fahrer in der Telefon- und Remote-Passenger-Bedingung überhaupt keine Geschwindigkeitsreduktion an den Gefahrenstellen (z.B. an den Gefahrenstelle „Brücke“ bremsen nur knapp 50% der Fahrer in der Telefonbedingung und 70% der Fahrer in der Remote-Passenger-Bedingung). Insgesamt kann also festgehalten werden, dass Fahrer während eines Telefon- oder Remote-Passenger-Gesprächs ihre Geschwindigkeit weniger adäquat den Verkehrsbedingungen anpassen als während eines Beifahrergesprächs.

Auch die Art und der Inhalt der Gespräche unterscheiden sich in allen drei Gesprächsbedingungen signifikant voneinander. Gesprächspartner in der Beifahrerbedingung zeigen signifikant mehr Äußerungen zur Verkehrssituation (knapp 40% aller Äußerungen) als Gesprächspartner in der Telefon- (ca. 2%) oder der Remote-Passenger-Bedingung (ca. 25%). Weiterhin sind die Äußerungen von Telefongesprächspartnern signifikant länger (definiert als Anzahl der Wörter/Anzahl der Äußerungen) und sie machen weniger Pausen (länger als 2s innerhalb einer Äußerung) verglichen zu konventionellen und Remote-Beifahrern. In der Remote-Passenger-Bedingung zeigt der Gesprächspartner eine abgeschwächte Form der Modulation, indem er insgesamt kürzere Äußerungen und mehr Pausen im Gesprächsverlauf macht im Vergleich zu einem konventionellen Telefongesprächspartner. Allerdings reicht diese Modulation nicht aus, um an das Beifahrerniveau heranzukommen.

Aufbauend auf seinen Ergebnissen, schlussfolgert Charlton, dass es (1) tatsächlich einen qualitativen Unterschied in den Gesprächen zwischen Beifahrern und Telefonpartnern gibt und (2), dass auch in der Remote-Passenger-Bedingung (in welcher der Gesprächspartner Zugang zu visuellen Informationen über die Streckenschwierigkeit hat) eine abgeschwächte Form der Gesprächsmodulation stattfindet. Diese reicht aber nicht aus, um die negativen Auswirkungen eines Telefongesprächs auf das Fahrverhalten zu kompensieren.

In einem anschließenden Experiment untersuchte Charlton, ob ein modifiziertes Telefon, das akustisch vor den Gefahrenstellen warnt, eine Gesprächsmodulation beim Gesprächspartner auslösen kann. Dazu war der Versuchsablauf im Wesentlichen der gleiche wie im vorherigen Experiment. Einziger Unterschied war, dass bei Annäherung an eine Gefahrenstelle das Telefon piepte und dem Gesprächspartner so die erschwerten Verkehrsbedingungen signalisierte. Die Ergebnisse zeigten, dass sich durch die akustische Warnung tatsächlich eine Gesprächsunterdrückung beim Partner ausgelöst werden konnte. Auch die Fahrleistung des Fahrers verbesserte sich mit modifiziertem Telefon. Dieser fuhr durchschnittlich langsamer als während einer Baseline-Fahrt ohne Gespräch und zeigte die schnellste Geschwindigkeitsreduktion an den Gefahrenstellen. Auf diese Weise konnte Charlton zeigen,

dass eine Gesprächsmodulation auch dann eintritt wenn dem Gesprächspartner ein abstrakter Hinweis zur besseren Einschätzung der Verkehrssituation gegeben wird. Die physische Präsenz des Beifahrers im Fahrzeug ist also nicht zwingend notwendig um das Fahrverhalten und damit die Verkehrssicherheit zu erhöhen.

3.1.5. Kritik an den bisherigen Studien und abgeleitete Fragestellung

Insgesamt betrachtet zeigen die Ergebnisse zur Gesprächsmodulation kein eindeutiges Bild. Das könnte u. a. an der methodischen Qualität einzelner Studien liegen. In der Studie von Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004) konnte z.B. keine Beifahrermodulation nachgewiesen werden. Dies liegt möglicherweise darin begründet, dass die Autoren es versäumt haben, die Streckenschwierigkeit zu variieren, was aber eine wesentliche Voraussetzung ist, um eine Gesprächsmodulation zu beobachten. Weitere methodische Mängel weist die Studie von Amado und Ulupinar (2005) auf, welche sich im Wesentlichen als eine einfache Untersuchung der Doppelaufgabenperformanz entpuppt, die hauptsächlich zeigt, dass die Bearbeitung zweier Aufgaben zu Aufmerksamkeitseinbußen führt. Alle Umstände, die zur Modulation eines Beifahrer- oder Telefongesprächs hätten führen können, wurden entweder konstant gehalten (Gesprächsparameter) oder nicht operationalisiert (unterschiedliche Schwierigkeit der Fahraufgabe). Dies macht eine Aussage über Unterschiede zwischen den Gesprächssettings „im Fahrzeug“ und „am Telefon“ unmöglich. Ebenfalls Mängel in der Operationalisierung zeigten sich bei Rivardo, Pacella und Klein (2008). Die Tatsache, dass als Fahraufgabe ein Computerspiel gewählt wurde, könnte ein normales Fahrverhalten verhindert haben. Auch die Einteilung der Strecke in kognitiv schwierige und leichte Abschnitte scheint nicht gegeben zu sein. Die Telefonbedingung lediglich durch einen verkehrt herumsitzenden Beifahrer darzustellen, ist nach Ansicht des Autors ebenfalls nicht adäquat umgesetzt, da wesentliche Merkmale eines Telefongesprächs (wie z.B. die physische Abwesenheit) nicht gegeben sind. Weiterhin versäumten es die Autoren, solche Sprachvariablen aufzuzeichnen, mit deren Analyse man eine Modulation hätte bestätigen können. Aufgrund dieser Reihe von methodischen Mängeln erscheint es wenig verwunderlich, dass Hinweise zur Gesprächsmodulation ausbleiben. Positiv hervorzuheben sind die Untersuchungen von Crundall, Bains, Chapman und Underwood (2005), Drews, Pasupathi und Strayer (2008) und Charlton (2009), welche insgesamt methodisch gut durchdacht und aufwendig durchgeführt wurden. Durch die verbesserte Methodik der Studien konnten erste Hinweise zur Bestätigung der Hypothese erbracht werden. So schlussfolgern alle eben aufgezählten Autoren im Wesentlichen, dass sich

Gespräche zwischen einem Fahrer und einem Beifahrer qualitativ von denen eines Telefonpartners unterscheiden.

Um ein detailliertes Bild dieser Unterschiede zu erhalten, liegt der Fokus der eigenen Untersuchung deshalb auf dem Gesprächsverhalten zwischen einem Fahrer und seinem Gesprächspartner. Dabei werden die folgenden Fragen gestellt: (1) Wie genau verändert sich das Gesprächsverhalten von einem Fahrer und seinem Gesprächspartner in unterschiedlichen Gesprächssettings? (2) Welche weiteren Informationen (außer zur Strecke) können das Sprachverhalten beeinflussen? Und (3) was passiert, wenn man diese Informationen manipuliert, d.h. sie in einer Situation zur Verfügung stellt oder in einer anderen entzieht?

Um dies zu untersuchen, wird zunächst beabsichtigt, die bisherigen allgemeinen Befunde zur Gesprächsmodulation zu replizieren und dabei sowohl für den Fahrer als auch für den Gesprächspartner ein genaues Gesprächsbild zu beschreiben. Zu diesem Zweck wird ein konventionelles Beifahrergespräch mit einem Gespräch via Freisprechanlage verglichen. Im nächsten Schritt wird überprüft, ob zusätzliche Informationen über die Streckenschwierigkeit oder den Fahrer die Gesprächsmuster von Fahrer und Beifahrer verändern. Schlussendlich wird analysiert, wie sich fehlende Informationen über die Strecke und den Fahrer in einer Beifahrerbedingung auf das Gesprächsverhalten auswirken. Auf diese Weise soll ein besserer Einblick über mögliche Wirkmechanismen der Gesprächsmodulation gegeben werden (siehe auch Maciej, Nitsch und Vollrath (2011)).

3.2. Methode

3.2.1. Fahraufgabe

Um die Fahraufgabe zu realisieren, wurde ein handelsüblicher PC mit einem Joystick-Lenkrad, einem Gas- und einem Bremspedal verbunden. Mithilfe der Simulationssoftware SILAB wurde eine ca. 8 bis 10-minütige Strecke konzipiert (je nach gefahrener Geschwindigkeit), die unterschiedliche Fahrszenarien beinhaltete. Dabei wurde die Strecke in ländliche und städtische Abschnitte unterteilt, die sich im Grad ihrer Komplexität unterschieden.

Wichtig anzumerken ist an dieser Stelle, dass der Fokus der Untersuchung weniger auf der Analyse des Fahrverhaltens liegt, sondern vielmehr auf der Analyse von Unterschieden im Gesprächsverhalten (zwischen den verschiedenen Gesprächssettings) während einer durchschnittlichen Fahrt. Aus diesem Grund unterscheiden sich bestimmte Abschnitte der simulierten Strecke zwar in ihrer mentalen Beanspruchung, doch wurde dieses nicht

systematisch variiert und kann aufgrund dessen nicht im Detail analysiert werden. Vielmehr sollten mit der vom Autor gewählten Strecke unterschiedliche kognitive Beanspruchungen realisiert werden, wie sie auch bei einer durchschnittlichen Fahrt vorkommen (wie z.B. mehr oder weniger Gegenverkehr auf einer Landstraße, eine niedrigere oder höhere Verkehrsdichte in der Stadt, eine bessere oder schlechtere Sicht auf die Umgebung, abhängig von unterschiedlichen Wetterbedingungen, usw.)

3.2.2. Nebenaufgaben

Um die Effekte verschiedener Gesprächsmodi (Beifahrer- vs. Telefongespräche) sowie das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein verschiedener visueller Informationen während der Gespräche (Strecken- vs. Fahrerinformation) zu analysieren, wurden verschiedene Gesprächsszenarien als Zweitaufgabe entwickelt.

Während eines konventionellen Beifahrergesprächs, saß der Gesprächspartner neben dem Fahrer auf dem Beifahrersitz. Zusätzlich wurde in einer zweiten und dritten Beifahrerbedingung eine bewegliche Stellwand verwendet, die entweder zwischen Fahrer und Beifahrer platziert wurde (Bedingung „Beifahrergespräch ohne Fahrerinformationen“) oder sich zwischen dem Beifahrer und der Simulationsleinwand (Bedingung „Beifahrergespräch ohne Streckeninformationen“) befand. Während eines konventionellen Telefongesprächs befand sich der Gesprächspartner in einem angrenzenden Labor und kommunizierte über ein Head-Set mit dem Fahrer. In einer zweiten und dritten Telefonbedingung wurden (ebenfalls in besagtem angrenzendem Labor) über zwei verschiedene Monitore entweder zusätzliche Fahrerinformationen oder Streckeninformationen in Echtzeit übermittelt. In der Bedingung „Telefongespräch mit Fahrerinformationen“ sah der Gesprächspartner via Videoübertragung das Profil (Kopf bis Schultern) des Fahrers, vergleichbar zu dem Blick eines Beifahrers, wenn er zum Fahrer hinüberschaut. In der Bedingung „Telefongespräch mit Streckeninformationen“ wurde die Simulation auf einen weiteren Bildschirm dupliziert. So standen dem Telefonpartner und dem Fahrer gleichzeitig dieselben Informationen zur Verkehrssituation zur Verfügung. Es gab keine Bedingung, in welcher dem Telefonpartner sowohl Fahrer- als auch Streckeninformationen zur Verfügung standen. Weiterhin wurden zwei verschiedene Kontrollbedingungen („Fahren ohne Gespräch“ und „Gespräch ohne Fahren“) durchlaufen. In der Kontrollbedingung „Fahren ohne Gespräch“ fuhr der Fahrer die Strecke ohne ein Gespräch zu führen bzw. ohne einer weiteren Person im Raum. In der zweiten Kontrollbedingung „Gespräch ohne Fahren“ saß das Versuchspaar in einem Raum und unterhielt sich ohne Fahraufgabe. Die Gesprächsthemen konnten von den Pbn selbst

gewählt werden. Wichtig war jedoch, dass das Gespräch nicht verebbt. Um dies zu vermeiden, standen den Pbn Gesprächskarten mit diversen Themenvorschläge und konkrete Fragen (z.B. für die Bereiche Medien, Urlaub oder Arbeit) zur Verfügung.

3.2.3. Abhängige Variablen

3.2.3.1. Fahrvariablen

Um zu kontrollieren ob der Fahrer die zusätzliche kognitive Belastung der Gespräche durch ein verändertes Fahrverhalten kompensiert oder sich Anzeichen für eine Verschlechterung des Fahrverhalten zeigen, werden die mittlere Geschwindigkeit (km/h) sowie die SDLP (m) aufgezeichnet. Diese Fahrparameter wurden ausgewählt, da Studien zeigten, dass eine Erhöhung des kognitiven Workloads eine Reduktion der Spurhaltevariabilität beim Fahren bewirken kann, während für zusätzliche visuelle Beanspruchung das Gegenteil gezeigt werden konnte. Ebenfalls gezeigt werden konnte, dass der Fahrer aufgrund zusätzlicher visueller Beanspruchung während der Fahrt seine Geschwindigkeit reduziert (vgl. dazu Engström, Johansson und Östlund (2005)).

3.2.3.2. Gesprächsvariablen

Um das Gesprächsverhalten zu analysieren, wurde die Methode der Speech Chronemics, entwickelt von Krüger und Vollrath (1996), verwendet. Dazu wurden die Gespräche mit der frei zugänglichen Software Audacity bei einer Frequenz von 155 Hertz aufgezeichnet. Die Tonspuren beider Gesprächspartner wurden separat aufgenommen und als wav-Dateien gespeichert. Entsprechend dem in Krüger und Vollrath (1996) dargestellten Vorgehen wurde dieses Sprachsignal in ein On-Off-Muster umgewandelt, welches die zwei Zustände „spricht“ und „spricht nicht“ abbildet. Anhand dieses On-Off-Musters wurden dann verschiedene Gesprächsphasen definiert wie z.B. ungestörtes Sprechen oder Pausen eines Gesprächspartners bzw. gegenseitiges Unterbrechen. Abb. 15 zeigt ein typisches On-Off-Muster eines Sprechverlaufs (Sprechzeiten sind als Balken präsentiert, Pausen als Linien), in welchem die verschiedenen Gesprächsphasen näher erläutert werden.

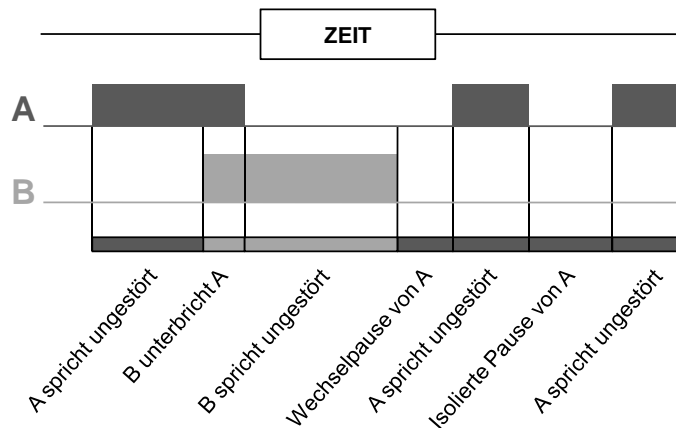


Abbildung 15: Illustration eines typischen Gesprächsmusters nach dem Transformationsprozess, unterteilt in die unterschiedlichen Gesprächsphasen. Die Buchstaben A und B stehen für die unterschiedlichen Sprecher (die möglichen Phasen „Sprecher A unterbricht Sprecher B“, „Wechsellpause von Sprecher B“ sowie „Isolierte Pause von Sprecher B“ sind nicht illustriert).

Auf Basis dieser distinkten Gesprächsphasen wurden die in Tab. 17 definierten Gesprächsvariablen entwickelt. Diese Variablen sollen zum einen den Dialog als Ganzes beschreiben, zum anderen soll das Gesprächsverhalten des einzelnen Partners abgebildet werden. Die Variablen wurden mithilfe des Programms DIAdem (National Instruments) auf Skript-Basis berechnet.

Tabelle 17: Auflistung der verwendeten Gesprächsparameter, unterschieden in Dialog- und individuelle Gesprächsvariablen.

Dialog Variablen	Definition
Ungestörtes Sprechen [%]	Prozentanteil des Ungestörten Sprechens (Summe beider Gesprächspartner) an der gesamten Gesprächszeit
Double Talk [%]	Prozentanteil des Gleichzeitigen Sprechens an der gesamten Gesprächszeit
Beidseitiges Schweigen [%]	Prozentanteil des Beidseitigen Schweigens an der gesamten Gesprächszeit
Individuelle Gesprächsvariablen (für beide Gesprächspartner separat berechnet)	
Individueller Redeanteil [%]	Prozentualer Anteil der individuellen Redezeit relativ zur gesamten Gesprächszeit
Anzahl Ungestörter Äußerungen [Anz/min]	Mittlere Anzahl der Ungestörten Äußerungen eines Gesprächspartners in der Minute
Dauer Ungestörter Äußerungen [s]	Mittlere Dauer der Ungestörten Äußerungen eines Gesprächspartners in der Minute
Anzahl Sprechpausen [Anz/min]	Mittlere Anzahl der Sprechpausen eines Gesprächspartners in der Minute
Anzahl Unterbrechungen [Anz/min]	Mittlere Anzahl der Einheiten pro Minute in der ein Gesprächspartner den anderen unterbricht.

Um den Dialog als Ganzes beschreiben zu können, wurden folgende Gesprächsvariablen entwickelt: (1) der prozentuale Anteil des ungestörten Sprechens (für beide Gesprächspartner kombiniert), (2) der prozentuale Anteil des Double Talks (gleichzeitiges Sprechen beider Gesprächspartner) und (3) der prozentuale Anteil „beidseitigen Schweigens“ (keiner sagt etwas) innerhalb der gesamten Gesprächszeit. Um einen Eindruck über mögliche Unterschiede im Gesprächs- und Sprechverhaltens von Fahrer und Beifahrer (bzw. Telefonpartner) zu erhalten, wurden weiterhin individuelle Sprechvariablen (für jeden Sprecher separat) definiert. Dabei handelt es sich bei den analysierten Variablen um (1) den individuellen Redeanteil relativ zur Gesamtgesprächszeit, (2) die Anzahl und Dauer ungestörter Äußerungen, (3) die Anzahl der Sprechpausen sowie (4) die Anzahl der Unterbrechungen.

3.2.3.3. Subjektive Befragung

Nach jedem Durchgang beantworteten die Pbn verschiedene subjektive Fragen u. a. zum Fokus ihrer Aufmerksamkeit oder zu ihrem Verantwortungsgefühl für eine sichere Fahrt. Alle Ratings wurden anhand der bereits in Abschnitt 2.2.3.3. beschriebenen Zwei-Stufen-Prozedur nach Heller (1982) durchgeführt.

3.2.4. Probanden

An dieser Studie nahmen insgesamt 34 Probandenpaare (insgesamt 64 Pbn) teil. Mit der Ausnahme eines Paares waren sich alle im Vorfeld bekannt. Ein Datenset konnte aufgrund technischer Probleme nicht ausgewertet werden. Von den 34 Fahrern waren 17 männlich und 16 weiblich. Das Alter der Fahrer lag bei durchschnittlich 24 Jahren (mit einer Standardabweichung von 7 Jahren). Von den 34 Gesprächspartnern waren 16 männlich und 17 weiblich mit einem durchschnittlichen Alter von 24 Jahren (mit einer Standardabweichung von 6 Jahren). Alle Teilnehmer waren zum Zeitpunkt des Versuchs nüchtern und hatten bis kurz vor Beginn des Experiments weder Koffein oder Nikotin konsumiert. Die Geschlechterverteilung innerhalb der Paare war grob ausbalanciert und setzte sich zusammen aus zehn Paaren mit männlichem Fahrer und männlichem Gesprächspartner, zehn Paaren mit weiblichem Fahrer und weiblichem Gesprächspartner, sieben Paaren mit männlichem Fahrer und weiblicher Gesprächspartnerin, sowie sechs Paaren mit weiblicher Fahrerin und männlichem Gesprächspartner. Alle Pbn hatten eine normale Sehstärke oder nutzen Sehhilfen zur Korrektur.

3.2.5. Versuchsdesign

Bei dem Versuchsdesign handelt es sich um ein Within-Subject-Design in welchem jedes Versuchspaar jede der acht Bedingungen nacheinander durchläuft. Die Bedingungen setzen sich zusammen aus drei Beifahrerbedingungen (konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Fahrerinformation, Beifahrergespräch ohne Streckeninformation), drei Telefonbedingungen (konventionelles Telefonat, Telefonat mit zusätzlichen Fahrerinformationen, Telefonat mit zusätzlichen Streckeninformationen) sowie zwei Kontrollbedingungen (Fahren ohne Gespräch sowie Gespräch führen ohne Fahren). Die Reihenfolge der einzelnen Bedingungen wurde mithilfe eines Lateinischen Quadrats ausbalanciert.

3.2.6. Versuchsdurchführung

Nachdem die Pbn begrüßt und mit dem Experiment vertraut gemacht wurden, entschied jedes Versuchspaar, wer von ihnen der Fahrer und wer der Gesprächspartner sein würde. Zuerst wurde der Fahrer schriftlich darüber instruiert, sich an die Verkehrsregeln (besonders an die Geschwindigkeitsbeschränkungen) zu halten und daran erinnert, dass das Fahren Priorität hat. Weiterhin gehörte es zur Aufgabe, eine sichere Fahrt zu gewährleisten und sich kontinuierlich mit dem Gesprächspartner zu unterhalten. Die schriftliche Instruktion des Gesprächspartners lautete ebenfalls, das Gespräch aufrecht zu erhalten.

Nachdem beide Pbn einen demografischen Fragebogen ausgefüllt hatten, hatte der Fahrer die Möglichkeit, sich mit dem Simulator und der Versuchsstrecke vertraut zu machen. Nach dieser Trainingsfahrt begannen die experimentellen Bedingungen. Dabei dauerte jede experimentelle Bedingung acht bis zehn Minuten. Nach jeder Bedingung füllten beide Pbn einen subjektiven Fragebogen aus, in welchem sie u. a. folgende Fragen beantworteten: (1) „Wie verantwortlich haben sie sich für eine gute Fahrt gefühlt?“, (2) „Wie sehr haben Sie sich auf die Fahrt konzentriert?“, (3) „Wie sehr haben Sie sich auf das Gespräch konzentriert?“ und (4) „Wie sehr wurden Sie von Ihrem Gesprächspartner während der Fahrt unterstützt (nur vom Fahrer beantwortet)?“ oder „Wie sehr haben Sie Ihren Gesprächspartner während der Fahrt unterstützt (nur vom Gesprächspartner beantwortet)“. Das gesamte Experiment dauerte ca. 3 – 3.5 Stunden und wurde an zwei separaten Terminen (die Termine waren nicht länger als drei Tage voneinander getrennt) durchgeführt. Nachdem das Versuchspaar die letzte Bedingung durchlaufen hatte, wurde ihnen für die Teilnahme gedankt. Als Vergütung erhielten sie entweder Versuchspersonenstunden (bei Studenten) oder 25 pro Person.

3.3. Ergebnisse

3.3.1. Fahrvariablen

Um Unterschiede im basalen Fahrverhalten zwischen den unterschiedlichen Gesprächsmodi (konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Strecken- bzw. ohne Fahrerinformation, konventionelles Telefongespräch, Telefongespräch mit Strecken- bzw. mit Fahrerinformation) zu untersuchen, wurde die mittlere Geschwindigkeit (km/h) sowie die SDLP (m) mithilfe einer einfaktoriellen MANOVA mit Messwiederholung ($F(12, 384) = 0.3$; $p = .995$) analysiert. Dabei zeigten die Ergebnisse weder einen Effekt zwischen den Gesprächssituationen und der Kontrollbedingung (Fahrt ohne Gespräch), noch zwischen den einzelnen Gesprächssituationen untereinander. Demzufolge gibt es keine Hinweise darauf, dass die Pbn eine zusätzliche mentale Beanspruchung durch die Zweitaufgabe durch eine Verringerung der Geschwindigkeit kompensieren, oder es aufgrund der Zweitaufgabe zu einer Verschlechterung der Spurhaltung (SDLP) kommt.

3.3.2. Dialogvariablen

Um einen Eindruck über mögliche Unterschiede im Dialog zwischen den Gesprächssituationen zu erhalten, wurden mehrere einfaktorielle ANOVAs berechnet, deren Ergebnisse in Tab. 18 dargestellt sind. Wie gezeigt, wurde zum einen das Kontrollgespräch mit dem konventionellen Beifahrer- sowie dem konventionellen Telefongespräch verglichen. Danach wurden die verschiedenen Telefonbedingungen (konventionell, mit Strecken- oder Fahrerinformation) sowie die verschiedenen Beifahrergespräche (konventionell, ohne Strecken- oder Fahrerinformation) untereinander in Beziehung gesetzt. Zeigte sich ein signifikanter Effekt in einer der getesteten Variablen, wurden die jeweiligen Bedingungen mittels paarweiser Vergleiche weiter analysiert.

Tabelle 18: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Dialogvariablen zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.

Dialog	Ergebnisse der ANOVAs					
	Kontrolle vs. Beifahrer vs. Telefon		Telefon vs. Telefon mit Streckeninfo vs. Telefon mit Fahrerinfo		Beifahrer vs. Beifahrer ohne Streckeninfo vs. Beifahrer ohne Fahrerinfo	
	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p
Ungestörtes Sprechen	8.2	.001	3.2	.046	3.3	.043
Double Talk	2.5	.088	1.4	.245	2.6	.083
Beidseitiges Schweigen	10.3	<.001	0.1	.887	0.0	.910

Wie in Tab. 18 ersichtlich wird, zeigen sich beim Vergleich der drei Basisgesprächssituationen (Kontrolle, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch) signifikante Unterschiede im ungestörten Sprechen sowie beidseitigem Schweigen. Abb. 16 zeigt, dass sich das ungestörte Sprechen während des Beifahrergesprächs ($m = 66.7\%$) im Vergleich zum Kontroll- ($m = 71.7\%$) und Telefongespräch ($m = 71.6\%$) signifikant reduziert. Andererseits erhöht sich der Anteil des beidseitigen Schweigens in der Beifahrerbedingung signifikant im Vergleich zu den beiden anderen Bedingungen (konventionelles Beifahrergespräch: $m = 10.1\%$; konventionelles Telefongespräch: $m = 8.4\%$; Kontrollgespräch: $m = 5.3\%$). Keine Unterschiede zeigen sich für den Double Talk.

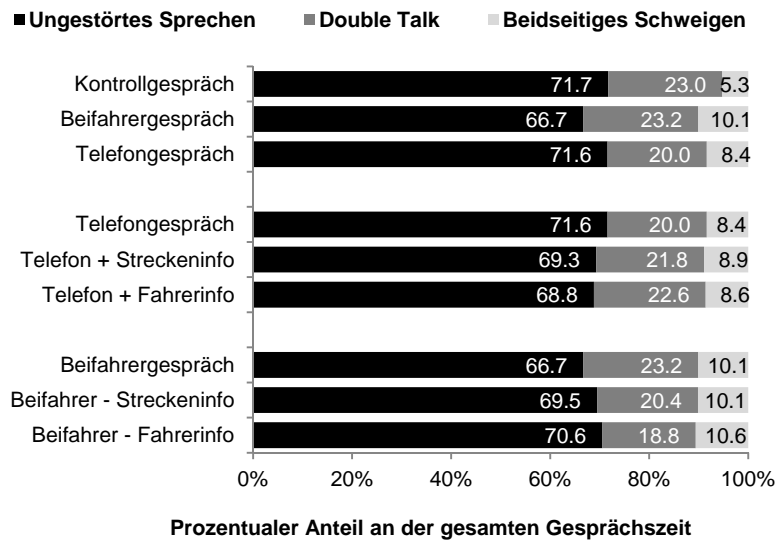


Abbildung 16: Mittelwerte der Gesprächsvariablen getestet für die Dialogvariablen zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation (oben), (2) den verschiedenen Telefonbedingungen (mittig) und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen (unten). Eine nähere Erläuterung der Ergebnisse findet sich im Text.

Im nächsten Schritt wurden die verschiedenen Telefonbedingungen (konventionell, mit Strecken- oder Fahrerinfo) untereinander verglichen. Dabei zeigt sich ein signifikanter Unterschied beim ungestörten Sprechen, welches einen größeren Anteil beim konventionellen Telefongespräch aufweist ($m = 71.6\%$), verglichen zu den beiden anderen Bedingungen mit zusätzlichen visuellen Informationen (69.3% mit Streckeninfo; 68.8% mit Fahrerinfo). Keine Unterschiede zeigen sich im Double Talk oder beim beidseitigen Schweigen.

Zum Schluss wurden ebenfalls die drei Beifahrersituationen miteinander verglichen (konventionell, ohne Strecken- oder ohne Fahrerinfo). Verglichen mit der konventionellen Beifahrersituation (66.7%) zeigt sich ein signifikant erhöhter Prozentanteil des ungestörten Sprechens in der Bedingung ohne Fahrerinformation (70.6%) sowie ein etwas höherer Anteil in der Bedingung ohne Streckeninfo (69.5%). Auch hier zeigen sich keine Effekte für den Double Talk und das beidseitige Schweigen.

Es kann zusammengefasst werden, dass bei gleichzeitigem Fahren und Sprechen die Phasen, in denen beide Gesprächspartner schweigen, zunehmen. Dies resultiert vor allem aus einer Reduktion der Sprechzeiten. Dieser Effekt deutet sich sowohl im Beifahrer- als auch im Telefonsetting an. Interessant dabei ist, dass die Gesprächsmuster zwischen Beifahrer- und Telefonbedingung variieren. So verringert sich z.B. der Anteil des ungestörten Sprechens in der Beifahrerbedingung, während der Anteil des Double Talks unverändert bleibt. Im Gegensatz dazu erhöht sich in der Telefonbedingung der Anteil des Double Talks

leicht (verglichen zum Kontrollgespräch), während der Anteil des ungestörten Sprechens unverändert bleibt. Dieser Unterschied wird womöglich durch das Vorhandensein von visuellen Informationen ausgelöst. Hat ein Telefonpartner Zugang zu zusätzlichen visuellen Informationen über Strecke oder Fahrer, so erhöht sich sein Anteil des Double Talks während sich der Anteil des ungestörten Sprechens reduziert. Damit ähnelt das Gesprächsmuster dem, eines Beifahrergesprächs. Entzieht man dagegen einem Beifahrer visuelle Informationen, so verringert sich sein Anteil am Double Talk während er häufiger ungestört spricht. Dies scheint eher charakteristisch für ein konventionelles Telefongespräch zu sein. Somit zeigen sich klare Muster im Dialogverhalten für die unterschiedlichen Gesprächsbedingungen. Im Folgenden werden Unterschiede bezüglich der einzelnen Beiträge von Fahrer und Gesprächspartner detailliert analysiert und dargestellt.

3.3.3. Gesprächsvariablen des Fahrers

Die individuellen Gesprächsvariablen des Fahrers wurden analog zu den Dialogvariablen berechnet. Dabei wurden ebenfalls zuerst die drei Basisgespräche (Kontrolle, konventionelles Beifahrer- und konventionelles Telefongespräch) miteinander verglichen, gefolgt von den unterschiedlichen Telefon- und Beifahrergesprächen, die jeweils untereinander verglichen wurden. Es wurde für jede untersuchte Variable eine einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung und anschließendem Post-Hoc-Test (wo sinnvoll) gerechnet (siehe Tab. 19).

Tabelle 19: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Gesprächsvariablen des Fahrers zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.

Fahrer	Ergebnisse der ANOVAs					
	Kontrolle		Telefon		Beifahrer	
	vs. Beifahrer		vs. Telefon mit Streckeninfo		vs. Beifahrer ohne Streckeninfo	
	vs. Telefon		vs. Telefon mit Fahrerinfo		vs. Beifahrer ohne Fahrerinfo	
	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p
Individueller Redeanteil	4.4	.016	1.1	.333	0.1	.933
Anzahl Ungestörter Äußerungen	1.5	.236	1.5	.238	0.8	.463
Dauer Ungestörter Äußerungen	9.2	<.001	0.0	.967	5.4	.007
Anzahl Sprechpausen	6.3	.003	0.5	.641	0.1	.899
Anzahl Unterbrechungen	2.0	.149	1.8	.179	3.3	.042

Vergleicht man die drei Basisgespräche miteinander, so zeigen sich signifikante Effekte im individuellen Redeanteil, der Dauer ungestörter Äußerungen sowie der Anzahl der Sprechpausen. Dabei reduziert der Fahrer seinen Redeanteil in beiden Fahrsituationen signifikant (Beifahrergespräch = 51%; Telefongespräch = 51%) verglichen zum Kontrollgespräch ohne Fahrt (56.7%, nicht illustriert). Ebenfalls signifikant kürzer ist die Dauer seiner Äußerungen in den Fahrbedingungen (Beifahrergespräch = 5.2s; Telefongespräch = 5.6s) verglichen zum Kontrollgespräch ohne Fahrt (m = 7.0s). Keine Unterschiede in der Dauer der Äußerungen zeigen die beiden Fahrtgespräche untereinander. Der Fahrer macht ebenfalls signifikant häufiger Sprechpausen während er fährt (Beifahrergespräch: m = 1.5/min; Telefongespräch: m = 1.4/min) verglichen zum Gespräch ohne Fahrt (m = 1.1/min). Die Ergebnisse sind in Abb. 17 illustriert.

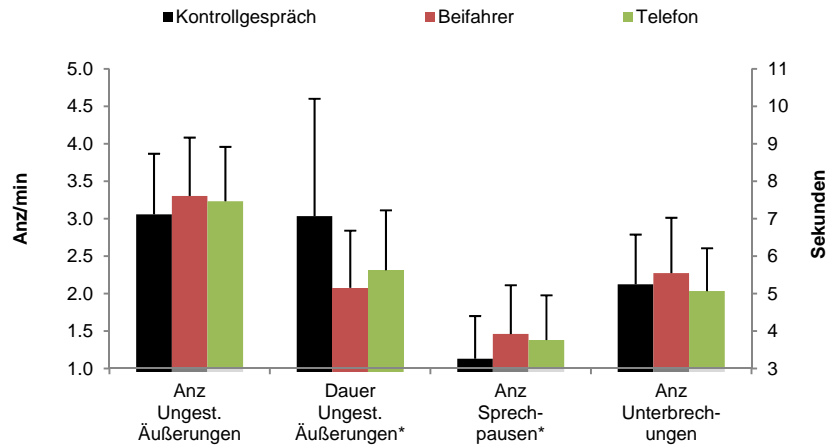


Abbildung 17: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Fahrers für die Bedingungen Kontrollgespräch, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.

Es zeigen sich keine Effekte im Gesprächsverhalten des Fahrers zwischen den unterschiedlichen Telefonbedingungen (konventionell, mit Strecken- oder mit Fahrerinfo). Vergleicht man jedoch die verschiedenen Beifahrerbedingung (konventionell, ohne Strecken- oder Fahrerinfo) untereinander, erhält man signifikante Effekte für die Dauer der ungestörten Äußerungen sowie die Anzahl der Unterbrechungen. Hat der Fahrer keine visuellen Informationen über seinen Beifahrer zur Verfügung, spricht er signifikant länger ungestört ($m = 6.2s$ verglichen zu $m = 5.2s$ im Kontrollgespräch). Zusätzlich neigt er dazu seinen Beifahrer während einer „normalen“ Beifahrerunterhaltung öfter zu unterbrechen ($m = 2.3/min$) verglichen zu den Situationen in denen ihm die visuelle Information über seinen Beifahrer genommen wird (Beifahrer ohne Streckeninfo: $m = 2.0/min$; Beifahrer ohne Fahrerinfo: $m = 1.9/min$). Die Ergebnisse sind in Abb. 18 grafisch dargestellt.

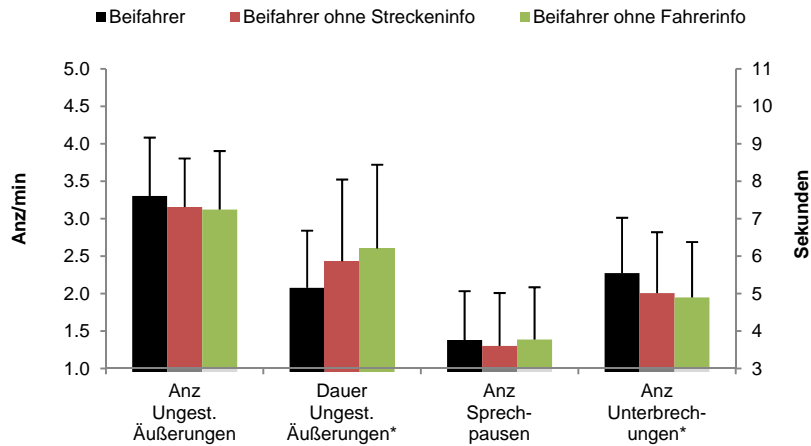


Abbildung 18: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Fahrers für die Bedingungen konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Strecken- bzw. ohne Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.

Fazit daraus ist, dass der Fahrer sein Gesprächsverhalten aufgrund der zusätzlichen Fahraufgabe ändert, unabhängig davon, ob das Gespräch mit einem Beifahrer oder einem Gesprächspartner am Telefon geführt wird. Während der Fahrt redet er weniger und kürzer. Erhält ein Gesprächspartner am Telefon zusätzliche visuelle Informationen (unabhängig davon ob es sich dabei um Strecken- oder Fahrerinfo handelt), ändert das nichts am Gesprächsverhalten des Fahrers. Entzieht man dem Fahrer allerdings Informationen über seinen Beifahrer, führt dies bei ihm zu längeren Äußerungen und insgesamt weniger Unterbrechungen.

3.3.4. Gesprächsvariablen des Partners

Analog zum Gesprächsverhalten des Fahrers wurde das Gesprächsverhalten des Partners bezüglich der Basisgespräche (Kontrolle, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch) sowie der unterschiedlichen Telefon- und Beifahrergespräche miteinander verglichen. Dabei wurde für jede untersuchte Variable eine einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung und anschließenden Post-Hoc-Tests (wo sinnvoll) gerechnet (siehe Tab. 20).

Tabelle 20: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs, gerechnet für die Gesprächsvariablen des Partners zwischen (1) dem Kontrollgespräch, der konventionellen Beifahrer- sowie der konventionellen Telefonsituation, (2) den verschiedenen Telefonbedingungen untereinander und (3) den verschiedenen Beifahrerbedingungen untereinander. Signifikante Ergebnisse sind fett hervorgehoben.

Gesprächspartner	Ergebnisse der ANOVAs					
	Kontrolle		Telefon		Beifahrer	
	vs. Beifahrer		vs. Telefon mit Streckeninfo		vs. Beifahrer ohne Streckeninfo	
	vs. Telefon		vs. Telefon mit Fahrerinfo		vs. Beifahrer ohne Fahrerinfo	
	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p	F _(2,64)	p
Individueller Redeanteil	0.3	.732	0.5	.622	1.1	.329
Anzahl Ungestörter Äußerungen	4.0	.023	3.4	.039	2.5	.093
Dauer Ungestörter Äußerungen	5.3	.008	6.2	.003	3.3	.042
Anzahl Sprechpausen	6.3	.003	0.7	.519	0.2	.847
Anzahl Unterbrechungen	15.3	<.001	1.2	.295	0.6	.542

Vergleicht man die verschiedenen Gesprächssituationen miteinander, so zeigen sich signifikante Unterschiede bezüglich der Anzahl und Dauer der ungestörten Äußerungen sowie der Anzahl der Sprechpausen und der Unterbrechungen. Wie in Abb. 19 dargestellt zeigt sich eine signifikante Erhöhung der Anzahl ungestörter Äußerungen in der Beifahrerbedingung verglichen zum Kontroll- und Telefongespräch (Beifahrergespräch: $m = 3.7/\text{min}$; Kontroll- und Telefongespräch: $m = 3.3/\text{min}$). Auch die Dauer der ungestörten Äußerungen nimmt als Beifahrer signifikant ab (Beifahrergespräch: $m = 6.0\text{s}$; Kontrollgespräch: $m = 7.2\text{s}$; Telefongespräch: $m = 7.3\text{s}$). Zusätzlich zeigt sich eine Erhöhung der Anzahl von Pausen für beide Gesprächssettings (Beifahrer- und Telefongespräch: $m = 1.6/\text{min}$) verglichen zum Kontrollgespräch ohne Fahrt ($m = 1.2/\text{min}$). Dabei unterbricht der Gesprächspartner seinen Partner/Fahrer häufiger, wenn dieser fährt (Kontrollgespräch: $m = 1.2/\text{min}$; Beifahrergespräch: $m = 2.9/\text{min}$; Telefongespräch: $m = 2.7/\text{min}$). Kein Unterschied zeigt sich hingegen in der Redezeit (nicht illustriert).

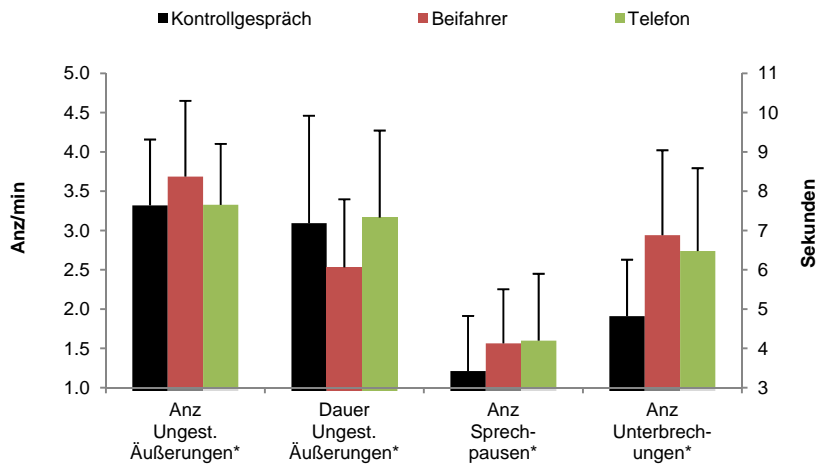


Abbildung 19: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Gesprächspartners für die Bedingungen Kontrollgespräch, konventionelles Beifahrer- sowie konventionelles Telefongespräch. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.

Vergleicht man das Gesprächsverhalten des Partners zwischen den verschiedenen Telefonbedingungen, zeigt sich ein signifikanter Effekt in der Anzahl ungestörter Äußerungen zwischen einem konventionellen Telefongespräch ($m = 3.3/\text{min}$) und einem Telefongespräch mit zusätzlicher Fahrerinfo ($m = 3.7/\text{min}$). Dies ist in Abb. 20 grafisch dargestellt. Wie dort zu erkennen ist, liegt das Telefongespräch mit zusätzlichen Streckeninformationen wertmäßig dazwischen. Weiterhin spricht der Partner in beiden Bedingungen mit zusätzlicher Info durchschnittlich kürzer (mit Streckeninfo: $m = 6.5\text{s}$; mit Fahrerinfo: $m = 6.1\text{s}$) verglichen zu einem normalen Telefongespräch ($m = 7.3\text{s}$). Keine Unterschiede zwischen den Telefongesprächen zeigen sich in der Anzahl der Pausen und Unterbrechungen sowie der individuellen Redezeit.

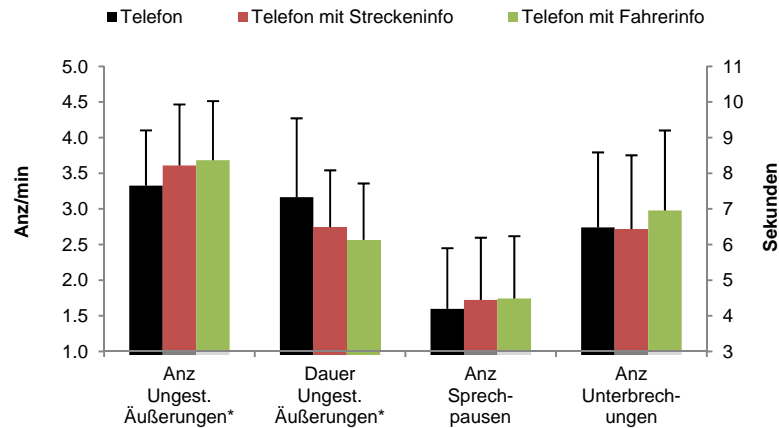


Abbildung 20: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Partners für die Bedingungen konventionelles Telefongespräch, Telefongespräch mit Strecken- bzw. mit Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.

Schlussendlich wurden die Gesprächsvariablen des Partners für die verschiedenen Beifahrergespräche miteinander verglichen (konventionell, ohne Strecken- oder Fahrerinfo). Dabei zeigt sich lediglich ein signifikanter Effekt für die Dauer der ungestörten Äußerungen (siehe Abb. 21). Ohne Strecken- oder Fahrerinfo sind die Äußerungen um ca. 1s länger ($m = 3.0s$ in beiden Bedingungen) verglichen zu einem normalen Beifahrergespräch ($m = 2.0s$). Keine Unterschiede zeigen sich für die Anzahl ungestörter Äußerungen sowie der Anzahl von Pausen und Unterbrechungen.

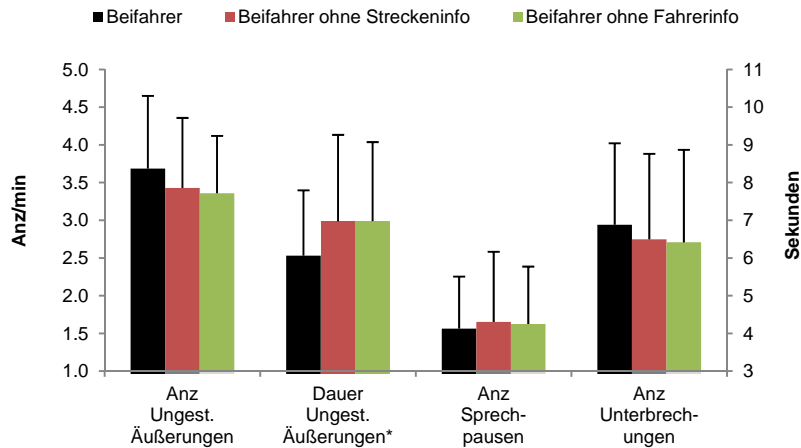


Abbildung 21: Mittelwerte und Standardabweichung der individuellen Gesprächsvariablen des Partners für die Bedingungen konventionelles Beifahrergespräch, Beifahrergespräch ohne Strecken- bzw. ohne Fahrerinfo. Signifikante Effekte sind mit einem Sternchen markiert und werden im Text näher erklärt.

Es kann zusammengefasst werden, dass der Gesprächspartner sowohl als Beifahrer oder auch am Telefon vermehrt Pausen macht und einen Fahrer häufiger unterbricht (verglichen zu einem Kontrollgespräch ohne Fahrt). Es zeigt sich weiterhin, dass der Partner (nur) als Beifahrer öfter spricht, dafür aber kürzer. Stehen ihm als Telefonpartner jedoch zusätzliche Informationen über die Strecke oder den Fahrer zur Verfügung, zeigt sich ein ähnliches Gesprächsmuster wie bei einem Beifahrer. Die ungestörten Äußerungen werden häufiger, dafür ebenfalls kürzer. Entzieht man ihm andererseits Informationen (in der Beifahrersituation), verlängern sich seine Äußerungen und werden insgesamt seltener, so dass sie dem Gesprächsverhalten eines konventionellen Telefongesprächspartners ähneln.

Keinen Einfluss hatte die Manipulation der Informationen auf die Anzahl der Pausen und Unterbrechungen. Beide Variablen stiegen zwar signifikant an, wenn während der Fahrt gesprochen wurde (verglichen zu einem normalen Gespräch ohne Fahrkontext), sie wurden aber durch den unterschiedlichen Zugang zu visuellen Informationen nicht weiter modifiziert.

3.3.5. Subjektive Evaluation

In einem ersten Schritt wurden die subjektiven Fragen auf dieselbe Weise analysiert wie die objektiven Gesprächsvariablen (Vergleich der drei Basisgespräche, sowie der unterschiedlichen Beifahrer- und Telefonsettings). Dabei verdichteten sich die Hinweise darauf, dass sich mögliche Unterschiede im subjektiven Empfinden weniger zwischen Beifahrer- und Telefongesprächen untereinander als vielmehr zwischen

Gesprächssituationen mit bzw. ohne visuelle Streckeninformationen zeigen. Um dies zu bestätigen, wurden neue Durchschnittsvariablen berechnet, die zum einen alle Gesprächsbedingungen mit visuellen Streckeninformationen (konventionelles Beifahrergespräch, Telefongespräch mit Streckeninfo sowie Beifahrergespräch ohne Fahrerinfo), zum anderen alle Bedingungen ohne visuelle Streckeninformation (konventionelles Telefonat, Beifahrergespräch ohne Streckeninfo und Telefongespräch mit Fahrerinfo) enthielten. Mit diesen neuen Variablen, wurden im nächsten Schritt gepaarte T-Test gerechnet. Die Ergebnisse sind in Tab. 21 dargestellt.

Tabelle 21: Ergebnisse der gepaarten T-Test (gegeneinander getestet wurden Mittelwerte aller Bedingungen mit vs. ohne visuelle Streckeninformation) verschiedener subjektiver Fragen. Signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt.

Subjektive Evaluation	Ergebnisse der T-Tests			
	Fahrer		Gesprächspartner	
	T ₍₃₂₎	p	T ₍₃₂₎	p
Verantwortung für eine sichere Fahrt	0.6	.549	3.9	<.001
Fokus Fahren	0.9	.353	10.6	<.001
Fokus Sprechen	1.6	.111	-3.5	<.001
Gefühl der Unterstützung erhalten/gegeben	4.1	<.001	5.4	<.001

Die Ergebnisse zeigen, dass der Fahrer sich mehr von seinem Gesprächspartner unterstützt fühlt, wenn dieser Zugang zu Streckeninformationen hat. Nichtsdestotrotz sei hier vermerkt, dass beide Mittelwerte ($m_{\text{(mit Streckeninfo)}} = 5.7$; $m_{\text{(ohne Streckeninfo)}} = 4.0$) in die Kategorie „Ich fühle mich wenig unterstützt“ fallen. Korrespondierend dazu beurteilt der Gesprächspartner seine Unterstützung für den Fahrer als stärker, wenn er Zugang zu visuellen Streckeninfo ($m = 5.4$; entspricht der Kategorie „habe den Fahrer wenig unterstützt“) hat, verglichen zu Bedingungen ohne Streckeninfo ($m = 3.4$; entspricht der Kategorie „habe den Fahrer sehr wenig unterstützt“). Sieht der Gesprächspartner die Strecke, fühlt er sich verantwortlicher für eine gute Fahrt ($m = 5.4$; verglichen zu $m = 3.9$ ohne Streckenzugang), erhöht seine Konzentration auf die Fahraufgabe ($m_{\text{(mit Streckeninfo)}} = 7.3$ im Vergleich zu $m_{\text{(ohne Streckeninfo)}} = 2.9$), während sich seine Konzentration auf das Gespräch verringert ($m_{\text{(mit Streckeninfo)}} = 10.2$ im Vergleich zu $m_{\text{(ohne Streckeninfo)}} = 11.0$)¹⁴. Die Ergebnisse sind in Abb. 22 grafisch dargestellt.

¹⁴ Trotzdem bedeuten diese Werte für beide Bedingungen immer noch eine hohe Konzentration auf das Gespräch.

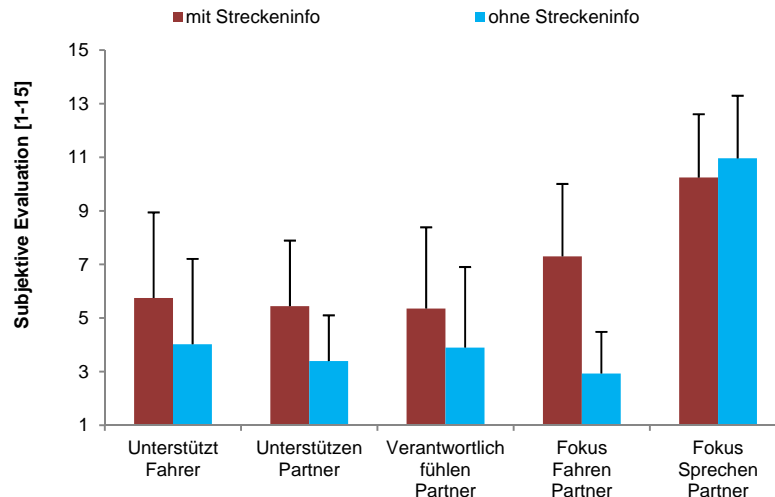


Abbildung 22: Mittelwerte und Standardabweichungen der (signifikanten) Unterschiede in den Fragen zwischen den Bedingungen mit vs. ohne Streckeninformationen.

3.4. Diskussion

Ziel der Studie war es, die Hypothese der Gesprächsmodulation, welche Unterschiede im Sprachverhalten zwischen unterschiedlichen Gesprächssettings (normale Gespräche, verschiedene Beifahrer- sowie Telefongespräche während der Fahrt) postuliert, besser zu verstehen und Ergebnisse früherer Studien zu replizieren. Als weiteres Untersuchungsziel sollten darüber hinaus potentielle Auslösemechanismen identifiziert werden. Aus diesem Grund wurden verschiedene Gesprächsszenarien entwickelt, die sich (1) im Gesprächssetting (Beifahrer- vs. Telefongespräche) und (2) im Zugang zu verschiedenen visuellen Informationen (mit/ohne visuelle Information zur Strecke oder zum Fahrer) unterschieden.

Global betrachtet zeigte sich, dass sowohl der Fahrer als auch der Gesprächspartner sein Gesprächsverhalten in den verschiedenen Szenarien veränderte. Auch hatte der unterschiedliche Zugang zu visuellen Informationen (bzw. der nicht vorhandene Zugang dazu) einen Einfluss auf das Sprachverhalten. Beide Ergebnisse werden im Folgenden separat diskutiert.

Die Analyse des Dialogverhaltens zeigt, dass der Anteil beidseitigen Schweigens zunimmt, sobald gefahren wird. Daraus resultiert, dass Gespräche während der Fahrt weniger kompakt sind, d.h. dass Episoden, in denen gesprochen wird, weniger dicht aufeinander folgen, verglichen zu einem normalen Gespräch. Das scheint vor allem am Fahrer zu liegen, da er sich mehr aus dem Gespräch zurückzieht. Dabei spricht er zwar ungefähr gleich oft

(gleiche Anzahl an Äußerungen), durchschnittlich aber kürzer (kürzere Dauer seiner ungestörten Äußerungen). Dieser Rückzug aus dem Gespräch kommt höchstwahrscheinlich dadurch zustande, dass er sich als Fahrer auf die Fahraufgabe konzentrieren muss, die mentale Ressourcen erfordert, welche dann nicht mehr für das Gespräch zur Verfügung stehen.

In Bezug auf die Modulationshypothese zeigte sich, dass der Gesprächspartner nur in der konventionellen Beifahrerbedingung kürzer spricht, also die Dauer seiner Äußerungen reduziert (vergleichbar zu den Ergebnissen des Fahrers), dafür allerdings häufiger spricht, was der Fahrer nicht tut. Bei einem konventionellen Telefongespräch konnte eine solche Modulation nicht beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass der Effekt spezifisch für die Beifahrerbedingung ist. Diese Beobachtungen stimmen mit früheren Ergebnissen zur Gesprächsmodulation (z.B. Crundall, Bains, Chapman und Underwood (2005)) überein.

Weiterhin zeigte sich, dass der Gesprächspartner sowohl als Beifahrer wie auch am Telefon mehr Pausen macht, verglichen zu einem normalen Gespräch ohne Fahrt. Da sich diese zusätzlichen Pausen in beiden Gesprächssettings zeigen, liegt nahe, dass der Partner sein Gesprächsverhalten weniger aufgrund der vorhandenen oder nicht vorhandenen Streckeninformationen adaptiert, sondern sich vielmehr dem veränderten Verhalten des Fahrers anpasst.

Weiterhin wurde analysiert, ob und inwiefern die Gesprächsmodulation durch den Zugang zu visuellen Strecken- oder Fahrerinformationen beeinflusst wird. Dazu wurden einerseits im Beifahrersetting die visuellen Informationen über Strecke und Fahrer vorenthalten, während man sie andererseits einem Telefonpartner zusätzlich bereitstellte. Dabei ergeben die Ergebnisse ein konsistentes Muster. Werden visuelle Informationen vom Beifahrer ferngehalten, spricht dieser insgesamt seltener, dafür aber länger. Somit ähnelt sein Verhalten stärker dem eines konventionellen Telefonpartners. Stellt man auf der anderen Seite einem Telefonpartner zusätzliche visuelle Informationen zur Verfügung, ändert er sein Verhalten in Richtung eines Beifahrers. So spricht er öfter dafür aber kürzer. Demnach scheinen visuelle Informationen über den Fahrer oder die Fahrsituation eine Voraussetzung dafür zu sein, dass der Gesprächspartner sein Verhalten anpasst.

Interessant ist außerdem, dass die Anzahl der Pausen des Partners nicht durch den Zugang zu visuellen Informationen beeinflusst wird (obwohl es einen klaren Anstieg im Vergleich zum Kontrollgespräch ohne Fahrt gibt). Dies unterstützt die bereits formulierte Annahme, dass der Gesprächspartner die Anzahl seiner Pausen als Adaption zum veränderten Pausenverhalten des Fahrers verändert, und dies unabhängig davon, ob das Gespräch im Fahrzeug oder am Telefon stattfindet. Folglich gibt es einen Adaptionsmechanismus, in welchem der Fahrer

seine Pausen während der Fahrtgespräche erhöht und der Gesprächspartner darauf entsprechend reagiert. Zusätzlich spricht der Fahrer auch kürzer, während der Gesprächspartner dieses Verhalten nur zeigt, wenn er Zugang zu visuellen Informationen (beider Art) hat.

Es lässt sich festhalten, dass beide Gesprächspartner ihr Sprachverhalten modulieren, wahrscheinlich aber aus verschiedenen Gründen. Der Fahrer kompensiert vermutlich die mentalen Anforderungen der Fahraufgabe, während die Veränderungen im Gesprächsrhythmus des Partners vermutlich eher aus den Unterschieden zwischen dem Gesprächssetting resultieren. Es zeigt sich, dass Zugang zu visuellen Informationen beim Telefonpartner dazu führt, dass er sein Sprechverhalten auf gleiche Weise anpasst wie ein Beifahrer im Fahrzeug. Dabei ist interessant, dass diese Modulation sowohl bei zusätzlichen Strecken- als auch bei Fahrerinformationen stattfindet. Bisherige Studien erklärten eine Gesprächsmodulation des Partners hauptsächlich damit, dass er als Beifahrer einen Eindruck über die (mentale) Schwierigkeit der Fahrsituationen hat und so auf Unterschiede in der Streckenschwierigkeit reagieren kann um den Fahrer bestmöglich zu unterstützen. Die Tatsache, dass eine Modulation aber ebenso durch eine Videoübertragung des Fahrers ausgelöst werden kann, scheint diese Erklärung als alleinigen Grund für eine Modulation eher unwahrscheinlich zu machen.

Eine weitere mögliche Erklärung für die Probleme der Telekommunikation während der Fahrt, wurde von Fairclogh, Ashby, Ross und Parkes (1991) vorgeschlagen. Dabei führten die Autoren das Konstrukt der „Psychologischen Distanz“ ein, in welchem die (reine) physische Abwesenheit des Gesprächspartners eine wichtige Rolle für das veränderte Gesprächsverhalten spielt. Für die Unterhaltung ist also vor allem ausschlaggebend, wo sich der Gesprächspartner befindet. Nimmt man diesen Gedanken als Grundlage zur Erklärung unterschiedlicher Sprachmuster, würde dies bedeuten, dass die Wegnahme von visuellen Informationen in einer Beifahrerbedingung keinen Einfluss auf das Gesprächsverhalten von Fahrer und Beifahrer hat, unabhängig davon ob der Beifahrer nun die Strecke oder den Fahrer sehen kann. In der vorliegenden Untersuchung ist aber genau das der Fall. Sowohl die Wegnahme von Strecken- als auch von Fahrerinformationen führte zu einer längeren Äußerungsdauer beider Gesprächspartner, welche mit der eines Telefonpartners vergleichbar ist. So scheint es, dass in Anbetracht der hier vorgestellten Ergebnisse, die Auslösemechanismen der Gesprächsmodulation komplexer und subtiler sind als bisher angenommen.

Für den Verfasser dieser Arbeit scheint das Konzept der Situational Awareness (SA) eine gute Möglichkeit zu sein, das vorgefundene Ergebnismuster umfassend zu erklären.

Überträgt man dieses Konzept auf den Gesprächskontext eines Fahrers und Partners am Telefon, so ist es wahrscheinlich, dass beide ein unterschiedliches Bewusstsein der Situation entwickelt haben. Dadurch, dass einem Gesprächspartner am Telefon nur sehr limitierte Informationen zur Situation zur Verfügung stehen, ist es wahrscheinlich, dass seine SA inadäquat ausgeprägt ist und es dadurch zu Fehlbeurteilungen der Situation kommt. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass das dadurch behoben werden kann, das man dem Sprecher am Telefon zusätzliche Informationen entweder zur Fahrsituation (die ihm helfen die kognitive Beanspruchung des Fahrers besser einzuschätzen) oder über den Fahrer (die ihm helfen sich in Erinnerung zu behalten, das er mit jemandem spricht der gerade Auto fährt) gibt, um seine SA der Situation zu verbessern. Die Tatsache, dass das Sprechverhalten des Fahrers durch die zusätzlichen visuellen Informationen des Telefonpartners nicht beeinflusst wird, macht insofern Sinn, da eine verbesserte SA des Partners keinen Einfluss auf die SA des Fahrers haben sollte. Das gleiche gilt für Gespräche im Fahrzeug. Während einer normalen Beifahrerunterhaltung teilen Fahrer und Beifahrer denselben Grad an Information (beide Gesprächspartner können eine ähnliche SA aufbauen). Entzieht man dem Beifahrer jedoch Streckeninformation, stört man dieses Gleichgewicht. Es scheint zwar unwahrscheinlich, dass der Beifahrer vergisst, dass er sich in einem fahrenden Auto befindet. Doch ohne konstanten Blick auf die Straße könnte das Gespräch für ihn mehr in den Mittelpunkt rücken. Als Konsequenz daraus verlängert sich seine Äußerungslänge (vergleichbar mit der Äußerungslänge eines Telefonpartners). Unterstützt wird diese Interpretation durch den subjektiven Eindruck des Gesprächspartners. Ohne Blick auf die Strecke gibt er an, sich weniger auf die Fahraufgabe zu konzentrieren.

Haben Fahrer und Beifahrer keine Informationen über die Körpersprache des jeweils anderen (wie z.B. in der Bedingung „Beifahrergespräch ohne visuelle Informationen über den Fahrer“, in welcher nicht nur der Beifahrer keinen Blick auf den Fahrer hat, sondern der Fahrer ebenfalls keinen auf seinen Beifahrer) zur Verfügung, könnte es schwieriger werden, das Gespräch angemessen zu koordinieren, was wiederum zu höheren kognitiven Anforderungen führen kann (vgl. dazu Charlton (2009) sowie Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004)). Für diese Hypothese spricht, dass der Fahrer signifikant länger redet, wenn er mit einem Beifahrer spricht, den er nicht sehen kann. Das bekräftigt den Eindruck, dass auch der Fahrer unter diesen Umständen einen größeren Fokus auf das Gespräch legt.

Weiterhin bleiben noch Fragen offen. So ist z.B. nicht klar, ob die Modulation des Telefonpartners (bei zusätzlichen visuellen Informationen) dem Fahrer überhaupt hilft, seine kognitive Beanspruchung zu reduzieren, oder ob die zusätzlichen Informationen dem Partner am Telefon lediglich helfen seine Gesprächskoordination zu vereinfachen. Charlton (2009)

z.B. kommt zu dem Schluss, dass die Möglichkeit, Straße und Verkehr zu sehen, nicht genügt, um einen Grad an Gesprächsmodulation herbeizuführen, der ausreicht, um das Fahren sicherer zu machen. Seine Ergebnisse legen nahe, dass sich das Fahrverhalten bei einem „sehenden“ Telefonpartner und einem Telefonpartner, der sich der Verkehrssituation nicht bewusst ist, nur geringfügig verändert. Dieses Ergebnis stimmt insofern mit den vorliegenden Ergebnissen überein, da auch hier kein Unterschied im Sprechverhalten des Fahrers beobachtet wurde, wenn dem Telefonpartner zusätzliche Informationen zur Verfügung standen. So spielt vielleicht doch die Verantwortung für das Wohlbefinden der Insassen eine wichtigere Rolle für das Unfallrisiko als angenommen.

3.5. Methodenkritik

Ein wesentlicher Kritikpunkt an dieser Studie ist die verbesserungsfähige Herausarbeitung des Zusammenhangs zwischen dem unterschiedlichen Gesprächsverhalten der verschiedenen Settings und dessen tatsächliche Auswirkungen auf das Fahrverhalten. Dies hat zwei Ursachen. Zum einen wurden zu wenig aussagekräftige Fahrparameter analysiert, um eine Aussage über eine Verschlechterung des Fahrverhaltens machen zu können. Weiterhin wurde es versäumt die kognitiv leichten und schwierigen Fahrabschnitte systematisch zu kontrollieren um die verschiedenen Fahr- und Gesprächsparameter danach auszuwerten.

Zur ersten Ursache: Neben dem ausgewerteten Basisfahrverhalten (mittlere Geschwindigkeit sowie SDLP), welches sich vor allem auf die Stabilisierung des Egofahrzeugs (Fahrzeug in dem man sich befindet) bezieht, wäre es sinnvoll weitere Fahrparameter zu berücksichtigen, die sich entweder auf die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern (z.B. Reaktionszeit auf ein plötzlich bremsendes Vorderfahrzeug, der eingehaltene Abstand zum Vordermann usw.) beziehen oder die Fähigkeit zur Navigation widerspiegeln. So ist es z.B. möglich zu zeigen, ob der Fahrer, während er sich unterhält, eine verzögerte Reaktionszeit hat oder einen ungenügenden Sicherheitsabstand zum Vordermann einhält. Zumindest für das Telefonieren konnte dieser Effekt eindeutig nachgewiesen werden (siehe Abschnitt 3.1.2 dieser Arbeit). Interessant wäre an dieser Stelle auch der direkte Vergleich zwischen den unterschiedlichen Beifahrer- und Telefonsettings, also die Frage „Hält der Fahrer auch während eines Beifahrergesprächs weniger Sicherheitsabstand? Und wenn ja, mehr oder weniger verglichen zu einem Telefongespräch?“ Interessant wäre außerdem, ob zusätzliche visuelle Informationen einen Einfluss auf den Sicherheitsabstand haben, oder ob es einen Unterschied in der Anzahl von Navigationsfehlern gibt, wenn man mit einem Beifahrer oder einem Telefonpartner spricht. Die Annahme, dass das Gesprächssetting einen möglichen

Einfluss auf die Navigation hat, wird durch die Studie von Drews, Pasupathi und Strayer (2008) unterstützt, die zeigen konnte, dass Fahrer, die telefonieren sich 4-mal häufiger verfahren als Fahrer, die sich mit einem Beifahrer unterhalten. Auch hier wäre es interessant zu gucken, ob sich die Güte der Navigation ändert, wenn einem Telefonpartner zusätzliche visuelle Informationen zur Verfügung stehen und er den Fahrer dadurch bei der Navigation unterstützen kann. Um die Analyse der Gesprächsvariablen zu vervollständigen, könnte in zukünftigen Studien mehr auf den Inhalt der Gespräche eingegangen werden, um Aussagen darüber zu treffen, wie sich der Gesprächspartner zum Fahrgeschehen äußert. Aufgrund des enormen Aufwands wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet. Von Interesse wäre zudem, weitere Variablen zur Wahrnehmung, Kognition und zum Verhalten des Fahrers zu analysieren wie z.B. die Fähigkeit zum Erkennen von gefährlichen Situationen, das Blickverhalten Fahrers während unterschiedlicher Gesprächssettings, die Erinnerung an relevante Informationen im Straßenverkehr oder die Einhaltung von Verkehrsregeln. Erst durch die Analyse einer Kombination aller Parameter (Variablen zum Egofahrzeug, zur Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern, zur Navigation und Wahrnehmung, Kognition und Verhalten des Fahrers) wäre es möglich, umfassende Aussagen über Verschlechterungen des Fahrverhaltens zu machen.

Auch können im Rahmen dieser Studie keine Aussagen darüber gemacht werden, inwiefern sich das Fahr- und Gesprächsverhalten beider Partner abhängig von der Streckenkomplexität verändert, da die kognitiv leichten und schwierigen Fahrabschnitte nicht systematisch kontrolliert wurden. Interessant für zukünftige Studien wäre es daher, zu prüfen, wie sich erstens bestimmte Gesprächs- (z.B. Gesprächspausen) und Fahrparameter (z.B. die Reaktionszeit auf bestimmte Stimuli) abhängig von der Streckenschwierigkeit verändern und zweitens, ob zusätzliche visuelle Informationen einen Effekt auf diese Veränderung haben.

Weiterhin soll noch kurz auf die Fahraufgabe eingegangen werden. Ziel dieser Studie war es, eine durchschnittliche Fahrt zu simulieren. Dazu wurde zwar eine Strecke mit unterschiedlich komplexen Anforderungen an den Fahrer entwickelt (z.B. unterschiedlich komplexe Landstraßenabschnitte im Vergleich zu einem belebteren Stadtkurs). Nicht aber wurden mental stark beanspruchende Fahrmanöver in die Fahraufgabe integriert (wie z.B. Linksabbiegen an einer unübersichtlichen Kreuzung oder Einparken an einer verkehrsreichen Straße). Daher wäre es wichtig zu untersuchen, ob solche stark mental beanspruchenden Fahrmanöver das Gesprächs- und Fahrverhalten in den unterschiedlichen Gesprächssettings gleichermaßen beeinflussen und zweitens, ob (und wenn ja wie stark)

beanspruchende Fahrmanöver den Einfluss zusätzlicher visueller Informationen auf die Gesprächsmodulation auf irgendeine Weise modifizieren.

4. Wie wirken sich emotionale Gespräche auf das Fahrverhalten aus? Lenken sie den Fahrer stärker ab?

In der vorherigen Studie wurde gezeigt, inwieweit die Beanspruchung durch die Fahraufgabe und ein Gespräch interferieren und dass eine Anpassung des Gesprächsverhaltens es dem Fahrer erleichtern kann, beide Aufgaben effektiv und sicher gleichzeitig auszuführen. Wie oben dargestellt, stellen aber nicht-kognitive Faktoren wie Emotion oder Motivation eine weitere wesentliche Einflussgröße dar, die allerdings auf andere Weise das Fahrverhalten beeinträchtigt. Gespräche, die Emotionen auslösen, können dazu führen, dass sich die Aufmerksamkeit des Fahrers weg von der Fahraufgabe hin zur Gesprächssituation verschiebt. Dieser Überlegung wird mit der dritten Studie nachgegangen.

Wichtig dabei ist zu erwähnen, dass zu dieser Thematik sehr wenige Befunde vorliegen und dass die folgende Studie daher als ein erster Versuch zu werten ist, die Auswirkung von emotionalen Gesprächen besser zu verstehen.

4.1. Hintergrund und Fragestellung

Wie schon erwähnt ist die Befundlage zum Thema „Ablenkung durch emotionale Gespräche während der Fahrt“ sehr schwach. Aus diesem Grund werden in diesem Abschnitt zunächst allgemeine Befunde zu Gesprächen während der Fahrt dargestellt, um im Anschluss daran mögliche Ursachen für eine unterschiedliche Aufmerksamkeitsverteilung während emotionaler Gespräche vorzustellen. Darauf folgen allgemeine Befunde zu Emotionen im Straßenverkehr sowie die Ableitung der Fragestellung.

Dass Gespräche während der Fahrt ablenkend wirken, ist seit längerem bekannt. Unzählige Studien haben sich bereits dem Thema „Telefonieren am Steuer“ angenommen. Eine wesentliche Erkenntnis dieser Studien ist, dass nicht nur die manuelle Bedienung eines Mobiltelefons zu einer Verschlechterung des Fahrverhaltens führt (z.B. verschlechterte Spurhaltung, schlechtere Geschwindigkeitskontrolle), sondern gerade das Gespräch selbst kognitive Ressourcen bindet, die von der Fahraufgabe abgezogen werden (zur theoretischen Einbettung siehe Abschnitt 2.1.3 dieser Arbeit). Eine typische Folge zusätzlicher mentaler Beanspruchung während der Fahrt sind verlängerte Reaktionszeiten auf unvorhergesehene Ereignisse (siehe Horrey und Wickens (2006)).

Die Anforderungen an den Fahrer steigen also bei Anwesenheit von Beifahrern, insbesondere durch sprachliche Kommunikation. Nun kann der Fahrer, der sich in einem

Gespräch mit dem Beifahrer befindet, den Ressourcenbedarf aber durchaus beeinflussen. Möglich ist dies indem er z.B. die Primäraufgabe vereinfacht, also z.B. langsamer fährt (Ellinghaus und Schlag (2001); Charlton (2009)) oder bei wachsender Anforderung an die Fahrsituation das Gespräch anpasst oder gar ganz unterbricht (Ellinghaus und Schlag (2001)). In der Tat kann man beobachten, dass Fahrer und Beifahrer ihr Sprechverhalten den situativen Anforderungen der Strecke anpassen. Dieses Verhalten, auch als Gesprächsmodulation bekannt (Gugerty, Rakauskas und Brooks (2004)) und in Abschnitt 3 dieser Arbeit ausführlich behandelt, äußert sich z.B. in einer Reduktion der Gesprächskomplexität (messbar als Anzahl der Silben pro Wort) oder einer Gesprächsunterdrückung (messbar als Anzahl von Gesprächspausen innerhalb geschlossener Äußerungen) bei steigenden kognitiven Anforderungen der Fahrsituation. Auch werden vermehrt situationsbezogene, helfende Äußerungen durch den Beifahrer getätigt, die den Fahrer in seinen Handlungen unterstützen sollen (Drews, Pasupathi und Strayer (2008); Charlton (2009)). Es scheint also so zu sein, dass obwohl das Gespräch Ressourcen der Fahraufgabe bindet, Fahrer wie Beifahrer weiterhin die Fahraufgabe als Primäraufgabe betrachten und durch Kompensationsverhalten sicherstellen, dass sie gefahrlos fortgeführt werden kann. Was aber passiert, wenn die Gesprächsinhalte emotional involvierend werden? Nicht selten entstehen Konflikte im Alltag, die im Fahrzeug fortgesetzt werden. Auch die Fahrt selbst liefert öfters Grund zum Streiten, beispielsweise wenn der Beifahrer Anmerkungen zum Fahrstil des Fahrers äußert (Ellinghaus und Schlag (2001)). Entwickelt sich ein emotional neutrales Gespräch zu einem emotional involvierenden Streit, kann es sein, dass dadurch vermehrt kognitive Ressourcen von der Fahraufgabe abgezogen werden. Laut Lee ((2006), siehe Abschnitt 1 dieser Arbeit) ist es möglich, dass emotionale Stimuli unbewusst verarbeitet werden und so Aufmerksamkeitsressourcen auf sich ziehen, ohne dass der Fahrer etwas davon bemerkt. Aus diesem Grund ist es möglicherweise nicht mehr gewährleistet, dass der Fahrer diese zusätzliche Ablenkung aktiv kompensiert. Die Folgen können Störungen im Fahrverhalten (Vollrath (2007)) sein. Um nun in einem ersten Schritt zu zeigen, wie genau sich ein emotionaler Gesprächsverlauf von einem emotional-neutralen Verlauf unterscheidet, wird im Folgenden die Untersuchung (LOGOPORT) von Krüger und Vollrath (1996) vorgestellt.

Zur Klärung dieser Frage untersuchten die Autoren verschiedene Gesprächsverläufe unterschiedlicher emotionaler Valenz in Hinblick auf ihren Gesprächsrhythmus (z.B. Anzahl und mittlere Dauer der Sprechakte und Pausen) und Dialogverlauf (z.B. Turn-taking, Anzahl und Dauer von Isolierten- und Wechselpausen, ungestörtes sowie gleichzeitiges Sprechen oder erfolgreiche und nicht-erfolgreiche Unterbrechungen). Dabei fanden sie Unterschiede im Gesprächsrhythmus während intimer Unterhaltungen verglichen zum emotional-neutralen

Smalltalk. Während eines vertrauten Gesprächs kann ein Gesprächspartner längere Zeit ungestört reden (längere ununterbrochene Redezeit), während der Partner zusätzlich längere Zeit abwartet, bis er das Gespräch übernimmt (längere Übernahmepausen). Der Schwerpunkt wird also auf das Zuhören gelegt. Anders verhält es sich beim Streitgespräch. Hierbei verfolgt ein Gesprächsteilnehmer vornehmlich das Ziel seinen Gesprächspartner zu unterbrechen. So ist es einem Gesprächsteilnehmer während eines Streits (ebenfalls im Vergleich zu einer Smalltalk-Bedingung) seltener und durchschnittlich kürzer möglich, ungestört zu sprechen, da der Gesprächspartner öfters dazwischen redet und es so häufiger zum Double Talk kommt. Auch ist es einem Gesprächsteilnehmer nicht möglich, längere Pausen während seiner Argumente zu machen, da sein Partner das Gespräch schneller übernimmt. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass ein emotional-involvierendes Gespräch eine zeitlich eher unflexible Sprachstruktur aufweist, die es dem Fahrer (und auch dem Beifahrer) nicht mehr ermöglicht, das Sprechverhalten den Bedürfnissen der Fahrsituation anzupassen. Das Streiten wird zur Hauptaufgabe. Die Folge ist eine Verschlechterung des Fahrverhaltens, dass nun keine Priorität mehr genießt. Leider ist, wie schon erwähnt, die empirische Befundlage von Einflüssen emotionaler Kommunikation auf das Fahrverhalten eher spärlich. Eine Ausnahme bietet die Studie von Reiß (1997), in welcher er sich der Folgen emotionaler Gespräche auf das Fahrverhalten im Rahmen seiner Dissertation annahm.

Dazu untersuchte der Autor die Auswirkungen von Streit- und Smalltalk-Gesprächen verglichen zu einer Kontrollbedingung (mit anwesendem Beifahrer aber ohne ein Gespräch zu führen). Dafür wurden im Fahrsimulator Innerortsfahrten (geringe Geschwindigkeit, viele Hindernisse) und freie Fahrstrecken (höhere Geschwindigkeiten, weniger Hindernisse) nachgestellt. Im Innerortsbereich zeigte sich für beide Gesprächstypen ein erhöhtes Unfallrisiko im Vergleich zu gesprächsfreien Fahrten. Während freier Fahrten führte nur das Streitgespräch zu einer verschlechterten Fahrleistung, was darauf zurückgeführt werden kann, dass es die Fahrer in dieser Bedingung versäumten die Geschwindigkeit zu reduzieren und somit nicht in der Lage waren, den Abzug wichtiger Ressourcen von der Fahraufgabe zu kompensieren. Eine weitere Interpretation der Ergebnisse war, dass sich durch den Streit entstehende Aggressionen auf das Fahrverhalten übertragen haben könnten (Vollrath (2007)). Dass dies durchaus möglich ist, zeigt eine Reihe von einschlägigen Befunden (im Realverkehr, in der Simulation, in Befragungen sowie Tagebuchstudien) zum Thema „Allgemeine Emotionen im Straßenverkehr“, welche einen Zusammenhang zwischen wütenden, ärgerlichen und aggressiven Autofahrern (Aggressivität definiert als Emotion, nicht als Persönlichkeitsvariable) mit einer generell erhöhten Durchschnittsgeschwindigkeit, vermehrten Geschwindigkeitsübertretungen, stärkerer Beschleunigung nach Behinderungen,

vermehrtes Überfahren roter Ampeln und einer generell rücksichtsloseren Fahrweise (Mesken, Hagenzieker, Rothengatter und de Waard, (2007); Stephens und Groeger (2006); Ellison-Potter, Bell und Deffenbacher (2001); Garrity und Demick (2001); Arnett, Offer und Fine (1997)) aufzeigen konnten.

Aber auch die Folgen weiterer Emotionen wurden untersucht. So werden ängstliche Fahrer mit erhöhter Risikowahrnehmung und einer daraus resultierenden vorsichtigeren Fahrweise in Verbindung gebracht (Mesken, Hagenzieker, Rothengatter und de Waard, (2007)), aber auch mit vermehrten Fahrfehlern, die durch Unsicherheit entstehen (Appel, Blomkvist, Persson und Sjöberg (1980)). Auch Fröhlichkeit und Traurigkeit am Steuer können zu Geschwindigkeitsreduktion und Verschlechterungen in der Spurhaltung führen (Pêcher, Lemerrier und Cellier (2009)).

Gemeinsam haben diese Studien (mit Ausnahme von Pêcher, Lemerrier und Cellier (2009)), dass die untersuchten Emotionen, wenn überhaupt, durch Ereignisse außerhalb des Fahrzeugs ausgelöst wurden und nicht durch eine Interaktion im Fahrzeug, wie es bei Reiß (1997) der Fall war. Um diese Befundlage zu vergrößern, soll die folgende Studie einen Beitrag zum Thema „Einfluss der emotionalen Kommunikation zwischen Fahrer und Beifahrer auf das Fahrverhalten“ leisten. Dabei soll untersucht werden, inwiefern sich emotionale Gespräche, die nicht aufgrund der Fahrsituation selbst, sondern des Gesprächsinhalts entstehen, auf die Aufmerksamkeitsverteilung zwischen primärer Fahr- und sekundärer Gesprächsaufgabe auswirken. Dafür werden die emotionalen Zustände Ärger und Freude untersucht. Die resultierenden Fahrleistungen werden mit denen eines emotional-neutralen Smalltalk-Gesprächs verglichen.

4.2. Methode

4.2.1. Fahraufgabe

Als Fahraufgabe wurde in diesem Experiment ebenfalls die LCT verwendet. Zur näheren Beschreibung der LCT siehe Abschnitt 2.2.1 dieser Arbeit.

4.2.2. Nebenaufgaben

Die Nebenaufgabe in dieser Untersuchung bestand in der Durchführung emotional-involvierender Beifahrergespräche. Zur Induktion der entsprechenden emotionalen Zustände wurde eine Abwandlung der Story Mood Induction Procedure (MIP) in Kombination mit der Imagination MIP verwendet, da sich diese Methoden in der experimentellen Emotionspsychologie als besonders geeignet erwiesen haben (Gerrards-Hesse, Spies und

Hesse (1994)). Bei der Story MIP hören Pbn eine Erzählung, die eine bestimmte Emotion hervorrufen soll. Diese Methode ist besonders effektiv, wenn Pbn zusätzlich die explizite Instruktion erhalten, sich in diese Situation hinein zu versetzen. Die Imagination MIP fordert die Pbn auf, ein Ereignis zu erinnern, welches bei ihnen in der Vergangenheit eine bestimmte Emotion verursacht hat. Pbn in dieser Untersuchung erhielten eine vorgeschriebene Situation, in die sie sich hineinversetzen sollten. Dabei konnten sie ähnliche Erfahrungen aus ihrer Vergangenheit mit einbeziehen. Beifahrer und Fahrer erhielten hierfür jeweils unterschiedliche Situationsbeschreibungen, die kompatibel miteinander waren. Im Folgenden sollten sie während der Fahraufgabe versuchen, sich mit der anderen Person zu unterhalten, als würden sie sich in der entsprechenden Situation befinden. Die Situationsbeschreibung beinhaltete auch die Autofahrt selbst.

Ärger wurde durch ein Streitgespräch induziert, bei dem der Wohnungsputz Thema war. Die Situationsbeschreibung der Pbn war so verfasst, dass sich beide im Recht fühlten und sich daher in der Diskussion auf keinen Kompromiss einigen, sondern ihren Standpunkt durchsetzen sollten. Eine freudige emotionale Reaktion sollte durch ein Flirtgespräch erreicht werden. Hierbei sollten sich die Pbn gegenseitiges Interesse signalisieren und nach Möglichkeit ein späteres Treffen vereinbaren. Ein Smalltalk-Gespräch diente als neutrales Kontrollgespräch, bei dem sich die Pbn über möglichst emotional unverfängliche Themen unterhalten sollten.

Um zu überprüfen inwieweit die Gespräche auch die gewünschten emotionalen Reaktionen ausgelöst haben, wurde nach jeder Bedingung ein Fragebogen ausgefüllt, welcher verschiedene emotionale Aspekte abfragte.

4.2.3. Abhängige Variablen

4.2.3.1. Fahrvariablen

Zur Analyse des Fahrverhaltens wurden zum einen die mittlere Abweichung von der Idealspur, die SDLP, sowie die Reaktionszeit auf plötzlich auftauchende Wechselschilder aufgezeichnet. Eine nähere Erklärung dieser Variablen sowie deren Bedeutung ist im Abschnitt 2.2.3.1 dieser Arbeit zu finden.

4.2.3.2. Subjektive Bewertungen

Nach jedem durchfahrenen Durchgang füllten die Pbn einen Fragebogen zur Einschätzung ihrer subjektiv erlebten emotionalen Reaktion (Ärger oder Freude) aus. Um ein objektives Maß für die persönlich empfundene Involviertheit in das Gespräch zu erhalten, wurde

weiterhin nach dem empfundenen Stress gefragt. Zusätzlich wurden die Pbn befragt, wie stark sie eine Ablenkung von der Fahraufgabe empfunden haben bzw. wo ihrer Einschätzung nach ihr Aufmerksamkeitsfokus lag. Mit Ausnahme des Ratings zum Aufmerksamkeitsfokus wurden alle Fragen mithilfe der bekannten 15-Punkte-Skala nach Heller (1992) durchgeführt (für eine detaillierte Erklärung siehe Abschnitt 2.2.3.3 dieser Arbeit). Für diese Studie wurde eine zusätzliche Kategorie eingeführt, in der die Pbn angeben konnten ob sie die gefragte emotionale Reaktion überhaupt empfunden haben. Um den subjektiv empfundenen Aufmerksamkeitsfokus festzuhalten, wurden die Pbn nach jedem Durchgang gebeten eine der drei folgenden Kategorien zu wählen: "Mein Aufmerksamkeitsfokus galt überwiegend der (1) Fahraufgabe, (2) dem Gespräch und (3) beidem gleich."

4.2.4. Probanden

An der Untersuchung nahmen insgesamt 12 Versuchspersonenpaare teil. Davon musste ein Versuchspaar aufgrund unrealistischer Daten von der Auswertung ausgeschlossen werden. Von den 11 verbleibenden Fahrern waren 5 männlich und 6 weiblich. Das Alter der Fahrer lag bei durchschnittlich 23 Jahren (mit einer Standardabweichung von 5 Jahren). Von den 11 Beifahrern waren 3 männlich und 8 weiblich bei einem durchschnittlichen Alter von 24 Jahren (mit einer Standardabweichung von 8 Jahren). Alle Pbn waren Studenten der Technischen Universität Braunschweig und kannten sich vor Beginn des Experiments. Alle Teilnehmer waren zum Zeitpunkt des Versuchs nüchtern und hatten bis kurz vor Beginn des Experiments weder Koffein oder Nikotin konsumiert.

4.2.5. Versuchsdesign

Für dieses Experiment wurde ein Within-Subject-Design verwendet, bei dem jedes Versuchspaar jede verbale Interaktion (Streit, Flirt und Smalltalk) durchlief, während es die LCT fuhr. Die Reihenfolge der unterschiedlichen Gesprächstypen wurde mit der Hilfe eines Lateinischen Quadrats ausbalanciert.

4.2.6. Versuchsdurchführung

Nachdem die Pbn begrüßt wurden, wurden sie schriftlich über die Durchführung der LCT instruiert. Nach Durchlesen der Instruktion erklärte der VL die Fahraufgabe noch mal, um sicherzustellen, dass sie richtig verstanden wurde. Danach folgten die Trainingsrunden. Aus früheren Studien (Huemer und Vollrath (2009)) ist bekannt, dass sich nach Abschluss von

sechs Trainingsrunden keine wesentliche Verbesserung der Fahrleistung mehr zeigt. Aus diesem Grund wurde die letzte Trainingsrunde als Kontrollbedingung „Fahren ohne verbale Kommunikation“ gewertet. Im Anschluss daran begannen die experimentellen Bedingungen. Dafür erhielten die Pbn schriftliche Informationen bzw. ein Skript für die einzelnen Gesprächssituationen. Um sich in die gewünschten Situationen hineinzusetzen, hatten die Pbn mehrere Minuten Zeit. Danach startete die Pbn mit den experimentellen Bedingungen. Währenddessen stellte der VL sicher, dass das Gespräch nicht verstummte. Nach jedem durchfahrenen Durchgang füllten die Pbn den subjektiven Fragebogen aus, was ca. 2 min dauerte. Es wird angenommen, dass diese Zeit ausreicht um die zuvor induzierte Emotion der vorherigen Bedingungen soweit abzuschwächen, dass sie nicht auf die nächste Bedingung übertragen wird. Insgesamt dauerte das gesamte Experiment 1 – 1.5 Stunden. Nach Beendigung der letzten Bedingungen wurden die Pbn vergütet und es wurde ihnen für ihre Teilnahme gedankt.

4.3. Ergebnisse

Da die Studie darauf abzielt, mögliche Effekte durch emotionale Gespräche (und deren Auswirkungen auf die Aufmerksamkeitsverteilung) auf das Fahrverhalten zu untersuchen, wurde im ersten Schritt überprüft ob die Induktion einer emotionalen Reaktion erfolgreich war. Zu diesem Zweck wurden die subjektiven Bewertungen des Fahrers analysiert, welche im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

4.3.1. Manipulationscheck und Subjektive Bewertungen

Zur Überprüfung einer erfolgreichen Emotionsinduktion wurde eine einfaktorielle MANOVA mit Messwiederholung gerechnet. Als unabhängige Variable ging der Gesprächstyp (Streit- und Flirtgespräch sowie Smalltalk), als abhängige Variablen gingen die verschiedenen Fragen zum Gefühlszustand in die Analyse mit ein. Dabei zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt des Gesprächstyps ($F(8, 30) = 9.4, p < .001$). Im Anschluss an die MANOVA wurden separate einfaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung für die einzelnen Fragen berechnet. Die Ergebnisse wurden (wo nötig) Greenhouse-Geisser-korrigiert (Greenhouse und Geisser (1959)).

Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede sowohl für das Empfinden von Freude ($F(2, 20) = 5.9, p < .001$), als auch von Ärger ($F(2, 20) = 24.7, p < .001$) und Stress ($F(2, 20) = 10.1, p = .001$). Im Anschluss daran wurden wiederum paarweise Vergleiche berechnet. Die

Ergebnisse der Emotionsbewertungen für die verschiedenen Gesprächstypen sind in Abb. 23 dargestellt.

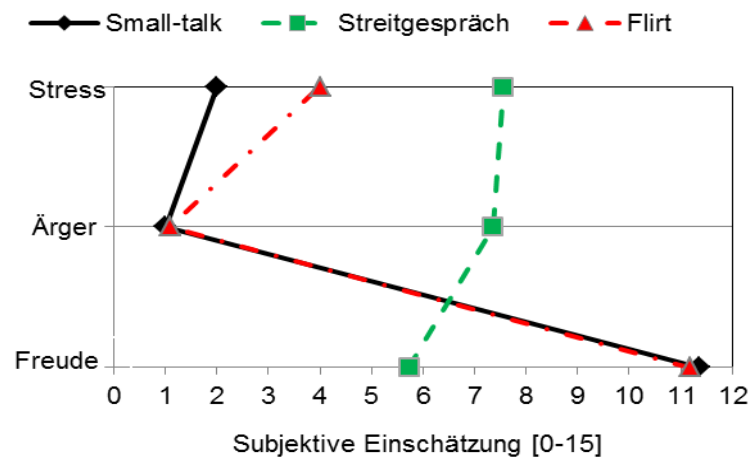


Abbildung 23: Subjektive Einschätzung des empfundenen Stress, Ärger und der empfundenen Freude für die Gesprächsbedingungen Smalltalk, Streit und Flirt.

Die Pbn beurteilten ihren subjektiv empfundenen Ärger während des Streitgesprächs als signifikant höher im Vergleich zu einem Flirt oder Smalltalk, welche sich nicht voneinander unterschieden. Für die empfundene Freude zeigten sich keine Unterschiede zwischen der Flirt- und der Smalltalk-Bedingung. Die Bewertungen beider Bedingungen waren allerdings signifikant höher im Vergleich zum Streitgespräch. Der empfundene Stress unterschied sich zwischen allen drei Bedingungen signifikant. Während eines Streits bewerteten die Pbn ihr Stresslevel am höchsten, gefolgt von der Flirtsituation und dem Smalltalk. Weiterhin zeigten sich signifikante Unterschiede im subjektiven Aufmerksamkeitsfokus für die drei Gesprächsbedingungen ($F(2, 20) = 5.9, p < .001$). Sowohl beim Streiten ($p = .012$) als auch beim Flirten ($p = .016$) berichteten die Pbn eine signifikant größere Ablenkung verglichen zur Small-Talk-Bedingung. Keine Unterschiede zeigten sich zwischen dem Streit und dem Flirt. Ein ähnliches Ergebnis ergab sich für den Aufmerksamkeitsfokus. So berichteten die Pbn ihre Aufmerksamkeit verstärkt auf das Gespräch gelenkt zu haben, wenn sie gestritten oder geflirtet haben (siehe Tab. 22). Im Gegensatz dazu zeigt sich für das Small-Talk-Gespräch ein eher geteilter Fokus der Aufmerksamkeit.

Tabelle 22: Subjektive Einschätzung des Aufmerksamkeitsfokus für die unterschiedlichen Gesprächsbedingungen.

	Aufmerksamkeitsfokus in %		
	Fahren	Gespräch	geteilt
Smalltalk	18	27	55
Streit	18	64	18
Flirt	18	46	36

4.3.2. Fahrvariablen

Zur Analyse des Fahrverhaltens wurde ebenfalls eine einfaktorielle MANOVA mit Messwiederholung für die unterschiedlichen Gesprächsszenarien (Streit, Ärger, Flirt) und einer zusätzlichen Kontrollbedingung ohne Gespräch berechnet. Als abhängige Variablen gingen die mittlere Abweichung von der Idealspur, die SDLP sowie die Reaktionszeit in die Berechnung ein. Nachdem sich ein signifikanter Haupteffekt zeigte ($F(9, 90) = 2.0, p < .046$), wurde für jede abhängige Variable eine separate ANOVA mit Messwiederholung berechnet und (wo sinnvoll) anschließende paarweise Vergleiche durchgeführt. Dabei zeigte sich ein signifikanter Effekt der SDLP ($F(3, 30) = 4.1, p < .014$). Keine Unterschiede zeigten sich für die mittlere Abweichung von der Idealspur, sowie der Reaktionszeit. Während der Spurhaltephasen der LCT, erhöhte sich die SDLP während des Flirts signifikant verglichen zu den anderen Bedingungen (siehe Abb. 24), welche sich nicht voneinander unterschieden.

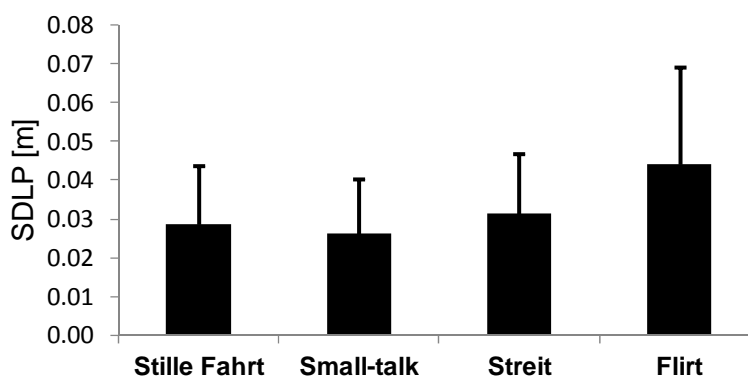


Abbildung 24: Mittelwerte und Standardabweichung der SDLP für die unterschiedlichen Gesprächsbedingungen.

4.4. Diskussion

Das Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob ein emotionales Gespräch (die emotionale Reaktion war entweder Wut oder Freude) während der Fahrt mehr Aufmerksamkeit auf sich zieht als ein emotional neutrales Gespräch. Weiterhin wurde analysiert, ob sich dadurch Verschlechterungen im Fahrverhalten nachweisen lassen. Um verschiedene emotionale Fahrer-Beifahrer-Gespräche herbeizuführen, wurden die Pbn instruiert, sich in bestimmte Situationen zu versetzen und sich über bestimmte Themen zu unterhalten. Nach jeder Unterhaltung wurden sie gebeten, unterschiedliche emotionale Reaktionen (z.B. Wut oder Freude) in ihrer Ausprägung zu bewerten. Die emotionalen Gespräche wurden dabei zum einen mit einer emotional neutralen Smalltalk-Bedingung, zum anderen mit einer Kontrollfahrt verglichen, in der ein Beifahrer anwesend war, jedoch kein Gespräch geführt wurde. Die Ergebnisse der subjektiven Beurteilung zeigen, dass die Induktion der emotionalen Reaktion erfolgreich war. Die Pbn berichteten höhere Ärger- sowie Stresswerte während eines Streits verglichen zu allen anderen Bedingungen. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die durchschnittlichen Bewertungen (auf einer von 15-Punkte-Skala) bei lediglich sieben Punkten lagen. Das entspricht einem mittleren Ausmaß an Wut bzw. Stress.

Entgegen der Hypothese, empfanden die Pbn sowohl beim Flirten als auch während des Small-Talk-Gesprächs ein verstärktes Gefühl der Freude (jeweils durchschnittlich 11 Punkte). Ursache für diese Übereinstimmung ist möglicherweise die Tatsache, dass positive Gefühle generell schwieriger zu induzieren sind als negative (für eine Übersicht zur Erzeugung von Emotionen siehe z.B. Gerrards-Hesse, Spies und Hesse (1994); Hagemann et. al. (1999); Hewig et. al. (2005)). Ein Grund dafür könnte sein, dass die menschliche Grundstimmung eher positiv als negativ angelegt ist und es deshalb schwieriger ist Menschen, die von vornherein positiv gestimmt sind, noch positiver zu stimmen. Weiterhin zeigten sich Unterschiede im Stressempfinden zwischen der Flirt- und der Smalltalk-Bedingung. So fühlten sich die Pbn während des Flirtens gestresster als beim Smalltalk. Das stärkere Stressgefühl beim Flirten wird vom Autor als Indikator dafür angesehen, dass die beabsichtigte emotionale Involviertheit in das Flirtgespräch erreicht wurde. Diese Involviertheit entsteht möglicherweise aus einem sozialen Bedürfnis heraus, die eigene Person beim Flirten in ein positives Licht zu stellen, um auf diese Weise einen guten Eindruck zu hinterlassen. Das wiederum kann zu einem stärkeren Gefühl von Aufregung und Stress führen, was sich weiterhin auf die Aufmerksamkeitsverteilung von der primären Fahraufgabe hin zum Gespräch auswirken könnte.

Um im nächsten Schritt die Effekte emotionaler Gespräche auf das Fahrverhalten zu analysieren, wurden verschiedene Fahrparameter gemessen, darunter die mittlere

Abweichung von der Idealspur, die SDLP sowie die Reaktionszeit bei einem Spurwechsel. Verglichen zu einer Kontrollfahrt zeigten sich keine Verschlechterungen im Fahrverhalten während des Small-Talk-Gesprächs. Weiterhin gaben die Pbn an, ihren Aufmerksamkeitsfokus gleichermaßen auf die primäre Fahraufgabe sowie das sekundäre (Small-Talk-)Gespräch verteilt zu haben. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass emotionale neutrale Gespräche während der Fahrt zu keinen spürbaren Verschlechterungen des Fahrverhaltens führen. Das liegt möglicherweise darin begründet, dass die Fahrer sich der kognitiven Anforderungen eines Gesprächs bewusst sind und auf Grund dessen in der Lage diese zu kompensieren.

Dagegen konnte ein Effekt auf das Fahrverhalten während der Flirtbedingung identifiziert werden. Beim Flirten fühlten sich die Pbn zum einen stärker von der Fahraufgabe abgelenkt, zum anderen beurteilten sie ihren Aufmerksamkeitsfokus beim Flirten stärker zum Gespräch hin. Korrespondierend dazu zeigt sich ein Anstieg der SDLP, welcher ein Indikator für eine verschlechterte Spurhaltung ist. Wie schon erwähnt, könnte ein möglicher Grund dafür sein, dass die Pbn während des Flirtens ein stärkeres Bedürfnis haben sich in einem guten Licht darzustellen, um so einen positiven Eindruck zu hinterlassen. Eine Möglichkeit dies zu erreichen, ist es verstärkten Blickkontakt zu seinem Gesprächspartner zu suchen.

Dieses potentielle Wegschauen von der Straße (inklusive möglichem Gestikulieren zum Gesprächspartner hin) könnte zu zusätzlicher visueller und/oder manueller Ablenkung führen und damit zu einer Verschlechterung der Spurhaltung.

Entgegen der Erwartungen zeigte sich keine Verschlechterung des Fahrverhaltens während eines Streitgesprächs (im Vergleich zur Small-Talk-Bedingung), obwohl die Pbn angaben, ihren Aufmerksamkeitsfokus während des Streits überwiegend auf das Gespräch gerichtet zu haben. Ebenfalls gaben sie an, sich signifikant stärker von der Fahraufgabe abgelenkt gefühlt zu haben. Eine Erklärung für das Ausbleiben von Verschlechterungen im Fahrverhalten knüpft ebenfalls an den Blickkontakt des Fahrers an. Während dieser beim Flirten den Blickkontakt seines Partners möglicherweise sucht, wäre es möglich, dass er ihn während eines Streits aktiv vermeidet. Auf diese Weise würde er weiterhin überwiegend auf die Straße schauen und dadurch eine zusätzliche visuelle Ablenkung vermeiden. Um diese Hypothesen zu validieren, wäre es wichtig in zukünftigen Untersuchungen Blickdaten beider Gesprächspartner zu analysieren um herauszufinden, ob Unterschiede im Blickverhalten zwischen Flirt- und Streitgesprächen vorhanden sind.

Ein weiterer möglicher Grund für das Ausbleiben einer Verschlechterung im Fahrverhalten während eines Streitgesprächs könnte die Intensität der induzierten Gefühle sein. Zwar gaben die Pbn an, signifikant mehr Ärger während des Streits empfunden zu haben als in allen anderen Bedingungen. Dieses Gefühl war aber insgesamt betrachtet lediglich moderat

ausgeprägt und somit u. U. nicht ausreichend um eine Verschlechterung des Fahrverhaltens herbeizuführen. Eine Möglichkeit die Intensität der emotionalen Reaktion während eines Gesprächs zu verstärken, wäre es z.B. bei Paaren, die sich gut kennen, gezielt zu recherchieren welche Themen besondere Streitpunkte darstellen und nicht pauschal eine Streitsituation vorzuschlagen, in die sich u. U. nicht alle Versuchsteilnehmer gleichermaßen hineinversetzen können. Natürlich müsste bei so einem Vorgehen darauf geachtet werden, die Pbn nach dem Versuch derart zu betreuen, dass Auswirkungen des Streitgesprächs möglichst minimiert sind.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass diese Studie erste Hinweise bezüglich möglicher Ablenkungseffekte durch emotionale Gespräche beim Fahren und deren Auswirkungen auf das Fahrverhalten gibt. Dabei war es weniger beabsichtigt herauszuarbeiten, wie genau die emotionale Reaktion die Gesprächsparameter verändert, sondern vielmehr zu analysieren, ob zusätzliche Aufmerksamkeitsressourcen für emotionale Gespräche benötigt werden bzw. eine stärkere Verteilung der Aufmerksamkeit hin zu emotionalen Gesprächen stattfindet. Insbesondere die subjektive Beurteilung des Aufmerksamkeitsfokus (verstärkte subjektive Aufmerksamkeit auf die emotionalen Gespräche) deutet an, dass dies möglich ist. Dabei scheint es, als ob die Art (z.B. visuell und/oder manuell) und der Effekt der Ablenkung von der Valenz (z.B. Wut oder Freude) der emotionalen Reaktion abhängen. Die Annahme, dass vermehrter Blickkontakt während des Flirtens zu einer zusätzlichen visuellen Ablenkung führt, sollte anhand weiterer Studien vor allem in Hinblick auf das Blickverhalten der Gesprächspartner untersucht werden.

4.5. Methodenkritik

Hauptkritikpunkt an dieser Studie ist die verwendete Fahraufgabe, die LCT. Es ist zu überlegen, ob komplexere Fahraufgaben besser geeignet sind, um die Auswirkungen von Ärger auf das Fahrverhalten abzubilden. Viele Studien (darunter Mesken, Hagenzieker, Rothengatter und de Waard, (2007); Stephens und Groeger (2006); Ellison-Potter, Bell und Deffenbacher (2001); Garrity und Demick (2001); Arnett, Offer und Fine (1997)) konnten zeigen, dass eine der häufigsten Auswirkungen von Ärger auf das Fahrverhalten Geschwindigkeitsübertretungen sind, d.h. wütende Autofahrer fahren zu schnell. Die verwendete Fahraufgabe bietet dem Fahrer lediglich die Möglichkeit mit einer konstanten Geschwindigkeit von 60 km/h zu fahren. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, Änderungen im Beschleunigungsverhalten zu entdecken, da diese per Definition nicht auftreten können. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, die Aspekte des untersuchten Fahrverhaltens, vor allem in Hinblick auf die Beschleunigung und die Fahrgeschwindigkeit, zu erweitern, um

ein vollständiges Bild über die Auswirkungen von Streitgesprächen auf das Fahrverhalten zu erhalten.

Ein weiterer Kritikpunkt dieser Studie besteht darin, dass die Gespräche nicht aufgezeichnet bzw. quantitativ ausgewertet wurden. Dies wäre zum einen von Vorteil, um unabhängig vom Probandenurteil (bzw. anhand eines zusätzlichen Fremdratings) beurteilen zu können, ob und wie stark die gewünschte Emotion tatsächlich induziert wurde. Zum anderen wäre es so ebenfalls möglich, einen potentiellen Zusammenhang zwischen Gesprächsparameter und Ablenkungswirkung aufzudecken und die Frage zu beantworten, ob sich Flirt- und Streitgespräche z.B. in der Anzahl gesprochener Wörter unterscheiden (z.B. könnten sich viele Versuchspaare während des Streitens angeschwiegen haben, was zu einer Verringerung der kognitiven Beanspruchung führt) und so eine unterschiedlich starke kognitive Beanspruchung des Sprechers erzeugen. Wichtig wäre es für folgende Untersuchungen, eine Möglichkeit zu finden, emotionale und kognitive Einflüsse der Gespräche auf das Fahrverhalten zu trennen.

Ebenfalls lohnt die Frage, ob ein Between-Subjects-Design, in dem sich ein Pd nur auf eine bestimmte Emotion einlässt, für die Operationalisierung emotionaler Reaktionen nicht von Vorteil wäre. Zwar gaben die Pbn gesprächskonform an, sich während eines Streitgesprächs ärgerlicher gefühlt zu haben als in den Vergleichsbedingungen (oder während des Flirtgesprächs freudiger). Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass Pbn sozialkonform geantwortet haben, da sie ahnten was von ihnen „verlangt“ wurde. Zumindest in einigen Nachbesprechungen kristallisierte sich heraus, dass es doch für vereinzelte Pbn relativ schwierig war, sich innerhalb weniger Minuten auf sehr unterschiedliche Emotionen so einzulassen, dass sie als authentisch wahrgenommen werden. Aus diesem Grund empfiehlt der Autor für weitere Studien zum einen ein Versuchsdesign zu wählen, in dem die Pbn lediglich eine emotionale Reaktion durchleben sollen, zum anderen wäre es wünschenswert, gezielt danach zu fragen, wie authentisch die Emotionen wahrgenommenen wurden.

Schlussendlich bleibt festzuhalten, dass diese Studie erste Hinweise darauf gibt, dass sich die Ablenkung durch emotionale Gespräche von der Ablenkung durch neutrale Gespräche unterscheidet. Es bleibt zu wünschen, dass weitere Arbeiten dieses bis dato wenig behandelte Thema aufgreifen, um neue Impulse und Erkenntnisse zu liefern, die helfen, das „emotionale Ablenkungspotential“ beim Fahren genauer zu verstehen, um so Möglichkeiten zu finden, die MMI in Hinblick auf ablenkende Emotionalität zu verbessern.

5. Gesamtdiskussion

Aufgrund zahlreicher Befunde (siehe Abschnitt 2.1.4 dieser Arbeit) sowie theoretischer Implikationen liegt die Vermutung nahe, dass sprachliche MMI im Fahrkontext das Potential hat, zusätzliche Ablenkung durch Zweitaufgaben beim Fahren signifikant zu reduzieren. Um dies zu bestätigen und um zu zeigen, wo die Vorteile sowie die Gefahren sprachlicher IVIS-Bedienung liegen, wurde im ersten Teil dieser Arbeit eine Studie durchgeführt, in der verschiedene Zweitaufgaben jeweils per Sprache sowie Touch-Screen bedient wurden. Dabei zeigten die Ergebnisse, dass Fahrer die Zweitaufgaben (in diesem Fall: Adress- und POI-Eingabe in ein Navigationssystem, Herstellen einer Telefonverbindung aus dem Adressbuch sowie die Auswahl eines Musikstücks) per Sprache bedienen, ihren Blick besser auf der Straße behalten konnten sowie eine verbesserte Querführung des Fahrzeugs (d.h. die Fahrer mussten insgesamt weniger Korrekturbewegungen des Lenkrads vornehmen) zeigten. Vor allem Letzteres wird dadurch begünstigt, dass beide Hände während der Spracheingabe am Lenkrad verbleiben können.

Neben den Vorteilen der Sprachbedienung zeigte sich aber ebenfalls, dass es (wahrscheinlich) nicht möglich ist bzw. in der Zukunft auch nicht möglich sein wird, die kognitiven Anforderungen einer Zweitaufgabe (wie z.B. Wahrnehmungs- und Erinnerungsprozesse) durch eine Sprachbedienung zu eliminieren. Das wird vor allem darin deutlich, dass Autofahrer auch während der sprachlichen Bedienung längere Zeit benötigen, um auf bestimmte Stimuli zu reagieren (verglichen zum Fahren ohne Zweitaufgabe). Ignoriert man diese längeren Reaktionszeiten und verklärt die Sprachbedienung zu einem Wundermittel der kognitiven Entlastung, kann das zu einer Unterschätzung der Unfallgefahr führen. Diese Problematik betrifft vor allem das Telefonieren am Steuer, denn obwohl es in vielen Staaten untersagt ist ein Handheld-Telefon zu nutzen, ist das Telefonieren selbst (per Freisprechanlage) beim Fahren erlaubt. Sinnvoll wäre es in den Augen der Autorin, auf die damit verbundenen Risiken (wie z.B. späteres Bremsen) aufmerksam zu machen, in dem man z.B. beim Verkauf einer Freisprechanlage darauf hinweist, dass auch das Telefongespräch selbst vom Fahren ablenken kann.

Aber auch wenn es nicht möglich ist, die kognitiven Beanspruchungen einer Zweitaufgabe gänzlich zu eliminieren, so zeigen die Ergebnisse auch, dass das Design einer sprachlichen Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) einen wesentlichen Einfluss auf die Ablenkbarkeit des Fahrers hat. Dabei können zwei Hauptablenkungsquellen identifiziert werden. Zum einen zeigt die technische Umsetzbarkeit heutiger MMS erhebliches Verbesserungspotential. Heutige Spracherkennung stehen noch immer vor dem Dilemma, ihre Rechenkapazität zwischen der Schwierigkeit der Erkennungsaufgabe (wird z.B. beeinflusst durch

Störgeräusche in der Umgebung oder der Anzahl der zu erkennenden Sprecher) und der Größe des aktiven Wortschatzes (Wortschatz, der vom Anwender gesprochen und vom Sprachsystem erkannt werden kann) aufteilen zu müssen. Das bedeutet stark vereinfacht, dass zwei Auslegungsmöglichkeiten für die technische Umsetzung eines Systems zur Verfügung stehen: (1) der Nutzer wird gut verstanden, kann aber nur sehr wenige, vorgegebene Wörter bzw. Sätze für die Eingabe nutzen, oder (2) der Nutzer hat die Möglichkeit relativ ungezwungen zu sprechen, wird aber schon bei den kleinsten Nebengeräuschen nicht mehr verstanden.

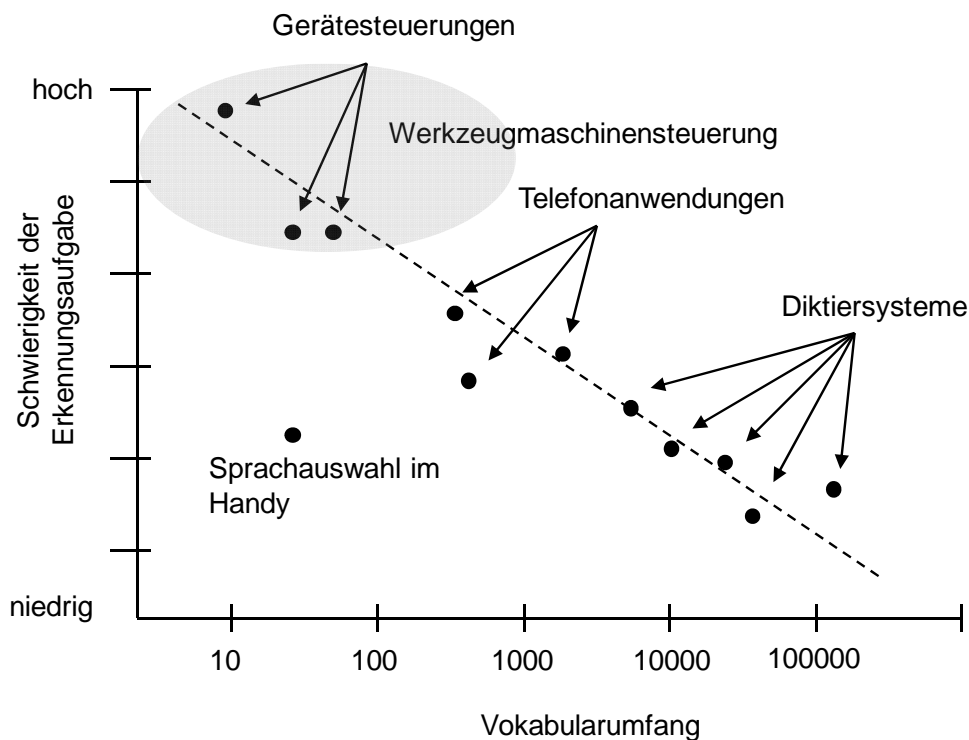


Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Schwierigkeit der Erkennungsaufgabe und Vokabularumfang (zu finden in Hoymann (2005)).

Aus diesem, in Abb. 25, dargestellten Zusammenhang, ergeben sich eine Reihe von Gestaltungs- und Anwendungsschwierigkeiten. Benötigt man z.B. (wie bei den hier untersuchten IVIS) wiederholte visuelle Bestätigungsblicke, um die vom Gerät erkannte Straße aus einer Vielzahl von mehr oder weniger wahrscheinlichen Vorschlägen zu identifizieren, ist der Vorteil einer sprachlichen Bedienung schnell wieder verschenkt. Ebenfalls ist das Gerät durch die Nutzung einer streng formalen Kommandosprache (ein Kommando kann nur durch einen eindeutigen Satz ausgelöst werden, der unveränderbar ist) nicht in der Lage, flexibel auf Eingaben zu reagieren. Dies hat zur Folge, dass der Nutzer eine Reihe vordefinierter Kommandos während seiner Spracheingabe im Gedächtnis gespeichert haben muss, was kognitive Kapazität bindet. Auch ist das Gerät nicht in der

Lage einzelne, unverständene Informationen gezielt nachzufragen. Stattdessen wiederholt es stur die Aufforderung, eine komplette Eingabe zu wiederholen, was nicht nur den Eingabeprozess als solchen verlängert (und dadurch gefährlicher macht), sondern auch die Geduld des Fahrers strapaziert.

Nichtsdestotrotz gibt uns der rasante technische Fortschritt berechtigte Hoffnung, dass diese engen Grenzen technischer Umsetzbarkeit bald der Vergangenheit angehören und dass es in nicht allzu ferner Zukunft möglich sein wird den heutigen formal-sprachlichen Ansatz, in dem die Möglichkeiten der Technik die MMI bestimmt, in einen natürlich-sprachlichen Ansatz umzuformen, um so den Menschen mit seinen Fähigkeiten und Bedürfnissen in den Mittelpunkt zu stellen. Auf dieser Basis wäre es möglich, dass Menschen mithilfe ihrer natürlichen Kommunikationsform, der uneingeschränkten Muttersprache, komplexe Anfragen an technische Endgeräte formulieren können. In Anbetracht der immer umfangreicheren und verschachtelten Anzeigeconzepte, wäre die Umsetzung einer solchen natürlich-sprachlichen MMS ein Meilenstein zur Verringerung der Ablenkbarkeit durch Zweitaufgaben während der Autofahrt. Denn es liegt auf der Hand: wer gut, schnell und unkompliziert verstanden wird, kommt schneller und effizienter an sein (Eingabe-) Ziel und hat so mehr kognitive Kapazitäten für andere wichtige Tätigkeiten übrig, wie z.B. das Fahren.

Doch allein durch das Überwinden technischer Grenzen der Spracherkennung ist das Problem der zusätzlichen Ablenkung durch eine Sprachbedienung noch nicht hinreichend gelöst. Denn neben der (selbstverständlichen) Fähigkeit des Systems seinen Nutzer zu verstehen, ist es ebenso wichtig zu untersuchen auf welche Art und Weise es kommunizieren sollte um den Fahrer minimal abzulenken und maximal zu unterstützen (zweite Hauptursache der Ablenkbarkeit bei der Gestaltung sprachlicher MMS). Anders ausgedrückt: Welche Aspekte des Sprechens lenken den Fahrer während der Fahrt ab und welche nicht?

Um nun die Ablenkungswirkung sprachlicher Kommunikationsprozesse im Fahrkontext besser zu verstehen, wurden auf Basis der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation zwei weitere Studien durchgeführt, in denen vor allem die Ablenkungswirkung emotionaler und kognitiver Gesprächsaspekte untersucht wurden. Das Ziel dabei war es, die menschliche Kommunikation im Fahrkontext besser zu verstehen, um darauf aufbauend Gestaltungshinweise für eine optimale natürlich-sprachliche MMS zu geben.

Um das Ablenkungspotential emotionaler Gesprächsaspekte (fröhliche und wütende Emotionen) während der Fahrt zu analysieren, wurden Versuchspaare gebeten, während der Fahrt miteinander zu flirten oder sich zu streiten. Dabei zeigte sich, dass positive Emotionen durch ein Beifahrergespräch zu einer Verschlechterung der Fahrzeugquerführung führen

können. Einen ähnlichen Befund erhielten auch Pêcher, Lemerrier und Cellier (2009) für den Einfluss von positiven Emotionen, die durch das Hören von fröhlicher Musik ausgelöst wurden. Dabei zeigten die Fahrer eine verschlechterte Längskontrolle sowie eine geringere mittlere Geschwindigkeit, die von den Autoren als Kompensationsmechanismen gegen erhöhte kognitive Ablenkung interpretiert wurden.

Diese ersten Grundlagenuntersuchungen deuten demnach darauf hin, dass sowohl Beifahrergespräche als auch das Musikhören eine positive (z.B. fröhliche) emotionale Reaktion auslösen können, die beim Fahren ablenkt. Doch wie gehen wir nun mit diesen Ergebnissen um? Zum einen können daraus Ableitungen für die Mensch-zu-Mensch-Kommunikation im Fahrzeugkontext gezogen werden. Wichtig ist es z.B., den Fahrer und Beifahrer dafür zu sensibilisieren, dass zu überschwängliches Verhalten vom Fahren ablenken und zu einem erhöhten Unfallrisiko führen kann. Aber auch für die Gestaltung sprachlicher MMS oder eines virtuellen Beifahrers können Erkenntnisse gezogen werden. So ist es z.B. sinnvoll eine sprachliche Bedienung nicht allzu hedonistisch zu gestalten; der Fahrer sollte also nicht allzu viel „Freude“ an der Bedienung empfinden. Ebenfalls sinnvoll ist es, die Tatsache, dass ein (virtueller) Beifahrer bestimmte Emotionen auf den Fahrer übertragen kann, dafür zu nutzen, die Fahrt sicherer zu gestalten. Vorstellbar wäre z.B., dass die MMS den emotionalen Zustand des Fahrers erkennt (z.B. durch bestimmte Indikatoren in der Stimme, siehe dazu Krajewski (2008)) und sich entsprechend seinen Bedürfnissen verhält. Dass unterschiedliche emotionale Stimmen tatsächlich Auswirkungen auf das Fahrverhalten haben können, zeigten Nass et al. (2005) in einem intelligenten Versuchsdesign. Dabei untersuchten sie, ob bestimmte Stimmcharakteristika (zu interpretieren als fröhliche oder traurige Stimme) einer MMS die Emotionen eines Fahrers beeinflussen können und folglich einen Einfluss auf sein Fahrverhalten haben. Dazu verwendeten sie ein 2 (Fahreremotion: fröhlich vs. traurig) x 2 (Stimmung des MMI-Voice-Interface: dynamisch vs. gedrückt) Between-Subjects-Design, bei welchem jeweils 20 Pbn mittels 5-minütigem Videoclip in einen fröhlichen oder traurigen Gefühlszustand versetzt wurden. Im Anschluss daran fuhren sie in einer einfachen Fahrsimulation (verwendet wurde das Playstation-Spiel Hot Pursuit 2) einige Runden. Dabei stellte eine zuvor präparierte MMS 36 verschiedene Fragen und animierte den Pd zur Interaktion. Im Vergleich zur „traurigen Stimme“, welche eher langsam und monoton wirkte, hatte die Stimme in der fröhlichen Bedingung einen größeren Tonumfang, größeren Amplitudenbereich sowie eine schnellere Geschwindigkeit. Als abhängige Variablen wurden die Anzahl der Unfälle, die objektive Aufmerksamkeit des Fahrers (gemessen durch die Reaktionszeit auf einen bestimmten Stimulus), die subjektive Aufmerksamkeit des Fahrers (gemessen durch eine Post-hoc-Befragung), sowie die Dauer der Interaktion mit dem System aufgezeichnet. Die Ergebnisse

zeigten, dass bei einer Passung von Fahrer- und MMS-Emotion (beide fröhlich oder traurig), weniger Unfälle begangen wurden, der Fahrer dem Fahrgeschehen mehr Aufmerksamkeit schenkte und mehr mit dem Interface interagierte. Obwohl bis dato eine Replikation der Ergebnisse per Realversuch aussteht, gibt diese Studie erste Hinweise darauf, dass mit relativ einfachen Veränderungen der MMS ein erkennbar positiver Einfluss auf die Fahrsicherheit bewirkt werden kann.

Auf Grundlage dieser ersten vielversprechenden Befunde, ergeben sich eine Vielzahl weiterer Fragestellungen wie z.B., ob sich der positive Einfluss von gleicher Fahrer- und MMS-Emotion auf sämtliche Emotionen übertragen lässt, oder ob es bei bestimmten Emotionen besser wäre, das MMS emotional entgegengesetzt zu programmieren. Vorstellbar wäre es z.B., dass die Stimme eher ruhig und beschwichtigend spricht, wenn der Fahrer als wütend oder verärgert wahrgenommen wird, oder dem Fahrer vermehrt Information zur Umgebung zur Verfügung gestellt werden, wenn die MMS eine Unsicherheit in der Stimme detektiert. Ebenfalls interessant wäre es zu untersuchen, ob unterschiedliche Persönlichkeitstypen (z.B. eher extravertierte vs. eher introvertierte Fahrer) verschiedene emotionale Dialoge oder emotionale Reaktionen einer MMS bevorzugen.

Neben der Ablenkungswirkung emotionaler Gespräche, wurde in einer weiteren Studie untersucht, inwieweit bestimmte kognitive Gesprächsaspekte einen Einfluss auf den Fahrer ausüben. Dazu wurden in einem Simulatorexperiment Beifahrergespräche und Telefongespräche miteinander verglichen, um zu analysieren, ob es Unterschiede im Sprechverhalten wie z.B. dem Sprechrhythmus gibt. Tatsächlich deuten die Befunde darauf hin, dass Telefon- und Beifahrergesprächen eine unterschiedliche Struktur zugrunde liegt. Im Vergleich zu einem Telefongesprächspartner und einem Gesprächspartner in einer normalen Unterhaltung zeigen Beifahrer kürzere Sprechseinheiten, dafür reden sie etwas häufiger. Die Gesamtsprechdauer bleibt dabei unverändert. Gibt man in einem nächsten Schritt Telefongesprächspartnern zusätzliche visuelle Informationen über den Fahrer oder die Umgebung, nähern sie sich dem Gesprächsrhythmus eines Beifahrers an. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis bietet eine verbesserte Situational Awareness des Telefongesprächspartners.

Auch wenn mit dieser Studie nicht gezeigt werden konnte, dass ein Fahrer durch die Adaptation des Beifahrer-Gesprächsverhaltens kognitiv entlastet wird (es zeigten sich keine Unterschiede im Fahrverhalten), deuten empirische Befunde daraufhin, dass dies der Fall ist (siehe z.B. Abschnitt 3.1.4.5 dieser Arbeit). Aus diesem Grund ist es sinnvoll, aus den hier gefundenen Ergebnissen Gestaltungshinweise für eine optimale sprachliche MMS abzuleiten. So sollte die verbale Kommunikation von Maschinen zu Menschen zumindest im

Fahrkontext dem Rhythmus eines Beifahrers nachempfunden werden, d.h. der Dialog sollte nicht allzu kompakt gestaltet sein, sondern eher aus kürzeren Sprechereinheiten bestehen. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn das Endgerät die Interaktion selbstständig unterbrechen kann, sobald die Fahrsituation beanspruchender wird, d.h. der Maschine sollte es möglich sein vorzusehen wann ein Fahrer zusätzliche kognitive Kapazität benötigt und sich dementsprechend anpassen.

Ebenfalls sinnvoll ist es, dem Fahrer die Möglichkeit zu geben, seinen maschinellen Dialogpartner aktiv zu unterbrechen (vergleichbar mit dem „Sich-ins-Wort-fallen“ bei einem Mensch-zu-Mensch-Gespräch). Auf diese Weise könnte der Nutzer auf eine Frage antworten, noch ehe das Gerät seinen Dialogpart beendet hat. Das hätte zur Folge, dass überflüssige Wiederholungen nicht bis zum Schluss angehört werden müssten.

Auch ergeben sich interessante Möglichkeiten zur Verbesserung der (telefonischen) Mensch-zu-Mensch-Kommunikation im Fahrkontext. Auf Basis der Ergebnisse scheint es sinnvoll, Telefonpartnern am anderen Ende der Leitung visuelle Informationen aus dem Cockpit zur Verfügung zu stellen. So könnte man es ihnen zum einen erleichtern, sich zu erinnern, dass am anderen Ende der Leitung jemand Auto fährt. Auf der anderen Seite ständen ihm weitere Kommunikationskanäle wie z.B. die Mimik des Fahrers zur Verfügung, die die allgemeine Verständlichkeit des Dialogs verbessern. Letzteres kann ebenfalls dazu beitragen, die kognitive Beanspruchung des Gesprächs zu verringern, da häufiges Nachfragen ausbleibt. Dies hilft sowohl dem Gesprächspartner als auch dem Fahrer.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass diese Arbeit natürlich nur erste Hinweise auf Einflüsse bestimmter emotionaler und kognitiver Gesprächsaspekte auf die Ablenkbarkeit und das Fahrverhalten eines Autofahrers liefern kann. Wichtig ist es deshalb, die vorliegenden Ergebnisse in weiteren Untersuchungen zu replizieren sowie angenommene Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu überprüfen. Dazu gehören u. a. die Fragen warum genau positive Emotionen zu einer Verschlechterung des Fahrverhaltens führen können oder ob eine Gesprächsadaptation des Beifahrers tatsächlich zu einer kognitiven Entlastung des Fahrers führt. Ferner sollten in weiteren Forschungsarbeiten geeignete Fahraufgaben verwendet werden, um alle wichtigen Aspekte des Fahrverhaltens abbilden zu können. Auch sollten zusätzliche Studien im Realverkehr durchgeführt werden, um die externe Validität der Ergebnisse zu überprüfen.

Dass es von zunehmender Bedeutung ist, die hier gestellten Fragen zu beantworten, wird immer deutlicher. Sprachliche Bediensysteme haben sich mittlerweile nicht nur im Fahrzeug etabliert, ihre Verbreitung wird in den kommenden Jahren noch erheblich zunehmen, da sie großes Potential haben, die Fahrsicherheit und den Bedienkomfort zu erhöhen. In

Anbetracht der steigenden Komplexität weiterer Applikationen im Fahrzeug, wird vor allem einer natürlich-sprachlichen MMS noch stärkere Bedeutung für die Mensch-Maschine-Kommunikation zukommen als bisher.

6. Literatur

- Alm, H., Nilsson, L. (1994). Changes in driver behaviour as a function of handsfree mobile phones – a simulator study. *Accident Analysis and Prevention* 26, 441-451.
- Allport, D. A., Antonis, B., Reynolds, P. (1972). On the division of attention: a disproof of the single channel hypothesis. *Quartely Journal of Experimental Psychology*, 24, 225–35.
- Amado, S., Ulupinar, P. (2005). The effects of conversation on attention and peripheral detection: Is talking with a passenger and talking on the cell phone different? *Transportation Research Part F8*, 383-395.
- Appel, C., Blomkvist, A., Persson, L., Sjöberg, L. (1980). Mood and achievement in a difficult driving task. *Ergonomics* 23, 605-612.
- Arnett, J., Offer, D., Fine, M. A. (1997). Reckless driving in adolescence: “State” and “trait” factors. *Accident Analysis and Prevention* 29, 57-63.
- Audacity (Software). Zuletzt geprüft am 15.10.2011: <http://www.chip.de>.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press; zitiert nach Müller und Krummenbacher (2002), 54.
- Baker, S., Spina, K.: Drivers' attitudes, awareness and knowledge about driver distractions (2007). In: I. J. Faulks, M. Regan, M. Stevenson, J. Brown, A. Porter, & J. D. Irwin (Hrsg.). *Distracted Driving*, (S. 255–268). Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety.
- Beede, K. E., Kass, S. J. (2006). Engrossed in conversation: the impact of cell phones on simulated driving performance. *Accident Analysis and Prevention* 38, 415-421.
- Bernotat, R. (1970). Anthropotechnik in der Fahrzeugführung. *Ergonomics*, 13, 353-377.
- Briem, V., Hedman, L. R. (1995). Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics*, 38 (12), 2536-2562.
- Brookhuis, K. A., De Vries, G., De Waard, D. (1991). The effects of mobile telephoning on driving performance. *Accident Analysis and Prevention* 23, 309-316.
- Brown, I. D., Tickens, A. H., Simmonds, D. C. V. (1969). Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology* 5, 419-431.
- Caird, J. K., Scialfa, C. T., Ho, G., Smiley, A. (2004). *Effects of cellular telephones on driving behavior and crash risk: Results of meta-analysis*. CAA Foundation for Traffic Safety. Zuletzt geprüft am 15.05.2011: <http://www.psych.ucalgary.ca/pace/PCA-Lab/pdf/Final%20Report%20%20Cell%20Phones.pdf>.
- Caird, J.K., Willness, C.R., Steel, P., Scialfa, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis and Prevention* 40, 1282-1293.

- Charlton, S. G. (2004). Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves. *Accident Analysis and Prevention* 36, 877-884.
- Charlton, S. G. (2009). Driving while conversing: Cell phones that distract and passengers who react. *Accident Analysis and Prevention* 41, 160-173.
- Chen, L.H., Baker, S.P., Braver, E.R., Li, G. (2000). Carrying passengers as a risk factor for crashes fatal to 16- and 17-year-old drivers. *Journal of American Medical Association* 283, 1578–1582.
- Chisholm, S., Caird, J.K., Lockhart, J. (2008). The effects of practice with MP3 players on driving performance. *Accident Analysis and Prevention* 40, 704-713.
- Clump, M. A. (2006). An active learning classroom activity for the „Cocktail Party Phenomenon.“ *Teaching of Psychology* 33, 51-53.
- Consiglio, W., Driscoll, P., Witte, M., Berg W.P. (2003). Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response. *Accident Analysis and Prevention* 35, 495-500.
- Cooper, P. J., Zheng, Y. (2002). Turning gap acceptance decision-making: the impact of driver distraction. *Journal of Safety Research* 33, 321-335.
- Crundall, D., Bains, M., Chapman, P., Underwood, G. (2005). Regulating conversation during driving: a problem for mobile telephone? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 8, 197-211.
- Doherty, S.T., Andrey, J.C., MacGregor, C. (1998). The situational risks of young drivers: the influence of passengers, time of day and day of week on accident rates. *Accident Analysis and Prevention* 30, 45–52.
- Donges, E. (1978). A Two-Level Model of Driver Steering Behavior. *Human Factors*, 20 (6), 691-707.
- Drews, F. A., Pasupathi, M., Strayer, D. L. (2008). Passenger and Cell Phone Conversations in Simulated Driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 14, 392-400.
- Drews, F. A., Yazdani, H., Godfrey C. N., Cooper, J. M., Strayer, D. L. (2009). Text Messaging During Simulated Driving Human Factors. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 51, 762-770.
- Ellinghaus, D., Schlag, B. (2001). *Beifahrer. Eine Untersuchung über die psychologischen und soziologischen Aspekte des Zusammenspiels von Fahrer und Beifahrer*. Köln/Hannover.
- Ellison-Potter, P., Bell, P., Deffenbacher, J.L. (2001). The effects of trait driving anger, anonymity and aggressive stimuli on aggressive driving behaviour. *Journal of Applied Social Psychology* 31, 431-443.
- Engström, I., Gregersen, N., P., Granström, K., Nyberg, A. (2008). Young drivers – Reduced crash risk with passenger in the vehicle. *Accident Analysis and Prevention* 40, 341-348.

- 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.
- Endsley, M. R. (1988). Situation Awareness global assessment technique (SAGAT). In proceedings of the National Aerospace and Electronics Conference (NAECON), S. 789-795. New York. IEEE.
- Eysenck, M. W., Keane, M.T. (2005). Cognitive Psychology. A Student's Handbook, 5. aktualisierte Auflage, S. 2, Psychology Press.
- Fairclough, S. H., Ashby, M. C., Ross, T., Parkes, A. M. (1991). Effects of hands free telephone use on driving behavior. In Proceedings of the ISATA conference, Florence, Italy.
- Garrity, R. D., Demick, J. (2001). Relations among personality traits, mood states and driving behaviours. *Journal of adult development* 8, 109-118.
- Gerrards-Hesse, A., Spies, K., Hesse, F. W. (1994). Experimental induction of emotional states and their effectiveness: A review. *British Journal of Psychology*, 85, 55-78.
- Gerrig, R. J., Zimbardo P. J. (2007). *Psychologie*, 18. aktualisierte Auflage, S.152-153. Studium: Pearson.
- Glaze, A. L., Ellis, J. M. (2003). *Pilot Study of Distracted Drivers*. Transportation Safety and Training Center, Center for Public Policy, Virginia Commonwealth University.
- Gopher, D., Navon, D. (1980). How is performance limited: Testing the notion of central capacity. *Acta Psychologica*, 46, 161-180; zitiert nach Müller und Krummenbacher (2002), S. 58.
- Goodman, M., Bents, F.D., Tijerina, L., Wierwille, W., Lerner, N., Benel, D. (1997). *An Investigation of the Safety Implications of Wireless Communications in Vehicles*. Report No. DOT HS 808-635. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.
- Gordon, C.: Driver distraction related crashes in New Zealand (2007). In: I. J. Faulks, M. Regan, M. Stevenson, J. Brown, A. Porter, & J. D. Irwin (Hrsg.), *Distracted Driving*. (S. 299–328). Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety.
- Gordon, C. (2005). *Driver distraction: An initial examination of the 'attention diverted by' contributory factor codes from crash reports and focus group research on perceived risks*. Zuletzt geprüft am: 10.05.2011: http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/papers/2005_pdf/04_Gordon.pdf.
- Greenhouse, S. W., Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24, 95-112.
- Gugerty, L., Rakauskas, M., Brooks, J. (2004). Effects of remote and in-person verbal interactions on verbalization rates and attention to dynamic spatial scenes. *Accident Analysis and Prevention* 36, 1029-1043.
- Hagemann, D., Naumann, E., Maier, S., Becker, G., Lürken, A., Bartussek, D. (1999). The assessment of affective reactivity using film: Validity, reliability and sex differences. *Personality and Individual Differences* 26, 627-639.

- Haigney, D., Westerman, S. J. (2001). Mobile (cellular) phone use and driving: A critical review of research methodology. *Ergonomics* 44(2), 132-143.
- Hancock, P. A., Chignell, M. H. (1987). Adaptive control in human-machine systems. In P. A. Hancock (Hrsg.), *Human factors psychology*. Amsterdam: North-Holland; zitiert nach Hancock, P. A., Oron-Gilad T., Szalma, J. L. (2007). Elaborations of the Multiple-Resource Theory of Attention. In A. F. Kramer, D. A. Wiegmann, A. Kirlik (Hrsg.). *Attention. From Theory to Practice. Lehrbuch*. Oxford: Oxford University Press, S. 52.
- Hancock, P. A., Oron-Gilad T., Szalma, J. L. (2007). Elaborations of the Multiple-Resource Theory of Attention. In A. F. Kramer, D. A. Wiegmann, A. Kirlik (Hrsg.). *Attention. From Theory to Practice. Lehrbuch*. Oxford: Oxford University Press.
- Heller (1982). Theorie und Praxis des Verfahrens der Kategorienunterteilung (KU). In O. Heller (Eds.), *Forschungsbericht 1981*. Würzburg: Psychologisches Institut der Universität Würzburg Lehrstuhl III.
- Hewig, J., Hagemann, D., Seifert, J., Gollwitzer, M., Naumann, E., Bartussek, D. (2005). A revised film set for the induction of basic emotions. *Cognition and Emotion* 19 (7), 1095-1109.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., Brown, J. (2006). Driver distraction: the effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis and Prevention* 38, 185-191.
- Horrey, W. J., Wickens, C. D. (2006). Examining the impact of cell phone conversations on driving using meta-analytic techniques. *Human Factors* 48 (1), 196-205.
- Horrey, W. J., Wickens, C. D., Consalus, K. P. (2006). Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 12 (2): 67-78; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S.135.
- Hoskings, S., Young, K., Regan, M. (2009). The Effects of Text Messaging on Young Drivers. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 51, 582-592.
- Hoymann, H. J. W. (2005): Entwicklung einer sprachlichen Benutzungsschnittstelle für Werkzeugmaschinen. Unveröffentlichte Dissertation, Technische Hochschule: Aachen.
- Huemer, A. K., Vollrath, M. (2010). Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten - Machbarkeitsstudie. Projekt FE 82.376/2009. Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Huemer, A. K., Vollrath, M. (2011). Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence. *Accident Analysis & Prevention, Volume 43 (5)*, 1703-1712.
- ISO 26022 (2010). Road vehicles: ergonomic aspects of transport information and control systems - Simulated lane change test to assess driver distraction.

- ISO, (2009). Road vehicles: ergonomic aspects of transport information and control systems - Simulated lane change test to assess driver distraction. In: ISO/DIS 26022. *Draft International Standard*. International Organization for Standardization.
- Jameson, A. H., Westerman, S. J., Hockey, G. R., Carsten, M. J. (2004). Speech based e-mail and driver behaviour: effects of an in-vehicle message system interface. *Human Factors* 46 (4), 625-639.
- Jancke, L., Musial, F., Vogt, J., Kalveram, K. T. (1994). Monitoring radio programs and time of day affect simulated car driving performance. *Perceptual Motor Skills*, 79, 484-486.
- Johnson, A., Proctor, R. W. (2004). *Attention: Theory and Practice*. Sage Publications, California.
- Johnson, M. B., Voas, R. B., Lacey, J. H., McKnight, A. S., Lange, J. E. (2004). Living Dangerously: Driver Distraction at High Speed. *Traffic Injury. Prevention.*, 5(1),1-7.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.
- Kass, S. J., Cole, K. S., Stanny, C. J. (2007). Effects of distraction and experience on situation awareness and simulated driving. *Transportation Research Part F* 10, 321-329.
- Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., Ramsey, D. J. (2006). The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data (National Highway Traffic Safety Administration, Eds.) DOT HS 810 594: Virginia Tech Transportation Institute.
- Krajewski, J. (2008). Akustische Stimmessung - Automatische Detektion von Befindlichkeitszuständen. In W. Sarges & D. Scheffer (Hrsg.), *Innovative Ansätze für die Eignungsdiagnostik*, S. 97-108. Göttingen: Hogrefe.
- Krüger, H.-P., Vollrath, M. (1996). Temporal analysis of speech patterns in the real world using the LOGOPORT. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Hrsg.), *Ambulatory Assessment* (S. 101-113). Seattle: Hogrefe & Huber.
- Laberge, J., Scialfa, C., White, C., Caird, J. (2004). *The Effect of Passenger and Cellular Phone Conversations on Driver Distraction*. Transportation Research Record, Vol. 1899, 109-116. Transportation Research Board, Washington, DC.
- Lamble, D., Kauranen, T., Laakso, M., Summala, H. (1999). Cognitive load and detection thresholds in car following situations: Safety implications for using mobile (cellular) telephones while driving. *Accident Analysis and Prevention* 31(6), 617-623.
- Lee, C., Abdel-Aty, M. (2008). Presence of passengers: Does it increase or reduce driver's crash potential? *Accident Analysis and Prevention* 40, 1703-1712.

- Lee, J. D., Caven, B., Haake, S., Brown, T. L. (2001). Speech-based interactions with in-vehicle computers. The effect of speech-based e-mail on drivers' attention to the roadway. *Human Factors* 43, 631-640.
- Lee, J. D. (2006). Affect, attention, and automation. *Attention: From Theory to Practice*. (S. 73-89). New York: Oxford University Press.
- Liu, B.-S.; Lee, Y.-H. (2005). Effects of car-phone use and aggressive disposition during critical driving maneuvers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 8 (4-5), 369-482.
- Llaneras, R. E., Singer, J., Bowers-Carnahan, R. (2005). *Assessment of truck Driver Distraction Problem and Research Needs*. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).
- Kuhn, F. (2005). *Methode zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrerinformations-Systeme*. World Usability Day. Stuttgart.
- Maciej, J., Nitsch, M., Vollrath, M. (2011). Conversing while driving: The importance of visual information for conversation modulation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14 (6), 512-524.
- Maciej, J., Vollrath, M. (2009). Comparison of manual vs. speech-based interaction with in-vehicle information systems. *Accident Analysis and Prevention*, 41(5), 924-930.
- Maples, W. C., DeRosier, W., Hoenes, R., Bendure, R., Moore, S. (2008). The effects of cell phone use on peripheral vision. *Optometry* 79, 36-42.
- Martin, G. (1989). The utility of speech input in user-computer interfaces. *International Journal of Man-Machine System Study* 18, 355-376; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 136.
- Matlin, M. W. (2009). *Cognitive Psychology*, 7. aktualisierte Auflage, S. 24, Verlag: Wiley.
- Mattes, S. (2003). The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, & H. Bubb (Eds.), *Quality of work and products in enterprises of the future* (S. 57-60). Stuttgart: Ergonomia Verlag.
- Mattes, S., Hallen, A. (2008). Surrogate Distraction Measurement Techniques: The Lane Change Test. In A. Regan, J. D. Lee, K. Young (Hrsg.). *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation*, (S. 107-120). Boca Raton: CRC Press.
- McCartt, A. T., Hellinga, L. A., Bratiman, K. A. (2006). Cell phones and driving: Review of research. *Traffic Injury Prevention*, 7(2), 89-106.
- McEvoy, S. P., Stevenson, M. R., Woodward, M. (2007). The prevalence of factors associated with, serious crashes involving a distracting activity. *Accident Analysis and Prevention*, 39(3), 475-482.
- McEvoy, S. P., Stevenson, M. R., McCartt, A. T., Woodward, M., Haworth, C., Palamara, P., Cercarelli, R. (2005). Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. *British Journal of Medicine* 331, 428-434.

- McKnight, A. J., McKnight, A. S. (1993). The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accident Analysis and Prevention* 25, 259-265.
- McLeod, P., Posner, M.I. (1984). Privileged loops from percept to act. In H. Bourma und D. G. Bouwhuis (Hrsg.). *Attention and Performance X*. London: Erlbaum.
- Mesken, J., Hagenzieker, M. P., Rothegetter, T., De Waard, D (2007). Frequency, determinants, and consequences of different driver's emotions: An on-the-road study using self-reports, (observed) behaviour, and physiology. *Transportation Research Part F* 10, 458-475.
- Min, S. T., Redelmeier, D. A. (1993). Car phones and car crashes: An ecologic analysis. *Canadian Journal of Public Health* 89(3), 157-161.
- Mitsopoulos-Rubens, E., Trotter, M. J., Lenné M. G. (2011). Effects on driving performance of interacting with an in-vehicle music player: A comparison of three interface layout concepts for information presentation. *Applied Ergonomics* 42, 583 - 591.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instruction. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- Müller, H.J. & Krummenacher, J. (2002). Aufmerksamkeit. In J. Müsseler & W. Prinz (Hrsg.). *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. S. 120-132.
- Nass, C., Jonsson, I. M., Harris, H., Reaves, B., Endo, J., Brave, S. (2005). *Improving automotive safety by pairing driver emotion and care voice emotion*. Conference on Human Factors in Computing Systems, 1973-1976.
- New Zealand Ministry of Transport. Diverted attention: Crash Statistics for the year ended 31 December 2007.
- Norman, D. A., Bobrow, D. G. (1975). On Data-limited and Resource-limited Processes. *Cognitive Psychology* 7, 44- 64; zitiert nach Müller und Krummenbacher (2002), S. 57.
- Parkes, A. M., Coleman, N. (1990). Route guidance systems: A comparison of methods of presenting direction information to the driver. In E. J. Lovesey (Hrsg.), *Contemporary ergonomics 1990*, 480-485. London: Taylor and Francis; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S.131.
- Parliament of Victoria. Report of the Parliament of Victoria Road Safety Committee on the Inquiry into Driver Distraction. Parliamentary Paper: 209 Session 2003-2006, Melbourne, Australia, 2006; zitiert nach Ranney, T. A., (2008), S. 8.
- Pêcher, C., Lemerrier, C., Cellier, J.-M. (2009). Emotions drive attention: Effects on driver's behavior. *Safety Science* 47, 1254-1259.
- Pettitt, M., Burnett, G., Stevens, A., (2005). *Defining driver distraction*. In proceedings of World Congress on Intelligent Transport Systems, San Francisco.
- Preusser, D.F., Ferguson, S. A., Williams, A.F. (1998). The effect of teenage passengers on the fatal crash risk of teenage drivers. *Accident Analysis and Prevention* 30, 217-222.

- Rakauskas, M. E., Gugerty, L. J., Ward, N. J. (2004). Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *Journal of Safety Research* 35, 453-464.
- Ranney, T. A. (2008). *Driver Distraction: A Review of the current State-of-Knowledge*. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).
- Ranney, T. A., Harbluk, J. L., Noy, Y. I. (2002). *The effects of voice technology on test driving performance: Implications for driver distraction*. In proceedings of the Human Factors and Ergonomics 46th Annual Meeting (S. 1814-1818). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Ranney, T., Watson, G. S., Mazzae, E. N., Papelis, Y. E., Ahmad, O., Wightman, J. R. (2005). *Examination of the Distraction Effects of Wireless Phone Interfaces Using the National Advanced Driving Simulator - Final Report on a Freeway Study*. Reportnummer: DOT HS-809-787. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- Redelmeier, D. A., Tibshirani, R. J. (1997). The association between cellular telephone calls and motor vehicle collisions. *New England Journal of Medicine* 336 (7), 453-458.
- Reed, M. P., Green, P. (1999). Comparison of driving performance on-road and in a low-cost simulator using a concurrent telephone dialing task. *Ergonomics* 42, 1015-1037.
- Reed, N., Robbins, R. (2008). *The Effect of Text Messaging on Driver Behavior. A Simulator Study*. Transport Research Laboratory.
- Reinfurt, D. W., Huang, H. F., Feaganes, J.R., Hunter, W. W. (2001). *Cell Phone Use While Driving in North Carolina*. The University of North Carolina Highway Safety Research Center.
- Reiß, J. (1997). *Das Unfallrisiko mit Beifahrern: Modifikatoren in Labor und Feld*. Aachen: Shaker Verlag.
- Rivardo, M. G., Pacella, M. L., Klein, B. A. (2008). Simulated driving performance is worse with a passenger than a simulated cellular telephone converser. *North American Journal of Psychology*, 10(2), 265-276.
- Rosenbloom, T. (2006). Driving performance while using cell phones: an observational study. *Journal of Safety Research* 37, 207-212.
- Rosenthal, R. (1994). *Parametric measures of effect size*. In H. Cooper, L. V. Hedges, (Hrsg.): The handbook of research synthesis. New York: Sage; 231–244.
- Rueda-Domingo, T., Lardelli-Claret, P., Luna-del-Castillo, J., Jimenez-Moleon, J. J., Garcia-Martin, M., Bueno-Cavanillas, A. (2004). The influence of passengers on risk of driver causing a car collision in Spain: Analysis of collisions from 1990 to 1999. *Accident Analysis and Prevention* 36, 481-489.
- Shaffer, L. H. (1975). Multiple attention in continuous verbal tasks. In P. Rabbitt and S. Dornic, (Hrsg.), *Attention and Performance V.*, Academic Press, New York (1975).

- Sarno, K. J., Wickens, C. D. (1995). The role of multiple resources in predicting time-sharing efficiency: An evaluation of three workload models in a multiple task setting. *International Journal of Aviation Psychology* 5(1), 107-130; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 136.
- Sayer, J. R., Devonshire, J. M., Flannagan, C. A. (2005). The effects of secondary tasks on naturalistic driving performance. The University of Michigan, Transportation Research Institute. Ann Arbor, Michigan, USA.
- Seagull, F. J., Wickens, C. D., Loeb, R. G. (2001). When is less more? Attention and workload in auditory, visual and redundant patient-monitoring conditions. *Proceedings of the 45th Annual Meeting of the Human Factors & Ergonomics Society* (Santa, Monica, CA: Human Factors & Ergonomics Society; zitiert nach Wickens, C. D. (2002), S. 165).
- Shallice, T., McLeod, P., Lewis, K. (1985). Isolating cognitive modules with the dual-task paradigm: Are speech perception and production modules separate? *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 37, 507-532; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 133.
- Shinar, D., Tractinsky, N., Compton, R. (2005). Effects of practice, age, and task demands, on interference from a phone task while driving. *Accident Analysis and Prevention* 37, 315-326.
- Srinivasan, R., Jovanis, P. R. (1997). Effect of in-vehicle route guidance systems on driver workload and choice of vehicle speed: Findings from a driving simulator experiment. In Y. I. Noy (Hrg.), *Ergonomics and safety of intelligent driver interfaces*, S. 97-114, NJ: Lawrence Erlbaum; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 134.
- Stephens, A. N., Groeger, J. A. (2006). Do Emotional Appraisals of Traffic Situations Influence Driver Behaviour? In Paper presented at the Behavioural Studies Seminar, 3rd-4th April 2006. Bath, UK.
- Stevens, A., Minton, R. (2001). In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales. *Accident Analysis and Prevention* 33, 539-545.
- Strayer, D. L., Drews, F. A. Crouch, D. J., Johnston, W. A.: Why do Cell Phone Conversations Interfere with Driving? (2005). In W. R. Walker and D. Herrmann (Hrsg.) *Cognitive Technology: Essays on the Transformation of Thought and Society* (S. 51-68), McFarland & Company, Inc., Jefferson, NC.
- Strayer, D. L., Johnston, W. A. (2001). Driven to distraction: Dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular phone. *Psychological Science*, 12, 462-466.
- Stutts, J., Feaganes, J., Rodgman, E., Hamlett, C., Reinjure, D., Gish, K. (2003). The causes and consequences of distraction in everyday driving. *Annual Proceedings for the Association of Advancement in Automotiv Medicine*, 47, 235-251.
- Stutts, J. C., Reinfurt, D., Staplin, L., Rodgman, E. (2001). *The role of driver distraction in traffic crashes*. AAA Foundation for Traffic Safety.

- Shutko, J., Mayer, J., Laansoo, E., Tijerina, L. (2009). Driver workload effects of cell phone, music player, and text messaging tasks with the Ford SYNC voice interface versus handheld visual-manual interfaces. Paper presented at SAE World Congress & Exhibition, April 2009, Detroit, MI.
- Törnros, J., Bolling, A. (2005). Mobile phone use – effects of handheld and handsfree phones on driving performance. *Accident Analysis and Prevention* 37, 902-909.
- Törnros, J., Bolling, A. (2006). Mobile phone use – effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments. *Transportation Research Part F* 9, 298-306.
- Tsang, P. S., Wickens, C. D. (1988). The structural constraints and strategic control of resource allocation. *Human Performance* 1, 45-72; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S.136
- Tsimhoni, O., Smith, D., Green, P. (2004). Address entry while driving speech recognition versus a touch-screen keyboard. *Human Factors*, 46 (4), 600-610.
- Vidulich, M. A. (1988). Speech responses and dual task performance: Better time-sharing or asymmetric transfer. *Human Factors* 30, 517-534; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 136.
- Violanti, J. M., (1997). Cellular phones and traffic accidents. *Public Health* 111(6), 423-428.
- Violanti, J. M. (1998). Cellular telephones and fatal traffic collisions. *Accident Analysis and Prevention* 30(4), 519-524.
- Violanti, J. M, Marshall, J. R (1996). Cellular phones and traffic accidents: an epidemiological approach. *Accident Analysis and Prevention* 28, 265-270.
- Vollrath, M. (2007). Speech and driving – solution or problem? *IET Intelligent Transport Systems* 1(2), 89-94.
- Vollrath, M., Meilinger, T., Krüger, H. P. (2002). How the presence of passengers influences the risk of a collision with another vehicle. *Accident Analysis and Prevention* 34, 649-654.
- Vollrath, M., Nowak, P., Huemer, A. (2009). LCT und Nebenaufgaben - Welches Training trainiert was? 51. Tagung experimentell arbeitender Psychologinnen. Jena.
- Wang, J.-S., Knipling, R. R., Goodman, M, J. (1996). *The Role of Driver Inattention in Crashes: New Statistics From the 1995 Crashworthiness Data System*. Proceedings of the 40th Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, 377–392. Association for the Advancement of Automotive Medicine, Des Plaines, IL.
- Wickens, C. D. (1980). The structure of attentional resources. In R. Nickerson (Hrg.), *Attention and performance VIII*, 239-258. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S.131.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 3, 159-177.

- Wickens, C. D., Kessler, C. (1980). The processing resource demands of failure detection in dynamic systems. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 6, 564-577, zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S.133
- Wickens, C. D., Liu, Y (1988). Codes and modalities in multiple resources: A success and qualification. *Human Factors* 30, 599-616; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 136.
- Wickens, C. D., Liu, Y (1988). Codes and modalities in multiple resources: A success and qualification. *Human Factors* 30, 599-616; zitiert nach Wickens, C. D. (2002), S.165.
- Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008). *Applied Attention Theory*. S. 129-143. Lawrence Erlbaum Association.
- Wickens, C. D., Sandry, D., Vidulich, M. (1983). Compatibility and resource competition between modalities of input, output, and central processing. *Human Factors* 25, 227-248; zitiert nach Wickens, C. D., McCarley, J. S. (2008), S. 134.
- Williams, A. F., Ferguson, S. A., McCartt, A. T. (2007). Passenger effects on teenage driving and opportunities for reducing the risks of such travel. *Journal of Safety Research* 38, 381-391.
- Wood, N., Cowan, N. (1995). The cocktail party phenomenon revisited: How frequent are attention shifts to one's name in an irrelevant auditory channel? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 255-260.