

Technische Universität München

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)

Univ.-Prof. Dr. Helmut Kremer

Mobiles Arbeiten im Auto

Rahmenbedingungen, Designprinzipien und eine IT-Referenzarchitektur

Sergej Truschin

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzende(r): Univ.-Prof. Dr. Uwe Baumgarten

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. Helmut Kremer

2. Univ.-Prof. Dr. Gudrun J. Klinker

Die Dissertation wurde am 04.02.2015 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Informatik am 25.06.2015 angenommen.

Vorwort

Spätestens seit dem Zeitalter der Mobiltelefone und Laptops ist der menschliche Drang groß diese Geräte auch beim Autofahren für Zwecke der Arbeit einzusetzen, um effizienter arbeiten zu können und für die restliche Welt erreichbar zu sein. Der Einsatz solcher Geräte ist nicht nur wegen der Fahrablenkung für Fahrer eine Herausforderung, sondern stellt auch für Wissenschaftler ein einzigartiges Forschungsumfeld dar, das die Möglichkeit bietet den Einsatz von neuen Technologien in Verbindung mit der menschlichen Verhaltensforschung und Psychologie zu untersuchen. Vor dem Hintergrund dieser Herausforderungen wäre die Anfertigung dieser Arbeit ohne die Unterstützung von vielen Personen, die zum einen mit ihrer Expertise und zum anderen mit ihrer praktischen und moralischen Unterstützung geholfen haben, nicht möglich gewesen. An dieser Stelle möchte ich aus diesem Grund einen Dank aussprechen.

Mein Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. Helmut Krcmar, der mir zum einen ein einzigartiges Umfeld zum Anfertigen meiner Arbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik gegeben und zum anderen mich durch den oft holprigen Weg meiner Promotion begleitet und geleitet hat. Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Uwe Baumgarten für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes und bei Frau Prof. Dr. Gudrun Klinker für die Übernahme des Zweitgutachtens. Mein ganz besonderer Dank gilt Dr. Michael Schermann, der mich in seiner Funktion als Leiter des Automotive Clusters am Lehrstuhl nicht nur teilweise durch das der Promotion zuvor gehende Studium begleitet hat, sondern auch während der Promotionszeit maßgeblich die Anfertigung der Arbeit mit Rat und Tat unterstützt hat. Michael hat wesentlich dazu beigetragen meine Zeit am Lehrstuhl zu einer sehr schönen und produktiven Zeit zu machen.

Mein großer Dank gebührt auch den Kollegen bei der Audi AG, die es mir ermöglicht haben im Rahmen des Doktorandenprogramms namens INI.TUM (Ingolstadt Institute der Technischen Universität München) zu promovieren. Hier sind insbesondere solche Namen wie Stefan Sellschopp, Stefan Bauer, Hubert Fischer und Maximilian Pühler zu nennen, die mir einen einzigartigen Einblick in die Forschung des Konzerns gegeben haben und es mir ermöglicht haben ein wesentlicher Teil davon zu werden. Herrn Dr. Uwe Koser gilt mein Dank als organisatorischem Leiter des INI.TUM Programms. Bei Frau Christina Hoos möchte ich mich ebenfalls für die sehr gute Betreuung der Doktoranden bedanken.

Ebenso bedanken möchte ich mich bei allen meinen Lehrstuhlkollegen und Studenten, die dazu beigetragen haben das Automotive Service Lab als wesentlichen Teil des Lehrstuhls aufzubauen und am Leben zu erhalten. Hier sind zum einen meine Kollegen sowohl am Lehrstuhl als auch bei der Audi AG wie Michael Schermann, Maximilian Pühler, Stefan Sellschopp, Tobias Schlachtbauer und Nina Röder zu nennen. Zum anderen sollten an dieser Stelle auch meine zahlreichen Studenten genannt werden, die viele viele Stunden ihres Studiums bei Kaffee und Club-Mate im Lab verbracht haben und durch ihren unermüdlichen Einsatz solche Projekte wie den ASL Fahrsimulator, den MUTE und die diversen Auftritte auf Messen wie ILA und Cebit ermöglicht haben. Andreas Zauner, Eugen Fritzler, Marco Lied, Dominik Degel, Tobias Heck, Nevzhat Orhan, Patrick de Boer, Akin Ucar, Mahmut Kafkas, Tim Kaltenbrunner, Tobias Höfler, Kang-Hunn Lee, Ali Gencay, Ugur Adiguzel, Hannes Eichinger, David Sardari, Alexander Fürthmaier, Chris Weiner, Claus Mehrwald, Manuel Gerstner, Felix Böhm und Thomas Wolf: ich danke euch vom ganzen Herzen und freue mich jedes Mal euch zu sehen!

In diesem Zuge möchte ich mich auch bei meinen zahlreichen Kollegen und Freunden am Lehrstuhl bedanken, die immer für ein entspanntes und produktives Klima gesorgt haben. Die zahlreichen Diskussionen und Feedback-Schleifen mit Ihnen haben mir geholfen immer stets klare Sicht auf meine Arbeit zu behalten und es durch neue Ideen und Anregungen zu verbessern. Die gemeinsamen Diskussionen beim Mittagessen, die zahlreichen erfolgreichen und die nicht so erfolgreichen Kicker-Runden und die gemeinsamen Gänge am Nachmittag zum Bäcker werde ich vermissen. Besonderer Dank gilt auch Cathleen Stephan, Andrea Trost und Gabriele Querbach, die immer stets ein offenes Ohr für mich im Sekretariat hatten und mir jedes Mal geduldig erklärt haben wie ein Fax-Gerät zu bedienen ist.

Nicht vergessen sollte auch der Dank an Suparna Goswami und Marilyn Tremaine sein, die zusammen mit Michael Schermann mich beim Schreiben einer meiner wichtigsten Publikation unterstützt haben. Die zahlreichen Stunden, die wir mit Diskussionen, dem Ausarbeiten neuer Ideen, der Konzeption und der Analyse verbracht haben, haben sich auf jeden Fall gelohnt!

Der größte Dank geht jedoch an meine Eltern, die sowohl in schönen als auch in herausfordernden Stunden meiner Promotion stets immer an meiner Seite standen. Ihre unerschütterliche Unterstützung und Liebe haben mich dazu motiviert von meinen Zielen in der Promotionsphase nicht abzuweichen. Ich danke euch vom ganzen Herzen!

Zusammenfassung

Problemstellung: Durch die Entwicklung unserer Gesellschaft hin zu einer mobilen Gesellschaft verbringen Menschen immer mehr Zeit im Auto. Um die Zeit am Steuer effizient zu nutzen, greifen viele dabei zu dienstlicher Kommunikation und diversen anderen Büroaktivitäten auch beim Fahren. Die dabei entstehende Fahrablenkung wird dabei nicht selten ignoriert bzw. in Kauf genommen. Vor diesem Hintergrund war das Ziel dieser Arbeit zu untersuchen was mobile Arbeit am Steuer für Fahrer bedeutet und wie diese sicher auch während der Fahrt ausgeführt werden kann.

Vorgehensweise und Forschungsmethodik: Zunächst wurde mit Hilfe von Workshops und Umfragen identifiziert welcher Anwendungsfall der mobilen Arbeit am Steuer auf der einen Seite von Fahrern nachgefragt wird und zum anderen für die Automobilhersteller in der Umsetzung eine Herausforderung darstellt. Darauf aufbauend wurden in einem Design Thinking Ansatz Designprinzipien für bordeigene Infotainment-Systeme entwickelt und diese anhand von experimentellen Studien auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Ausgehend von den Designprinzipien und den Implikationen aus den Studien wurde eine IT-Referenzarchitektur zur sicheren Ausführung des identifizierten Anwendungsfalls am Steuer entwickelt.

Ergebnisse: Neben der Telefonie, die bereits im Auto breite Anwendung findet, stellt vor allem die Bearbeitung von E-Mails am Steuer einen relevanten Anwendungsfall dar, der im Rahmen dieser Arbeit vordergründig betrachtet wurde. Charakteristisch für die E-Mail Kommunikation ist der asynchrone Charakter und die Notwendigkeit des Umgangs des Fahrers mit umfangreichen Informationen in Textform. Die entwickelten Designprinzipien betreffen daher die Notwendigkeit der fahrsituationsgerechten Informationspräsentation, Benutzerinteraktion und dem angepassten Systemverhalten. Trotz des Kandidatencharakters der entwickelten Designprinzipien, konnte die Gültigkeit des Großteils dieser in den experimentellen Studien weitgehend bestätigt werden. Diese Arbeit deckt jedoch auch einen bisher in der Forschung unbekanntem Zusammenhang zwischen der Gestaltung der Benutzerinteraktion und der Aufmerksamkeitsverteilung des Fahrers auf: für den Fahrer wahrnehmbar intuitive und einfach nutzbare Benutzerschnittstellen für die Ausführung von nicht-fahrrelevanten Aufgaben am Steuer können zur Verlagerung der Aufmerksamkeit des Fahrers weg vom Straßengeschehen führen. Die erarbeitete IT-Referenzarchitektur sieht daher die Überwachung des kognitiven Zustandes des Fahrers und ein adaptives Verhalten der Systeme im Auto vor.

Theoretischer und praktischer Beitrag: Der theoretische Beitrag dieser Arbeit umfasst die Förderung eines besseren Verständnisses der Nutzung sprachbasierter Interaktion am Steuer und den Zusammenhang zwischen der Gestaltung von bordeigenen Infotainment-Systemen und der Aufmerksamkeitsverteilung des Fahrers. Die erstellten Designprinzipien und die erarbeitete IT-Referenzarchitektur für E-Mail Kommunikation im Auto sollen zudem einen praxisbezogenen Mehrwert für die Automobilhersteller liefern.

Ausblick: Zukünftig wird es zum einen wichtig sein, die in dieser Arbeit erstellten Designprinzipien zur Gestaltung von bordeigenen Informationssystemen, zu ergänzen und zu erweitern. Zum anderen bedarf es einer detaillierteren Auseinandersetzung mit den Aspekten des kognitiven Zustands des Fahrers, seiner Aufmerksamkeitsverteilung und der damit zusammenhängenden Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto. Eine weitere Betrachtung der sich adaptierenden Infotainment-Systeme und des Themas des autonomen Fahrens wird darüber hinaus immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Inhaltsverzeichnis

1. Mobiles Arbeiten im Auto	1
1.1 Motivation und Problemstellung.....	1
1.2 Ziel der Arbeit	3
1.3 Forschungsleitende Fragestellungen.....	4
1.4 Forschungsmethodisches Design	5
1.5 Aufbau der Arbeit	8
2. Begriffliche Grundlagen, Stand der Technik und theoretischer Hintergrund. 11	11
2.1 Mobiles Arbeiten.....	11
2.1.1 Entwicklungen in der mobilen Arbeitswelt	11
2.1.1.1 Definitionen, Formen und Bedingungen Mobiler Arbeit	11
2.1.1.2 Gestaltung mobiler Arbeit.....	13
2.1.1.3 Potentiale und Risiken.....	13
2.1.2 Mobiles Arbeiten im Auto	14
2.1.2.1 Bedeutung des Autos als mobiler Arbeitsplatz.....	14
2.1.2.2 Möglichkeiten der Nutzung des Autos als mobiles Büro	15
2.1.2.3 Potentiale und Risiken	18
2.1.3 Diskussion.....	19
2.2 Technologische Innovationstreiber für mobile Arbeit im Auto	19
2.2.1 Vernetzte Fahrzeuge	19
2.2.2 Smartphones.....	21
2.2.3 Fahrerassistenzsysteme	23
2.2.4 Sprachtechnologien	23
2.2.5 Diskussion.....	25
2.3 Aktuelle Lösungen für Mobiles Arbeiten im Auto.....	25
2.3.1 Systeme von Automobilherstellern	26
2.3.1.1 Audi Connect.....	26
2.3.1.2 BMW Connected Drive.....	26
2.3.1.3 Mercedes-Benz Comand Online.....	27
2.3.1.4 Ford Sync	27
2.3.2 Systeme von Drittanbietern.....	28
2.3.2.1 AutoLinq	28
2.3.2.2 Harman ADAS.....	28
2.3.2.3 MirrorLink.....	28
2.3.2.4 Delphi MyFi.....	29
2.3.3 Smartphone Lösungen	29
2.3.3.1 Smartphone Office Sprachassistenten	29
2.3.3.2 Apps zur Einschränkung der Interaktion während der Fahrt.....	30
2.3.4 Kategorisierung und abschließende Betrachtung.....	30
2.4 Mobiles Arbeiten und Sicherheit am Steuer	33
2.4.1 Definition und Arten der Fahrerablenkung	33
2.4.1.1 Aufgabenkategorisierung.....	35
2.4.1.2 Faktoren zur Beeinflussung der Fahrerablenkung	36
2.4.2 Grundlegende Theorien zur Ablenkung und Aufmerksamkeit	37
2.4.2.1 Wickens' Theorie der Multiplen Ressourcen	38
2.4.2.2 Yerkes-Dodson Gesetz	39
2.4.2.3 Cognitive Load Theorie	40
2.4.3 Bestimmung der Fahrerablenkung.....	41

2.4.3.1	Methodisches Vorgehen.....	42
2.4.3.2	Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung.....	42
2.4.3.3	Kategorisierung der Methoden und Erstellung einer Auswahlhilfe.....	46
2.4.4	Diskussion.....	50
2.5	Gestaltung bordeigener Informations- und Kommunikationssysteme	51
2.5.1	Herausforderungen	51
2.5.2	Gestaltung von bordeigenen Informationssystemen.....	53
2.5.3	Diskussion.....	56
2.6	Zusammenfassung und Zwischenfazit.....	57
3.	Explorative Gestaltung bordeigener Informationssysteme.....	59
3.1	Identifizierung eines relevanten Anwendungsfalls	59
3.1.1	Vorgehen	59
3.1.2	Umfrage I: Anforderungen an Mobiles Arbeiten im Auto	60
3.1.3	Workshop: Zukunftsweisende Mehrwertdienste im Auto	62
3.1.4	Diskussion des Anwendungsfalls	64
3.2	E-Mail Kommunikation als Szenario für mobile Arbeit im Auto	65
3.2.1	Besonderheiten der E-Mail Kommunikation.....	65
3.2.2	Aufgaben bei der E-Mailkommunikation.....	66
3.2.3	Herausforderungen der Nutzung am Steuer	66
3.2.4	Szenario	67
3.2.5	Diskussion.....	68
3.3	Gestaltung der sichere E-Mail Kommunikation im Auto.....	69
3.3.1	Design Thinking als Vorgehensmodell.....	69
3.3.2	Explorative Konzeption	72
3.3.2.1	Zielstellung und Vorgehensweise	72
3.3.2.2	Explorative Entwicklungen	73
3.3.2.3	Identifizierte Gestaltungsbereiche.....	80
3.3.2.4	Verwendung existierender Richtlinien und Standards	83
3.3.3	Diskussion.....	84
3.4	Designprinzipien zur Gestaltung von Kommunikationssystemen im Auto	85
3.4.1	Informationspräsentation	86
3.4.1.1	Designprinzip zur Informationspräsentation (P1)	86
3.4.1.2	Designprinzip zur Informationspräsentation (P2)	86
3.4.1.3	Designprinzip zur Informationspräsentation (P3)	87
3.4.2	Interaktion mit Benutzerschnittstellen	87
3.4.2.1	Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P4)	87
3.4.2.2	Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P5)	88
3.4.2.3	Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P6)	88
3.4.3	Systemverhalten	88
3.4.3.1	Designprinzip zum Systemverhalten (P7)	88
3.4.3.2	Designprinzip zum Systemverhalten (P8)	89
3.4.3.3	Designprinzip zum Systemverhalten (P9)	89
3.4.4	Diskussion.....	90
3.5	Zusammenfassung.....	91
4.	Studien zur Gestaltung des Mobilen Arbeitens im Auto.....	93
4.1	Forschungslücken.....	93
4.2	Studie I: MobileMail - Sprachbasiertes E-Mail System im Auto.....	93
4.2.1	Motivation und Ziele	93

4.2.2	Aktueller Forschungsstand	95
4.2.2.1	Sprachbasierte Benutzerschnittstellen im Auto.....	96
4.2.2.2	E-Mail Kommunikation als sekundäre Aufgabe	96
4.2.2.3	Komplexität von kognitiven sekundären Aufgaben.....	97
4.2.2.4	Bedeutung der Komplexität von Kommunikationsinhalten	98
4.2.2.5	Zusammenfassende Betrachtung des aktuellen Forschungsstandes.....	99
4.2.3	Forschungsmodell und Hypothesen.....	100
4.2.4	E-Mail Dienst MobileMail.....	101
4.2.5	Methode.....	103
4.2.5.1	Experimentdesign.....	104
4.2.5.2	Teilnehmer.....	104
4.2.5.3	Simulator und Versuchsumgebung.....	105
4.2.5.4	Primäre Aufgabe.....	107
4.2.5.5	Sekundäre Aufgaben.....	108
4.2.5.6	Durchführung.....	111
4.2.6	Ergebnisse	113
4.2.6.1	Analysenübersicht.....	113
4.2.6.2	Fahrerablenkung.....	114
4.2.6.3	Performanz der Nebenaufgaben	118
4.2.7	Diskussion der Ergebnisse	118
4.2.8	Limitationen	121
4.2.9	Implikationen.....	123
4.2.10	Kritisches Reflektieren des Versuchsablaufs.....	125
4.2.11	Zusammenfassende Betrachtung.....	126
4.3	Studie II: Infotainment-System mit mehreren synthetischen Stimmen...	127
4.3.1	Motivation und Ziele	128
4.3.2	Aktueller Forschungsstand	129
4.3.2.1	Gleichzeitige Ausführung von Aufgaben mit konfliktären Zielen	129
4.3.2.2	Sprachschnittstellen mit mehreren synthetischen Stimmen.....	130
4.3.3	Forschungsmodell.....	132
4.3.4	Methode.....	134
4.3.4.1	Teilnehmer.....	134
4.3.4.2	Versuchsdesign	135
4.3.4.3	Fahrsimulator.....	135
4.3.4.4	Sprachbasierte E-Mail Aufgabe.....	136
4.3.4.5	Messgrößen	138
4.3.4.6	Versuchsablauf.....	140
4.3.5	Ergebnisse	142
4.3.5.1	Überblick	142
4.3.5.2	Fahrperformanz	143
4.3.5.3	E-Mail Aufgabe	144
4.3.5.4	Subjektive kognitive Belastung.....	146
4.3.6	Diskussion der Ergebnisse	148
4.3.7	Praktische Implikationen.....	150
4.3.8	Theoretische Implikationen.....	151
4.3.9	Limitationen	152
4.3.10	Zusammenfassende Betrachtung.....	153
4.4	Studie III: Kontext-sensitives sprachbasierten Kommunikationssystem	154
4.4.1	Motivation.....	154
4.4.2	Grundlagen und Relevante Forschung.....	155

4.4.3	Methode.....	157
4.4.3.1	Fragebogendesign und Durchführung.....	157
4.4.3.2	Teilnehmer.....	157
4.4.4	Ergebnisse	158
4.4.4.1	Teil A: Kommunikationsverhalten	158
4.4.4.2	Teil B: Situationsempfinden bei Kommunikation.....	159
4.4.4.3	Teil C: Verkehrssituationen	161
4.4.4.4	Teil D: Fahrablenkung beim Bearbeiten von Nachrichten.....	162
4.4.4.5	Teil E: Verhalten des Systems bei Risiko-Situationen.....	165
4.4.4.6	Teil F: Persönlicher Mehrwert	167
4.4.4.7	Teil G: Anmerkungen der Teilnehmer	168
4.4.5	Ergebniszusammenfassung und Diskussion	168
4.4.6	Implikationen	171
4.4.7	Limitationen	172
4.4.8	Prototypische Entwicklung eines adaptives Systems.....	172
4.4.9	Fazit und Ausblick.....	175
4.5	Studienübergreifende Implikationen.....	176
4.5.1	Kommunikationsinhalte und -aufgaben	176
4.5.2	Design von sprachbasierten Kommunikationssystemen im Auto	177
4.5.3	Workload management und adaptives Systemverhalten	178
4.6	Diskussion	179
4.7	Zusammenfassung.....	180
5.	IT-Referenzarchitektur zur Unterstützung des mobilen Arbeitens.....	183
5.1	Vorgehen.....	183
5.2	Identifikation von Stakeholdern	185
5.3	Formulierung der operativen Ziele	185
5.4	Ableitung der Anforderungen	186
5.4.1	Funktionale Anforderungen	187
5.4.2	Nicht-funktionale Anforderungen.....	188
5.5	IT-Referenzarchitektur für E-Mail Kommunikation im Auto	189
5.5.1	Fahrzeug.....	191
5.5.2	Backend	192
5.5.3	Externe Web-Services.....	193
5.6	Realisierbarkeit der Komponenten	194
5.7	Zusammenfassung.....	196
6.	Fazit und Ausblick	199
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	199
6.2	Limitationen	204
6.3	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	205

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Einzelne Elemente eines Forschungsprozesses	7
Abbildung 1-2:	Aufbau und Ablauf der Arbeit	10
Abbildung 2-1:	Streifenpolizisten als Vorreiter der Nutzung von Laptops im Auto	16
Abbildung 2-2:	Kfz Tablet Halterung	17
Abbildung 2-3:	Im Auto eingebautes Infotainment-System mit Office Funktion	18
Abbildung 2-4:	Entwicklung der vernetzten Fahrzeuge	21
Abbildung 2-5:	Entwicklung der Smartphone-Nutzer in Deutschland	22
Abbildung 2-6:	E-Mail Kommunikation in BMW Connected Drive	27
Abbildung 2-7:	Überlappung der Aufmerksamkeitsanforderungen.....	35
Abbildung 2-8:	Moderierende Faktoren der Fahrperformanz.....	37
Abbildung 2-9:	Würfel-Modell von Wickens	38
Abbildung 2-10:	Hebbians Version vom Yerkes-Dodson-Gesetz	40
Abbildung 2-11:	Zusammenhänge der Cognitive Load Theorie	41
Abbildung 2-12:	Visualisierung der Ablenkung im LCT	44
Abbildung 2-13:	Beispiele der Bestimmung eines geeigneten Ansatzes.....	50
Abbildung 2-14:	Digitalisierung von Autos und Fahrerablenkung.....	52
Abbildung 2-15:	Ablenkungspotenzial verschiedener sekundärer Aufgaben.....	53
Abbildung 3-1:	Bewertung der Ideen in verschiedenen Kategorien	63
Abbildung 3-2:	Risiko eines Verkehrsunfalls bei sekundären Aufgaben	67
Abbildung 3-3:	Design Thinking Prozess	70
Abbildung 3-4:	Design-Thinking-Prozess im Automotive Services Lab	73
Abbildung 3-5:	Wrap-Up Übersicht des Personal Car Assistants.....	75
Abbildung 3-6:	Vorlesen von E-Mails im Personal Car Assistant.....	76
Abbildung 3-7:	Die Diktierfunktion für E-Mails im Personal Car Assistant.....	77
Abbildung 3-8:	Bedienoberfläche des Unified Communicators	78
Abbildung 3-9:	Prototypische Entwicklung des adaptiven E-Mails im Auto	80
Abbildung 3-10:	Gestaltungsmerkmale für sichere E-Mail Kommunikation im Auto.....	81
Abbildung 3-11:	Designprinzipien für eine sichere Kommunikation im Auto.....	91
Abbildung 4-1:	Forschungsmodell.....	100
Abbildung 4-2:	Geschlechtsverteilung der Teilnehmer	104
Abbildung 4-3:	Altersverteilung der Teilnehmer	105
Abbildung 4-4:	Verteilung der jährlichen Fahrleistung der Teilnehmer.....	105
Abbildung 4-5:	Ansicht der kompletten Versuchsumgebung	106
Abbildung 4-6:	Perspektive des Probanden	107
Abbildung 4-7:	Fahrerablenkung bei betrachteten Nebenaufgaben.....	115
Abbildung 4-8:	Fahrerablenkung der betrachteten Nebenaufgaben	118
Abbildung 4-9:	Ablenkungspotenzial sekundärer Aufgaben am Steuer	120
Abbildung 4-10:	Forschungsmodell.....	133
Abbildung 4-11:	Mittlere laterale Abweichung vom normativen Pfad-Modell.....	144
Abbildung 4-12:	Interaktionseffekt bei der sekundären Aufgabe	146
Abbildung 4-13:	Interaktionseffekt bei der subjektiven kognitiven Belastung	147
Abbildung 4-14:	Kommunikationsverhalten der Umfrageteilnehmer	159
Abbildung 4-15:	Gewünschte Optionen zur Überprüfung des Diktats	161
Abbildung 4-16:	Kommunikationssaktivitäten in verschiedenen Verkehrssituationen.....	161
Abbildung 4-17:	Fahrerablenkung durch das Hören und Sprechen von Nachrichten	163
Abbildung 4-18:	Subjektive Einschätzung des Ablenkungspotenzials.....	164
Abbildung 4-19:	Bewertung der Gestaltungsmerkmale für ein adaptives System	166
Abbildung 4-20:	Gestaltung bei Verlassen einer Risikosituation im Straßenverkehr	167
Abbildung 4-21:	Persönlicher Mehrwert durch ein adaptives Kommunikationssystem.....	168

Abbildung 4-22:	Funktionsweise eines adaptiven Kommunikationssystems	173
Abbildung 4-23:	E-Mail Kommunikationssystem auf einem Smartphone	174
Abbildung 5-1:	Verschiedene Artefakte beim Software Engineering	184
Abbildung 5-2:	IT-Referenzarchitektur E-Mail Kommunikationssystem im Auto	190
Abbildung 5-3:	Mögliche Quellen zur Bestimmung des Fahrerzustandes	195

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Infotainmentangebot im Bereich des mobilen Arbeitens im Auto.....	32
Tabelle 2:	Taxonomie zur Kategorisierung der Methoden	47
Tabelle 3:	Methoden zur Messung der Fahrerablenkung bei sek. Aufgaben.....	48
Tabelle 4:	Sekundäre Aufgaben im Auto mit Einbezug von Infotainment-Systemen.....	52
Tabelle 5:	Richtlinien zur Gestaltung von Informationssystemen in Fahrzeugen	55
Tabelle 6:	Ergebnisse der Umfrage I: Anforderungen an Mobiles Arbeiten im Auto	61
Tabelle 7:	Bewertung der einzelnen Mehrwertdienste im Umfeld von Audi Connect.....	64
Tabelle 8:	Kommunikationsaktivitäten während dem Fahren in den USA in Prozent	64
Tabelle 9:	Unterstützte Sprachbefehle in MobileMail	102
Tabelle 10:	Kategorisierung der Nebenaufgaben anhand des Forschungsmodells.....	111
Tabelle 11:	Verwendete Evaluationsmessgrößen	113
Tabelle 12:	Deskriptive Statistik der erhobenen Messgrößen.....	113
Tabelle 13:	Test auf Normalverteilung	114
Tabelle 14:	Post-Hoc Mehrfachvergleiche mit Bonferroni Korrektur	117
Tabelle 15:	Deskriptive Statistik der Nebenaufgaben.....	118
Tabelle 16:	Typen von Workload Managern	124
Tabelle 17:	Versuchsdesign	135
Tabelle 18:	Ausschnitt einer Beispielkonversation	138
Tabelle 19:	Evaluationsmessgrößen.....	139
Tabelle 20:	Deskriptive Statistik	142
Tabelle 21:	Multivariate Analyse	143
Tabelle 22:	Univariate Analysen.....	143
Tabelle 23:	Inhaltlicher Aufbau des Fragebogens.....	157
Tabelle 24:	Demographische Daten und Fragen zur Person	158
Tabelle 25:	Zusammenhang der aufgestellten Designprinzipien und Implikationen.....	179
Tabelle 26:	Funktionale Anforderungen	187
Tabelle 27:	Nicht-funktionale Anforderungen.....	189

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of Variance
CAN	Controller Area Network
CLT	Cognitive Load Theory
eCALL	Electronic Call
GPS	Global Positioning System
HIMEPP	Highly Integrated Modular Embedded Prototyping Platform
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INI.TUM	Ingolstadt Institute der TU München
ISO	International Organization for Standardization
IVIS	In-Vehicle Information System
JAMA	Japan Automobile Manufacturers Association
KI	Künstliche Intelligenz
KLM	Keystroke Level Modell
LCT	Lane Change Test/Task
LTE	Long Term Evolution
MDEV	Mean Deviation
MMI	Multimedia Interface
NASA-TLX	NASA Task Load Index
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
PC	Personal Computer
PCA	Personal Car Assistant
POI	Point of Interest
PTT	Push-to-Talk
SAE	Society of Automotive Engineers
SMS	Short Message Service
StVO	Straßenverkehrsordnung
TTS	Text-to-Speech
UML	Unified Modeling Language
UMTRI	University of Michigan Transportation Research Institute
WLAN	Wireless Local Area Network

1. Mobiles Arbeiten im Auto

Den Anstoß für die vorliegende Betrachtung der mobilen Arbeit während des Autofahrens entstammt aus der Tatsache, dass ein Fahrzeug für viele Menschen mittlerweile nicht nur ein reines Fortbewegungsmittel darstellt sondern zu einem zweiten Büro wird. Das hat jedoch negative Implikationen für die Sicherheit am Steuer. Um das notwendige Verständnis für diesen Trend zu entwickeln und die damit verbundenen Fragestellungen herzustellen, wird zunächst die Motivation für diese Arbeit gegeben. Basierend darauf werden die in diesem Zusammenhang relevanten Forschungsfragen abgeleitet. Im Anschluss steht der Aufbau der nachfolgenden Kapitel im Vordergrund.

1.1 Motivation und Problemstellung

Im Zuge der Entwicklung unserer Gesellschaft sind zwei Trends zu beobachten, die für diese Arbeit von Relevanz sind. Zum einen ist es die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung unserer Umwelt, die dazu führt, dass das „online sein“ mittlerweile zwar noch kein Grundbedürfnis darstellt aber für viele sehr wohl ein Wohlfühlfaktor ist (BVDW 2013). Zum anderen werden Menschen mobiler und legen täglich immer größere Strecken zurück. Der größte Anteil entfällt nach wie vor auf den motorisierten Individualverkehr und somit können viele ihr Auto als zweites Büro bezeichnen (Laurier 2004; Randstad 2008).

Aus diesen Entwicklungen erwächst ein Phänomen der nahtlosen Integration des Autos in unseren Alltag. Um die immer mehr werdende Zeit im Auto effektiver zu nutzen, neigen Fahrer dazu Aufgaben in ihrem privaten als auch beruflichen Umfeld neben dem Fahren auszuführen, oft ohne Berücksichtigung ihrer eigenen Sicherheit. Dazu gehört beispielweise Kommunikation über SMS und E-Mail, die außerhalb des Wagens Normalität ist. Diesem Trend kommt die Entwicklung von vernetzten Fahrzeugen entgegen, bei der auch die Fahrzeuge jederzeit mit dem Internet verbunden sind. Junge Leute sehen den Vorteil der Vernetzung von Autos in dem breiteren Entertainment-Angebot, wohingegen Geschäftsleute in einem Auto einen mobilen Arbeitsplatz entdecken (Bernhart et al. 2012). Laut einer Studie von BITKOM (2013) ist für rund die Hälfte der jungen Menschen ein Smartphone-Anschluss im Auto wichtiger als die Motorisierung des Wagens.

Obwohl vernetzte Fahrzeuge mittlerweile bei jedem Automobilhersteller zur Produktpalette gehören, hat das Thema Sicherheit am Steuer weiterhin Vorrang. Vor allem in den USA nimmt dieses Thema eine große Rolle ein und so existiert eine eigene Regierungsinstitution namens National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA 2013b), die zahlreiche Untersuchungen in diesem Umfeld finanziert und sogar ein eigenes Portal zur Aufklärung der Bürger über die möglichen Risiken am Steuer eingerichtet hat (siehe (NHTSA 2013a)). Zudem werden von unterschiedlichen Ländern und Organisationen spezielle Richtlinien zur Gestaltung der Benutzerinteraktion in Fahrzeugen herausgegeben, die der Erhöhung der Fahrsicherheit dienen sollen.

Somit sind zahlreiche Automobilhersteller vor die Frage gestellt wie sie mit dieser Situation umgehen sollen. Auf der einen Seite entwickelt sich die IT im Auto zum entscheidenden Innovationstreiber und könnte sich vor dem Hintergrund der sich verschiebenden Interessen der Kunden zu einem Alleinstellungsmerkmal entwickeln. Auf der anderen Seite sind den Automobilherstellern die damit verbundenen Risiken für die Fahrsicherheit bekannt. Eine restriktive Haltung seitens der Automobilhersteller ist an dieser Stelle nicht zielführend. Obwohl in den USA und in Deutschland (StVO 2013) die Nutzung eines Handys beim Fahren

ohne eine Freisprecheinrichtung nicht zugelassen ist, wird dieses Verbot von vielen Autofahrern gezielt ignoriert. Laut einer Studie von BITKOM (2013) lesen rund 45% aller Autofahrer beim Fahren in Deutschland SMS auf ihren Smartphones, 22% sogar ihre E-Mails und die Tendenz ist steigend. Somit lautet die Aufgabe für Automobilhersteller die Nutzung der IT im Auto so sicher wie möglich zu machen.

Die Nutzung eines Autos als Arbeitsplatz bringt einige Eigenheiten mit sich, die man von uns bekannten Arbeitsplätzen im Büro, im Zug oder im Café nicht kennt. Befindet man sich im Fahren so muss sehr stark zwischen der sogenannten primären und der sekundären Aufgabe unterschieden werden, denn das Autofahren stellt eine sicherheitskritische Aufgabe dar (Laurier 2004). Im Gegensatz zum Arbeiten am PC wo sich unsere primäre und sekundäre Aufgaben abwechseln (beispielsweise Arbeit am PC und Telefonieren), sollte beim Autofahren die Kontrolle des Wagens und die Beachtung der Fahrumgebung die primäre Rolle stets beibehalten. Alle sekundären Aufgaben wie z.B. die Nutzung des Infotainment-Angebots, sollten nicht im Konflikt mit dem Autofahren stehen (Young et al. 2007). Für Anwendungsfälle bei denen mobile Arbeit im Fond oder auf dem Beifahrersitz ausgeübt wird, sehen Automobilhersteller vor allem bei Modellen der Oberklasse entsprechende Vorrichtungen vor wie ausklappbare Tische, Bildschirme und Tablethalterungen, die diese Tätigkeiten angenehm in der Ausübung machen. Übertragen auf den Fahrer muss jedoch ein anderer Weg gewählt werden.

Vor dem Zeitalter der vernetzten Fahrzeuge waren die Anwendungsfälle für Infotainment-Systeme eher begrenzt. Zu den vordergründigen Aktivitäten zählte die Bedienung eines Navigationssystems, Vornehmen der Wageneinstellungen, Musik und Telefonie. Wie anspruchsvoll mobile Arbeit am Steuer sein kann zeigt allein die Telefonie im Auto. Obwohl die Bedienung eines Handys am Steuer in Deutschland ohne eine Freisprecheinrichtung nicht erlaubt ist (StVO 2013), weisen mehrere Studien (Nunes/Recarte 2002; Strayer/Johnston 2001) auf, dass selbst eine Freisprecheinrichtung kein Allheilmittel darstellt da das Telefonieren an sich für den Fahrer eine kognitive Belastung bedeutet, die von der Nutzungsweise unabhängig ist.

Daneben ist auch herauszustellen, dass die bisher in den Fahrzeugen verbaute Infotainment-Hardware nicht für langwierige und umfangreiche Aufgaben ausgelegt ist. Die Bildschirme und die Bedienelemente wie z.B. die sogenannten Dreh-Drück-Steller wurden, für nicht-fahrrelevante Aufgaben konzipiert, die lediglich einer kurzzeitigen Benutzung bedürfen (z.B. Adresseingabe beim Navigationssystem oder Musikauswahl im Entertainmentssystem). Aktivitäten, wie z.B. das Lesen und das Beantworten von E-Mail Nachrichten, werden hingegen üblicherweise über eine längere Zeit ausgeübt. Obwohl wir in der Lage sind mit Hilfe der technischen Entwicklungen solche Aufgaben auch von unterwegs problemlos zu erledigen wie z.B. auf Smartphones und Tablets, lässt sich die Bedienweise nicht eins zu eins ins Fahrzeug übertragen da der Fahrer diesen Anwendungen nur eine begrenzte Aufmerksamkeit schenken kann. Hier ist ein Umdenken bei der Bedienung seitens der Automobilhersteller notwendig.

Eine zusätzliche Herausforderung für die Automobilhersteller stellen auch die unterschiedlichen Lebenszyklen der Fahrzeug- und der Elektronikbranche dar. Beträgt der Lebenszyklus in der Automobilindustrie rund 15-20 Jahre (Bauer 2011), so liegt dieser in der IT-Branche bei nur wenigen Jahren. Im Lebenszyklus eines Fahrzeugs verändern sich nicht nur die Anwendungsfälle im Bereich des mobilen Arbeitens, sondern auch die Art und Weise wie wir diese nutzen (z.B. die zunehmende Nutzung von E-Mails als Chat). Somit sind Automobilhersteller vor die Aufgabe gestellt möglichst flexible Fahrzeugarchitekturen zu

entwickeln, bei denen sowohl Hardware als auch die Software leicht ausgetauscht bzw. aktualisiert werden kann (Pühler 2011, 2).

Aus den genannten Gründen gehen Automobilhersteller mit dem Thema des mobilen Arbeitens am Steuer sehr vorsichtig um, denn ein Fahrzeugunfall, der auf die Bedienung des Infotainment-Systems zurückzuführen ist, kann für jeden Automobilhersteller einen großen Imageverlust seitens der Kunden bedeuten. Vor allem in den USA gelten strenge Richtlinien bzgl. des Designs von Infotainment-Systemen, deren Missachtung hohe finanzielle Strafen bedeuten kann. Um dieses Risiko nicht einzugehen, wird von einigen Automobilherstellern grundsätzlich das Infotainment-System in seiner Funktionsweise bei Fahrtbeginn eingeschränkt, um den Fahrer vor sich selbst zu schützen. Wie die zuvor erwähnten Statistiken jedoch zeigen, neigen Fahrer in so einem Fall zur Nutzung von anderen Mitteln, z.B. Smartphones.

1.2 Ziel der Arbeit

Ausgehend von den genannten Überlegungen soll in der vorliegenden Arbeit zum einen untersucht werden, was genau unter dem Begriff der mobilen Arbeit verstanden wird und welche Anwendungsfälle in diesem Zusammenhang relevant sind. Zum anderen sollen basierend auf den identifizierten Anwendungsfällen Wege erörtert werden, wie mobile Arbeit für den Fahrer ermöglicht werden kann bei gleichzeitiger Minimierung der Fahrablenkung. Die Erkenntnisse aus dieser Forschungsarbeit sollen sowohl theoretische Implikationen generieren und somit einen wissenschaftlichen Mehrwert aufweisen als auch einen Nutzen für den Praktiker haben, der beispielsweise bei einem Automobilhersteller für das Design und den Betrieb von IT-basierten Diensten zuständig ist.

Wie eingangs bereits erläutert, sind die Anwendungsfälle für mobile Arbeit im Auto sehr vielfältig und können von einfachen Aufgaben wie dem Abhören von SMS Nachrichten bis hin zur Bearbeitung von kompletten Dokumenten, Planung des Kalenders usw. reichen. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen ist es an dieser Stelle wichtig einen relevanten Anwendungsfall zu identifizieren, der zum einen auf hohes Interesse seitens der Autofahrer stößt und dessen Implementierung somit für Kunden einen entscheidenden Beitrag zur Entscheidung über den Kauf eines Wagens darstellen kann. Zum anderen soll dieser Anwendungsfall aber auch nicht-trivial sein und seine Umsetzung eine Herausforderung darstellen.

Des Weiteren, wurde im vorherigen Kapitel erwähnt, dass die Umsetzung des mobilen Arbeitens nicht mit bestehenden Ansätzen realisiert werden kann, die bisher zur Umsetzung von klassischen Anwendungsfällen wie z.B. Navigation und Musiksteuerung verwendet wurden. Aus diesem Grund steht bei dieser Arbeit im Vordergrund eine Methode zu verwenden bei der man aus den bestehenden Lösungsansätzen eines Automobilherstellers ausbrechen und kundenorientiertes Denken anwenden kann. Diese Prämisse ist dafür ausschlaggebend den Ansatz des Design Thinking in Betracht zu ziehen, der dieses Vorgehen unterstützt (siehe Winograd 1996).

Das erfolgreiche Arbeiten im Auto schließt jedoch auch ein, dass die Fahrsicherheit nicht darunter leidet bzw. in einem kontrollierbaren Bereich bleibt. Die im Rahmen der Durchführung von Design Thinking entwickelten Ansätze für mobiles Arbeiten im Auto sollen aus diesem Grund anhand von experimentellen Studien untersucht werden. Das ist insofern wichtig, als dass die Fahrablenkung nur in einer dem Auto ähnlichen Umgebung

zuverlässig bestimmt werden kann. Das ist nur entweder in Simulator- oder Feldstudien möglich (Bach et al. 2009).

Nicht zuletzt sieht es diese Arbeit als ihre Stärke an, dass die gegebene Problemstellung im Rahmen einer Kooperation der Technischen Universität und der Audi AG untersucht wird (Ingolstadt Institute der TUM – INI.TUM¹). Das ermöglicht es der Arbeit auf der einen Seite unabhängig von gegebenen technologischen Einschränkungen seitens des Automobilherstellers auf neue Lösungsansätze zu kommen. Auf der anderen Seite kann im zweiten Schritt in Kooperation mit dem Industriepartner die notwendige Kompetenz zur Frage der Umsetzung eingeholt werden. Die Erstellung dieser Arbeit erfolgt im Rahmen des Projekts Ubiquitous Automotive Services Environment (uBase), das in einem größeren Rahmen in der Partnerabteilung I/FP-71 (IT Fahrzeug Konzepte) der Audi AG neue Anforderungen für eine zukunftssichere Automotive Backend-Infrastruktur sammeln soll.

1.3 Forschungsleitende Fragestellungen

Um dem Ziel dieser Arbeit nachzukommen, sollen im Folgenden drei Forschungsfragen formuliert werden, die dieser Arbeit eine Struktur geben sollen. Zunächst soll im Rahmen dieser Arbeit erörtert werden was sich hinter dem Begriff des mobilen Arbeitens im Auto verbirgt. In diesem Schritt ist es wichtig zu untersuchen was ein Fahrzeug als Ort an dem mobile Arbeit ausgeübt wird so besonders macht und welche Aspekte dabei zu beachten sind. In einem explorativen Ansatz soll im weiteren Verlauf ein Anwendungsfall für mobile Arbeit im Auto genommen und dafür anhand von prototypischen Entwicklungen Designprinzipien herauskristallisiert werden. Im Rahmen von verschiedenen experimentellen Studien soll ein Teil dieser Designprinzipien überprüft werden und weitere Implikationen anhand der Studienergebnisse aufgestellt werden. Schließlich erfolgt eine Anforderungssammlung und Konzeption einer Architektur für das Auto und das Automotive Backend, die von Automobilherstellern als Referenz verwendet werden kann.

FF1: Was sind die Rahmenbedingungen für mobile Arbeit im Auto und was ist der aktuelle Stand der Technik?

Im Rahmen der ersten Forschungsfrage sollen zum einen die Rahmenbedingungen für mobile Arbeit im Auto untersucht werden. In diesem Rahmen sollen Fragen beantwortet werden, wie sich mobile Arbeit im Auto von mobiler Arbeit im Allgemeinen abgrenzt, welche technologischen Innovationstreiber sie beflügelt und welche Aspekte dabei von besonderer Wichtigkeit sind. Zum anderen soll auch erörtert werden, was der aktuelle Stand der Technik ist und an welcher Stelle noch keine Lösungsansätze zu finden sind. Diese Frage soll anhand einer systematischen Literaturrecherche beantwortet werden und dient als Grundlage für die Beantwortung der nachfolgenden Forschungsfragen.

FF2: Welche Gestaltungsbereiche und Designprinzipien lassen sich für die Ermöglichung der mobilen Arbeit am Steuer identifizieren?

¹ <http://www.ini.tum.de/>

² Als Infotainment-System wird üblicherweise ein eingebautes System im Auto bezeichnet welches dem Fahrer

Die zweite Forschungsfrage bildet den Kern dieser Arbeit und soll zum einen erörtern, welche Gestaltungsbereiche bei mobiler Arbeit im Auto möglich sind und zum anderen, welche Designprinzipien sich eignen, um sie anhand von Informationstechnologien im Auto zu ermöglichen. Zunächst soll anhand von Umfragen und Workshops ein relevanter Anwendungsfall identifiziert werden, auf den sich der Rest dieser Arbeit beziehen wird, und anschließend in einem explorativen Ansatz des Design Thinking unabhängig von technologischen Einschränkungen über mögliche Lösungsansätze nachgedacht werden. Die identifizierten Lösungsansätze sollen daraufhin dazu dienen, um Designprinzipien für die im Auto integrierten Informationssysteme aufzustellen. Anhand von experimentellen Studien und Umfragen soll ein Teil dieser Designprinzipien auf ihre Validität hin überprüft werden und weitere Implikationen identifiziert werden.

FF3: Was sind die Anforderungen an das Fahrzeug und das Automotive Backend, um eine sichere Ausübung der mobilen Arbeit zu ermöglichen?

Die Frage, die sich für jeden Autobauer in Bezug auf neue Entwicklungen stellt, ist die nach konkreten Umsetzungsschritten und der Realisierbarkeit. Aus diesem Grund soll im Rahmen der dritten Forschungsfrage aus den Ergebnissen der vorangegangenen Forschungsfragen Anforderungen für eine IT-Referenzarchitektur erhoben werden. Das Ergebnis dieser Forschungsfrage soll ein erster Entwurf der Architektur für das Auto und das Automotive Backend darstellen, das den in der FF2 ausgewählten Anwendungsfall für mobiles Arbeiten im Auto ermöglichen soll.

1.4 Forschungsmethodisches Design

Die Untersuchung der Fahrerablenkung stellt für gewöhnlich einen zentralen Aspekt bei der Konzeption von Informationssystemen im Auto dar (Bach et al. 2009). Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei experimentelle Studien durchgeführt, die verschiedene Aspekte der Konzeption von sprachbasierten Infotainment-Systemen untersuchen (siehe dazu Kapitel 4.2 und 4.3). Da experimentelle Studien somit den Kern dieser Arbeit darstellen, soll im Folgenden diese Forschungsmethode genauer vorgestellt werden.

Das Wort Experiment stammt von dem Lateinischen Wort *experimentum* ab und bedeutet soviel wie Versuch, Probe oder Beweis (Eisenberg et al. 2007). Somit handelt es sich bei einem Experiment um eine Untersuchung, bei der im Vordergrund eine bestimmte Vermutung oder eine Annahme bewiesen oder widerlegt werden soll indem Daten erhoben und analysiert werden. Das Hauptanwendungsgebiet von Experimenten ist das der Naturwissenschaften bzw. der Sozialwissenschaften wie in der Psychologie und der Soziologie. Im Vordergrund eines Experiments steht die systematische Überprüfung der vorher formulierten Aussagen auf ihre Gültigkeit bzw. den Wahrheitsgehalt indem verschiedene Bedingungen des Versuchs gezielt manipuliert werden. Genau dieses Merkmal zeichnet Experimente aus und grenzt es von anderen Methoden ab, wie z.B. der reinen Beobachtung (Bittrich/Blankenberger 2011, 17).

Bei einem Experiment existieren vier Faktoren, die diese Methode ausmachen: das Objekt oder das Subjekt welches untersucht werden soll; der Beobachter; die Methoden zum Versuchsaufbau bzw. zur Untersuchung; und der entsprechende Versuchsablauf (Hussy et al. 2009, 114). Eine wichtige Voraussetzung bei der Durchführung eines Experiments ist die Beibehaltung der Aussagekraft. Dafür müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- In psychologischen Experimenten besteht immer die Gefahr, dass man sich als Versuchsperson anders verhält als gewohnt und somit können Schwankungen bzgl. der psychologischen Faktoren entstehen. Labor- und Feldexperimente stellen für jeden Probanden eine künstliche Situation dar und insbesondere das Bewusstsein dafür, dass man beobachtet wird, kann zu einem anderen Verhalten führen und somit die Ergebnisse des Experiments verfälschen (Aronson et al. 2008, 48). Ähnliches kann auch für den Versuchsleiter gelten. Dieses Phänomen wird in der Literatur als der „Rosenthal-Effekt“ bezeichnet (Bortz/Döring 2006, 83f).
- Der durchgeführte Versuch muss jederzeit replizierbar sein. Das impliziert, dass die gefundenen Ergebnisse jederzeit überprüfbar sein müssen. Somit sollte der Versuch so gestaltet sein, dass er jederzeit wiederholt werden kann (Aronson et al. 2008, 50).
- Nicht zuletzt muss auch der Versuchsablauf selbst immer nachvollzogen werden können (Vögele 2013, 15).

Als wichtigste Elemente eines Versuchs können die Variablen bezeichnet werden. Bei diesen kann zwischen den abhängigen, den unabhängigen und den sogenannten Störvariablen unterschieden werden. Bei den unabhängigen Variablen versteht man solche, die im Rahmen des Versuchs aktiv beeinflusst werden können, um evtl. Veränderungen zu beobachten. Unter den abhängigen Variablen versteht man solche, bei denen die Auswirkungen der Veränderungen im Experiment (also durch unabhängige Variablen) beobachtet werden können. Als Störvariablen bezeichnet man solche, die ungewollt Veränderungen im Versuch verursachen und somit zu ungewollten Auswirkungen führen (Aronson et al. 2008, 39).

Nach Sarris (1990, 120) kann der Ablauf eines Versuchs mit einem Spiralmodell beschrieben werden, das in der Abbildung 1-1 zu sehen ist. Die einzelnen Elemente des Forschungsprozesses werden im Folgenden kurz beschrieben.

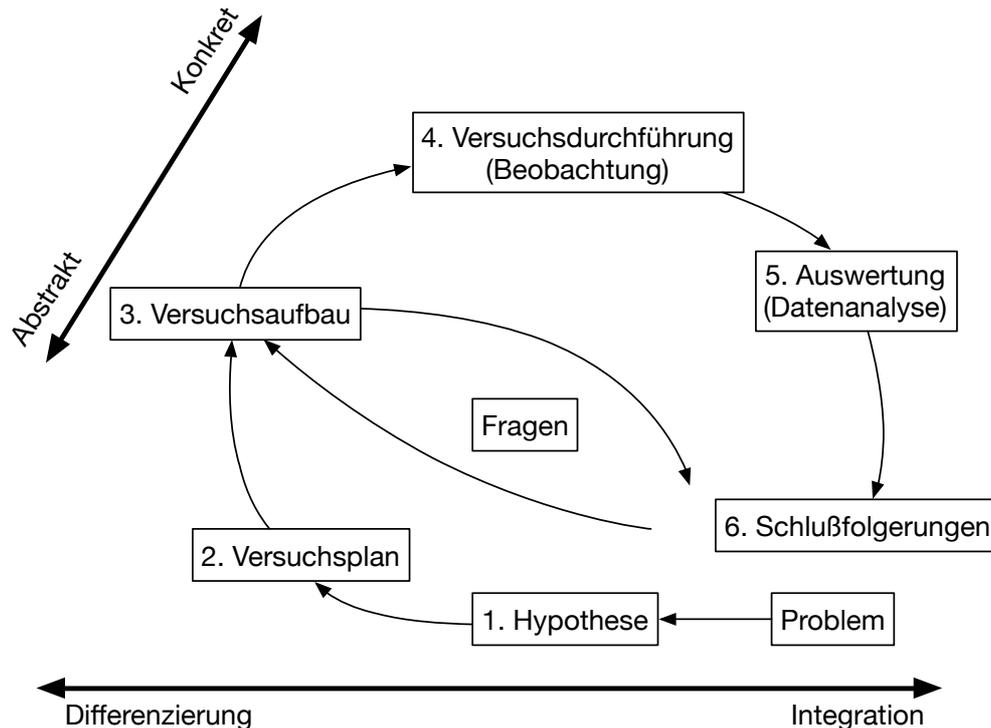


Abbildung 1-1: Einzelne Elemente eines Forschungsprozesses
(Quelle: in Anlehnung an (Sarris 1990, 121))

Wie anhand der Abbildung zu sehen ist, startet man mit einer Problemdefinition bzw. -präzisierung. In diesem Zuge werden die zu verwendenden Begriffe definiert, präzisiert und die zu erfassenden Variablen in Form eines Forschungsmodells festgelegt. Im nächsten Schritt werden anhand der Problemstellung und des erarbeiteten Forschungsmodells die entsprechenden Hypothesen aufgestellt. Eine wissenschaftliche Hypothese formuliert „[...] eine Beziehung zwischen zwei oder mehr Variablen, die für eine bestimmte Population vergleichbarer Objekte oder Ereignisse gelten soll“ (Bortz/Döring 2006, 8). Weitere Schritte betreffen die Erstellung eines Versuchsplans, den Aufbau des Versuchs und dessen Durchführung. Bei der Erstellung des Versuchsplans müssen viele Entscheidungen bzgl. der Vorgehensweise, der Gestaltung der Messinstrumente und deren Handhabung getroffen werden. Beim Versuchsaufbau ist es sehr wichtig jedes einzelne Detail aus dem Versuchsplan bei der Umsetzung zu beachten, um die Replizierbarkeit des Versuchs zu gewährleisten und die Ergebnisse des Versuchs nicht zu verfälschen. Wie in der Abbildung 1-1 ersichtlich, kann vor der Durchführung des Versuchs immer ein Schritt zurück gemacht werden, um evtl. neu aufgekommene Fragen zu klären bzw. Probleme zu beseitigen. Hat jedoch das Experiment angefangen und man entdeckt einen Fehler in der Versuchsplanung oder –durchführung, so kann nur bedingt ein Schritt zurück gemacht werden, da bereits erste Ergebnisse vorliegen. Ähnlich zum Versuchsaufbau ist es auch bei der Versuchsdurchführung wichtig, dass man bei allen Probanden nach dem erstellten Versuchsplan vorgeht und sich keine Verfälschungen ergeben. Ist das Experiment komplett durchgeführt, erfolgt eine Analyse der erhobenen Daten. Dieser Schritt beinhaltet Kodierung und Übertragung der Daten in ein statistisches Tool, Fehlerkontrolle und evtl. Fehlerbereinigung, Umformung und Neubildung von Variablen und die anschließende statistische Auswertung mit verschiedenen Methoden, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Anhand der Ergebnisse können die aufgestellten Hypothesen verifiziert oder falsifiziert werden. In der Interpretationsphase sollen anhand der

erzielten Ergebnisse die Befunde erklärt werden. Unerwartete Ergebnisse können auf fälschliche Annahmen und Fehler beim Versuchsaufbau, der Versuchsdurchführung oder der Auswertung hindeuten. Es ist an dieser Stelle wichtig zu vermerken, dass die Interpretationsphase nicht nur eine reine Zusammenfassung der Ergebnisse darstellen sollte, sondern idealerweise zu Schlussfolgerungen führen sollte, die in die Definition und Planung von neuen Versuchen einfließen (Sarris 1990, 120ff).

Im Zusammenhang mit der Durchführung von Experimenten haben sich zudem solche Begriffe wie die interne und die externe Validität etabliert. Von einer internen Validität kann nur dann gesprochen werden, wenn die Wirkung der im Experiment vorhandenen Störvariablen möglichst gut kontrolliert werden kann. In diesem Fall ist eine hohe Aussagekraft bzgl. der Wirkung der unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen gegeben. Die externe Validität bezeichnet dagegen die Gültigkeit der erzielten Ergebnisse außerhalb des Versuchsaufbaus und damit die Repräsentativität (Bortz/Döring 2006). Damit man allerdings überhaupt von interner bzw. externer Validität in einem Experiment sprechen kann, müssen solche Gütekriterien wie Objektivität, Reliabilität und Validität erfüllt werden. Sind die Ergebnisse des Experiments ohne Einfluss vom Versuchsleiter zustande gekommen, so kann von Objektivität gesprochen werden. Reliabilität gibt an wie zuverlässig die verwendete Messmethode war und, ob die Ergebnisse bei einer Wiederholung des Experiments reproduziert werden können. Validität bezeichnet den Grad der Genauigkeit, das zu messen was gemessen werden soll (Hussy et al. 2009, 23f).

Die Methode des Experiments hat jedoch auch ihre Grenzen. So besteht bei jedem Experiment die Gefahr, dass eine zu künstliche Atmosphäre geschaffen wird, die die Ergebnisse verfälscht und keine Schlüsse zulässt. Zudem sollte die Versuchsperson unter keinen Umständen geschädigt, getäuscht oder in ihren Fähigkeiten durch den Versuchsaufbau manipuliert werden. Auch das Thema Datenschutz spielt eine große Rolle bei der Durchführung von Experimenten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei den durchgeführten experimentellen Studien die klassische Vorgehensweise der Planung und der Durchführung von Experimenten genommen, die bereits weiter oben anhand der Abbildung 1-1 beschrieben wurde. Die Erkenntnisse aus der Durchführung der Versuche können den abschließenden Betrachtungen der beiden Studien in Kapiteln 4.2.10 und 4.3.9 entnommen werden.

1.5 Aufbau der Arbeit

Nachdem in diesem Kapitel bereits sowohl die Motivation und die Problemstellung der Arbeit als auch die daraus abgeleiteten forschungsleitenden Fragestellungen dargelegt wurden, deckt das **Kapitel 2** die begrifflichen Grundlagen, den Stand der Technik und den theoretischen Hintergrund für das Thema des mobilen Arbeitens im Auto ab. Zunächst wird dargelegt was genau unter dem Begriff des mobilen Arbeitens zu verstehen ist, welche Formen es besitzt und welche Risiken und Potentiale damit verbunden sind. Desweiteren wird der Begriff des mobilen Arbeitens im Auto abgegrenzt und diskutiert. Da mobile Arbeit im Auto immer populärer wird und sich einer Entwicklung unterzieht, wird ebenfalls dargelegt, welche technologischen Innovationstreiber sie beflügeln. Das Thema der mobilen Arbeit im Auto ist allerdings nicht neu und so wird in diesem Kapitel ebenfalls eine Analyse der bestehenden Lösungen, sowohl von Automobilherstellern als auch von Drittanbietern, gegeben. Da Sicherheit am Steuer beim mobilen Arbeiten immer ein bedeutender Aspekt ist, wird eine Einführung in die Begrifflichkeiten und Methoden zur Messung der Fahrerablenkung

gegeben. Eine Übersicht über bestehende Richtlinien zur Gestaltung von bordeigenen Informations- und Kommunikationssystemen im Auto schließen das Kapitel ab.

Kapitel 3 beschäftigt sich zunächst mit der Identifizierung eines Anwendungsfalls für mobile Arbeit, auf dem die nachfolgenden Kapitel aufbauen. Damit der Leser sich mit dem Anwendungsfall besser vertraut machen kann, wird auf die Besonderheiten des Anwendungsfalls eingegangen und ein entsprechendes Szenario aufgestellt. Im weiteren Verlauf des Kapitels werden in einem Design Thinking Verfahren zahlreiche Prototypen entwickelt, die einen möglichen Ansatz für den identifizierten Anwendungsfall darstellen könnten. Anhand der entwickelten Prototypen werden daraufhin Designprinzipien zur Gestaltung von Kommunikationssystemen im Auto aufgestellt und formal dargelegt.

Kapitel 4 baut auf dem Kapitel 3 auf und besteht aus zwei experimentellen Studien und einer Umfrage, die dazu dienen sollen zu untersuchen, welche von den aufgestellten Designprinzipien bestätigt werden können und welche noch einer genaueren Untersuchung bedürfen. Die Studien sollen nicht nur dazu dienen die aufgestellten Designprinzipien zu überprüfen, sondern anhand der Daten aus den Studien neue Erkenntnisse zu sammeln und weitere Forschungslücken zu identifizieren. Diese werden in Form von Implikationen am Ende des Kapitels dargelegt.

Kapitel 5 greift sowohl die entwickelten Designprinzipien für mobile Arbeit im Auto auf als auch die Implikationen der Studien und leitet daraus die entsprechenden Anforderungen für eine IT-Referenzarchitektur ab, die sowohl die Architektur im Auto einschließt als auch die eines Automotive Backends. Anhand der Anforderungen entsteht ein erster Entwurf der IT-Referenzarchitektur. Anschließend wird die erstellte Architektur daraufhin analysiert, mit welchen Mitteln diese realisiert werden kann und welche Komponenten noch weiterer Forschung bedürfen.

Kapitel 6 schließt diese Arbeit mit einem Fazit und Ausblick ab. Die Ergebnisse der Arbeit werden zusammengefasst und Limitationen der Arbeit werden erörtert. Das Kapitel schließt ab mit einem Ausblick und dem weiteren Forschungsbedarf.

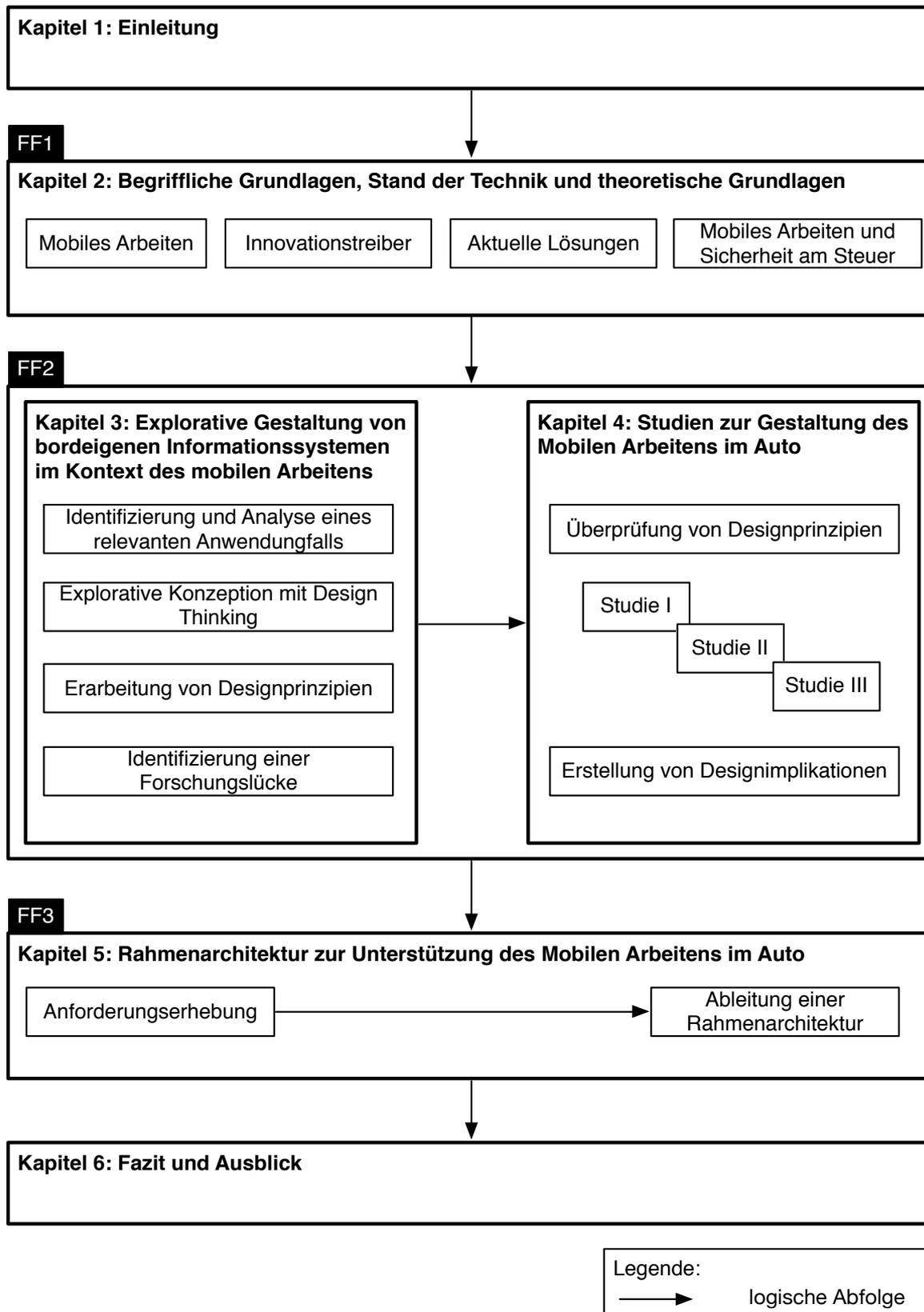


Abbildung 1-2: Aufbau und Ablauf der Arbeit
 (Quelle: Eigene Darstellung)

2. Begriffliche Grundlagen, Stand der Technik und theoretischer Hintergrund

2.1 Mobiles Arbeiten

Die Entwicklung und die Verbreitung von Laptops hat dazu beigetragen, dass Menschen mobiler geworden sind und somit die Arbeit auch nicht nur im Büro erledigt wird. Smartphones haben dazu beigetragen, dass die örtliche und zeitliche Komponente komplett weggefallen ist und man rund um die Uhr und nahezu an jedem Standort erreichbar ist. Theoretisch, kann somit gearbeitet werden wann und wo es die Situation zulässt. Immer mehr Arbeitnehmer nutzen diese Möglichkeit der flexiblen Zeiteinteilung was den Arbeitsmarkt grundlegend verändert hat (Pesch 2011). In Deutschland sind es mittlerweile über 20% der arbeitenden Bevölkerung, die sich dafür entschieden haben einer mobilen und flexiblen Beschäftigung nachzugehen. Für das Jahr 2020 wird sogar eine Zahl jenseits von 30% prognostiziert (Citrix 2012). Dieser Trend lässt sich vornehmlich bei den Informations- und Wissensberufen beobachten, die nicht auf einen festen Arbeitsplatz angewiesen sind. Als Basis für diese Arbeit soll das Phänomen der mobilen Arbeit an dieser Stelle genauer untersucht werden.

2.1.1 Entwicklungen in der mobilen Arbeitswelt

Im Folgenden soll erläutert werden welche Entwicklungen für den Trend des mobilen Arbeitens im Allgemeinen ausschlaggebend sind, was genau unter der mobilen Arbeit zu verstehen ist, wie sich diese äußern und welche Vorteile es sowohl für den Arbeitnehmer als auch für den Arbeitgeber bringen kann. An dieser Stelle sei jedoch erwähnt, dass in den folgenden Unterkapiteln der rechtliche Aspekt der mobilen Arbeit trotz der Wichtigkeit dieses Themas eine untergeordnete Rolle spielen wird. Wegen dem Fokus dieser Arbeit soll der Schwerpunkt eher auf dem Phänomen der mobilen Arbeit und den Ausprägungen liegen.

2.1.1.1 Definitionen, Formen und Bedingungen Mobiler Arbeit

Der Begriff des mobilen Arbeitens ist kein neuer Begriff und somit bestehen auch vielfältige Definitionen. Grundsätzlich werden solche Personen als mobile Mitarbeiter bezeichnet, die mehr als 20% ihrer Arbeitszeit nicht von ihrem festen Arbeitsplatz im Firmenbüro oder im Homeoffice arbeiten (Brandt 2010). Harabi et al. (2000) liefert eine etwas modernere Definition vom mobilen Arbeiten. Nach seiner Auffassung kann von mobiler Arbeit ausgegangen werden wenn man mindestens 10 Stunden pro Woche außerhalb seines festen Arbeitsplatzes im Unternehmen oder Zuhause arbeitet und dabei Online-Datenübertragung für Zwecke der Arbeit nutzt (Harabi et al. 2000). Dabei steht Mobile Arbeit ganz im Zeichen der räumlichen Mobilität, der individuellen und der flexiblen Zeiteinteilung und von dezentralen Strukturen (von Harten et al. 2005). Es wird nicht mehr wie gewohnt im Büro, sondern direkt beim Kunden, von Zuhause aus, im Zug, im Flugzeug oder aber auch im Auto gearbeitet. Der Ursprung für das mobile Arbeiten findet sich im demographischen und zeitlichen Wandel durch den die Grenzen zwischen Familie, Freizeit und Beruf zu verschwinden scheinen. Das hat allerdings auch zur Folge, dass ebenfalls der Ort und die Zeit der Ausübung der Arbeits- und Freizeitaktivitäten miteinander verschmelzen (Reusch 2007). Dadurch gelingt es dem Arbeitnehmer eine bessere Basis für die Gründung einer Familie zu schaffen. Seitens der Arbeitgeber erfordert es jedoch eine entsprechende Unternehmenskultur, die auf individuelle Zielvereinbarungen und somit auch auf Vertrauen gegenüber dem Mitarbeiter setzt. Davon versprechen sich Firmen zusätzliche Flexibilität für ihre Mitarbeiter, Kostenersparnisse

(Personal, Mieten, Einrichtung und Strom) und Umsatzsteigerungen (Vogl 2009). Mittel- und langfristig sind nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erwarten (Krämer 2004). Laut einer aktuellen Studie vom Unternehmen Citrix nehmen die deutschen Unternehmen eine Vorreiterrolle was mobiles Arbeiten angeht. In rund 48% der deutschen Firmen lässt sich mobiles Arbeiten bereits vorfinden, obwohl weltweit die Firmen nur auf 37% kommen. Nahezu alle Unternehmen planen jedoch entsprechende Arbeitsmodelle bis Ende 2013 einzuführen (Citrix 2012).

Bei mobiler Arbeit sind jedoch die verschiedenen Formen zu unterscheiden. Eine entsprechende Klassifikation wurde vom Kompetenzzentrum Work Life erstellt (Kompetenzzentrum Work-Life 2009):

- *Reine Telearbeit*: Der Mitarbeiter hat im Unternehmen keinen Arbeitsplatz und arbeitet ausschließlich beim Kunden oder von unterwegs.
- *Alternierende Telearbeit*: Im Unternehmen werden die vorhandenen Arbeitsplätze geteilt. Die Mitarbeiter arbeiten sowohl von Zuhause aus als auch im Unternehmen. Durch die limitierten Arbeitsplätze im Unternehmen muss zwischen den Mitarbeitern eine Absprache stattfinden.
- *Mobile Telearbeit – temporärer oder beweglicher Arbeitsplatz*: Diese Form impliziert, dass der Mitarbeiter an einem dritten Ort arbeitet (weder Zuhause noch in der Arbeit). Mögliche Arbeitsorte können Baustellen, Hotelzimmer, Cafés usw. sein. Beim beweglichen Arbeitsplatz können es die öffentlichen Verkehrsmittel wie Flugzeug, Zug, Bus oder aber auch Individualverkehrsmittel wie das Auto sein. Verkaufsmitarbeiter oder Handelsvertreter sind Beispiele für mobile Arbeiter.
- *Projektbasierte Telearbeit*: Für die Dauer eines Projekts, bei dem mehrere Firmen involviert sind, können extra Räumlichkeiten geschaffen werden in denen die Mitarbeiter gemeinsam arbeiten können.
- *Virtuelle Unternehmen*: Durch den Fortschritt der IT können auch räumlich getrennte Einzelpersonen oder Kleinunternehmen virtuell zusammenarbeiten. Somit ist ein physisches Gebilde einer Firma nicht vorhanden.

Zudem existiert eine weitere Klassifikation von mobilen Arbeitsformen nach Weiss/Schroter (2001), die zwischen der Mobilität der Person, der Arbeit, der technischen Werkzeuge, der Arbeitsbeziehungen und der Umgebungen unterscheidet. Der Hauptgedanke hier ist die Möglichkeit durch den heutigen Fortschritt der IT nicht nur die Personen miteinander virtuell zusammenzubringen, sondern auch die Arbeitsabläufe, die technischen Werkzeuge usw. Somit ist diese Sicht auf die mobile Arbeitswelt allgemeiner Natur und wird auch in Zukunft seine Anwendung finden.

Um mobil arbeiten zu können, müssen Mitarbeiter jedoch neben einer hohen fachlichen Qualifikation ebenso zahlreiche übergreifende Kompetenzen mitbringen. Zum einen erfordert das Arbeiten von unterwegs oder Zuhause ein hohes Maß an Selbstorganisation und Flexibilität. Dauer der Arbeit, Pausen und Art der Aufgaben müssen vom Mitarbeiter fast vollständig selbst geplant und kontrolliert werden. Vorhandene Kapazitäten und die Prioritäten für die Aufgaben müssen selbständig eingeschätzt und geplant werden. Ergebnisorientierung und Selbstmotivation sind unentbehrlich, denn der Austausch mit Kollegen ist nicht so intensiv wie an einem festen Arbeitsplatz (von Harten et al. 2005). Da beim mobilen Arbeiten unter Umständen der Wunsch besteht öfter bei seiner Familie zu sein wie beispielsweise im Home-Office, muss ebenso auch ein Gleichgewicht zwischen den Freizeit- und Arbeitsaktivitäten hergestellt werden (Hill et al. 2006).

Mobile Arbeitsweise setzt sich mittlerweile in fast allen Branchen durch und reicht vom Handwerk bis in die Politik. Als Beispiele für mobile Arbeit kann die Versorgungsbranche mit Handwerker- und Wartungsarbeiten genannt werden, ambulante medizinische Dienste, aber auch Polizei- und Rettungsdienste. Besonders profitieren solche Tätigkeiten wie Kundenservice, IT-Beratung, Vertretung und Verkauf da hierdurch eine höhere Kundennähe erreicht werden kann. Aber auch ganz neue Disziplinen wie Politik und Bildung sind in der mobilen Welt langsam angekommen (von Harten et al. 2005).

2.1.1.2 Gestaltung mobiler Arbeit

Mobile Arbeit kann jedoch nur funktionieren wenn die entsprechenden Voraussetzungen geschaffen werden. Wenn Mitarbeiter die meiste Zeit nicht im Unternehmen verbringen, können solche Konzepte wie „Descsharing“, „non-territoriale Büros“ oder „Business-Clubs“ eine Anwendung finden. Hier verschwinden die klassischen Büros mit festen Arbeitsplätzen. Eine begrenzte Anzahl an Arbeitsplätzen wird zwischen den anwesenden Mitarbeitern geteilt, es können durch die Verschiebung der Arbeitsplätze flexibel Projektteams nebeneinander gesetzt werden, neue Arbeitsplätze können innerhalb kürzester Zeit entstehen oder Steharbeitsplätze werden geschaffen. Das sind nur einige Beispiele dafür wie die Unternehmen ihre Kosten auf der einen Seite durch mobile Arbeit einsparen und trotzdem ihren Mitarbeitern einen flexiblen Arbeitsplatz im Unternehmen bieten können (Martin 2006). Die Arbeit von Zuhause erfordert eine entsprechende Zuteilung eines eigenen Raums, eine Einrichtung mit ergonomischen Möbeln und eine Anbindung ans Firmennetzwerk. Erfolgt ein Teil der mobilen Arbeit in Fortbewegungsmitteln wie Auto, so müssen diese ebenfalls entsprechend umgerüstet werden, um ein sicheres Arbeiten zu gewährleisten (siehe dazu Kapitel 2.1.2) (Kiper 2010).

Der Wandel der klassischen Arbeitswelt hin zu mobiler Arbeitswelt ist vor allem auf die rasante Entwicklung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien zurückzuführen. Die fortschreitende Digitalisierung macht die Aktenordner überflüssig und erlaubt einen schnellen Wechsel der Arbeitsplätze. Drahtlose Netzwerke und schnelles mobiles Internet bieten die nötige Infrastruktur, um von überall erreichbar zu sein und auf die Unternehmensdaten Zugriff zu haben (Mimik 2007). Das geht einher mit der rasanten Entwicklung der Laptops und der Smartphones, die die Mitarbeiter vom Standort unabhängig machen können und es ihnen erlauben die komplette Arbeit und Kommunikation von unterwegs zu machen (Erfurth). Die physischen Grenzen zwischen den Mitarbeitern, die durch mobile Arbeit verursacht werden, verschwinden durch den Einsatz von Video- und Sprachkonferenzen. Die Bündelung von verschiedenen Kommunikationskanälen wie SMS, E-Mail und Videotelefonie gewährleisten eine hohe Erreichbarkeit eines jeden Mitarbeiters.

2.1.1.3 Potentiale und Risiken

Mobile Arbeit bringt viele Potentiale mit sich, birgt jedoch aber auch Risiken. Es ergeben sich Vor- und Nachteile sowohl für den Arbeitnehmer als auch für den Arbeitgeber, die im Folgenden kurz dargelegt werden.

Der Arbeitnehmer profitiert durch die zeitliche und räumliche Flexibilität und Unabhängigkeit, die ihm erlaubt das Privat- und Berufsleben besser miteinander zu vereinbaren und mehr Freiheiten in der Gestaltung des Arbeitstages zu haben. Dieser Vorteil kann jedoch auch zu einem Nachteil werden wenn die Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben verschwinden und die Arbeit die Zeit mit der Familie verdrängt (Work-Life

Balance) (Bretschneider-Hagemes 2011). Der häufige Wechsel der Einsatzorte, teilweise Isolierung von anderen Mitarbeitern, ständige Erreichbarkeit und der höhere Termin- und Leistungsdruck können beim mobilen Einsatz der Mitarbeiter ebenfalls zu zusätzlichem Stress führen und somit belastend wirken. Ist man mobil unterwegs und möchte trotzdem für seine Kollegen da sein, so ist man vom Ausbau der Kommunikationsinfrastruktur abhängig (UDW 2010; Hupke et al.).

Der Arbeitgeber profitiert hauptsächlich von den Kosteneinsparungen, da für den mobilen Mitarbeiter entweder kein Büro oder nur ein temporärer Arbeitsplatz gebraucht wird. Durch den Einsatz des Arbeitnehmers vor Ort beim Kunden kann auch eine bessere Kundenbeziehung aufgebaut werden. Negativ zu sehen ist jedoch die mangelnde Möglichkeit des Arbeitgebers seine Mitarbeiter zu kontrollieren. Einhaltung der Arbeitszeiten bleibt dem Arbeitnehmer überlassen und es muss eine leistungsorientierte Arbeitsweise Bestand haben (UDW 2010; Kiper 2010).

2.1.2 Mobiles Arbeiten im Auto

Diese Arbeit untersucht im Speziellen das mobile Arbeiten aus dem Auto heraus. Aus diesem Grund soll im Folgenden auf die Eigenheiten dieser Arbeitsform eingegangen und die Unterschiede zum Arbeiten im Zug, Flugzeug usw. identifiziert werden.

2.1.2.1 Bedeutung des Autos als mobiler Arbeitsplatz

„Fahrer erwarten heutzutage 24/7 mit der Außenwelt vernetzt zu sein. Jedoch sind sie nicht bereit dafür ihr Leben und das Leben von anderen zu riskieren wie z.B. bei der Nutzung von Smartphones beim Fahren.“ (dt. Übersetzung) (Bernhart et al. 2012, 3)

Das Fortbewegen mit einem Auto ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Durch die Nutzung von Straßen mit Kraftfahrzeugen wird unsere Mobilität gesteigert was weitreichende Auswirkungen auf unsere Arbeitsweise hat (Urry 2004). So gibt es viele Gesellschaftsgruppen wie Berufspendler, Busfahrer, Geschäftsleute, Service- und Vertriebsmitarbeiter, die Jahre ihres Lebens im Auto verbringen. Für die arbeitende Gesellschaft wird somit das Auto zu einem Ort an dem man einen bedeutenden Teil seines Alltags verbringt (Laurier 2004). In Deutschland beispielsweise verbringen Berufspendler im Schnitt 90 Minuten am Tag im Auto (Randstad 2008). In den USA ist die Zahl sogar noch höher und beträgt ca. 120 Minuten, was rund 10% bis 15% unserer Wachzeit beträgt. In dieser Zeit neigen viele Autofahrer dazu bestimmte berufliche Aufgaben zu tätigen was in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung der mobilen Arbeit gebracht werden kann (siehe Kapitel 2.1.1).

Charakteristisch für die Arbeit aus dem Auto heraus ist die Tatsache, dass man viel Zeit im Auto verbringt (Fahrt zur Arbeit bzw. zum Kunden, usw.) und aus diesem Grund in der Zeit nicht zur eigentlichen Arbeit kommt. Aus diesem Grund sind viele gezwungen aus dem Auto heraus Telefonate zu führen, Arbeitsberichte zu lesen und Textdokumente anzufertigen, um die Zeit im Auto sinnvoll zu nutzen (Laurier/Philo 1998). Dabei ist die Arbeit aus dem Auto heraus gerade problematisch für den Fahrer selber. Berufsgruppen, die auf mobile Arbeit unterwegs angewiesen sind wie beispielsweise Polizei oder Rettungskräfte haben zum einen speziell ausgestattete Fahrzeuge und sind immer im Team unterwegs. Somit kann einer aus dem Team sich auf das Fahren konzentrieren und die Kollegen auf andere Aufgaben wie z.B. die Patientenbehandlung, das Ausfüllen von Formularen und die Abfrage von Informationen

(Esbjörnsson/Juhlin 2002). Mobile Arbeit aus dem Auto heraus wird von vielen Berufsgruppen gelebt, die unterwegs arbeiten müssen und dabei viel Zeit im Auto verbringen. So sind es vor allem Service- und Vertriebsmitarbeiter, IT-Berater, Handwerker aber auch Geschäftsleute, die immer mehr Zeit im Auto verbringen müssen und trotzdem nicht auf ihre Arbeit in der Zeit verzichten können.

Die Aufgaben, die im Auto durchgeführt werden sind dabei so vielfältig wie auch die Berufstätigkeiten. Die Tätigkeiten reichen vom Kundenanliegen bearbeiten, Briefe diktieren, mit Kollegen in Verbindung bleiben, Berichte lesen, neue Termine vereinbaren und weitere Tätigkeiten, die man sich im Berufsleben vorstellen kann. Dazu nutzen Fahrer ihre Mobiltelefone, Laptops und ausgedruckte Unterlagen, um zu telefonieren, ins Internet zu gehen, E-Mail und SMS zu verschicken, Texte und Tabellen zu lesen und zu erstellen (Brown et al. 2002; O'Hara et al. 2002). Das Problem ist jedoch, dass das Autofahren nicht dafür konzipiert wurde solche Aufgaben nebenbei oder aber auch im Stand zu erfüllen. Um sicher fahren zu können, muss der Fahrer jederzeit einschätzen können in welchen Verkehrssituationen welche Aufgaben durchgeführt werden können. Selbst Situationen wie Staus können sehr gefährlich sein wenn der Verkehr plötzlich stoppt, man aber mit einer anderen Tätigkeit nebenbei beschäftigt ist (Laurier 2004; Laurier 2002). Die digitale Technik, die uns beim Ausüben von verschiedenen Bürotätigkeiten hilft, wurde jedoch nicht dafür konzipiert im Auto, ob im Stand oder auch während der Fahrt, genutzt zu werden. Vielmehr adaptiert man als Fahrer die Nutzungsweise von diesen Geräten. So ist die Nutzung von Laptops im Auto wegen dem begrenzten Platzangebot eine umständliche Angelegenheit (Laurier 2004).

2.1.2.2 Möglichkeiten der Nutzung des Autos als mobiles Büro

Im Folgenden soll erörtert werden welche Möglichkeiten gegeben sind aus dem Auto heraus mobil zu arbeiten. Dabei sollen jedoch Situationen in denen ein Chauffeur den Wagen steuert, und man im Fond des Wagens seinen Tätigkeiten nachgehen kann, nicht betrachtet werden. In solchen Fällen bieten Autohersteller Fahrzeuge der Oberklasse an, die auf der Rücksitzbank entsprechend viel Raum und die entsprechenden Vorrichtungen wie ausklappbare Tische haben, um problemlos mobil arbeiten zu können. Vielmehr soll hier der Fokus auf der Person liegen, die gleichzeitig als mobiler Arbeiter und auch als Fahrer zu sehen ist. Bei den Möglichkeiten, die im Folgenden aufgeführt werden, soll zudem unterschieden werden, ob diese während der Fahrt oder nur im Stand sicher ausgeübt werden können.

Ausgedruckte Unterlagen: Auf Papier ausgedruckte Unterlagen können im Stand entweder auf dem Lenkrad oder auf dem Beifahrersitz ausgebreitet und gelesen werden. Während der Fahrt ist das Lesen von Unterlagen und vor allem das Schreiben sehr gefährlich weil sowohl biomechanische als auch visuelle Ablenkung gegeben ist (siehe Kapitel 2.4.1) für verschiedene Arten der Ablenkung) (Laurier 2004). Zudem ist der Einsatz von Klemmbrettern möglich, die im Auto angebracht werden können. Diese ersparen einem zwar das Halten der Unterlagen, reduzieren jedoch nicht die visuelle Ablenkung. Somit garantiert deren Einsatz keine sichere Handhabung während der Fahrt.

Laptops: Ähnlich zu ausgedruckten Unterlagen, ist die Nutzung von Laptops im Auto im Auto eine umständliche Angelegenheit. Zum einen ist der Platz sowohl auf dem Fahrersitz als auch auf der Rücksitzbank beschränkt. Zudem sind die Sitze eines Autos dafür konzipiert um sicher und ergonomisch fahren zu können. Das Halten eines Laptops auf dem Schoß in begrenztem Raum stellt jedoch eine Herausforderung dar. Ist der Einsatz eines Laptops

jedoch erforderlich wie beispielsweise bei Polizisten oder bei Servicetechnikern, so lässt sich in der Mittelkonsole eine spezielle Halterung anbringen, auf der sich ein Laptop montieren lässt (siehe Abbildung 2-1). Somit können verschiedene Tätigkeiten wie die Abfrage von Informationen auf dem Laptop durchgeführt werden, ohne dass dieser verrutscht und beschädigt wird. Zudem ist diese Nutzungsform ergonomischer als Nutzung eines Laptops auf dem Schoß (Eost/Flyte 1998; Laurier 2004). Die Nutzungszeit von Laptops im Auto beträgt üblicherweise mehrere Minuten wenn kurze Informationen abgefragt werden (z.B. Polizei) bis hin zu einer halben Stunde wenn komplette Berichte verfasst werden müssen (z.B. Servicetechniker) (Flyte 2000).



Abbildung 2-1: Streifenpolizisten als Vorreiter der Nutzung von Laptops im Auto (Quelle: (Newsroom 2012))

Mobile Arbeitsplätze in Kleintransportern: Kleintransporter lassen sich wegen des großen Innenraums speziell mit einem kleinen Arbeitsplatz einrichten. Oft ist der Bestandteil einer solchen Einrichtung entweder ein fest installierter oder ein ausklappbarer Tisch und entsprechende Sitzgelegenheiten um den Tisch rum. Solche mobilen Arbeitsplätze können sowohl im Stand als auch während der Fahrt genutzt werden. Während der Fahrt ist jedoch einer aus dem Team für das Fahren zuständig. Es gibt spezielle Firmen, die sich auf Umbauten von Kleintransportern zu einem mobilen Büro spezialisiert haben. Kunden solcher Firmen sind beispielsweise Rettungs- und Einsatzkräfte und Servicetechnikunternehmen (Laurier 2004).

Mobiltelefone: Telefone sind aus der mobilen Welt nicht mehr wegzudenken. Wegen ihrer kompakten Form ist die Nutzung im Auto im Stand kein Problem. Während der Fahrt ist die

Nutzung ohne eine Freisprecheinrichtung jedoch in Deutschland nicht gestattet (§ 23 Abs. 1a Straßenverkehrsordnung (StVO)) (StVO 2013), da es biomechanische und visuelle Ablenkung verursacht und somit den Fahrer gefährden kann (Pürstl 2011). Jedoch wurden im Jahr 2011 rund 450.000 Verkehrsverstöße mit Handynutzung am Steuer vom Kraftfahrt-Bundesamt registriert und die Tendenz ist steigend (Kraftfahrt Bundesamt 2011). Wie hoch die dunkle Ziffer ist lässt sich jedoch kaum abschätzen.

Smartphones/Tablets: Wegen ihres universellen Einsatzzweckes eignen sich Smartphones und Tablets für nahezu alle Büroaufgaben und ersetzen sogar oft Laptops selbst im Büro. Somit reicht die Palette an Aufgaben, die damit erledigt werden können von E-Mails bearbeiten bis hin zur Erstellung von kompletten Berichten. Ähnlich zu den Mobiltelefonen lassen sich diese Geräte im Stand bei ausgeschaltetem Motor problemlos nutzen. Während der Fahrt ist die Nutzung ähnlich wie auch bei Mobiltelefonen nicht erlaubt und wird geahndet. Die Nutzung mit einer speziellen Kfz-Halterung wie in Abbildung 2-2 befindet sich jedoch laut aktueller Gesetzeslage in einer Grauzone und wird aus diesem Grund von Polizeikräften toleriert. In den USA haben im Jahr 2012 21% aller Autofahrer Internet während dem Fahren über ihr Smartphone oder Tablet genutzt. Bei jungen Fahrern zwischen 18 und 29 lag die Zahl sogar bei 29% (GHSA 2011).



Abbildung 2-2: Kfz Tablet Halterung
(Quelle: (Talk 2012))

Integrierte Infotainment-Systeme²: Im Rahmen der Entwicklung von vernetzten Autos (siehe Kapitel 2.2.1) bieten mittlerweile fast alle Premiumhersteller in ihren Wagen integrierte Infotainment-Systeme an. Diese bestehen meistens aus einem im Bedienpanel integriertem Display das dem Fahrer Informationen anzeigt. Die Bedienung erfolgt dabei entweder über das Display selber wenn es berührungsempfindlich ist oder über spezielle Bedienkontrollen

² Als Infotainment-System wird üblicherweise ein eingebautes System im Auto bezeichnet welches dem Fahrer Funktionen im Bereich der Sicherheit und Komfort bietet. Diese können Radio, Navigation, Kommunikation, Steuerung der Fahrassistenzsysteme usw. umfassen.

oder Knöpfe am Lenkrad, die leicht für den Fahrer zugänglich sind (siehe Abbildung 2-3). Im Rahmen der Vernetzung von Autos können solche Systeme auch auf das mobile Internet zurückgreifen. Premiumhersteller wie Audi, BMW und Mercedes bieten Dienste zur Kontakt- und Terminverwaltung, Kommunikation über E-Mail und SMS an (Bauer 2011; Kirk 2011). Die Nutzung von solchen Diensten im Stand ist jedoch umständlicher als auf einem Smartphone. Während der Fahrt können die Folgen der Nutzung bisher nicht eingeschätzt werden und so deaktivieren manche Automobilhersteller deren Nutzung während der Fahrt.



Abbildung 2-3: Im Auto eingebautes Infotainment-System mit Office Funktion
(Quelle: (BMW 2012a))

2.1.2.3 Potentiale und Risiken

Die Nutzung eines Autos als Standort zum Arbeiten bringt Potentiale mit sich, birgt jedoch auch Risiken. Im Folgenden werden die Vorteile und die Nachteile des mobilen Arbeitens im Auto aufgeführt und diskutiert:

Die Möglichkeit der Nutzung eines Autos zum Arbeiten hat zunächst den Vorteil, dass entweder kein zusätzlicher Arbeitsplatz oder nur ein temporärer Arbeitsplatz im Unternehmen gebraucht wird. Somit lassen sich für das Unternehmen Mietkosten einsparen. Zusätzlich kann eine höhere Kundennähe hergestellt werden, denn der Mitarbeiter hat die Möglichkeit direkt am Kundenstandort zu sein und trotzdem seiner Arbeit nachzugehen (Laurier 2004; Flyte 2000). Die Nutzung von verschiedenen Kommunikationsmitteln im Auto eröffnet die Möglichkeit jederzeit einen schnellen Zugriff auf Unternehmensdaten zu haben und mit den Kollegen in Verbindung zu bleiben. Wird das Auto auch während der Fahrt für Aufgaben mit geringem Anspruch genutzt, so kann auch die Zeit auf dem Weg zu den Terminen sinnvoll genutzt werden (Goggin 2012).

Dem gegenüber sind jedoch auch einige Risiken zu nennen. Zunächst bringt die Erledigung von Bürotätigkeiten im Auto einen Bewegungsmangel mit sich und führt u.U. zu Rückenbeschwerden weil die Autositze vom ergonomischen Standpunkt keine Büromöbel ersetzen. Diese Probleme können langfristig zu gesundheitlichen Beschwerden führen (Flyte 2000). Das größte Problem ergibt sich allerdings wenn Bürotätigkeiten während der Fahrt ausgeführt werden. Da typische Bürotätigkeiten wie Telefonieren und E-Mail Bearbeiten als sekundäre Aufgaben einen vom Fahren ablenken, setzt man sich und andere Verkehrsteilnehmer einer Gefahr im Straßenverkehr aus. Zudem können mobile Mitarbeiter dazu neigen wegen Zeitdruck komplexe Arbeitsaufgaben wie Textverarbeitung und Tabellenkalkulation während der Fahrt durchzuführen, obwohl die Zeit gegeben wäre diese auch im Parkzustand oder sogar im Büro durchzuführen (Laurier 2004, 263).

2.1.3 Diskussion

Mobile Arbeit ist aus der heutigen Arbeitswelt nicht mehr wegzudenken. Diese bringt sowohl für die Arbeitnehmer Vorteile bzgl. der Flexibilität und der Vereinbarung von Familie und Freizeit als auch enorme Kosteneinsparungen für den Arbeitnehmer, um nur einige Punkte zu nennen. Im Zuge der Digitalisierung und der Vernetzung ist es grundsätzlich möglich für die Arbeitnehmer von überall zu arbeiten, wenn sie mit entsprechenden Geräten wie Laptops, Smartphone und einer Internetverbindung ausgestattet werden. Ein Auto unterscheidet sich jedoch grundsätzlich von anderen Orten zur mobilen Arbeit. Im Zug, im Flugzeug oder in anderen Fortbewegungsmitteln kann der Platz zur Arbeit ähnlich zum Auto eingeschränkt sein. Ist man im Auto alleine unterwegs, so ist ein bedeutender Unterschied gegeben. Die primäre Aufgabe des Fahrers besteht im Fahren und nicht in der Erledigung der mobilen Arbeit, was im Zug oder im Flugzeug nicht der Fall ist. Somit kann man sich und andere Verkehrsteilnehmer einer Gefahr aussetzen wenn die mobile Arbeit während der Fahrt die Fahrsicherheit beeinträchtigt. Im Zuge der Vernetzung von Autos (siehe Kapitel 2.2.1) werden Office Funktionen von den Kunden der Automobilhersteller jedoch nachgefragt, da sie wesentlich dazu beitragen die Zeit im Auto sinnvoll zu nutzen. Aus diesem Grund stellt sich für die Automobilhersteller nicht die Frage nach der Sinnhaftigkeit dieser Entwicklung, sondern sie werden eher mit der Frage konfrontiert wie sie für ihre Kunden die mobile Arbeit im Auto sinnvoll gestalten können, so dass bestimmte Office Funktionalitäten genutzt werden können ohne die Fahrsicherheit einzuschränken. Die folgenden Kapitel sollen dieser Grundfrage nachgehen.

2.2 Technologische Innovationstreiber für mobile Arbeit im Auto

Obwohl der Drang nach mehr Flexibilität und Selbstbestimmung ausschlaggebend für das Entstehen der mobilen Arbeit ist, hätte sich diese nicht ohne zahlreiche technologische Innovationstreiber entwickeln können, die für diesen Trend die „enabler“-Funktion eingenommen haben. Die Innovationstreiber, die dafür ausschlaggebend waren sind sowohl im Bereich des Automobils auch im Bereich der Unterhaltungselektronik zu finden. Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Überblick über die wichtigsten Innovationsreiber, die vernetzte Fahrzeuge, Smartphones, Fahrerassistenzsysteme und Sprachtechnologien einschließen.

2.2.1 Vernetzte Fahrzeuge

Der wohl wichtigste Innovationstreiber für mobile Arbeit im Auto ist die Entwicklung der vernetzten Fahrzeuge über die letzten Jahre hinweg. Vernetztes Fahrzeug hat sich vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklungen im Automobilbereich zu einem Oberbegriff entwickelt. Somit unterscheidet beispielsweise Bauer (2011) zwischen der Vernetzung des Fahrzeugs mit der Umwelt oder mit dem Internet. Die erste Variante der Vernetzung beinhaltet die Verbindung von Fahrzeugen mit der Infrastruktur (auch Car-2-Infrastructure Kommunikation genannt) wie z.B. den Ampeln oder auch den anderen Fahrzeugen in unmittelbarer Umgebung (auch Car-2-Car Kommunikation genannt). So kann beispielsweise die Kommunikation mit Ampeln oder auch Straßenschildern dem Auto immer mitteilen wann welche Ampelphasen zu erwarten sind oder wenn Schilder ausgetauscht wurden. Kommunikation mit anderen Autos kann einen beispielsweise warnen wenn man auf ein Stauende zufährt. Somit kann nicht nur schnelleres Ankommen begünstigt werden, sondern auch die Sicherheit im Straßenverkehr erhöht werden. Im Rahmen des mobilen Arbeitens im Auto spielt jedoch vorwiegend die Vernetzung des Autos mit dem Internet eine Rolle. Im

Zuge der voranschreitenden Entwicklung der Technologien zur drahtlosen Kommunikation wie z.B. WiFi, Bluetooth und den Mobilfunkstandards wie 3G oder 4G (auch LTE genannt) kann das Auto theoretisch immer mit dem Internet verbunden sein. In diesem Zusammenhang spricht man auch vom sogenannten „immer ON sein“ (Bernhart et al. 2012; Goggin 2012). Die Möglichkeit immer mit dem Internet verbunden zu sein eröffnet für vernetzte Fahrzeuge viele neue Anwendungsfälle in Bereichen wie Sicherheit und Fernwartung, Mobilität (z.B. Car Sharing³), Navigation (z.B. Community Based Navigation⁴), Infotainment (z.B. E-Mail, Nachrichten, Soziale Netzwerke), Flottenmanagement, Versicherungen und Bezahlssysteme (Oliver Wyman 2013). Die Hauptvoraussetzung für alle diese Anwendungsfälle ist die breitbandige mobile Anbindung der Fahrzeuge an das Internet. Vor allem die Entwicklung des Mobilfunkstandards LTE (Nachfolger von 3G) mit theoretischen Durchsatzraten von rund 100 MBit/s wird die technologische Basis für die datenreiche Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und dem Internet darstellen. Obwohl die Verbreitung von LTE momentan noch gering ist, wird erwartet, dass LTE bis 2014-2015 sich zu einer Massenmarkt-Technologie entwickelt. Laut einer Studie von Roland Berger soll die weltweite Anzahl der Nutzer von LTE bis zum Jahr 2015 bis auf 480 Millionen ansteigen (zum Vergleich waren es im Jahr 2011 nur rund 15 Millionen) (Bernhart et al. 2012). Befeuert wird der Drang zu schnellen mobilen Datenübertragungen durch die Gesellschaft, die mittlerweile viel Zeit unterwegs im Internet verbringt und einen hohen Bedarf an schneller Datenübertragung entwickelt. Hat sich jeder Deutsche Mobilfunknutzer im Jahr 2009 monatlich 41 Mbyte heruntergeladen, so waren es im Jahr 2012 bereits rund 200 Mbyte und die Tendenz ist steigend (Consult Dialog 2012). In diesem Zuge sind vor allem die jungen Leute „24/7“ im Internet und erwarten deswegen auch von ihrem Fahrzeug, das es ebenfalls mit dem Internet verbunden ist, um auch während der Fahrt auf das breite Angebot an Diensten in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zugreifen zu können (Bernhart et al. 2012). So erwartet man, dass die Anzahl der mit dem Internet verbundenen Autos im Jahr 2016 allein in Westeuropa bereits auf 48 Millionen ansteigen wird (vgl. Abbildung 2-4). Weltweit sollen bis 2016 rund 210 Millionen Fahrzeuge fahren. Die Penetrationsrate von vernetzten Fahrzeugen soll laut einer Studie von Oliver Wyman im Jahr 2016 bei rund 50% liegen. In Japan, Nordamerika und Westeuropa sollen in den 15 bis 20 Jahren nahezu alle Fahrzeuge mit einer Verbindung ins Internet ausgestattet sein (Oliver Wyman 2013).

³ Car Sharing bezeichnet die gemeinschaftliche Nutzung von einem oder mehreren Fahrzeugen (Sonnberger/Carrera 2012)

⁴ Unter Community Based Navigation versteht man die Erweiterung der Navigationssysteme um eine soziale Komponente. Z.B. kann man sehen wo sich gerade andere Fahrer um einen herum befinden oder Staus, Baustellen usw. den anderen Nutzern melden (ein Beispiel dafür ist Waze: <http://www.waze.com>)

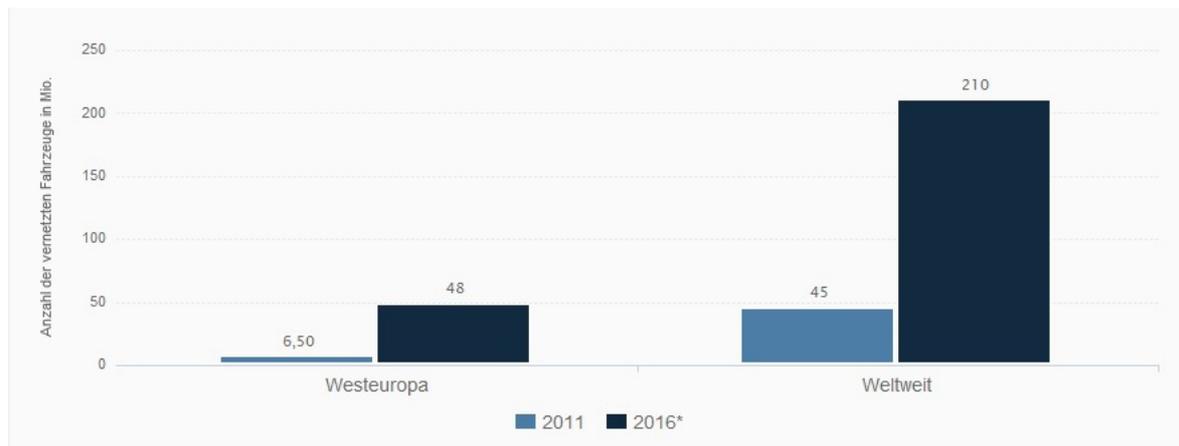


Abbildung 2-4: Entwicklung der vernetzten Fahrzeuge
(Quelle: (Oliver Wyman 2013))

Für die Automobilhersteller bedeutet die Entwicklung von vernetzten Fahrzeugen jedoch eine Herausforderung. Denn sie müssen ein Ecosystem bestehend aus Mobilfunkanbietern, Softwareentwicklern, Content Providern und beispielsweise auch sozialen Netzwerken schaffen (Kirk 2011). Auch die Anpassung des Lebenszyklus' des Fahrzeugs an die deutlich kürzeren Lebenszyklen der mobilen Technologien stellt für die Automobilhersteller ein Problem dar (Bauer 2011). Zudem müssen von Organisationen wie dem gegründeten Car Connectivity Consortium oder der ISO industrieweite Standards verabschiedet werden damit sich keine Insellösungen bei jedem Automobilhersteller bildet. Vor allem für die Fahrzeugkommunikation mit der Umwelt ist das unabdingbar.

2.2.2 Smartphones

Smartphones sind Mobiltelefone, die um reichhaltige Computerfunktionalitäten erweitert sind und zudem eine Verbindung zum Internet besitzen (vgl. Zheng/Ni 2010, 3). Neben dem Telefonieren und SMS schreiben, was auch schon normale Mobiltelefone unterstützen, bieten sie die Möglichkeit verschiedene Mehrwertanwendungen in Form von den sogenannten Apps auszuführen. Vor allem die stetige Verbindung zum Internet macht es vor dem Hintergrund des mobilen Arbeitens möglich von nahezu überall auf seine beruflichen E-Mails, Dokumente, Kalender usw. zuzugreifen und sogar von unterwegs selbst solche Aktivitäten wie Textbearbeitung und Tabellenkalkulation durchzuführen. Dieses Angebot an Funktionalität spiegelt sich auch in den Nutzerzahlen wieder. Im Jahr 2013 beträgt in Deutschland der Anteil an Smartphone-Besitzern unter allen Mobiltelefonbesitzern rund 55% und wie man an der Abbildung 2-5 sehen kann, ist auch weiterhin eine stetige Steigung der Nutzerzahl zu erwarten.



Abbildung 2-5: Entwicklung der Smartphone-Nutzer in Deutschland
(Quelle: (Mohamud/Block 2013))

Zudem bieten die neuesten Smartphones auch die Möglichkeit nicht nur selber das mobile Internet zu nutzen, sondern auch anderen Geräten wie z.B. Laptops den Zugang zum Internet freizugeben (diese Funktion wird *Tethering* genannt). Somit wird mobiles Arbeiten von Laptops, Tablets usw. auch von unterwegs begünstigt.

Die Verbindung der Smartphones zum Internet und das breite Angebot an Anwendungen hat zur Folge, dass die meisten Smartphone-Nutzer ständig „online“ sind. Laut einer Studie von W3B waren bereits im Jahr 2010 rund 43% der deutschen Smartphone-Besitzer täglich oder fast täglich mit ihrem Smartphone im Internet (W3B 2012). Im Jahr 2013 sind es bereits 49% der Smartphone-Besitzer, die täglich im Internet mit ihrem Smartphone sind. Das sind somit rund 15 Millionen Deutsche, die „always on“ sind (TNS Infratest 2013). Diese Tendenz spiegelt sich auch in dem durch die Nutzung des Internets mit mobilen Geräten wider. Waren es in Deutschland im Jahr 2011 rund 150 Mbyte Internetverkehr, die durchschnittlich im Monat durch ein Smartphone verursacht wurden, so werden für das Jahr 2016 rund 2.6 GByte prognostiziert (Bernhart et al. 2012). Die Anwendungen, die von deutschen Smartphone-Nutzern im Jahr 2012 am meisten genutzt wurden (mindestens ein Mal im Monat), sind laut einer Studie vom Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V. vor allem solche zum machen von Fotos und Filmen (67% aller Smartphone-Besitzer). Auf Platz 2 mit 52% folgt jedoch das Empfangen und Versenden von E-Mail Nachrichten (BVDW 2012, 29).

Die Entwicklung der Infotainment-Systemen im Auto, auch in Bezug auf das mobile Arbeiten, wird maßgeblich von dem Smartphone-Markt beeinflusst. Vor allem die jüngere Generation (die sogenannten „Digital Natives“) wollen auch im Auto nicht auf die Smartphone Nutzung verzichten. So waren es beispielsweise im Jahr 2012 rund 20% der Teenager und 10% der Erwachsenen in den USA, die angaben während der Fahrt regelmäßig auf ihrem Smartphone Textnachrichten zu empfangen und zu verschicken (Toyota 2012). Die dunkle Ziffer wird jedoch weitaus höher sein. Daher steigt auch der Druck bei den Automobilherstellern entsprechende Vorkehrungen zu treffen damit die Funktionalität der Smartphones auch im Auto ohne Gefährdung der Fahrsicherheit nutzbar ist. Zum einen können die Automobilhersteller nur unzureichend den Entwicklungen in der Smartphone-Branche nachkommen weil sich die Entwicklungszyklen sehr stark unterscheiden. Zum anderen ist die Handynutzung in den meisten Industrieländern verboten. Somit müssen die

Automobilhersteller erstmals erforschen wie die Nutzung von Smartphone-Applikationen während dem Fahren überhaupt ermöglicht werden kann (Bauer 2011).

2.2.3 Fahrerassistenzsysteme

Generell sind die meisten Unfälle im Straßenverkehr auf den menschlichen Faktor zurückzuführen. So werden von Fahrern bei Abbiegevorgängen Fehler gemacht, die vorgeschriebene Geschwindigkeit nicht eingehalten, der Abstand falsch eingeschätzt, falsch überholt usw. Im Jahr 2012 meldete das statistische Bundesamt, dass rund 85% aller Verkehrsunfälle auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen sind (Kraftfahrt Bundesamt 2012). Fahrerassistenzsysteme, die alle technischen Systeme im Auto zusammenfassen, die den Fahrer bei der Steuerung des Wagens unterstützen sollen, schaffen hier Abhilfe und helfen mit jedem Jahr die Anzahl der tödlichen Unfälle zu minimieren (ERSO 2011). Generell sind Fahrerassistenzsysteme dazu gedacht den Fahrer zu entlasten, die Fahrsicherheit zu erhöhen und den Komfort des Fahrers zu steigern (Grunenberg 2003).

Im Allgemeinen kann man bei Fahrerassistenzsystemen drei Arten unterscheiden: beratende oder warnende, partiell eingreifende und aktiv steuernde Systeme (Lindberg et al. 2009). So sind in den heutigen Fahrzeugen solche Fahrerassistenzsysteme wie Abstandsregler, Notbrems-, Spurhalte-, Spurwechsel-, Einpark-, Nachtsichtassistenten und Verkehrszeichenbeobachter zu finden, die dem Fahrer aktiv oder passiv bei der Steuerung des Wagens helfen. Alle diese Assistenzsysteme zusammen genommen erhöhen die Fahrsicherheit auf den Straßen enorm. Allein beispielsweise der Notbremsassistent, der den Wagen aktiv runterbremst bei einem drohenden Auffahrunfall, senkt die Anzahl der Unfälle dieser Art um ein Drittel (UDV 2009).

Bisher bauen die meisten Fahrerassistenzsysteme auf die im Wagen verbauten Sensoren auf. Die zukünftigen Fahrerassistenzsysteme werden jedoch über die Grenze des Wagens hinausgehen und mit der den Wagen umgebenden Infrastruktur (engl.: car-2-infrastructure communication) wie Ampeln, Verkehrsleitsystemen usw. und auch mit den anderen Fahrzeugen (engl.: car-2-car communication) kommunizieren (Bauer 2011). Das hat den Vorteil, dass das Fahrzeug nicht nur weiß was sich in der unmittelbaren Umgebung abspielt, sondern auch über Kilometer hinweg. Ein Beispiel für ein Fahrerassistenzsystem im Bereich der Car-2-Car Kommunikation stellt System dar, das bei einem Stauende die nachkommenden Fahrzeuge warnt damit diese rechtzeitig sicher abbremsen können (Lübke 2004).

2.2.4 Sprachtechnologien

Das Erkennen und Analysieren der menschlichen Sprache mit Computern ist bereits auf die 70er Jahre zurückzuführen und hat sich bis heute stark entwickelt. Seit den 90er Jahren haben die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Bereich des Sprachverstehens und die rasanten Fortschritte im Bereich der Software und der Hardware es erlaubt Sprachtechnologien auch im kommerziellen Bereich einzusetzen. Zum einen kann es im Bereich der Gesundheitspflege verwendet werden, um behinderten Menschen den Umgang mit Computern zu erleichtern. Zum anderen wird seit langem z.B. in Call-Centern die Reservierung von Flügen, die Abfrage von Börsenkursen, Wetter oder Sportergebnissen über automatisierte Sprachein- und -ausgabe gemacht, was den Einsatz von benötigten Arbeitskräften reduziert (Godwin-Jones 2009). Inspiriert vom militärischen Bereich wie z.B. von der Luftwaffe wo Sprachtechnologien verwendet werden, um die Belastung der Piloten zu senken, haben auch Automobilhersteller Interaktion zwischen dem Fahrer und dem Auto über Sprache für sich erkannt. Die Nutzung von sekundären Systemen wie z.B. des Navigationssystems beim Autofahren über visuelle

und biomechanische Benutzerschnittstellen kann den Fahrer unnötig gefährden. Sprachbasierte Benutzerschnittstellen im Auto zur Steuerung von Infotainment-Systemen schaffen hier Abhilfe, denn sie verbessern die Fahrperformanz und lassen den Fahrer nicht-fahrrelevante Aufgaben erledigen ohne sich und andere im Straßenverkehr zu gefährden (Hua/Ng 2010; Vollrath 2007). In diversen Studien wurde der Einsatz von Sprache im Zusammenhang mit den typischen Fahreraufgaben wie der Bedienung eines Navigationssystems oder der Telefonanlage und sogar den typischen Aufgaben im Bereich des mobilen Arbeitens untersucht (vgl. Barón/Green 2006; Peissner et al. 2011). In allen Fällen führte der Einsatz der Sprache im Auto zu einer Reduktion der Fahrablenkung. Deswegen kann zurecht behauptet werden, dass „[...] die Sprachkontrolle in einem Auto von Morgen ein Muss ist“ (Maciej/Vollrath 2009, 1).

Die Steuerung von Funktionen im Infotainmentbereich während der Fahrt über Sprache kann dabei unterschiedlich gestaltet sein. Die große Herausforderung hier ist die zuverlässige Erkennung der Sprache von den Fahrzeugsystemen. Die Qualitätskriterien in diesem Zusammenhang sind Genauigkeit und die Geschwindigkeit der Spracherkennung. Die höchste Erkennungsrate liefern fest definierte Sprachbefehle wie z.B. „Navigation“, „E-Mail lesen“ oder „Nachricht versenden“. Das erfordert jedoch ein Auswendiglernen der Sprachbefehle durch den Autofahrer und erschwert dadurch eine spontane Interaktion mit dem System während der Fahrt. Dies lässt sich jedoch verbessern wenn man mögliche Befehle auf einem eingebauten Bildschirm als optischen Anker verwendet (Yankelovich 1996). Nakano (2008) untersuchte in diesem Zusammenhang auch die Erkennung von leicht abgewandelten Sprachbefehlen z.B. „E-Mail lesen“, „E-Mail vorlesen“ oder „Lese E-Mail vor“. Das Aussprechen eines Befehls in verschiedenen sprachlichen Varianten erleichtert zwar die Bedienung des Systems, macht die Erkennung dieser jedoch auch unzuverlässiger. Vision der Automobilhersteller ist jedoch eine natürlichsprachliche Interaktion (engl.: natural language interaction) mit dem Auto. Dabei kann man als Fahrer ein richtiges Gespräch mit dem Auto führen und die Anweisungen beliebig formulieren (z.B. „Lese mir die E-Mails von Herrn Mustermann zum Thema ‚Projektergebnisse‘ vor“) (Bahal/Gupta 2012). In diesem Fall muss per Knopfdruck („Push-to-Talk“ Knopf) dem System signalisiert werden, dass man eine Anweisung aussprechen möchte. Ein weiterer Schritt zu einer natürlichsprachlichen Interaktion steht unter dem Namen „continuous speech interaction“⁵. Dabei ist das sprachbasierte System jederzeit im Hintergrund aktiv und reagiert auf mögliche Sprachanweisungen des Fahrers (Dahimene 2009). Somit ist es für den Fahrer nicht mehr nötig einen extra Knopf zu betätigen, um seine Bereitschaft zur Interaktion zu signalisieren, sondern die Anweisungen werden vom System aus dem Gespräch herausgefiltert.

Die Fortschritte in der Entwicklung der Sprachtechnologien ist zum einen der stetigen Verbesserung bestehender und Erforschung neuer Algorithmen zu verdanken. Zum anderen sind es die schnellen Prozessoren und die Durchführung der Spracherkennung nicht im Auto direkt sondern in Cloud-Umgebungen, die die nötige Rechenkapazität für diese rechenintensive Aufgabe liefern. Aus diesem Grund neigen auch Automobilhersteller dazu die Spracherkennung auf ihren eigenen Backend-Systemen durchzuführen, um die nötige Erkennungsqualität zu garantieren (Bauer 2011). Zudem können heutige sprachbasierte Interaktionssysteme auch trainiert werden und sich somit an die spezielle Aussprache des Anwenders anzupassen (Godwin-Jones 2009). Die Erkennung von Sprache während dem Autofahren stellt eine Herausforderung dar, denn die Geräuschkulisse verfälscht die Aufnahmen deutlich. Aus diesem Grund haben Hersteller von Sprachbearbeitungslösungen

⁵ Aus dem Englischen: kontinuierliche Sprachinteraktion

speziell angepasste Produkte entwickelt, die in der Lage sind monotone Hintergrundgeräusche, wie sie beispielsweise in einem Auto auftreten, zu filtern⁶ (engl.: noise cancellation). Hemmschwelle zur Nutzung von sprachbasierten Systemen stellt heutzutage jedoch immer noch die mangelhafte Erkennung von undeutlich ausgesprochenem Text und Akzente dar.

Aktuell sind natürlichsprachliche Assistenten vorwiegend auf mobilen Geräten zu finden (vgl. Apple Siri⁷ auf iPhones und Google Search⁸ auf Android Geräten). Seitens der Automobilhersteller bestehen jedoch Pläne diese Technologien auch ins Auto zu integrieren, um Aufgaben im Zusammenhang mit Navigation, POI-Suche und auch Kommunikation (wie E-Mail, SMS und Telefonie) über die Sprache zu erledigen (siehe dazu (Stoklosa 2013)). Zukünftig wird man versuchen Sprachassistenten für den Einsatz im Auto zu bauen, die die Unterhaltungshistorie nicht vergessen und somit besser auf den Fahrerkontext eingehen können. Zudem werden Sprachsysteme dank den Entwicklungen im Bereich des maschinellen Lernens sich besser an die Besonderheiten der Interaktion mit ihrem Benutzer anpassen und somit immer näher an eine Mensch-zu-Mensch Interaktion herankommen.

2.2.5 Diskussion

Wie man an den diskutierten Innovationstreibern sehen kann, beflügeln nicht nur Technologien im Fahrzeug die Entwicklung der mobilen Arbeit. Auf der einen Seite ist es natürlich die Vernetzung des Fahrzeugs mit dem Internet, die es dem Fahrer erlaubt auch im Fahrzeug jederzeit erreichbar zu sein. Auf der anderen Seite sind es auch die Entwicklungen im Smartphonebereich, an denen sich auch die Automobilhersteller orientieren. Der Fahrer von morgen besitzt ein Smartphone mit dem er im Stande ist mobil zu arbeiten (z.B. Telefonieren, Bearbeiten von E-Mails und Kalendern) und erwartet, dass er auf diese Funktionalitäten auch im Fahrzeug zugreifen kann. Aus diesem Grund sind Automobilhersteller bemüht den Zugriff auf diese Funktionalitäten sicher im Fahrzeug zu erlauben. Einen wesentlichen Beitrag dazu liefern die Bemühungen der Fahrzeugentwickler die Mensch-Maschine Interaktion im Fahrzeug zu verbessern, um den Fahrer bei der Ausübung dieser Aktivitäten so wenig wie möglich abzulenken und ihm eine intuitive und benutzerfreundliche Benutzerschnittstelle zu geben. Die sprachbasierte Interaktion liefert einen wesentlichen Beitrag dazu. Es sind aber auch die Fahrassistenzsysteme, die den Fahrer bei der Wagenkontrolle unterstützen und verhindern, dass die Ausübung der mobilen Arbeit zu einem Verkehrsunfall führt. Mit Sicherheit kann an dieser Stelle gesagt werden, dass alle genannten Treiber in ihrer Kombination es ermöglichen, dass bestimmte Aktivitäten im Bereich der mobilen Arbeit ohne Gefährdung des Fahrers und anderer Verkehrsteilnehmer ausgeführt werden können.

2.3 Aktuelle Lösungen für Mobiles Arbeiten im Auto

Spätestens seit der Existenz von vernetzten Fahrzeugen (siehe Kapitel 2.2.1) haben Autofahrer unterschiedliche Möglichkeiten Aktivitäten im Rahmen des mobilen Arbeitens im

⁶ Ein Beispielprodukt zur Spracherkennung speziell für den Einsatz in Fahrzeugen ist VoCon 3200 von Nuance (<http://www.nuance.de/for-business/by-product/automotive-products-services/language-portfolio/index.htm>)

⁷ <http://www.apple.com/de/ios/siri/>

⁸ <http://www.google.com/insidesearch/features/voicesearch/index-chrome.html>

Auto durchzuführen. Zum einen sind es die Automobilhersteller direkt, die den Bedarf erkannt haben und ihre integrierten Infotainment-Systeme dahingehend erweitern. Zum anderen sind es die Drittanbieter, deren Komponenten von Automobilherstellern integriert werden, um Office-Funktionalitäten im Auto zu ermöglichen. Zudem sorgen auch verschiedene spezielle Smartphone-Apps dafür, dass man im Auto während der Fahrt relativ sicher beruflich kommunizieren kann. Im Folgenden werden die einzelnen Lösungen kurz beschrieben. Hierbei ist zu beachten, dass die technologischen Entwicklungen im Bereich der vernetzten Autos sehr schnell voranschreiten und somit die hier aufgeführten Stände zum Zeitpunkt des Lesens dieser Arbeit nicht mehr aktuell sein könnten. Die Erhebung der hier angegebenen Daten erfolgte zum Oktober 2012. Um den Rahmen dieser Analyse nicht zu sprengen, werden nur die wichtigsten Entwicklungen genannt, die auf dem Markt zu finden sind.

2.3.1 Systeme von Automobilherstellern

2.3.1.1 Audi Connect

Audi Connect ist eine Plattform der Audi AG, die Infotainment- und Entertainmentfunktionen in ihren Fahrzeugen zur Verfügung stellt. Im Allgemeinen steht Audi Connect für die Vernetzung des Fahrzeugs mit dem Internet und umfasst viele Dienste, die erst durch die Vernetzung im Auto ermöglicht werden können. Dienste, wie Verkehr, Wetter, POIs Suche (Points of Interest), Google Earth Navigation, News machen das Reisen angenehmer und lassen den Fahrer schneller zum Ziel finden (AUDI 2012). Zudem plant Audi auch neben der üblichen Telefonie auch Dienste zum Empfangen und Verschicken von E-Mail und SMS-Nachrichten anzubieten. Dies soll im Rahmen der optionalen Sonderausstattungen von Audi Connect in dem MMI® Navigation Plus mit MMI® Touch verfügbar sein, das ab Ende 2012 in den Modellen A3 und A3 Sportback verbaut werden soll. Bei der E-Mail Funktion wird es möglich sein von seinem Smartphone aus die E-Mails ins Auto zu übertragen und diese von einer synthetischen Stimme vorlesen zu lassen. Im Falle von SMS soll neben dem Vorlesen auch die Diktierfunktion zur Verfügung gestellt werden. Über ein Kommando wie z.B. „SMS Diktieren an Max Mustermann“ wird man von dieser Funktion Gebrauch machen können. Während der Fahrt wird das freie Beantworten von E-Mails nicht unterstützt, sondern man kann nur aus vorgegebenen Textbausteinen wählen (FAZ 2013).

2.3.1.2 BMW Connected Drive

BMW präsentiert alle Entwicklungen und Initiativen rund um die Vernetzung von ihren Fahrzeugen mit dem Internet unter dem Namen *Connected Drive*. Vor dem Hintergrund des mobilen Arbeitens bietet BMW zunächst die Möglichkeit an sich mit einem Call-Center verbinden zu lassen über den z.B. Kontaktinformationen von Personen und Firmen bezogen werden können. Neben diesen Möglichkeiten kann man bei BMW in seinem Fahrzeug einen Hotspot aufzubauen und die Internetsuche über das eingebaute Infotainment-System nutzen (BMW 2012b). In Sachen Kommunikation bietet auch BMW die Möglichkeit an sowohl im Stand als auch während der Fahrt E-Mails und SMS zu lesen und zu verschicken. BMW präsentiert hier von allen Automobilherstellern das ausgereifteste Konzept an, denn man kann sich nicht nur die E-Mail- bzw. SMS-Nachrichten vorlesen lassen, sondern man kann auch auf diese frei antworten und diese sogar korrigieren. All das erfolgt über die eingebaute Spracherkennung. Momentan wird von BMW nicht unterschieden, ob man die E-Mail bzw. SMS-Funktion im Stand oder während der Fahrt nutzt und man kann sich als Fahrer zwischen

der manuellen Bedienung oder der Sprachbedienung jederzeit entscheiden (Bimmertoday 2013).

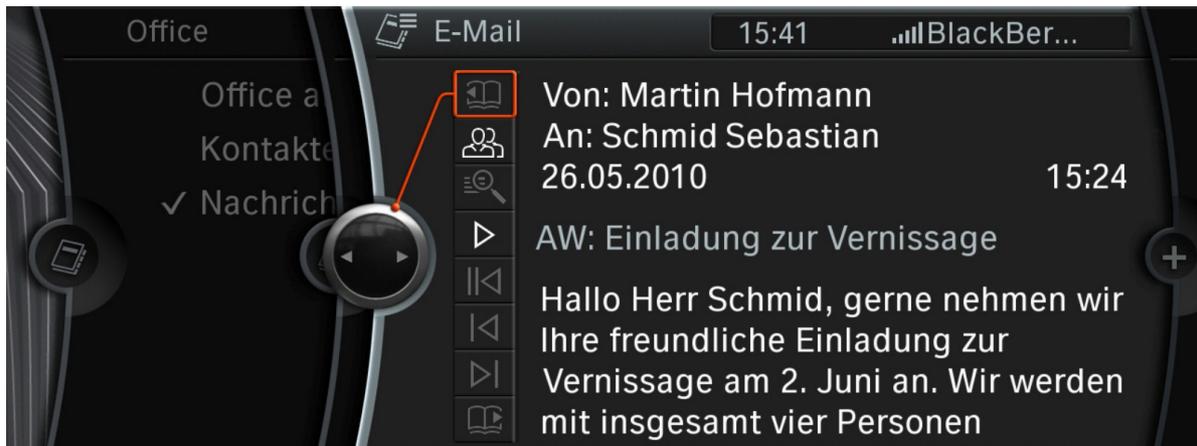


Abbildung 2-6: E-Mail Kommunikation in BMW Connected Drive
(Quelle: (Bimmertoday 2012))

2.3.1.3 Mercedes-Benz Comand Online

Ähnlich zu den Automobilherstellern wie Audi und BMW, bietet auch Mercedes ein eigenes Paket an, das das Fahrzeug ins Internet bringt und den Fahrer diverse Dienste nutzen lässt. Das sogenannte *Comand Online System* ist eine zusätzliche Sonderausstattung, die ab Jahresanfang 2011 verfügbar ist, nutzt die Internetverbindung des Mobiltelefons des Fahrers und bietet darüber hinaus im eingebauten Infotainment-System Zugriff auf solche Dienste wie Wetter, Internetsuche, Facebook und POI-Suche entlang der Route an (Mercedes 2012). Im Bereich des mobilen Arbeitens unterstützt Mercedes momentan nur den Zugriff auf seine SMS Nachrichten. Das Lesen und Beantworten von SMS-Nachrichten ist zudem auch nur über die Controller möglich. Sprachein- und -ausgabe wird derzeit nicht zur Verfügung gestellt. Bezüglich der Sicherheit ist Mercedes im Gegensatz zu anderen Automobilherstellern sehr konservativ und schaltet beim Losfahren alle Online-Dienste ab, um den Fahrer nicht in die Versuchung zu führen diese zu nutzen (Connect 2012).

2.3.1.4 Ford Sync

Ford bietet ebenfalls ein eigenes Infotainment-Systemen unter dem Namen *Ford Sync* an. Die Stärke von dem System ist die Möglichkeit es fast durchgehend über Sprachbefehle steuern zu lassen. Im Wesentlichen beschränkt sich die Funktionsweise jedoch auf die Möglichkeiten des Mobiltelefons, das an das System angeschlossen werden muss, um die einzelnen Funktionen zu nutzen. Momentan beschränkt sich der Funktionsumfang hauptsächlich auf die Musikauswahl und -wiedergabe der auf dem Mobiltelefon befindlichen Titel. Im Office Bereich bekommt man Zugriff auf die eingegangenen SMS, die man sich vorlesen lassen kann. Möchte man allerdings auf eine SMS-Nachricht antworten, so hat man nur Zugriff auf vorgefertigte Nachrichten zwischen denen man auswählen kann. Bezüglich der Sicherheit unterscheidet Ford Sync nicht zwischen Stand und Fahrt und bietet somit in dieser Hinsicht keinerlei Adaptivität an (Ford 2012).

2.3.2 Systeme von Drittanbietern

2.3.2.1 AutoLinq

*AutoLinq*TM ist eine Infotainment-Technologie, die von der Firma Continental in Zusammenarbeit mit dem Mobilfunkanbieter Telekom entwickelt wird. Eine Integration dieser Technologie ist unabhängig vom Automobilhersteller in jeden Wagen möglich. AutoLinq basiert auf dem Betriebssystem Android® des Internetkonzerns Google und bringt somit die Möglichkeit mit verschiedene Apps zu nachinstallieren. Neben verschiedenen Funktionen im Navigationsbereich wie Verkehr, Wetter, POI Suche usw. bietet es auch Office-Funktionen wie das Empfangen und Verschicken von E-Mail und SMS Nachrichten. Laut dem Vorhaben des Herstellers ist es nicht geplant bei den Funktionen zwischen Stand und Fahrt zu unterscheiden und somit für mehr Sicherheit am Steuer zu sorgen. Zum Zeitpunkt der Durchführung der Analyse lag jedoch noch keine Serienreife des Systems vor und deswegen war es für die Kunden von Continental noch nicht verfügbar (Continental 2012).

2.3.2.2 Harman ADAS

ADAS steht für *Advanced Driver Assistance System* und wird vom Infotainment- und Audiosystemhersteller Harman in Zusammenarbeit mit dem Handyhersteller Nokia entwickelt. Das Augenmerkmal von ADAS ist die möglichst umfassende Integration der Funktionen eines Smartphones in das Infotainment-System im Wagen. Durch die Sprachsteuerungen soll der Fahrer auf nahezu alle Funktionen eines Smartphones zugreifen können. Im Office Bereich soll das Empfangen und Beantworten über Sprache unterstützt werden. Zudem sieht Harman ein, dass der Fahrer nicht in jeder Verkehrssituation in der Lage ist sich mit dem Infotainment-System zu beschäftigen. Deswegen sollen beim Fahren kritische Fahrsituation wie z.B. Überholmanöver erkannt und mit einer Einschränkung bzw. mit einem Pausieren reagiert werden. Zu den Kunden von Harman gehören solche Automobilhersteller wie Audi, BMW und Mercedes, die teilweise Komponenten von Harman in ihren eigenen Infotainment-Systemen übernehmen. Das System wurde zum ersten Mal auf der Internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) 2011 vorgestellt, hat jedoch bis zum Zeitpunkt der Recherche keinen Serienstand erreicht (HARMAN 2012).

2.3.2.3 MirrorLink

Ähnlich zu Harman ADAS (siehe Kapitel 2.3.2.2) definiert MirrorLinkTM einen Standard zur Einbindung von mobilen Endgeräten in den Autos. MirrorLink wird von dem Car Connectivity Consortium (CCC)⁹ entwickelt an dem die größten Automobilhersteller und Firmen aus der Unterhaltungselektronikbranche beteiligt sind. Mit MirrorLink ist es möglich die Interaktion des Fahrers mit dem Bildschirm des Smartphones auf den im Fahrzeug eingebauten Touchscreen zu übertragen. Somit ist es möglich mit dem Smartphone zu interagieren ohne dabei seine Sicherheit im Verkehr zu gefährden. Die mit MirrorLink kompatiblen Applikationen auf einem Smartphone können den Gebrauch der Headunit, der Lenkradtasten und der verschiedenen Regler machen. Verbindet sich das Smartphone mit dem Fahrzeug so werden auch die informativen Inhalte in vereinfachter Form dem Fahrer zur Verfügung gestellt, um ihn nicht unnötig vom Straßenverkehr abzulenken. Des Weiteren

⁹ <http://carconnectivity.wordpress.com/>

bieten Bosch und Mercedes einen sogenannten *SplitView-Screen* an, bei dem der Fahrer und der Beifahrer (abhängig vom Blickwinkel) unterschiedliche Inhalte angezeigt bekommen können. Während der Fahrer z.B. eine Navigationsansicht zu sehen bekommt, kann der Beifahrer beispielhaft komplette E-Mails angezeigt bekommen. Das MirrorLink System selber bietet keine Anwendungen an, sondern macht die Funktionalitäten des Smartphones zugänglich. Aus diesem Grund können natürlich auch alle möglichen Office-Anwendungen genutzt werden, die auf dem Smartphone installiert sind und für die Nutzung mit MirrorLink erweitert wurden (MirrorLink 2012).

2.3.2.4 Delphi MyFi

Delphi ist normalerweise als Hersteller von Fahrassistenzsystemen bekannt. Die Produktpalette umfasst Systeme zur Abstands- und Geschwindigkeitsregulierung, zur Einhaltung der Fahrspur oder zum Beispiel Systeme, die einen warnen wenn im toten Winkel ein Auto kommt. Auf der CES 2012 in Las Vegas stellt das Unternehmen jedoch ein Infotainment-System vor, das mit diversen Fahrassistenzsystemen gekoppelt ist und den Namen „MyFi Connecting with Safety Vehicle“ trägt. Das Infotainment-System erlaubt es dem Fahrer während der Fahrt E-Mail und SMS Nachrichten zu empfangen und diese per Sprache zu beantworten. Sollte jedoch das Fahrzeug mit Hilfe der im Wagen eingebauten Fahrassistenzsysteme eine kritische Fahrsituation erkennen, so reagiert das System mit einem adaptiven Verhalten darauf. Sollte beispielsweise eine neue E-Mail eingehen während man sich in einem Überholvorgang befindet, so wird die Benachrichtigung des Fahrers ausgesetzt. Fährt der Wagen nach dem Überholen wieder mit einer geregelten Geschwindigkeit, so erkennt das System, dass der Fahrer wieder durch nichts abgelenkt ist und benachrichtigt ihn über den Eingang der Nachricht (Consumer Reports 2012). Das System befindet sich jedoch vorerst in einem konzeptionellen Stadium und deswegen sind keine Informationen zum genauen Vorgehen bei Erkennung von kritischen Situation und der Reaktion darauf verfügbar (Delphi 2012).

2.3.3 Smartphone Lösungen

Smartphones gehören heutzutage zu den Multitalenten, die viele Aufgaben übernehmen können und aus diesem Grund von uns überallhin mitgenommen werden. In Deutschland ist die Nutzung von Handys und somit auch von Smartphones nach § 23 der Straßenverkehrsordnung untersagt (vgl. (StVO 2013)). Somit ist die Nutzung von Apps zur E-Mail und SMS Kommunikation grundsätzlich nicht möglich. Spezielle Apps auf Smartphones nehmen jedoch Gebrauch von der integrierten Sprachein- und -ausgabe und lassen den Benutzer auf diese Weise auf Office-Funktionalitäten zugreifen ohne die Hände vom Lenkrad zu nehmen.

2.3.3.1 Smartphone Office Sprachassistenten

Apple Siri

Der Sprachassistent *Siri* des US amerikanischen Konzerns Apple nimmt im Bereich der Sprachassistenten auf Smartphones die Vorreiterrolle ein. Siri ist seit der Einführung vom iPhone 4S auf jedem Gerät vorinstalliert und lässt sich komplett über Sprache bedienen. So ist es möglich in einem Dialog Wetter, Verkehr und andere allgemeine Informationen aus dem Internet abzufragen ohne das Gerät manuell zu bedienen. Auch die Office-Funktionalitäten wie E-Mail und SMS lassen sich über Sprache bedienen. Auf Nachfrage liest Siri einem seine

SMS-Nachrichten vor. Die Vorlesefunktion für E-Mails wird jedoch vorerst nicht unterstützt. Dafür beherrscht Siri das Diktieren sowohl von SMS als auch von E-Mail Nachrichten. Bisher ist das System Siri nur auf mobilen Geräten nutzbar was die Bedienung während der Fahrt erschwert und auch u.U. gefährlich macht. Apple plant jedoch mit einer Vielzahl verschiedener Automobilhersteller wie Audi, BMW und Daimler den Dienst in der nächsten Zukunft ins Auto zu integrieren, um so eine sichere Nutzung während der Fahrt zu gewährleisten (Apple Computer Inc 2012).

Weitere Sprachassistenten

Neben dem Sprachassistenten Apple Siri existieren jedoch auch viele andere Programme für verschiedene mobile Betriebssysteme wie Android und Windows Phone, die ähnliche Funktionalitäten anbieten und die fehlenden Funktion in Apple Siri vervollständigen. So sind an dieser Stelle beispielsweise Anwendungen wie Listen2Mail¹⁰ der Firma Linguattec, Vlingo¹¹ oder Voice Control¹² der Firma Nuance zu nennen, die auch das Anhören von E-Mail Nachrichten während der Fahrt erlauben und für verschiedene Betriebssysteme verfügbar sind. Der Sprachassistent My Motospeak der Firma Motorola kann darüber hinaus in Verbindung mit einem Headset im Auto genutzt werden. Eine vollständige Integration ins Auto fehlt jedoch auch hier.

2.3.3.2 Apps zur Einschränkung der Interaktion während der Fahrt

Im Gegensatz zu den oben erwähnten Smartphone Applikationen, die möglichst viele Office-Funktionen während der Fahrt nutzbar machen, existiert auch eine Vielzahl an Applikationen, die bei Fahrtritt genauso diese Funktionalitäten unterbinden und somit den Fahrer dazu zwingen sich auf den Straßenverkehr zu konzentrieren. An dieser Stelle sind insbesondere die Applikationen PhoneGuard¹³ und iZup¹⁴ zu nennen, die über die GPS-Ortung des Smartphones das Fahren feststellen und somit jegliche Office Aktivitäten über das mobile Gerät unterbinden. Die Applikation iZup ermöglicht sogar die Nutzung im geschäftlichen Umfeld und die Ausstattung aller Mitarbeiter mit den entsprechen Vorsichtsmaßnahmen, die viel unterwegs sind.

2.3.4 Kategorisierung und abschließende Betrachtung

Wie die Auflistung der verschiedenen Lösungen für mobiles Arbeiten im Auto aus dem vorhergehenden Kapitel zeigt, existiert eine Vielzahl an Anwendungen sowohl im Auto als auch auf Smartphones. Die Analyse beschränkte sich vornehmlich auf Office Funktionalitäten wie die asynchrone Kommunikation über SMS und E-Mail, da diese aktuell für starke Nachfrage seitens der Kunden sorgen und viele Automobilhersteller und Entwickler von Smartphone Applikation bemüht sind diese im Auto zu ermöglichen. Um eine bessere

¹⁰ <http://www.linguathecapps.com/listen2mail/features>, zugegriffen am 12.10.2012

¹¹ <http://www.vlingo.com/>, zugegriffen am 12.10.2012

¹² <http://www.nuance.de/for-business/by-product/nuance-voice-control/index.htm>, zugriffen am 12.10.2012

¹³ <http://www.appworldstats.com/vendor/4113/1>, zugegriffen am 12.10.2012

¹⁴ <https://getizup.com>, zugegriffen am 12.10.2012

Analyse der aufgelisteten Lösungen zu ermöglichen, wird im Folgenden eine entsprechende Kategorisierung und Einordnung der Lösungen vorgenommen. Die Aufstellung der Kategorien erfolgte zum einen anhand der Eigenschaften der verschiedenen Lösungen und zum anderen anhand der wesentlichen Fragen, die im Zusammenhang mit der Anschaffung und Nutzung zu beantworten sind. Im Folgenden finden sich die aufgestellten Kategorien und die entsprechenden Erläuterungen:

- *Art der Nutzung im Auto:* Ist die Lösung fest in das Infotainment-System des Wagens integriert oder erfolgt die Nutzung über ein mitgebrachtes Smartphone?
- *Bedienung der Office-Funktionen:* Hier handelt es sich um die Frage welche Art der Mensch-Maschine Kommunikation verwendet wird. Es wird unterschieden zwischen der visuell/haptischen Nutzung, der Bedienung über Sprache und der Ausgabe der Informationen über ein im Auto eingebautes Headup-Display.
- *Angebot Office-Funktionen:* Wird sowohl das Vorlesen lassen als auch das Schreiben der SMS und E-Mail Nachrichten unterstützt? Wird zudem eine Internet-Suche und das Aktivieren eines WLAN-Hotspots unterstützt?
- *Sicherheitsfunktionen:* Nicht alle Aktivitäten im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation am Steuer erfordern den gleichen Konzentrationsbedarf seitens des Fahrers. Werden bestimmte Office-Funktionen bei Fahrtritt blockiert und somit für den Fahrer nicht zugänglich gemacht oder adaptiert sich das System gar an die Verkehrssituation?
- *Preis:* Preis für die erstmalige Anschaffung des Systems

In der Tabelle 1 findet sich die Einordnung der aufgelisteten Lösungen in die erarbeiteten Kategorien. Um die Einordnung übersichtlich zu halten, wurden nur die wichtigsten Systeme eingeordnet, die stellvertretend für ihre Art genommen werden können. Die Preisangaben sind zum Zeitpunkt der Durchführung der Analyse von den Webseiten der jeweiligen Anbieter erhoben worden und können somit zu einem späteren Zeitpunkt abweichen.

Hersteller	Art der Nutzung im Auto		Bedienung der Office-Funktionen			Angebot Office-Funktionen				Sicherheitsfunktionen		Preis
	Embedded	Smartphone	Anzeige über Headup-Display	Manuell (Bildschirm/Kontroller)	Sprachsteuerung (Ein und -ausgabe)	E-Mail Lesen / Schreiben	SMS Lesen / Schreiben	Internetsuche	WLAN-Hotspot	Adaptive Anpassung von Funktionen (Stand/Fahrt)	Blockierung von Office-Funktionen beim Losfahren	
AUTOMOBILHERSTELLER												
Audi Connect	(x)	o	o	x	(x ¹⁵)	(x/x)	(x/x)	x	x	(x ¹⁶)	o	3.425,00€
BMW Connected Drive	x	x	o	x	x	x/x	x/x	x	x	o	o	4.080,00€
Daimler Comand Online	x	x	o	x	o	o/o	x/o	x	x	o	x	3.308,20€
Ford Sync	o	x	o	x	x ¹⁷	x/o	x/o	o	o	o	o	3.050,00€
DRITTANBIETER												
Continental AutoLinq	(x)	o	n.A.	(x)	(x)	(x/x)	(x/x)	(x)	o	o	o	vgl. BMW ¹⁹
Harman ADAS	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x/x) ₁₈	(x/x) ₁₈	o	o	(x)	(x)	vgl. Audi ¹⁹
MirrorLink	o	x	n.A.	x ¹⁸	x ¹⁸	(x/x) ₁₈	(x/x) ₁₈	x ¹⁸	x ¹⁸	o	o	k.A.
Delphi MyFi	(x)	o	(x)	(x)	(x)	(x/x)	(x/x)	(x)	k.A.	(x)	(x)	k.A.
SMARTPHONE LÖSUNGEN												
Apple Siri	(x)	x	o	o	x	o/x	x/x	o	n.A.	o	o	kostenlos
PhoneGuard	o	x	n.A.	x	o	x/x	x/x	x	n.A.	o	x	14,74 €
iZup	o	x	n.A.	x	o	x/x	x/x	x	n.A.	o	x	14,99 €
Legende: x – im Angebot / (x) – geplant / o – nicht vorhanden bzw, nicht geplant												

Tabelle 1: Infotainmentangebot im Bereich des mobilen Arbeitens im Auto
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der Einordnung ist auffallend, dass kaum ein Automobilhersteller ein komplettes Office Paket mit allen Funktionen zur Kommunikation über SMS und E-Mail anbietet. Gründe dafür sind noch die mangelnden Erfahrungswerte mit der Nutzung der textuellen Kommunikation während der Fahrt. Obwohl momentan fast alle Hersteller über die Nutzung mit ihren haptischen und optischen Benutzerschnittstellen nachdenken, erkennen sie auch an, dass eine sprachbasierte Nutzung weitaus weniger Ablenkung für den Fahrer bedeuten würde. Jedoch stellt die Integration der sprachbasierten Systeme zum aktuellen Zeitpunkt eine Herausforderung an. Die Erkennungsraten selbst der

¹⁵ Spracheingabe während der Fahrt ist vorerst nur für SMS mit Hilfe von fest vordefinierten Bausteinen geplant

¹⁶ Die Anpassung soll jedoch sehr rudimentär ausfallen, wie beispielsweise bei E-Mail

¹⁷ Nur Sprachausgabe von Kommunikationsnachrichten wie E-Mail und SMS möglich

¹⁸ Nutzen die Office Funktionen des Smartphones und bringen selber keine Funktionalität mit

¹⁹ Preise nicht ermittelbar, da die meisten Funktionalitäten nicht auf dem Aftermarket angeboten werden

führenden Anbieter der Spracherkennungssoftware sind noch nicht so gut, um es zuverlässig im Auto verwenden zu können. Obwohl beispielsweise BMW die Vorreiterrolle beim Anbieten der asynchronen Kommunikation im Auto übernimmt, gibt es trotzdem Hinweise darauf, dass z.B. die E-Mail Funktion insbesondere bei der Korrektur der gesprochenen Texte während der Fahrt ohne hohe Ablenkung nicht möglich ist (PC Welt 2013). Des Weiteren muss der Käufer für die Nutzung solcher Office Funktionen über das integrierte Infotainment-System bei jedem Automobilhersteller über 3.000 € bezahlen. Keiner der Automobilhersteller bietet derzeit für den Gebrauch seiner Infotainment-Systeme ein umfassendes Sicherheitskonzept an. Z.B. bei Daimler werden alle Office-Funktionen bei Fahrtritt automatisch unzugänglich gemacht. Ein adaptives Verhalten wie z.B. das Pausieren der Interaktion in sicherheitskritischen Fahrsituationen bietet jedoch kein Autohersteller an.

Drittanbieter versuchen mit ihren Systemen die Schwächen der aktuell angebotenen Infotainment-Systeme zu lösen und versprechen sowohl den kompletten Funktionsumfang als auch Adaptivität bei Fahrtritt (vgl. Harmann ADS und Delphi MyFi). Jedoch handelt es sich bei den meisten Lösungen vorerst nur um Konzepte, die auf ihre technische Implementierung noch warten lassen. Kostengünstige Alternative zu den integrierten Infotainment-Systemen bieten die Smartphone Lösungen. Jedoch haben auch diese ihre Grenzen, da sie ebenfalls von einer guten Spracherkennung abhängig sind. Zudem ist deren Nutzung während der Fahrt ohne entsprechende Vorrichtungen und Halterungen gefährlich. Wegen der fehlenden Integration zu dem Infotainment-System haben solche Applikationen zudem Schwierigkeiten zu erkennen, ob man sich während der Fahrt befindet und mit welchen Verkehrsbedingungen der Fahrer konfrontiert ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Anbieten von Office-Funktionalitäten im Auto sowohl für Automobilhersteller als auch Drittanbieter ein neues Thema mit vielen Herausforderungen ist. Insbesondere die Sicherheit des Fahrers bei der Ausübung dieser Aktivitäten ist ein großes Thema bei der Entwicklung solcher Lösungen. Mangels passender Lösungen und Wissen zwingen manche Hersteller den Fahrer dazu bei Fahrtritt auf diese Funktionalitäten zu verzichten. Aus diesem Grund ist es die Aufgabe der Forschung diese Wissenslücke zu füllen.

2.4 Mobiles Arbeiten und Sicherheit am Steuer

Wie bereits im Kapitel 2.1.2 erläutert, stellt vor allem das mobile Arbeiten während der Fahrt ein Risiko nicht nur für den Fahrer selber dar, sondern auch für die anderen Verkehrsteilnehmer. Neben solchen Faktoren wie Müdigkeit, solchen Aktivitäten wie Essen und Trinken, führt gerade die Nutzung von Informationssystemen im Auto zu Unfällen (Pettitt 2008). In den USA werden beispielsweise jedes Jahr durch Unfälle, die in Verbindung mit der Nutzung von Handys und Smartphones stehen, Kosten von rund \$43 Milliarden verursacht (Cohen/Graham 2003). Weitere Informationssysteme, die während der Fahrt zu Unfällen führen können sind Tablets, Laptops und integrierte Fahrzeug-Informationssysteme (engl.: in-vehicle information systems, IVIS) (Lee et al. 2008; Truschin et al. 2011). Im Folgenden soll jedoch zuerst geklärt werden wie die Ablenkung definiert ist, welche Arten der Ablenkung unterschieden werden und welche Faktoren diese beeinflussen können.

2.4.1 Definition und Arten der Fahrerablenkung

Mit Ablenkung wird im Allgemeinen auch die mangelnde Aufmerksamkeit zu den Geschehnissen im Straßenverkehr bezeichnet. Ablenkung gibt es natürlich schon solange es

den Menschen gibt, den eigentlichen Schub zur Erforschung der Ablenkung hat jedoch die Handynutzung am Steuer ausgelöst (Horrey/Wickens 2006; Young et al. 2007). Eine Studie von Ramsey et al. (2006) hat herausgefunden, dass 80% der Verkehrsunfälle und 65% der beinahe Verkehrsunfälle auf die mangelnde Aufmerksamkeit im Straßenverkehr zurückzuführen ist. Unaufmerksamkeit im Straßenverkehr bedeutet eine geminderte Aufmerksamkeit für Aktivitäten, die ein sicheres Steuern des Autos garantieren. An dieser Stelle sei jedoch erwähnt, dass Ablenkung eine Unterform der Unaufmerksamkeit ist. Unaufmerksamkeit kann auch durch mentale Abwesenheit verursacht werden (z.B. wenn man beim Fahren über etwas nachdenkt). Die Ablenkung ist dagegen mit einer bestimmten Aktivität verbunden, die man neben dem Fahren ausführt wie Telefonieren oder Nutzen des Infotainment-Systems. Über die letzten 25 Jahre haben sich viele Definitionen für Ablenkung entwickelt. An dieser Stelle soll jedoch die Definition von Pettitt et al. (2005) erwähnt werden, die sehr umfassend ist und somit kein Aspekt verloren geht:

Fahrerablenkung ist eine

... Verzögerung durch den Fahrer bei der Erkennung von notwendigen Informationen, um sicher die Längs- und Querposition des Fahrzeugs zu halten (Fahraufgabe),

... verursacht durch Ereignisse, Aktivitäten, Objekte oder Personen innerhalb oder außerhalb des Fahrzeugs,

... die bewirken, dass der Fahrer in Einbezug seiner auditiven, biomechanischen, kognitiven oder visuellen Fähigkeiten,

... seine Aufmerksamkeit von der Fahraufgabe abwendet²⁰ Pettitt et al. (2005).

Wie in der Definition von Pettitt et al. (2005) aufgeführt, kann die Verschiebung der Aufmerksamkeit des Fahrers durch Ereignisse, Aktivitäten, Objekte und Personen innerhalb oder außerhalb des Fahrzeugs erfolgen. Das erfolgt jedoch immer zu unterschiedlichen Zeiten während einer Autofahrt und damit ändern sich die Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Fahrers kontinuierlich. Das Fahren ist insofern eine komplexe Aufgabe weil mehrere fahrrelevante und nicht-fahrrelevante Aktivitäten gleichzeitig oder zeitlich verschoben ausgeführt werden. Alle diese Aktivitäten konkurrieren jedoch um die Aufmerksamkeit des Fahrers. Somit muss die Aufmerksamkeit des Fahrers zwischen verschiedenen Aktivitäten verteilt werden (Sheridan 2004). In diesem Zusammenhang kann die Ablenkung auch als die fehlende Übereinstimmung zwischen der Aufmerksamkeit, die vom Fahrgeschehen verlangt wird und der Aufmerksamkeit, die tatsächlich vom Fahrer geschenkt wird, verstanden werden. Da die Verkehrssituation und die Aktivitäten, die man am Steuer ausführt, sich ständig ändern, kommt der Bedarf an Fahreraufmerksamkeit wellenartig (Verwey 2000). In der Abbildung 2-7 ist dieser Sachverhalt aus sich ständig ändernden Anforderungen für die primäre (fahrrelevante Aufgabe) und die sekundäre Aufgabe (nicht fahrrelevante Aufgabe) veranschaulicht. Geht man davon aus, dass der Mensch nur eine begrenzte Aufmerksamkeit hat, so kann es passieren, dass die Ressourcen für beide Aktivitäten zu einem gegebenen Zeitpunkt nicht ausreichen da die Kapazität überschritten wird. In solchen Situationen kann es zu Unfällen kommen, da der Fahrer nicht in der Lage ist genug Aufmerksamkeit dem Straßengeschehen zu schenken (Green 2004). Selbst wenn die Aufmerksamkeitsanforderung

²⁰ Übersetzung des Autors aus dem Englischen

bei der Nutzung z.B. vom integrierten Infotainment-System nicht hoch ist, kann eine kritische Verkehrssituation die komplette Aufmerksamkeit des Fahrers erfordern. Die Fähigkeit des Fahrers selber einzuschätzen, ob er abgelenkt ist oder nicht, ist sehr begrenzt und somit bedarf es geeigneter Mittel wie z.B. Fahrassistenzsysteme, um seine Aufmerksamkeit auf die Straße zu richten.

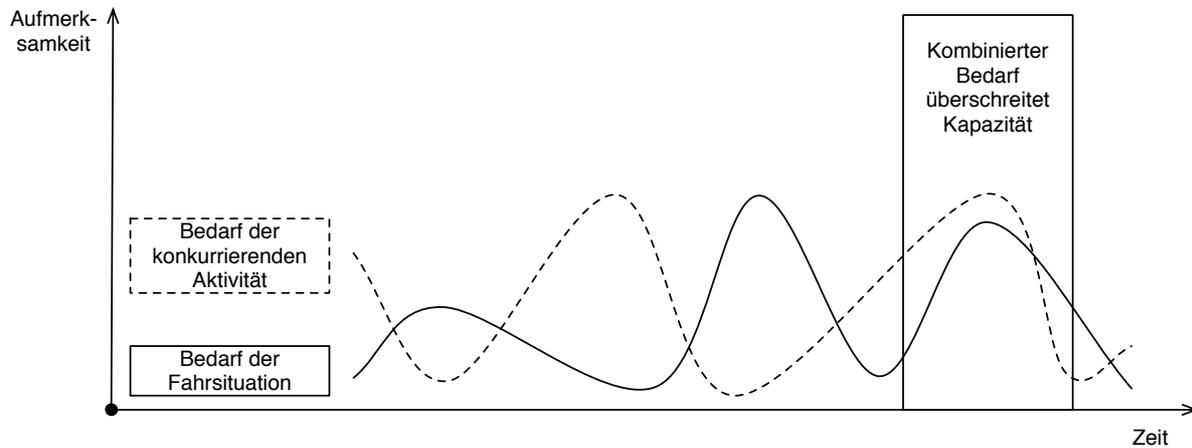


Abbildung 2-7: Überlappung der Aufmerksamkeitsanforderungen
(Quelle: In Anlehnung an (Lee et al. 2008, 36))

Ranney et al. (2000) unterscheiden vier verschiedenen Arten der Ablenkung, die im Folgenden näher erläutert werden:

Visuell: Diese Art der Ablenkung ist gegeben wenn das Sichtfeld des Fahrers entweder blockiert ist oder er seinen Blick nicht auf das Straßengeschehen richtet (z.B. bei Nutzung eines Navigationssystems). Bei anderen Verkehrsteilnehmern ist die visuelle Ablenkung meistens durch eine unsichere Spurhaltung erkennbar (Horrey 2011).

Biomechanisch: Führt der Fahrer Bewegungen durch, die ihn aus seiner normalen Fahrhaltung (Bequemes Sitzen, Hände am Lenkrad, Blick nach vorne) rausbringen z.B. durch die Bedienung eines Navigationssystems oder beim Aufheben Gegenständen im Auto, so ist biomechanische Ablenkung gegeben.

Kognitiv: Kognitive Ablenkung ist gegeben wenn der Fahrer mit seinen Gedanken nicht beim Fahrgeschehen ist, sondern über etwas anderes nachdenkt. In so einem Fall fixiert man mit seinen Augen einen bestimmten Punkt und wendet kein peripheres Sehen an (Horrey 2011). In der Fachliteratur wird dieses Phänomen auch als Tunnelblick bezeichnet (Reimer 2010).

Auditorisch: Wird der Fahrer durch einen akustischen Ton z.B. von einem Warnton, Geräusch oder ähnlichem gestört, so spricht man von auditorischer Ablenkung.

2.4.1.1 Aufgabenkategorisierung

Im Zusammenhang mit der Fahrablenkung werden in der Fachliteratur verschiedene Kategorien der Aufgaben unterschieden mit denen man als Fahrer konfrontiert wird. Peissner et al. (2011) unterscheidet an dieser Stelle zwischen den primären und den sekundären

Aufgaben. Im Folgenden sollen die genaue Definition dieser beiden Aufgaben betrachtet werden.

Die *primäre Aufgabe* wird als die eigentliche Fahraufgabe definiert, die das Halten des Wagens auf der Straße, die Beachtung der Straßenschilder und der Verkehrsregeln und den rücksichtsvollen Umgang mit den anderen Straßenteilnehmer mit einschließt. Zu diesen Aufgaben gehören solche physischen Aktivitäten wie die Bedienung des Gas- und des Bremspedals, die Bedienung des automatischen oder des manuellen Getriebes, die Kontrolle der Geschwindigkeit, die Lenkung des Wagens usw. Im Wesentlichen kann gesagt werden, dass die Güte der Ausführung der primären Aufgabe von der Erfahrung und der Lernfähigkeit des Fahrers abhängt.

Unter den *sekundären Aufgaben* versteht man grundsätzlich solche, die nicht dem Fahren dienen, sondern dazu gedacht sind den Wunsch des Fahrers nach Unterhaltung und Komfort zu befriedigen. Beispiele für solche Aufgaben wären z.B. die Auswahl der Musiktitel, das Telefonieren mit einer Freisprecheinrichtung, die Eingabe des Ziels im Navigationssystem oder die Einstellung der Klimaanlage. Die sekundären Aufgaben beherbergen das Risiko, dass sie die Aufmerksamkeit des Fahrers von der primären Aufgabe abwenden.

Einige Wissenschaftler wie Olson et al. (2009) oder Kern/Schmidt (2009) unterscheiden ebenfalls noch die tertiären Aufgaben im Zusammenhang mit der Ablenkung. Dabei werden die tertiären Aufgaben analog zu den weiter oben beschriebenen sekundären Aufgaben definiert. Die sekundären Aufgaben bezeichnen nach dieser Klassifikation allerdings solche Aufgaben, die fahrrelevant sind, allerdings nicht der direkten Lenkung und der Kontrolle des Wagens dienen. Dazu mitzuzählen ist z.B. die Bedienung von Fahrassistenzsystemen (siehe Kapitel 2.2.3).

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit soll jedoch, wie in der Fachliteratur üblich, zwischen den primären und sekundären Aufgaben unterschieden werden, da die Aufgaben, die zwar fahrrelevant sind aber nicht der Kontrolle des Wagens dienen, nicht im Fokus dieser Arbeit stehen.

2.4.1.2 Faktoren zur Beeinflussung der Fahrerablenkung

Richtet der Fahrer seine Aufmerksamkeit auf die sekundäre Aufgabe, so bedeutet das nicht zwangsläufig, dass seine Fahrsicherheit darunter leiden muss. Es gibt viele Faktoren, die die Beziehung zwischen der Fahreraufmerksamkeit und der Fahrperformanz moderieren. So können Faktoren wie beispielsweise die Komplexität der sekundären Aufgabe, die aktuellen Anforderungen der Fahrsituation, die Fahrereigenschaften wie Alter, Geschlecht, Fahrerfahrung, Fahrerzustand usw. die Fähigkeit des Fahrers zu beeinflussen den Einfluss der nicht-fahrrelevanten Aufgaben auf die Fahrperformanz zu nehmen. Dabei bezeichnet man Faktoren wie Fahraufgabe, Verkehrsdichte, Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Wetter usw. als extrinsische Faktoren. Intrinsische Faktoren in diesem Zusammenhang sind Risikofreudigkeit des Fahrers, Fahrerfahrung, Alter und Fahrerzustand (z.B. Müdigkeit, Schläfrigkeit, Alkoholisierung usw.). In Abbildung 2-8 ist eine Übersicht der Faktoren gegeben, die sich in Kategorien Fahrereigenschaften, Anforderungen der primären und der sekundären Aufgabe gliedern lassen (Young et al. 2009, 335). Obwohl in der Abbildung eine umfassende Liste der Faktoren gegeben ist, wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

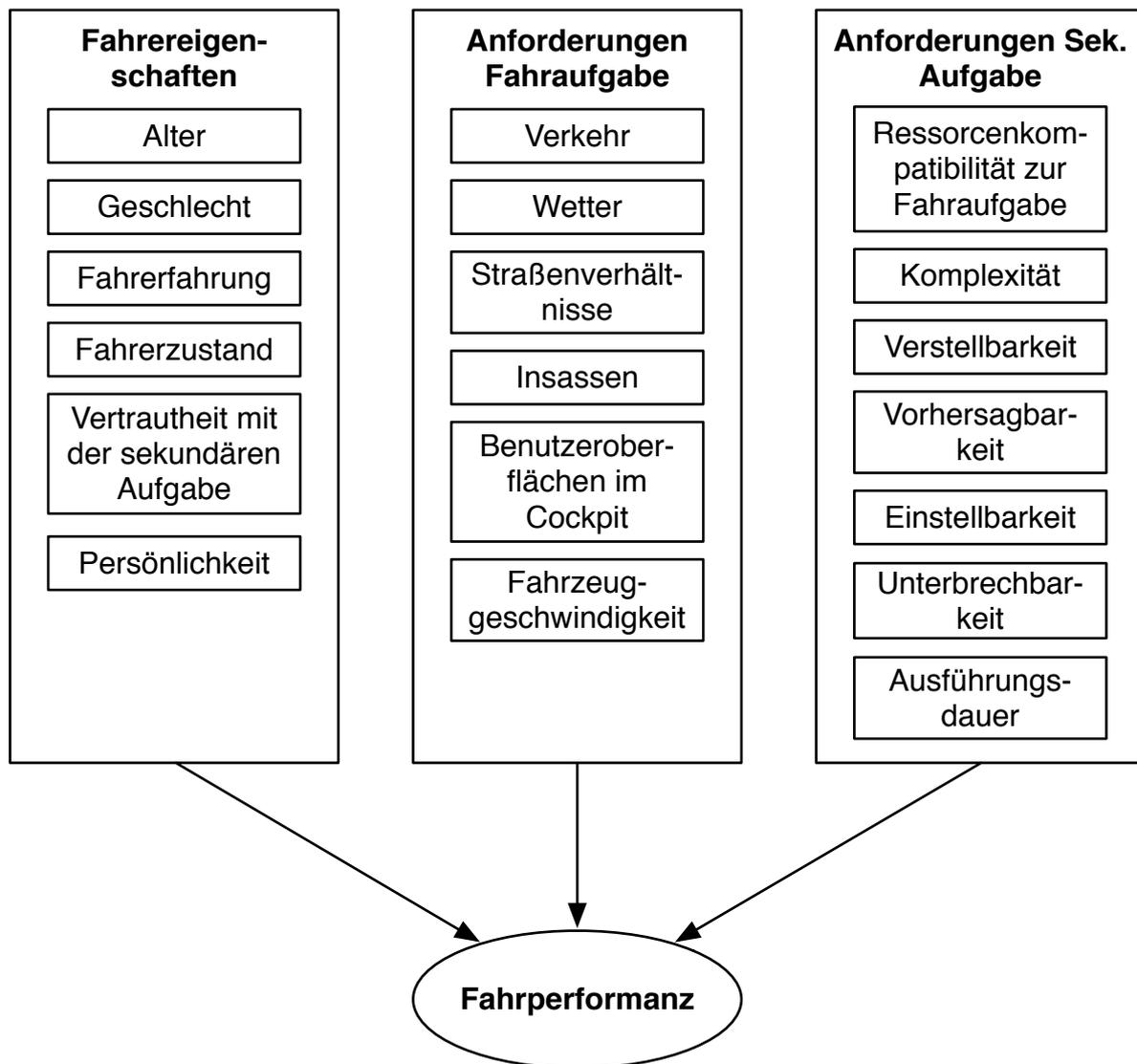


Abbildung 2-8: Moderierende Faktoren der Fahrperformanz
(Quelle: In Anlehnung an (Young et al. 2009, 337))

Aus den vielen Studien, die sich mit den einzelnen Faktoren beschäftigt haben, wird an dieser Stelle die Studie von McEvoy (2006) beispielhaft erwähnt, die den Einfluss des Alters auf die Bereitschaft sich mit sekundären Aufgaben zu beschäftigen untersucht haben. Dabei gibt McEvoy an, dass Fahrer im Alter zwischen 18 und 30 Jahren eher dazu neigen sich mit nicht-fahrrelevanten Aufgaben zu beschäftigen als die Altersgruppe 50-65. Die Aktivitäten umfassten dabei sekundäre Aufgaben wie z.B. Telefonieren, Bedienen von verschiedenen im Auto integrierten Systemen und Interaktion mit Personen außerhalb vom Wagen. Zudem haben junge Fahrer die verschiedenen Aktivitäten als weniger ablenkend empfunden als die ältere Altersgruppe und gaben an, dass sie viel öfter in Verkehrsunfällen verwickelt waren.

2.4.2 Grundlegende Theorien zur Ablenkung und Aufmerksamkeit

Die moderne Psychologie hat zahlreiche Theorien entwickelt, die die Verteilung der menschlichen kognitiven Ressourcen in Abhängigkeit von äußerlichen Einflüssen erklären und die damit zusammenhängende Ablenkung potentiell erklären. Um den Rahmen dieses Überblicks nicht zu sprengen, werden an dieser Stelle nur die grundlegendsten Theorien

beschrieben, die im Kontext der Fahrablenkung eine breite Erwähnung finden (vgl. Hole (2007, 66, 119); Groeger (2000, 73, 126)). Einen guten Überblick über die wichtigsten Theorien im diesem Bereich bietet auch Staal (2004). Die im Folgenden aufgeführten Theorien wurden ausgewählt da sie zum einen den Bereich der Aufnahme und der Abfrage von Informationen in aus dem menschlichen Gedächtnis (siehe Wickens' Theorie der multiplen Ressourcen in Kap. 2.4.2.1), zum anderen den Zusammenhang zwischen der Informationsbeschaffenheit und deren Aufnahme durch den Menschen (siehe Cognitive Load Theorie in Kap. 2.4.2.2) und nicht zuletzt die Beschaffenheit der menschlichen Aufmerksamkeit (siehe Yerkes_Dodson Gesetz in Kap. 2.4.2.3) beschreiben. Alle diese Aspekte sind bei der Untersuchung der Fahrablenkung im Zusammenhang mit der Nutzung von Infotainmentsystemen ausschlaggebend.

2.4.2.1 Wickens' Theorie der Multiplen Ressourcen

Jedem ist bekannt, dass die Ausführung von mehreren Aufgaben schwieriger ist als die Ausführung von nur einer Aufgabe. Die Theorie von Wickens geht davon aus, dass ähnliche Aufgaben schwieriger auszuführen sind als solche, die sich in verschiedenen Aspekten unterscheiden. Als Aspekte definiert Wickens drei verschiedene Dimensionen, die die Aufgaben charakterisieren: Phase, Modalität und Kodierung. Im Folgenden werden diese in der vereinfachten Variante erläutert. Bei den Phasen wird davon ausgegangen, dass ein Mensch zuerst die Signale aus der Umwelt, denen er ausgesetzt wird, wahrnimmt, diese im Arbeitsgedächtnis abspeichert, verarbeitet und anschließend darauf reagiert. Somit ergeben sich drei Phasen: *Wahrnehmung*, *Arbeitsgedächtnis und Verarbeitung* und *Reaktion*. Weiterhin werden perzeptuelle Modalitäten unterschieden (nur für die Phase der Wahrnehmung): *visuelle* und *auditive* Wahrnehmung. Die Dimension Kodierung gilt für alle Phasen und beinhaltet die Ausprägungen *räumlich* (analog) und *verbal* (linguistisch). Die aufgeführten Arten der Ressourcen lassen sich auch anhand eines Ressourcenwürfels veranschaulichen, der in der Abbildung 2-9 zu sehen ist (Wickens 2008).

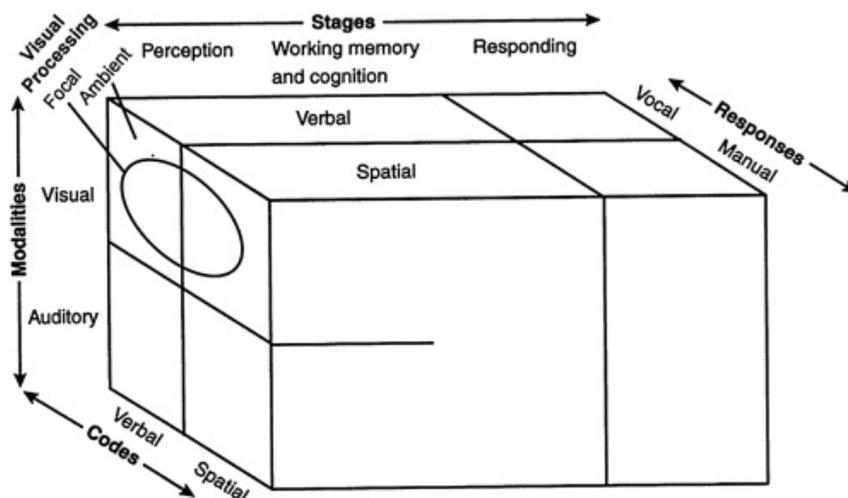


Abbildung 2-9: Würfel-Modell von Wickens
(Quelle: in Anlehnung an (Wickens 2008))

Anhand des Würfels wird ersichtlich, dass auf der einen Seite die verschiedenen Dimensionen voneinander unabhängig sind. Auf der anderen Seite impliziert es aber auch, dass verschiedene Aufgaben die gleichen Arten der Ressourcen beanspruchen können. Der Gebrauch verschiedener Ressourcen lässt sich anhand des Telefonierens am Steuer gut

verdeutlichen. Beim Autofahren werden in der Phase der Wahrnehmung hauptsächlich visuelle Ressourcen beansprucht, bei Wahrnehmung und Verarbeitung die räumliche Kodierung beansprucht und bei der Reaktion die manuellen Ressourcen. Bei der manuellen Bedienung eines Telefons während dem Fahren werden teilweise ebenfalls die manuellen und die visuellen Ressourcen beansprucht (z.B. beim Abnehmen des Telefons), was zu einer Inferenz führt. Eine mögliche Folge ist die Überforderung bei der Steuerung des Wagens und ein Verkehrsunfall. Wird dagegen eine Freisprecheinrichtung benutzt so lässt sich die gleichzeitige Beanspruchung gleicher Ressourcen vermeiden (Wickens 2008; Vollrath 2007).

Obwohl sich das Wickens' Theorie sehr gut eignet, um die Beanspruchung verschiedener Ressourcen zu veranschaulichen, findet es ebenso auch viel Kritik in der Literatur. Zum einen bildet es nicht alle Arten der Ressourcen ab und zum anderen wird bei dem Modell ausgeschlossen, dass es eine zentrale, übergeordnete Ressourceninstanz gibt auf die bei allen Prozessen zugegriffen wird (Vollrath 2007).

2.4.2.2 Yerkes-Dodson Gesetz

Das Yerkes-Dodson-Gesetz, ursprünglich im Jahre 1908 von Robert Yerkes und John D. Dodson entwickelt (Yerkes/Dodson 1908), beschreibt den Zusammenhang zwischen der kognitiven Leistung und den verschiedenen Erregungsniveaus (oder auch Aktivationsniveaus genannt). Dabei wurde postuliert, dass zwischen der physiologischen Aktivierung und der Leistungsfähigkeit ein umgekehrt U-förmiger Zusammenhang besteht welcher in der Abbildung 2-10 zu sehen ist. Der Leistungsverlauf ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich und hängt in größten Teilen von der emotionalen Aktiviertheit ab. Ist der Mensch unterfordert, so befindet sich seine Leistungsfähigkeit auf einem geringen Niveau. Wird die Erregung erhöht, so steigt ebenfalls auch die Leistungsfähigkeit. Wird ein zu hohes Maß an Erregungsniveau erreicht, so sinkt die Leistungsfähigkeit. Dieser Zusammenhang ist aus vielen sportlichen Aktivitäten bekannt. Ist man beim Sport gelangweilt oder aber auch zu erregt (beispielweise wenn man sich lange auf ein Ereignis vorbereitet hat), so kann keine hohe Leistung erzielt werden. Gleiches gilt natürlich auch für Aktivitäten wie Autofahren. Ist der Fahrer durch die Verkehrsgeschehnisse gelangweilt, so nimmt seine Leistungsfähigkeit ab. Ist man dagegen als Fahrer zu erregt, kann die Fähigkeit den Wagen unter Kontrolle zu halten ebenfalls leiden. Nur bei einem gesunden Maß an Erregung kann eine optimale Leistung erzielt werden. Das Optimum an Erregung ist jedoch von Mensch zu Mensch unterschiedlich und hängt von vielen persönlichen Faktoren ab (Diamond et al. 2007; Yerkes/Dodson 1908; Hebb 1955; Loftus 1980).

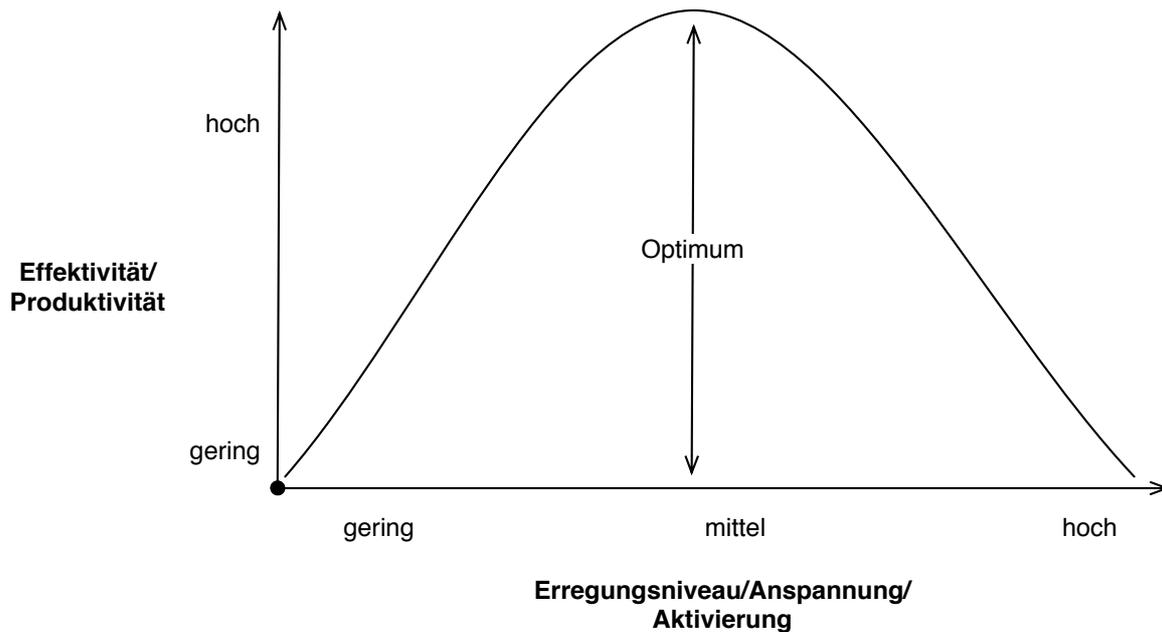


Abbildung 2-10: Hebbians Version vom Yerkes-Dodson-Gesetz
(Quelle: In Anlehnung an (Hebb 1955; Loftus 1980))

2.4.2.3 Cognitive Load Theorie

Fahrerablenkung steht ebenfalls in einem engen Zusammenhang zur Cognitive Load Theorie (CLT), die von australischen Forschern John Sweller und Paul Chandler begründet und von vielen anderen Forschern aufgegriffen wurde (Sweller 1988, 1994). Die Ausgangsfragen für die CLT waren wie Menschen mit den begrenzten Kapazitäten des Gehirns am effektivsten umgehen und wie beim Lernen nötige und unnötige Belastungen unterschieden werden können. Die CLT schlägt dabei vor, dass das Lernen durch eine sinnvolle Präsentation der Informationen verbessert werden kann. Die Theorie geht davon aus, dass das Arbeitsgedächtnis eine begrenzte Kapazität hat und das Langzeitgedächtnis nahezu unlimitiert ist. Schemata, die die Informationen nach der Art und Weise kategorisieren, wie sie später von uns benutzt werden, werden über die Zeit von uns erarbeitet und im Langzeitgedächtnis abgespeichert, um es zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu verwenden. Nach Miller (1956) kann unser Arbeitsgedächtnis nur eine begrenzte Anzahl an Elementen verarbeiten (ca. sieben). Schemata, die sehr komplex und detailliert sind, und eine große Menge an Informationen darstellen, werden jedoch von uns als ein großes Ganzes angesehen. Aus diesem Grund macht es Sinn Informationen zu strukturieren damit man schneller Schemata und Regeln erstellen kann wie die zu erlernenden Informationen schneller aufgenommen und im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden können. Sweller erforschte einige Techniken wie Schemata und Regeln zur Aufnahme von komplexen Informationen schneller entwickelt werden können. Beispiele dafür sind der Effekt der geteilten Aufmerksamkeit (Integration von mehreren Informationsquellen), der Modalitätseffekt (visuelle und auditive Präsentation der Informationen erhöht das Arbeitsgedächtnis), der Redundanzeffekt (wiederholtes Vorhandensein von gleichen Informationen erhöht die kognitive Last) und der Variabilitätseffekt (unterschiedliche Präsentation hat positive Effekte auf den Wissenstransfer) (Stechbart 2009).

Wie einfach Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden können ist das Hauptanliegen der CLT. Das kann zum einen davon abhängen wie das Material intrinsisch beschaffen ist (intrinsische kognitive Belastung) und zum anderen von der Art und Weise wie das Material präsentiert wird. Intrinsische kognitive Belastung spiegelt wider wie leicht die Information an sich zu verstehen ist und kann nicht durch den Aufgabensteller beeinflusst werden. Die extrinsische kognitive Belastung spiegelt die unnötige kognitive Belastung wider, die durch eine ungeeignete Präsentationsweise der Information hervorgerufen wird. Diese kann durch eine an die Problemstellung angepasste Darstellung gesenkt werden. Eine weitere Unterscheidung kann zwischen der extrinsischen Belastung und der lernbezogenen Belastung gezogen werden. Die extrinsische Belastung beschreibt den Aufwand, der notwendig ist, um der Problemstellung nicht angepasste Präsentation der Information zu verarbeiten. Die lernbezogene Belastung dagegen beschreibt den Aufwand der nötig ist, um ein Lösungsschema für das gegebene Problem zu entwickeln. Wurde ein Lösungsschema für das Verstehen von Informationen für ein gegebenes Problem entwickelt, so bedarf es eines minimalen Aufwands, um ähnliche Darstellungen von Informationen zu verarbeiten (Sweller et al. 1998). In der Abbildung 2-11 ist der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Belastungsformen und der resultieren kognitiven Belastung graphisch dargestellt. Die kognitive Belastung wirkt sich wiederum auf die Performanz der Aufgabenlösung aus (Sweller et al. 1998; Sweller 1988; Sweller/Chandler 1991; Sweller/Cooper 1985).

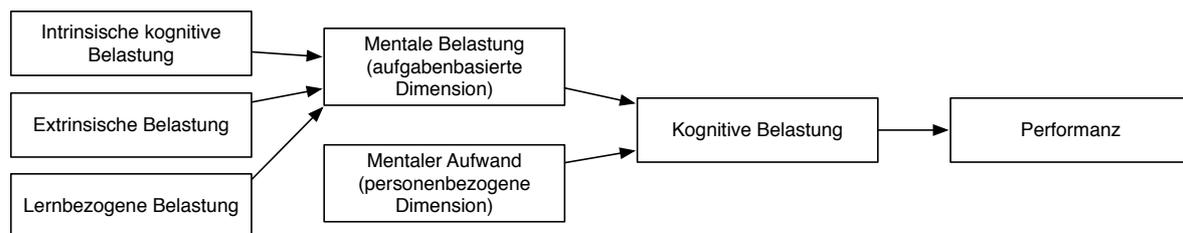


Abbildung 2-11: Zusammenhänge der Cognitive Load Theorie
(Quelle: In Anlehnung an (Sweller et al. 2011))

Die Anwendung der CLT kann auch im Zusammenhang mit der Fahrerablenkung bei der Nutzung von sekundären Aufgaben betrachtet werden und hat Implikationen für das Design von Benutzerschnittstellen durch die bestimmte Fahreraufgaben gelöst werden. Sucht beispielsweise man als Fahrer nach einer billigen Tankstelle in der näheren Umgebung, wäre die Darstellung von Tankstellen auf einer Karte im integrierten Infotainment-System und eine gesonderte Liste mit Tankstellennamen und Preisen wenig sinnvoll für die gegebene Aufgabenstellung. Eine Markierung der billigsten Tankstellen auf der Karte würde dagegen die kognitive Last des Fahrers senken und somit zu mehr Sicherheit beim Autofahren beitragen.

2.4.3 Bestimmung der Fahrerablenkung

So vielfältig wie die Definitionen der Fahrerablenkung sind, so viele Ansätze gibt es auch, um diese zu bestimmen. Die Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung, die sich über die Jahre entwickelt haben sind in verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten beschrieben. Eine Literaturrecherche zeigte jedoch, dass es keine Veröffentlichung gibt, die eine gesamtheitliche Betrachtung auf die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der Fahrerablenkung gibt und eine Entscheidungsgrundlage für die Auswahl der passenden Methode liefert. Zudem ist der Fokus dieser Arbeit auf der Messung der Ablenkung bei der Ausführung von sekundären

Aufgaben am Steuer. Diese Lücke wurde in dieser Arbeit als Motivation dazu genommen eine Zusammenstellung der aktuell existierenden Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung zu entwickeln (siehe Kapitel 2.4.3.2). Zudem war es wichtig nicht nur eine Auflistung der Ansätze zu erarbeiten, sondern auch eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl eines geeigneten Ansatzes zu entwickeln und dieses im Verlauf der Arbeit als Entscheidungsgrundlage bei der Durchführung von Studien zu nutzen (siehe Kapitel 2.4.3.3). Die im Folgenden vorgestellte Zusammenstellung der verschiedenen Ansätze erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit, denn einige Ansätze wie z.B. die Feld- und Simulatorstudien bieten viele Möglichkeiten zur Abwandlung und Kombinierung mit anderen Techniken wie beispielsweise Messung der Herzfrequenzrate bzw. der Hirnströme. Die Abdeckung aller Kombinationsmöglichkeiten würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen und so erfolgte eine Beschränkung auf die wesentlichen Ansätze.

2.4.3.1 Methodisches Vorgehen

Für die Zusammenstellung der Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dazu wurde in den Datenbanken wie IEEE Explore, ACM Digital Library, ScienceDirect, EbscoHost, SAGE Journals, Transportation Research Board nach Begriffen wie „driver distraction evaluation“ bzw. „driver distraction measurement“ (dt.: Evaluation bzw. Messung der Fahrerablenkung) gesucht. Zudem wurde nach Büchern zu diesem Thema gesucht. Die Ergebnisse beinhalteten eine lange Liste von qualitativ hochwertigen, „peer reviewed“ Veröffentlichungen. Eine erste Suche ergab rund 350 Artikel, deren Anzahl jedoch nach einer Sichtung des Abstracts beträchtlich reduziert wurde. Gründe für den Ausschluss von Artikeln von weiterer Analyse war unter anderem die Betrachtung von Ablenkungsfaktoren, die nicht mit der Nutzung von sekundären Aufgaben während der Fahrt in Verbindung standen (beispielsweise Ablenkung durch Werbungsplakate am Straßenrand). Zudem wurden weitere in den gefundenen Artikeln referenzierte Quellen analysiert und bei Eignung in die Analyse hinzugefügt. Am Ende wurden 31 Journal- oder Konferenzbeiträge, Bücher oder Buchkapitel in die Analyse aufgenommen. Das folgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die gefundenen Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung bei der Ausführung von sekundären Aufgaben.

2.4.3.2 Ansätze zur Bestimmung der Fahrerablenkung

15-Sekunden Regel

Die 15-Sekunden Regel ist die einfachste Methode in diesem Kontext. Ursprünglich wurde sie für die Bestimmung der für den Fahrer Aufgaben im Zusammenhang mit der Verwendung von Navigationssystemen entwickelt, wurde jedoch später auch für andere sekundäre Aufgaben adaptiert (Young et al. 2007). Dieser Ansatz erlaubt die Messung der Fahrerablenkung anhand von einer Messgröße: die benötigte Zeit zur Ausführung einer sekundären Aufgabe in einem stehenden Auto. Im Grunde legt dieses Verfahren fest, dass während der Fahrt jede sekundäre Aufgabe nicht länger als 15 Sekunden in der Ausführung brauchen sollte (Pettitt 2008; Young et al. 2007). Nur in diesem Fall kann von einer sicheren Ausführung der sekundären Aufgabe während der Fahrt ausgegangen werden. Die Vorteile dieses Ansatzes sind die Einfachheit der Ausführung und die geringen Kosten der Anwendung, die sie für die Anwendung in der Industrie und Forschung sehr attraktiv machen. Kritiker dieses Ansatzes geben jedoch an, dass es nicht ausreichend ist nur die Zeit der Ausführung zu messen, um das Ablenkungspotenzial zu bestimmen. Denn visuelle Aufgaben wie die Bedienung eines Navigationssystems lässt den Fahrer im Gegensatz zur Bedienung

eines sprachbasierten Systems seinen Blick vom Fahrgeschehen abwenden was eine höhere Ablenkung bedeutet (Young et al. 2007; Pettitt 2008; Salvucci 2009). Green (2002) verteidigt dagegen diesen Ansatz mit der Begründung, dass sekundäre Aufgaben, die nicht länger als 15 Sekunden Zeit zur Ausführung benötigen, auch keine Blickwendung erfordern, die länger als 2 Sekunden dauern. Des Weiteren wird keine umfangreiche Evaluationsumgebung wie ein Fahrsimulator benötigt.

Okklusionstechnik

Die Okklusionstechnik simuliert die Ablenkung bei der Ausführung einer sekundären Aufgabe durch die Beschränkung der Sicht des Fahrers. Dabei werden spezielle Blenden und Brillen verwendet, um dem Fahrer nur kurze Zeitperioden zur Ausführung der Aufgabe zu geben (Stevens et al. 2004). Zeitpunkte zu denen man als Fahrer keine Sicht hat simulieren dabei die Blicke auf die Straße. Typische Zeit für das Intervall bei dem die Blende auf- und zugeht beläuft sich auf 1.5 Sekunden (ISO 2007). Die Intervalle entsprechen dabei den üblichen Blickwendungen auf die Straße beim Autofahren (Rockwell 1988). Der Vorteil dieser Methode ist, dass man sich nur auf die sekundäre Aufgabe konzentrieren muss; die primäre Aufgabe wird durch die Brille mit geschlossenen Blenden simuliert. Die Messgrößen, die bei dieser Technik erhoben werden können als ein vollwertiger Ersatz für Feld- und Simulatorstudien angesehen werden (Stevens 2004). Des Weiteren sind die niedrigen Kosten und die Einfachheit der Durchführung charakteristisch für diese Technik. Es wird jedoch sowohl der Okklusionstechnik als auch der 15-Sekunden Regel vorgeworfen, dass sie keine Evaluation des Fahrverhaltens bzw. der Fahrperformanz beinhalten. Aus diesem Grund kann diesen beiden Methoden vorgehalten werden, dass sie keinen direkten Zusammenhang zwischen der Erfüllung der sekundären Aufgabe und der Fahraufgabe herstellen (Pettitt 2008).

Objektdetektionsparadigma

Das Objektdetektionsparadigma kann ebenfalls den Effekt der Ablenkung durch die Ausführung von sekundären Aufgaben messen (Greenberg et al. 2003). Beim diesem Verfahren müssen Probanden beispielsweise verfolgen wie oft andere Autos die Mittellinie überqueren und nebenbei eine sekundäre Aufgabe ausführen. Generell muss die Objektdetektionsaufgabe im Vorfeld definiert werden damit man als Proband darauf reagieren kann. Die Ablenkung des Fahrers bestimmt sich durch das Zählen der Ereignisse (wie z.B. Überquerung der Mittellinie des Vorderwagens), die vom Probanden nicht bemerkt wurden (Greenberg et al. 2003; Parkes/Hooijmeijer 2001). Um das Ablenkungspotenzial einer gegebenen sekundären Aufgabe zu bestimmen, muss jedoch als Referenz die Ablenkung von solchen Aufgaben wie die Nutzung vom Radio oder der Klimaanlage mit dem gleichen Verfahren bestimmt werden. Ein direkter Vergleich der verschiedenen Aufgaben in der Ablenkung gibt darüber Aufschluss wie ablenkend eine gegebene Aufgabe ist und ob die Nutzung während der Fahrt sinnvoll ist (Greenberg et al. 2003). Das Objektdetektionsparadigma ist primär ein Verfahren mit dem die visuelle Ablenkung gut gemessen werden kann. Die Ablenkung durch die kognitive Beanspruchung kann jedoch von visueller Ablenkung schlecht unterschieden werden (Young et al. 2007).

Lane Change Test

Der Lane Change Test (LCT) ist eine Entwicklung der Firma DaimlerChrysler zur Bestimmung des Ablenkungspotenzials von sekundären Aufgaben (Kuhn 2005; Mattes 2003).

Beim LCT fahren Probanden einen low-fidelity, Desktop-basierten Fahrsimulator während sie eine sekundäre Aufgabe ausführen. Die Fahraufgabe beinhaltet das Fahren auf einer 3-spurigen Autobahn bei der in regelmäßigen Abständen von ca. 150 Metern Schilder kommen, die einem signalisieren welche Spur vom Fahrer eingenommen werden soll. Die Aufgabe des Fahrers besteht dabei darin nach dem Erkennen eines Schilds sofort darauf zu reagieren und die angegebene Spur so schnell wie möglich einzunehmen. Die vom Probanden gefahrene Spur wird aufgezeichnet und mit dem normativen Fahrspurmodell, das im Voraus bestimmt wird, verglichen. Die Fläche zwischen der gefahrenen Fahrspur und dem normativen Modell ist ein gutes Maß für die Ablenkung, der man als Fahrer ausgesetzt war (siehe dazu Abbildung 2-12). Die Fahrqualität wird von der Aufnahmefähigkeit, dem Reaktionsvermögen, der Manövrierfähigkeit und dem Verhalten des Fahrers beim Spurhalten beeinflusst und kann einfach durch die Zuhilfenahme des Fahrspurmodells gemessen werden (Kuhn 2005; Mattes 2003; Pettitt 2008). Der Vergleich des Fahrverhaltens und des normativen Modells liefert einem ein Performanzmaß, das eine automatisierte und objektive Bewertung der Fahrerablenkung erlaubt (Kuhn 2005). Der LCT ist eine relativ einfach durchzuführende Methode zur Messung der Fahrerablenkung und bietet einen guten Kompromiss bzgl. Kosten, Reliabilität und Validität.

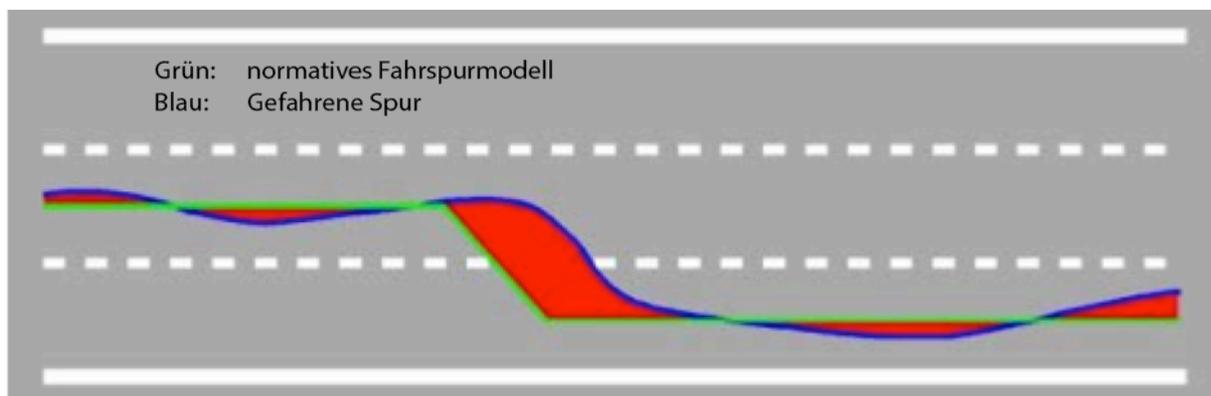


Abbildung 2-12: Visualisierung der Ablenkung im LCT
(Quelle: in Anlehnung an (Mattes 2003))

Simulator- und Feldstudien

Oft angewendete Methode zur Messung der Fahrerablenkung stellen Simulator- und Feldstudien dar. Solche Studien reichen von low-fidelity Desktop-basierten Simulatorstudien bis hin zu Feldstudien auf der Straße (Young et al. 2007). Typische Messgrößen, die bei Simulator- und Feldstudien erhoben werden sind laterale Position des Fahrzeugs, Kontrolle der Fahrzeuggeschwindigkeit, Reaktionszeiten, Abstand zum Vorderwagen und Belastung (Pettitt 2008). Um die Sicherheit der Probanden nicht zu gefährden und die Durchführungskosten der Studien gering zu halten, werden die meisten Studien jedoch in einem Fahrsimulator durchgeführt. Simulator-basierte Studien haben zahlreiche Vorteile für Forscher. Zum einen liefern sie eine realistische, sichere und kontrollierbare Versuchsumgebung, die für alle Studienteilnehmer gleich gehalten werden kann. Zum anderen ist es möglich die Fahrscenarien und die Konfigurationen des Fahrzeugs dynamisch zu verstellen (Reed/Green 1999). Fahrsimulatoren liefern zudem eine Versuchsumgebung in der Sachverhalte simuliert werden können, die im realen Verkehrsgeschehen ein Risiko für den Fahrer darstellen würde (NHTSA 1997). Jedoch sind auch einige Nachteile zu nennen, die bei der Durchführung einer Simulatorstudie im Vergleich zur einem Feldversuch gegeben sind. Zunächst besteht bei einem Simulator immer das Risiko, dass die Probanden sich nicht

realistisch verhalten und somit die Ablenkungsergebnisse verfälschen (Young et al. 2007). Zudem tritt bei Fahr simulatoren bei rund 10%-15% der Probanden eine sogenannte Simulatorübelkeit auf, die die Ergebnisse unbrauchbar macht (Barrett 2004). Bei Versuchen in einem Simulator oder bei einer Feldstudie können zudem außer dem Fahrverhalten viele andere Maße wie Augenbewegungen, Leitfähigkeit der Haut, Herzfrequenz, Gehirnströme usw. erhoben werden, die einem darüber Aufschluss geben wie abgelenkt man als Fahrer ist.

GOMS/KLM

Bei der sogenannten GOMS Methode werden keine menschlichen Probanden involviert, sondern es wird menschliches Verhalten bei der Nutzung von sekundären Geräten im Auto modelliert. Aufgrund des modellierten Verhaltens können Implikationen für das Design von Benutzerschnittstellen gezogen werden. Die GOMS Analyse bricht eine sekundäre Aufgabe in Ziele, Operatoren, Methoden und Auswahlregeln auf, die gebraucht werden, um eine sekundäre Aufgabe erfolgreich zu erfüllen. Ziele repräsentieren dabei das gewünschte Ergebnis bei der Nutzung des Systems; Operatoren sind die Aktionen, die notwendig sind, um die gesetzten Ziele zu erreichen; Methoden sind die Kombinationen aus diversen Unterzielen und Operatoren; Auswahlziele helfen einem zwischen den Methoden zu wählen (John 1995). Der Vorteil der GOMS Methode besteht darin, dass keine Notwendigkeit für den kostspieligen Einbezug von Versuchspersonen besteht da nur Experten bei der Modellierung involviert sind (Pettitt 2008). Die einfachste Variante des GOMS Modells stellt das sogenannte Keystroke Level Modell (KLM) dar. Bei diesem Modell werden die für die Aufgabenerfüllung notwendigen Tastendrucke mit den dazugehörigen Ausführungszeiten modelliert. Die resultierenden Zeiten geben einem Aufschluss darüber wie belastend eine Aufgabe ist. Diese Methode kann ebenfalls mit mentalen Operatoren kombiniert werden, um die mentale (kognitive) Belastung bei der Ausführung der sekundären Aufgabe abzubilden (Card et al. 1983). Obwohl die Validität und die Vorhersagbarkeit von erzielbaren Ergebnissen in der Forschung demonstriert wurde, konnte sich diese Methode jedoch nicht in der Anwendung durchsetzen (Pettitt 2008).

Distract R

DistractR ist ein Modell zur prototypischen Umsetzung und Vorhersage des kognitiven Verhaltens von Fahrern bei der Ausführung von sekundären Aufgaben. Dabei ist das Ziel bei DistractR ein Werkzeug zu entwickeln mit dem Fahrerablenkung besser verstanden werden kann und mit dem Benutzerschnittstellen entworfen werden können, die den Fahrer während der Fahrt nicht gefährden. Die große Stärke von DistractR ist es dabei, dass es für eine breite Palette von Benutzerschnittstellen, Aufgaben, Anwendungsszenarien und Fahrercharakteristiken eingesetzt werden kann (Pettitt 2008; Salvucci 2009). ACT-R ist dem DistractR zugrundeliegendes Modell, das ein Framework bietet mit dem verschiedene Verhaltensmodelle des Fahrers entworfen und simuliert werden können. DistractR geht von fünf aufeinander aufbauenden Phasen aus, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen (Salvucci 2009). Als Erstes wird in der Phase des *Rapid Prototyping*s ein „quick & dirty“ Prototyp der Benutzerschnittstelle entworfen. Dabei können solche Elemente wie Knöpfe, Anzeigen, Mikrofone und Lautsprecher eingesetzt werden. In der Phase *Modeling by Demonstration* wird anhand der Nutzung des Prototyps durch Benutzer ein kognitives Modell erstellt, welches automatisch in die ACT-R Sprache übersetzt wird (Pettitt 2008). Die Phase *Specifying Individual Variability* erlaubt es einem das kognitive Modell mit Fahrercharakteristiken wie Alter, Geschlecht usw. anzureichern. In der Phase *Specifying Simulation Environments* können verschiedene Simulationsszenarien festgelegt werden. Die finale Phase *Simulation and Visualization* simuliert alle Kombinationen von festgelegten

Aufgaben und Konfigurationen. Mit DistractR ist es möglich 10 Minuten des Fahrens in der Realität in rund 3 Sekunden zu simulieren. DistractR ist eine potentiell interessante Methode zur Abschätzung der Ablenkung bei der Nutzung von Benutzerschnittstellen im Auto. Die Schwächen des Ansatzes sind jedoch das fehlende theoretische Wissen bzgl. des Wechsels zwischen verschiedenen Aufgaben und die unabhängige Validierung des Ansatzes.

2.4.3.3 Kategorisierung der Methoden und Erstellung einer Auswahlhilfe

Vor dem Hintergrund der vielen Methoden zur Bestimmung der Fahrerablenkung, die im vorherigen Kapitel erläutert wurden, bestand im Rahmen dieser Arbeit die Aufgabe zunächst darin ein Framework zur Bestimmung des für eine gegebene Situation passenden Ansatzes zu entwickeln. Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Methoden zu gewährleisten, wurde zunächst eine Taxonomie entwickelt nach der die Methoden klassifiziert werden konnten. Die geeigneten Kategorien wurden anhand der Literaturrecherche (siehe Kapitel 2.4.3.1) entwickelt und werden im Folgenden kurz vorgestellt:

Kategorie	Erklärung	Ausprägungen
Einbezug von potentiellen Nutzern	Ist der Einbezug von potentiellen Nutzern notwendig? Grundsätzlich werden user-trial und non-user-trial Methoden unterschieden.	Ja/Nein
Notwendigkeit eines ausgereiften Prototyps	Gibt es die Notwendigkeit der Entwicklung eines vollwertigen Prototyps?	Ja/Nein
Kosten	Wie hoch sind die Kosten für die Durchführung?	Gering/Mittel/Hoch
Aufwand der Durchführung	Wie hoch ist der Aufwand für die Durchführung?	Gering/Mittel/Hoch
Benötigte Infrastruktur	Welche Infrastruktur wird von der Methode benötigt (z.B. Fahr Simulator, Messgeräte usw.)	-
Standardisierung	Besteht eine Standardisierung der Methode? (z.B. nach einer ISO Norm)	Ja/Nein
Definition von akzeptablen Grenzen	Werden von der Methode akzeptable Grenzen vorgegeben, die beim Design von Benutzerschnittstellen eingehalten werden müssen?	Ja/Nein
Vergleichbarkeit zwischen Studien	Lassen sich verschiedene Studien, die diese Methode nutzen, miteinander bzgl. der Ergebnisse vergleichen?	Gering/Mittel/Hoch
Publizierte Literatur	Umfang der Literatur zur gegebenen Methode (Standardisierungsschriften/Dokumentation/wiss. Publikationen usw.)	Wenig/Viel
Ablenkungstypen	Welche Typen der Ablenkung können gemessen werden?	Visuell/Biomechanisch/Auditorisch/Kognitiv
Abbildung des realistischen Fahrerverhaltens	Wie realitätsnah ist die Methode und wie gut wird realistisches Fahrerverhalten abgebildet?	Gering/Mittel/Hoch

Tabelle 2: Taxonomie zur Kategorisierung der Methoden
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

An dieser Stelle ist jedoch auch zu erwähnen, dass die erstellte Taxonomie nicht den Anspruch hat umfassend zu sein. Bei dieser Kategorisierung lag der Fokus darin eine Entscheidungsgrundlage bei der Auswahl einer Methode zur Bestimmung der Fahrerablenkung bei der Nutzung von sekundären Benutzerschnittstellen zu erstellen. Aspekte wie juristische Grundlagen, vorhandene Kritikpunkte usw. wurden absichtlich nicht in die Analyse aufgenommen, um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen. Anhand der aufgestellten Kategorien wurde eine Einordnung der im Kapitel 2.4.3.2 vorgestellten Ansätze basierend auf der analysierten Literatur vorgenommen. Diese kann in der Tabelle 3 eingesehen werden.

Evaluationsmethode	Einbezug Nutzer	Notwendigkeit ausgereiften Prototyps	Kosten	Aufwand der Durchführung	Benutzte Infrastruktur	Standard	Definition von akzeptablen Grenzen	Vergleichbarkeit zwischen Studien	Publizierte Literatur	Ablenkungssysteme	Abbildung des realistischen Fahrerhaltens
15 – Sekunden Regel	Ja	Ja	Gering	Gering	Geringfügige Ausstattung (nur Zeitmessung)	Ja (Society of Automotive Engineers (SAE))	Ja	Hoch	Viel	o.A.	Gering
Okklusionstechnik	Ja	Ja	Gering	Gering	Glasser mit Blenden	Ja (ISO 16673)	Ja	Mittel	Viel	Visuell	Gering
Ereignisdetektorparadigma	Ja	Ja	Gering	Gering-Mittel	Bildschirm, Software	Nein (nur unterschiedliche Methoden zur Durchführung)	Nein	Gering	Viel (für den Automotive Sektor jedoch beschränkt)	Alle (abhängig von verwendeten Tools)	Gering
Lane Change Test (LCT)	Ja	Ja	Mittel	Mittel	Bildschirm, Lenkrad, Pedale, Software	Ja (ISO 26022)	Nein	Mittel	Wenig (hauptsächlich nur von Daimler Chrysler)	Alle (aber insbesondere visuell und kognitiv)	Mittel
Simulator- und Feldstudien	Ja	Ja	Mittel-Hoch	Mittel-Hoch	Umfangreiche Simulationen, Versuchsfahrzeuge	Nein (sehr hohe Heterogenität an Vorgaben)	Nein	Gering (hohe Variation bei Studien)	Viel	Alle	Mittel-Hoch (nah am Autofahren)
GOMS/KLM	Nein	Nein	Gering	Gering	Modellierungssoftware	Nein	Nein	Gering (Verwendung von unterschiedlichen Modellen)	Viel	Biomechanisch, kognitiv	Gering
Distract-R	Nein	Nein	Gering	Gering	Distract-R Modellierungssoftware	Nein (jedoch Gebrauch von standardisierten ACT-R Modell)	Nein	Gering (Verwendung von unterschiedlichen Modellen)	Wenig (Material nur von der Forschungsgruppe)	Alle	Mittel (Simulation von fahrercharakteristischen und Fahrumgebungen)

Tabelle 3: Methoden zur Messung der Fahrerablenkung bei sek. Aufgaben
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Anhand der Einordnung wird zunächst ersichtlich, dass alle Ansätze bis auf die Modellierungsmethoden wie GOMS/KLM und Distract-R (siehe Kap. 2.4.3.2) den Einbezug von Probanden und die Entwicklung eines ausgereiften Prototyps erfordern. Bei den Modellierungsmethoden ist das allerdings nicht notwendig da Simulationen nur anhand von Software erstellt werden. Die Kosten und der Aufwand der Durchführung hängen oft zusammen und sind bei den Ansätzen wie 15-Sekunden Regel, Okklusionstechnik, Ereignisdetektionsparadigma und den Modellierungsmethoden am geringsten. Lane Change Test, Simulator- und Feldstudien brauchen dagegen spezielle umfangreiche Hardware und Software bzw. den Einsatz von speziell umgebauten Fahrzeugen. Standardisierung ist nur bei recht einfachen Methoden zu finden. Hierzu zählen die 15-Sekunden Regel, die Okklusionstechnik und der LCT. Bei allen anderen Ansätzen gibt es keine einheitlichen Vorgaben. Das spiegelt sich auch bei der Vorgabe von akzeptablen Grenzen und der Vergleichbarkeit der Studien wieder. Liegt bei einem Ansatz eine Standardisierung vor, so sind meistens auch Vorgaben bzgl. der akzeptablen Grenzen gegeben. Solche Studien lassen sich auch meistens sehr gut vergleichen. Weniger gut lassen sich Simulator- und Feldstudien vergleichen, da eine hohe Heterogenität bzgl. der verwendeten Hardware, der Fahrscenarien und der erhobenen Messgrößen besteht. Bei den Methoden LCT und Distract-R ist im Vergleich zu den anderen Methoden relativ wenig Literatur vorhanden. Bezüglich der Abbildung des realistischen Fahrerhaltens können natürlich vor allem Methoden wie Simulator- und Feldstudien punkten, da sie eine hohe Ähnlichkeit zum Autofahren haben.

Da es keinen perfekten Ansatz bzgl. der Kosten, der Einfachheit der Durchführung, der Validität der Ergebnisse und der Reliabilität gibt, müssen Kompromisse geschlossen werden. Um einen für seine Anforderungen am besten geeigneten Ansatz zur Bestimmung der Fahrerablenkung zu bestimmen, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein morphologischer Baukasten entwickelt, der einem hilft basierend auf den Anforderungen, die anhand der in der Tabelle 2 erstellten Taxonomie erstellt wurden, eine Methode zur Bestimmung der Ablenkung zu finden, der am Besten passt. Ein Beispiel dafür wie ein morphologischer Baukasten in diesem Zusammenhang ausschauen könnte, ist in der Abbildung 2-13 beispielhaft zu sehen. Zwecks einer besseren Übersicht wurde darauf verzichtet die Einordnung von allen behandelten Methoden vorzunehmen, sondern es wurde ein Beispiel behandelt, um den Leser die Funktionsweise nahezulegen. Hierbei wurde beispielhaft davon ausgegangen, dass zwar Prototypen von Benutzerschnittstellen und potentielle Nutzer zur Evaluation vorhanden sind, jedoch nicht viele finanzielle Mittel für die Durchführung zur Verfügung stehen. Zudem sollten eine Standardisierung des Verfahrens und angemessen viel Literatur zur Methode vorliegen. Da nur eine Untersuchung der Ablenkung zwischen den verschiedenen Benutzerschnittstellen erfolgen soll, ist das Vorhandensein von akzeptablen Grenzen und die Möglichkeit des Vergleichs mit anderen Studien kein Muss. Wie in der Abbildung 2-13 zu sehen, ist ein LCT nah an den gegebenen Anforderungen. Allerdings müssen Abstriche bei den Kosten und beim publizierten Material gemacht werden. Ist man bereit auf diese Schwächen des Ansatzes einzugehen, so ist der LCT eine geeignete Variante.

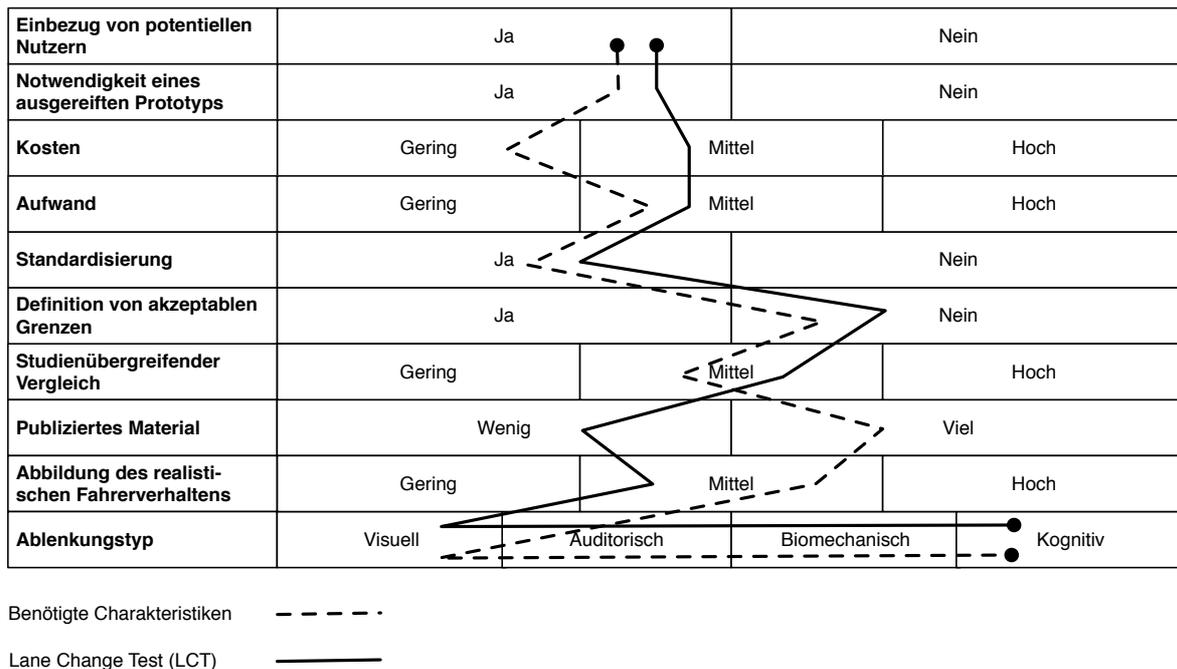


Abbildung 2-13: Beispiele der Bestimmung eines geeigneten Ansatzes
(Quelle: Eigene Darstellung)

2.4.4 Diskussion

Der Begriff der Ablenkung ist kein neuer und wird immer in Verbindung mit den sekundären Aufgaben am Steuer gebracht. Vor allem seit dem Fahrer angefangen haben am Steuer zu telefonieren, gibt es eine sehr große Anzahl an Studien, die sich der Ablenkung des Fahrers gewidmet haben. Wie an den verschiedenen Definitionen dieses Begriffs zu sehen ist (siehe Kapitel 2.4.1), beherbergt Ablenkung sehr viele Aspekte und verschiedene Arten. So unterscheidet man visuelle, biomechanische, kognitive und auditive Ablenkung. Sowohl in experimentellen Studien wie auch bei der Entwicklung von Infotainment-Systemen muss daher immer betrachtet werden welche Art der Ablenkung betroffen ist. Nach der Theorie von Wickens können Systeme, die beispielsweise nur auditive Ablenkung beim Fahrer verursachen, nicht die Fahrablenkung erhöhen. Die Literatur liefert jedoch Beweise dafür, dass dieser Zusammenhang nicht immer Bestand hat und daher nicht allgemein verwendet werden kann. Das gleiche gilt allerdings auch für andere Theorien im Zusammenhang mit der Fahrablenkung wie z.B. das vorgestellte Yerkes-Dodson Gesetz und die Cognitive Load Theorie. Diese Theorien liefern Erklärungen für bestimmte Sachverhalte und Teilaspekte der Fahrablenkung, können jedoch nicht allgemein in jedem Zusammenhang verwendet werden.

Wie komplex die Vorhersage der Ablenkung sein kann, zeigt die große Menge an Faktoren, die diese beeinflussen. Faktoren wie beispielsweise Alter, Geschlecht, Fahrerfahrung, Ermüdung usw. moderieren den Effekt der Fahrablenkung auf die Fahrperformanz. Aus diesem Grund ist Ablenkung auch etwas höchst individuelles. Bei Experimenten muss jedoch darauf geachtet werden gegen möglichst viele der Faktoren zu kontrollieren, denn sonst können Ergebnisverfälschungen auftreten. In diesem Zusammenhang zeigt auch das Kapitel 2.4.3.2, dass sich über die Zeit eine Vielzahl von Methoden entwickelt haben, die zur Bestimmung der Ablenkung hergenommen werden können. Alle diese Methoden haben ihre Vor- und Nachteile, die bei der Planung einer Untersuchung betrachtet werden müssen. Um jedoch eine leichtere Entscheidungsbasis zu haben, liefert ein aus dieser Arbeit entstandener

morphologischer Baukasten (siehe Kapitel 2.4.3.3) einen ersten Schritt zur leichteren Auswahl der richtigen Methode und wurde bei den Studien im Rahmen dieser Arbeit verwendet.

2.5 Gestaltung bordeigener Informations- und Kommunikationssysteme

Unter den bordeigenen Informations- und Kommunikationssystemen werden im Allgemeinen solche im Auto eingebauten Systeme verstanden, die es dem Fahrer ermöglichen sekundäre Aufgaben während der Fahrt durchzuführen. Solche Systeme können es dem Fahrer beispielsweise ermöglichen Musiktitel auszuwählen, das Telefon zu nutzen, die Navigationsanlage zu bedienen oder im Internet nach Informationen zu suchen (Lee et al. 2008). Vor allem im Zuge der Entwicklung von vernetzten Fahrzeugen werden solche Systeme immer bedeutender für die Kaufentscheidung von Kunden der Automobilhersteller. Für Designer von Informations- und Kommunikationssystemen ergeben sich jedoch Herausforderungen in Bezug auf die Fahrerablenkung, die in Verbindung mit solchen Systemen gebracht werden kann. Im Folgenden soll erörtert werden welche Herausforderungen an dieser Stelle gegeben sind und welche Richtlinien und Standards zum Design von solchen Systemen es mittlerweile gibt.

2.5.1 Herausforderungen

Im Zuge der Vernetzung von Autos finden auch mehr und mehr bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme Platz im Auto. Auf der einen Seite bieten vernetzte Fahrzeuge Vorteile. Denn durch die Vernetzung mit anderen Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur haben sie zum einen das Potenzial den Verkehrsfluss auf den Straßen zu optimieren und somit den Verkehr zu reduzieren. Zum anderen tragen sie auch zu einer höheren Verkehrssicherheit bei. Z.B. soll ab 2015 in Europa das eCall Notrufsystem für Fahrzeuge eingeführt werden, welches die Rettungszeit bei einem Verkehrsunfall um rund 50% reduzieren soll. Zudem können auch positive Wirkungen auf die Umweltverschmutzung erfolgen. Z.B. wird erwartet, dass durch die Nutzung von intelligenten Verkehrsleitsystemen der Ausstoß von CO₂ um rund 10% reduziert werden kann. Die Vernetzung von Fahrzeugen bringt jedoch auch Nachteile mit sich. So nützlich wie die Informationssysteme im Auto auch sein können, deren Nutzung kann jedoch zu einer enormen Fahrerablenkung führen und im schlimmsten Fall das Gegenteil bewirken und zu einem Verkehrsunfall führen. Wie in der Abbildung 2-14 verdeutlicht, werden Fahrer mit zunehmender Menge an Informationen konfrontiert und neigen dazu immer mehr Informationssysteme im Auto zu nutzen. Das hat jedoch zur Folge, dass sich die kognitive Last des Fahrers erhöht und somit auch die Fahrerablenkung ansteigt. War man früher als Fahrer nur mit Fahrzeug- und Navigationsinformationen konfrontiert, so neigen Autofahrer heutzutage dazu die Kommunikationsgeräte aus dem Alltag auch im Auto zu nutzen, um ihre Zeit im Auto effizienter zu nutzen und ihren Fahrkomfort zu steigern. So werden neben bordeigenen Informationssystemen im Auto auch Smartphones, Tablets usw. benutzt, die nicht für den Gebrauch während der Fahrt optimiert wurden und somit sehr hohe Ablenkung verursachen können (Bernhart et al. 2012).

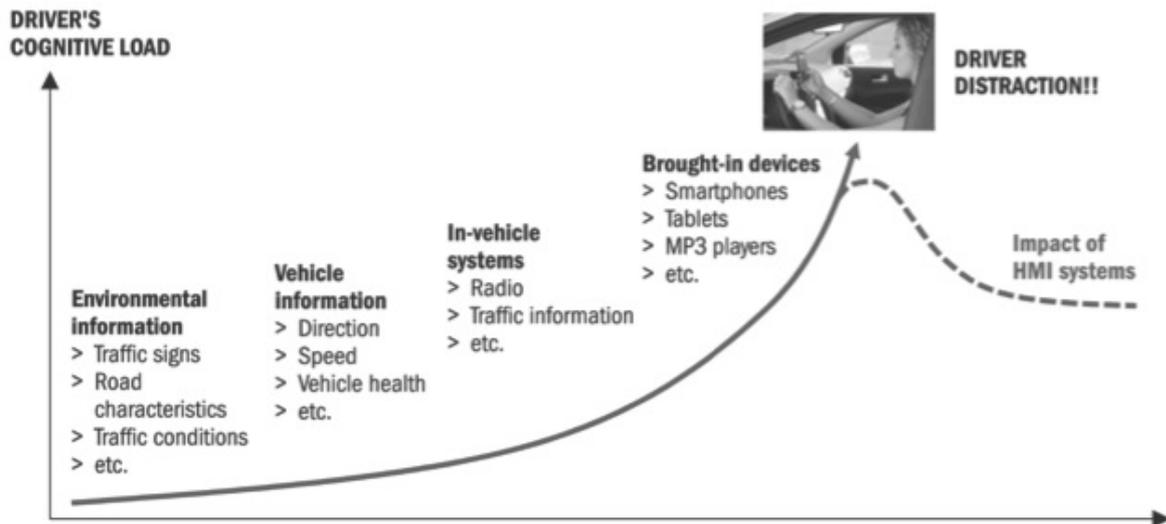


Abbildung 2-14: Digitalisierung von Autos und Fahrerablenkung
(Quelle: (Bernhart et al. 2012))

Die Palette an sekundären Aufgaben, die dank der vernetzten Fahrzeuge während der Fahrt erledigt werden können ist mittlerweile sehr breit. Eine beispielhafte Einteilung der sekundären Aufgaben ist in der Tabelle 4 zu sehen. Die Nutzung von Navigation und Telefonie über eine Freisprecheinrichtung gehört mittlerweile zum Standard (AAM 2006; NHTSA 2012).

Kategorie	Sekundäre Aufgabe/Informationen
Navigation	Zieleingabe Folgen der Route
Telefonie	Handhabung von eingehenden Anrufen Initiierung und Terminierung von Anrufen Teilnahme an Telefonkonferenzen „Walkie-Talkie“-ähnliche Dienste
Messaging	Erinnerungen Short Message Services (SMS) E-Mail Kommunikation Instant Messaging Paging
Interaktive Informationsdienste	Aktienkurse Verkehrsinformationen in Echtzeit Nachrichten Horoskope Werbung Adressbuch Internetsuche Finanzdienstleistungen Fernsehen Radio Soziale Netzwerke

Tabelle 4: Sekundäre Aufgaben im Auto mit Einbezug von Infotainment-Systemen
(Quelle: In Anlehnung an (AAM 2006))

Erwähnenswert an dieser Stelle ist, dass nicht alle sekundären Aufgaben die Fahrerablenkung verursachen. Dabei ist es laut der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) weniger ausschlaggebend welche Geräte man während der Fahrt verwendet, sondern welche Aufgabe man erledigt. Die Anforderungen der Aufgabe wie visueller Kontakt, biomechanische Tätigkeiten, Zeit der Beschäftigung, Menge an Informationen usw. bestimmen hier die Fahrerablenkung (NHTSA 2012). Die Abbildung 2-15 veranschaulicht anhand der Größen wie Anzahl der Blickabwendungen und der Blickabwendungsdauer welches Ablenkungspotenzial die einzelnen sekundären Aufgaben im Auto beherbergen. Im Vergleich zu den Aufgaben wie das Vornehmen von Fahrzeugeinstellungen, dem Telefonieren und der Nutzung des Radios, bedeutet die Nutzung des Navigationssystems eine enorme Belastung für den Fahrer. Am Schlimmsten ist jedoch die Nutzung von Infotainmentaufgaben wie beispielsweise das Bearbeiten von E-Mails, das Lesen von Nachrichten usw. Solche Aufgaben verlangen viel Aufmerksamkeit des Fahrers was sich in den vielen Blickabwendungen von der Straße widerspiegelt.

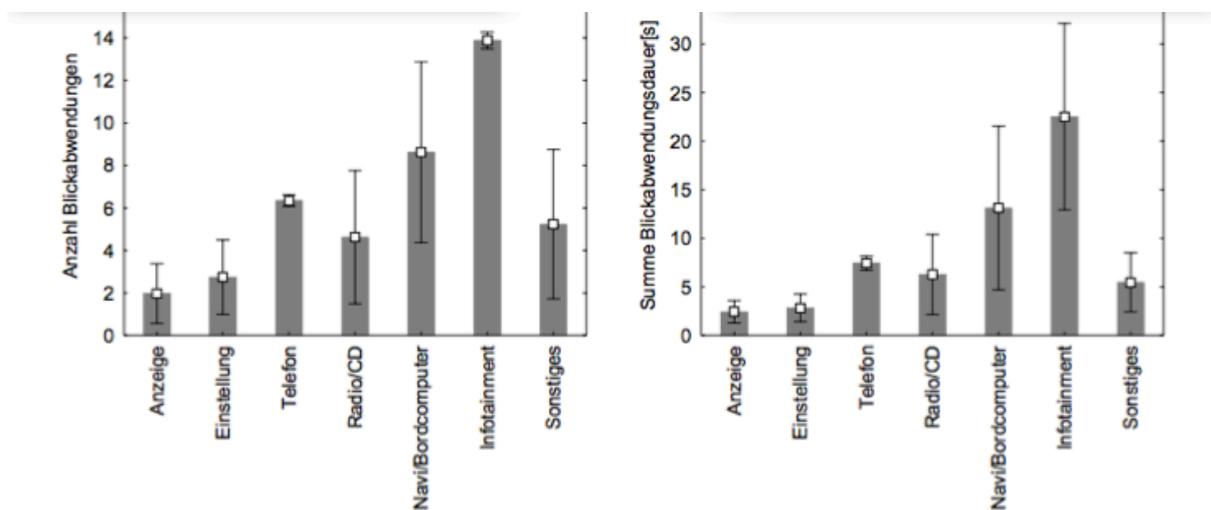


Abbildung 2-15: Ablenkungspotenzial verschiedener sekundärer Aufgaben
(Quelle: (Metz 2009))

Wie in Abbildung 2-14 veranschaulicht, nimmt die Fahrerablenkung mit dem Dazukommen verschiedener sekundärer Aufgaben stetig zu. Vor diesem Hintergrund ist die Bedeutung der Gestaltung von Infotainment-Systemen in Bezug auf die Mensch-Maschine-Interaktion zu unterstreichen. Mit dem Befolgen von bestimmten Regeln bei der Gestaltung von bordeigenen Infotainment-Systemen und der Nutzung von mobilen Geräten lässt sich die Fahrerablenkung senken und auf einem akzeptablen Niveau halten (Bernhart et al. 2012).

2.5.2 Gestaltung von bordeigenen Informationssystemen

Um die Fahrzeuge bzgl. der Fahrsicherheit zu verbessern, verabschieden hauptsächlich Länder, die eine starke Automobilindustrie haben, Richtlinien und Standards²¹ zur Gestaltung und Evaluation von Benutzerschnittstellen und Infotainment-Systemen im Auto. Im Speziellen können es professionelle Organisationen, nationale und internationale Standards-Organisationen, Regierungen und weitere Institutionen sein. Die Guidelines und Standards

²¹ Unterschied zwischen Richtlinie und Standard ist derjenige, dass eine Richtlinie befolgt werden *kann* und ein Standard befolgt werden *muss* (Green 2008).

erstrecken sich über Bereiche wie Navigation, Verkehrsinformationen, Sprachkommunikation, Textmessaging und Entertainment. Das Befolgen von Richtlinien und Standards von Automobilherstellern kann sehr teuer und zeitintensiv sein was sich auch zu einem späteren Zeitpunkt im Verkaufspreis der Fahrzeuge widerspiegelt. Benutzerschnittstellen in Fahrzeugen, die nicht die Richtlinien und Standards einhalten, können jedoch gefährlich in der Verwendung sein, zu unzufriedenen Kunden führen und noch schlimmer umfangreiche Gerichtsverhandlungen im Falle von Verkehrsunfällen nach sich ziehen. Vor allem in Ländern wie USA und Japan können Fahrzeuge, die nicht den definierten Standards entsprechen, nicht für den Verkauf im nationalen Markt zugelassen werden. Die wichtigsten Organisationen und Institutionen, die sich mit der Erstellung von Richtlinien und Standards befassen werden im Folgenden aufgeführt (Green 2008):

- Society of Automotive Engineers (SAE): weltweit führende professionelle Organisation der Ingenieure in der Automobilindustrie. SAE erstellt Empfehlungen und Standards, deren Verwendung zwar freiwillig ist, die jedoch in den USA sogar vom Gericht anerkannt werden.
- International Organization of Standardization (ISO): ISO hat in verschiedensten Bereichen über 12000 Standards erstellt. Wie bei SAE ist die Befolgung zwar freiwillig, einige Länder haben sich jedoch dazu entschlossen eine Zertifizierung von Fahrzeugen nach den ISO Standards einzuführen, um eine Lizenz für den Verkauf auf dem nationalen Markt zu erhalten.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA): NHTSA ist eine Behörde vom U.S. Department of Transportation und verfasst Empfehlungen und Standards für den US Amerikanischen Markt. Das Nichtbefolgen der Standards von Automobilherstellern kann zu hohen Strafen und sogar zu Rückrufaktionen führen.
- Alliance of Automobile Manufacturers (AAM): AAM ist ein Wirtschaftsverband der US Amerikanischen Automobilhersteller. Die herausgegebenen Richtlinien sind freiwillig und müssen nicht befolgt werden.
- Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA): JAMA ist eine japanische Organisation und gibt Richtlinien heraus, die zwar freiwillig sind, jedoch von allen japanischen Autoherstellern befolgt werden.

Die Richtlinien und Standards, die von den einzelnen Organisationen und Institutionen bisher veröffentlicht wurden, können in der Tabelle 5 eingesehen werden. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, hat die Auflistung nicht den Anspruch vollständig zu sein, sondern will dem Leser einen Überblick über die verschiedenen existierenden Dokumente geben. Diese unterscheiden sich teilweise sehr stark bzgl. dem Umfang, der Formulierung, dem Detaillierungsgrad und den Themengebieten.

Dokument	Jahr	Inhalte
NHTSA (NHTSA 2012)	2012	Richtlinien basieren auf den Alliance Guidelines (siehe weiter unten in dieser Tabelle). In der Version 2012 sind nur visuelle und manuelle Benutzerschnittstellen abgedeckt. 2014 sollen Richtlinien zu sprachbasierten Benutzerschnittstellen kommen. Enthalten sind zudem definierte Prozeduren zur Bestimmung der Fahrablenkung bei Ausführung verschiedener Aufgaben.
TRL Check List (Stevens/Cynk 2011)	2011	Einfache Überprüfungsliste zum richtigen Einbau von manuellen Benutzerschnittstellen und integrierten

		Bildschirmen
EU Richtlinien (Commission of the European Communities) (European Commision 2007)	2007	Erweiterung der original Richtlinien aus dem Jahr 1999 mit 35 Richtlinien und detaillierteren Beschreibungen. Es besteht Ähnlichkeit zu Alliance Guidelines (siehe weiter unten in dieser Tabelle).
Alliance Guidelines (AAM 2006)	2006	Richtlinien zu Installation, Interaktion mit manuellen und visuellen Benutzerschnittstellen, Präsentation von Informationen und Systemverhalten.
JAMA Guidelines (JAMA 2004)	2004	4 allgemeine Gestaltungsprinzipien und 25 spezielle Anforderungen für jedes Gerät, das der Fahrer während der Fahrt nutzt. Im Speziellen: Installation und Funktionsweise von Bildschirmen, Nutzung von Bildschirmen während der Fahrt und Informationspräsentation.
SAE J2364 (Society of Automotive Engineers) (SAE 2004)	2004	Beschreibung von Prozeduren zur Evaluation von Navigationsaufgaben mit Einsatz von eingebauten Bildschirmen und manuellen Benutzerschnittstellen
TRL Guidelines (Stevens et al. 2002; Stevens 2004)	2004	Richtlinien zur manuellen Eingabe, Installation und Nutzung von Bildschirmen, Präsentation von Information, Menus usw.
EU Richtlinien (Commission of the European Communities)	1999	24 generelle Richtlinien zum Systemdesign, Installation, Informationsdarstellung, Interaktion mit Benutzerschnittstellen und Bildschirmen.
Batelle Guidelines (Campbell et al. 1998)	1997	Richtlinien zum Design von Benutzerschnittstellen in Lastern
HARDIE Guidelines (Ross et al. 1996)	1996	Europäische Richtlinien zu Themengebieten wie Navigation, Fahrerassistenzsysteme und Präsentation von Informationen. Enthalten weniger Richtlinien verglichen mit den UMTRI Richtlinien, decken jedoch ein breiteres Spektrum ab.
UMTRI Guidelines (Green et al. 1993)	1993	Der erste Satz von Richtlinien in den USA. Generelle und spezifische Richtlinien zu manuellen Benutzerschnittstellen, Einsatz von Sprache, Bildschirmen, Gestaltung der Navigation, Einsatz vom Mobiltelefonen und Warnsystemen.
ISO Standards	2001 - 2007	Richtlinien zu Themengebieten wie Dialogmanagement, Nutzung von visuellen, sprachbasierten und manuellen Benutzerschnittstellen, Priorisierung von Nachrichten sowie Prozeduren zur Evaluation der Ablenkung

Tabelle 5: Richtlinien zur Gestaltung von Informationssystemen in Fahrzeugen
(Quelle: in Anlehnung an (NHTSA 2012; Green 2008))

Fast alle oben angegebenen Dokumente enthalten sehr allgemeine Richtlinien, die beim Design von Benutzerschnittstellen viel Interpretationsspielraum lassen. So lassen sich beispielsweise folgende Textpassagen finden:

„Die Aufmerksamkeit des Fahrers, die für die Interaktion mit Bildschirmen und Benutzerschnittstellen des Systems reserviert ist, sollte mit den Aufmerksamkeitsanforderungen der Fahrsituation vereinbar sein.“ (Green 2008)

„Vorzugsweise kann ein Display-System durch den Fahrer ohne Beeinträchtigung seiner Fahrweise betrieben werden.“ (JAMA 2004)

„Systeme mit optischen Anzeigen sollten so ausgelegt sein, dass der Fahrer für die gewünschte Aufgabe nur sequentielle Blicke braucht, die kurz genug sind, um die Fahraufgabe nicht zu beeinträchtigen.“ (NHTSA 2012)

Solche Richtlinien geben dem Designer von Benutzerschnittstellen keine konkreten Vorgaben für den Entwurf, sondern sollen diesen ermutigen an die angesprochenen Aspekte beim Entwurf zu achten. Es gibt dagegen auch Dokumente, die sehr detaillierte Vorgaben machen wie Benutzerschnittstellen ausgelegt sein müssen. So gibt Green et al. (1993) in den UMTRI Guidelines bei der Gestaltung eines Navigationssystems sogar das konkrete Aussehen von Bildern und Icons vor, die beim Fahrer die Ablenkung minimieren sollen. Die verschiedenen Dokumente liefern Informationen zur verschiedenen Bereichen wie die Installation und Nutzung von visuellen, manuellen und sprachbasierten Benutzerschnittstellen, Informationsdarstellung, Systemverhalten usw. Auffallend ist dabei, dass die meisten spezifischen Richtlinien von ganz bestimmten sekundären Aufgaben wie der Navigation oder der Nutzung vom Telefon ausgehen und für diese Anwendungsfälle sowohl allgemeine als auch konkrete Hinweise liefern. Manche Dokumente dagegen erkennen bestimmte Aufgaben wie die Suche im Internet, die Nutzung von sozialen Netzwerken als zu gefährlich an und geben an, dass solche Funktionen grundsätzlich während der Fahrt ausgeschaltet werden sollten (NHTSA 2012; AAM 2006):

„Gerätefunktionen, die nicht für die Fahraufgabe bestimmt sind, sollten unterschieden werden. Geräte sollten klar zwischen den Aspekten unterscheiden, die für die primäre Aufgabe des Fahrens bestimmt sind, und solchen (wie z.B. spezifische Funktionen, Menüs usw.), die nicht dazu gedacht sind während der Fahrt genutzt zu werden.“ (NHTSA 2012)

Anhand der teilweise allgemeinen Richtlinien, die in den angegebenen Dokumenten zu finden sind, lässt sich schwer überprüfen, ob eine gegebene Benutzerschnittstelle oder ein im Auto integrierter Dienst sicher im Auto genutzt werden können. Aus diesem Grund geben solche Dokumente wie die NHTSA Guidelines (NHTSA 2012) und die ISO Standards an welche Verfahren zur Überprüfung der Fahrerablenkung genutzt werden können. Hier bestehen jedoch zwischen den einzelnen Dokumenten teilweise große Unterschiede, so dass keine einheitlichen Prozeduren benutzt werden können. Im Allgemeinen sagt auch Hua/Ng (2010), dass es nach wie vor keine systematischen Guidelines gibt, die einem vorgeben wie ein benutzerfreundliches System entworfen werden kann, das keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Fahrerablenkung haben kann.

2.5.3 Diskussion

Im Zuge der voranschreitenden Vernetzung von Fahrzeugen kommen mehr und mehr Informationssysteme in die Autos. Aktivitäten wie Internetsuche, Nutzung von sozialen Netzwerken, Kommunikation über SMS und E-Mail usw. werden zunehmend von Kunden der Automobilhersteller verlangt und während der Fahrt genutzt. Da jedoch solche Aktivitäten

zu einer hohen Fahrerablenkung führen können, schlagen die aktuell vorhandenen Richtlinien und Standards im Bereich der Gestaltung von Informationssystemen in Fahrzeugen solche Funktionen während der Fahrt abzuschalten (NHTSA 2012). Der Grund dafür ist die rasante Entwicklung der Technik im Bereich der Unterhaltungselektronik, der die Entwicklungen in der Automobilbranche nicht nachkommen. Die Entwicklungen von Richtlinien und Standards zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen im Auto brauchen oft Jahre, um verabschiedet zu werden. Beim Erscheinen decken sie somit nicht den aktuellen Bedarf der Kunden bzgl. dem Angebot an Informationssystemen im Auto ab. Die aktuellen Fassungen der Richtlinien befassen sich primär mit der Gestaltung von visuellen und manuellen Benutzerschnittstellen weil sie bisher die vorherrschende Stellung im Auto eingenommen haben. Vor allem die Nutzung von portablen Geräten wie Smartphones und Tablets sind bisher in keinen Richtlinien abgedeckt. So hat NHTSA vorerst in der Fassung 2014 konkrete Richtlinien zur Nutzung von mobilen Geräten im Auto herauszugeben. Obwohl die ersten Smartphones bereits im Jahre 1995 erschienen, hat sich die Automobilbranche nur schleppend an die Nutzung von solchen Geräten im Auto adaptiert. Unzureichend wird auch der Einsatz von sprachbasierten Dialogsystemen, berührungsempfindlichen Bildschirmen und selbst der bereits etablierte Einsatz von Head-Up Displays abgedeckt. Grund für diese zeitliche Diskrepanz sind die unterschiedlichen Lebenszyklen in der Unterhaltungselektronikbranche und der Automobilbranche. In der Automobilbranche geht man von einem Lebenszyklus von 15-20 Jahren (Leimeister/Glauner 2008) aus. In der Unterhaltungselektronik erreicht man allerdings höchstens Werte von 6 Jahren (Andrae/Andersen 2010). Obwohl die ersten Automobilhersteller im Premiumsegment wie Audi, BMW und Mercedes Onlinedienste wie E-Mail- und SMS-Kommunikation, Surfen im Internet und die Nutzung von sozialen Diensten anbieten, gibt es nach wie vor nur eine beschränkte Vorstellung davon wie man als Fahrer mit der Menge an Informationen, die einen durch die Nutzung von solchen Diensten erreichen, umgehen soll. Denn der primäre Anwendungsfall der Infotainment-Systeme im Auto galt bisher der Navigation. Somit behandeln auch Dokumente wie beispielsweise UMTRI Guidelines und HARDIE Guidelines vorwiegend die Navigation als Anwendungsfall und setzen sich konkret mit der Gestaltung von Navigationssystemen auseinander. Die Automobilhersteller und die Verfasser der Richtlinien und der Standards zur Nutzung von Infotainment-Systemen sehen sich jedoch immer mehr im Zugzwang, denn bei Nichtvorhandensein von entsprechenden Lösungen für die Nutzung von Funktionen auf Smartphones und Tablets im Auto neigen Autofahrer dazu die Geräte während der Fahrt trotz der Gefährlichkeit zu nutzen. Eine aktuelle Studie von NHTSA gibt an, dass zu jeder Zeit rund 660000 Fahrer in den USA ihr Mobiltelefon zum Telefonieren, Surfen, zur Kommunikation über E-Mail und SMS und für andere Aufgaben nutzen (NHTSA 2012). Obwohl die aktuellen Richtlinien die Nutzung von solchen Diensten pauschal verbieten, wird die Herausforderung in den nächsten Jahren darin liegen geeignete Wege für die Nutzung von solchen Diensten zu finden und das Autofahren somit sicherer zu machen. Zukünftige Technologien und Anwendungen wie z.B. Augmented Reality (udt.: Erweiterte Realität) und neuartige Ein- und Ausgabeschnittstellen wie haptische Benutzerschnittstellen werden einem dabei helfen (Bernhart et al. 2012).

2.6 Zusammenfassung und Zwischenfazit

Gemäß der ersten Forschungsfrage dieser Arbeit (siehe Kapitel 1.3) hat dieses Kapitel erörtert welche Rahmenbedingungen für mobile Arbeit im Auto gegeben sind. Dafür wurde zunächst geklärt was unter dem mobilen Arbeiten im Allgemeinen verstanden wird und wie sich mobile Arbeit im Auto speziell abgrenzt. Des Weiteren, wurde darauf eingegangen welche technologischen Treiber die Entwicklung der mobilen Arbeit im Auto begünstigen bzw. antreiben und was der aktuelle Stand der Technik in diesem Bereich ist. Da bei dem Thema

der mobilen Arbeit immer die Fahrablenkung mit zu beachten ist, wurde auch darauf eingegangen wie die Fahrablenkung in der Wissenschaft definiert ist, welche Arten es gibt, welche wissenschaftlichen Theorien diese betreffen und welche Methoden existieren, um Fahrablenkung am Steuer zu messen. Darüber hinaus wurde im Rahmen dieses Kapitels erörtert welche Richtlinien und Standards heutzutage vorzufinden sind, die vorgeben wie Informations- und Kommunikationssysteme im Auto zu entwerfen sind damit diese möglichst wenig Ablenkung beim Fahrer verursachen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mobile Arbeit mittlerweile kein kurzfristiger Trend ist, sondern eine globale Entwicklung unserer Gesellschaft darstellt. Der Drang nach mehr Selbstbestimmung und Flexibilität seitens der Arbeitnehmer und die Aussichten von Kostensenkungen und höherer Kundenzufriedenheit seitens der Arbeitgeber lassen nahezu jedes Unternehmen über die Einführung der mobilen Arbeit nachdenken. Da unsere Gesellschaft immer mobiler wird, ist das Fahrzeug als Ort für mobile Arbeit mitzubetrachten. Beflügelt wird diese Entwicklung der mobilen Arbeit aus dem Auto heraus von technologischen Entwicklungen wie den vernetzten Fahrzeugen, Smartphones, Fahrerassistenzsystemen und Sprachtechnologien. Um der Nachfrage nach der ständigen Erreichbarkeit im Auto seitens der mobilen Arbeiter nachkommen zu können, sind Automobilhersteller damit beschäftigt ihre bordeigenen Infotainment-Systeme um Office Funktionalitäten zu erweitern. Dabei stoßen sie auf ernstzunehmende Probleme bzgl. der Fahrsicherheit. Denn Infotainment-Systeme, die dem Fahrer umfangreiche Möglichkeiten zur beruflichen Kommunikation bieten, können ernsthaft die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Aus diesem Grund läuft die Entwicklung solcher Systeme nur zögerlich ab, denn ein ohne Bedacht gestaltetes mobiles Büro im Auto kann im schlimmsten Fall zu einem Verkehrsunfall führen und somit dem Image des Automobilherstellers nachhaltig schaden. In der Wissenschaft ist das Thema der Fahrerablenkung kein neues und so existieren zahlreiche Studien, die sich jedoch vornehmlich mit der sicheren Bedienung des Navigationssystems und der Telefonie während dem Fahren beschäftigt haben. Office Funktionalitäten im Auto beherbergen jedoch weitaus mehr Anwendungsfälle, die sich in verschiedenen Aspekten wie Informationsumfang, Ausführungsdauer und Komplexität unterscheiden. Somit muss deren Ablenkungspotential untersucht werden und neue mögliche Lösungsansätze zur Umsetzung entwickelt werden. Obwohl bereits seit den 90er Jahren diverse Richtlinien und Standards zum Design von Infotainment-System im Auto verabschiedet wurden, kommen diese den Entwicklungen in der Unterhaltungselektronik (wie z.B. Entwicklungen im Smartphone-Bereich) nicht nach. Somit sind oft Fahrer dazu gezwungen mangels entsprechender sicherer Lösungen im Auto auf die unsichere Nutzung von Smartphones, Laptops usw. zurückzugreifen und sich somit der Gefahr auszusetzen.

Somit kann an dieser Stelle die Notwendigkeit der genauen Erforschung dieses Themas betont werden, um entsprechend der erwähnten Problematik zu identifizieren welche Anwendungsfälle der mobilen Arbeit im Auto Sinn machen und mit welchen Lösungsansätzen diese sicher ausgeführt werden können.

3. Explorative Gestaltung bordeigener Informationssysteme

Wie im Kapitel 2 erläutert, stellt das mobile Arbeiten im Auto ein relevantes Thema dar, das aufgrund der vielen Zeit, die man mittlerweile im Auto verbringt, immer mehr im Kommen ist. So vielfältig die beruflichen Tätigkeiten sein können, so vielfältig sind auch die Aufgaben, die man als Fahrer dazu neigt während der Fahrt auszuführen. So können die Aufgaben von einer Teilnahme an einer Telefonkonferenz bis hin zum Bearbeiten von E-Mails im Auto reichen. Da das Thema des mobilen Arbeitens während der Fahrt noch ein relativ neues Forschungsfeld ist, soll in diesem Kapitel zunächst ein Anwendungsfeld des mobilen Arbeitens im Auto identifiziert werden, das zum einen aus der praktischen Sicht eine hohe Relevanz für die Kunden der Automobilhersteller hat und somit auf ein hohes Kundenverlagen stößt, und zum anderen aus der forschersichen Sicht für den Einsatz im Auto während der Fahrt noch ungenügend erforscht wurde (Kapitel 3.1). Anhand dieses Anwendungsfalls soll im weiteren Verlauf in einem Design Thinking Prozess (Kapitel 3.3) in einem explorativen Verfahren Lösungskonzepte erarbeitet und diese prototypisch umgesetzt werden. Hierbei sollen die Richtlinien und Standards, die für die Gestaltung von bordeigenen Informationssystemen bereits existieren (siehe Kapitel 2.5.2), in die Konzeption mit einfließen. Anhand der erarbeiteten Lösungskonzepte und der prototypischen Umsetzungen soll betrachtet werden welche Richtlinien und Standards bereits Anwendung fanden und welche Gestaltungsprinzipien noch weitestgehend unerforscht sind (Kapitel 3.3.2.4). Die identifizierten Forschungslücken sollen im Kapitel 4 als Grundlage für die Studien dienen.

3.1 Identifizierung eines relevanten Anwendungsfalls

Im Folgenden soll ein relevanter Anwendungsfall identifiziert werden, der auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit als Grundlage für die Studien verwendet werden soll. Zunächst wird auf das Vorgehen eingegangen. Anschließend werden die durchgeführten Umfragen und Workshops beschrieben, die zur Findung des Anwendungsfalls durchgeführt wurden.

3.1.1 Vorgehen

Für die Identifizierung eines Anwendungsfalls für mobiles Arbeiten im Auto mussten die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- *Praktische Relevanz:* Der Anwendungsfall muss auf der einen Seite bei den Kunden der Automobilhersteller gefragt sein. Auf der anderen Seite müssen die Automobilhersteller den Anwendungsfall als einen relevanten erkennen und planen müssen diesen in naher Zukunft für die Kunden verfügbar zu machen. Zudem muss die Umsetzung des Anwendungsfalls im Auto als nicht trivial gelten.
- *Wissenschaftliche Relevanz:* Der Anwendungsfall muss in der wissenschaftlichen Literatur noch weitestgehend unerforscht sein und somit eine Forschungslücke darstellen.

Um den genannten Anforderungen gerecht zu werden und einen relevanten Anwendungsfall zu identifizieren, wurden zwei Umfragen, ein Workshop und eine anschließende Literaturrecherche durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wurde ein Anwendungsfall identifiziert und im weiteren Verlauf der Arbeit verfolgt. Im Folgenden werden die einzelnen Aktivitäten, die zur Identifizierung des Anwendungsfalls beigetragen haben, erläutert.

3.1.2 Umfrage I: Anforderungen an Mobiles Arbeiten im Auto

Das Ziel der Umfrage I war es herauszufinden welche beruflichen Tätigkeiten potentielle Anwender für mobiles Arbeiten vor, während und nach dem Autofahren durchführen und welche dieser Tätigkeiten ihrer Meinung nach im Auto ermöglicht werden sollten wenn das noch nicht der Fall ist. Dazu wurde ein Fragebogen erstellt, der im Anhang B eingesehen werden kann. Anhand der erhobenen Informationen konnte ein Aufschluss darüber erhoben werden welche beruflichen Tätigkeiten meistens außerhalb des Fahrzeugs ausgeführt werden, obwohl der Wunsch bestehen würde diese auch im Fahrzeug während der Fahrt durchzuführen und somit seine Zeit am Steuer effizienter zu nutzen.

Die Umfrage wurde zwischen August 2011 und Dezember 2011 mit 33 Personen durchgeführt. Die Dauer der Umfrage belief sich auf rund 5 Minuten. Die Befragten wurden in der Stadt München an Standorten Hauptbahnhof und zwei Parkstellplätzen in Laim und im Olympiazentrum, wo ein hohes Aufgebot von Geschäftsreisenden zu erwarten war, befragt. Dabei wurde bei den Befragten darauf geachtet, dass sie ein Fahrzeug für ihre geschäftlichen Reisen nutzen und mindestens 15.000 km im Jahr beruflich im Auto zurücklegen. Die Verteilung der Berufsgruppen war dabei sehr heterogen und so fanden sich unter den Befragten Geschäftsleute, Ingenieure, Angestellte und Selbständige, Personen in Führungspositionen, IT Manager, Berater usw. Die einzelnen Fragen und die angegebenen Aktivitäten mit den prozentuellen Angaben zu Nennungen können in der Tabelle 6 eingesehen werden. Um die Präsentation der Ergebnisse übersichtlich zu halten, wurden Aktivitäten, die in weniger als 10% der Fälle genannt wurden, hier nicht aufgeführt.

Frage	Nennungen in % (N = 33)
F1: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens <i>bevor Sie losfahren</i> (z.B. zur Arbeit oder zu einem Kundentermin)?	E-Mails prüfen (52%) Telefonieren (42%) SMS prüfen (40%) Kalender konsultieren (21%) Neue Kalendertermine erstellen (15%)
F2: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens <i>beim Autofahren</i> durch?	Telefonieren (67%) Navigationssystem nutzen (24%)
F3: Welchen Problemen begegnen Sie dabei bei der Ausführung der von Ihnen in F2 genannten Tätigkeiten?	Fahrsicherheit (30%) Hände am Lenkrad (27%) Kein mobiles Internet (24%)
F4: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens <i>nach dem Autofahren</i> durch?	E-Mails prüfen (21%) Telefonieren (18%) Dokumente prüfen (15%) SMS prüfen (12%)
F5: Welche beruflichen Tätigkeiten führen Sie in Ihrem Alltag durch? (kein Bezug auf das Autofahren)	E-Mails prüfen (42%) Nutzung Office-Anwendungen (33%) Dokumente schreiben (24%) Dokumente durchschauen (24%) Powerpoint (24%) Excel (21%) Kundengespräche (21%)

	SMS (18%) Kalender (15%) Telefonieren (12%)
F6: Welche der genannten Tätigkeiten würden Sie gerne auch beim Autofahren durchführen?	E-Mails prüfen (40%) Telefonieren (36%) Videokonferenzen (24%)

Tabelle 6: Ergebnisse der Umfrage I: Anforderungen an Mobiles Arbeiten im Auto
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Beim Betrachten der Ergebnisse fällt zunächst auf, dass vor und nach einer geschäftlichen Autofahrt solche Kommunikationsaufgaben wie E-Mails, SMS und Telefonie dominieren. Rund die Hälfte der Befragten gaben an vor einer Fahrt ihre E-Mails zu prüfen. Nach einer Autofahrt macht das jedoch nur ein fünftel der Befragten. Zu den Aktivitäten, die heutzutage beim Autofahren ausgeführt werden, zählt vorwiegend das Telefonieren mit 67% und selbstverständlich auch die Nutzung von einem Navigationssystem (24%). Nur einzelne Personen gaben an, dass sie während der Fahrt auch ihre E-Mails bzw. SMS überprüfen. Der Grund dafür ist die bisher mangelnde Integration von solchen Diensten im Auto und die Schwierigkeit der Nutzung von solchen Diensten von einem Smartphone aus während der Fahrt. Auf diese Probleme deuten auch die Angaben bei der Frage 3 hin. Hier wurde man gefragt mit welchen Problemen man zu kämpfen hat wenn solche Aktivitäten wie das Telefonieren und das Nutzen eines Navigationssystems am Steuer ausführt. Zu den meist genannten Problemen zählen die der Fahrsicherheit (30%) und das spezifische Problem seine Hände zu jeder Zeit am Lenkrad zu haben (27%). Interessanterweise gibt auch ein viertel der Befragten an, dass sie während dem Fahren Probleme mit der Verfügbarkeit des mobilen Internets haben. Da nur wenige Fahrzeuge zu dem Zeitpunkt der Befragung mit einer SIM-Karte ausgestattet werden konnten, ist davon auszugehen, dass dieses Problem bei der unerlaubten Nutzung von Smartphones während der Fahrt entstand. Mögliche Aktivitäten in diesem Zusammenhang können E-Mail, Instant Messenger wie Whatsapp²² und die berufliche Nutzung von sozialen Netzwerken sein. Bei der Frage welche berufsbezogenen Tätigkeiten man im Alltag durchführt, dominiert nach den typischen Aufgaben im Office Bereich wie Textbearbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentationserstellung (21%-33%) vorwiegend die Kommunikation über E-Mail (42%). Rund 40% der Befragten gaben zudem auch an, dass sie auch im Auto gerne über E-Mail kommunizieren würden. Neben E-Mail würden die Befragten auch ungern auf Telefonie verzichten (36%) und 24% gaben sogar an, dass sie Potential für die Nutzung von Videokonferenzen wie z.B. Skype²³ oder Google Hangouts²⁴ nutzen würden.

Diese Ergebnisse zeigen zum einen, dass Geschäftsreisende vor und nach einer Autofahrt oft sich erst einmal damit beschäftigen ihre E-Mails zu überprüfen weil es während der Fahrt nur schwer möglich ist. Diese Ergebnisse stimmen damit überein, dass E-Mail mittlerweile die dominanteste Kommunikationsform in der beruflichen Welt darstellt (Hennig-Thurau/Esche 2013, 29f; Initiative IT und Mensch 2013, 7ff). Zum anderen würden rund 40% dieser Aktivität auch gerne während der Fahrzeit nachgehen und somit ihre Zeit im Auto effizienter

²² <http://www.whatsapp.com/>

²³ <http://www.skype.com/de/>

²⁴ <http://www.google.com/intl/de/+/learnmore/hangouts/>

nutzen. Die Probleme der sicheren Ausführung von sekundären Aufgaben am Steuer ohne der Gefährdung von sich selbst und der anderen Verkehrsteilnehmer sind jedoch rund 30% bekannt. Einige nehmen das Auto mittlerweile als ein mobiles Ort wahr denn rund ein viertel würde sogar zu solchen modernen Kommunikationsmitteln wie der Videotelefonie greifen.

3.1.3 Workshop: Zukunftsweisende Mehrwertdienste im Auto

Des Weiteren wurde ein gemeinsamer Workshop zusammen mit der Fachabteilung IT Innovation Center der Audi AG durchgeführt. Das Ziel dieses Workshops war es zukunftssträchtige IT-basierte Dienste für den Einsatz in Fahrzeugen für verschiedene Bereiche zu entwickeln und diese basierend auf verschiedenen Aspekten zu bewerten. Die verschiedenen Kategorien, in die die Dienste eingeteilt wurden, waren: Mobile Business, Mobile Services, Social Network, Navigation und Entertainment. Diese Kategorien werden bei der Audi AG momentan als die sinnvollste Einteilung der IT-basierten Dienste angesehen, die den Kunden der Audi AG einen Mehrwert bringen können. Die Ideen für die IT-basierten Dienste wurden im Vorfeld in verschiedenen Hochschulkooperationen entwickelt und teilweise prototypisch umgesetzt. Die Liste umfasste 35 Ideen, die auf speziellen Ideenkarten abgedruckt waren. Diese wurden auf großen Postern in die jeweiligen Kategorien eingeteilt und an der Wand angebracht (siehe Abbildung 3-1). Dazu erhielten die Bewerter eine ausführliche Beschreibung zur Funktionsweise der einzelnen Dienste. An der Bewertung der Ideen haben 12 Mitarbeiter der Audi AG teilgenommen, die direkt oder indirekt für Konzeption, Vorentwicklung, Serienumsetzung und Vertrieb im Umfeld von Audi Connect²⁵ tätig waren. Jeder der Teilnehmer erhielt 3 Markierungspunkte, die er auf die einzelnen Dienste verteilen konnte. Jeder Teilnehmer konnte pro Dienst nur einen Punkt vergeben. Dabei wurde man angehalten solchen Diensten einen Punkt zu geben, die im Auge des Bewerter in Sachen Neuartigkeit, Innovationstüchtigkeit, Umsetzbarkeit und Kundennutzen punkten konnten. Ein Eindruck wie die Bewertung anhand der Markierungspunkte erfolgte, kann ebenfalls anhand der Abbildung 3-1 vermittelt werden. Der Mehrwert der einzelnen Ideen konnte somit am Ende anhand der Anzahl der erhaltenen Punkte eingesehen werden.

²⁵ Audi Connect steht in diesem Zusammenhang als Sinnbegriff für die Vernetzte Mobilität der Audi Fahrzeuge. Für weitere Informationen siehe <http://www.audi.de/de/brand/de/neuwagen/layer/audi-connect.html>



Abbildung 3-1: Bewertung der Ideen in verschiedenen Kategorien
(Quelle: Eigene Abbildung)

Eine Übersicht über die einzelnen Dienste, deren kurze Beschreibung und die finale Bewertung der Teilnehmer des Workshops kann im Anhang C eingesehen werden. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde an dieser Stelle darauf verzichtet die komplette Liste zu zeigen, sondern es wurden nur die Dienste ausgewählt, die mindestens einen Bewertungspunkt erhalten haben (siehe Tabelle 7). Wie an der Bewertung zu sehen ist, wurden in der Kategorie MobileBusiness die Ideen PersonalCarAssistant und MasterMind mit 5 bzw. 8 Punkten mit am Besten bewertet. Bei dem PersonalCarAssistant handelt es sich dabei um einen Dienst im Auto, der dem Fahrer erlaubt auf seine E-Mails und Kalenderinformationen sowohl über eine visuelle Anzeige als auch über Sprache zuzugreifen. Bei MasterMind handelt es sich um einen komplett auf Sprache basierenden Assistenten, der den beruflichen Kontext des Fahrers in sein Verhalten einbezieht und dem Benutzer hilft immer auf dem neuesten Stand bzgl. der beruflichen Kommunikation sei es über E-Mail, SMS oder Telefonie zu bleiben. Mit zwei Punkten wurde auch der Dienst UnifiedCommunication bewertet bei dem die Idee ist alle aktuell vorhandene Kommunikationskanäle wie Telefonie, E-Mail, SMS, Instant Messaging, Videotelefonie usw. miteinander zu bündeln und dem Nutzer während der Fahrt die Auswahl des passenden Kommunikationskanals zu ersparen. Anhand dieser Ergebnisse wird klar, dass die mobile Kommunikation im Auto zu einem großen Thema geworden ist, das auf der einen Seite von Kunden gefragt, aber auf der anderen Seite noch nicht zu einem genügenden Maße im Auto während der Fahrt möglich ist.

Kategorie	Dienst (Beschreibung)	Bewertung
Mobile Business	Personal Car Assistant	*****
	MasterMind	*****
	Unified Communication	**
Mobile Services	PIADrive	*
	WerkstattService	**
	ParkWunder	*****
Social Network	FollowMe	*
	MyConvoy	****
	Flemo	*****
Navigation	Drive2Meet	**
Entertainment	Mifop	*

Tabelle 7: Bewertung der einzelnen Mehrwertdienste im Umfeld von Audi Connect
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

3.1.4 Diskussion des Anwendungsfalls

Die Umfrage 1 und der durchgeführte Workshop wurden in verschiedenen Kontexten durchgeführt. Die Umfrage I richtete sich an potentielle geschäftliche Kunden von Automobilherstellern und der Workshop wurde bei einem Automobilhersteller durchgeführt. Aus beiden wird jedoch ersichtlich, dass der Anwendungsfall der Kommunikation über E-Mail zum einen ein sehr gefragter ist, da die geschäftliche Welt mittlerweile hauptsächlich über E-Mail kommuniziert. Zum anderen ist die Kommunikation über E-Mail noch ein Anwendungsfall, der zwar auch von Automobilherstellern als relevant angesehen wird, jedoch noch keine richtige Umsetzung in den Autos gefunden hat. Diese Tatsache wird auch von der Literatur widerspiegelt. Studien wie von Alt et al. (2010) und Accenture (2011) geben an, dass bereits über 50% der Autofahrer nicht darauf verzichten wollen während der Fahrt ihre E-Mails bearbeiten zu können. Die Tatsache, dass diese Möglichkeit der Kommunikation im Auto im Auto noch ungenügend integriert ist, führt dazu, dass viele Autofahrer dazu neigen auf diese Kommunikationsdienste von ihren Smartphones während der Fahrt zuzugreifen. Eine Studie aus den USA ergab, dass im Jahr rund ein Fünftel aller Fahrer E-Mails während der Fahrt auf ihren Mobiltelefonen lesen und beantworten (siehe Tabelle 8). Unter jungen Fahrern zwischen 18 und 29 Jahren ist die Zahl rund doppelt so hoch (46% lesen E-Mails und 28% beantworten ihre E-Mails während der Fahrt). Bei der Nutzung von Handys zur SMS Kommunikation sind die Zahlen jedoch erschreckend hoch.

Aktivität	Alle Fahrer			Fahrer 18-29 Jahre		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
SMS auf dem Mobiltelefon lesen/beantworten	31%	31%	32%	71%	71%	64%
E-Mails auf dem Mobiltelefon lesen	15%	17%	21%	32%	37%	46%
E-Mails auf dem Mobiltelefon beantworten	12%	12%	15%	27%	26%	28%

Tabelle 8: Kommunikationsaktivitäten während dem Fahren in den USA in Prozent
(Quelle: (GHSA 2011))

Obwohl solche Autohersteller wie Audi, BMW und Mercedes teilweise bordeigene E-Mail und SMS Kommunikation anbieten oder es in naher Zukunft vorhaben (vgl. Kapitel 2.3.1),

kann die Nutzung noch nicht sicher während der Fahrt durchgeführt werden, denn „[...] schon einfache Funktionen wie das Schreiben einer E-Mail oder einer SMS erfordern eine komplexe Benutzerführung“ (Bauer 2011, 39).

Aus diesem Grund wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit Kommunikation über E-Mail als vordergründiger Anwendungsfall genommen und dessen Durchführung beim Autofahren untersucht. Wie auch schon in der Tabelle 8 angedeutet, ist jedoch Kommunikation über SMS und Instant Messaging ähnlich zu der Kommunikation über E-Mail wenn hier auch die Kommunikationsinhalte kürzer sein können. Aus diesem Grund wird im weiteren Verlauf zwar E-Mail als vordergründiges Szenario genommen, die daraus entstehenden Implikationen lassen sich allerdings auch im Falle von anderen textuellen Kommunikationsmedien anwenden.

3.2 E-Mail Kommunikation als Szenario für mobile Arbeit im Auto

E-Mail Kommunikation gehört zu den erfolgreichsten textuellen Kommunikationsarten unserer Zeit. Im Folgenden soll erörtert werden welche Besonderheiten diese Kommunikationsform mit sich bringt, welche Aufgaben in Verbindung mit dieser Kommunikationsart stehen und welche Herausforderungen bei der Integration ins Auto gegeben sind. Das Kapitel soll mit der Erarbeitung eines Szenarios abgeschlossen werden, das im weiteren Verlauf der Arbeit für die Erforschung dieses Thema genutzt wird.

3.2.1 Besonderheiten der E-Mail Kommunikation

E-Mail als Kommunikationsform ist mindestens genauso alt wie auch das Internet selber. Die Entstehung kann auf kein bestimmtes Jahr datiert werden, sondern es entwickelte sich mit dem Internet. Mittlerweile wird E-Mail sowohl im privaten als auch im beruflichen Alltag verwendet und ist die wichtigste Anwendung des Internets. E-Mail als Kommunikationsform weist viele Besonderheiten auf, die entweder in der Kommunikationsform an sich begründet sind oder sich über die Jahre entwickelt haben. Diese sollen im Folgenden kurz aufgeführt werden:

- *Asynchrone Kommunikationsform:* Im Gegensatz zu synchronen Kommunikationsformen wie z.B. dem Telefonieren, ist das Empfangen und das Beantworten von E-Mail Nachrichten zeitlich versetzt.
- *Vielfältige Nutzungsweise:* Der Erfolg von E-Mail ist der flexiblen Nutzungsform zu verdanken. E-Mails werden zur Verwaltung von Aufgaben, Erinnerungen, Notizen, Kontakten usw. verwendet und somit hat es sich zu einem universellen Werkzeug entwickelt (Mackay 1988; Whittaker/Sidner 1996; Ducheneaut/Bellotti 2001).
- *„Trägerfunktion“:* E-Mail Nachrichten werden dazu genutzt Anhänge, Termineinladungen, Statusinformationen usw. zu versenden (Sumner 1988).
- *Individuelle Nutzungsweise:* E-Mail Postfächer werden unterschiedlich verwaltet. Die sogenannten „frequent filers“ halten ihren Nachrichteneingang immer leer und beantworten sofort Nachrichten, „spring cleaners“ säubern ihren Eingang monatsweise und „no filers“ halten ihren Nachrichteneingang unaufgeräumt und verwenden die Suchfunktion zum Auffinden von E-Mails (Mackay 1988).
- *Informierender Charakter:* nahezu die Hälfte aller versendeten E-Mails haben einen informierenden Charakter und bedürfen keiner Antwort (üblicherweise bezeichnet als „For Your Information - FYI“-Nachrichten) (Verdot et al. 2011).

- *Informationsüberflutung*: Durch den Erfolg der E-Mail als Kommunikationsform wird diese leider auch für unerwünschte Nachrichten, meist Werbemails, gebraucht (Spam-Mails). Mittlerweile liegt global der Anteil an Spam-Nachrichten bei 60%-70% (Symantec 2013).

3.2.2 Aufgaben bei der E-Mailkommunikation

Da jeder Nutzer von E-Mail seine eigene Nutzungsweise entwickelt hat (siehe *Individuelle Nutzungsweise* in Kapitel 3.2.1), lassen sich die Aufgaben, die man ausführt schlecht beschreiben. In der wissenschaftlichen Literatur lassen sich einige Auseinandersetzungen mit der Frage finden wie eine Taxonomie von E-Mail Aufgaben ausschauen könnte (Jamson et al. 2004; Wasiak et al. 2010; Larry 2010; Muthusamy et al. 1999). Obwohl die bisher in der Literatur aufgestellten Taxonomien vielfältig sind, sollen an dieser Stelle nur die wichtigsten Aufgaben im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation erwähnt werden:

- *Mail Postfach Verwalten*: Hierzu gehören alle Aufgaben, die zur Verwaltung und zur schnellen Auffindung von einzelnen Nachrichten oder Unterhaltungen hilfreich sind wie Filtern, Suchen, Ordnen, Kategorisieren usw.
- *E-Mail Lesen*: Das Lesen einer E-Mail ist eine elementare Aufgabe und kann entweder mit einer einzelnen E-Mail erfolgen oder mit einer E-Mail Konversation.
- *E-Mail Beantworten*: Das Beantworten einer E-Mail oder einer E-Mail Konversation beinhaltet das Schreiben oder Diktieren einer E-Mail Nachricht.

Diese Taxonomie soll im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendet werden, um die Machbarkeit der E-Mail Kommunikation am Steuer zu untersuchen.

3.2.3 Herausforderungen der Nutzung am Steuer

Obwohl E-Mail schon eine alte Kommunikationsform ist, gehen Automobilhersteller mit der Integration ins Fahrzeug nur zögerlich um. Die Gründe dafür sind vielfältig. Zum einen sind es die technischen Limitationen, mit denen die Autobauer zu kämpfen haben wie z.B. die Nutzung von E-Mail über Sprachein- und ausgabe (Bauer 2011). Zum anderen ist es auch die individuelle Art und Weise wie jeder Einzelne sein E-Mail Postfach organisiert, die E-Mails liest und diese beantwortet. Wie auch bei Instant Messaging und SMS werden Nachrichten in unterschiedlichen Stilen formuliert und es werden viele Abkürzungen verwendet, die eine einheitliche Lösung seitens der Automobilhersteller erschweren (Bellotti et al. 2003; Dabbish et al. 2005). Doch das wohl größte Hindernis ist die Fahrerablenkung, die bei der Nutzung der E-Mail Kommunikation entsteht. Das Ausmaß der Ablenkung wird am Besten in der Studie von der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) sichtbar (NHTSA 2012). In der Abbildung 3-2 wird das Risikopotenzial von verschiedenen sekundären Aufgaben angegeben. Betrachtet man nur die Aufgaben die auf einem Mobiltelefon im Auto durchgeführt werden, so wird ersichtlich, dass das Lesen und Schreiben von Nachrichten auf einem Mobiltelefon um das rund 23-fache ablenkender ist als das Telefonieren am Steuer ohne eine Freisprecheinrichtung.

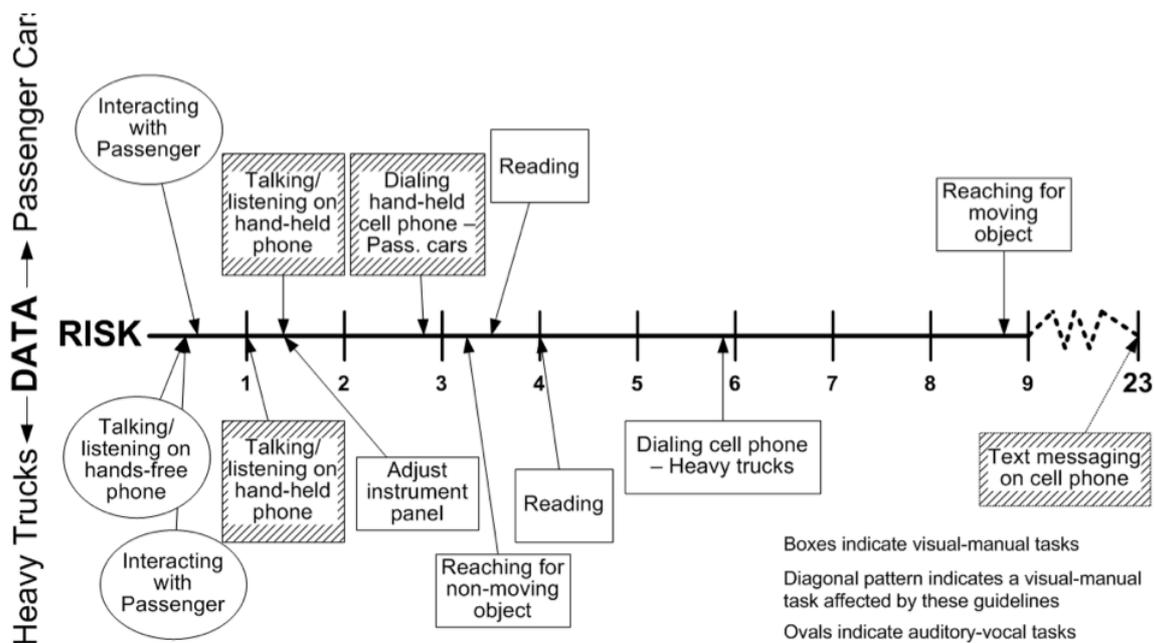


Abbildung 3-2: Risiko eines Verkehrsunfalls bei sekundären Aufgaben
(Quelle: (NHTSA 2012))

Eine aktuelle Studie von Strayer et al. (2013) untersuchte vorwiegend die sprachbasierte Durchführung von verschiedenen Aufgaben am Steuer. Auf einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 das Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe ist, nahm das Anhören eines Audiobuchs 1.75 ein und das Diktieren von Nachrichten rund 3 ein. Dies zeigt die große Herausforderung auf, mit der man es zu tun hat wenn man eine sichere Textkommunikation am Steuer ermöglichen möchte. Im Gegensatz zum Telefonieren am Steuer, wurde die Textkommunikation während dem Fahren noch ungenügend erforscht (Young et al. 2007). Zur expliziten Erforschung des Anwendungsfalls der E-Mail Kommunikation am Steuer existieren aktuell nur wenige Studien (vgl. (Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004; Truschin et al. 2011)). Im Allgemeinen ist der Bereich der asynchronen Kommunikation im Gegensatz zur synchronen Kommunikation noch sehr schlecht erforscht. Besonderheiten hier sind große Datenmengen, mit denen man als Fahrer konfrontiert wird und die Art wie mit diesen umgegangen wird.

3.2.4 Szenario

Um das Thema der E-Mail Kommunikation am Steuer konkret zu erforschen, wird im Folgenden ein Szenario aufgestellt an dem sich die folgenden Kapitel orientieren sollen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Szenario möglichst realistisch ist und auch die Besonderheiten der Nutzung der E-Mail Kommunikation einfließen, die in verschiedenen Studien zur mobilen Arbeit im Auto beschrieben werden (Flyte 2000; Alt et al. 2010; Eost/Flyte 1998; Laurier 2004; Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004).

Szenariohintergrund

Hermann Mustermann ist ein freiberuflicher Mitarbeiter in der Pharmaindustrie, der für die Firma Mayer AG in München verschiedenste Beratungstätigkeiten für die Kunden der Firma übernimmt. Herr Mustermann hat es mit sehr vielen Kunden der Firma zu tun, die an unterschiedlichsten Standorten rund um München ansässig sind. Wegen den vielen Terminen,

die Herr Mustermann tagtäglich hat und den vielen Kundenstandorten ist Herr Mustermann auf seinen Geschäftswagen angewiesen mit dem er hauptsächlich zu den Kundenterminen unterwegs ist.

Szenariobeschreibung

(S1) 7:00: Der erste Kundentermin ist bereits früh morgens. Über den Abend und die Nacht sind viele für den Tag relevante E-Mails von Kunden eingegangen. Der erste Kundentermin wird voraussichtlich rund 3 Stunden dauern. Herr Mustermann kann es sich jedoch nicht leisten seine E-Mails erst während der Mittagspause durchzulesen. Um die längere Fahrzeit zum ersten Kunden optimal zu nutzen, druckt Herr Mustermann kurzerhand seine E-Mails auf Papier aus und liest diese neben der Autofahrt notdürftig am Lenkrad.

(S2) 13:00: Der nächste Kundentermin steht an zu dem Herr Mustermann mit dem Auto unterwegs ist. Dieser Kunde wollte Herr Mustermann noch die letzten Projektinformationen schicken, da diese am Vormittag noch nicht fertig waren. Wegen der Wichtigkeit der Informationen neigt Herr Mustermann immer wieder dazu während der Fahrt auf sein Smartphone zu schauen, um den Eingang neuer E-Mails zu überprüfen. Über die neu eingegangenen E-Mails wird kurz mit den Augen drüber geflogen. Obwohl nicht von einem ernsthaften Lesen der E-Mails die Rede sein kann und Herr Mustermann merkt, dass es ihn vom Fahren stark ablehnt, geht ihm jedoch die Arbeit an dieser Stelle vor.

(S3) 15:00: Der letzte Kundentermin wurde überzogen und somit eilt Herr Mustermann zum nächsten anstehenden Termin. Wegen des zähfließenden Verkehrs ist es jedoch absehbar, dass Herr Mustermann zu spät zum nächsten Termin kommt. Da Herr Mustermann nicht über die Telefonnummer des Organisators des Termins verfügt, versucht er ihm über sein Smartphone eine kurze E-Mail zu schreiben. Dabei übersieht er, dass das Auto vor ihm scharf bremst. Zum Glück schafft es Herr Mustermann noch rechtzeitig auf die Bremse zu treten.

(S4) 17:00: Bevor es in den verdienten Feierabend geht, ruft noch ein Kunde an und möchte sich mit Herrn Mustermann doch noch kurzfristig treffen. Da Herr Mustermann sich nicht mehr genau an den E-Mail Verkehr mit dem Kunden erinnern kann, versucht er noch während dem Fahren auf seinem Smartphone den Verlauf der letzten Konversationen zusammensuchen. Dabei ist ihm nicht wirklich wohl, da er immer wieder die Seitenlinien streift. Aber andererseits möchte Herr Mustermann ja auch nicht unvorbereitet ankommen.

3.2.5 Diskussion

Das Hauptanliegen bei der Nutzung von E-Mail als Kommunikationsform am Steuer ist die drohende Fahrerablenkung, die im schlimmsten Fall zu einem Verkehrsunfall führen kann. Vergleicht man die verschiedenen Aufgaben im Kontext der E-Mail Kommunikation wie das Raussuchen von Nachrichten, das Lesen von Nachrichten und das Beantworten von Nachrichten mit den typischen Fahreraufgaben wie die Bedienung eines Radios oder die Nutzung eines Navigationssystems, so liegen die Unterschiede auf der Hand. Beim E-Mailen hat man es mit großen Mengen an textuellen Informationen zu tun, die vom Fahrer wahrgenommen werden müssen. Hier liegt die Herausforderung darin möglichst schnell die relevanten E-Mails zu finden und diese den Fahrer wahrnehmen zu lassen ohne ihn vom Fahrgeschehen abzulenken. Abgesehen von der Programmierung eines Navigationssystems während der Fahrt, beinhaltet das Folgen von Navigationsanweisungen ein Wahrnehmen von relativ kurzen Informationen. Vor allem das Beantworten von E-Mails stellt eine

Herausforderung dar, denn hier müssen komplette Texte verfasst werden. Die genannten Probleme und Herausforderungen sind jedoch nicht nur beim E-Mailen gegeben. Relativ umfangreiche Inhalte müssen auch beim Instant Messaging und beim Kommunizieren über Social Media wahrgenommen und beantwortet werden. Die genannten Kommunikationsformen sind insofern ähnlich, als dass es sich hier auch um asynchrone textuelle Kommunikation handelt. Das Szenario, das im Kapitel 3.2.4 beschrieben wurde, ist anhand der analysierten Literatur und den Beobachtungen aus dem Alltag entstanden. Obwohl die beschriebenen Vorkommnisse nur bei den wenigsten jeden Tag in diesem Umfang eintreten, können auch schon die einzelnen beschriebenen Situationen zu einem Verkehrsunfall führen.

3.3 Gestaltung der sichere E-Mail Kommunikation im Auto

Obwohl das Bearbeiten von E-Mails sich als relevanter Anwendungsfall herauskristallisiert hat (siehe Kapitel 3.1), existiert vorerst nur eine überschaubare Anzahl an Lösungen, die diese Tätigkeit während der Fahrt erlauben (siehe Kapitel 2.3). Zudem ist unklar wie sich diese Lösungen auf die Fahrerablenkung auswirken. Vor allem die Lösungen der Automobilhersteller basieren auf alten Lösungsansätzen (wie z.B. das Bearbeiten von E-Mails über den eingebauten Bildschirm), die dem Fahrer während der Fahrt nicht zumutbar sind. Ein Grund dafür sind die technischen Restriktionen in Fahrzeugen, an die sich die Automobilhersteller halten müssen. An dieser Stelle war es daher wichtig eine Methode zur Konzeption zu verwenden, die auf Kreativität setzt und einen die technischen Restriktionen vergessen lässt. Im Folgenden wird zunächst die Methode des Design Thinking erläutert und im Anschluss die verschiedenen prototypischen Lösungen beschrieben, die mit Hilfe dieser Methode erstellt wurden. Anschließend werden anhand der entwickelten Lösungen relevante Gestaltungsbereiche identifiziert und darauf eingegangen welche bestehenden Richtlinien und Standards (siehe Kapitel 2.5.2) Anwendung fanden.

3.3.1 Design Thinking als Vorgehensmodell

Design Thinking ist eine Innovationsmethode, die auf die zum ersten Mal von Winograd (1996) eingeführt wurde. Dabei ist der Hauptgedanke bei Design Thinking, dass man die starren Denkstrukturen basierend auf Analyse und Logik aufbricht, und den Weg zur spielerischen Entdeckung ebnet, die Angst vor dem Versagen nimmt und einem auch den Mut gibt auf den ersten Blick unlogische Lösungen zu kommen. Beim Design Thinking Prozess sollen kreative Techniken zu zielgerichteten Innovationen führen bei denen verschiedene betriebswirtschaftliche Faktoren, unterschiedliche Stakeholder und zahlreiche Umsetzungsmöglichkeiten einbezogen werden sollen. Somit stellt Design Thinking einen hervorragenden Designprozess dar mit dem es möglich ist an die Bedürfnisse der Menschen angepasste Produkte und Services zu entwickeln (Wylant 2008; Brown 2008; Kelley 2001). Die Stärke dieser Methode ist jedoch in erster Linie, dass es innovative Lösungen hervorbringt, die verschiedene Faktoren wie die Wirtschaftlichkeit (Wirtschaftlicher Faktor), die Anziehungskraft (Menschlicher Faktor) und die Umsetzbarkeit (Technischer Faktor) einbezieht (Weiss 2002). Damit können ganzheitliche Lösungen hervorgebracht werden.

Damit Design Thinking aber überhaupt stattfinden kann, müssen einige Voraussetzungen geschaffen sein. Basis jedes Design-Thinking-Prozesses bildet immer das Team, das interdisziplinär aufgestellt sein sollte. Durch eine Mischung der Disziplinen in einem Team hat jedes einzelne Mitglied des Teams einen anderen Blickwinkel auf das Problem und die möglichen Lösungsansätze und bringt eigene Erfahrung aus seinem Kompetenzfeld mit. Die

Menschen, die das Team bilden, müssen jedoch auch persönliche Voraussetzungen erfüllen. Sie müssen nicht nur fachspezifisches und analytisches Fachwissen aus der eigenen Disziplin mitbringen, sondern auch offen für das Fachwissen aus den anderen Disziplinen sein, das andere Mitstreiter mitbringen. Hier ist die Herausforderung eigenes Wissen mit dem der anderen zu vernetzen und eine gemeinsame Sprache zum Austausch zu finden. Um die Kreativität in der Zusammenarbeit des Teams zu fördern, müssen jedoch auch die Räumlichkeiten bestimmten Anforderungen entsprechen: flexible Möbel, Rückzugsorte, viel Platz an den Wänden, Möglichkeiten zum Zeichnen und Visualisieren fördern die Zusammenarbeit im Team und verhelfen zu kreativeren Lösungen. Ebenfalls wichtig ist auch der Umgang mit Ideen. Es ist nur die Qualität der Idee entscheidend und nicht von wem sie kommt und welche Stellung derjenige in der Organisation einnimmt. Nichtsdestotrotz sollten Ideen, die die meiste Aufmerksamkeit erhalten, auch vom Management in der Umsetzung unterstützt werden.

Obwohl es bei Design Thinking einen idealtypischen Prozess gibt, der in der Abbildung 3-3 zu sehen ist, wird ausdrücklich betont, dass dieser eher ein Rahmenwerk aus einzelnen Schritten ist an dem man sich orientieren kann. Die Reihenfolge der Schritte ist nicht bindend und man kann theoretisch auch nicht am Anfang des Prozesses anfangen, sondern bei jedem beliebigen Schritt. So ist es beispielsweise bei Vorhandensein von Prototypen möglich zuerst mit diesen anzufangen (siehe Schritt „Prototyping“ in der Abbildung 3-3).

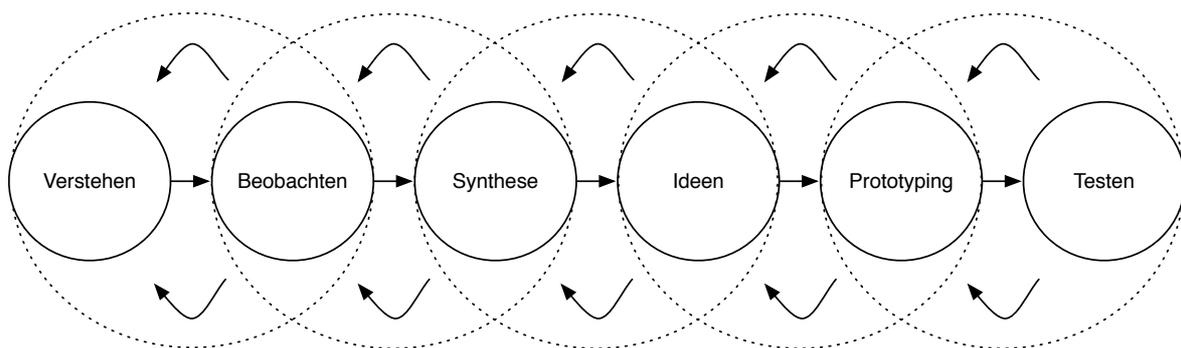


Abbildung 3-3: Design Thinking Prozess
(Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Winograd 1996))

Das Besondere bei dem Design-Thinking-Prozess ist die Idee, dass die einzelnen Schritte lieber sehr schnell durchlaufen werden sollten und man sich bei jedem einzelnen Prozessschritt nicht lange aufhält: „The faster we make our ideas tangible, the sooner we will be able to evaluate them, refine them, and zero in on the best solution“ (Brown 2008, 89). Dabei kann man auch einige Schritte zurückgehen, um neue Gedanken einfließen zu lassen und auch Schritte zu überspringen. Obwohl diese Freiheiten gegeben sind, ist festgelegt was in den einzelnen Prozessschritten erfolgen sollte. Die einzelnen Elemente des Prozesses werden im Folgenden kurz erläutert (Brown 2008):

Verstehen

In dieser Phase soll die Problemstellung verstanden werden, das damit verbundene Problemfeld, die Einflussfaktoren und die Bedingungen erfasst werden. Einen wichtigen Schritt in diesem Zusammenhang bildet die Rechercheaktivität, um alle Teammitglieder auf den gleichen Stand der Dinge zu bringen. Dabei ist es erlaubt die Fragestellung selbst zu

hinterfragen, die Ausrichtung zu schärfen und zu fokussieren. Das erfordert eine saubere Vorbereitung und Durchführung der Recherche.

Beobachten

Recherche ist auch ein wesentlicher Teil der Phase des Beobachtens. Dabei liegt hier der Fokus primär auf qualitative Untersuchungen bei Menschen. Dabei kann es sich um aktuelle oder potentielle Nutzer von bestimmten Produkten oder Services handeln, aber auch nicht nur solche. Gerade solche Personen, die der Nutzung negativ gegenüber stehen können die größte Informations- und Inspirationsquelle sein. Die Aktivität des Beobachtens beinhaltet jedoch auch den Kontakt mit den Personen deren Verhalten man beobachtet. Dialoge und Interaktionen sollen vor allem im Kontext der Nutzung durchgeführt werden, um ein möglichst realistisches Bild von der Nutzung und von dem Verhalten des Nutzers zu bekommen (IDEO 2003). Alle Erkenntnisse, Materialien und Informationen beim Verstehen und dem Beobachten sollen natürlich möglichst nicht unentdeckt abgelegt werden, sondern so gut wie es nur geht visualisiert und somit zu einer Gesprächsgrundlage gemacht werden. Mögliche Formate dafür sind Bilder, Skizzen, Notizen, Videos usw., die an den Arbeitsflächen allen zur Verfügung gestellt werden sollten (Pratschke 2008; Tufte/Moeller 1997).

Synthese

Bei der Synthese geht es darum alle Informationen, die man in den Phasen des Verstehens und des Beobachtens gesammelt hat, zusammenzufassen und anderen Teilnehmern zur Verfügung zu stellen. Zunächst werden alle verfügbaren Informationen an den Wänden angebracht und in narrativer Form vorgestellt. Hierbei ist es weniger wichtig einfach die erarbeiteten Informationen darzulegen, sondern eher versuchen diese in einem Dialog zu diskutieren und zu interpretieren. Das soll einen einheitlichen Wissensstand bei allen Beteiligten schaffen und bereits erste Erkenntnisse zu einem möglichen Lösungsansatz liefern. Hierbei ist es hilfreich mit allen Beteiligten so nah an der Information wie möglich zu stehen, um eine Atmosphäre des Diskutierens zu schaffen. Statt an den Tischen zu sitzen, sollen die Teammitglieder an den Wänden stehen, Informationen in Form von Bildern und Notizen gruppieren, strukturieren und anreichern. In den gesammelten Informationen sollen Muster entdeckt und herausgearbeitet werden. Dabei hilfreich können diagrammatische Übersichten wie beispielsweise Mengen- und Zwiebel diagramme sein, die Informationen synthetisieren, sie in ein Relationsverhältnis bringen und sie übersichtlich und verständlich darstellen. Das Ergebnis dieser Phase sind die gesammelten Materialien in aggregierter, aufbereiteter und kommunizierbarer Form, die sich in den nachfolgenden Phasen verwenden lassen.

Ideen

Aufbauend auf den Materialien und Diskussion aus den vergangenen Phasen sollen erste Ideen generiert werden. Ein klassischer Ansatz dazu stellt das Brainstorming dar. Dabei ist es ungemein wichtig konkrete Fragestellungen aus den verschiedenen Innovationsfeldern abzuleiten. Denn die entstehenden Ideen können nur so gut sein wie die dazu verwendeten Fragestellungen. Visualisierungen in Form von Skizzen, Bildern und Notizen helfen auch hier die Ideen den anderen zu kommunizieren. Beim Brainstorming ist es wichtig möglichst viele Ideen zu sammeln ohne die Machbarkeit und die Relevanz zu hinterfragen. Sind die Ideen gesammelt, so folgt die Strukturierung der Masse an Ideen, die von den Teammitgliedern

hervorgebracht wurden. Um die Ideen zu sortieren und zu gruppieren eignen sich beispielsweise Post-It-Notes sehr gut. Letztendlich sollen die Ideen anhand der bereits weiter oben genannten Gesichtspunkten wie Anziehungskraft, Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit bewertet werden.

Prototyping

Schnelles und iteratives Prototyping ist ein wichtiges Element des Design Thinking. Die Prototypen, die dabei entstehen, können dabei recht rudimentär sein wie Skizzen, „Papier und Schere“-Modelle, Rollenspiele bis hin zu vollwertigen Ausarbeitungen, die aber jedoch eher in mehreren Iterationen entstehen. Wichtig an dieser Stelle ist, dass ein Prototyp nicht nur zur Veranschaulichung einer Idee dient, sondern auch als weiterer Ideengeber. So können anhand von prototypischen Umsetzungen Kombinationen aus verschiedenen Ideen motiviert, neue Ideen zur Entstehung gebracht und aber auch Ideen verworfen werden.

Testen

Beim Testen der erstellten Prototypen und Konzepten geht es darum diese möglichst vielen außenstehenden Personen zu zeigen und somit Feedback einzuholen. Die Reaktionen und das Verhalten bei der Nutzung sind hier ausschlaggebend dafür, ob eine Idee weiterverfolgt, modifiziert oder verworfen werden sollte. Das dabei Gelernte sollte dabei auf keinen Fall verloren gehen, sondern dokumentiert und für die nächsten Iterationen der Phasen allen zugänglich gemacht werden.

3.3.2 Explorative Konzeption

Gemäß der zweiten Forschungsfrage (siehe Kapitel 1.3) ging es in diesem Teil der Arbeit darum anhand des Anwendungsfalls der E-Mail Kommunikation im Auto explorativ zu erörtern welche Gestaltungsmöglichkeiten für solche bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme im Auto gegeben sind, welche Gestaltungsbereiche bereits gut erforscht wurden und welche weiterer Nachforschungen bedürfen. Um die explorative Komponente zu unterstreichen und auf möglichst innovative Lösungen für die in dem Kapitel 3.2.3 zu erarbeiten Fragestellungen zu kommen, wurde der im Kapitel 3.3.1 beschriebene Design-Thinking Ansatz verwendet.

3.3.2.1 Zielstellung und Vorgehensweise

Die Entwicklung der verschiedenen Lösungsansätze für die E-Mail Kommunikation im Auto erfolgte im Rahmen verschiedener studentischer Arbeiten und Praktika. Hier handelte es sich meistens um interdisziplinäre Projekte bei denen die Studenten in Teams von 2-3 Personen den Design-Thinking-Ansatz für verschiedene spezifische Fragestellungen im Kontext der E-Mail Kommunikation im Auto anwenden konnten. Die leitende Frage auf denen alle Arbeiten basierten war die folgende:

Wie kann eine sichere Nutzung der E-Mail Kommunikation am Steuer erfolgen?

Die einzelnen Projekte beschäftigten sich jedoch mit spezielleren Fragestellungen vor dem Hintergrund der leitenden Frage, denn wie schon oben angemerkt, ist die Qualität der Ergebnisse immer auch von der Qualität der Fragestellung abhängig. Hierbei wurde darauf geachtet sich bei jedem Projekt auf eine spezielle und konkret formulierte Fragestellung zu fokussieren und diese möglichst umfassend anhand des Design-Thinking-Prozesses zu bearbeiten. Das in dem Kapitel 3.2.4 aufgestellte Szenario für mobiles Arbeiten im Auto wurde in Teilen als Motivation für die einzelnen Entwicklungen verwendet. Dem Bedarf nach Interdisziplinarität in den Projektteams und nach kreativen eingerichteten Räumen wurde versucht nachzukommen. Studenten kamen aus verschiedenen Disziplinen und brachten somit unterschiedliche Expertisen mit. Das speziell eingerichtete Automotive Service Lab am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der TU München diente dabei den einzelnen Teams als Kreativumgebung in der an den Projekten jederzeit gearbeitet werden konnte. Der Raum verfügte über Whiteboards und speziell eingerichtete Wandflächen für Post-It-Notizen und Möbel, um einer kreativen Umgebung gerecht zu werden. Zudem konnten für die prototypischen Entwicklungen Apple iMacs und iPads verwendet werden. Für das Testen der erstellten Prototypen hatten die studentischen Teams Zugriff auf einen speziell umgebauten Audi A4 in dem die Dienste getestet und potentiellen Nutzern gezeigt werden konnten. Paar Impressionen der beschriebenen Umgebung sind der Abbildung 3-4 zu entnehmen.



Abbildung 3-4: Design-Thinking-Prozess im Automotive Services Lab
(Quelle: Eigene Abbildung)

Die einzelnen Projektarbeiten dauerten je ca. 6 Monate. Somit stand genug Zeit zur Verfügung, um mehrere Iterationen des Design-Thinking-Prozesses durchzulaufen. Für die Phase des Verstehens und des Beobachtens wurde dabei das Material zum Thema mobiles Arbeiten am Steuer und Fahrerablenkung verwendet, das in den Kapiteln 2.1, 2.3 und 2.4 dargelegt ist. Dieses Wissen wurde dabei immer durch neue Erkenntnisse erweitert und von allen Projektteams verwendet. In der Phase der Ideenentwicklung wurde der klassische Ansatz des Brainstormings verwendet, der meistens in der kreativen Umgebung des Automotive Service Labs angewendet wurde. Die prototypischen Entwicklungen umfassten sowohl Mockups auf Powerpoint-Basis bis hin zu voll funktionsfähigen Prototypen. Es war von besonderer Bedeutung die prototypischen Entwicklungen für potentielle Kunden „erlebbar“ zu machen, d.h. diesen die Möglichkeit zu geben eine potentielle Lösung wirklich mit Händen auszuprobieren. Dabei wurde auch nicht davor zurückgeschreckt prototypische Entwicklungen zu verwerfen und die gewonnenen Erkenntnisse in neue Idee einfließen zu lassen.

3.3.2.2 Explorative Entwicklungen

Im Folgenden sollen kurz die eigentlichen Entwicklungen aus den verschiedenen Projekten beschrieben werden. Jede Entwicklung war durch eine Frage motiviert, die sich an der

allgemeinen Fragestellung wie eine sichere E- Kommunikation während der Fahrt ermöglicht werden kann, orientierte. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen werden im Folgenden nur kurze Beschreibungen der entwickelten Dienste gegeben.

Mobile Mail

Beim IT-basierten Dienst MobileMail war die grundlegende Frage welche Grundeigenschaften ein an Bord eines Autos integriertes E-Mail Kommunikationssystem aufweisen sollte. Ziemlich schnell kam man zur Erkenntnis, dass eine Nutzung von E-Mail während der Fahrt über einen eingebauten Bildschirm viel zu hohe Ablenkung verursachen würde. Denn bei einer E-Mail Kommunikation hat es der Fahrer im Gegensatz zu beispielsweise der Navigation mit vielen textuellen Inhalten zu tun, die während der Fahrt nicht von einem Bildschirm abgelesen werden können. Aus diesem Grund setzt MobileMail auf komplett sprachbasierte Interaktion mit dem Benutzer. Die optionale Interaktion mit dem Bildschirm sollte dabei nur eine unterstützende Funktion haben, um beispielweise wichtige Informationen wie den Betreff oder die Absender einer E-Mail Nachricht anzuzeigen. Die Interaktion über die Sprache erfolgte anhand der Verwendung von Sprachbefehlen wie „Vor“, „Zurück“, „Vorlesen“ usw. Jedoch wurde im Verlauf der Konzeption eingesehen, dass die Verwendung von Sprachbefehlen von jedem Fahrer erlernt werden muss, denn jede Abweichung von einem fest definierten Sprachbefehl wird normalerweise vom System nicht verstanden. Aus diesem Grund wurde für MobileMail auch eine natursprachliche Interaktion angestrebt, bei der man als Benutzer sein Vorhaben in einem Satz formulieren konnte. MobileMail diente im weiteren Verlauf der Arbeit als Basis für weitere Entwicklungen wie beispielsweise den verschiedenen Ausprägungen des Personal Car Assistants (PCA), die im Folgenden näher beschrieben werden.

Personal Car Assistant (Fokus Navigation E-Mail Postfach):

Der Dienst Personal Car Assistant ist eine Weiterentwicklung des MobileMail Dienstes. Gemäß der Taxonomie der Aufgaben im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation (vgl. Kapitel 3.2.2) bestand hier das Ziel darin zu erörtern wie man als Fahrer mit der Masse an E-Mails in einem Postfach zurechtkommen kann und wie man die für einen gegebenen Kontext relevanten E-Mails findet. Zunächst bietet diese Version des Personal Car Assistants eine Übersichtsfunktion bei der neu eingegangene E-Mails, anstehende Termine usw. dem Fahrer in einem 1-2 minutigen „WrapUp“ zusammengefasst werden: „Sie haben 5 neue E-Mails und außerdem 3 anstehende Termine...“ (siehe Abbildung 3-5). Dadurch ist es für den Fahrer möglich ohne großen Aufwand ein Gefühl dafür zu bekommen mit wie vielen neuen Nachrichten er es zu tun hat, von wem diese sind und um welches Thema es in diesen Nachrichten geht. Diese Funktion könnte z.B. immer dann genutzt werden wenn der Fahrer eine Reise antritt (siehe beispielsweise S1 der Szenariobeschreibung im Kapitel 3.2.4). Das Auffinden von relevanten E-Mails zu einem Sachverhalt oder einem bestimmten Thema ist selbst an einem Rechner nicht immer ganz leicht. Aus diesem Grund bietet der Personal Car Assistant die Funktion zu einem themenbasierten Filtern des Posteingangs. Befehle wie „themenbasierte Suche“ und die Angabe des Themas wie „Projekt X“ filtern das E-Mail Postfach nach diesem Schlagwort und präsentieren dem Fahrer die entsprechenden Befehle zu einem Thema. Somit kann unnötige Fahrerablenkung wenn man versucht während der Fahrt bestimmte Inhalte zu finden (vgl. Szenario S4 im Kapitel 3.2.4) hierdurch vermieden werden. In diesem Zusammenhang wurde in den Personal Car Assistant auch die Funktion der Vorhersage des Kontexts eingebaut. Fährt man in der Früh gegen 8 Uhr immer zur Arbeit, so wird es vom System erkannt und es werden einem nur geschäftliche E-Mails vorgelesen. Fährt man dagegen um 18 Uhr nach Hause, so wird es ebenfalls anhand der historischen

Werte erkannt und nur die privaten E-Mails werden aufbereitet. Zudem wurde damit experimentiert die zusammengehörigen E-Mails in Threads oder Konversationen zusammenzufassen, um dem Fahrer die Suche nach zugehörigen E-Mails während der Fahrt zu ersparen.



Abbildung 3-5: Wrap-Up Übersicht des Personal Car Assistants
(Quelle: Eigene Abbildung)

Personal Car Assistant (Fokus Lesen von Nachrichten):

Der Fokus in dieser Version des Personal Car Assistants (PCA) lag ebenfalls gemäß der im Kapitel 3.2.2 erarbeiteten Taxonomie der E-Mail Kommunikation auf der Frage wie man einzelne E-Mails bzw. ganze E-Mail Threads am Besten aufnehmen kann ohne sich als Fahrer im Straßenverkehr einer Gefahr auszusetzen. Hierdurch entstanden viele Ideen wie eine E-Mail dem Fahrer präsentiert werden kann. Zunächst stand außer Frage den Inhalt einer kompletten E-Mail auf dem im Auto integrierten Display anzuzeigen. Aus diesem Grund werden E-Mails beim Personal Car Assistant einem über Sprachsynthese wiedergegeben. Da vor allem beim Vorlesen von kompletten E-Mail Konversationen nur schwer unterschieden werden kann welchem Sender welche Nachricht gehört, liest der PCA die Nachrichten mit unterschiedlichen Stimmen vor. Wie auch bei Telefonkonferenzen bei denen wir unser Gegenüber nicht sehen können, fördern die verschiedenen Stimmen der Teilnehmer ein besseres Verständnis (siehe Abbildung 3-6). Das Aufnehmen von kompletten Nachrichten kann vor allem bei längeren Nachrichten zu einer langwierigen Aufgabe für den Fahrer werden und aus diesem Grund fasst der PCA längere Nachrichten anhand vorher festgelegter Algorithmen zusammen, ohne die komplette Nachricht wiederzugeben. Dadurch soll der Fahrer zwar die Idee von den Inhalten einer Nachricht bekommen, aber trotzdem nicht mit der kompletten Länge konfrontiert werden. Die Funktion der Zusammenfassung von Nachrichten ist insbesondere sehr hilfreich wenn der Fahrer auch an textuellen Anhängen wie z.B. den Gesprächsprotokollen interessiert ist. Da Fahrer nicht allen Verkehrssituationen bereit sind sich mit E-Mails auseinanderzusetzen, sondern nur in Phasen wie bei einem Stau, dem Stehen

an der roten Ampel usw. wird vom PCA auch die Vorlesedauer der einzelnen Nachrichten angezeigt. Somit ist es für den Fahrer möglich selber zu bestimmen wann und für welche Zeit er sich mit E-Mails beschäftigt. Angabe der textuellen Komplexität einer Nachricht kann ebenfalls dem Fahrer eine bessere Vorstellung von den Inhalten geben. Des Weiteren wurde in diesem Zusammenhang mit optischen Anker beim Vorlesen der Nachrichten experimentiert. Beispielsweise zeigt PCA beim Vorlesen einer Nachricht keine textuellen Informationen an, sondern Bilder von den Absendern und den Inhalten (siehe Abbildung 3-6), um dem Fahrer ein besseres Verständnis von den E-Mails zu geben. Alle beschriebenen Funktionalitäten richten sich vor allem an den Teil S2 des im Kapitel 3.2.4 beschriebenen Szenarios.

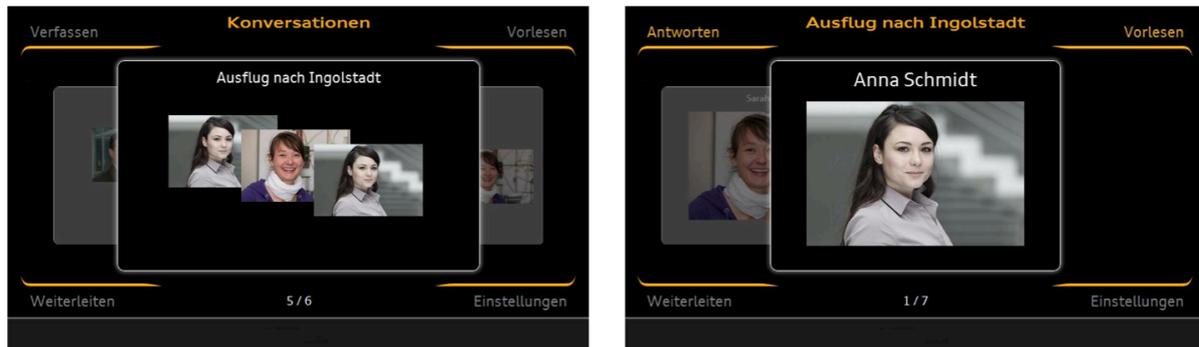


Abbildung 3-6: Vorlesen von E-Mails im Personal Car Assistant
(Quelle: Eigene Abbildung)

Personal Car Assistant (Fokus Beantworten von Nachrichten):

Diese Weiterentwicklung des Personal Car Assistants befasste sich mit der Frage wie man während der Fahrt auf eine E-Mail Nachricht antworten kann ohne dabei die Fahrsicherheit zu gefährden. Das Beantworten von E-Mails über Sprache stellt intuitiv eine größere Herausforderung dar als nur das reine Anhören von Nachrichten. Das schwierige beim Beantworten von E-Mails ist wegen der textuellen Natur von E-Mails die Umwandlung des Gesprochenen in einen Text. Der aktuelle Stand der automatisierten Spracherkennung lässt bisher kein zuverlässiges Erkennen des Gesprochenen zu und macht damit das Verfassen von Nachrichten über Sprache zu einer Herausforderung. Der PCA lagert diese Aufgabe in einen Pico-Job²⁶ aus. Hierbei kann man seine E-Mail Nachricht am Telefon diktieren und beispielsweise die Sekretärin oder der Mitarbeiter einer Servicehotline wandelt das Gesprochene in Text um und schickt die fertige Nachricht selbständig ab. Obwohl diese Art des Verfassens der Nachrichten am Steuer eine Ähnlichkeit zum Telefonieren erlangen würde, sind noch Vertraulichkeitsfragen zu klären. Denn insbesondere geschäftliche E-Mails sollen nicht von anderen Personen als dem Empfänger gelesen werden. Des Weiteren zeigt der PCA den aktuellen Online-Status der Absender an. Sollte der Absender der Nachricht auf die man als Fahrer antworten möchte, online sein, so hat man die Möglichkeit diesen sofort anzurufen. Das mühsame Verfassen einer Nachricht entfällt somit. Basierend auf dem Teil

²⁶ Pico-Jobs stellen kleine Aufgaben im Kontext der Produkt- und Serviceentwicklung dar. Diese werden von einer großen Menge Kunden, Nutzern und Konsumenten über das Internet bearbeitet. Beispiel dafür sind Übersetzungsdienste im Internet. Hierbei kann man beispielsweise eine Textpassage bei einem Dienst hochladen und diese wird von einem professionellen Übersetzer bearbeitet und einem wieder zugeschickt. Charakteristisch hier sind die Abgeschlossenheit der Aufgabe und die kurzzeitige Bindung zwischen Kunde und Dienstleister.

des S4 des Szenarios im Kapitel 3.2.4, bietet der PCA auch eine Integration des Kalenders an. Merkt das System anhand des Navigationssystems, das ein drohendes Zuspätkommen bevorsteht, so wird der Organisator des Termins benachrichtigt. Des Weiteren wurde im Rahmen dieser Entwicklung damit experimentiert wie man das Diktieren einer Nachricht zerstückeln kann damit der Fahrer nicht zu lange sich in der Phase des Diktierens aufhält und somit dem Straßengeschehen zu wenig Aufmerksamkeit schenkt. Solche Mechanismen erfordern jedoch weitreichendere Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz.



Abbildung 3-7: Die Diktierfunktion für E-Mails im Personal Car Assistant
(Quelle: Eigene Darstellung)

Unified Communication System:

Der Dienst Unified Communication beschäftigt sich nicht nur mit der E-Mail Kommunikation, sondern mit allen Kommunikationskanälen, die in einem vernetzten Fahrzeug verfügbar sind. Bei Vorhandensein von einem breiten Angebot an Kommunikationsmöglichkeiten wie Telefonie, E-Mail, SMS, Instant Messaging, Videotelefonie, Social Networking usw. stellt sich die Frage wie der Fahrer mit der Auswahl des geeigneten Kommunikationskanals während der Fahrt nicht überfordert werden kann. Die Idee beim Unified Communication System ist es in den Augen des Fahrers einen einzigen einheitlichen Kommunikationskanal zu haben. Möchte man beispielsweise wie im Teil S3 des Szenarios jemanden dringend erreichen, so teilt man das dem System mit. Das System sucht automatisch aus verschiedenen Quellen wie dem Kontaktbuch des Fahrers, dem Kalender der Firma usw. die entsprechenden Kontaktinformationen aus und schlägt anhand der historischen Kommunikationsdaten dem Fahrer einen Kommunikationskanal vor bei dem die Wahrscheinlichkeit des Erreichens der Kontaktperson am höchsten ist. Sollte sich die Kontaktperson laut seinem Kalender gerade in einem Meeting aufhalten, so wird darauf verzichtet diesen anzurufen. Stattdessen wird gleich SMS als die geeignetste Kommunikationsform vom System vorgeschlagen. Somit wird es versucht in die Wahl des geeigneten Kommunikationskanals nicht nur den eigenen Kontext einzubeziehen, sondern auch den Kontext der Kontaktperson und ebenso die aktuelle Verkehrssituation. Beim Testen der Prototypen mit potentiellen Anwendern wurde angemerkt, dass das System „gesprächig“ sein und die Auswahl des Kommunikationskanals kurz begründen soll. Die letztendliche Entscheidung für die Auswahl eines Kanals liegt jedoch beim Fahrer.



Abbildung 3-8: Bedienoberfläche des Unified Communicators
(Quelle: Eigene Abbildung)

SmartMail:

Die Motivation für die Entwicklung von SmartMail war die Tatsache, dass die meisten Geschäftsleute ihre beruflichen E-Mails schon auf den Smartphones verfügbar haben. Dazu werden die Smartphones von den Arbeitgebern speziell abgesichert. Um berufliche E-Mails jedoch über ein integriertes System dem Fahrer zu präsentieren, muss das Auto einen Zugriff auf das E-Mail Postfach des Fahrers bekommen, was auch primär aus den Gründen der Sicherheit von den Kunden der Automobilhersteller nicht gewünscht ist. Die Nutzung von einem Smartphone während der Fahrt kann jedoch zu Unfällen führen und ist somit vom Gesetzgeber untersagt. Somit untersuchte SmartMail wie die Benutzerschnittstellen im Auto wie Spracheingabe, Kontroller und eingebaute Bildschirme für die Interaktion mit dem Smartphone genutzt werden konnten. In diesem Rahmen wurde eine Bibliothek für die Nutzung auf Apple iPhone Geräten entwickelt, die es einem ermöglichte die Inhalte vom Smartphone auf dem eingebauten Bildschirm im Auto anzuzeigen und mit diesen Inhalten über die im Auto verfügbaren Benutzerschnittstellen wie die Kontroller und die Spracheingabe zu interagieren. Die Bibliothek erlaubte es die Präsentation der Inhalte im Auto anders darzustellen als auf dem Smartphone und somit auf die Anforderungen der Anzeige von Informationen im Auto einzugehen. Somit konnte mit SmartMail erreicht werden, dass mit den E-Mail Kommunikationsinhalten zwar über die Benutzerschnittstellen des Autos interagiert wurde, die Inhalte selber sich jedoch physisch auf dem Smartphone

befanden. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen wird an dieser Stelle jedoch auf die genaue technische Funktionsweise von SmartMail verzichtet.

Adaptives E-Mail im Auto:

Nicht alle Verkehrssituationen erfordern den gleichen Grad an Aufmerksamkeit vom Fahrer. Fährt man in einem gleichmäßigen Tempo auf der Autobahn, rollt in einem Stau oder steht an einer roten Ampel, so kann man nebenbei sekundäre Aufgaben ausführen. Bearbeitet man jedoch seine E-Mails am Steuer wenn eine kritische Fahrsituation kommt, wie z.B. man befindet sich in einem Abbiege- oder Überholvorgang, so kann der Konzentrationsbedarf der beiden Aufgaben die menschlichen Kapazitäten übersteigen und somit zu einem Verkehrsunfall führen. Ein möglicher Lösungsansatz an dieser Stelle ist das Erkennen von kritischen Verkehrssituationen und das Pausieren der Interaktion des Benutzers mit dem E-Mail System. Die Erkennung der kritischen Fahrsituationen kann entweder statisch (Abfrage einer Datenbank mit Kreuzungen) oder dynamisch (Überwachung der Fahrerbelastung, Benutzung von Fahrerassistenzsystem) erfolgen. Setzt man als Fahrer beispielsweise zu einem Überholvorgang an, so wird dieses Verhalten von Assistenzsystemen im Auto als eine potentiell kritische Fahrsituation erkannt und die akustische Wiedergabe von E-Mails wird pausiert. Ist die kritische Fahrsituation vorbei, so wird die Wiedergabe der E-Mail Nachrichten fortgesetzt. Ein Beispiel der statischen Umsetzung des adaptiven Verhaltens ist in der Abbildung 3-9 veranschaulicht. Beim Ausprobieren des Dienstes gaben potentielle Kunden an, dass das System darüber die Kontrolle haben sollte wann eine kritische Situation eintritt und wann somit pausiert werden sollte. Der Zeitpunkt der Wiederaufnahme sollte jedoch vom Benutzer bestimmt und initiiert werden. Mit solch einem adaptiven E-Mail System sollten somit Situationen wie im Teil S3 des im Kapitel 3.2.4 beschriebenen Szenarios im Voraus vermieden werden.



Abbildung 3-9: Prototypische Entwicklung des adaptiven E-Mails im Auto
(Quelle: Eigene Darstellung)

3.3.2.3 Identifizierte Gestaltungsbereiche

Die im vorherigen Kapitel präsentierte explorative Entwicklung von Diensten für die sichere E-Mail Kommunikation im Auto ermöglichte es neue Gestaltungsbereiche und dazugehörige Gestaltungsprinzipien zu identifizieren, zu überprüfen inwiefern diese bereits von den bestehenden Standards und Richtlinien (siehe Kapitel 2.5.2) abgedeckt werden und welche Aspekte in ihrer Art neu sind. Alle im Kapitel 3.3.2.2 aufgeführten Entwicklungen wurden in ihren Funktionen kritisch analysiert und strukturiert. Dabei konnten 4 Hauptgestaltungsbereiche identifiziert werden denen alle Gestaltungsmerkmale, die in den prototypischen Entwicklungen verwendet wurden, zugeordnet werden konnten. Die Gestaltungsbereiche und die dazugehörigen Gestaltungsmerkmale können der Abbildung 3-10 entnommen werden.

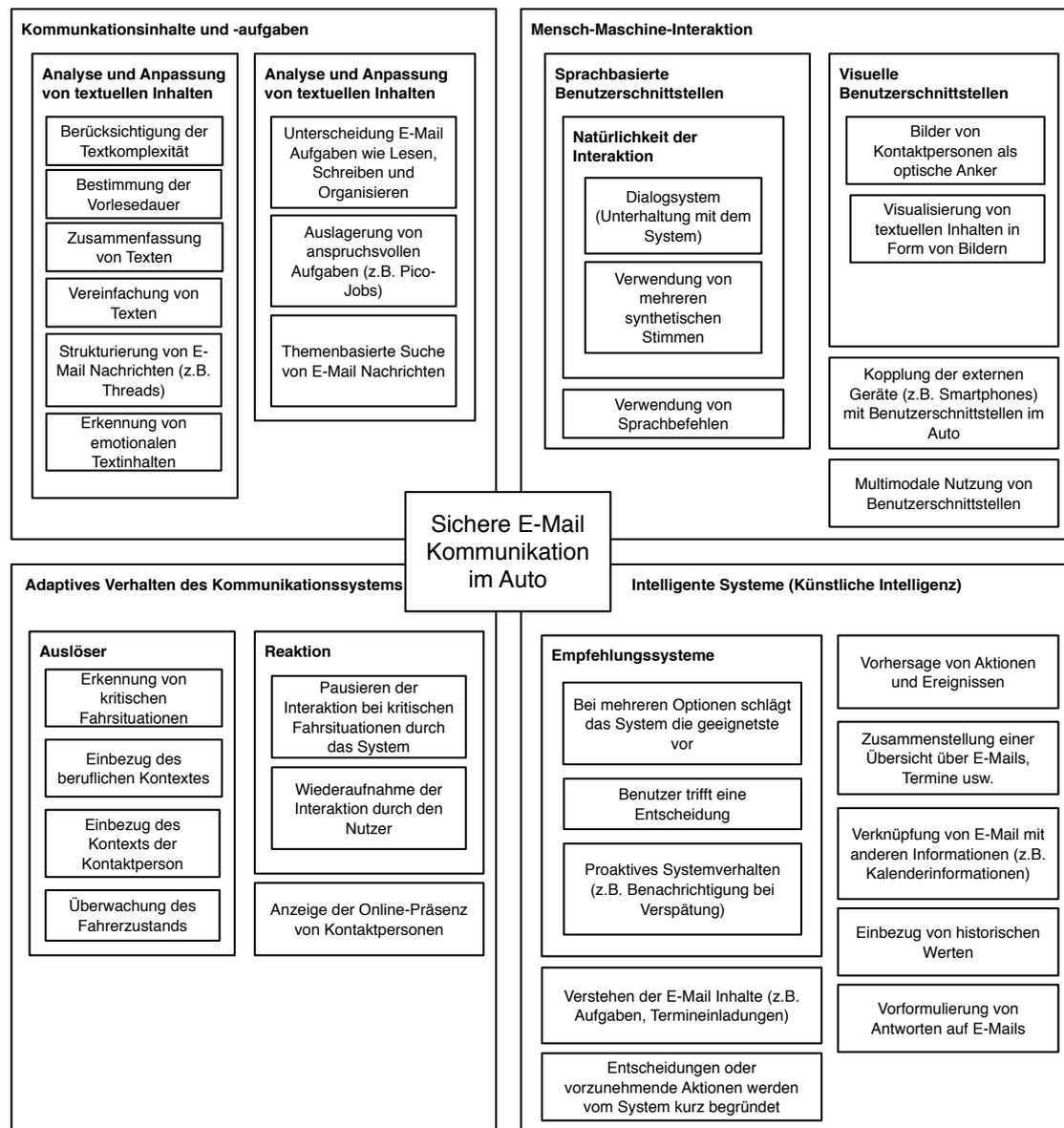


Abbildung 3-10: Gestaltungsmerkmale für sichere E-Mail Kommunikation im Auto
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Die vier Gestaltungsbereiche, nämlich Kommunikationsinhalte und -aufgaben, Mensch-Maschine-Interaktion, adaptives Verhalten und intelligente Systeme, können jedoch nicht komplett getrennt betrachtet werden. Denn für eine sichere E-Mail Kommunikation im Auto ist ein Zusammenspiel der Bereiche notwendig. Im Folgenden soll kurz auf die Bereiche und die dazugehörigen Gestaltungsmerkmale eingegangen werden.

Kommunikationsinhalte und -aufgaben

Kommunikationsinhalte und -aufgaben ist ein neuer Aspekt im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation, der in der Vergangenheit nur wenig adressiert wurde. Denn vor der Zeit der vernetzten Autos war die Verwendung des Navigationssystems der hauptsächliche Anwendungsfall beim Autofahren. Hier war die Informationsmenge mit der der Fahrer konfrontiert war beschränkt und umfasste hauptsächlich kurze Navigationsanweisungen. Die

Integration von informationsreichen Diensten wie z.B. der E-Mail Kommunikation hat jedoch zur Folge, dass man als Fahrer den Zugriff auf große Datenmengen bekommt (z.B. auf das komplette E-Mail Postfach) und umfangreiche Aufgaben im Zusammenhang mit diesen Daten ausführen kann (wie z.B. Suche, Organisation usw.). Da jedoch solche Informationsmengen und die damit verbundenen Aufgaben eine hohe Fahrerablenkung bedeuten können, finden sich in den prototypischen Entwicklungen viele Gestaltungsmerkmale, die die Fahrerablenkung in diesem Kontext senken könnten. Hier ist die Frage vorherrschend welche Information und Aufgaben eignen sich überhaupt dafür, um im Auto während der Fahrt aufgenommen bzw. ausgeführt zu werden. Um dem Fahrer die Aufnahme von Informationen zu erleichtern, können solche Eigenschaften wie die Komplexität der Texte, die emotionale Komponente, die Vorlesungsdauer berücksichtigt werden, um evtl. die Texte zu vereinfachen, zusammenzufassen und zu strukturieren. Damit kann zwar der Sinngehalt der Nachrichten erhalten werden, die Aufnahme von solchen Inhalten jedoch an die speziellen Anforderungen im Auto angepasst werden. Zudem muss beachtet werden, dass nicht alle Aufgaben im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation die gleichen Aufmerksamkeitsanforderungen seitens des Fahrers haben (z.B. Anhören und Diktieren von Nachrichten) und hier somit eine Unterscheidung in der Interaktion getroffen werden muss. In diesem Zusammenhang wäre es bei den Entwicklungen des Personal Car Assistants möglich anspruchsvolle Aufgaben wie z.B. das Schreiben einer Nachricht auszulagern (siehe das Konzept von Pico-Jobs im Kapitel 3.3.2.2).

Mensch-Maschine-Interaktion

Wegen der Menge an Informationen mit denen man es bei einer E-Mail Kommunikation zu tun hat, war für die entwickelten Prototypen die hauptsächliche Nutzung von sprachbasierten Benutzerschnittstellen charakteristisch (vgl. MobileMail, Personal Car Assistant, Unified Communication, Adaptives E-Mail). Da die Anzeige und die Aufnahme von vielen Inhalten über Bildschirme während der Fahrt nicht möglich ist, wurden die visuellen Benutzerschnittstellen primär als optische Anker genutzt, um das Verständnis von Informationen zu erleichtern. Somit ist eine multimodale Nutzung von mehreren Benutzerschnittstellen möglich. So ist es beispielsweise denkbar die Bilder von Kontaktpersonen oder symbolische Darstellung von textuellen Inhalten zu visualisieren. Wichtig bei den Entwicklungen war auch die Natürlichkeit der Interaktion mit Hilfe von Dialogsystem und beispielsweise auch die Nutzung von mehreren synthetischen Stimmen, um die Aufnahme von Informationen und die Interaktion mit dem System so einfach wie möglich zu gestalten (vgl. Personal Car Assistant). SmartMail bringt zudem einen neuen Aspekt der Nutzung von einem Smartphone über die eingebauten Benutzerschnittstellen im Auto mit, um den Datensicherheitsaspekt zu umgehen, der die Nutzung von E-Mail im Auto erschwert.

Adaptives Verhalten von Kommunikationssystemen

Charakteristisch für solche Entwicklungen wie Personal Car Assistant und Adaptives E-Mail im Auto ist auch die Einbeziehung des Kontextes und daran angepasstes Systemverhalten. Dabei wird zum einen der berufliche Kontext einbezogen wie z.B. die Erkennung wenn man zu einem Termin zu spät kommt oder wenn man zur Arbeit fährt und an beruflichen E-Mails interessiert ist (vgl. Personal Car Assistant). Zum anderen findet auch der Fahrkontext Beachtung. Wird eine kritische Fahrsituation (z.B. eine verkehrsreiche Kreuzung) erkannt, so wird die Interaktion pausiert, denn das gleichzeitige Ausführen der primären und der sekundären Aufgaben würde den Fahrer überfordern (vgl. Adaptives E-Mail im Auto). Findet eine Kommunikation im beruflichen Kontext statt, so wird auch der Kontext der Kontaktperson einbezogen, um dem Fahrer das Ausführen von komplizierteren Aufgaben wie

dem Schreiben von E-Mails zu ersparen (vgl. die Anzeige der Online-Präsenz von Kontaktpersonen beim Personal Car Assistant). Zusammenfassend kann man sagen, dass das in den Prototypen identifizierte Verhalten unterscheidet, ob der Fahrer im Stande ist bestimmte Kommunikationsaufgaben während der Fahrt zu erfüllen und erspart ihm die unnötigen Aufgaben.

Künstliche Intelligenz

Ein wesentliches Merkmal der Entwicklungen ist auch die gewisse „Intelligenz“ im Verhalten, die die Nutzung des Kommunikationssystems und die Erledigung der Kommunikationsaufgaben für den Fahrer extrem vereinfachen. So werden verschiedene Informationen wie E-Mails, Kalender, Kontaktinformationen miteinander verknüpft, historische Daten verwendet usw., um dem Fahrer proaktiv einen Überblick über den Kommunikationsverlauf zu bieten und bestimmte Ereignisse in Bezug auf die zukünftige Kommunikation vorherzusehen (vgl. die intelligente Auswahl des Kommunikationskanals bei der Lösung Unified Communication). Vor allem bei Unified Communication und teilweise bei Personal Car Assistant spiegeln sich auch die Merkmale von Empfehlungssystemen wider, die anhand von verschiedenen Aspekten für den Fahrer die Denkarbeit übernehmen und ihn nur über die bestimmte Aktionen entscheiden lassen (vgl. das Vorschlagen eines Kommunikationskanals bei Unified Communication). Auch hier ist charakteristisch, dass bei Empfehlungen seitens des Systems letztendlich der Fahrer eine Entscheidung trifft.

3.3.2.4 Verwendung existierender Richtlinien und Standards

Die explorative Entwicklung von Diensten zur Ermöglichung der E-Mail Kommunikation im Auto machte keinen expliziten Gebrauch von den im Kapitel 2.5.2 vorgestellten Standards und Richtlinien. Denn im Rahmen des Design-Thinking sollte man vollkommen unvoreingenommen an die Konzeption rangehen und somit den Fokus auf zukünftige Entwicklungen legen. Vor diesem Hintergrund ist es interessant zu untersuchen inwiefern die verwendeten Gestaltungsmerkmale in den prototypischen Entwicklungen mit den gebräuchlichen Standards und Richtlinien übereinstimmen und welche neuen Aspekte aufgegriffen wurden.

Zum einen fällt auf, wie auch schon im Kapitel 2.5.2 angemerkt, dass sich die gebräuchlichen Standards und Richtlinien wie z.B. von Alliance of Automobile Manufacturers (vgl. (AAM 2006)) sich an die Informationssysteme richten, die die primäre Aufgabe des Fahrens unterstützen (z.B. Verwendung eines Navigationssystems, Steuerung von Fahrassistenzsystemen oder die Anzeige von Statusinformationen). Die Gestaltung von sekundären Informationssystemen, die dem reinen Infotainment dienen werden in den Dokumenten kaum behandelt. Viele Richtlinien regeln das Anbringen von Displays in Autos, die Anzeige von Informationen auf diesen und die Gestaltung von manuellen Benutzerschnittstellen. Bei sprachbasierten Benutzerschnittstellen, wie diese primär bei den Prototypen vorliegen, finden sich nur rudimentäre Anweisungen wie z.B. das Anbringen von Knöpfen zur Auslösung der Spracheingabe (vgl. Gestaltungsprinzip 3.2 in (AAM 2006)). Durch die Verwendung von Sprache werden auch viele andere Prinzipien bzgl. dem Behalten wenigstens einer Hand am Lenkrad, der Bestimmung des Tempos der Interaktion durch den Fahrer und den Antwortzeiten des Systems (vgl. Gestaltungsprinzipien 3.1, 3.4, 3.5 in (AAM 2006)) erfüllt. Es lassen sich jedoch auch Diskrepanzen finden, die vornehmlich darauf zurückzuführen sind, dass solche Anwendungsfälle wie das Bearbeiten von E-Mails am Steuer noch nicht genügend erforscht sind. So propagiert das Gestaltungsprinzip 4.2 in den

Vorgaben von Alliance of Automobile Manufacturers (AAM 2006), dass alle Systemfunktionen, die nicht für die primäre Aufgabe gedacht sind, beim Fahren abgeschaltet werden sollten. Solche Richtlinien sind veraltet und haben bereits jetzt kein Fortbestand mehr, da einige Automobilhersteller zum aktuellen Zeitpunkt schon E-Mail im Auto anbieten. Zudem lassen sich in einigen Dokumenten auch Richtlinien finden, die besagen, dass umfangreiche Informationen primär auf Bildschirmen dargestellt werden sollen (vgl. (Dingus et al. 1996, 88; Stevens et al. 2002, 22)). Das ist jedoch bei kompletten E-Mails kaum zu bewerkstelligen. Des Weiteren finden in den analysierten Dokumenten Aspekte wie Künstliche Intelligenz, Verwendung von Empfehlungssystemen und adaptives Verhalten keine Erwähnung.

3.3.3 Diskussion

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass die Anwendung des Design Thinking Prozesses bei der explorativen Konzeption der möglichen Lösungen für E-Mail Kommunikation im Auto erfolgreich verlaufen ist. Es sind sehr verschiedene und kreative Lösungen entstanden, die nicht nur konzeptionell, sondern auch prototypisch umgesetzt worden sind. Das lieferte die Möglichkeit eine erste Rückmeldung seitens der potentiellen Nutzer zu bekommen und diese in die weiteren Entwicklungen einfließen zu lassen. Besonders herauszustellen ist auch die Bedeutung der kreativen Umgebung für den Prozess. Das Automotive Services Lab, in dem die meisten Prozessschritte durchgeführt wurden, war mit entsprechenden Möbeln und Utensilien ausgestattet, was die Kreativität der Entwickler beflügelte.

Bei den entwickelten Lösungen sind einige Charakteristika herauszustellen. So basieren die meisten Prototypen auf der sprachbasierten Interaktion. Der Grund dafür liegt darin, dass es für den Fahrer nahezu unmöglich ist mit umfangreichen Inhalten wie E-Mails über den im Auto eingebauten Bildschirm zu interagieren. Zudem war nahezu für alle Entwicklungen die gewisse Intelligenz des Systems charakteristisch, die bestimmte Aufgaben für den Fahrer vorhergesagt und für ihn übernommen hat (z.B. Benachrichtigung bei einem Zuspätkommen). Dafür ist es jedoch erforderlich, dass möglichst viele Kontextinformationen wie z.B. Gewohnheiten des Fahrers, Kalenderinformationen usw. regelmäßig erhoben werden. Zudem war bei den Entwicklungen auch adaptives Verhalten charakteristisch, das die Wagenkontrolle und die aktuelle Verkehrslage in die Entscheidungen des Systems einbezog. Solche Ansätze sind nicht neu und finden sich zum Teil auch in der wissenschaftlichen Literatur der letzten Jahre (vgl. z.B. (Iqbal et al. 2011)).

Wie auch schon im Kapitel 2.5.3 diskutiert, beschränken sich die aktuell existierenden Designprinzipien für integrierte Infotaintmentsysteme in Fahrzeugen entweder auf recht allgemeine und nicht genau überprüfbare Empfehlungen oder sie beziehen sich jedoch auf bestimmte Anwendungsfälle wie z.B. Navigation und Telefonie im Auto. Die vorgeschlagenen Entwicklungen basierten jedoch hauptsächlich auf einer sprachbasierten Interaktion, die von den aktuellen Richtlinien und Standards jedoch vorerst nicht abgedeckt wird. Auch die Ausführung von informationsreichen Anwendungsfällen wie E-Mail findet in den aktuellen Richtlinien keine Beachtung. Somit ist die Notwendigkeit gegeben im weiteren Verlauf der Arbeit erste Designprinzipien dafür zu entwickeln.

3.4 Designprinzipien zur Gestaltung von Kommunikationssystemen im Auto

Wie weiter oben erörtert, stellen vor der Zeit der vernetzten Autos informationsreiche sekundäre Aufgaben am Steuer keine nennenswerten Anwendungsfälle dar. Die Navigation war als Anwendungsfall vorherrschend. Das Hauptunterscheidungsmerkmal der E-Mail Kommunikation am Steuer im Gegensatz zu anderen bisher üblichen Diensten im Auto ist die hohe Menge an Informationen mit der man als Fahrer zurechtkommen muss. Orientiert an diesem Hauptunterscheidungsmerkmal werden im Folgenden anhand der Gestaltungsmerkmale aus den prototypischen Entwicklungen Designprinzipien zur Gestaltung von E-Mail Kommunikationssystemen im Auto aufgestellt. Diese beschränken sich jedoch nicht nur auf den Anwendungsfall der E-Mail Kommunikation, sondern könnten auch für andere informationsreiche sekundäre Aufgaben verwendet werden. Die Designprinzipien wurden anhand der Kategorien Informationspräsentation, Interaktion mit Benutzerschnittstellen und Systemverhalten, die sich zum Teil an die bestehenden Richtliniendokumente anlehnen (siehe Kap. 2.5.2), eingeteilt und sind dazu gedacht auf die folgenden Fragestellungen eine Antwort zu geben:

- Wie sollten die textuellen Kommunikationsinhalte beschaffen sein und wie geht man als Fahrer mit diesen um ohne die Fahrsicherheit zu gefährden?
- Welche Aufgaben im Rahmen der textuellen Kommunikation können vom Fahrer während der Fahrt übernommen werden und wie kann man eine Überforderung des Fahrers umgehen?
- Welche Anforderungen sind bezüglich der Präsentation der textuellen Kommunikationsinhalte und der Interaktion gegeben?
- Wie sollte sich das System im Rahmen der mobilen textuellen Kommunikation am Steuer verhalten, um sicheres Fahren zu garantieren?

Die im Folgenden zu findenden Designprinzipien sind anhand der Analyse der im Kapitel 3.3 entwickelten Prototypen abgeleitet worden. Da die Anwendungen zur sicheren Kommunikation am Steuer mit Hilfe vom Design Thinking Ansatz (vgl. Kap. 3.3.1) entwickelt worden sind, wird an dieser Stelle auf die genaue Herleitung dieser Designprinzipien verzichtet. Denn Design Thinking geht von einem explorativen und spielerischen Ansatz aus, bei dem verschiedene Ansätze mit wenig Umsetzungsaufwand prototypisch ausprobiert werden können. Somit wurden die verschiedenen Designprinzipien durch qualitative Beobachtungen beim Testen entweder in einem Versuchsfahrzeug oder in einem Fahrsimulator aufgestellt. Wurden bestimmte Funktionen oder die Verhaltensweise der Prototypen als zielführend in der Nutzung und ablenkungsminimierend von Testern aufgenommen, so wurden diese Funktionen als Designprinzipien formuliert. Vor dem Hintergrund des qualitativen Ansatzes muss die Gültigkeit dieser Designprinzipien noch in einem großen Rahmen quantitativ überprüft werden. Dies wurde teilweise im Rahmen dieser Arbeit in den verschiedenen quantitativen Studien gemacht (siehe dazu Kap. 4)

Im Folgenden erfolgt die Beschreibung der Gestaltungsprinzipien von textuellen Kommunikationssystemen unter der Angabe des Designprinzips, des Ursprungs (d.h. welche entwickelten Prototypen motivierten dieses Designprinzip), der benötigten Umsetzungsmittel, um dieses Designprinzip verwirklichen zu können und den Angaben zur Verifikation. Zudem wird zu jedem aufgestellten Designprinzip ein Umsetzungsbeispiel angegeben. Diese Eigenschaften eines jeden Designprinzips sind in Anlehnung an solche Dokumente wie den Richtlinien zur sicheren und effizienten Gestaltung von fahrzeugeigenen Informations- und Kommunikationssystemen erfolgt, die eine ähnliche Gliederung aufweisen (vgl. European

Commission (2007)). Bei der Formulierung der Designprinzipien wurde insbesondere darauf geachtet anzugeben welche Messgrößen und welche Verifikationsverfahren dazu geeignet sind, um zu entscheiden, ob das jeweilige Designprinzip umgesetzt wurde oder nicht.

3.4.1 Informationspräsentation

3.4.1.1 Designprinzip zur Informationspräsentation (P1)

Umfangreiche textuelle Kommunikationsinhalte sollen in gekürzter, jedoch für den Fahrer gut verständlicher Form präsentiert werden. Der wesentliche Sinngehalt soll jedoch erhalten bleiben. Umfangreiche und schwer verständliche Inhalte, die den Fahrer überfordern könnten, sollen vermieden werden.

Ursprung: MobileMail, Personal Car Assistant

Geeignete Umsetzungsmittel: Analyse der Textkomplexität, Textzusammenfassung, Textvereinfachung, Extraktion von Fakten aus Texten

Beispiel: Handelt es sich beispielsweise bei einer E-Mail Nachricht um ein langes Protokoll des vergangenen Treffens, so würde das Vorlesen so einer Nachricht sehr lange dauern. Wird diese Nachricht vom System zusammengefasst, so kann man als Fahrer diese in relativ kurzer Zeit sich anhören. Gleiches gilt für E-Mail Anhänge.

Verifikation: Lesbarkeit der Inhalte entspricht nicht schwer bis sehr schwer zu verstehenden Texten (z.B. Kategorisierung nach dem Flesch Lesbarkeitsindex); Vorlesedauer übersteigt nicht eine vorgegebene Zeit; Eine bestimmte prozentuale Anzahl an Fakten ist erhalten (z.B. 80%-90%)

3.4.1.2 Designprinzip zur Informationspräsentation (P2)

Bei umfangreichen textuellen Inhalten soll der Fahrer jederzeit ein Verständnis für den Umfang und die Komplexität dieser entwickeln können. Zudem muss für den Fahrer abschätzbar sein wie lange deren Aufnahme dauern würde.

Ursprung: MobileMail, Personal Car Assistant

Geeignete Mittel: Analyse und Kommunikation der beschreibenden Informationen von textuellen Inhalten wie Länge (z.B. Vorlesedauer durch das System), Komplexität (z.B. Flesch Lesbarkeitsindex); Angabe für die Inhalte beschreibender Information (z.B. Anzahl der E-Mail Nachrichten in einem Thread)

Beispiel: Zu den einzelnen E-Mail Nachrichten kann eine Angabe der Vorlesedauer erfolgen. Steht man als Fahrer an der roten Ampel, so kann man einschätzen welche Nachrichten in der kurzen Zeit angehört werden können.

Verifikation: Vorhandensein einer gut lesbaren Anzeige der Texteigenschaften bzw. sprachbasierte Kommunikation dieser, die relevant für die Aufnahme der textuellen Inhalte sind (z.B. Vorlesedauer und Komplexität); Auswahl und Beschränkung auf eine beschreibende Größe

3.4.1.3 Designprinzip zur Informationspräsentation (P3)

Die Form der Präsentation von Informationen, die für die Ausführung einer Kommunikationsaufgabe gebraucht wird, sollte dem Lösungsweg bzw. dem Lösungsansatz der Aufgabe möglichst entsprechen.

Ursprung: Personal Car Assistant, Unified Communication

Geeignete Mittel: Verwendung von Präsentationsprinzipien (sowohl der visuellen als auch der auditiven), die das Lösen einer Aufgabe vereinfachen.

Beispiel: Bei umfangreichen E-Mail Konversationen ist es wichtig zu wissen von welchem Absender welche Information stammt. Das Vorlesen der E-Mail nicht mit monotoner Stimme, sondern mit mehreren Stimmen, die jedem Absender eindeutig zugeordnet werden, kann das Verständnis fördern.

Verifikation: Erhebung solcher Messgrößen wie Wagenkontrolle und Reaktionszeit in einem Fahrsimulator: Fahrablenkung darf nicht zunehmen (z.B. LCT); Lösungszeit sollte kürzer sein als bei Nichtanwendung der Visualisierungs- bzw. Inhaltstrukturierungstechnik; subjektive kognitive Belastung des Fahrers sollte nicht ansteigen (z.B. Bestimmung über NASA TLX).

3.4.2 Interaktion mit Benutzerschnittstellen

3.4.2.1 Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P4)

Bei informationsreichen sekundären Aufgaben sollen primär sprachbasierte Benutzerschnittstellen verwendet werden. Visuelle Benutzerschnittstellen sollen nur die Funktion eines optischen Ankers für besseres Verständnis übernehmen (multimodale Nutzung²⁷ von Benutzerschnittstellen).

Ursprung: Personal Car Assistant, Adaptives E-Mail im Auto, Unified Communication

Geeignete Mittel: Im Auto integrierte sprachbasierte Benutzerschnittstellen, die entweder über Sprachbefehle angesteuert werden können oder den Gebrauch von Dialogsystemen machen, Kopplung der sprachbasierten und der visuellen Benutzerschnittstellen, multimodale Nutzung.

Beispiel: Beim Anhören von Nachrichten wird zum Kommunizieren der Inhalte die Sprachausgabe verwendet. Zusätzlich werden über den im Auto eingebauten Bildschirm Bilder von Absendern dargestellt, aber nicht die textuellen Inhalte selber.

Verifikation: Alle Funktionen des Kommunikationssystems können nur über sprachbasierte Benutzerschnittstellen ausgelöst werden. Visuelle Benutzerschnittstellen stellen keine Kommunikationsinhalte dar, sondern nur Beschreibungsinformationen (wie z.B. Absender, Vorlesedauer usw.). Voraussetzung ist somit entsprechendes Systemdesign und Einhaltung dieser Kriterien.

²⁷ Multimodale Nutzung bezeichnet die Verwendung von mehreren Benutzerschnittstellen zur Aufnahme derselben Informationen

3.4.2.2 Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P5)

Wegen unterschiedlichen Aufmerksamkeitsanforderungen sollen bestimmte Funktionen des Kommunikationssystems nur im Stand möglich sein und während dem Fahren nicht zugänglich sein.

Ursprung: Personal Car Assistant

Geeignete Mittel: Überprüfung der verschiedenen Aufgaben im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation bzgl. der Fahrerablenkung, Analyse des Aufmerksamkeitsbedarfs der Verkehrssituation, Aufstellung von Regeln zur Beschränkung der Funktionalitäten.

Beispiel: Fährt man gerade mit mehr als 150 km/h auf der Autobahn, so kann man als Fahrer keine anspruchsvollen Kommunikationsaufgaben erledigen. In dieser Situation erlaubt zwar das Kommunikationssystem das Anhören von E-Mails, lässt aber keine Beantwortung dieser zu.

Verifikation: Im Voraus festgelegte Funktionen eines Kommunikationssystems sind während der Fahrt für den Fahrer nicht zugänglich. Überprüfung beispielsweise in einem Fahrsimulator wie LCT.

3.4.2.3 Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion (P6)

Sollen Kommunikationsaufgaben, die nur für den Stand vorgesehen sind, trotzdem während der Fahrt ausgeführt werden, so müssen diese entweder komplett vom System übernommen werden oder ausgelagert werden.

Ursprung: Personal Car Assistant, Unified Communication

Geeignete Mittel: Verwendung von Pico-Jobs (zur Beschreibung siehe Fußnote auf Seite 76), intelligente Erkennung der komplexen Aufgaben und Übernahme für den Fahrer durch das System (z.B. Umwandlung vom Gesprochenen in textuelle Form)

Beispiel: Wegen der heutzutage nicht zuverlässigen Spracherkennung, kann das Korrigieren einer diktierten Antwort sehr gefährlich für die Fahrsicherheit werden. Eine Auslagerung als Pico-Job z.B. über Back-Office kann hier Abhilfe schaffen.

Verifikation: Anspruchsvolle Aufgaben im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation werden komplett ohne Benutzereinsatz durchgeführt. Nur die Initiierung erfolgt durch den Fahrer. Systemdesign und Überprüfung der Einhaltung der Kriterien in einem Fahrsimulator (z.B. LCT). Es darf kein wesentlicher Anstieg der Fahrerablenkung gegenüber anderen Kommunikationsaufgaben erkennbar sein.

3.4.3 Systemverhalten

3.4.3.1 Designprinzip zum Systemverhalten (P7)

Bei Erkennung einer kritischen Fahrsituation, die das Ausführen einer Aufgabe im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation gefährlich macht, soll das System die

Interaktion mit dem System pausieren. Das Fortsetzen der Interaktion soll jedoch wieder vom Fahrer initiiert werden.

Ursprung: Adaptives E-Mail im Auto

Geeignete Mittel: Erkennung von kritischen Fahrsituationen über Sensoren der Fahrassistenzsysteme oder Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation bzw. Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation, Künstliche Intelligenz, Verwendung geeigneter akustischer Töne zum Pausieren und Wiederaufnehmen der Benutzerinteraktion.

Beispiel: Fährt man auf eine viel befahrene Kreuzung zu, so sollte das Kommunikationssystem die Interaktion pausieren und den Fahrer auf die Unterbrechung aufmerksam machen. Nach dem Meistern der Kreuzung hat man als Fahrer die Kontrolle darüber zu welchem Zeitpunkt die Interaktion wieder aufgenommen wird.

Verifikation: System erkennt kritische Verkehrssituationen (Kriterien im Voraus festgelegt) und pausiert die Benutzerinteraktion mit dem Kommunikationssystem. Wiederaufnahme der Interaktion kann nur über den Fahrer erfolgen. Test in einem Fahrsimulator und Überprüfung auf die festgelegten Kriterien.

3.4.3.2 Designprinzip zum Systemverhalten (P8)

Fahrer sollte stets nie in die Situation kommen in der er Aufgaben im Rahmen der Kommunikation abrupt ohne Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation durchführen muss. Solche Situationen sollen vom System anhand des Kontextes erkannt und die Kommunikationsaufgabe möglichst vom System proaktiv übernommen oder verhindert werden.

Ursprung: Personal Car Assistant, Unified Communication, Adaptive E-Mail Kommunikation

Geeignete Mittel: Verknüpfung der Informationen der Fahrassistenzsysteme, der Systeme, die den beruflichen Kontext beinhalten wie z.B. Kalender usw. und des Kommunikationssystems, Einbezug von historischen Daten, Vorhersage von Aktionen und Ereignissen (Künstliche Intelligenz).

Beispiel: Wird vom Kommunikationssystem ein drohendes Zuspätkommen zu einem Kundentermin erkannt, so schlägt es dem Fahrer vor den Organisator des Termins über eine E-Mail oder SMS Nachricht zu benachrichtigen. Diese Funktionalität erspart dem Fahrer das Raussuchen eines Kontakts und das Diktieren einer Nachricht während der Fahrt.

Verifikation: System erkennt die aktuelle Verkehrslage und den beruflichen Kontext des Fahrers. Anhand der historischen Daten werden bestimmte Aktionen im Rahmen der Kommunikation dem Fahrer vorgeschlagen. Verifikation des Systemverhaltens anhand von Nutzerstudien.

3.4.3.3 Designprinzip zum Systemverhalten (P9)

Soll vom Kommunikationssystem eine bestimmte Aktion vorgenommen werden, die dem Fahrer die Nutzung des Kommunikationssystems erleichtert, jedoch nicht unmittelbar der

Abwendung einer kritischen Fahrsituation dient, so soll diese vom System begründet und dem Fahrer vorgeschlagen werden. Die Initiierung der Aktion soll durch den Fahrer erfolgen.

Ursprung: Personal Car Assistant, Unified Communication

Geeignete Mittel: Verwendung von Dialogsystemen, Künstliche Intelligenz.

Beispiel: Hat der Fahrer vor während der Fahrt eine bestimmte Person zu erreichen, so können vom Kommunikationssystem die geeigneten Kommunikationsmittel wie z.B. Telefon, Skype oder beispielsweise SMS vorgeschlagen werden. Die Wahl des versprechenden Kommunikationsmittels erfolgt vom System und wird dem Fahrer begründet (z.B. „Herr Müller ist laut seinem Kalender aktuell in einem Termin und somit telefonisch nicht erreichbar. Wollen Sie eine SMS Nachricht verfassen?“).

Verifikation: Begründungen des Systems für eine bestimmte Aktion sind mit logischer Inferenz gebildet. Fahrer kann über sprachbasierte oder visuelle/manuelle Benutzerschnittstelle entscheiden, ob die Aktion vorgenommen wird. Systemdesign und Überprüfung auf die festgelegten Kriterien anhand von Nutzerstudien.

3.4.4 Diskussion

In diesem Kapitel wurden anhand der prototypischen Entwicklungen aus dem Kapitel 3.3.2 verschiedene Designprinzipien gebildet, die in die Kategorien Informationspräsentation, Benutzerinteraktion und Systemverhalten eingeteilt werden konnten. Für eine kompakte Übersicht dieser Designprinzipien siehe die Abbildung 3-11. Diese Kategorien kommen bereits in verschiedenen Richtliniendokumenten und Standards (vgl. z.B. (JAMA 2004)) vor und ergeben damit eine sinnvolle Einteilung. Zudem beschränken sich die aufgestellten Designprinzipien nicht nur auf die E-Mail Kommunikation im Auto, sondern können grundsätzlich für jegliche textuelle asynchrone Kommunikation verwendet werden. Darunter fällt beispielsweise SMS, Chat und Kommunikation über soziale Netzwerke an deren Integration Automobilhersteller ebenfalls arbeiten.

Bei den aufgestellten Designprinzipien handelt es sich um Designprinzip-Kandidaten, da diese zum ersten Mal in dieser Form aufgestellt wurden. Somit muss deren Gültigkeit im Rahmen von weiteren Untersuchungen überprüft werden. Zudem sind bestimmte Designprinzipien noch recht allgemein formuliert, was bedeutet, dass diese in weiteren Untersuchungen entweder aufgeteilt oder präziser formuliert werden müssen. Vor allem beim Schritt der Verifikation muss angegeben werden welche Messgrößen ausschlaggebend sind, welches Verfahren zur Überprüfung genommen werden kann und welche Grenzen eingehalten werden müssen, damit das Designprinzip eingehalten wird.

Im weiteren Verlauf sollen bestimmte Designprinzipien auf ihre Gültigkeit anhand von experimentellen Studien in einem Simulator und Umfragen überprüft werden.

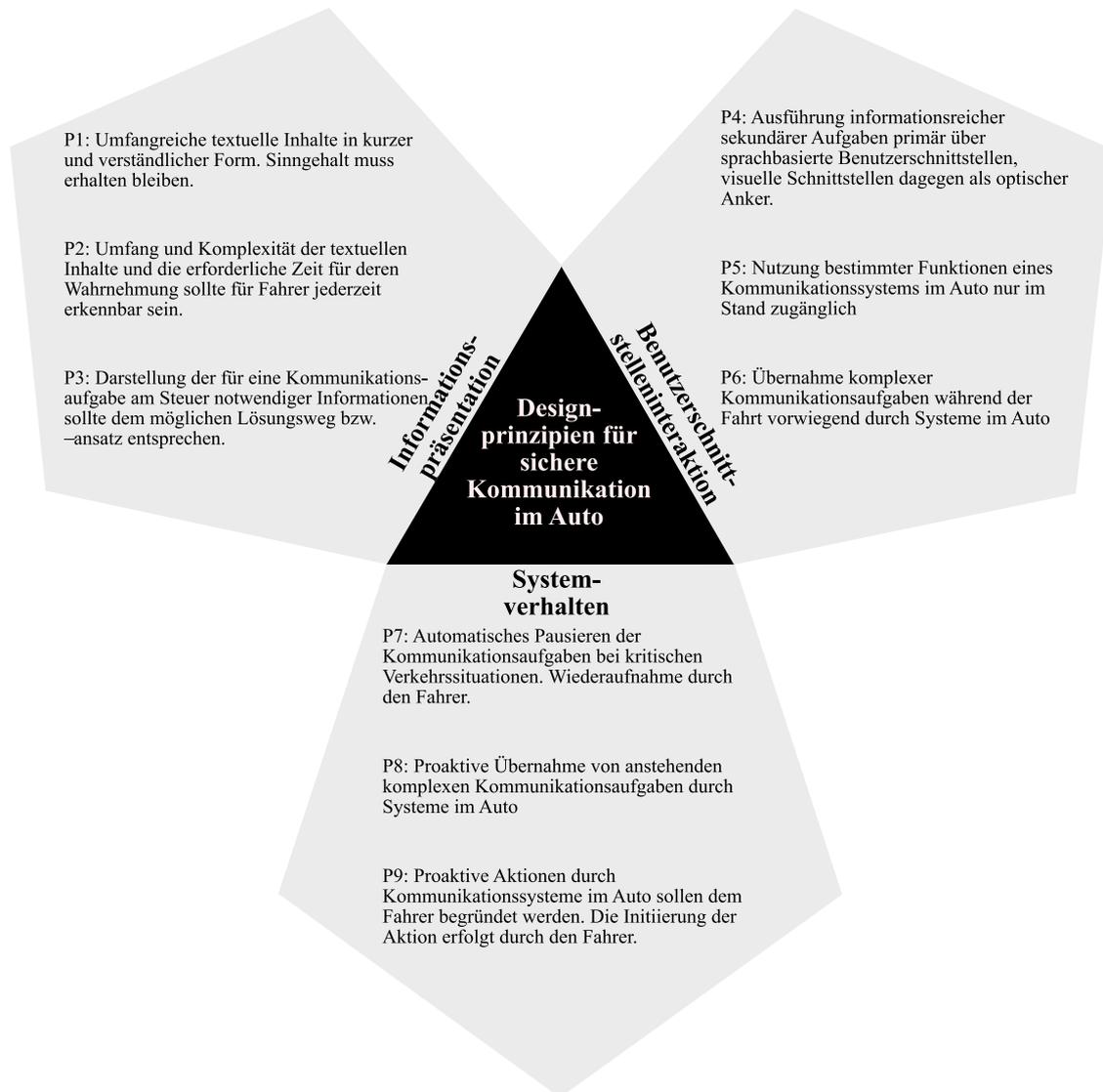


Abbildung 3-11: Designprinzipien für eine sichere Kommunikation im Auto
(Quelle: Eine Darstellung)

3.5 Zusammenfassung

Das Ziel dieses Kapitels war es für einen gegebenen Anwendungsfall im Bereich der mobilen Arbeit zu explorieren wie dieser im Auto während der Fahrt genutzt werden kann und anhand davon bereits erste Designprinzipien für bordeigene Informationssysteme zu entwickeln. Dafür wurde zunächst ein Anwendungsfall identifiziert, der zum einen von Kunden der Automobilhersteller stark nachgefragt wird, deren Umsetzung in Autos allerdings noch mangelhaft ist. Dafür wurde zum einen eine Umfrage unter potentiellen Nutzern der mobilen Arbeit im Auto und zum anderen ein Workshop mit den Entwicklern von IT-basierten Diensten bei der Audi AG durchgeführt. Dabei wurde E-Mail Kommunikation während der Fahrt als Anwendungsfall identifiziert, der den erwähnten Kriterien entspricht.

E-Mail gehört zu den asynchronen textuellen Kommunikationsformen zu denen auch beispielsweise SMS, Chat und Kommunikation über soziale Netzwerke zählt. E-Mail gehört zu den erfolgreichsten textuellen Kommunikationsformen weil es sehr flexibel ist und daher

nahezu jeder es nicht nur zur reinen Kommunikation, sondern auch zu anderen Zwecken wie Notizen, Erinnerungen, Kalendereinladungen usw. verwendet. Diese Tatsache macht es allerdings Designern von IT-basierten Diensten im Auto schwer eine Lösung zu finden, die die Bedürfnisse von allen Fahrern befriedigen würde. Aufgaben im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation, die jedoch von allen genutzt werden, sind zum einen die Suche nach bestimmten Nachrichten im Postfach, Organisation vom Postfach, Lesen und Beantworten von Nachrichten. Eine weitere Herausforderung bei der E-Mail Kommunikation ist der Umgang mit großen Informationsmengen. Die bisher vorherrschenden Anwendungsfälle in Autos wie Navigation, Wageneinstellungen usw. lassen den Fahrer nur kleine Informationsmengen aufnehmen.

Um auf möglichst innovative und neuartige Lösungsansätze für E-Mail Kommunikation im Auto zu kommen, wurde der Design Thinking Ansatz verwendet, der es einem erlaubt frei von allen technischen Restriktionen auf kreative Lösungen zu kommen. Im Rahmen von verschiedenen studentischen Arbeiten wurden mit dem Design Thinking Ansatz Konzepte entwickelt und diese prototypisch umgesetzt. Dabei sind solche Konzepte entstanden wie Mobile Mail, Personal Car Assistant, SmartMail, Unified Communication und Adaptives E-Mail im Auto, die dabei geholfen haben zu verstehen wie mögliche zukünftige Ansätze ausschauen könnten und welche Gestaltungsbereiche dabei von großer Wichtigkeit sind. Die identifizierten Gestaltungsbereiche waren Kommunikationsinhalte und –aufgaben, Mensch-Maschine-Interaktion, adaptives Verhalten und intelligente Systeme. Aus diesen Gestaltungsbereichen wurden Designprinzipien zur Gestaltung von Kommunikationssystemen im Auto abgeleitet, die sich in die Kategorien Informationspräsentation, Benutzerschnittstelleninteraktion und Systemverhalten einteilen ließen. Eine bestimmte Auswahl der aufgestellten Designprinzipien sollen im folgenden Kapitel anhand von experimentellen Studien und einer Umfrage auf ihre Gültigkeit hin überprüft.

4. Studien zur Gestaltung des Mobilen Arbeitens im Auto

Wie bereits im Verlauf dieser Arbeit an mehreren Stellen angemerkt, spielt die Fahrerablenkung beim Design von Infotainment-Systemen eine Schlüsselrolle, denn keine Lösung für mobile Kommunikation im Auto wird von einem Automobilhersteller eingebaut ohne einen gewissen Grad an Fahrsicherheit zu gewährleisten. Aus diesem Grund soll dieses Kapitel dazu dienen anhand von experimentellen Studien (siehe Kapitel 1.4) den Aspekt der Ablenkung experimentell zu untersuchen. Dazu bilden den Rahmen dieses Kapitels zwei experimentelle Studien (siehe Kapitel 4.2 und 4.3) und eine Umfrage, die sich ebenfalls auf das Ablenkungspotenzial von Infotainment-Systemen im Auto beziehen soll (siehe Kapitel 4.4). Im abschließendem Unterkapitel sollen ausgehend von den Ergebnissen der drei Studien Implikationen formuliert werden, die relevant für das Design von Kommunikationssystemen im Auto sind. Anhand der Implikationen soll ebenfalls überprüft werden welche der im vergangenen Kapitel aufgestellten Designprinzipien bestätigt bzw. abgelehnt werden können. Vor allem das letztere ist vor dem Hintergrund des Kandidatenstatus der Designprinzipien durchaus möglich.

4.1 Forschungslücken

Im Kapitel 3.4 wurden 9 verschiedene Designprinzipien zur Gestaltung von Kommunikationssystemen im Auto aufgestellt. Diese wurden in drei verschiedene Kategorien eingeteilt wie Informationspräsentation, Benutzerschnittstelleninteraktion und Systemverhalten, die üblicherweise auch in verschiedenen Richtlinien und Standards zu finden sind. Vor dem Hintergrund der E-Mail Kommunikation im Auto markieren diese Kategorien auch die noch ungenügend erforschten Bereiche. Was die E-Mail Kommunikation im Allgemeinen charakterisiert wenn man diese mit den bisher geläufigen Diensten wie Navigation, Musikauswahl, Wagenkonfiguration usw. vergleicht, ist der Umgang mit einer großen Menge an Informationen. An dieser Stelle stellen sich daher die Fragen wie diese Menge an Informationen dem Fahrer präsentiert werden soll und in welcher Form der Fahrer mit dem Kommunikationssystem interagieren sollte. Zudem stellt sich die Frage wie das System sich vor, während und nach der Interaktion mit dem Benutzer verhalten sollte.

Des Weiteren sollen die Studien dazu dienen ein Gefühl dafür zu bekommen wie ablenkend E-Mail Kommunikation im Vergleich zu anderen typischen sekundären Aufgaben im Auto ist und welche Unterschiede sich hinsichtlich den verschiedenen Aktivitäten beim Bearbeiten von E-Mails ergeben (siehe dazu Klassifizierung im Kapitel 3.2.2). Als Basis dazu soll für die Studien das bereits im Kapitel 3.2.4 aufgestellte Szenario dienen.

4.2 Studie I: MobileMail - Sprachbasiertes E-Mail System im Auto

4.2.1 Motivation und Ziele

Im Vordergrund dieser Studie stand die Untersuchung der Benutzung von im Auto integrierten Systemen zur E-Mail Kommunikation während der Fahrt. Da die Handhabung von E-Mails generell eine sehr informationsintensive Aufgabe ist, favorisiert man den Einsatz von sprachbasierten Systemen im Auto. Der Grund für diese Tendenz ist die Tatsache, dass der Einsatz von Sprache biomechanische und visuelle Ablenkung für den Fahrer auf ein Minimum reduziert. Denn der Fahrer ist nicht mehr gezwungen seinen Blick von der Straße abzuwenden und zudem können seine Hände die meiste Zeit am Lenkrad bleiben (Ranney et al. 2005). Jedoch ist der Einsatz von sprachbasierten Systemen im Auto kein Allheilmittel,

denn neben der peripheren Ablenkung existiert noch die sogenannte kognitive Ablenkung, die auf einen Aufmerksamkeitsdefizit hinweist (Wickens 1980; Jamson et al. 2004).

Wie bereits im Kapitel 2.4.1.2 besprochen, sind im Kontext von Automotive Services einige Faktoren gegeben, die die Aufmerksamkeit des Fahrers rauben und somit zur Ablenkung führen können. Neben Faktoren wie Umgebungskontext, Mensch-Maschine-Interaktion und Zustand des Fahrers haben sich die *Inhalte* der Automotive Services als ein kritischer Faktor herauskristallisiert denen in der Vergangenheit keine ausreichende Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Aus diesem Grund war das primäre Ziel dieser Studie die Untersuchung der Bedeutung von Inhalten im Kontext der Benutzung von sprachbasierten E-Mail Systemen im Auto. Darüber hinaus waren noch andere Fragestellungen relevant, die die generelle Benutzung von solchen sprachbasierten Systemen betreffen. Im Folgenden wird detailliert auf die einzelnen Fragestellungen dieser Studie eingegangen:

Fragestellung 1: Wie hoch ist die Ablenkung von sprachbasierten E-Mail Systemen beim Fahren verglichen mit dem Fahren ohne eine zusätzliche sekundäre Aufgabe?

Grundsätzlich gibt es in der Forschung zur Fahrerablenkung einen Konsens, dass sekundäre Aufgaben am Steuer zu einer zusätzlichen Fahrerablenkung führen (Horrey 2011; Green 2004). Denn dabei werden zusätzliche Ressourcen gebraucht, die auch für die eigentliche Aufgabe des Fahrens ebenfalls benutzt werden. Sekundäre Aufgaben beanspruchen jedoch abhängig von ihrer Beschaffenheit unterschiedliche Ressourcen wie visuelle, auditive, kognitive und biomechanische und zudem in unterschiedlicher Höhe. Horrey (2011) hat beispielhaft verschiedene sekundäre Aufgaben im Auto wie die Nutzung von einem Telefon bis hin zum Einlegen einer Kassette in eine Auto Stereoanlage auf die Höhe der Fahrerablenkung untersucht und mit der Fahrleistung ohne eine sekundäre Aufgabe verglichen. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse zu wissen wie hoch die Ablenkung bei der Benutzung eines sprachbasierten E-Mail Systems verglichen mit der reinen Fahraufgabe ist. Denn aufbauend auf diesen Erkenntnissen sind Empfehlungen bzgl. der Nutzung von solchen Systemen denkbar.

Fragestellung 2: Welche Auswirkungen hat die Komplexität von E-Mail Kommunikationsaufgaben bei der Benutzung eines sprachbefehlsbasierten E-Mail Systems im Auto auf die Fahrerablenkung?

Verglichen mit anderen Kommunikationsformen wie dem Telefonieren am Steuer ist eine E-Mail Kommunikation eine Aufgabe mit vielen möglichen Aktivitäten. Telefonieren beschränkt sich vorwiegend auf die Wahl einer Nummer bzw. Auswahl eines Kontakts aus einem Adressbuch, dem Anrufen und dem Auflegen. Der Erfolg der E-Mail Kommunikation ist nicht zuletzt der Tatsache zu verdanken, dass E-Mail von jedem unterschiedlich genutzt werden und somit an die Vorlieben des Anwenders sich anpassen kann (Dabbish et al. 2005). Mit E-Mails sind viele unterschiedliche Aktivitäten verbunden, die es uns ermöglichen mit der Informationsflut in der heutigen Welt fertig zu werden. So können unterschiedliche Operationen wie Sortieren, Filtern, Lesen, Beantworten, Verschieben in einen anderen Ordner usw. mit E-Mail Nachrichten durchgeführt werden. Dies bedeutet wiederum, dass die Nutzung eines sprachbasierten E-Mail Systems entsprechende Sprachbefehle für alle diese Funktionen vorsehen sollte was die Nutzung während der Fahrt wegen der Vielfalt an Funktionen komplizierter gestalten würde. In diesem Zusammenhang stellt sich deswegen die Frage, ob ein eingeschränkter Funktionsumfang eines E-Mail Systems einen signifikanten Unterschied bzgl. Fahrerablenkung verglichen mit einem umfassenden Funktionsumfang hat.

Fragestellung 3: Welche Bedeutung wird der Komplexität bzw. der Emotionalität von E-Mail Kommunikationsinhalten bzgl. der Fahrerablenkung beigemessen?

Inhalte von E-Mail Nachrichten können sich ähnlich zu Gesprächsinhalten beim Telefonieren in vielen Dimensionen unterscheiden. Nachrichten können unterschiedlich lang sein, privaten oder beruflichen Inhalt enthalten, einen informativen Charakter haben oder ein Reagieren erfordern, hoch oder niedrig priorisiert sein usw. Diese Vielfalt an Dimensionen, die E-Mail Nachrichten charakterisieren können, ist so umfassend wie auch unser Leben. Verstehen und Verarbeiten von E-Mail Nachrichten ist eine kognitive Aufgabe, die abhängig von der Komplexität des Inhalts unsere kognitiven Ressourcen in unterschiedlicher Höhe beansprucht. Was jedoch als komplex empfunden wird hängt von der jeweiligen Person ab. Die gleichen emotionalen Inhalte können bei einer Person zu einer Stresssituation führen und bei einer anderen ganz neutral aufgenommen werden. Ein Beispiel dafür wäre eine E-Mail Nachricht, die einen über eine Kündigung informiert. Die Folgen von solchen Inhalten am Steuer lassen sich nur schlecht abschätzen weil die menschliche Reaktion von vielen Faktoren abhängt und ganz individuell sein kann. Im Rahmen dieser Studie war es deswegen wichtig herauszufinden, ob unterschiedlichen Inhalten eine Bedeutung am Steuer zugemessen werden muss oder ob Fahrer auf unterschiedliche Ausprägungen von Inhalten gleich reagieren weil die primäre Aufgabe des Fahrens eine übergeordnete Bedeutung hat.

Fragestellung 4: Hat der Faktor Alter einen Einfluss auf die Ablenkung beim Nutzen von einem sprachbasierten E-Mail System im Auto?

Dem Faktor Alter ist bei der Beherrschung eines Autos eine große Bedeutung zuzumessen. Denn bei jungen Fahrern ist es die mangelnde Erfahrung und manchmal auch der Leichtsinn, der zu Verkehrsunfällen führt. Bei älteren Personen ist es dagegen die altersbedingte mangelnde Reaktionsfähigkeit und körperliche Beeinträchtigungen wie schlechtes Sehen und Hören. So belegen Statistiken wie (Massie et al. 1995) und (NHTSA 2010), dass die Unfallrate bei Verkehrsteilnehmern unter 20 Jahren und über 70 Jahren am höchsten ist. Zwischen diesen Gruppen sinken die Unfallraten kontinuierlich mit dem ansteigenden Alter was auf die Fahrerfahrung zurückzuführen ist. In diesem Zusammenhang ist es deswegen von Interesse zu untersuchen, ob sich Altersunterschiede in der Benutzung von sprachbasierten E-Mail Systemen ergeben.

Neben den genannten Fragestellungen wollte man im Rahmen der Studie auch eine Antwort auf die Frage geben, ob die Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System beim Autofahren zu einem akzeptablem Risiko führt oder ob von einer Nutzung grundsätzlich eher abzuraten ist. Die Ergebnisse dieser Studie sind auf der Konferenz Automotive UI im Jahre 2011 veröffentlicht worden (Truschin et al. 2011).

4.2.2 Aktueller Forschungsstand

Zu den genannten Fragestellungen finden sich in der wissenschaftlichen Literatur Arbeiten, die für diese Studie von Interesse sind. Im Folgenden wird anhand der Aspekte aus den Fragestellungen auf die relevanten Erkenntnisse aus der Literatur eingegangen und kritisch diskutiert.

4.2.2.1 Sprachbasierte Benutzerschnittstellen im Auto

Der Gebrauch von sprachbasierten Benutzerschnittstellen (engl.: *in-vehicle speech interfaces*) beim Autofahren ist von vielen Studien unter verschiedenen Aspekten, in unterschiedlichen Anwendungsszenarien und in verschiedenen Simulorausprägungen untersucht worden. Eine State-of-the-Art Analyse und ein zusammenfassender Überblick von rund 15 Studien finden sich in der Arbeit von Barón/Green (2006). Die Erkenntnisse aus diesen Studien zeigen auf, dass die Benutzung von sprachbasierten Benutzerschnittstellen grundsätzlich zur besseren Fahrleistung und somit zu weniger Ablenkung führt verglichen mit der Benutzung von manuellen Benutzerschnittstellen wie Knöpfen, Dreh-Drück-Stellern oder Touchscreens. Dies äußert sich in besserer Fähigkeit von Fahrern die Fahrspur zu halten und keine größeren Geschwindigkeitsvariationen zuzulassen. Gründe dafür sind die reduzierte Arbeitsbelastung und ein niedrigeres Risiko seinen Blick von der Straße abzuwenden. Zudem erledigen Fahrer sekundäre Aufgaben in den meisten Fällen schneller mit Sprachschnittstellen. Dies trifft jedoch nicht für alle Aufgaben zu wie z.B. die Wahl einer Telefonnummer. Jedoch betonen auch Studien wie (Horrey et al. 2009; Barón/Green 2006; Jamson et al. 2004), dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen kein Allheilmittel sind wenn es darum geht sekundäre Aufgaben am Steuer zu erledigen. Denn zum einen bedeuten sprachbasierte Benutzerschnittstellen eine erhöhte Fahrerablenkung verglichen mit dem reinen Fahren. Zum anderen reduzieren sie zwar visuelle und biomechanische Ablenkung auf ein Minimum, schaffen es jedoch nicht die kognitive Ablenkung auf ein Minimum zu reduzieren. Damit besteht nach wie vor die Gefahr, dass die Augen vom Fahrer zwar auf die Straße gerichtet sind, er mit seinen Gedanken allerdings vom Straßengeschehen abwesend ist (Victor 2005). Aus diesem Grund wird in der Literatur vorgeschlagen eine Modalität der Benutzerschnittstellen zu benutzen (Stevens et al. 2002; Brumby et al. 2011). Damit wäre es für den Fahrer möglich für informationsreiche und umfassende sekundäre Aufgaben sprachbasierte Benutzerschnittstellen zu nutzen, und für kurze und einfache Aufgaben auf visuelle Benutzerschnittstellen wie eingebaute Displays umzusteigen, um optimale Performanz bei sicherer Fahrt zu gewährleisten. Im Vergleich zu Untersuchungen der Fahrerablenkung beim Telefonieren im Auto mit über 150+ Studien (Kircher 2007), ist die Nutzung von sprachbasierten Benutzerschnittstellen noch wenig erforscht (vgl. dazu Barón/Green 2006). Diese Studie leistet aus diesem Grund einen Beitrag zum besseren Verständnis der Auswirkungen der Nutzung von sprachbasierten Benutzerschnittstellen bei sicherer Nutzung des Fahrzeugs.

4.2.2.2 E-Mail Kommunikation als sekundäre Aufgabe

E-Mail als sekundäre Aufgabe beim Autofahren ist bisher unzureichend in der Literatur beleuchtet worden. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass E-Mail Kommunikationen beim Fahren erst mit der Vernetzung von Autos Einzug gehalten hat und somit noch ein recht neues Forschungsfeld ist. Nichtsdestotrotz lassen sich Veröffentlichungen wie (Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004) finden, die sich im Speziellen mit der sprachbasierten Bearbeitung von E-Mails beim Autofahren befasst haben. Zudem finden sich noch Arbeiten wie (Lai et al. 2001; Alt et al. 2010; Harbluk/Lalande 2005), in denen E-Mail Kommunikation als Beispiel für eine sekundäre Aufgabe am Steuer verwendet wurde, jedoch nicht zum Hauptaspekt der Untersuchung gehörte.

Das Paper von Lee et al. (2001) untersuchte die Fahrperformanz in einem Simulator bei der Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System. Hierbei wurden die Komplexität der sprachbasierten E-Mail Interaktion (einfach und komplex) und die Komplexität der Fahrumgebung (einfach und komplex) variiert. Die Interaktion mit dem E-Mail System

erfolgte über Sprachmenüs. Hierbei spiegelten die Anzahl der Menüs und die Anzahl der Optionen pro Menü die Komplexität des E-Mail Systems wider. Die Ergebnisse des Experiments zeigten zum einen, dass die Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System eine signifikante Ablenkung gegenüber dem Fahren ohne eine sekundäre Ausgabe bedeutet. Zum anderen führte die erhöhte Komplexität des E-Mail Systems zur signifikant höheren subjektiven kognitiven Belastung und schlechterer subjektiv eingeschätzter Fahrleistung. Jedoch ließen sich in der Studie keine Unterschiede bzgl. der tatsächlichen Fahrperformanz feststellen. Nicht zuletzt stellten die Autoren fest, dass die kognitive Beanspruchung bei der Interaktion mit einem sprachbasierten System additiv mit der Beanspruchung von Verkehrssituationen sind. D.h. dass die Kombination von erschwerten Verkehrsbedingungen und einer komplizierter Interaktion mit einem sprachbasierten E-Mail System sich als gefährlich erweisen könnten. Wohingegen die Nutzung von so einem System unter einfachen Verkehrsbedingungen als unbedenklich betrachtet werden kann.

Die Arbeit von Jamson et al. (2004) beschäftigte sich speziell mit der Frage, ob die Interaktion mit einem sprachbasierten System vom Fahrer oder eher vom System selber initiiert werden sollte. Somit konnte in einem Fall der Fahrer selber entscheiden wann eine neu eingegangene Nachricht anhören und diese beantworten wollte. Im anderen Fall war er damit konfrontiert, dass das System diesen Vorgang unabhängig von der aktuellen Verkehrssituation direkt nach Erhalt einer E-Mail von selber initiiert hat. Konsistent mit den Ergebnissen von Lee et al. (2001) zeigten die Ergebnisse zunächst, dass die Nutzung von einem sprachbasierten System zur zusätzlichen Ablenkung am Steuer führt. Interessanterweise haben jedoch die Fahrer ihr Fahrverhalten zum Teil an die höhere kognitive Belastung bei der Bearbeitung von E-Mails angepasst indem sie höhere Distanzen zu anderen Autos einhielten. In den meisten Umständen erwies sich die Kontrolle des Fahrers über die E-Mail Interaktion als vorteilhaft. Jedoch beobachteten Autoren auch, dass bei erschwerten Verkehrsbedingungen die Fahrer in den Zeiten in denen keine Interaktion mit dem E-Mail System stattgefunden hat, schlechtes Bremsverhalten zeigten. Diese Tatsache konnte von Autoren nur insofern erklärt werden als bei erschwerten Verkehrsbedingungen die Entscheidung über das Annehmen oder das Nichtannehmen von einer E-Mail Nachricht zusätzliche kognitive Kosten verursacht hat und deswegen es negative Auswirkungen auf die Fahrperformanz gehabt hat.

4.2.2.3 Komplexität von kognitiven sekundären Aufgaben

Der Faktor Komplexität wird in vielen Studien verwendet, um zu überprüfen wie Probanden auf erhöhte Anforderungen an die kognitiven Ressourcen reagieren. Im Bereich der Fahrerablenkung wird nicht selten sowohl die Komplexität der Fahrumgebung als auch die Komplexität der sekundären Aufgaben variiert. Die grundlegende Frage, die man sich bei der Variierung der Komplexität der sekundären Aufgabe stellt: steigt die Fahrerablenkung wenn man die Komplexität der sekundären Aufgabe anhebt?

Generell ist man in der Wissenschaft der Auffassung, dass verglichen mit einfachen sekundären Aufgaben, komplexe und schwierige aber auch fesselnde sekundäre Aufgaben den Fahrer dazu bringen seinen Blick von der Straße abzuwenden (vgl. Horrey 2011). Auch Young et al. (2007) betont, dass nicht nur das schlechte Design von Mensch-Maschine-Interaktion an einer hohen Ablenkung Schuld sein kann, sondern insbesondere auch die Komplexität von sekundären Aufgaben an sich eine große Rolle spielt. Dabei muss es nicht unbedingt die visuelle oder die biomechanische Ablenkung sein, die davon hervorgerufen wird, dass der Fahrer bei der Ausführung der sekundären Aufgaben seinen Blick von der Straße abwendet bzw. sich physisch betätigt (Stevens et al. 2005). Denn auch kognitive

Aufgaben wie Unterhaltungen und das Nachdenken kann dazu führen, dass der Blick des Fahrers zwar auf die Straße gerichtet ist, er mit seinen Gedanken aber nicht am Straßenverkehr teilnimmt. Hier kommt es zu einem sogenannten Tunneleffekt (vgl. Reimer 2010).

Leider lassen sich die Ergebnisse der Studien, die sich mit Komplexität befassen, nur schwer miteinander vergleichen, denn das Verständnis von dem Begriff der Komplexität variiert sehr stark und zudem findet fast immer anderes Operationalisieren statt. So findet man oft bloß subjektive Unterscheidungen wie „einfach“ und „komplex“ ohne jedoch eine objektive Spezifizierung der Messgrößen zu finden. Falls sich anspruchsvolle sekundäre Aufgaben im Laborumfeld schwer simulieren lassen wie z.B. anspruchsvolle und emotionale Telefonate, werden oft die sogenannten Proxy-Aufgaben wie Fragen zum Allgemeinwissen, arithmetische Rechenaufgaben oder ähnliches verwendet. Generalisierbarkeit und Übertragbarkeit von solchen Aufgaben ist zwar fraglich, ist aber oft die einzige Möglichkeit bestimmte Sachverhalte zu untersuchen. Als Beispiele für die Verwendung von Proxy-Aufgaben können an dieser Stelle Studien von Amado/Ulupinar (2005) und Pisoni et al. (1985) genannt werden. In der Literatur, die sich mit den Gestaltungsempfehlungen für Infotainment-Systeme in Autos befassen, lassen sich nur generelle Aussagen finden, dass komplexe sekundäre Aufgaben während der Fahrt möglichst vermieden werden sollten (vgl. Green et al. 1995; Stevens et al. 2002). Dingus et al. (1996) trifft gar die Aussage, dass komplexe Aufgaben grundsätzlich auf die Zeit vor und nach der Fahrt verschoben werden sollten, um die Sicherheit des Fahrers nicht zu gefährden. Zudem sollte man alle Anstrengungen unternehmen, um die Anzahl und die Komplexität von Funktionen in Informationssystemen zu minimieren (Barón/Green 2006; Dingus et al. 1996).

4.2.2.4 Bedeutung der Komplexität von Kommunikationsinhalten

Da neben solchen sekundären Aufgaben wie die Benutzung von Navigationssystemen, auch Kommunikationsaufgaben wie das Telefonieren und vermehrt auch das Abrufen von E-Mails zu den täglichen Aufgaben am Steuer vieler Menschen gehören, findet man vermehrt auch Aussagen über die Komplexität von Kommunikationsinhalten im Speziellen. Zum Thema Telefonieren im Auto gibt es einige Untersuchungen wie (Tsimhoni et al. 2001; McKnight/McKnight 1993; Briem/Hedman 1995; Recarte/Nunes 2003), die betonen, dass nicht der Aspekt der manuellen Bedienung von Telefonen wie das Wählen und das Abnehmen der Ablenkungsfaktor ist, sondern der Vorgang des Telefonierens. Denn wenn die Unterhaltungen kognitiv fordernd und anspruchsvoll sind, dann neigen Fahrer dazu weniger Aufmerksamkeit dem Straßengeschehen zu schenken. Zum Beispiel stellt Harbluk et al. (2002a) heraus, dass bei komplexen Unterhaltungen am Telefon Fahrer weniger Augenbewegungen haben und somit eine gesenkte Wahrscheinlichkeit für sie besteht verändernde Ereignisse im Straßenverkehr zu bemerken.

Studien von McKnight/McKnight (1993) und Vollrath (2007) stellen insbesondere den Faktor Emotionalität in Konversationen heraus. Demnach sind vor allem Unterhaltungen, die beim Fahrer Emotionen hervorrufen, am gefährlichsten, denn in so einem Fall kann der Fahrer nicht mehr sicher die Kontrolle über den Wagen behalten. Laut Vollrath (2007) stellt der Faktor Emotionalität bei Interaktionen zwischen dem Fahrer und den Informations- bzw. Kommunikationssystem im Wagen im Vergleich zu Telefonaten keine Gefahr dar weil in so einem Fall die Interaktion kaum emotional werden kann wenn der menschliche Faktor nicht gegeben ist. Eine andere Situation ergibt sich jedoch, ähnlich zum Telefonieren im Auto, bei E-Mail Kommunikationen. Denn in solchen Anwendungsszenarien ist kaum kontrollierbar, ob der Fahrer eine für ihn emotionale E-Mail Nachricht bekommt oder nicht. Der Grund dafür

ist die Tatsache, dass Emotionen eine ganz persönliche Eigenschaft darstellen und es kaum möglich ist im Voraus zu wissen welche Inhalte bei einer bestimmten Personen starke Emotionen hervorrufen werden. Selbst eine Nachricht, die einen über eine Kündigung informiert, kann zu unterschiedlichen Emotionen bei Personen führen.

Im Hinblick auf die Komplexität von Inhalten im Auto haben sich Arbeiten von Harbluk/Lalande (2005), Tsimhoni et al. (2001) und Lai et al. (2001) speziell mit der Komplexität von Informationen beschäftigt, die über sprachbasierte Systeme vom Fahrer wahrgenommen wurden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Komplexität in den Studien unterschiedlich operationalisiert wurde. Harbluk/Lalande (2005) geht als Einzelner nur von E-Mail Nachrichten aus und verwendet auf der einen Seite positive und bestätigende Satzformulierungen für einfache Nachrichten und auf der anderen Seite negativ und passiv formulierte Sätze als komplexe Nachrichten. Lai et al. (2001) und Tsimhoni et al. (2001) verwenden dagegen unterschiedliche Informationsquellen wie Navigationsinhalte, Nachrichten oder E-Mails, um die Komplexität von Inhalten zu variieren. Interessanterweise finden diese Studien keine eindeutige Antwort darauf, ob höhere Komplexität von Inhalten zu höherer Ablenkung führt. Bei komplexeren Inhalten ließ sich keine signifikante Veränderung in den Ablenkungsmessgrößen feststellen. Andererseits haben einfachere Inhalte zur höheren Verständlichkeit der Inhalte geführt was darauf hinweist, dass Fahrer die Eigenschaft haben sich an Inhalte zu einem bestimmten Maße anzupassen. Dabei werden anscheinend Abstriche bei der Verständlichkeit der Inhalte gemacht bzw. die Fahrweise so angepasst, dass die Kontrolle über das Fahrgeschehen nach wie vor gegeben ist.

Diese Erkenntnisse stellen einen jedoch vor die Frage was komplexe Inhalte ausmacht, die den Fahrer dazu bringen weniger Aufmerksamkeit dem Fahrgeschehen zu widmen. Denn in den genannten Studien lässt sich keine eindeutige Antwort darauf finden. Das lässt darauf schließen, dass die Komplexität von Inhalten personenabhängig ist und sich somit auch schlecht im experimentellen Umfeld zu untersuchen lässt. Es scheint jedoch Einigkeit darüber zu herrschen, dass eine Auseinandersetzung des Fahrers mit Inhalten, die Emotionen hervorrufen können, beim Fahren vermieden werden sollten. Bei Inhalten, die einen emotional nicht betreffen, tendieren Fahrer dazu die evtl. gestiegenen kognitiven Anforderungen durch die Anpassung der Fahrweise zu kompensieren. Dies ist jedoch nicht der Fall bei emotionalen Inhalten (Vollrath 2007).

4.2.2.5 Zusammenfassende Betrachtung des aktuellen Forschungsstandes

Anhand der analysierten Literatur kann man zusammenfassend sagen, dass sprachbasierte Systeme sich insbesondere für informationslastige sekundäre Aufgaben wie beispielsweise E-Mail Kommunikation mehr und mehr in den Autos durchsetzen. Sie sind trotz alledem kein Allheilmittel, da sie zwar biomechanische und visuelle Ablenkung minimieren, aber trotzdem kognitive Belastung für den Fahrer bedeuten. Im Vergleich zur Telefonie im Auto, gibt es trotz der enormen Nachfrage nach einer E-Mail Kommunikation im Auto (vgl. Kapitel 3.1) noch eine überschaubare Anzahl an Studien (vgl. Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004), die sich im Speziellen mit den Besonderheiten der Gestaltung von E-Mail Systemen in Autos befasst haben. Eine gesonderte Auseinandersetzung ist jedoch erforderlich, da E-Mail eine asynchrone Kommunikationsart darstellt und wegen der flexiblen Nutzungsmöglichkeit seine Besonderheiten in der Verwendung hat (vgl. Kapitel 3.2.1). Aus diesem Grund können Gestaltungsempfehlungen aus Arbeiten, die sich mit Navigations- und Assistenzsystemen beschäftigt haben, nur bedingt übernommen werden. Obwohl nach dem allgemeinen Verständnis Komplexität von sekundären Aufgaben und Inhalten eine entscheidende Rolle beim Autofahren spielt, kann man nach wie vor keine klaren Aussagen treffen was Fahrer als

komplex erachten und wie sie mit Komplexität umgehen. Diese Studie soll anhand der aufgestellten Fragestellungen (siehe Kapitel 4.2.1) einen wesentlichen Beitrag zur Erforschung dieser Sachverhalte liefern.

4.2.3 Forschungsmodell und Hypothesen

Anhand der Fragestellungen, die im Kapitel 4.2.1 detailliert erläutert worden sind, ist ein Forschungsmodell entstanden, das in der Abbildung 4-1 zu sehen ist. Gemäß den Fragestellungen werden das Vorhandensein der E-Mail Kommunikationsaufgabe als sekundäre Aufgabe beim Fahren, die Komplexität der E-Mail Kommunikationsaufgaben und die Komplexität der E-Mail Kommunikationsinhalte als unabhängige Variablen genommen und deren Auswirkungen auf die abhängige Variable Fahrerablenkung untersucht.

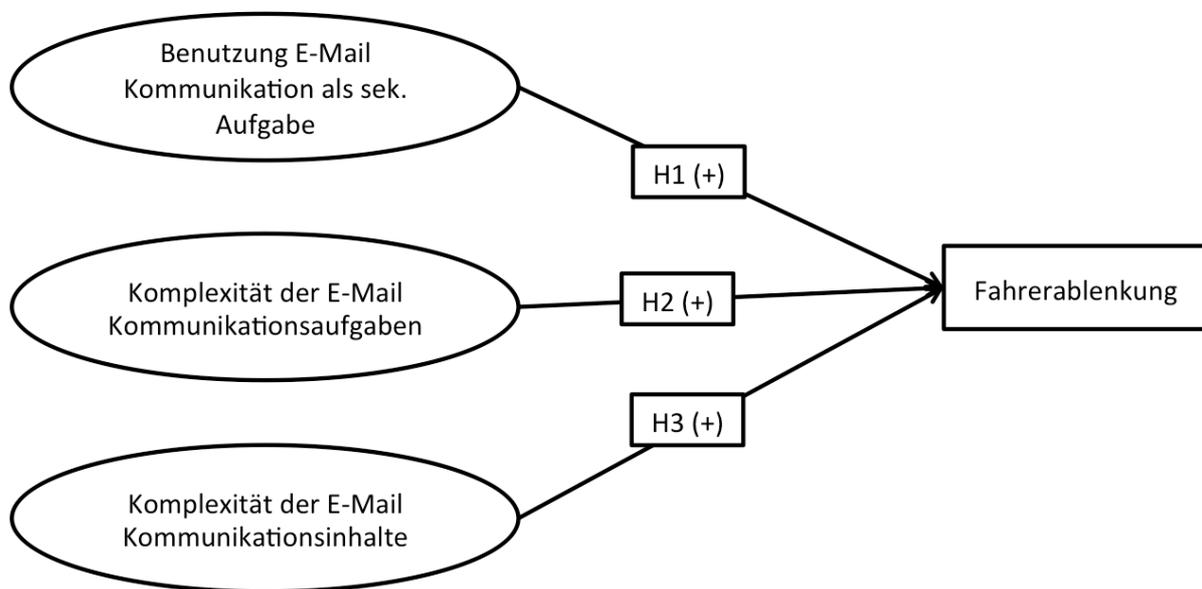


Abbildung 4-1: Forschungsmodell
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Wie bereits in den Kapiteln 4.2.2.1 und 4.2.2.2 erläutert, geht man in der Literatur grundsätzlich davon aus, dass nicht fahrrelevante Aufgaben (sekundäre Aufgaben) zur erhöhten Fahrerablenkung führen. Vor diesem Hintergrund zeigen auch Arbeiten von Lee et al. (2001) und Jamson et al. (2004), dass sprachbasierte E-Mail Systeme im Auto auch hier keine Ausnahme sind. Aus diesem Grund wird auch in dieser Studie zunächst vermutet, dass die E-Mail Aufgabe zur einer signifikant höheren Ablenkung führt:

Hypothese 1: Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System als sekundäre Aufgabe während der Fahrt führt zu einer höheren Fahrerablenkung als Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe.

Wie im Kapitel 4.2.2.2 thematisiert, können mit der E-Mail Kommunikation viele Aufgaben verbunden sein. Dazu können einfachere Aufgaben gehören wie sich die Betreffzeilen und die Absender von eingegangenen E-Mail Nachrichten anhören lassen, d.h. einen Überblick über die E-Mail Inbox bekommen, aber auch kompliziertere wie das Raussuchen von bestimmten

E-Mails in einer Inbox, das Sortieren, das Anhören und das Beantworten von den Nachrichten. Sowohl die einfacheren E-Mail Kommunikationsaufgaben als auch die komplexeren sind beim Autofahren denkbar. Obwohl es in der Literatur keine klaren Aussagen darüber gibt welche Aufgaben als weniger komplex und mehr komplex gelten, stellen wir an dieser Stelle die naheliegende Hypothese auf:

Hypothese 2: Höhere Komplexität der E-Mail Kommunikationsaufgaben führt zu einer höheren Fahrerablenkung.

Es ist naheliegend, dass kompliziert formulierte Sätze bzw. Inhalte, die sehr komplexe Sachverhalte beinhalten oder uns emotional berühren, eine höhere kognitive Belastung implizieren als einfache und verständliche Inhalte. Wie in Kapitel 4.2.2.4 erläutert, lassen sich jedoch in der Literatur keine eindeutigen Aussagen treffen, ob kompliziertere Kommunikationsinhalte zu höherer Ablenkung beim Fahren führen. Zudem lässt sich der Faktor Komplexität auch sehr schwer operationalisieren wie im Kapitel 4.2.2.4 thematisiert, denn oft wird Komplexität auch im Zusammenhang mit Emotionalität gebracht welche für jeden etwas ganz persönliches ist. Der Zusammenhang zwischen der Komplexität bzw. Emotionalität von Kommunikationsinhalten und der Fahrerablenkung soll an dieser Stelle speziell für den Anwendungsfall E-Mail im Auto untersucht werden und somit wird die folgende Hypothese aufgestellt:

Hypothese 3: Höhere Komplexität bzw. Emotionalität der E-Mail Kommunikationsinhalte ist mit einer höheren Fahrerablenkung verbunden.

4.2.4 E-Mail Dienst MobileMail

Der Gegenstand der Untersuchung im Rahmen dieser Studie war ein sprachbasiertes E-Mail System, das am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an der Technischen Universität München entwickelt worden ist. Der Gedanke hinter diesem System war es dem Fahrer eine Möglichkeit zu bieten mobiles Arbeiten im Auto auszuüben und somit immer auf dem neuesten Stand bzgl. seiner beruflichen und privaten E-Mail Kommunikation zu sein. Somit ermöglichte MobileMail nicht nur auf sein aktuelles E-Mail Postfach während der Fahrt zuzugreifen, sondern auch E-Mails zu bearbeiten.

Die Realisierung des Systems erfolgte mit einem Framework zur prototypischen Entwicklung von Automotive Services namens HIMEPP (Highly Integrated Modular Embedded Prototyping Plattform), das im Rahmen der Doktorarbeit von Hoffmann (2010) am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an der Technischen Universität München entstanden ist. Das HIMEPP Framework ist für die prototypische Implementierung ausgewählt worden weil es die Möglichkeit bietet Automotive Services binnen kürzester Zeit und mit geringen Kosten zu realisieren. Wegen des modularen Aufbaus des Frameworks können die entwickelten Komponenten in späteren Projekten wiederverwendet werden. Zudem bietet das Framework die Möglichkeit entwickelte Prototypen in ein speziell umgebautes Fahrzeug zu integrieren und somit unter realen Bedingungen sofort zu testen (Hoffmann 2010, 282).

Der Dienst erlaubte die Anbindung von einem beliebigen E-Mail Server, der E-Mail Protokolle wie POP3 und IMAP unterstützte. Somit war es möglich auf reale E-Mail Konten zuzugreifen. Die Interaktion mit dem Fahrer erfolgte ausschließlich über Sprachein- und -ausgabe, um die visuelle und biomechanische Ablenkung zu minimieren. Somit waren Fahrer in der Benutzung durch keinen eingebauten Bildschirm oder einen Dreh-Drück-Steller abgelenkt und konnten ihren Blick jederzeit auf die Straße richten. Benutzung von kurzen Sprachbefehlen ist laut Untersuchungen von Jeon et al. (2009) und Young et al. (2007) langen Unterhaltungen mit einem Dialogsystem vorzuziehen. Somit konnte der Benutzer über kurze Sprachbefehle mit dem System interagieren. Eine Übersicht über unterstützte Sprachbefehle des Systems und die dazugehörigen Aktionsbeschreibungen können der Tabelle 9 entnommen werden. Die Eingabe von Sprachbefehlen konnte über den sogenannten „Push-to-Talk“ Knopf ausgelöst werden, der im Simulator oder im Auto beispielsweise am Lenkrad angebracht werden konnte. Über diesen Knopf war es dem Fahrer jederzeit möglich die Interaktion zu initiieren oder aber auch abzubrechen. Laut Jamson et al. (2004) bietet dieses sogenannte „driver-controlled“ Design gegenüber dem „system-controlled“ Design den Vorteil, dass Fahrer nicht gezwungen sind zu einem bestimmten Zeitpunkt sich mit dem System zu befassen (beispielsweise wenn eine neue E-Mail empfangen wird), sondern die Interaktion an das Fahrgeschehen anpassen können. MobileMail bot auch die Möglichkeit an über den Befehl „Antworten“ auf eine E-Mail zu antworten indem man eine Nachricht diktierte und die Aufnahmen als MP3 Anhang an den Absender verschickt wurden.

Sprachkommando	Aktionsbeschreibung
Überblick	Liest neu eingegangene E-Mails in chronologischer Reihenfolge vor. Bei einer E-Mail werden Absender, Betreff, Datum und Uhrzeit angegeben. Neueste E-Mails werden zuerst vorgelesen.
Kurzüberblick	Gibt alle neu eingegangene E-Mails in chronologischer Reihenfolge mit kurzen Angaben des Absenders und des Betreffs wieder. Neueste E-Mails werden zuerst wiedergegeben.
Vorlesen	Aktuelle E-Mail samt Informationen wie Absender, Datum und Betreff wird wiedergegeben.
Lese (E-)Mails von [...]	Das E-Mail Postfach wird nach dem vom Benutzer angegebenen Absender gefiltert und nur seine Nachrichten werden wiedergegeben.
Weiter	Überspringt das Vorlesen der aktuellen E-Mail und geht zur nächsten E-Mail über. Falls letzte E-Mail erreicht ist, wird die Ausgabe beendet.
Zurück	Springt zur vorherigen E-Mail und liest diese samt Absender, Datum und Betreff vor.
Antworten	Startet die Audioaufnahme und speichert die aufgenommenen Inhalte als MP3 Datei ab.
Senden	Sendet die aufgenommene Audionachricht als E-Mail mit angehängter Audioaufnahme der Antwort ab.
Hilfe	Ruft die Hilfestellung auf.

Tabelle 9: Unterstützte Sprachbefehle in MobileMail
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Bei der Entwicklung von MobileMail orientierte man sich an einem Szenario von einem Geschäftsmann als potentieller Anwender von so einem System. Dieses Szenario ähnelte dem bereits im Kapitel 3.2.4 aufgestellten Szenario, ging aber auf die Spezifika der in dieser Studie formulierten Fragestellungen ein. Ein E-Mail System ähnlich zu MobileMail, das ins Auto integriert und während der Fahrt genutzt werden kann, ist vor allem für Geschäftsreisende interessant, die den ganzen Tag von einem Geschäftstermin zum anderen mit dem Auto fahren und nicht die Zeit haben sich relevante Informationen zu den Geschäftsterminen bzw. aktuellen Geschehnissen außerhalb vom Wagen zu holen. Um ein Verständnis dafür zu bekommen in welchen Fällen so ein sprachbasiertes System eingesetzt werden kann, wird das folgende Szenario präsentiert:

Herr Mustermann ist Vertriebsmitarbeiter einer Automobilfirma in Ingolstadt. Kein Tag vergeht ohne einen Kundentermin; oft zerreißen viele Termine seinen Tagesablauf so, dass er ständig unterwegs ist. Wer jeden Tag viele E-Mails bekommt, kennt das Problem: Man hat oft Schwierigkeiten, auf den ersten Blick wichtige von unwichtigen E- Mails zu unterscheiden.

Herr Mustermann wird täglich mit einer Vielzahl an E-Mails konfrontiert, die sich aus geschäftlichen und privaten Mails, aber auch aus Spam und abonnierten Beiträgen zusammensetzen. Aus diesem Grund sind alle Fahrzeuge aus dem Carpool des Unternehmens mit einer neuen Anwendung ausgestattet, die die wichtigen E-Mails herausfiltert und sie dem Nutzer vorlesen kann.

7:25 Uhr: Herr Mustermann steigt in das Firmenauto ein und macht sich auf den Weg ins Büro. Die neue Anwendung hebt alle geschäftsrelevanten E-Mails hervor, die ihm anschließend vorgelesen werden. Somit ist Herr Mustermann bereits über alle wichtigen Ereignisse informiert, wenn er in der Firma ankommt. Im Verlauf des Tages muss er mehrere wichtige Meetings wahrnehmen. Oft muss er dabei auch die Fahrt zum Kunden oder Geschäftspartner antreten.

13:30 Uhr: Nach der Mittagspause macht sich Herr Mustermann mit dem Firmenauto auf den Weg zum Kunden. Auf allen Kundenfahrten werden die E-Mails zu diesem Kunden durch die Anwendung gefiltert und vorgelesen. Darunter befindet sich heute eine Benachrichtigung vom Kunden, dass er sich um einige Minuten verspäten wird. Die Verhandlungen mit den Kunden ziehen sich bis in den späten Abend, so dass sich Herr Mustermann direkt nach dem letzten Kundengespräch auf den Heimweg macht.

20:00 Uhr: Die Anwendung erkennt wiederum anhand der Uhrzeit, dass sich Herr Mustermann auf dem Heimweg befindet. Nun hebt sie alle privaten Nachrichten aus dem E-Mail-Account hervor, die ihm nun vorgelesen werden. Somit ist Herr Mustermann über die Geschehnisse in seinem privaten Umfeld informiert, wenn er zu Hause ankommt.

4.2.5 Methode

In den folgenden Kapiteln soll darauf eingegangen werden welche Methode für diese Untersuchung verwendet wurde, wie die Teilnehmer ausgewählt wurden und wie genau die primäre und die sekundäre Aufgabe zusammengestellt wurde. Zudem wird abschließend darauf eingegangen wie der genaue Ablauf des Experiments ausgeschaut hat.

4.2.5.1 Experimentdesign

Für diese Studie ist ein Untersuchungsdesign mit Messwiederholungen (oder auch Innersubjekt-Design genannt) mit den folgenden drei Faktoren ausgewählt worden:

- *Nutzung des E-Mail Systems als sekundäre Aufgabe* (zwei Ausprägungen: keine E-Mail Aufgabe oder E-Mail Aufgabe)
- *Komplexität der E-Mail Kommunikationsaufgaben* (zwei Ausprägungen: einfach oder schwer)
- *Komplexität bzw. Emotionalität der E-Mail Kommunikationsinhalte* (zwei Ausprägungen: einfach oder schwer)

Ein Untersuchungsdesign mit Messwiederholungen impliziert, dass dieselben Personen alle Untersuchungsbedingungen des Experiments durchlaufen müssen. Im Falle dieses Experiments bedeutete dies, dass jeder Proband alle Nebenaufgaben ausführen musste (vgl. Kapitel 4.2.5.5). Der Vorteil von diesem Untersuchungsdesign ist, dass verglichen mit anderen Ansätzen wie dem Untersuchungsdesign mit mehreren Gruppen weitaus weniger Versuchspersonen notwendig sind, um statistische Teststärke zu erreichen (vgl. Martin 2007).

4.2.5.2 Teilnehmer

Für die Durchführung der Studie sind Probanden von der Fakultät für Informatik an der Technischen Universität München rekrutiert worden. Dabei erfolgte die Auswahl zufällig, um möglichst Einflüsse von Faktoren wie Alter zu vermeiden. Es ist gelungen 32 Teilnehmer für die Durchführung der Studie zu gewinnen. Verteilung der Teilnehmer nach Geschlecht, Alter und der jährlichen Fahrleistung kann den Abbildungen weiter unten entnommen werden. Da man bei dieser Studie keinen Zugriff auf einen speziellen Teilnehmerpool hatte, konnte keine gleiche Verteilung der Teilnehmer nach Geschlecht und der jährlichen Fahrleistung hergestellt werden. Ausgeglichenheit der Altersverteilung konnte jedoch hergestellt werden (vgl. Abbildung 4-3).

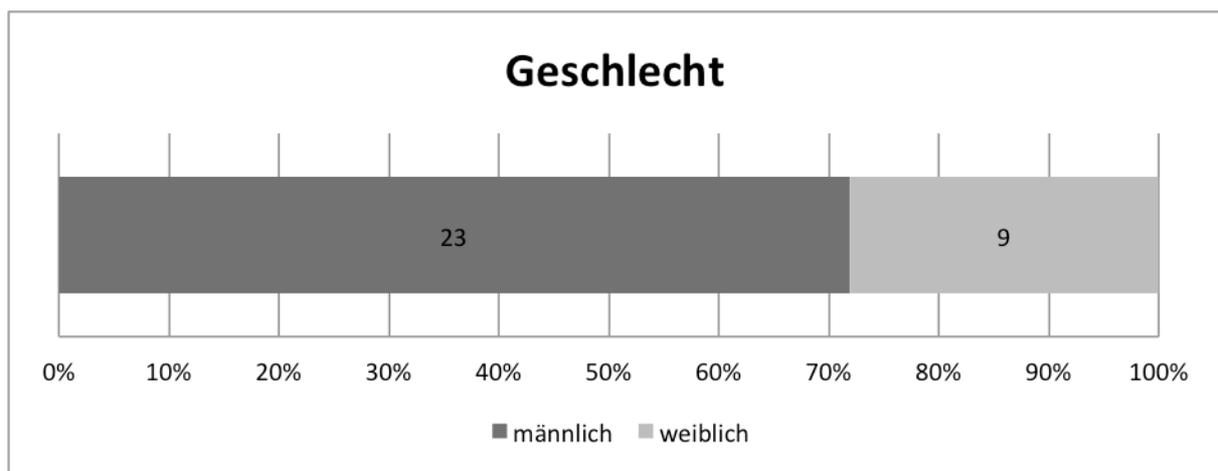


Abbildung 4-2: Geschlechtsverteilung der Teilnehmer
(Quelle: Eigene Darstellung)

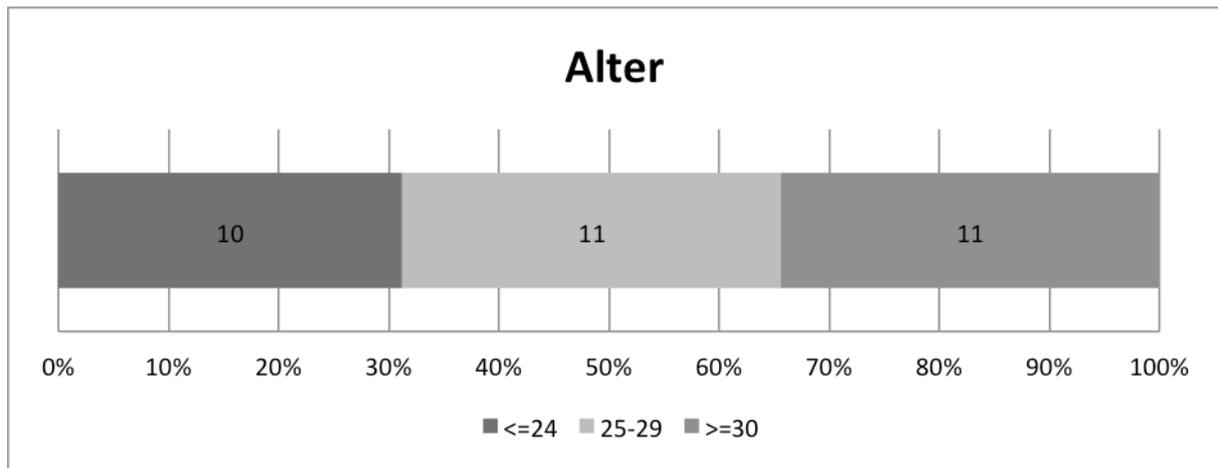


Abbildung 4-3: Altersverteilung der Teilnehmer
(Quelle: Eigene Darstellung)

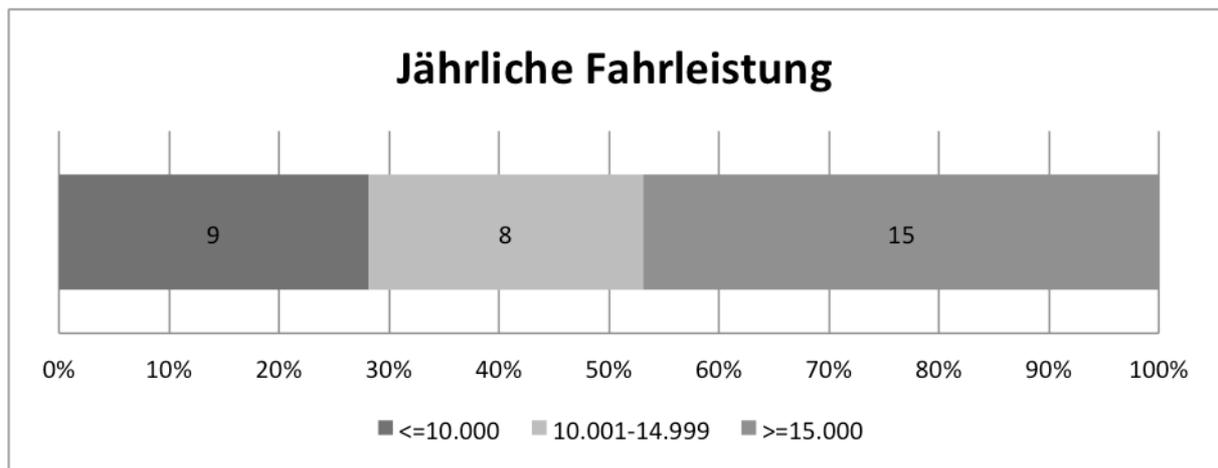


Abbildung 4-4: Verteilung der jährlichen Fahrleistung der Teilnehmer
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.2.5.3 Simulator und Versuchsumgebung

Um die Probanden bei der Ausführung der Aufgaben des Experiments nicht im öffentlichen Straßenverkehr zu gefährden und andere Umwelteinflüsse möglichst zu minimieren, ist der Versuch in einem Labor durchgeführt worden. Dafür ist das Automotive Services Lab an der Fakultät für Informatik an der Technischen Universität München benutzt worden, das über einen fest installierten Fahrsimulator verfügte. Beim Fahrsimulator handelte es sich um einen sogenannten Low Fidelity Simulator (vgl. Kapitel 2.4.3.2), der aus einer Sitzkiste mit eingebautem Lenkrad samt Pedalen und einem Bildschirm zur Darstellung der Simulation bestand (vgl. Abbildung 4-5). Beim Lenkrad und den Pedalen handelte es sich um das Produkt Driving Force GT der Firma Logitech²⁸ mit Force Feedback²⁹ und Pedalen zum

²⁸ <http://www.logitech.com>

²⁹ Force Feedback bezeichnet die Krafrückkopplung, die bei Eingabegeräten verwendet wird, um dem Benutzer ein möglichst realistische Rückmeldung von Kraft zu geben

Bremsen und Beschleunigen, die unterhalb vom Lenkrad in der Sitzkiste angebracht waren. Speziell dieses Lenkrad ist für die Studie eingesetzt worden weil es zum Zeitpunkt des Versuchs zu den ausgereiftesten am Markt verfügbaren Game Lenkrädern gehörte. Zudem sind die Lenkräder der Firma Logitech bereits in einigen Fahrstudien mit vollem Erfolg eingesetzt worden und haben sich daher für den Zweck der Simulation des realen Fahrverhaltens bewährt (vgl. Weinberg/Harsham 2009; Beede/Kass 2006; González et al. 2007). Am Lenkrad war zusätzlich ein sogenannter Push-to-Talk Button angebracht, der mit den Fingern der rechten Hand bedient werden konnte und die Spracheingabe des E-Mail Systems auslöste (vgl. Kapitel 4.2.4). Dabei war es bei der Implementierung des E-Mail Systems notwendig die dem Lenkrad beiliegende Konfigurationssoftware mit dem HIMEPP Entwicklungsumgebung zu verbinden, um auf den Tastendruck am Lenkrad reagieren zu können.



Abbildung 4-5: Ansicht der kompletten Versuchsumgebung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Darstellung der Fahraufgabe des Simulators erfolgte über einen 27'' Monitor, der fest vor dem Probanden installiert war, um ihm ein möglichst realistisches Fahrgefühl zu geben (siehe Abbildung 4-1). Die Ausgabe der synthetischen Stimme des E-Mail Systems und die Fahrgeräusche des Simulators erfolgte über übliche Computerlautsprecher, die vor dem Probanden links und rechts von dem Monitor aufgestellt waren (nicht auf Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6 zu sehen). Die Aufzeichnung der Antworten des Probanden lief über ein Elektret-Kondensator-Stereomikrofon der Firma Sony (Modellbezeichnung ECM-MS907), das auf dem Armaturenbrett angebracht und direkt auf den Kopf des Probanden gerichtet war.

Somit war es möglich eine bessere Aufnahmequalität zu erreichen als beispielsweise mit handelsüblichen Laptops.

Die Wahl des Fahrsimulators als primäre Aufgabe ist auf den sogenannten Lane Change Task (LCT) gefallen, der bereits als Möglichkeit zur Evaluation der Fahrerablenkung im Kapitel 2.4.3.2 vorgestellt worden ist. Der Grund für den Einsatz des LCT war der gute Kompromiss zwischen Kosten, Aufwand und Validität von Ergebnissen (Pettitt 2008). Die Software wurde freundlicherweise von der Firma Daimler AG für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt.



Abbildung 4-6: **Perspektive des Probanden**
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.2.5.4 Primäre Aufgabe

Unter der primären Aufgabe versteht man beim Autofahren üblicherweise die Fahraufgabe, d.h. die Steuerung des Autos auf der Straße (vgl. Kapitel 2.4.1.1). Wie bereits weiter oben besprochen, wurde im Rahmen dieser Studie ein mit der LCT Software ausgestatteter Fahrsimulator verwendet. Die simulierte Fahrroute war eine gerade Strecke mit 3 Fahrspuren, die je 3,85 Metern breit waren. Für jede sekundäre Aufgabe, die die Probanden erledigen sollten, war es notwendig im Simulator eine Strecke von 3.000 Metern bei konstanter Geschwindigkeit von 60 km/h zurückzulegen. Probanden wurden vom Experimentleiter gebeten das Gaspedal des Simulators durchzudrücken, um die konstante Geschwindigkeit von 60 km/h beim Fahren zu gewährleisten. Im Schnitt haben die Probanden für diese Strecke 180 Sekunden gebraucht. Pro Fahrabschnitt und somit pro sekundäre Aufgabe begegneten den Probanden 18 Schilder, die zum Fahrspurwechsel aufgefordert hatten. Die Schilder waren in mittleren Abständen von 150 Metern aufgestellt (min. 140 Meter, max. 188 und exponentiell

verteilt). Die mittlere Dauer zwischen zwei Spurwechseln betrug ca. 9 Sekunden. Strecken bei einem LCT unterscheiden sich nur bezüglich der Reihenfolge der Schilder, die den Fahrer zu einem Spurwechsel aufforderten. Jedem Probanden wurde der gleiche Satz an unterschiedlichen Strecken präsentiert. Dies gewährleistete die gleichen Bedingungen für alle Probanden und schloss Lerneffekte hinsichtlich der gleichen Reihenfolge der Schilder aus (vgl. Mattes 2003).

4.2.5.5 Sekundäre Aufgaben

Zu den sekundären Aufgaben, also den Aufgaben, die neben dem Autofahren von Probanden erledigt werden mussten (vgl. Kapitel 2.4.1.1), gehörte hauptsächlich die Nutzung von dem sprachbasierten E-Mail System. Das Postfach des E-Mail Systems bestand aus sieben E-Mail Nachrichten von insgesamt fünf verschiedenen Absendern, die einem realen Postfach eines Studenten entnommen und anonymisiert worden sind (siehe Anhang A.1). Somit konnte eine hohe externe Validität gewährleistet werden. Die qualitative Analyse der E-Mail Nachrichten deutete darauf hin, dass die Inhalte sehr leicht zu verstehen waren und keine emotionalen Gedankengänge zu finden waren.

Um den Einfluss der Faktoren wie dem Vorhandensein der sekundären Aufgabe, der Komplexität der E-Mail Aufgabe und der Inhalte auf die Fahrerablenkung zu untersuchen sind drei Aufgaben erstellt worden, die im Folgenden präsentiert werden:

Nebenaufgabe 1 (NA1): Überblick über Nachrichten im E-Mail Postfach

Die erste Nebenaufgabe erforderte die Nutzung von ganz grundlegenden Funktionen von einem E-Mail System wie die Erlangung des Überblicks über neu eingegangene E-Mail Nachrichten im Postfach. Dabei konnten vom Benutzer die Sprachbefehle „Kurzüberblick“, „Weiter“ und „Zurück“ zur erfolgreichen Erledigung der Aufgabe benutzt werden (vgl. Tabelle 9). Bei dieser Aufgabe ging es hauptsächlich darum die Absender und die Betreffzeilen der einzelnen Nachrichten zu erfahren, um damit einen Überblick darüber zu haben wer einen und zu welchem Thema angeschrieben hat. Obwohl E-Mail zu der Kommunikationsform gehört, die jeder auf seine Art und Weise nutzt (vgl. Kapitel 3.2.1), ist das Überfliegen von Absendern und den Betreffzeilen eine Tätigkeit, die jeder von uns als Allererstes erledigt bevor die einzelnen Nachrichten im Detail angeschaut werden. Die einzelnen Nachrichten sind zwar einem realen Postfach entnommen worden, wurden aber anonymisiert, um zu gewährleisten, dass die Inhalte die Probanden nicht emotional berührten.

Um den Erfüllungsgrad der Nebenaufgabe 1 zu prüfen, sind dem Probanden nach Ende der Teststrecke einige Fragen zum Postfach gestellt worden. Die Fragen richteten sich hauptsächlich auf die Anzahl der Absender von bestimmten Nachrichten und deren Betreff (siehe Anhang A.2). Für eine richtig beantwortete Frage ist ein Punkt vergeben worden. Bei 8 Fragen waren maximal 8 Punkte möglich.

Nebenaufgabe 2 (NA2): Digit Span Test (Zahlengedächtnistest)

Als zweite Nebenaufgabe wurde der sogenannte Digit Span Test (dt.: Zahlengedächtnistest) verwendet, der üblicherweise in der Psychologie und der Medizin dazu eingesetzt wird die Merkfähigkeit bzw. das Kurzzeitgedächtnis von Personen zu testen. Bei diesem Test wurden den Probanden sieben Zahlenreihen

vorgelesen, die von Probanden nachgesprochen werden müssten. Die erste Zahlenreihe begann dabei mit drei Zahlen und bei jeder nachfolgenden Reihe erhöhte sich die Anzahl der Zahlen um eins. So mussten die Probanden bei der letzten Zahlenreihe sich 9 Ziffern merken und diese nachsprechen (Kirschbaum 2008). Die Vorläufer von solchen Tests gehen auf die Forschungsergebnisse von George A. Miller zurück, der im Jahr 1956 nachweisen konnte, dass ein Mensch sich durchschnittlich sieben plus oder minus zwei Zahlen oder Objekte merken kann (Miller 1956).

Neben der Psychologie und der Medizin werden solche oder ähnliche Zahlengedächtnistests oft in der Forschung der Verkehrssicherheit verwendet, um eine hohe kognitive Belastung bei Probanden während dem Fahren zu erzeugen. Hierbei wirkt so ein Zahlengedächtnistest als Substitut für eine kognitiv belastende Nebenaufgabe, die sich sehr schwer simulieren lassen wie z.B. emotionale Gedankengänge oder komplexe Überlegungen. Über die Zeit haben sich viele verwandte Tests für verschiedene Einsatzbereiche entwickelt, die sich jedoch alle sehr ähneln. Ein bekannter dem Digit Span Test verwandter Zahlengedächtnistest ist der sogenannte MIT n-back Test bei dem gehörte 10 stellige Zahlenreihen rückwärts vorgelesen werden müssen (Mehler et al. 2011). Ein ähnlicher Test namens Shadowing wird beispielsweise auch in den Untersuchungen der Telefonie im Auto benutzt bei dem statt Zahlen einzelne Wörter bzw. sogar komplette Sätze von Probanden wiedergegeben werden müssen, um ein kompliziertes und anstrengendes Telefonat zu simulieren (vgl. Spence/Read 2003; Strayer/Johnston 2001).

In dieser Studie galt es zu untersuchen welche Auswirkungen die Handhabung von sehr komplex aufgebauten und emotionalen E-Mail Nachrichten auf die Fahrerablenkung hat. Wie bereits thematisiert, lassen sich solche Bedingungen nur sehr schwer simulieren, da Komplexität und Emotionalität von Inhalten sehr subjektiv ist. So lassen sich kaum Inhalte finden, die zwei Personen gleichermaßen emotional berühren was die Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen erschwert. Aus diesem Grund ist auf den einfachsten Zahlengedächtnistest Digit Span Test als Proxy für solche Inhalte zurückgegriffen worden. Der Test ist vorwiegend in seiner Originalform durchgeführt worden und wurde bereits weiter oben beschrieben. Um die Dauer des Zahlengedächtnistests an die Fahrdauer einer Teststrecke im Simulator anzupassen, wurden 14 statt 7 Zahlenreihen vorgelesen. Dabei enthielten die ersten zwei Zahlenreihen je 3 Zahlen und bei den nachfolgenden zwei Reihen erhöhte sich die Anzahl um 1. Pro richtig wiedergegebene Zahlenreihe konnte 1 Punkt erzielt werden. Somit waren insgesamt maximal 14 Punkte möglich. Die Zahlenfolgen wurden durch einen Zufallsgenerator erstellt und waren für alle Probanden gleich. Die genauen Ausprägungen der Zahlenfolgen und das dazugehörige Bewertungsformular können dem Anhang A.4 entnommen werden.

Nebenaufgabe 3 (NA3): Finden, Anhören und Beantworten von E-Mails

Die Nebenaufgabe 3 zielte darauf ab komplizierte E-Mail Kommunikationsaufgaben zu simulieren und deren Einfluss auf die Fahrerablenkung zu messen. Vor diesem Hintergrund bestand die Aufgabe des Probanden darin zu einer E-Mail Nachricht von einem Absender zu navigieren, der vom Experimentleiter dem Probanden genannt wurde, sich diese anzuhören und zu beantworten. Diese Aktivitäten spiegeln die übliche Abarbeitung von E-Mails in unserem Alltag wider, sind jedoch komplexer als die in der Nebenaufgabe NA1 angegebenen Aktivitäten, da hier die auditive

Wahrnehmung von kompletten E-Mails, das Verstehen und das Ausformulieren von Antworten erforderlich war. Die entsprechenden Sprachkommandos, die die Probanden für die erfolgreiche Erfüllung der Aufgabe benutzen konnten waren respektive „Lese E-Mails von [...] vor“, „Vorlesen“, „Zurück“, „Weiter“, „Antworten“ und „Senden“ (vgl. Tabelle 9). Wie an der Anzahl der erforderlichen Sprachbefehle zu sehen ist, mussten die Probanden zudem mehr Sprachbefehle als in Nebenaufgabe 1 verwenden was auf höhere Komplexität der Nebenaufgabe hindeutet. Wie auch bei Nebenaufgabe NA1 wurde nach Ende der Teststrecke anhand eines Fragebogens die Erfüllung der Aufgabe geprüft. Dabei waren die Richtigkeit der Antworten auf die im Fragebogen gestellten Fragen als auch die qualitative Auswertung der aufgenommenen Antworten der Probanden ausschlaggebend. Die einzelnen Fragen können im Anhang A.2 eingesehen werden. Für die richtige Erfüllung der Nebenaufgabe konnten maximal 9 Punkte erzielt werden. Dabei wurde jedem Fakt, der vom Probanden richtig angegeben wurde, ein Punkt zugeordnet.

Die oben beschriebenen Nebenaufgaben wurden von Probanden in einer bestimmten Reihenfolge im Experimentverlauf ausgeführt. Die Reihenfolge variierte dabei nicht zwischen den Probanden. Ebenso wurde darauf geachtet, dass tendenziell anspruchsvollere Nebenaufgaben wie NA2 (Digit Span Test) nicht als letztes ausgeführt wurden, da ansonsten die evtl. schlechtere Fahrperformanz nicht auf die Nebenaufgabe selber sondern auf die mögliche Ermüdung des Teilnehmers im Experimentverlauf zurückgeführt werden könnte. Aus diesem Grund war die Reihenfolge der Ausführung der einzelnen Nebenaufgaben gemäß der Nummerierung die folgende:

1. Nebenaufgabe 1 (NA1): Überblick über Nachrichten im E-Mail Postfach
2. Nebenaufgabe 2 (NA2): Digit Span Test (Zahlengedächtnistest)
3. Nebenaufgabe 3 (NA3): Finden, Anhören und Beantworten von E-Mails

Hinsichtlich der im Kapitel 4.2.3 aufgestellten Hypothesen unterschieden sich die erstellten Nebenaufgaben in den Ausprägungen der einzelnen abhängigen Variablen. Dies war notwendig, um die einzelnen Hypothesen zu verifizieren oder zu falsifizieren. Die Kategorisierung der Nebenaufgaben anhand des Forschungsmodells ist übersichtshalber in der Tabelle 10 zusammengefasst. Die sogenannte Baseline stellt dabei das Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe dar. Um beispielsweise bei der Analyse die Hypothese 1 prüfen können, muss laut der Tabelle 10 die Ablenkungsdaten von der Baseline und den Nebenaufgaben NA1 und NA3 auf einen signifikanten Unterschied überprüft werden. Für die Überprüfung der zweiten Hypothese (Komplexität von E-Mail Aufgaben) eignen sich die Nebenaufgaben NA1 und NA3. Schließlich eignen sich der Digit Span Test (NA2) und die Nebenaufgaben NA1 und NA3, um die Hypothese hinsichtlich der Komplexität und Emotionalität von E-Mail Kommunikationsinhalten zu überprüfen.

	Baseline ³⁰	NA1	NA2	NA3
Benutzung des E-Mail Systems als sekundäre Aufgabe	Nein	Ja	n.a.	Ja
Komplexität von E-Mail Aufgaben	n.a.	Leicht	n.a.	Schwer
Komplexität und Emotionalität von E-Mail Kommunikationsinhalten	n.a.	Leicht	Schwer	Leicht

Tabelle 10: Kategorisierung der Nebenaufgaben anhand des Forschungsmodells
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.2.5.6 Durchführung

Das komplette Experiment ist in einem Forschungslabor, das mit einem Fahrsimulator ausgestattet war, durchgeführt worden (siehe Kapitel 4.2.5.3). Durch das Vorhandensein nur eines Fahrsimulators konnte immer nur ein Proband gleichzeitig am Experiment teilnehmen. Aus diesem Grund wurden den Probanden verschiedene Zeitslots angeboten zu denen sie sich eintragen konnten. Der Zeitbedarf pro Teilnehmer belief sich auf ca. 45 Minuten in denen auch eine Zeit von ca. 5 Minuten für evtl. Hardware- bzw. Softwareausfälle oder sonstige Vorkommnisse eingeplant war. Neben dem Testteilnehmer befand sich auch der Experimentleiter im selben Raum, der für die Durchführung des Versuchs zuständig war. Zu seinen Aufgaben gehörten das Erklären des Versuchsablaufs, das Konfigurieren und das Operieren der Technik, das Geben der notwendigen Anweisungen an Experimentteilnehmer und Hilfe bei evtl. Fragestellungen bzw. Problemen. Während der Fahraufgabe befand sich der Experimentleiter vorwiegend im Hintergrund, um nicht im direkten Blickfeld des Probanden zu sein und evtl. zusätzliche Ablenkung beim Fahrer zu erzeugen. Die Durchführung des Experiments unterteilte sich in drei Phasen, die nacheinander durchgeführt wurden und im Folgenden detailliert erläutert werden:

Phase I – Einführungsphase (ca. 10 Min)

1. Teilnehmer wurde im Labor begrüßt und kurz über die Ziele der Studie und den Versuchsaufbau samt dem sprachbasierten E-Mail Dienst MobileMail und dem Fahrsimulator aufgeklärt.
2. Nach der Einführung wurden die Probanden die Teilnehmer gebeten einen kurzen papierbasierten Fragebogen zu ihren demographischen Daten wie Alter, Geschlecht, jährliche Fahrleistung und die Dauer des Führerscheinbesitzes auszufüllen. Der Fragebogen kann im Anhang A.2 eingesehen werden.
3. Teilnehmer nahm Platz im Fahrsimulator und machte sich vertraut zum einen mit der Funktionsweise des sprachbasierten E-Mail Systems MobileMail und zum anderen mit dem Fahrsimulator. Dabei wurden vom Experimentleiter die möglichen Sprachbefehle erläutert und vom Probanden einstudiert, um problemfreie Nutzung des Systems sicherzustellen. Zudem wurde die Funktionsweise des Digit Span Tests erklärt, um im späteren Verlauf keine Zeit mehr dafür aufzuwenden.

³⁰ Das Fahren einer Baseline bedeutet, dass Probanden ohne eine sekundäre Aufgabe fahren und sich somit nur auf die primäre Aufgabe konzentrieren können. Erhebung der Baseline ist notwendig, um Unterschiede in der Fahrerablenkung beim Fahren mit einer Nebenaufgabe festzustellen.

4. Um die Experimentteilnehmer mit dem Steuern des Lane Change Tests im Fahrsimulators vertraut zu machen, wurde eine kurze Eingewöhnungsfahrt durchgeführt. Bei diesem Schritt konnten sich die Teilnehmer an die Steuerung des Simulators anpassen und evtl. restliche Fragen zum Experimentaufbau und -ablauf stellen. Fahrdaten wurden in dieser Phase nicht aufgezeichnet.

Phase II – Evaluationsphase (ca. 25 Min)

5. Um die sogenannte Baseline zu erheben, wurden die Probanden aufgefordert zunächst eine Strecke ohne eine sekundäre Aufgabe zu fahren. Diese Fahrdaten konnten später in der Auswertung benutzt werden, um den Einfluss der sekundären Aufgabe auf die Fahrleistung zu bestimmen.
6. Teilnehmer fuhren den Fahrsimulator und erledigten die angegebenen Nebenaufgaben nacheinander. Die Reihenfolge NA1, NA2 und NA3 wurde bei jedem Teilnehmer eingehalten, um die Vergleichbarkeit zwischen den Teilnehmern zu gewährleisten. Für jede Nebenaufgabe wurde eine andere Strecke im LCT gewählt, um eine saubere Aufzeichnung der Messgrößen zu ermöglichen. Für jeden Probanden wurden die gleichen Strecken und in der gleichen Reihenfolge genommen. Messgrößen wie Fahrperformanz wurde vom Simulator nur während der Ausführung der einzelnen Nebenaufgaben aufgezeichnet. Wurde eine Nebenaufgabe nicht innerhalb der Fahrzeit von einer Strecke geschafft, so wurde die Aufzeichnung kurz pausiert und nach der Kurve die Nebenaufgabe wieder aufgenommen. Bei Nebenaufgabe 2 wurden die vom Probanden nachgesprochenen Zahlensequenzen vom Experimentleiter mitprotokolliert und zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet. Bei Nebenaufgabe 3 wurden die einzelnen Antworten auf die E-Mails aufgezeichnet und später qualitativ ausgewertet.

Phase III – Fragebogen und Verabschiedung (ca. 10 Min)

7. Nach Erledigung aller Nebenaufgaben im Simulator wurden die Probanden gebeten einen Fragebogen, der sich auf die Nebenaufgaben NA1 und NA3 bezog, auszufüllen. Zum einen wurde gemäß der Nebenaufgabe 1 geprüft wie gut sich die einzelnen Probanden einen Überblick über die eingegangenen Nachrichten bilden konnten. Zum anderen wurde gemäß der Nebenaufgabe 3 überprüft, ob die Probanden zu der richtigen Nachricht navigiert haben und ob sie den Inhalt und die Zusammenhänge der angegebenen E-Mail Nachricht verstanden haben.
8. Abschließend hatten die Teilnehmer die Möglichkeit ihre Eindrücke vom Experiment zu schildern und Rückmeldungen bezüglich dem Experimentablauf zu geben.
9. Verabschiedung des Experimentteilnehmers.

Im Rahmen der Durchführung des Experiments wurden mehrere abhängige Messgrößen erhoben, die für die Prüfung der aufgestellten Hypothesen notwendig waren. Die einzelnen Messgrößen können der Tabelle 11 weiter unten entnommen werden. Zu den objektiv erhobenen Messgrößen zählte die Messung der Fahrperformanz über den Lane Change Test. Dafür wurde in der Fahrsimulationssoftware die gefahrene Fahrspur während der gesamten Fahrzeit aufgezeichnet und zu einem späteren Zeitpunkt in Bezug zum normativen Spurmodell gesetzt, um die mittlere Abweichung zu berechnen (siehe Kapitel 2.4.3.2).

	Objektive Messgrößen	Subjektive Messgrößen
Abhängige Messgrößen	Fahrperformanz (bzw. Fahrerablenkung)	Erfüllung der Nebenaufgabe
Methode	Mittlere Abweichung vom normativen Fahrspurmodell (Lane Change Test)	Anzahl der richtig beantworteten Fragen (Fragebogen) bzw. der richtig wiederholten Zahlenfolgen (Digit Span Test)

Tabelle 11: Verwendete Evaluationsmessgrößen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.2.6 Ergebnisse

4.2.6.1 Analysenübersicht

Die deskriptiven Statistiken der erhobenen Daten können der Tabelle 12 entnommen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Ablenkungsdaten untereinander verglichen werden können, da sie im gleichen Fahrsimulator und unter gleichen Fahrbedingungen erhoben wurden. Dies trifft jedoch nicht für die Erfüllung der Nebenaufgabe zu, da die Aufgaben unterschiedlich beschaffen waren und ebenso Punkte teilweise auf unterschiedlicher Basis verteilt wurden. Die Leistung der Nebenaufgabe wurde nur gemessen, um festzustellen, ob die Probanden die ihnen gestellten Nebenaufgaben erfüllten.

Messgröße	N	Mittelwert	Standardabweichung
Fahrerablenkung Baseline (in Metern)	32	1.18	0.412
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 1 (in Metern)	32	1.28	0.448
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 2 (in Metern)	32	1.39	0.459
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 3 (in Metern)	32	1.30	0.422
Leistung Nebenaufgabe 1 (max. 8 Punkte)	32	5.91	1.69
Leistung Nebenaufgabe 2 (max. 14 Punkte)	32	9.06	1.78
Leistung Nebenaufgabe 3 (max. 9 Punkte)	32	7.47	1.16

Tabelle 12: Deskriptive Statistik der erhobenen Messgrößen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Die aufgestellten Hypothesen wurden anhand einer statistischen Analyse verifiziert bzw. falsifiziert. Um geeignete statistischen Analysemethoden für die erhobenen Messgrößen zu bestimmen, wurden die Daten zunächst hinsichtlich der Normalverteilung analysiert. Für diesen Zweck lieferte der sogenannte Shapiro-Wilk Test geeignete Informationen, die in der Tabelle 13 eingesehen werden können. Der Shapiro-Wilk Test wird üblicherweise benutzt, um zu überprüfen, ob die analysierten Daten normalverteilt sind und wird in allen großen Statistikanwendungen angeboten (vgl. Duller 2008). Wie aus der Tabelle ersichtlich, wird die Annahme der Normalverteilung nur bei den Daten verletzt, die die Erfüllung der Nebenaufgabe beschreiben³¹. Die Fahrerablenkungsdaten waren dagegen normalverteilt. Aus diesem Grund konnte für die Analyse der Ablenkungsdaten die sogenannten parametrischen

³¹ Die Annahme der Normalverteilung wird verletzt wenn Signifikanz den Wert von 0,05 unterschreitet

bzw. verteilungsgebundenen Tests hergenommen werden³². Da bei dieser Studie mehr als zwei Messzeitpunkte bei jedem Probanden verwendet wurden, konnte der bekannte T-Test nicht eingesetzt werden. Mehreren T-Tests wurde die sogenannte Varianzanalyse mit Messwiederholungen vorgezogen, da sie bei der Analyse mehrerer Messungen die Wahrscheinlichkeit des α -Fehlers minimiert (vgl. Ziegler/Bühner 2009). Zusätzlich gehört zu den Stärken der Varianzanalyse mit Messwiederholungen die Fähigkeit genau zu sagen wie sich Mittelwerte einer Gruppe im Laufe der Zeit verändern.

Im Datensatz konnte ein Outlier gefunden werden, welcher gemäß dem Vorgehen nach Young et al. (2008) auf die doppelte Standardabweichung gesetzt wurde. Ansonsten wurden am Datensatz keine zusätzlichen Veränderungen vorgenommen.

Messgröße	Shapiro-Wilk Test		
	Statistik	DF	Sig.
Fahrerablenkung Baseline	0.959	32	0.254
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 1 (in Metern)	0.953	32	0.173
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 2 (in Metern)	0.972	32	0.545
Fahrerablenkung Nebenaufgabe 3 (in Metern)	0.967	32	0.424
Leistung Nebenaufgabe 1 (max. 8 Punkte)	0.886	32	0.003
Leistung Nebenaufgabe 2 (max. 14 Punkte)	0.895	32	0.005
Leistung Nebenaufgabe 3 (max. 9 Punkte)	0.875	32	0.002

Tabelle 13: Test auf Normalverteilung
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.2.6.2 Fahrerablenkung

Die Höhe der Fahrerablenkung sowohl beim Fahren ohne eine Nebenaufgabe als auch bei den einzelnen Nebenaufgaben sind in der Abbildung 4-7 graphisch dargestellt. Die geringste Fahrerablenkung mit 1.181 Metern im Mittel wurde beim Fahren ohne eine Nebenaufgabe festgestellt und wurde als Baseline verwendet. Die höchste Fahrerablenkung mit 1.385 Metern konnte der Nebenaufgabe NA2 (Zahlengedächtnistest) zugeordnet werden. In Abbildung 4-8 ist nochmal eine geordnete Darstellung der Fahrerablenkungsdaten zu sehen. Deskriptive Analyse macht ersichtlich, dass die Fahrerablenkung bei Nebenaufgabe NA1 (Überblick über Nachrichten im E-Mail Postfach) von der Baseline ($M = 1.181$, $SD = .412$ Meter) bis auf ($M = 1.276$, $SD = .448$ Meter) ansteigt. Von der Nebenaufgabe NA1 ergibt sich gegenüber der Nebenaufgabe NA3 (Finden, Anhören und Beantworten von E-Mails) ein geringfügiger Anstieg auf ($M = 1.296$, $SD = .422$ Meter). Die Nebenaufgabe NA2 (Zahlengedächtnistest) liefert mit ($M = 1.385$, $SD = .459$ Meter) nochmal eine beträchtliche Steigerung von .089 Metern.

³² Wenn keine Normalverteilung der Daten gegeben ist, werden die sogenannten verteilungsfreien bzw. nicht-parametrischen Tests eingesetzt

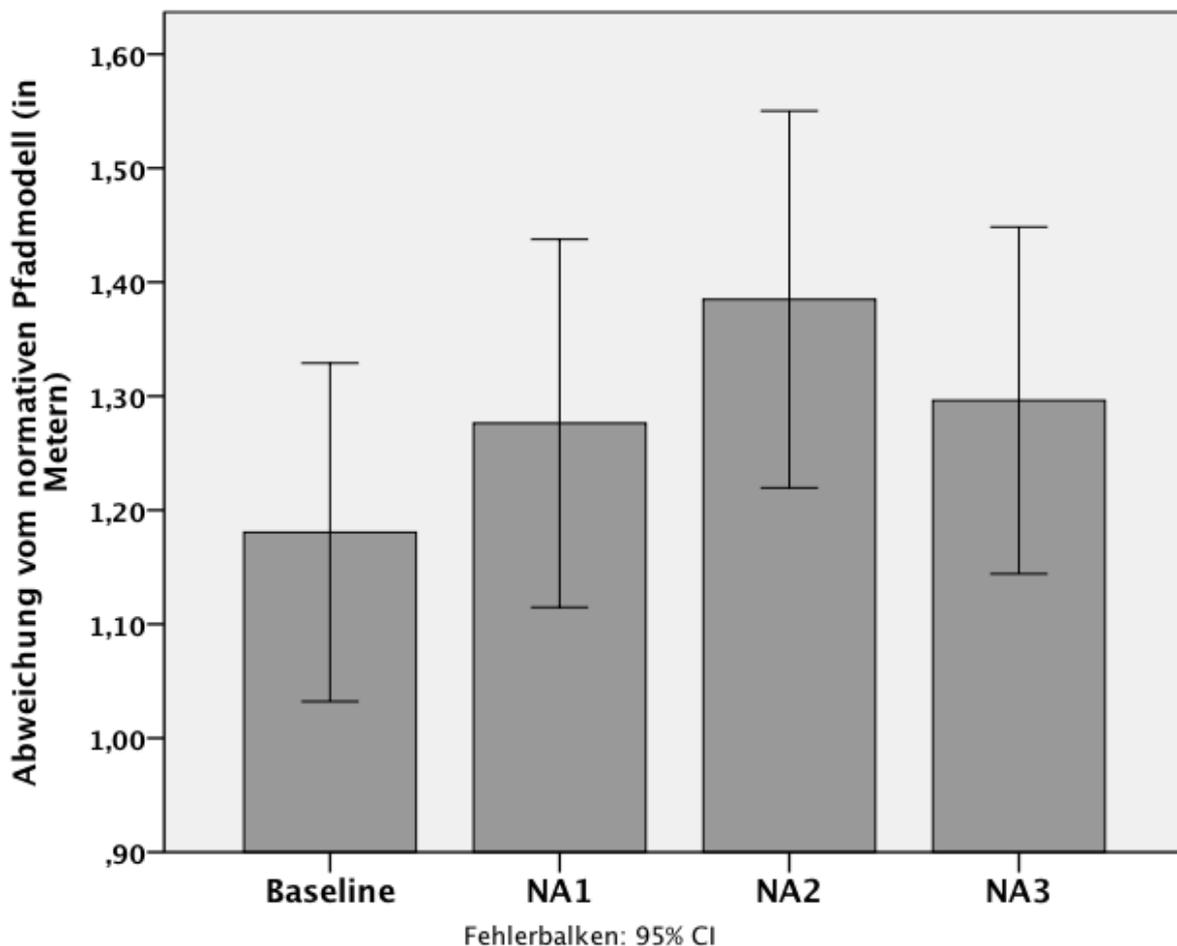


Abbildung 4-7: Fahrerablenkung bei betrachteten Nebenaufgaben
(Quelle: Eigene Darstellung)

Für die Durchführung der Varianzanalyse wurde zunächst der Mauchly-Sphärizitätstest durchgeführt. Mit diesem Test kann überprüft werden, ob die Varianzen innerhalb der Stufen des Messwiederholungsfaktors homogen sind und somit die Voraussetzungen für die Varianzanalyse gegeben sind. Der Mauchly-Sphärizitätstest hat gezeigt, dass die Annahme der Homogenität verletzt wurde, $\chi^2(5) = 23.733$, $p < .0005$. Somit wurde die Greenhouse-Geisser Korrektur verwendet. Die Varianzanalyse mit Messwiederholungen zeigte, dass die Höhe der Fahrerablenkung signifikante Unterschiede über die Messzeitpunkte aufwies: $F(1.925, 59.662) = 22.707$, $p < .0005$, $\eta^2 = .423$ ³³. Um herauszufinden zwischen welchen Messpunkten genaue Unterschiede vorlagen, wurde ebenfalls eine Post-Hoc Analyse mit paarweisen Vergleichen durchgeführt. Die genauen Ergebnisse dieser Analyse können der Tabelle 9 entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass in dieser Tabelle „B“ für die Baseline steht und die Aufgabennummerierung der Nummerierung aus dem Kapitel 4.2.5.5 entspricht. Um die einzelnen Hypothesen zu überprüfen, wurden anhand der zuvor in der Tabelle 10 festgelegten Vergleiche zwischen den einzelnen Messzeitpunkt gemacht.

Wie der Tabelle 14 zu entnehmen ist, ergibt sich gegenüber der Baseline (B) ein signifikanter Anstieg der Fahrerablenkung von ($M = 1.181$, $SD = .412$ Metern) auf ($M = 1.276$, $SD = .448$

³³ Bei Werten um .5 kann von einer mittleren Effektgröße gesprochen werden

Metern) bei der Nebenaufgabe NA1 bzw. auf ($M = 1.296$, $SD = 0.422$) bei der Nebenaufgabe NA3, was einen signifikanten Anstieg von $-.096$ Metern, 95% CI $[-.150 \text{ } -.041]$, $p < .0005$ bzw. $-.116$ Metern, 95% CI $[-.174 \text{ } -.057]$, $p < .0005$ bedeutet. Anhand dieser Ergebnisse kann die Hypothese 1 bekräftigt werden, dass die Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System beim Autofahren zu einer erhöhten Ablenkung führt.

Für die Überprüfung der Hypothese 2 war es notwendig die Fahrerablenkung bei Nebenaufgabe NA1 und NA3 auf signifikante Unterschiede zu überprüfen. Der Tabelle 14 ist zu entnehmen, dass die Fahrerablenkung von ($M = 1.276$, $SD = .448$ Metern) bei NA1 auf ($M = 1.296$, $SD = .422$ Metern) bei NA3 anstieg. Der Unterschied zwischen diesen beiden Nebenaufgaben weist jedoch keine Signifikanz auf, $-.020$ Metern, 95% CI $[-.071 \text{ } .031]$, $p = 1.000$. Somit kann die zweite Hypothese, bei der angenommen wurde, dass die Komplexität von E-Mail Aufgaben die Fahrerablenkung beeinflusst, abgelehnt werden.

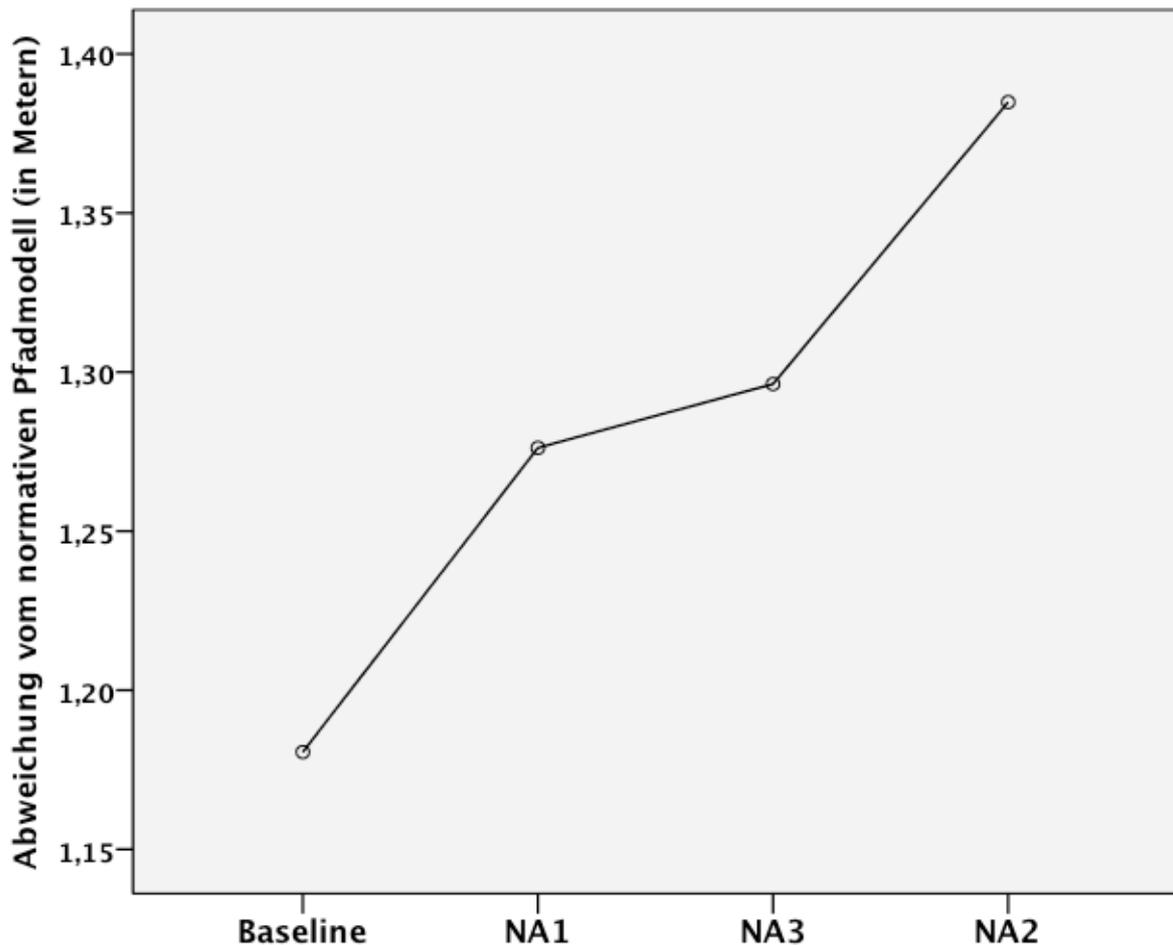
Die Überprüfung der dritten Hypothese erforderte einen Vergleich zwischen den Nebenaufgaben NA1 und NA2 bzw. NA3 und NA2. Gegenüber der Nebenaufgabe NA2 ($M = 1.385$, $SD = .459$ Meter) war die Ablenkung bei Nebenaufgabe NA1 ($M = 1.181$, $SD = .412$ Meter) bzw. ($M = 1.296$, $SD = .422$) bei Nebenaufgabe NA3. Somit bedeutete die Nebenaufgabe NA2 einen signifikanten Anstieg der Fahrerablenkung von $-.109$ Metern, 95% CI $[-.190 \text{ } -.027]$, $p = .004$ gegenüber der NA1 bzw. $-.089$ Meter, 95% CI $[-.155 \text{ } -.023]$, $p = .004$ gegenüber der NA2. Somit kann anhand dieser Ergebnisse die Hypothese 3 verifiziert werden, die besagt, dass höhere Komplexität der Kommunikationsinhalte zu einer erhöhten Fahrerablenkung führt.

Um die Hypothese 4 zu überprüfen, wurde ebenfalls der Einfluss des Alters auf die Fahrerablenkung bei den Nebenaufgaben NA1 und NA3 (Nutzung des sprachbasierten E-Mail Systems) untersucht. Eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen, $F(15, 12) = .955$, $p = .541$. Somit konnte die Hypothese 4 nicht verifiziert werden.

Unabhängig der Hypothesen, wurden zudem der Einfluss von Geschlecht, jährlichen Fahrleistung und Dauer des Führerscheinbesitzes auf die Fahrerablenkung überprüft. Leider führte jedoch diese Analyse zu keinen nennenswerten signifikanten Ergebnissen. Des Weiteren wurde eine Korrelationsanalyse mit den Fahrablenkungs- und Aufgabenerfüllungsdaten durchgeführt, um beispielsweise einen möglichen Zusammenhang zwischen guter Fahrperformanz und schlechter Erfüllung der sekundären Aufgabe festzustellen. Ein signifikanter Zusammenhang wurde jedoch bei keiner Aufgabe festgestellt.

(I)Aufgabe	(J)Aufgabe	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall für die Differenz	
					Untergrenze	Obergrenze
B	1	-.096* ³⁴	.019	.000	-.150	-.041
	2	-.204*	.034	.000	-.301	-.107
	3	-.116*	.021	.000	-.174	-.057
1	B	.096*	.019	.000	.041	.150
	2	-.109*	.029	.004	-.190	-.027
	3	-.020	.018	1.000	-.071	.031
2	B	.204*	.034	.000	.107	.301
	1	.109*	.029	.004	.027	.190
	3	.089*	.023	.004	.023	.155
3	B	.116*	.021	.000	.057	.174
	1	.020	.018	1.000	-.031	.071
	2	-.089*	.023	.004	-.155	-.023

Tabelle 14: Post-Hoc Mehrfachvergleiche mit Bonferroni Korrektur
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)



³⁴ Signifikante Unterschiede werden mit einem * gekennzeichnet

Abbildung 4-8: Fahrerablenkung der betrachteten Nebenaufgaben
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.2.6.3 Performanz der Nebenaufgaben

Die korrekte Analyse der Fahrperformanz setzt jedoch voraus, dass Probanden sich nicht ausschließlich entweder auf das Fahren oder nur auf die Erledigung der sekundären Aufgaben fokussieren. Aus diesem Grund wurden ebenfalls die erreichten Punktezahlen aus dem Fragebogen bei den einzelnen Nebenaufgaben kritisch untersucht und in Beziehung zur dabei erreichten Fahrerablenkung gesetzt. Ein Überblick über die deskriptive Statistik der erreichten Punktzahlen bei den einzelnen Nebenaufgaben wird in der Tabelle 15 gegeben. Wie an den Ergebnissen der ersten Nebenaufgabe zu sehen ist, liegen die erreichten Punktezahlen mit ($M = 5.91$, $SD = 1.692$ Punkte) eindeutig in der oberen Hälfte der möglichen Punkte. Bei Nebenaufgabe NA3 mit ($M = 7.47$, $SD = 1.164$ Punkte) kann ebenfalls davon ausgegangen werden, dass die Probanden die sekundäre Aufgabe gut erledigt haben. Miller (1956) ging davon aus, dass normal begabte Personen sich sieben plus minus 2 Aspekte merken können. In der Nebenaufgabe NA2 wurden den Probanden 14 Zahlenreihen vorgelesen, die von ihnen wiederholt werden mussten. Pro richtig wiederholte Zahlenreihe konnte der Proband einen Punkt sammeln (vgl. Kapitel 4.2.5.5). Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die Probanden im Schnitt mit 9.06 Punkten sogar eine überdurchschnittliche Leistung erzielen konnten. Somit kann bei allen Nebenaufgaben davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmer der Studie sich sowohl mit der primären als auch mit der sekundären Aufgabe beschäftigt haben. Dadurch kann die Validität der Fahrerablenkungsdaten bestätigt werden.

Zudem wurde die Leistung der einzelnen Nebenaufgaben auf einen Zusammenhang mit der erzielten Fahrperformanz geprüft. Für diesen Zweck wurden die Daten anhand einer Spearman³⁵ Korrelation analysiert. Jedoch, konnte bei keiner der Nebenaufgaben eine signifikante Korrelation zwischen der erzielten Punktzahl und der Fahrerablenkung festgestellt werden. Somit konnte ausgeschlossen werden, dass beispielsweise Probanden zwar gut im Simulator gefahren sind, jedoch eine schlechte Leistung in der Nebenaufgabe erbracht haben. Diese Erkenntnis liefert einen weiteren Beweis für die Validität der gemessenen Daten.

Nebenaufgabe	Mittelwert der erreichten Punkte	Standardabweichung	Maximal mögliche Punktzahl
Nebenaufgabe 1	5.91	1.692	8
Nebenaufgabe 2	9.06	1.777	14
Nebenaufgabe 3	7.47	1.164	9

Tabelle 15: Deskriptive Statistik der Nebenaufgaben
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.2.7 Diskussion der Ergebnisse

Diese Studie liefert eine kritische Auseinandersetzung mit dem Thema der Nutzung von sprachbasierten E-Mail Systemen beim Fahren. Wie im Kapitel oben bereits erläutert kann

³⁵ Pearsons Korrelationsanalyse konnte nicht eingesetzt werden, da bei den Daten nicht von einer bivariaten Normalverteilung ausgegangen werden konnte

man davon ausgehen, dass die Studie korrekt durchgeführt wurde und die aufgezeichneten Daten valide sind. Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse orientiert an den Hypothesen, die im Kapitel 4.2.3 aufgestellt wurden, diskutiert.

Zunächst wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Nutzung von einem sprachbasierte E-Mail System am Steuer zu einer zusätzlichen Ablenkung führt verglichen mit dem Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe. Diese Hypothese konnte für alle Nebenaufgaben verifiziert werden, da eine deutlich höhere Fahrerablenkung beobachtet wurde. Zum einen liefern diese Ergebnisse eine Bestätigung dafür, dass Aufgaben, die nicht mit der eigentlichen Fahraufgabe verbunden sind, zu einer zusätzlichen Ablenkung führen. Obwohl es auch Studien gibt, die behaupten, dass die Ausübung von sekundären Aufgaben sogar zu einem besseren Fahrverhalten führt (Caird et al. 2008), sind sich fast alle Studien zur Fahrerablenkung einig, dass sich sekundäre Aufgaben negativ auf das sichere Fahrverhalten auswirken (vgl. Kircher/Patten 2011; Young et al. 2008; Young et al. 2007). Diese Studie bildet hier keine Ausnahme und liefert weitere Erkenntnisse zu Auswirkungen der sekundären Aufgaben am Steuer. Wie bereits in Studien von Lee et al. (2001), Jamson et al. (2004) und Vollrath (2007) betont, stellt die Verwendung von sprachbasierten Systemen im Auto kein Allheilmittel da, da zwar die periphere Ablenkung nicht gegeben ist, jedoch sehr wohl der Fahrer auditiv und kognitiv gefordert wird. Diese Tatsache wird ebenso von den Ergebnissen dieser Studie am Beispiel von einem sprachbasierten E-Mail System bestätigt: Nebenaufgaben NA1 und NA3, die mit der Nutzung von des E-Mail Systems verbunden waren, führten, verglichen mit dem Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe, zu einer deutlich erhöhten Ablenkung. Um einschätzen zu können wie gefährlich jedoch dieses Maß an Ablenkung für den Fahrer sein kann, wurden die Ablenkungsdaten mit der Studie von Mattes (2003) verglichen, in der der Begründer von dem Lane Change Test das Ablenkungspotenzial verschiedener sekundärer Aufgaben am Steuer gemessen hat³⁶. Zu den sekundären Aufgaben gehörten Tätigkeiten, die üblicherweise beim Autofahren ausgeführt werden wie das Lesen einer Karte, das Telefonieren am Steuer, Bedienung eines Autoradios und beispielsweise auch das Wechseln von Kassetten. Die komplette Übersicht über die Aufgaben und die gemessenen Ablenkungswerte können der Abbildung 4-9 entnommen werden. Wie aus der Tabelle 12 ersichtlich, können die gemessenen Ablenkungswerte der Nebenaufgabe NA1 ($M = 1.276$, $SD = 0.448$ Meter) und der Nebenaufgabe NA3 ($M = 1.296$, $SD = 0.422$ Meter) in dieser Studie mit solchen motorischen Aufgaben wie dem Entpacken von Süßigkeiten und dem Benutzen von Papiertaschentüchern am Steuer verglichen werden. Zudem erreicht die Ablenkung ähnliche Werte wie die Aufgabe des Sprechens am Telefon, bei der keine manuelle Bedienung notwendig ist, was auf eine Ähnlichkeit der beiden Aufgaben hindeutet. Interessanterweise ist somit die gemessene Ablenkung geringer als bei Aufgaben wie beispielsweise dem Bedienen eines Autoradios und dem Lesen von Navigationskarten. Die Fahrerablenkung bei der Nebenaufgabe NA2 ($M = 1.385$, $SD = 0.459$ Meter), die das Handhaben von komplexen und emotionalen Zusammenhängen simulierte, kann dagegen mit solchen anspruchsvollen Aufgaben wie dem manuellen Bedienen eines Telefons am Steuer oder dem Wechseln von Audiokassetten verglichen werden. Da der simulierte Zahlengedächtnistest (Nebenaufgabe NA2) jedoch keine manuelle oder visuelle Ablenkung beinhaltet, ist die Fahrerablenkung jedoch geringer als bei Aufgaben wie dem Nutzen eines Straßenatlas auf dem Beifahrersitz oder einer Navigationskarte, die sowohl visuelle als auch biomechanische Ablenkung verursachen. Obwohl diesem Vergleich der Fahrerablenkung bei verschiedenen sekundären Aufgaben keine systematische Kategorisierung der Nebenaufgaben bzgl. der Fahrerablenkung

³⁶ Der Vergleich der beiden Studien war möglich weil in beiden Fällen die gleichen Einstellungen für den LCT Simulator verwendet wurden: Geschwindigkeit 60 km/h, Schilder in Abständen von ca. 150 Metern.

gewinnen lässt, kann man trotzdem feststellen, dass die sprachbasierte Nutzung von einem E-Mail System zu den anspruchloseren sekundären Aufgaben gehört und somit entgegen der allgemeinen Annahme das gleiche Risikopotenzial beherbergt wie auch andere sekundäre Aufgaben, die üblicherweise am Steuer ausgeführt werden. Hierbei stellt die sprachbasierte Nutzung eines E-Mail Systems beim Fahren ein gutes Beispiel dafür, dass mit dem Einsatz einer sprachbasierten Benutzerschnittstelle zwar die visuelle und die biomechanische Ablenkung reduziert werden kann, jedoch die auditive und die kognitive Beanspruchung sich zu potentiellen Gefahren im Straßenverkehr entwickeln können. Jedoch sollte die Reduktion der visuellen und der biomechanischen Ablenkung bei sekundären Aufgaben zum vordergründigen Ziel beim Design von Benutzerschnittstellen im Auto sein (Horrey 2011).

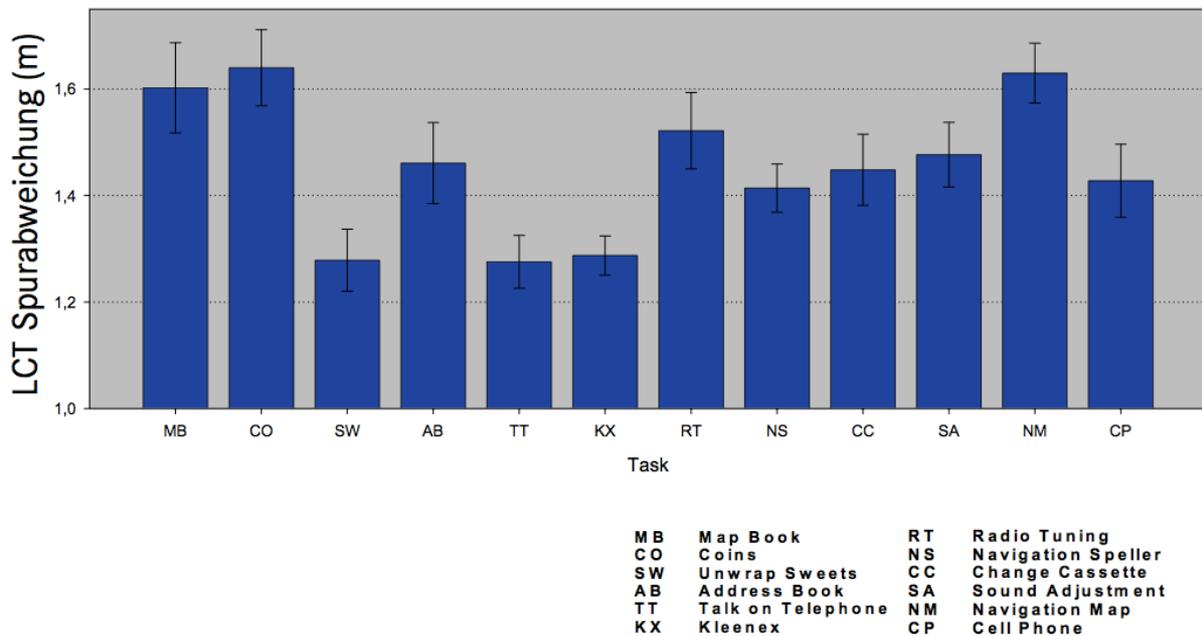


Abbildung 4-9: Ablenkungspotenzial sekundärer Aufgaben am Steuer³⁷
(Quelle: (Mattes 2003))

Weitere Erkenntnis aus dieser Studie betrifft das Design der Benutzerinteraktion mit einem sprachbasierten E-Mail System (Hypothese 2). Wie aus den Ergebnissen ersichtlich, konnte kein signifikanter Unterschied in der Fahrerablenkung zwischen den Nebenaufgaben NA1 und NA3 festgestellt werden, bei denen die Komplexität der Kommunikationsaufgaben variiert wurde. Somit liegt die Vermutung nahe, dass am Steuer nicht nur ein Überblick über seinen E-Mail Verkehr hergestellt werden kann, sondern auch kompliziertere Aktivitäten wie das Bearbeiten einzelner Mails keine nennenswerte Steigerung der Fahrerablenkung bedeutet. Nichtsdestotrotz sollten einige Richtlinien beim Design von solchen Systemen beachtet werden. So betont beispielsweise Stevens et al. (2002), dass die Benutzerinteraktion mit einem sekundären System zeitlich möglichst kurz ausfallen sollte und die möglichen Menüstrukturen möglichst kurz und übersichtlich beschaffen sein sollten. Die Studie von Lee et al. (2001) (siehe Kapitel 4.2.2.2 für genaue Diskussion der Studie) untersuchte ebenfalls die Komplexität von sprachbasierten E-Mail Systemen. Jedoch war die Komplexität eines sprachbasierten Systems in seiner Studie anders operationalisiert. Denn Lee et al. (2001)

³⁷ Die y-Achse gibt die Abweichung vom normativen Pfadmodell an (siehe auch Kapitel 2.4.3.2)

verwendete nicht die Komplexität der Aufgaben sondern die Komplexität des Menüaufbaus. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass es im Kontext der sprachbasierten E-Mail Systemen verschiedene Dimensionen der Komplexität gibt und aus diesem Grund solche Fragestellung weitere Untersuchungen erfordern.

Wie bereits weiter oben diskutiert, stellen komplexe und emotionale Gedankengänge, die durch E-Mail Kommunikationsinhalte verursacht werden, ein Gefahrenpotential da. Wie an den mittleren Ablenkungswerten in der Tabelle 12 ersichtlich, bedeutet die Nutzung eines sprachbasierten E-Mail Systems einen Ablenkungszuwachs von 0.115 Metern gegenüber dem Fahren ohne sekundäre Aufgaben. Bei emotionalen und komplexen E-Mail Kommunikationsinhalten erhöht sich die Ablenkung gegenüber der Baseline um 0.204 Meter, was nahezu eine Verdoppelung der Ablenkung bedeutet. Vollrath (2007) betont ebenfalls, dass emotionale und komplizierte Gedankengänge zur hohen Fahrerablenkung führen können. Normalerweise können Fahrer erhöhte Ablenkung, die von sekundären Aufgaben verursacht wird, durch die Anpassung der Fahrweise wie höherer Abstand zum Vordermann und niedrigere Geschwindigkeit kompensieren. Laut Vollrath (2007) sind jedoch Fahrer nicht im Stande dies zu machen wenn es sich um emotionale oder komplexe Inhalte handelt. Vollrath (2007) geht sogar noch weiter und sagt, dass verbale Interaktionen zwischen dem Fahrer und den bordeigenen Systemen so beschaffen sein sollten, dass der Fahrer nicht emotional in die Interaktion reingezogen wird, die Konversation nicht zu kompliziert wird und der Fahrer somit die Möglichkeit hat durch seine Fahrweise die Fahrablenkung zu kompensieren. Allerdings bleibt an dieser Stelle natürlich die Frage wie sich emotionale und komplizierte verbale Interaktionen feststellen bzw. vermeiden lassen. Denn zum einen stellen Emotionen etwas ganz persönliches dar und die Anfälligkeit für emotionale Gedankengänge variiert von Person zu Person. Zum anderen gibt es aktuelle nahezu keine Ansätze wie emotionale Inhalte zuverlässig maschinell erkannt werden können. Denn maschinelle Erkennung von emotionalen Zusammenhängen würde größere Fortschritte in der Computerlinguistik und im Bereich des maschinellen Lernens erfordern.

Wie die Ergebnisse der Studie zeigen, konnte kein Einfluss von Alter in den Ablenkungsdaten festgestellt werden. Der Grund für den fehlenden Unterschied in den Ablenkungsdaten kann darin begründet sein, dass keine ausreichende Anzahl der Teilnehmer im Alter über 31 Jahre teilgenommen hat. Die Gruppen 19-24 Jahre und 25-29 Jahren waren mit 10 bzw. 11 Probanden gut ausgeglichen. Da die Studie jedoch an einer Universität vorwiegend mit Studenten durchgeführt wurde, waren die restlichen 11 Teilnehmer über eine Altersgruppe 30 bis 56 Jahre verteilt. Studien wie (Massie et al. 1995) und (NHTSA 2010) stellen jedoch die höchsten Unfallraten in den Altersgruppen 20 und 70 Jahren fest. Die letztere Altersgruppe war jedoch in dieser Studie nicht vertreten was einen möglichen fehlenden Zusammenhang zwischen der Fahrperformanz und dem Alter erklären könnte.

4.2.8 Limitationen

Bei dieser Studie sind jedoch auch einige Limitationen gegeben. Erstens, da die Studie in einem universitären Kontext durchgeführt wurde, sind vorwiegend Studenten der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München als Probanden aufgetreten. Damit waren die meisten Probanden im Alter von 19 bis 31. In älteren Altersgruppen waren Personen nur vereinzelt vertreten. Durch diese Verzerrung der eingesetzten Altersgruppen können die Ergebnisse nicht über alle Altersgruppen hinweg interpretiert werden. In einigen Fällen können Probanden aus spezialisierten Probandenpools entnommen werden, die üblicherweise von großen Autoherstellern wie Audi, BMW und Daimler aufgebaut werden. In diesen Pools können Personen gefiltert nach bestimmten Eigenschaften wie Alter, Geschlecht, jährliche

Fahrleistung, Dauer des Führerscheinbesitzes, technische Affinität usw. für die Teilnahme an einer Studie akquiriert werden. Bei dieser Studie muss jedoch beachtet werden, dass sprachbasierte Systeme in Autos vor allem im Kontext der E-Mail Kommunikation noch zu einem seltenen Bild gehören und somit vorwiegend in neueren Premiumwagenmodellen eingesetzt werden. Da primär die heutigen jungen Menschen die nötige technische Affinität mitbringen, um solche Systeme im vollen Umfang zu nutzen, werden sie in der Zukunft genau diejenigen sein, die solche Systeme beim Fahren einsetzen werden.

Zweite Limitation dieser Studie betrifft den eingesetzten Fahrsimulator. Dieser bestand aus einer Sitzkiste mit Lenkrad und Pedalen. Die Softwareunterstützung umfasste den Einsatz des Lane Change Tests (LCT), der bereits näher im Kapitel X erläutert wurde (Mattes 2003). Der LCT gehört zur Kategorie der Fahrsimulatoren, die mit wenigen Mitteln und einem geringen finanziellen Einsatz eine solide Basis für die Messung der Fahrerablenkung ermöglicht. Dieser hat jedoch auch Limitationen, die an dieser Stelle erwähnt werden müssen. So wird beim LCT für den Fahrer eine maximale Geschwindigkeit von üblicherweise 60 km/h festgelegt, die von ihm eingehalten werden muss. Mit den angebrachten Pedalen ist es zwar möglich zu beschleunigen und abzubremesen, jedoch werden die Probanden gebeten das Gaspedal die ganze Zeit durchzudrücken und somit eine konstante Geschwindigkeit von 60 km/h einzuhalten. Im Kapitel 4.2.7 wurde jedoch im Kontext der emotionalen und komplizierten Gedankengänge diskutiert, dass Fahrer die steigenden Ressourcenanforderungen, die durch die Ausübung der sekundären Aufgaben verursacht werden, normalerweise durch Reduktion der Geschwindigkeit und des Abstands zum Vorderwagen kompensieren können. Diese Anpassung ist jedoch in einem LCT nicht möglich, da von Probanden eine konstante Geschwindigkeit eingehalten werden muss. Durch seine Beschaffenheit kann der LCT eher eingesetzt werden, um relative Unterschiede in der Fahrerablenkung zwischen bestimmten sekundären Aufgaben bzw. zur Baseline festzustellen und ähnelt dem realen Fahren auf der Straße nur bedingt.

Nicht zuletzt, muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass bei der Bedienung des sprachbasierten E-Mail Systems von einer perfekten Implementierung ausgegangen wurde. Die Bedienung des sprachbasierten Systems erfolgte über Sprachkommandos. Diese wurden jedoch nicht von einer Software verarbeitet, sondern vom Experimentleiter, der die gehörten Sprachkommandos in bestimmte Tastenkombinationen umsetzte und somit das System im Hintergrund steuerte. Die heutige Implementierung von sprachbasierten Systemen im Auto haben jedoch einige Einschränkungen. Durch die Limitationen der Spracherkennung werden Fahrer von Systemen zum Teil nicht bzw. falsch verstanden. So müssen heutige Systeme, die Spracherkennung einsetzen, mit vielen Einschränkungen kämpfen. Die Qualität der Spracherkennung selbst bei einfachen Wortbefehlen variiert abhängig vom Sprecher, seiner Sprecherart, dem gespeicherten Wortschatz und dem eingesetzten Eingabemedium (Gallwitz et al. 1999). Aus Studien wie beispielsweise (Kun et al. 2007) und (McCallum et al. 2004) geht hervor, dass die Qualität der Spracherkennung einen Einfluss auf die Fahrersicherheit hat und dieser insbesondere Beachtung geschenkt werden muss. Denn längere Auseinandersetzung mit dem System beim falschen Erkennen der Befehle erfordert zusätzliche kognitive Ressourcen vom Fahrer und beeinträchtigt somit seine Fahrweise. Diesen Aspekten wurde in dieser Studie mit Absicht keine Beachtung geschenkt, da deren Einfluss nicht im Vordergrund der Studie stand. So verhielt sich das Sprachsystem ideal und interpretierte selbst missverständliche und nicht korrekte Sprachbefehle korrekt.

4.2.9 Implikationen

Aus den Resultaten und der Diskussion dieser ergeben sich bestimmte theoretische und praktische Implikationen. Diese werden angelehnt an die aufgestellten Hypothesen im Folgenden diskutiert:

Sichere Nutzung von E-Mail am Steuer ist möglich, jedoch sind ähnliche Risiken wie auch beim Telefonieren im Auto gegeben.

Das gemessene Ablenkungspotenzial bei der Bedienung eines sprachbasierten bordeigenen E-Mail Systems in dieser Studie ist ähnlich zu dem beim Telefonieren mit einer Freisprecheinrichtung. Obwohl sich das Telefonieren und das Bearbeiten von E-Mails insofern unterscheiden, dass in einem Fall es sich um synchrone Kommunikation und im anderen Fall um asynchrone Kommunikation handelt, gibt es grundlegende Gemeinsamkeiten. So ist in beiden Fällen Sprachwahrnehmung und Sprachproduktion involviert. Im Falle der asynchronen Kommunikation sind diese Phasen voneinander getrennt ,d.h. der Fahrer kann die Abfolge dieser Phasen im Gegensatz zur synchronen Kommunikation besser kontrollieren. Jedoch liegt laut den Studien wie (Tsimhoni et al. 2001; Harbluk/Lalande 2005; Lai et al. 2001; Vollrath 2007), die das Zuhören und das Sprechen am Telefon im Auto getrennt untersucht haben, das meiste Ablenkungspotenzial in der Sprachproduktion. Im Gegensatz zum Hören sorgen hier solche kognitiven Prozesse wie das Abrufen von Information aus dem Langzeitgedächtnis, das Bilden von Sätzen und vor allem das Aussprechen dieser für kognitive Belastung. Davon ausgehend kann man sagen, dass Fahrer, die das Telefonieren mit einer Freisprecheinrichtung beim Fahren beherrschen, auch problemlos ein solches sprachbasiertes E-Mail System wie MobileMail bedienen können. Vollrath (2007) betont in diesem Zusammenhang, dass verbale Interaktion beim Fahren so gestaltet sein sollte, dass die primäre Aufgabe des Fahrens zu jedem Zeitpunkt im Fokus der Aufmerksamkeit des Fahrers steht. Erkenntnisse aus der Wissenschaft, die dieses Ziel adressieren, machen somit sowohl das Telefonieren als auch das Kommunizieren im Auto sicherer.

Reduktion der Folgen von komplexen und emotionalen Inhalten durch einen Workload Manager

Diese Studie zeigt, dass emotionale und komplizierte Gedanken, die im Rahmen der E-Mail Kommunikation entstehen können, zu einem deutlich erhöhtem Ablenkungspotenzial führen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage wie solche Inhalte zuverlässig erkannt werden können, um das Risiko für den Fahrer zu minimieren. Wie bereits oben diskutiert, können solche Inhalte nur unzuverlässig erkannt werden weil für jede Person die Komplexität bzw. die Emotionalität etwas ganz persönliches ist. Vollrath (2007) betont, dass nicht die direkte Wahrnehmung von solchen Informationen das ausschlaggebende ist, sondern die Reaktion darauf bzw. im Kontext der Telefonie oder der E-Mail Kommunikation das sprachliche Verfassen einer Antwort. D.h. der Fahrer sollte nicht vollkommen in die Auseinandersetzung mit solchen Inhalten hineingezogen werden, sondern immer noch gedanklich beim Fahren sein. Fahrer können zwar emotionale bzw. komplizierte Inhalte auch beim Fahren wahrnehmen und verarbeiten, allerdings sollte darauf geachtet werden, dass die Antworten vom Fahrer bzw. die Sprachkommandos sehr kurz ausfallen. Damit wird vermieden, dass Fahrer sich über längere Zeiten nicht mit der primären Fahraufgabe beschäftigen.

Allerdings wird an dieser Stelle deutlich, dass der Fahrer vor emotionalen und komplexen Kommunikationsinhalten wie auch beim Telefonieren nicht geschützt werden kann, da solche Situationen nicht direkt im Voraus maschinell erkannt werden können. Ein alternativer Weg liegt nicht in der vorsorglichen Reaktion, sondern in der Erkennung der hohen kognitiven Belastung des Fahrers und der entsprechenden Reaktion darauf in Echtzeit. Ein mögliches Konzept dazu stellt ein sogenannter Workload Manager dar, der seit der Jahrtausendwende vermehrt zum Gegenstand der Untersuchungen im Kontext der Fahrerablenkung wird und in solchen Studien wie (Green 2004; Mühlbacher et al. 2010; Kanevsky et al. 2004; Uchiyama et al. 2002) behandelt wurde. Der Workload Manager wird als ein System definiert, das versucht zu erkennen wenn der Fahrer abgelenkt und kognitiv zu überlastet ist. Als Reaktion darauf wird die Verfügbarkeit der Telematikdienste eingeschränkt und der Fahrer gewarnt (Green 2004). Somit vermeidet ein solches System, dass der Fahrer zu wenig Aufmerksamkeit der eigentlichen Fahraufgabe schenkt oder gar sich komplett den sekundären Aufgaben zuwendet und sich somit einer gefährlichen Situation im Straßenverkehr aussetzt. Die Funktionsweise eines Workload Managers basiert auf der Annahme, dass wenn ein Fahrer neben der primären Aufgabe auch eine sekundäre Aufgabe ausführen muss, sein Verhalten, sein Zustand und somit auch seine Fahrweise sich ändert. Grundsätzlich können Workload Manager, abhängig davon welche Informationen einbezogen werden, in vier Typen unterteilt werden (siehe dazu Tabelle 16). Die verschiedenen Informationen schließen sich jedoch nicht aus und somit können verschiedene Typen auch miteinander kombiniert werden.

Manager Typ	Beispiele
Fahrsituation	Verkehr, Fahrbahnbreite, Kurvigkeit der Straße, Sicht, Tageszeit, Straßen-Reibung, Fahrspur (Kurven), Abstand zum Vordermann, erlaubte Geschwindigkeit
Fahrzeugeingaben	Lenkradwinkel, Fahrpedalwinkel
Fahrzeugleistung bzw. -reaktion	Geschwindigkeit, Fahrspurposition, Beschleunigung
Fahrerzustand	Herzfrequenz, Blickwinkel, Hautleitwert, Hautatmung

Tabelle 16: Typen von Workload Managern
(Quelle: In Anlehnung an (Green 2004))

Der Einbezug der in der Tabelle 16 aufgezeigten Informationen setzt jedoch das Vorhandensein von verschiedenen Sensoren voraus, die diese erfassen können. Moderne Autos sind heutzutage bereits mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die für Fahrerassistenzsysteme wie den Bremsassistenten, Fahrspurassistenten oder die Einparkhilfe gebraucht werden. Somit könnten die Workload Manager, die die Fahrsituation, die Fahrzeugeingaben und die Fahrzeugleistung einbeziehen, realisiert werden. Sensoren, die jedoch den Fahrerzustand überwachen, sind jedoch bisher eine Seltenheit und haben noch keinen Einzug ins Auto gehalten. Der Vorreiter auf diesem Gebiet ist der sogenannte Aufmerksamkeits-Assistent von Mercedes, der anhand vom Spurverhalten erkennt wenn der Fahrer zu übermüdet bzw. zu unaufmerksam ist und sich somit im Straßenverkehr gefährdet. Der Fahrer wird bei der Erkennung von solchen Situationen darauf aufmerksam gemacht (Daimler 2012). Obwohl es zum Einbezug vom Fahrerzustand über Informationen wie Herzfrequenz, Blickwinkel und Hauttranspiration verschiedene Studien gibt (vgl. dazu Pohlmeier et al. 2008; Fletcher et al. 2005; Healey/Picard 2005; Coughlin et al. 2011) und ein direkter Zusammenhang zwischen diesen Werten und der Fahrerablenkung besteht, werden solche Systeme noch von keinem Autohersteller serienmäßig integriert.

Eine weitere Möglichkeit die erhöhte Fahrerablenkung zu erkennen und darauf zu reagieren, die in der Workload Manager Klassifikation nach Green (2004) nicht behandelt wird, ist der Einbezug der Interaktion des Fahrers mit den Infotainment bzw. Telematik Systemen. So ist es gut vorstellbar, dass ein Fahrer, der permanent Eingaben im Infotainment-System macht, sich wenig mit der eigentlichen Fahraufgabe beschäftigt und somit potenziell gefährdet ist. Stevens et al. (2002) betont, dass die Benutzereingaben möglichst kurz sein sollten, um den Fahrer nicht vom Verkehrsgeschehen abzulenken. Im Umgang mit sprachbasierten Systemen lässt sich eine kognitive Überforderung des Fahrers ebenfalls an der Interaktion erkennen. Verlangsamt der Fahrer seine Sprechweise oder reagiert nur gar zögerlich auf Aufforderungen des Systems, so ist es ein Indiz dafür, dass er sich gerade in einer kritischen Fahrsituation befindet. In solchen Situationen sollte sich das sprachbasierte System auf die Anforderungen anpassen und Aufforderungen und Fragen stückeln bzw. die Interaktion auf einen späteren Zeitpunkt verschieben (siehe dazu McTear 2002; Cavedon et al. 2005).

Um den negativen Einfluss von komplizierten und emotionalen Kommunikationsinhalten zu minimieren bzw. zu vermeiden, bedarf es folglich eines Workload Managers, der die Folgen von solchen Inhalten erkennt und entsprechend reagiert. Unter emotionalen oder komplizierten Gedanken leidet zum einen die Fahrweise. Zum anderen lassen sich Veränderungen in der Herzfrequenz, im Blickwinkel oder auch im Hautleitwert feststellen. Nicht zuletzt kann auch eine veränderte Benutzerinteraktion mit dem Kommunikationssystem festgestellt werden. So kann beispielsweise beim Antworten auf eine emotionale E-Mail das Sprechen sehr abgehackt oder ungleichmäßig sein. In jedem Fall müssen alle angesprochenen Informationen jedoch integriert werden, um eine zuverlässige Erkennung einer kognitiven Überlastung bzw. einer fehlenden Aufmerksamkeit zu erkennen. Zudem müssen solche Workload Manager so konzipiert sein, dass keine Abhängigkeit von Geschlecht, Alter usw. entsteht und sich diese von einem breiten Publikum anwenden lassen (Green 2004). Insbesondere an dieser Stelle ist weiterer Forschungsbedarf notwendig.

4.2.10 Kritisches Reflektieren des Versuchsablaufs

Da kein Experiment optimal durchgeführt werden kann und es immer Punkte zur Verbesserung geben kann, wird der Versuchsablauf an dieser Stelle kritisch reflektiert. Es wird sowohl auf die gelungenen Aspekte eingegangen, als auch auf solche die einer Verbesserung bedürfen. Diese Punkte werden im Folgenden diskutiert:

Zunächst ist es aufgefallen, dass die Durchführung des Experiments durch eine Person als Experimentator sehr vorteilhaft ist. Denn somit kann gewährleistet sein, dass alle Probanden ganz genau die gleichen Informationen zum Versuch bekommen und ebenfalls keine Abweichungen in der Art und Weise sich ergeben wie diese Informationen an die Probanden kommuniziert werden. Dadurch lassen sich unerwünschte Nebeneffekte im Experiment vermeiden. Durchführung durch eine Person ist realistisch umsetzbar jedoch nur für eine geringe Anzahl von Teilnehmern. An dieser Studie haben 32 Teilnehmer teilgenommen bei einer Dauer von 30-45 Min pro Teilnehmer, was rund 16 bis 24 Stunden reiner Durchführungszeit bedeutet. Leider ließ sich die Durchführung des Experiments nicht parallelisieren, da der Simulator die begrenzte Komponente darstellte und nur eine sequentielle Durchführung erlaubte. Mit Pufferzeiten und leeren Zeiträumen, die sich nicht vermeiden lassen, hat die Durchführung des gesamten Versuchs jedoch rund eine komplette Arbeitswoche gedauert.

Des Weiteren, wurden die demographischen Daten anhand eines Fragebogens gleich am Anfang des Experiments erhoben. Dies hat den Vorteil, dass die Probanden vor dem eigentlichen Fahren im Simulator sich an die ungewohnte Umgebung eines Labors gewöhnen können. Hier ist jedoch der Nachteil gegeben, dass die Probanden anhand der gestellten Fragen unter Umständen auf die Ziele des Versuchs zurückschließen können und sich im Simulator somit nicht wie gewohnt beim Autofahren verhalten bzw. versuchen andere Ziele zu erfüllen. Durch die Abfrage der demographischen Daten nach der Fahrt im Simulator kann man dieses Risiko minimieren. Dies kann jedoch nicht gemacht werden wenn die Probanden anhand der demographischen Daten wie z.B. technische Affinität oder Alter in Gruppen in die Versuchsgruppen eingeteilt werden. Das war jedoch bei diesem Experiment nicht der Fall, denn die Probanden wurden zufällig in die Gruppen eingeteilt.

Wie bereits in Limitationen angesprochen war die Alters- und Geschlechtsverteilung unter den Probanden nicht optimal. So gab es annähernd die gleiche Anzahl der Probanden in den Gruppen 20-24 und 25-29 Jahre. Die Gruppe zwischen 30 und 34 Jahre enthielt jedoch nur 6 Probanden. Die restlichen 5 Probanden waren über 34 Jahre alt. Somit konnte kein Vergleich zwischen den Altersgruppen gemacht werden. Das gleiche Problem war auch bei der Geschlechtsverteilung gegeben. Nur 9 Probanden von 31 waren weiblich und deswegen konnte keine statistische Stärke für eine Geschlechtsunterscheidung erreicht werden. Bei zukünftigen Experimenten bietet es sich an stärker auf die Ausgeglichenheit von Alter und Geschlecht zu achten. Dazu kann man auf einen Probandenpool zugreifen. Im Rahmen dieses Experiments hat sich diese Möglichkeit jedoch leider nicht ergeben.

4.2.11 Zusammenfassende Betrachtung

Das Ziel dieser experimentellen Studie war es verschiedene Aspekte der Gestaltung von sprachbasierten E-Mail Systemen im Auto zu untersuchen. Zum einen sollte untersucht werden, ob die Nutzung eines solchen Systems gegenüber dem reinen Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe eine zusätzliche Ablenkung für den Fahrer verursacht. Zum anderen wurde die Komplexität der Kommunikationsinhalte und der Kommunikationsaufgaben variiert, um deren Auswirkungen auf die Fahrperformanz zu erforschen. Am Experiment nahmen 32 Teilnehmer teil, die verschiedene Aufgaben im Zusammenhang mit der Nutzung eines E-Mail Systems in einem LCT Simulator absolvierten.

Zunächst konnte festgestellt werden, dass die Benutzung von einem sprachbasierten E-Mail System im Auto einen Ablenkungszuwachs bedeutet. Die Höhe der Ablenkung ist jedoch vergleichbar mit der Telefonie im Auto über eine Freisprecheinrichtung. Wie bereits weiter oben erwähnt, unterscheidet sich die Telefonie im Auto und die Nutzung von einem sprachbasierten System insofern, dass es sich in einen Fall um eine asynchrone Kommunikation und im anderen Fall um synchrone Kommunikation handelt. Ein Sprechen am Telefon zeichnet sich dadurch aus, dass das Hören und das Antworten sich in einem schnellen Wechsel befinden. Bei der Nutzung eines sprachbasierten E-Mail Systems sind diese Aufgaben dagegen getrennt und müssen auch nicht unbedingt unmittelbar nacheinander durchgeführt werden. Bei diesem Experiment wurde keine klare Unterscheidung zwischen dem Hören und dem Sprechen getroffen und somit wurden keine Ablenkungsdaten getrennt nach Aufgaben erhoben. Somit besteht hier weiterer Forschungsbedarf bezüglich dem Ablenkungspotenzial bei der Sprachwahrnehmung und der Sprachproduktion im Kontext der Nutzung von E-Mail im Auto. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Unterscheidung zwischen diesen beiden Aufgaben in der Studie II (siehe Kapitel 4.3) genauer untersucht.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass komplexe und emotionale Inhalte den Fahrer im Straßenverkehr gefährden können. Wie bereits erwähnt, lässt sich Emotionalität nur sehr schwer beschreiben und ist somit schlecht maschinell erkennbar, da Informationen, die uns belasten, höchst persönlich sind und sich von Person zu Person stark unterscheiden. Aus diesem Grund ist es nicht zielführend zu versuchen den Fahrer nicht in die Berührung mit solchen Inhalten kommen zu lassen und ihn somit davor zu schützen. Ein möglicher Ansatz ist die Verwendung von einem sogenannten Workload Manager, der die Fahrsituation, den Fahrzustand, die Kontrolle des Wagens und die Interaktion mit dem Infotainment System überwacht und entsprechend reagiert. Als Reaktion auf die erkannte zu hohe kognitive Belastung kann zum einen automatisch in die Steuerung des Fahrzeugs eingegriffen werden (z.B. Abstand zum Vorderwagen erhöhen, Position in der Fahrspur korrigieren), der Fahrer gewarnt werden oder die Interaktion mit dem Infotainment-System angepasst (z.B. Änderung des Dialogverhaltens) oder gar unterbrochen werden. Obwohl es einige Arbeiten zum Thema Workload Management im Auto gibt wie von (Green 2004; Mühlbacher et al. 2010; Kanevsky et al. 2004; Uchiyama et al. 2002), gehen diese Studien nicht über die konzeptionelle Ebene hinaus oder betrachten nur Teilaspekte. So betont Green (2004), dass ein Workload Manager aus solchen Komponenten wie den Sensoren, einem Datennetzwerk, einem Modul zur Bewertung der Fahraufgabe, dem Modul zur Erfassung der Interaktion mit der Benutzerschnittstelle und dem Entscheidungsmodul bestehen sollte. Hierbei stellt ein Datennetzwerk den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Komponenten sicher (Green 2004). Das Modul zur Bewertung der Fahraufgabe beurteilt wie beschäftigt der Fahrer mit der aktuellen Fahraufgabe ist. Das Modul zur Erfassung der Interaktion mit der Benutzerschnittstelle gibt an in welcher Form sich der Fahrer gerade mit den sekundären Aufgaben neben dem Autofahren beschäftigt. Das Entscheidungsmodul integriert alle erfassten Informationen und trifft Entscheidungen darüber, ob der Fahrer zu überlastet ist und welche Maßnahmen durchgeführt werden sollten. Es bedarf jedoch weiterer Forschung, um festzulegen welche Informationen und in welchem Umfang wirklich gebraucht werden und wie diese integriert werden sollten. Zudem liegt die Herausforderung dabei zu entscheiden in welchen Situationen der Fahrer ein kritisches Ablenkungsniveau erreicht hat und wie darauf reagiert werden sollte.

Weiteres Ergebnis dieser Studie ist die Feststellung, dass die zukünftigen Dienste in vernetzten Autos im Gegensatz zu solchen Applikationen wie Navigation, die bisher vorwiegend in Autos verwendet werden, sich dadurch auszeichnen als sie sehr informationslastig sind. Bei einem Navigationsdienst müssen nur kurze Informationsstücke wie Navigationsangaben vom Fahrer wahrgenommen werden. Dagegen zeichnen sich solche Dienste wie E-Mail dadurch ab, dass sie den Fahrer mit der Aufnahme von großen Informationsmengen konfrontieren. Vor diesem Hintergrund steigt auch die Bedeutung der Inhalte. Welche Faktoren der Inhalte jedoch die kognitive Belastung des Fahrers erhöhen ist noch ein weitgehend unerforschtes Thema. In diesem Experiment konnte Emotionalität und Komplexität als kritische Faktoren im Umgang mit Kommunikationsinhalten nachgewiesen werden. Jedoch ist bisher noch nicht klar was die Komplexität wirklich ausmacht. Allgemein wird zwischen der quantitativen, der qualitativen und der Leser- bzw. Aufgabenkomplexität unterschieden (Oakland/Lane 2004; DuBay 2004). Wie sensitiv Fahrer auf Variationen dieser einzelnen Dimension reagieren ist bisher noch unzureichend erforscht. Dieser Aspekt wird in Rahmen der zweiten Studie (siehe Kapitel 4.3) genauer erforscht.

4.3 Studie II: Infotainment-System mit mehreren synthetischen Stimmen

In diesem Kapitel soll die zweite experimentelle Studie im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt werden. Diese findet sich in der Veröffentlichung im ACM Journal Transaction on Computer-

Human Interaction wieder (Truschin et al. 2014). Zunächst wird darauf eingegangen wie die Studie motiviert war und von welchem aktuellen Forschungsstand sie ausgegangen ist. Danach wird das Forschungsmodell erläutert und auf die Details der angewendeten Methode eingegangen. Abschließend werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt und diskutiert. Betrachtung der praktischen und der theoretischen Implikationen samt Limitationen der Studie schließen das Kapitel ab.

4.3.1 Motivation und Ziele

Da die Informationstechnologie in unserem privaten und beruflichen Leben mehr und mehr zu einem unerlässlichen Begleiter wird, verwenden Menschen Informationssysteme wie beispielsweise Mobiltelefone oder Tablets oft um mehrere, oft auch konfliktäre, Ziele zu verfolgen. Wir beantworten E-Mails auf unseren Mobiltelefonen während wir in Meetings sitzen oder wir suchen nach dem nächsten Italiener auf unserem Mobiltelefon während wir eine Straße überqueren. Allerdings ist der Forschung schon seit langem bekannt, dass Menschen schlecht priorisieren können wenn es darum geht ihre kognitiven Ressourcen zwischen den Aufgaben zu verteilen. Das wird insbesondere zu einem Problem bei sicherheitskritischen Situationen in denen mehrere Ziele verfolgt werden wie beispielsweise beim Gehen, beim Radeln oder vor allem beim Autofahren. Fehler bei der Ausübung solcher Aktivitäten können im schlimmsten Fall das menschliche Leben gefährden (Young et al. 2007; Hyman et al. 2009; Green 2004; Strayer et al. 2003). Daher stellt sich die Frage in welchem Umfang die Benutzung von Informationssystemen wie beispielsweise von Mobiltelefonen in sicherheitskritischen Situationen mit mehreren Zielen, wie beispielsweise dem Autofahren erlaubt bzw. verboten werden sollte. Effektive Benutzerschnittstellen sollten jedoch in der Lage sein dem Menschen bei der situationsgerechten Verteilung der kognitiven Ressourcen zur Seite zu stehen und somit eine sichere Nutzung der IT in Situationen mit mehreren Zielen sicherer zu machen (Horrey et al. 2009; Sarter 2007; Levy/Pashler 2008; Nowakowski et al. 2001). Momentan lässt sich in der Literatur jedoch sehr limitiertes Wissen bezüglich dem Design von solchen Benutzerschnittstellen finden (Kortum 2008; Sarter 2006; Ranney et al. 2005; Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004; Vollrath 2007; Barón/Green 2006).

Borbeigene Informationssysteme in Autos sind Musterbeispiele für Benutzerschnittstellen, die in Situationen verwendet werden, in denen Menschen mehrere konfliktäre Ziele verfolgen. Dadurch, dass Menschen zunehmend viel Zeit in ihren Autos beim Fahren verbringen, fangen sie an diese Zeit dafür zu nutzen SMS oder E-Mail Nachrichten von ihren Handys aus zu versenden (Ranney et al. 2005; Alt et al. 2010; Lai et al. 2001). Forschungsergebnisse und Regierungsberichte deuten jedoch darauf hin, dass die Ausführung von sekundären Aufgaben während dem Fahren sich negativ auf die Fahrperformanz auswirken kann (Kernan/Lord 1990; Horrey et al. 2009; Phillips/Gully 1997; Levy/Pashler 2008; Schmidt/DeShon 2007; Nowakowski et al. 2001). Dieses Dilemma verlangt daher nach einer systematischen Erforschung der verschiedenen Möglichkeiten wie auf der einen Seite zwar das sichere Fahren nicht beeinträchtigt wird und auf der anderen Seite aber trotzdem eine erfolgreiche Ausführung von sekundären Aufgaben wie beispielsweise die Beantwortung von E-Mails beim Fahren ermöglicht wird.

Um der oben erwähnten Herausforderung gerecht zu werden, haben die Autohersteller die Nutzung von sprachbasierten Benutzerschnittstellen in Autos etabliert, die dazu gedacht sind die periphere Ablenkung (d.h. visuelle und manuelle Ablenkung) bei der Ausführung von sekundären Aufgaben zu senken (Kernan/Lord 1990; Kortum 2008; Ranney et al. 2005; Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004; Vollrath 2007; Barón/Green 2006). Jedoch zeigen die aktuellen Untersuchungen, dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen nicht effektiv darin sind

die kognitive Belastung des Fahrers zu senken. D.h. sie helfen dem Fahrer nicht den kognitiven Aufwand zu senken, der bei der Ausführung der sekundären Aufgaben entsteht (Kernan/Lord 1990; Ranney et al. 2005). Aus diesem Grund ist die Eignung von solchen Benutzerschnittstellen besonders für kognitiv belastende sekundäre Aufgaben wie das Anhören und das Beantworten von E-Mails am Steuer limitiert. Überraschenderweise lassen sich in der Forschungsliteratur nur wenige Erkenntnisse finden wie die kognitive Belastung des Fahrers durch den Einsatz von sprachbasierten Benutzerschnittstellen gesenkt werden kann (siehe Kapitel 4.3.2.2 für einen detaillierten Überblick).

Das Ziel dieser Studie war es zu untersuchen wie die kognitive Belastung des Fahrers bei der Verwendung einer sprachbasierten Benutzerschnittstelle im Auto gesenkt werden kann. Dazu untersuchte diese Studie die Auswirkungen der Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen (Text-to-Speech Stimmen (TTS)) statt einer Stimme sowohl auf die Fahrweise des Fahrers, als auch auf seine Fähigkeit eine E-Mail Aufgabe als sekundäre Aufgabe erfolgreich auszuführen. Die Überlegungen basierten auf dem Ansatz der sogenannten Cognitive-Fit-Theorie, die besagt, dass eine Übereinstimmung zwischen der zu lösenden Aufgabe und der Darstellung der Information, die für die Lösung dieser Aufgabe gebraucht wird, zu einer höheren Performanz der Aufgabenlösung führt (Bandura/Cervone 1986; Vessey/Galletta 1991; Bandura 1988; Vessey 1991; Campion/Lord 1982). Aus diesen Überlegungen wurde daher postuliert, dass eine kognitive Übereinstimmung („Cognitive Fit“) beim Ausführen der sekundären Aufgabe dem Fahrer erlauben würde für die primäre Aufgabe des Fahrens mehr kognitive Ressourcen und damit auch mehr Aufmerksamkeit zu reservieren und somit eine höhere Fahrperformanz zu erreichen. Um diese Proposition zu testen wurde ein kontrolliertes Laborexperiment mit 112 Teilnehmern durchgeführt. Die Aufgabe der Teilnehmer bestand darin sich E-Mail Nachrichten beim Fahren in einem Fahrsimulator (Lane Change Task (LCT)) anzuhören und auf diese durch die Nutzung eines sprachbasierten Systems zu antworten. Die Ergebnisse dieser Studie lieferten nützliche Hinweise darauf wie Benutzerschnittstellen entworfen sein müssen, die in Situationen mit mehreren konfliktären Zielen eingesetzt werden.

4.3.2 Aktueller Forschungsstand

Die in dieser Studie gestellten Fragen berühren mehrere Aspekte, die so in der Forschung noch nicht untersucht worden sind. Zum einen ist es die Frage wie Menschen Aufgaben priorisieren wenn diese gleichzeitig ausgeführt werden müssen. Erkenntnisse zu dieser Frage sind bisher hauptsächlich in der Psychologie Literatur zu finden. Zum anderen ist es das Design von sprachbasierten Benutzerschnittstellen, das bisher primär in Forschung zu Mensch-Maschine-Kommunikation zu finden ist. Aus diesem Grund werden zunächst im Folgenden die bisherigen Forschungsergebnisse aus den beiden Forschungsgebieten, die für diese Studie relevant sein können, zusammengetragen und diskutiert.

4.3.2.1 Gleichzeitige Ausführung von Aufgaben mit konfliktären Zielen

Das Verfolgen von mehreren konfliktären Zielen unterscheidet sich grundlegend vom Verfolgen eines Ziels. Mehrere Ziele verlangen von einem, dass man menschliche Ressourcen wie Aufmerksamkeit, Zeit und auch Aufwand zwischen diesen verteilt (Kernan/Lord 1990; Byrd 2009; Phillips/Gully 1997; Vogt et al. 2010; Schmidt/DeShon 2007). Das basiert jedoch auf der Annahme, dass Menschen nur endliche Ressourcen haben, die sie zwischen den Aufgaben verteilen abhängig davon wie sie die Ziele, die hinter den Aufgaben stehen, priorisieren (Schmidt/DeShon 2007; Kernan/Lord 1990). Dennoch lässt sich in der Literatur

kein Konsensus finden bezüglich der Frage welche Faktoren die Priorisierung von Aufgaben beeinflussen wenn mehrere Ziele verfolgt werden.

Studien belegen, dass die Priorisierung von Aufgaben und somit auch die Allokation von Ressourcen bei Vorhandensein von mehreren Zielen maßgeblich von der Größe der sogenannten Ziel-Performanz-Diskrepanz (engl.: „Goal-Performance-Discrepancy (GPD)³⁸) beeinflusst wird (Kernan/Lord 1990; Vogt et al. 2010). GPD basiert auf der Mutmaßung, dass Menschen sich bei bestimmten Aufgaben Performanzziele setzen und die Diskrepanz, die zwischen der gesetzten Leistung und der tatsächlichen Leistung, ständig überwachen. Basierend auf der wahrgenommenen GPD werden Anpassungen in der Priorisierung der Aufgaben durchgeführt (Levy/Pashler 2008; Bandura/Cervone 1986; Horrey et al. 2009; Bandura 1988; Nowakowski et al. 2001; Campion/Lord 1982). Interessanterweise lassen sich in der Literatur bezüglich der Frage nach welchem Prinzip die Priorisierung der Aufgaben anhand des GPDs erfolgt zwei unterschiedliche Ansichten finden. Auf der einen Seite existieren Studien, die behaupten, dass Aufgaben mit einem kleineren GPD (d.h. solche Aufgaben, die sich mit gegebenem Ziel leichter erledigen lassen) eine höhere Priorität bekommen als solche mit einem höheren GPD (Kortum 2008; Kernan/Lord 1990; Byrd 2009; Vogt et al. 2010). Auf der anderen Seite lassen sich Ergebnisse aus Untersuchungen finden, die das genaue Gegenteil behaupten; d.h. Aufgaben mit einem höheren GPD bekommen auch eine höhere Priorität (Barón/Green 2006; Schmidt/DeShon 2007). Zusätzlich können aber auch Faktoren wie Erfolgserwartung, Zielwertigkeit, persönliche Präferenzen, Selbstvertrauen, Zielverpflichtung und weitere situationsbezogene Faktoren die Aufgabepriorisierung beeinflussen (Vollrath 2007; Kernan/Lord 1990; Ranney et al. 2005; Vogt et al. 2010; Horwill/McKenna 1999; Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004). Die Widersprüchlichkeit dieser Ergebnisse deutet darauf hin, dass die Priorisierung von Aufgaben mit mehreren Zielen vom komplexen Zusammenspiel vieler verschiedener Faktoren abhängt und somit weiterer Untersuchung bedarf.

Beantworten von E-Mail Nachrichten während dem Fahren ist ein Musterbeispiel für eine sicherheitskritische Situation in der mehrere konfliktäre Ziele verfolgt werden. Das Führen eines Fahrzeugs ist eine sicherheitskritische Aufgabe und sollte über alle andere sekundäre Aufgaben priorisiert werden. Dennoch belegen mehrere Studien, dass Fahrer nicht im Stande sind situationsgerecht die verschiedenen Aufgaben zu priorisieren obwohl ihnen die Risiken bekannt und während dem Fahren bewusst sind (Reimer 2010; Levy/Pashler 2008; Horrey et al. 2009; Nowakowski et al. 2001). Das legt nahe, dass das Beantworten von E-Mail Nachrichten während dem Fahren ein geeignete Evaluationsumgebung darstellt, um die Rolle der Goal-Performance-Discrepancy und den Einfluss des Benutzerschnittstellendesigns darauf näher zu untersuchen.

4.3.2.2 Sprachschnittstellen mit mehreren synthetischen Stimmen

Sprachbasierte Benutzerschnittstellen finden in den Autos mittlerweile breite Anwendung. Der Grund dafür ist, dass der Fahrer die meiste visuelle (d.h. Sehen von Objekten) und manuelle (d.h. mechanische Bedienung) Aufmerksamkeit auf die eigentliche Aufgabe des Fahrens fokussieren muss (Kortum 2008, 162). Sekundäre Aufgaben wie die Bedienung des Telefons oder das Beantworten von E-Mails können jedoch auch durch eine sprachbasierte

³⁸ Im Folgenden wird aus den Gründen des besseren Verständnisses die Englische Bezeichnung verwendet. Deutsche Bezeichnung ist in der Literatur bisher nicht etabliert. Ein Beispiel für Persuasive Computing stellt individuelle Werbung dar, die speziell auf die Bedürfnisse einer jeden Person abgestimmt ist (Richter 2012).

Benutzerschnittstelle erledigt werden während der Fahrer seine Hände am Lenkrad hält (Barón/Green 2006). Somit haben sprachbasierte Benutzerschnittstellen das Potential periphere Ablenkung (d.h. visuelle und manuelle Ablenkung) beim Autofahren zu senken. Dennoch konsumieren solche Benutzerschnittstellen einen bedeutenden Teil der kognitiven Ressourcen, die fürs Fahren gebraucht werden können (Horswill/McKenna 1999; Jamson et al. 2004; Lee et al. 2001; Ranney et al. 2005; Vollrath 2007). Denn ein Blick des Fahrers auf die Straße bedeutet nicht unbedingt, dass auch seine Aufmerksamkeit auf der Straße ist. Hohe kognitive Belastung verursacht durch die sekundäre kognitive Aufgaben wie E-Mailing kann zu einem sogenannten visuellen Tunneleffekt (engl.: *visual tunneling*) führen und somit das sichere Fahren gefährden (Reimer 2010).

Um die kognitive Belastung, die durch die Nutzung von sprachbasierten Systemen verursacht wird, zu senken, schlägt die Literatur vor „die Interaktion von [sprachbasierten Benutzerschnittstellen] so ähnlich wie möglich zur menschlichen Interaktion“³⁹ zu gestalten (Muthusamy et al. 1999). Mehrere Studien wie (Lai et al. 2001; Tsimhoni et al. 2001; Gong/Lai 2003) zeigen auf, dass eine konsistente Nutzung der menschlichen Sprache bei sprachbasierten Benutzerschnittstellen im Auto zu einer Senkung der kognitiven Fahrerbelastung führen kann. Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass das Koppeln der Persönlichkeit der synthetischen Stimme mit der Persönlichkeit des Fahrers zu einer höheren Fahrerperformanz und Problemlösungsfähigkeit führt (Nass et al. 2005; Lee/Nass 2003).

Interaktionen mit den sprachbasierten Benutzerschnittstellen können aber auch durch die Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen menschenähnlicher gemacht werden. Momentan wird von sprachbasierten Systemen in Autos nur eine synthetische Stimme für die Interaktion mit dem Fahrer verwendet. Jedoch kann dieser Ansatz nicht für alle Anwendungsfälle geeignet sein. Sekundäre Aufgaben während dem Fahren wie das Bearbeiten von E-Mails oder Chatten sind sehr informationslastig, werden jedoch immer beliebter vor allem bei jüngeren Fahrern (Alt et al. 2010; Piechulla et al. 2003). Solche sekundäre Aufgaben erfordern, dass man Inhalte den verschiedenen Kommunikationsteilnehmern zuordnen kann. Das Reproduzieren von solchen Inhalten mit nur einer Stimme kann zu einem geminderten Verständnis seitens des Fahrers führen. Der Grund dafür ist, dass eine Stimme nicht die Information über die verschiedenen Identitäten in einer Konversation transportieren kann und somit die Zuordnung von Information zu Person für den Zuhörer erschwert.

Menschen können relativ leicht zwischen verschiedenen Personen anhand ihrer Stimme unterscheiden und sogar sehr akkurat unbekannte Stimmen erkennen (Bunge 1977; Carterette/Barnebey 1975). Aus diesem Grund könnte die Verwendung von verschiedenen synthetischen Stimmen beim Bearbeiten von E-Mails und Chats im Auto und eine Übereinstimmung des Alters und des Geschlechts der synthetischen Stimme und des Kommunikationsteilnehmers zu einem sogenannten Kognitiven Fit (siehe die Cognitive Fit Theorie von Vessey/Galletta (1991) und Vessey (1991)) führen und somit die kognitive Belastung senken, die für das Verständnis der Kommunikation erforderlich ist. In diesem Zusammenhang ist es jedoch auch nicht unbedingt erforderlich die synthetische Stimme der realen Stimme einer Person anzugleichen, denn Menschen verwenden Stimmen als Identitätsmerkmal (Nass/Gong 2000). Die Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen ist nicht neu in der wissenschaftlichen Literatur. Das erforschte Gebiet beschränkt sich jedoch

³⁹ Übersetzung aus dem Englischen durch den Autor

auf die Verwendung von mehreren Stimmen im Bereich des Persuasive Computings⁴⁰ (Lee 2004; Reeves/Nass 1996). Die Erforschung der mehreren synthetischen Stimmen im Kontext von sprachbasierten Systemen, die in Situationen mit mehreren Zielen verwendet werden wie dem Autofahren, ist jedoch bisher nicht bekannt.

4.3.3 Forschungsmodell

Wie Menschen Aufgaben priorisieren, vor allem wenn mehrere Ziele verfolgt werden, ist eine wichtige Frage mit der sich die Forschung beschäftigt. Die Verwendung von sprachbasierten Systemen gewinnt auch immer mehr an Bedeutung in der Forschung. Jedoch gibt es noch relativ wenig Verständnis darüber wie die Priorisierung von Aufgaben durch das Design von sprachbasierten Systemen beeinflusst werden kann. Diese Studie versucht diese Lücke zu schließen und bringt die Forschungsfelder des Designs von Benutzerschnittstellen und des menschlichen Verhaltens in Situationen mit mehreren Zielen zusammen. Das Fahren in einem Auto wird in dieser Studie als Beispiel für eine sicherheitskritische Situation hergenommen in der man als Person mehrere Ziele verfolgen kann. In so einem Anwendungsbeispiel ist das Führen des Autos die primäre Aufgabe und das Beantworten von E-Mails mit Hilfe des sprachbasierten Kommunikationssystems die sekundäre Aufgabe. Zwei Varianten des sprachbasierten Systems wurden in dieser Studie untersucht. Die erste Variante des Systems verwendete verschiedene synthetische Stimmen, die zum Geschlecht jedes Kommunikationsteilnehmers anpasste und für jede Person eindeutig war. Die zweite Variante benutzte nur eine synthetische Stimme für alle Konversationsteilnehmer. Die Verwendung von verschiedenen synthetischen Stimmen begründete sich darin, dass passende Stimmen eine bessere Verbindung zwischen der Problemrepräsentation und der eigentlichen Aufgabe, wie beispielsweise dem Verstehen und dem Beantworten von E-Mails, herstellen würde. Des Weiteren erfordert das Bearbeiten von E-Mails das Verstehen und das Produzieren von textuellen Inhalten. Wie im Folgenden noch weiter erklärt wird, besteht daher die Chance, dass Fahrer sensitiv zur Veränderung der textuellen Komplexität sein könnten und daher bei schweren Texten sich anders verhalten als bei einfachen. Daher wird dieser Aspekt in dieser Studie näher beleuchtet.

In Abbildung 4-10 ist das verwendete Forschungsmodell dargestellt. Die zwei Varianten des sprachbasierten E-Mail Systems – eine synthetische Stimme und passende synthetische Stimmen – werden von der unabhängigen Variable *Variabilität der Stimmen* beschrieben. Der Effekt der passenden synthetischen Stimmen wurde sowohl auf die Fahrperformanz (primäre Aufgabe) als auch auf das E-Mail Verständnis (sekundäre Aufgabe) untersucht. Komplexität der E-Mail Texte wurde als eine moderierende Variable verwendet und hatte zwei Ausprägungen: geringe Komplexität und hohe Komplexität.

⁴⁰ Bei Persuasive Computing sieht man den Computer in der Rolle das menschliche Beurteilungs- und Entscheidungsverhalten maßgeblich zu beeinflussen

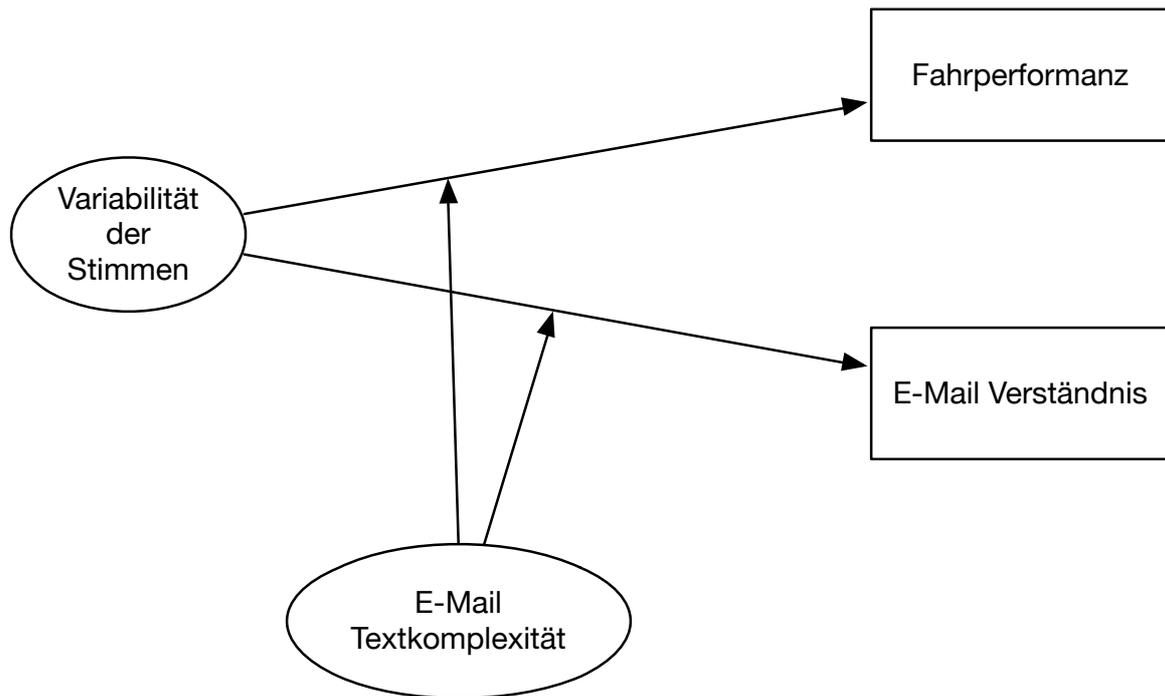


Abbildung 4-10: Forschungsmodell
(Quelle: Eigene Abbildung)

Effekt der passenden Stimmen auf die Fahrperformanz:

Aufgaben wie sprachbasierte Interaktionen mit den im Auto integrierten Systemen erfordern nahezu keine physische Bedienung durch den Fahrer da alles über Sprache abläuft. In der Literatur finden sich aber Beweise dafür, dass sprachbasierte Benutzerinteraktionen mit kognitive Ressourcen konkurrieren, die ebenfalls primär von der Fahraufgabe gebraucht werden (Lee et al. 2001; Jamson et al. 2004; Vollrath 2007). Ebenso haben Studien gezeigt, dass die Verschiebung der Aufmerksamkeit und somit auch der kognitiven Ressourcen von einer Aufgabe zu einer anderen ebenso eine höhere Performanz bei der anderen Aufgabe bedeutet (Navon/Gopher 1979; Norman/Bobrow 1975). Verglichen mit einem sprachbasierten System, das nur eine Stimme verwendet, sollte ein System mit mehreren passenden Stimmen zu einer natürlicheren und menschen-ähnlicheren Kommunikationsweise führen. Somit sollte es der Fahrer leichter haben E-Mails zu verstehen und diese zu beantworten. D.h. passende Stimmen sollten zu einer kognitiven Übereinstimmung zwischen der Problemrepräsentation (verschiedene Kommunikationspartner) und der Aufgabe (Verknüpfen der Inhalte zu verschiedenen Kommunikationspartnern und deren Vorhaben) führen. Aus diesem Grund kann man erwarten, dass Fahrer weniger kognitive Ressourcen für die E-Mail Aufgabe brauchen werden. Die freigewordenen Ressourcen können dementsprechend für die primäre Aufgabe verwendet werden. Dadurch besteht die Chance, dass die Fahrperformanz verbessert wird. Daher stellen wir die folgende Hypothese auf:

H1(a) Passende synthetische Stimmen werden mit einer höheren Fahrperformanz assoziiert.

Effekt der passenden Stimmen auf das E-Mail Verständnis:

Eine sinnvolle E-Mail Interaktion hinter dem Steuer bedeutet, dass der Fahrer die eingegangenen E-Mails versteht und diese korrekt anhand des Verstandenen beantworten kann. Ähnlich zu einer Telefonkonferenz bei der man die Teilnehmer nicht sehen kann, ist es nur möglich wenn man die wahrgenommenen Inhalte mit einer Person und ihren Intentionen verbinden kann (Kain 2001). Basierend auf der Cognitive Fit Theorie sollte das Hören von E-Mail Konversationen mit passenden Stimmen dem Zuhörer die Fähigkeit geben die gehörten Inhalte den Konversationsteilnehmern zuzuordnen. Dadurch wird das Verständnis gefördert. Daher wird die folgende Hypothese aufgestellt:

H1(b) Passende synthetische Stimmen werden mit einem höheren E-Mail Verständnis assoziiert.

Moderierender Effekt der E-Mail Text Komplexität:

Wie von Wickens et al. (1983) gezeigt wurde, hat eine Erhöhung der Schwierigkeit bei einer Aufgabe zur Folge, dass die Performanz der anderen Aufgaben sinkt. Einige der Faktoren, die das Verständnis beeinflussen wenn synthetische Stimmen zur Wiedergabe eingesetzt werden ist die Länge und die Komplexität von Nachrichten (Pisoni et al. 1985). Daher kann man erwarten, dass die Erhöhung der Komplexität der E-Mail Texte zu einer erhöhten kognitiven Belastung führen könnte weil komplexere Sachverhalte vom Fahrer verarbeitet werden müssen. Die erhöhte kognitive Belastung des Fahrers sollte einen negativen Einfluss sowohl auf die Fahrperformanz als auch auf die Erledigung der E-Mail Aufgabe haben. Folglich kann man die folgenden Hypothesen aufstellen:

H2(a) E-Mail Text Komplexität beeinflusst negativ die Beziehung zwischen den passenden synthetischen Stimmen und der Fahrperformanz.

H2(b) E-Mail Text Komplexität beeinflusst negativ die Beziehung zwischen den passenden synthetischen Stimmen und dem E-Mail Verständnis.

4.3.4 Methode

Für die Ziele der Studie wurde ein kontrolliertes Laborexperiment mit einer prototypischen Entwicklung eines sprachbasierten E-Mail Systems durchgeführt. Um die Hypothesen zu testen, wurden zwei Varianten des E-Mail Systems eingesetzt; eine Variante mit einer synthetischen Stimme und eine zweite Variante mit verschiedenen synthetischen Stimmen, die jeweils zum Geschlecht des Kommunikationsteilnehmers passten.

4.3.4.1 Teilnehmer

Am Experiment nahmen vorwiegend Bachelor Studenten der Fakultät für Informatik an der Technischen Universität München teil. Von den 112 Teilnehmern waren 88 männlich und 24 weiblich. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer belief sich auf 23.1 Jahre (SD = 5.1). Alle Teilnehmer waren erfahrene Fahrer mit durchschnittlich 5.5 Jahren Fahrerfahrung (SD = 4.6) und 13903 km (SD = 11049) jährlich im Auto zurückgelegten Kilometern. 13 Teilnehmer gaben an bereits Erfahrungen mit dem Fahren eines LCT Fahrsimulators zu haben; keiner der Teilnehmer nahm jedoch an einer Studie teil, die sich mit mobiler Kommunikation im Auto befasste. Ein hoher Anteil der Teilnehmer gab an ein Smartphone zu besitzen (88.4%) und

sogar 58.9% haben ihr Smartphone zumindest schon einmal während dem Fahren benutzt. Fürs Erscheinen zum Experiment bekamen die Teilnehmer zusätzliche Klausurpunkte in einer Vorlesung. Zusätzlich wurde an den Teilnehmer mit den besten Ergebnissen sowohl bei der primären als auch der sekundären Aufgabe ein Apple iPad vergeben. Dadurch dass das Experiment Verstehen und Beantworten von E-Mail Konversationen in deutscher Sprache beinhaltete, waren gute Deutschkenntnisse für die Teilnahme unerlässlich. Alle Teilnehmer konnten jedoch gute bis sehr gute Kenntnisse der Deutschen Sprache vor dem Experiment nachweisen. Des Weiteren hatten alle Teilnehmer normales Sehvermögen oder benutzten Sehfehler korrigierende Brillen für die Teilnahme am Experiment.

4.3.4.2 Versuchsdesign

Das Experiment hatte ein 2x2-faktorielles Design, das in der Tabelle 17 schemenhaft dargestellt ist. Dabei war die Variabilität der Stimmen der Within-Subject-Faktor und die Komplexität des E-Mail Textes war der Between-Subject-Faktor. Der Faktor Variabilität der Stimmen hatte zwei Ausprägungen: eine synthetische Stimme und mehrere passende synthetische Stimmen bei denen das Geschlecht des E-Mail Absenders mit dem Geschlecht der Stimme übereinstimmte. Jede Gruppe enthielt 56 Teilnehmer. Die E-Mail Text Komplexität wurde anhand der Lesbarkeit von Texten bestimmt und wurde in zwei Stufen variiert: hohe und niedrige Komplexität. Jeder Teilnehmer musste sich während dem Fahren 4 E-Mail Konversationen anhören; davon 2 mit einer niedrigen und 2 mit einer hohen Komplexität. Um Lerneffekte zu vermeiden, wurde die Reihenfolge der Präsentation der E-Mail Konversationen anhand dem Latin-Square⁴¹ Verfahren bestimmt.

	E-Mail Text Komplexität	
Variabilität der Stimmen	Niedrig	Hoch
Eine	56 Teilnehmer	56 Teilnehmer
Mehrere passende	56 Teilnehmer	56 Teilnehmer

Tabelle 17: Versuchsdesign
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.3.4.3 Fahrsimulator

Für die Ausführung der primären Fahraufgabe wurde der sogenannte Lane Change Task (LCT) in einem Low-Fidelity Fahrsimulator verwendet. Weitere Ausstattung umfasste einen 27'' Bildschirm für die Anzeige der Fahrstrecke, ein Logitech Lenkrad mit Force Feedback und ein Pedalensatz für den Simulator. Für die sekundäre Aufgabe verwendete man das entwickelte sprachbasierte E-Mail System, Standard PC Lautsprecher für die Wiedergabe der E-Mail Konversationen und ein gerichtetes Mikrofon für die Aufzeichnung der Diktate. Die Verwendung des LCTs als primäre Aufgabe begründete sich darin, dass es einen guten Kompromiss zwischen dem Aufwand, der Validität der Ergebnisse und den entstehenden Kosten bietet (Pettitt 2008; Mattes 2003) (siehe auch Kapitel 2.4.3.2). Die zu fahrende Route

⁴¹ Bei Anwendung des Latin-Square Verfahrens können Lern-, Ermüdungs- sowie Reihenfolgeeffekte vermieden werden. Für weitere Details zur Anwendung siehe Weiner (2012).

im Simulator bestand aus 3 Fahrspuren, die je 3.85 Meter in der Breite waren. Die Teilnehmer wurden gebeten während dem Experiment mit einer konstanten Geschwindigkeit von 90 km/h zu fahren. Im Vorfeld des Experiments wurden 90 km/h als die maximale Geschwindigkeit bestimmt, die die Fahrer mit einer sekundären Aufgabe noch gut meistern konnten. Dabei wurden die Teilnehmer gebeten das Gaspedal ständig durchdrücken; bei 90 km/h wurde abgeriegelt, so dass eine konstante Geschwindigkeit eingehalten werden konnte. Beim Fahren jeder Strecke im LCT mussten die Teilnehmer insgesamt 18 Mal die Spur in Abständen von 150 Metern wechseln. Die durchschnittliche Zeit für das Fahren einer Strecke betrug ca. 2 Minuten. Da die sekundäre Aufgabe darin bestand ein sprachbasiertes System im Auto zu benutzen, wurde der Fahr Simulator mit keinen zusätzlichen Monitoren oder Bedienungselementen außer dem Lenkrad und dem Pedalensatz ausgestattet. Somit konnte sichergestellt werden, dass keine zusätzliche physische oder visuelle Ablenkung beim Fahren entstehen konnte. Um Lerneffekte auszuschließen und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu garantieren, sind alle Probanden den gleichen Satz bestehend aus immer unterschiedlichen Streckenabschnitten gefahren. Die Reihenfolge der Strecken wurde im Vorfeld in eine zufällige Ordnung gebracht (Mattes 2003).

4.3.4.4 Sprachbasierte E-Mail Aufgabe

E-Mail System

Das entwickelte sprachbasierte E-Mail System wurde für die Durchführung des Experiments in den Fahr Simulator integriert. Es war komplett sprachbasiert und beinhaltete keine zusätzlichen visuellen oder manuellen Benutzerschnittstellen. Der Benutzer des Systems konnte mit Hilfe von kurzen Sprachkommandos zwischen den E-Mail Konversationen navigieren, sich bestimmte Konversationen vorlesen lassen und Antworten diktieren. Für die Interaktion mit den Teilnehmern benutzte das System synthetische Computerstimmen. Dieses Design und der Funktionsumfang ähnelte den sprachbasierten E-Mail Systemen aus den Studien von Lee et al. (2001) und Jamson et al. (2004). Die synthetischen Stimmen wurden mit der Software Infovox iVox der Firma AssistiveWare⁴² implementiert, die verschiedene männliche und weibliche Stimmen für Apple Mac OS X Systeme anbietet.

Das Auffinden von zusammengehörigen E-Mail Nachrichten in einem E-Mail Postfach gehört zu keinen einfachen Aufgaben und ist selbst auf einem Desktop schwer auszuführen. Umso schwieriger wird allerdings auch die Aufgabe wenn man versucht sie während dem Fahren auszuführen. Aus diesem Grund wurde das Konzept der sogenannten *Threads* erfunden, die E-Mail Nachrichten, die den gleichen Betreff haben und zur gleichen Konversation gehören, zusammenfassen. Laut Verdot et al. (2011) vereinen über die Hälfte aller E-Mail Konversationen zwei und mehr Nachrichten in sich, die zwischen den Konversationspartnern verschickt werden. Aus diesem Grund ist die Organisation der E-Mail Nachrichten in Threads eine sinnvolle Methode, um mehr Übersichtlichkeit in der E-Mail Inbox zu schaffen und das Auffinden von zusammengehörigen Nachrichten zu vereinfachen. Das Konzept des Zusammenführens der E-Mails in Threads wurde auch vom entwickelten sprachbasierten E-Mail System realisiert. Hat der Benutzer eine Konversation ausgewählt, so wurden ihm alle dazugehörigen E-Mails in chronologischer Reihenfolge vorgelesen. Für eine bessere Orientierung innerhalb eines Threads wurde vor jeder E-Mail der Absender mit einer neutralen Stimme genannt.

⁴² <http://www.assistiveware.com/>

Aufgabe

Die sekundäre Aufgabe beinhaltete das Anhören und das Beantworten von E-Mail Konversation während dem Fahren. Laut dem aktuellen Kenntnisstand existiert in der Literatur bisher keine Taxonomie der relevanten E-Mail Aufgaben. Aus diesem Grund wurde das grundlegende Klassifikationsschema aus Studien genommen, die sich zum einen mit integrierten E-Mail Systemen beschäftigt haben (Jamson et al. 2004; Harbluk/Lalande 2005) und zum anderen aus Studien, die das Telefonieren im Auto untersucht haben (Strayer/Johnston 2001; Recarte/Nunes 2003). In Anlehnung an diese Studien wurden die folgenden Aufgaben unterschieden: a) das Anhören von E-Mails und b) das Beantworten von E-Mails. Somit wurde in der Phase des Anhörens eine komplette E-Mail Konversation vom sprachbasierten E-Mail System wiedergegeben. In der Phase des Beantwortens konnten die Teilnehmer anhand des gehörten Inhalts eine Antwort mit Hilfe der Spracheingabe diktieren. Um die Aufgaben realitätsgetreuer zu machen, wurde ein Rollenspiel verwendet. Vor dem Experiment wurde den Teilnehmern ein Szenario gegeben, das Fakten über eine fiktive Person beinhaltete, in die sich die Teilnehmer hineinversetzen sollten (siehe Anhang D.1). In der Literatur finden sich Beweise dafür, dass aufgrund der limitierten kognitiven Fähigkeiten, Menschen sich 7 ± 2 Fakten merken können (siehe Miller (1956)). Aus diesem Grund beinhaltete das Szenario nur 6 Fakten, die im Anhang D.1 eingesehen werden können.

E-Mail Konversationen

Die E-Mail Konversationen stammten aus einem realen E-Mail Postfach eines Studenten. Die Nachrichten wurden anonymisiert und leicht angepasst, um den Anforderungen der Aufgaben zu genügen. Aus den Nachrichten wurden persönliche Informationen entfernt. Zudem wurde sichergestellt, dass alle Konversationen die gleiche Anzahl an Nachrichten hatten und pro Konversation nur ein Thema diskutiert wurde. Zudem bestand die Notwendigkeit die Wiedergabedauer jeder Konversation zu vereinheitlichen. Somit bestand jede E-Mail Konversation aus 7 Nachrichten und es dauerte zwischen 1:40 Min und 1:50 die komplette Konversation von der Sprachsynthese wiederzugeben. Innerhalb einer Konversation wurde nur ein Sachverhalt besprochen. Ein Ausschnitt aus einer Beispielnachricht findet sich in der Tabelle 18. Die komplette Zusammenstellung aller Nachrichten kann im Anhang D.2 eingesehen werden.

Nachricht B: Skitour
Teilnehmer: <i>Sarah, Anna, Yannick, Steffi, Andreas</i>
<i>Sarah:</i> Hi, ich hätte diesen Winter mal wieder Lust in die Berge zu fahren und den Schnee zu genießen. Wie wäre es mit einer dreitägigen Skitour auf die Zugspitze? Mir wurde von einer guten Freundin eine schöne Skihütte direkt an einer Piste empfohlen. Sagt mir bitte per Mail Bescheid, ob ihr Lust und natürlich auch ob ihr Zeit habt. Ich würde mich riesig freuen, wenn alle dabei sind. Liebe Grüße Sarah
<i>Anna:</i> Hey Sarah, ich wäre gerne dabei. Ich müsste aber wissen wann genau der Termin ist und was für eine Tour du geplant hast. Kannst du da schon was genaueres sagen?
<i>Sarah:</i> Tut mir leid, das hatte ich ganz vergessen zu erwähnen. Der Termin für die Skitour ist am 14. Dezember. Wir würden bei der Tour Tiefschnee fahren lernen, werden aber auch von einem super Skilehrer angeleitet.
<i>Yannick:</i> Ich wollte schon immer mal Tiefschnee fahren lernen. Einziges Problem das ich sehe ist der Preis. Was soll der Ausflug denn kosten? [...]

Tabelle 18: Ausschnitt einer Beispielkonversation
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Die zwei experimentellen Gruppen unterschieden sich in der Zusammenstellung der synthetischen Stimmen. In einem Fall wurde nur eine Stimme verwendet und im anderen Fall mehrere passende Stimmen, die dem Geschlecht der Konversationspartner entsprachen. In der Gruppe mit passenden Stimmen hatte jeder Konversationsteilnehmer eine eigene Stimme. Zudem wurde vor der Wiedergabe jeder einzelnen E-Mail Nachricht der Name der Person mit einer neutralen Stimme genannt.

Die Komplexität der Nachrichten wurde in zwei Stufen variiert. Die Bestimmung der Textkomplexität erfolgte über den sogenannten Flesch-Lesbarkeitsindex, der bereits in einigen thematisch ähnlichen Studien benutzt wurde (vgl. Tsimhoni et al. 2001; Lai et al. 2001). Die Flesch Formel bewertet den analysierten Text auf einer 100-Punkte Skala (0 = einfach, 100 = schwer zu verstehen). Die Formel bezieht in die Berechnung die Anzahl der Wörter in einem Satz und die Anzahl der Silben in jedem Wort ein. Je höher der Index, umso schwieriger ist der Text zu verstehen (Flesch 1948). Da der Versuch mit deutschsprachigen Texten durchgeführt wurde und die Originalformel von Flesch nur für englische Texte sich eignet, musste die leicht abgewandelte Version der Formel nach Amstad (1978) genutzt werden. 2 der 4 E-Mail Konversationen hatten die Komplexität von 80, was nach der Amstad'schen Klassifikation einem leichten bis mittel-leichten Text entspricht. Die anderen zwei Nachrichten erreichten einen Wert von 50, was einem mittel-schweren bis schweren Text entspricht.

4.3.4.5 Messgrößen

Um die aufgestellten Hypothesen bezüglich dem Effekt von passenden synthetischen Stimmen zu überprüfen, wurden die folgenden Messgrößen erhoben: Fahrperformanz, Performanz der sekundären Aufgabe und subjektive kognitive Belastung. Eine Übersicht der Messgrößen ist in der Tabelle 19 zu finden.

	Objektive Metriken			Subjektive Metriken
Abhängige Variable	Fahrperformanz	E-Mail Verständnis		Subjektive Kognitive Belastung
Methode	Mittlere Abweichung von der Idealspur – MDEV (LCT)	Richtig gemerkte Fakten aus der E-Mail Konversation (Fragebogen)	Relevante Aspekte adressiert in einer Antwort (Audioaufzeichnungen)	Elektronischer NASA-TLX
Einheit/Skala	Meter	2-6 Punkte	1-3 Punkte	0-100 Punkte

Tabelle 19: Evaluationsmessgrößen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Fahrperformanz

Die Fahrperformanz wurde im Experiment anhand der mittleren Abweichung von der Idealspur in der LCT Simulation gemessen. Die sogenannte mittlere laterale Abweichung (engl.: mean lateral deviation, MDEV) gibt an wie gut sich der Fahrer an der idealen Fahrspur hält und ist somit ein direkter Indikator dafür welcher Ablenkung der Fahrer ausgesetzt ist. Die Fahrperformanz wurde getrennt in zwei Phasen aufgezeichnet: Fahrzeit in der sich der Fahrer eine E-Mail Konversation anhört und die Phase in der er darauf antwortet.

E-Mail Verständnis

Die sekundäre Aufgabe beinhaltete das Anhören und das Beantworten von einer E-Mail Konversation. Das erfolgreiche Ausführen der Aufgabe wurde daran gemessen an wie viele Aspekte aus der E-Mail Konversation man sich erinnern konnte und, ob die Inhalte der Konversationen vom Teilnehmer verstanden wurden. Das letztere wurde anhand des Diktats überprüft. Die genannten Performanzindikatoren werden auch als oberflächliches und tiefes Verständnis bezeichnet (engl.: surface and deep level comprehension). Unser Gehirn verarbeitet und speichert die textuellen Informationen, die wir entweder hören oder lesen, in zwei Stufen: oberflächlich und tief (Dorn/Soffos 2005). Die Definitionen der beiden Stufen werden im Folgenden näher erläutert:

- *Oberflächliches Verständnis:* Diese Stufe von Verständnis beinhaltet, dass man sich Informationen in Form von Fakten in Texten merken kann. Oberflächliches Verständnis ist meistens gegeben wenn man solche Fragen wie *Was, Wann, Wo* und *Wer* beantworten kann. Diese Fragen sind explizit und setzen ein minimales Maß an Verständnis voraus, da man die benötigten Informationen direkt im Text vorfindet (Bennet/Bennet 2008; Dorn/Soffos 2005). Die Fähigkeit der Probanden wichtige Fakten aus den E-Mail Konversationen zu merken wurde anhand eines Fragebogens am Ende des Experiments abgeprüft. Pro E-Mail Konversation wurden zwei Fragen gestellt, die sich auf zwei Fakten bezogen. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung des oberflächlichen Verständnisses ist im Anhang D.4 zu finden. Abhängig davon wie gut jeder Proband die Fakten nennen konnte, wurden pro Frage 1 bis 3 Punkte vergeben. Gegeben, dass pro E-Mail Konversation nach zwei Fakten gefragt wurde, konnte man somit eine maximale Punktzahl von 6

erreichen. Zwei Coder haben unabhängig voneinander das oberflächliche Verständnis evaluiert. Die Inter-Coder-Reliabilität zwischen den beiden Codern wurde anhand der Kappa Statistik bestimmt und betrug $Kappa = .932$, $p < .001$. Somit konnte fast eine perfekte Übereinstimmung erzielt werden.

- *Tiefes Verständnis:* Tiefes Verständnis setzt voraus, dass ein Individuum ein tiefgreifendes Verständnis vom gelesenen oder gehörten Text entwickelt (Bennet/Bennet 2008). Diese konzeptionelle Stufe vom Verständnis impliziert, dass man über den Text hinaus denkt und eigenes Wissen mit den Informationen aus dem Text in Verbindung setzt. Typische Fragen, die ein tiefes Verständnis der Materie voraussetzen, sind *wie* und *warum* (Bennet/Bennet 2008; Dorn/Soffos 2005). In diesem Experiment wurde das tiefe Verständnis daran gemessen, ob die Antworten auf die E-Mail Nachrichten, die vom System aufgezeichnet wurden, vollständig und korrekt waren. Eine vollständige und korrekte Antwort auf eine E-Mail Konversation war nur dann möglich wenn man die Informationen aus dem mitgegebenen Hintergrundzenario mit den Informationen aus den E-Mail Nachrichten in Verbindung gesetzt und logische Inferenz angewendet hat. Alle E-Mail Konversationen waren so aufgebaut, dass die Teilnehmer zwei relevante Aspekte in ihren Antworten adressieren mussten, um die volle Punktzahl zu erreichen. Das tiefe Verständnis wurde auf einer Skala von 1 bis 3 Punkten evaluiert (siehe Anhang D.4 für weitere Informationen zur Evaluation). Die maximal mögliche Punktzahl für das tiefe Verständnis war somit 3. Die aufgezeichneten Antworten wurden transkribiert und von zwei unabhängigen Codern ausgewertet. Die Inter-Coder-Reliabilität betrug $Kappa = .868$, $p < .001$ und zeigte somit ebenfalls nahezu perfekte Übereinstimmung.

Die finale Messgröße für das E-Mail Verständnis bestand aus der Summe der erreichten Punktzahlen des oberflächlichen und des tiefen Verständnisses. Somit konnten maximal 9 Punkte pro E-Mail Konversation erreicht werden.

Subjektive Kognitive Belastung

Zusätzlich zur objektiven Bestimmung der Fahrperformanz und der Performanz der sekundären Aufgabe, sollte auch die subjektive Einschätzung der Probanden erfolgen wie anstrengend für sie die Ausführung der beiden Aufgaben war. Aus diesem Grund wurde ein bekanntes Verfahren namens NASA Task Load Index (NASA TLX) verwendet. NASA TLX ist eine multidimensionales Bewertungsverfahren, das die gesamte Belastung aus dem gewichteten Durchschnitt der Subskalen wie beispielsweise geistiger Anspruch, physischer Anspruch, Arbeitsaufwand und Frustration ableitet (Hart/Staveland 1988). Die subjektive Belastung wurde anhand des Post-Experiment Fragebogens für jede Nachricht einzeln erhoben.

4.3.4.6 Versuchsablauf

Die Versuchsteilnehmer wurden nach einem Zufallsprinzip zwischen den beiden Gruppen (eine synthetische Stimme und passende synthetischen Stimmen) eingeteilt (siehe Tabelle 17). Bei jedem Teilnehmer dauerte die gesamte Durchführung des Experiments ca. 45 Min und bestand aus drei Phasen: Pre-Experiment Phase, Hauptphase und Post-Experiment Phase.

In der Pre-Experiment Phase bekamen die Probanden einige Informationen zum Ablauf des Experiments und mussten ein Pre-Experiment Fragebogen ausfüllen, der sich hauptsächlich

auf die Abfrage der demographischen Daten fokussierte. Zudem bekamen die Probanden ein Hintergrundscenario zu einer fiktiven Person in die sich während dem Versuchsablaufs hätten hineinversetzen sollen. Zum Auswendiglernen der Fakten aus dem Hintergrundscenario und zum Stellen von Fragen wurde bei jedem Probanden genügend Zeit eingeräumt. Um den gleichen Wissensstand bei allen Probanden zu garantieren, wurde durch kurze Abfragen der Fakten darauf geachtet, dass jeder sich die gegebenen Fakten gut eingeprägt hat. Anschließend konnte der Proband Platz in dem Fahrsimulator einnehmen und den Abstand des Sitzes zu den Pedalen nach Belieben einstellen. Zudem wurden erste Fahrversuche mit dem Fahrsimulator unternommen und die Bedienung des E-Mail Systems wurde veranschaulicht.

In der Hauptphase des Experiments musste zunächst jeder Proband eine Strecke im LCT Simulator fahren ohne die sekundäre Aufgabe ausführen zu müssen. Somit konnte die Basislinie für die Fahrweise des Probanden gesammelt werden. Anschließend sind die Probanden den Fahrsimulator gefahren und mussten in diesem Zug die 4 E-Mail Konversationen sich anhören und auf diese antworten. Um Lerneffekte bei den Probanden auszuschließen, wurde die Reihenfolge der 4 E-Mail Konversationen mit dem Latin-Square-Verfahren ausbalanciert. Zudem wurden die Probanden angehalten sowohl der primären Aufgabe des Fahrens als auch der sekundären Aufgabe die gleiche Aufmerksamkeit und Bedeutung zu schenken. Damit konnte vermieden werden, dass eine von den Aufgaben teilweise oder komplett vernachlässigt werden würde. Da die Bedienung des sprachbasierten Systems über kurze Sprachkommandos nicht im Vordergrund dieses Versuchs lag, wurden alle Aktionen wie das Initiieren der Wiedergabe von E-Mail Nachrichten oder das Starten des Diktats vom Experimentleiter über spezielle Knöpfe betätigt. Somit konnten die Probanden sich voll und ganz auf die eigentlichen Aufgaben des Anhörens und des Beantwortens von Nachrichten konzentrieren. Darüber hinaus war es den Probanden freigestellt wann sie mit dem eigentlichen Diktieren starten wollten. Für jede E-Mail Konversation hat der Experimentleiter eine neue LCT Strecke fürs Fahren ausgewählt. Allerdings fuhren alle Probanden den gleichen Satz an Strecken und auch in der gleichen Reihenfolge, so dass hier die Vergleichbarkeit sichergestellt werden konnte. Die Wiedergabe jeder einzelnen Nachricht wurde am Anfang jeder Strecke begonnen und wurde so abgestimmt dass sie genau vor der Kurve endet. Nach der Kurve wurde die Antwortsequenz initiiert und der Fahrer wurde durch einen Ton darauf aufmerksam gemacht, dass das System bereit war mit der Aufnahme der Antwort zu beginnen. Die Probanden wurden zusätzlich darüber informiert, dass das System intelligent genug war eventuelle Versprecher und Korrekturen zu erkennen bzw. diese richtig zu verarbeiten. Die Diktate wurden am Computer aufgezeichnet und später durch die Experimentleiter analysiert. Nach dem Bearbeiten aller 4 Nachrichten wurden die Probanden nochmals gebeten eine Basislinie im Simulator zu fahren ohne dabei eine sekundäre Aufgabe zu bearbeiten.

In der Post-Experiment Phase mussten die Probanden den zweiten Teil des Fragebogens ausfüllen. Erstens hat sich ein Satz von Fragen auf das Abfragen der aus dem Hintergrundscenario gelernten Fragen bezogen. Zweitens mussten Fragen zum oberflächlichen Verständnis beantwortet werden. Die letzten Fragen bezogen sich auf die Abfrage der subjektiven kognitiven Belastung, die die Probanden während dem Experiment erfahren haben. Das oberflächliche Verständnis und die subjektive kognitive Belastung wurde für jede einzelne E-Mail Konversation einzeln gemessen.

4.3.5 Ergebnisse

Von den 112 Datensätzen, die im Rahmen des Experiments gesammelt wurden, konnten 14 Sätze nicht verwendet werden. In diesen Fällen konnte bei den betroffenen Probanden entweder mangelnde Motivation für den Versuch festgestellt werden oder die gegebene Aufgabenstellung wurde nicht verstanden. Somit standen für die Analyse 98 Dateneinträge bereit (50 in der Gruppe mit einer synthetischen Stimme und 48 in der Gruppe mit mehreren passenden Stimmen)

4.3.5.1 Überblick

Die deskriptiven Statistiken für die abhängigen Variablen können in der Tabelle 20 eingesehen werden.

		Eine synthetische Stimme (N=50)	Passende synthetische Stimmen (N=48)
	E-Mail Textkomplexität	Durschnitt (Standardabweichung)	Durschnitt (Standardabweichung)
Fahrperformanz (Anhören)	Niedrig	.983 (.250)	1.05 (.279)
	Hoch	.959 (.213)	1.05 (.273)
	Gesamt	.971 (.231)	1.05 (.275)
Fahrperformanz (Antworten)	Niedrig	1.10 (.314)	1.26 (.393)
	Hoch	1.13 (.346)	1.22 (.383)
	Gesamt	1.12 (.329)	1.24 (.387)
E-Mail Verständnis ⁴³	Niedrig	13.7 (2.14)	15.4 (2.01)
	Hoch	13.9 (2.01)	14.4 (1.83)
	Gesamt	13.8 (2.11)	14.9 (1.98)
Subjektive Kognitive Belastung (NASA TLX) ⁴⁴	Niedrig	49.3 (7.88)	45.2 (10.9)
	Hoch	49.0 (9.67)	49.0 (11.4)
	Gesamt	49.1 (8.78)	47.1 (11.2)

Tabelle 20: Deskriptive Statistik
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Der Einfluss der Variabilität der synthetischen Stimmen und der E-Mail Textkomplexität auf die Fahrperformanz und die Performanz der sekundären Aufgabe wurde anhand der multivariaten und univariaten Analysen mit Messwiederholungen in SPSS analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 21 und Tabelle 22 zu sehen. Haupt- und Interaktionseffekte der unabhängigen Variablen auf die Fahrperformanz wurden getrennt für die Phase des Anhörens und für die Phase des Beantwortens der E-Mail Konversationen durchgeführt.

⁴³ Das E-Mail Verständnis basiert auf einer Skala von 6 bis 18 Punkten

⁴⁴ Die subjektive kognitive Belastung basiert auf einer Skala von 0 bis 100 Punkten

Effekt		F	Hypothesen df	Fehler df	Sig.
Between subjects	Variabilität der Stimmen	4.37	4	93	.003
Within subjects	E-Mail Textkomplexität	2.49	4	93	.049
	Variabilität der Stimmen* E-Mail Textkomplexität	2.91	4	93	.026

Tabelle 21: Multivariate Analyse
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Die Ergebnisse in der Tabelle 21 zeigen, dass die beiden unabhängigen Variablen im Experiment einen Haupteffekt hatten. Zudem war die Interaktion zwischen der Variabilität der Stimmen und der E-Mail Textkomplexität hoch signifikant. Daher ist eine genaue Analyse des Einflusses der beiden Faktoren auf die abhängigen Variablen notwendig gewesen, um ein besseres Verständnis davon zu erlangen wie verschiedene Faktoren miteinander in Beziehung stehen.

Quelle	Messgröße	F Wert (<i>p</i>)
Variabilität der Stimmen	Fahrperformanz (Anhören)	2.45 (.121)
	Fahrperformanz (Antworten)	4.47 (.037)
	E-Mail Verständnis	11.3 (.001)
	Subjektive Kognitive Belastung	1.28 (.261)
E-Mail Textkomplexität	Fahrperformanz (Anhören)	3.22 (.076)
	Fahrperformanz (Antworten)	.035 (.852)
	E-Mail Verständnis	2.77 (.096)
	Subjektive Kognitive Belastung	3.70 (.057)
Variabilität der Stimmen*E-Mail Textkomplexität	Fahrperformanz (Anhören)	1.64 (.204)
	Fahrperformanz (Antworten)	.816 (.369)
	E-Mail Verständnis	6.85 (.008)
	Subjektive Kognitive Belastung	4.85 (.030)

Tabelle 22: Univariate Analysen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.3.5.2 Fahrperformanz

Wie in der Tabelle Tabelle 22 ersichtlich, konnten in der Phase des Anhörens von Nachrichten keine Haupt- oder Interaktionseffekte von der Variabilität der Stimmen und der Textkomplexität auf die Fahrperformanz festgestellt werden. Die Phase des Beantwortens zeigte jedoch einen signifikanten Haupteffekt der Variabilität der Stimmen, $F(1, 96) = 4.47$, $p < .05$. Die Teilnehmer in der Gruppe mit einer Stimme hatten eine kleinere Abweichung von der Ideallinie ($M = 1.12$, $SD = .329$) als die Teilnehmer in der Gruppe mit mehreren Stimmen ($M = 1.24$, $SD = .387$). Aus diesem Grund kann die Hypothese H1(a) nicht unterstützt werden.

Des weiteren wurde der Einfluss der passenden synthetischen Stimmen für verschiedene Textkomplexitäten anhand eines T-Tests für unabhängige Stichproben untersucht. Wenn die Probanden auf die E-Mail Konversationen mit hoher Textkomplexität antworteten, war die

Fahrperformanz bei der Gruppe mit einer Stimme bedeutend kleiner ($M = 1.10$, $SD = .314$) als bei der Gruppe mit mehreren synthetischen Stimmen ($M = 1.26$, $SD = .393$), $t(96) = -2.28$, $p = .025$. Ähnlich dazu, hat das Beantworten von komplizierten E-Mail Konversationen mit nur einer Stimme weniger Ablenkung verursacht ($M = 1.13$, $SD = .346$) als mit mehreren synthetischen Stimmen ($M = 1.22$, $SD = .383$). Verglichen jedoch mit den Nachrichten mit geringer Komplexität, war der Unterschied hier weniger bedeutend und zudem konnte keine Signifikanz erreicht werden, $t(96) = -1.19$, $p = .237$. In der Abbildung 4-11 ist die mittlere laterale Abweichung von normativen Pfad-Modell zu sehen anhand der die Unterschiede in der Fahrperformanz für die verschiedenen Experimentbedingungen veranschaulicht werden können. Für die Fahrperformanz konnte kein bedeutender Einfluss der E-Mail Textkomplexität festgestellt werden. Aus diesem Grund kann die Hypothese H2(a) nicht bestätigt werden.

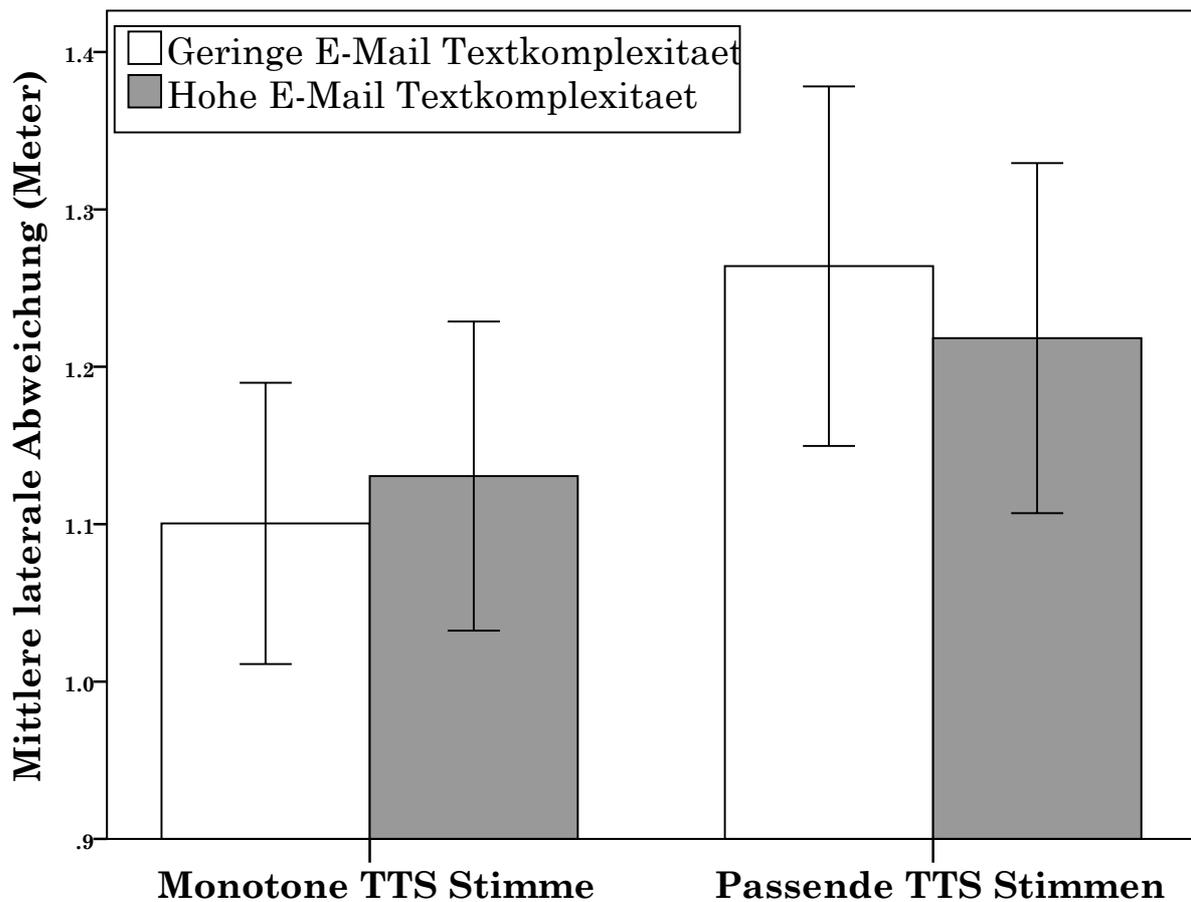


Abbildung 4-11: Mittlere laterale Abweichung vom normativen Pfad-Modell
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.3.5.3 E-Mail Aufgabe

Die Daten zum Verständnis von E-Mails konnten keine Normalverteilung aufweisen. Aus diesem Grund musste der Einfluss der beiden unabhängigen Variablen mit Hilfe von nicht-parametrischen Tests untersucht werden. Für die initiale Analyse wurde die faktorielle Analyse von nicht-parametrischen Daten nach der Methode von Kaptein et al. (2010)

verwendet. Zudem wurden die statistischen Ergebnisse aus diesem Test mit der ANOVA Varianzanalyse überprüft. Hierbei wurden ähnliche Ergebnisse erzielt.

Wie in der Tabelle 22 ersichtlich, konnte ein Haupteffekt der Variabilität der Stimmen auf das Verständnis von E-Mails festgestellt werden. Dabei war das E-Mail Verständnis höher bei passenden Stimmen, was die Hypothese H1(b) bekräftigt. Es konnte kein Haupteffekt der E-Mail Textkomplexität festgestellt werden, aber es gab einen Interaktionseffekt der Variabilität der Stimmen und der E-Mail Textkomplexität auf das E-Mail Verständnis. Bei Vorhandensein eines Interaktionseffekts, beschränkt man sich nicht auf den Haupteffekt, sondern konzentriert sich vornehmlich auf den Interaktionseffekt und untersucht diesen genauer. Ein Mann-Whitney U Test wurde verwendet, um den Effekt der Variabilität der Stimmen genauer zu untersuchen.

Bei E-Mail Konversationen mit geringer Komplexität konnte ein signifikanter Unterschied in den erzielten Verständnispunkten zwischen der Gruppe mit einer Stimme (Mdn = 14) und der Gruppe mit mehreren Stimmen (Mdn = 16) festgestellt werden, $U = 1750$, $z = 3.95$, $p < .001$. Bei E-Mail Konversationen mit hoher Textkomplexität unterschieden sich die Ergebnisse jedoch nicht beträchtlich. Die Unterschiede in den erzielten Punkten zwischen der geringen und der hohen E-Mail Textkomplexität wurden mit Hilfe des Rangsummentests von Wilcoxon für gepaarte Stichproben untersucht. Bei Verwendung von mehreren Stimmen konnten die Probanden bei komplizierten E-Mail Konversationen weniger Punkte sammeln (Mdn = 16) als bei weniger anspruchsvollen Nachrichten (Mdn = 14), $z = -2.81$, $p < .001$. Aus diesem Grund kann die Hypothese H2(b) nur zum Teil bestätigt werden.

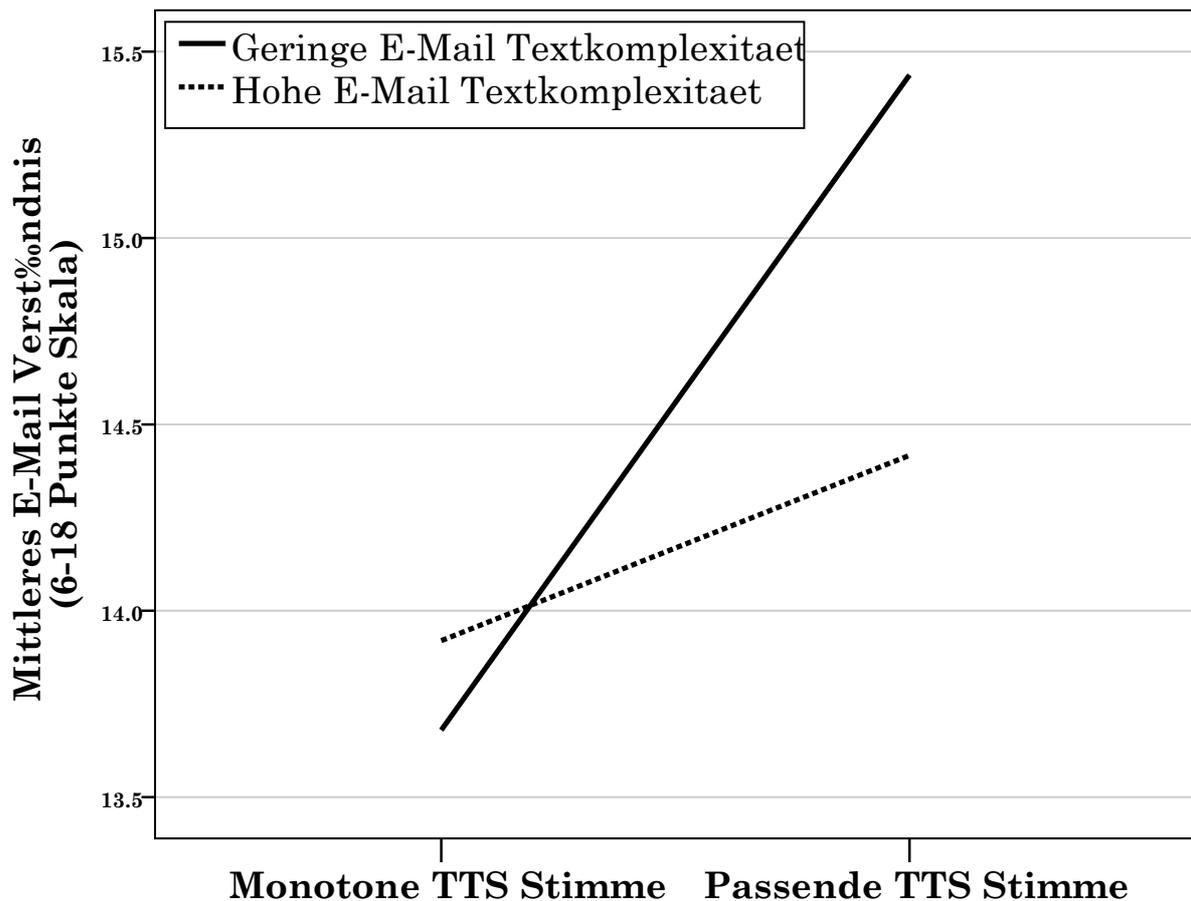


Abbildung 4-12: Interaktionseffekt bei der sekundären Aufgabe
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.3.5.4 Subjektive kognitive Belastung

Die statistische Analyse der subjektiven kognitiven Belastung mit ANOVA mit Messwiederholung zeigte einen Interaktionseffekt der Variabilität der TTS Stimmen und der E-Mail Textkomplexität, $F(1, 96) = 4.85, p < .05$. Ein T-Test mit unabhängigen Stichproben zeigte, dass wenn eine niedrige Komplexität der Nachrichten gegeben war, die subjektive kognitive Belastung bei der Gruppe mit einer Stimme höher war ($M = 49.3, SD = 7.875$) als bei der Gruppe mit verschiedenen synthetischen Stimmen ($M = 45.2, SD = 10.86$), $t(85.49) = 2.10, p = .038$. Bei E-Mail Konversationen mit hoher Komplexität konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Ein T-Test mit verbundenen Stichproben lieferte weitere Hinweise. Bei der Gruppe mit nur einer Stimme waren keine signifikanten Unterschiede in der subjektiven kognitiven Belastung zwischen den E-Mail Textkomplexitäten erkennbar. Wurden jedoch verschiedene Stimmen verwendet, so war die kognitive Belastung bei einfachen E-Mail Konversationen bedeutend kleiner als bei schwierigen E-Mail Konversationen, $M = -3.76, t(47) = -2.53, p < .05$.

Des Weiteren hatte die Textkomplexität der E-Mail Konversationen einen signifikanten Haupteffekt auf die subjektive kognitive Belastung, $F(1, 96) = 3.70, p < .05$. Das verdeutlicht,

dass die Komplexität von Inhalten in der Tat ein bedeutender Faktor ist, der beim Design von Kommunikationssystemen im Auto nicht in Vergessenheit geraten sollte.

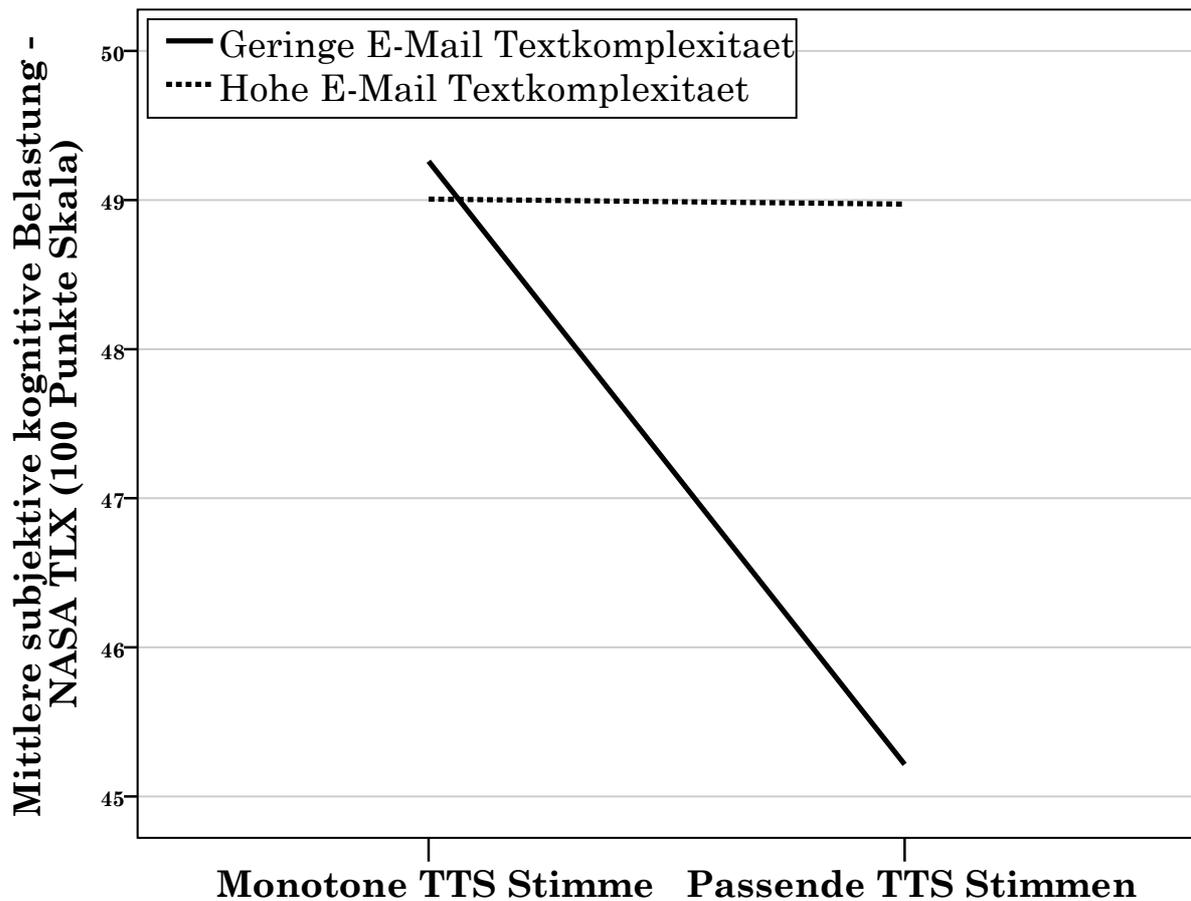


Abbildung 4-13: Interaktionseffekt bei der subjektiven kognitiven Belastung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Obwohl die Verwendung von mehreren TTS Stimmen in einer sprachbasierten Fahrzeug-Benutzerschnittstelle das Verhalten des Fahrers beeinflusste, konnten nur die wenigen Teilnehmer diesen Unterschied wahrnehmen. Unmittelbar nach dem Experiment wurden die Probanden in der Gruppe mit mehreren synthetischen Stimmen gefragt, ob ihnen irgendetwas im Design des sprachbasierten E-Mail Systems aufgefallen wäre. Nur die wenigsten haben den Unterschied in der Anzahl der Stimmen wirklich wahrgenommen. Zudem konnten die meisten Teilnehmer, die den Unterschied nicht bemerkt haben, nicht glauben, dass sie so etwas banales wie die Verwendung von verschiedenen Stimmen nicht bemerkt haben. Das zeigt, dass Fahrer bei der Verwendung von sprachbasierten Systemen während dem Autofahren sich vorwiegend auf den Inhalt fokussieren. Die Art und Weise wie die Inhalte kommuniziert werden hat einen indirekten Effekt darauf wie Fahrer die Informationen verarbeiten. Die Kommunikationsweise wird von den meisten nur unbewusst wahrgenommen.

4.3.6 Diskussion der Ergebnisse

Das Hauptziel dieses Experiments war es zu untersuchen wie das Design von Benutzerschnittstellen unsere Priorisierung von Aufgaben beeinflusst wenn mehrere konfliktäre Ziele gegeben sind und die Situation sicherheitskritisch ist. Im Rahmen dieses Experiments mussten die Probanden einen Fahrsimulator fahren und dabei sich über ein sprachbasiertes im Simulator eingebautes Kommunikationssystem E-Mail Nachrichten anhören und auf diese Antworten. Um die Benutzerschnittstelle so menschenähnlich und so natürlich wie möglich zu gestalten hat die sprachbasierte Benutzerschnittstelle mehrere synthetische Stimmen verwendet. Die verwendeten Stimmen waren passend zu Kommunikationspartnern, was bedeutet, dass sie dem Geschlecht der Person entsprachen und pro Kommunikationsteilnehmer eindeutig waren. Die erfassten Daten wie die Fahrperformanz, die Performanz der sekundären Aufgabe und die subjektive kognitive Belastung erlaubte es festzustellen wie Fahrer bei verschiedenen Designausprägungen von sprachbasierten Benutzerschnittstellen ihre Aufmerksamkeitsressourcen verteilten. Es wurde angenommen, dass die Verwendung von passenden synthetischen Stimmen gegenüber der Verwendung von einer Stimme die Leistung sowohl bei der primären Aufgabe des Fahrens als auch bei der sekundären Aufgabe der Bearbeitung von E-Mails verbessern würde und das eine höhere E-Mail Textkomplexität diese Beziehung negativ beeinflussen würde.

Die Ergebnisse aus diesem Experiment zeigen, dass die Verwendung von mehreren passenden Stimmen in einem sprachbasierten E-Mail System das Verständnis der E-Mails deutlich verbessert. Zudem haben die Teilnehmer in der Gruppe mit mehreren Stimmen ihre kognitive Belastung als geringer eingeschätzt als die Teilnehmer, die sich Nachrichten mit einer Stimme anhörten. Das zeigt, dass die Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen in der Tat die kognitive Belastung reduziert und somit die Benutzerschnittstelle effektiver macht.

Jedoch hatten auch die Versuchsteilnehmer, die mehrere passende Stimmen verwendet haben, auch eine deutlich niedrigere Fahrperformanz vorzuweisen wenn sie gefahren sind und gleichzeitig auf eine E-Mail Konversation geantwortet haben. Dieses Ergebnis entspricht nicht der ursprünglichen Vermutung, dass mehrere TTS Stimmen die Fahrperformanz verbessern würden (siehe Kapitel 4.3.3). Vor dem Hintergrund einer besseren Performanz bei der sekundären Aufgabe und einer niedrigeren kognitiven Belastung drängt sich die Vermutung auf, dass die passenden synthetischen Stimmen die Verwendung der Benutzerschnittstelle für den Fahrer so angenehm und attraktiv gemacht haben, so dass die Fahrer die sekundäre Aufgabe höher priorisiert haben als Fahrer in der Gruppe mit nur einer synthetischen Stimme. Die höhere Priorisierung erfolgte dabei unbewusst. Das bedeutet, dass die Teilnehmer der sekundären Aufgabe mehr Aufmerksamkeit geschenkt haben. An dieser Stelle ist jedoch zu erwähnen, dass der erwähnte Effekt nur bei E-Mail Konversationen mit niedriger Komplexität beobachtet wurde.

Effekt von mehreren synthetischen Stimmen auf das E-Mail Verständnis

Ein höheres E-Mail Verständnis bei Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen kann mit den grundlegenden Behauptungen der Cognitive-Fit Theorie erklärt werden. Die Cognitive-Fit Theorie besagt, dass man eine höhere Aufgabenperformanz erzielen kann wenn die für die Lösung der Aufgabe benötigten Informationen mit den Informationen, die durch die Art der Präsentation hervorgehoben werden, übereinstimmen (Vessey 1991). Es ist einfacher eine E-Mail Konversation mit verschiedenen Personen zu verstehen wenn diese einem mit den Stimmen, die jeweils zum Absender passen, vorgelesen werden. Hier ist eine

Analogie zu einer Telefonkonferenz mit mehreren Personen gegeben. Generell dienen menschenähnliche Charakteristiken wie Gesichtsausdrücke, Gefühlsäußerungen und Stimmen als Hinweise und helfen einem eine soziale Verbindung zu einer anderen Person aufzubauen (Park 2009). Durch die Nutzung von mehreren Stimmen beim Vorlesen von E-Mail Konversationen und der Zuordnung vom Geschlecht der Stimme zum Geschlecht des E-Mail Absenders ist es einem gelungen einen gewissen Grad an kognitiver Übereinstimmung herzustellen. Das wird durch ein besseres E-Mail Verständnis und eine niedrigere kognitive Belastung in der Gruppe mit mehreren synthetischen Stimmen bestätigt.

Effekt von mehreren synthetischen Stimmen auf die Fahrperformanz

Entgegen der ursprünglichen Vermutung hat die Verwendung von mehreren synthetischen Stimmen zur Folge gehabt, dass die Probanden schlechter gefahren sind als die Probanden in der Gruppe mit nur einer synthetischen Stimme. Das steht jedoch in direktem Gegensatz zur niedrigeren empfundenen kognitiven Belastung bei den Probanden. Da die Fahraufgabe sich über die verschiedenen Konditionen im Experiment nicht veränderte, lässt sich vermuten, dass die Probanden in der Gruppe mit mehreren Stimmen weniger Aufmerksamkeit der primären Aufgabe des Fahrens zuwendeten als die Probanden in der anderen Gruppe. Diese Verschiebung der Aufmerksamkeit hin zur sekundären Aufgabe kann damit erklärt werden, dass die Probanden in der Gruppe mit mehreren Stimmen eine höhere Erfolgserwartung bei der sekundären Aufgabe hatten als die in der Gruppe mit nur einer Stimme. Das ist konsistent mit den Erkenntnissen aus den Studien von Kernan/Lord (1990) und Vogt et al. (2010), die sagen, dass die Aufgaben, die einfacher zu erfüllen sind in Bezug auf die Ziel-Performanz-Diskrepanz, auch eine höhere Priorisierung bekommen und somit eine höhere Nutzerinvolvierung. Horrey et al. (2009) hat ebenfalls Untersuchungen zur Nutzerinvolvierung bei Vorhandensein mehrerer Aufgaben gemacht. In seinem Experiment mussten die Probanden während dem Fahren zum einen eine spannende Rateaufgabe machen und zum anderen eine arithmetische Aufgabe lösen. Erstaunlicherweise haben die Probanden ihre eigene Fahrleistung als besser im Fall der spannenden Rateaufgabe eingeschätzt verglichen mit der arithmetischen Aufgabe obwohl ihre Leistung in Wirklichkeit schlechter ausgefallen ist. Die Studie von Hyman et al. (2009) untersuchte das Telefonieren mit einem Handy beim Gehen und kam zu ähnlichen Ergebnissen. Aus diesem Grund lassen die Ergebnisse dieser Studie vermuten, dass die Nutzung von verschiedenen Stimmen die Bereitschaft der Teilnehmer erhöhte sich mehr mit der sekundären Aufgabe zu beschäftigen und erlaubte es ihnen unbewusst ihre Aufmerksamkeit mehr der sekundären Aufgabe zuzuwenden.

Überraschenderweise hatte die Nutzung von verschiedenen Stimmen einen verzögerten Effekt auf die Fahrperformanz. Der Einfluss der verschiedenen synthetischen Stimmen war in der Phase des Beantwortens von E-Mails präsent. Die Phase des Anhörens von E-Mails war jedoch von den Variationen der Sprachausgabe nahezu nicht betroffen. Eine mögliche Erklärung dafür ist der niedrigere kognitive Bedarf der Sprachwahrnehmung im Vergleich zur Sprachproduktion was an der Fahrperformanz in der Gruppe mit einer Stimme zu sehen ist (siehe dazu Tabelle 20). Studien, die den Prozess der Wahrnehmung von synthetischer Sprache und der Sprachproduktion während dem Fahren untersucht haben, haben rausgefunden, dass der kognitive Bedarf bei der Sprachwahrnehmung im Vergleich zur Sprachproduktion sehr gering ist (Harbluk/Lalande 2005; Lai et al. 2001; Tsimhoni et al. 2001). Wie die Daten aus diesem Experiment zeigen, waren die Fahrer nicht sensitiv auf die Variationen der synthetischen Stimmen in der Phase des Anhörens von Nachrichten, da die kognitive Belastung für diese Aktivität gegenüber dem Antworten sehr gering war. In der Phase des Beantwortens von E-Mail Konversationen mussten die Fahrer jedoch mit der

Information arbeiten, die sie beim Anhören wahrgenommen und im Gedächtnis abgespeichert haben, um die Antwort zu formulieren. Hier waren die Probanden sensitiv auf die Variationen der Sprachausgabe da die Fahrperformanz dadurch beeinflusst wurde.

Einfluss der E-Mail Textkomplexität

Wenn mehrere synthetische Stimmen verwendet wurden, so war die Änderung der Fahrperformanz, der Performanz der sekundären Aufgabe und der subjektiven kognitiven Belastung am bedeutendsten bei den E-Mail Konversationen mit geringer Textkomplexität. Für die E-Mail Konversationen mit geringer Komplexität sind die Veränderungen in der Performanz der beiden Aufgaben nur geringfügig ausgefallen und die subjektive kognitive Belastung hat sich nahezu nicht verändert. Somit war es die Kombination aus den einfachen Nachrichten und den passenden synthetischen Stimmen, die die Fahrer dazu veranlasst hat ihre Fahraufgabe unbewusst zu vernachlässigen und sich mehr der sekundären Aufgabe zuzuwenden. Wurden die Fahrer jedoch mit schwierigeren Nachrichten konfrontiert, so wurde der Unterschied in der kognitiven Belastung bemerkt und die Fahrer versuchten sich auf die beiden Aufgaben gleich gut zu konzentrieren. Das ist in der Übereinstimmung mit der Theorie der kompensatorischen Anstrengung (Robert/Hockey 1997), die besagt, dass in Stresssituation man versucht seine Performanz auf dem gleichen Niveau zu halten indem man zusätzliche Ressourcen mobilisiert und seine subjektive kognitive Belastung erhöht. Alternativ kann man jedoch auch seine Performanzziele senken ohne zusätzlichen Aufwand befürchten zu müssen. Fahrer kompensieren jedoch nur wenn sie die zusätzliche anstehende höhere kognitive Belastung erkennen, die durch die sekundäre Aufgabe verursacht wird (Törnros/Bolling 2006).

4.3.7 Praktische Implikationen

Die Ergebnisse aus dieser Studie haben einen hohen Wert für Designer von Benutzerschnittstellen, die in sicherheitskritischen Situationen mit mehreren Zielen, wie das beim Gehen, Fahrradfahren oder Autofahren der Fall ist, benutzt werden. Das Design von Benutzerschnittstellen kann bestimmen wie die Nutzer ihre Aufmerksamkeitsressourcen zwischen den verschiedenen Aufgaben verteilen. Somit sollten die folgenden Aspekte beim Design von Benutzerschnittstellen immer in Betracht gezogen werden.

- a) Die Benutzerschnittstelle für die sekundäre Aufgabe sollte so konzipiert sein, dass das Fahren des Autos jederzeit im eigentlichen Fokus des Fahrers bleibt. Der bekannte Grundsatz „make it as simple as possible“ (dt.: „mach es so einfach wie möglich“) verliert hier somit seine Gültigkeit, denn bei mehreren Aufgaben ist die Gefahr präsent, dass man als Nutzer sich mehr mit der sekundären Aufgabe beschäftigt und die primäre Aufgabe, die möglicherweise sicherheitskritisch ist, vernachlässigt. Die Verschiebung der Aufmerksamkeit kann dabei erfolgen ohne, dass der Benutzer es bemerkt. Vor dem Hintergrund vernetzter Fahrzeuge versuchen Automobilhersteller aktuell ihre integrierten Infotainment-Systeme zu verbessern indem sie die Bedienung immer natürlicher machen. Diese Studie zeigt jedoch, dass nicht alle technologischen Entwicklungen, die bei sekundären Benutzerschnittstellen Einzug finden, auch notwendigerweise zum sicheren Fahren beitragen. Aus diesem Grund sind Designer von sekundären Benutzerschnittstellen dazu angehalten eine Balance zwischen der Nützlichkeit einer Benutzerschnittstelle und der resultierenden Benutzerinvolvierung zu finden. Weitere Untersuchungen sind jedoch notwendig, um herauszufinden welche Balance die richtige ist und eine geeignete Parametrisierung gewählt werden kann.

- b) Effektive sekundäre Benutzerschnittstellen müssen sich an den Situationskontext anpassen und die Aufmerksamkeit des Benutzers gegebenenfalls auf die primäre Aufgabe richten falls die Situation es erfordert. Im Kontext vom Fahren könnte so die sekundäre Benutzerschnittstelle dem Fahrer erlauben mehr Aufmerksamkeit auf die sekundäre Aufgabe zu richten, falls man in einem Stau steht, parkt oder mit einer Reisegeschwindigkeit fährt. Denn in solchen Situationen braucht die primäre Aufgabe nur geringe bis mittlere Aufmerksamkeit. In anderen Fällen müssen sich die sekundären Benutzerschnittstellen adaptieren und so wenig Aufmerksamkeit wie nur möglich erfordern, die für die primäre Aufgabe des Fahrens bestimmt ist. Bestehende Forschung, die sich mit im Auto integrierten Dialogsystemen beschäftigt, schlägt vor, dass diese sich anhand der vorhandenen kognitiven Ressourcen des Fahrers sich anpassen und somit ein sicheres Fahren gewährleisten (Vetek/Lemmelä 2011; Villing 2009). Solche Lösungen erfordern jedoch, dass die kognitive Belastung des Fahrers einer ständigen Überwachung unterliegt. Methoden dafür wurden jedoch noch nicht im umfassenden Rahmen untersucht (Green 2004).

Diese Studie zeigt, dass bei solchen informationsintensiven Aufgaben wie beim Bearbeiten von E-Mails, man sensitiv auf die Veränderungen in der Informationskomplexität reagieren kann. Auf der einen Seite erfordert die Aufnahme von einfachen Informationen eine geringe kognitive Belastung. Auf der anderen Seite können jedoch einfache Inhalte bewirken, dass man sich mehr mit der sekundären Aufgabe beschäftigt, was auch in diesem Experiment nachgewiesen werden konnte. Aus diesem Grund muss erforscht werden welches Maß an Informationskomplexität in E-Mails und Chats während dem Autofahren überhaupt bewältigt werden kann. In diesem Experiment wurde die E-Mail Textkomplexität variiert, die von der Anzahl der Sätze, der Wörter und der Silben abhing. In diesem Zusammenhang müssen weitere Determinanten für Informationskomplexität ermittelt werden, um geeignete Strategien zur Adoption von Texten und damit zur Benutzerinvolvierung zu entwickeln.

Nicht zuletzt wäre es denkbar die im Auto integrierten sprachbasierten Benutzerschnittstellen für sekundäre Aufgaben vornehmlich auf die Sprachwahrnehmung zu reduzieren und Aufgaben, die eine umfangreiche Sprachproduktion seitens des Fahrers erfordern auszuklammern. Denn Sprachproduktion hat eine höhere Fahrerablenkung zur Folge als Sprachwahrnehmung. Diese Studie hat herausgefunden, dass die Nutzung von mehreren synthetischen Stimmen das Verständnis von Inhalten fördert. Jedoch gibt es einen negativen verzögerten Effekt auf die Fahrperformanz wenn man Antworten auf Nachrichten formuliert. Das Zuhören bleibt jedoch kaum beeinträchtigt. Eingebaute Infotainment-Systeme in Autos könnten beispielsweise nur das Anhören von E-Mails und SMS während der Fahrt zulassen. Die Antwortmöglichkeit wäre dann nur im Stand möglich. Laut Verdot et al. (2011) hat rund die Hälfte der E-Mails, die man erhält, einen eher informierenden Charakter und somit ist ein Antworten darauf auch nicht erforderlich. Im Falle von E-Mails wäre es somit denkbar sich im Auto die typischen „For Your Information - FYI“-Emails (dt.: „Zu Ihrer Information“-E-Mails) anzuhören. Weitere Anwendungsfälle beinhalten das Anhören und das Sortieren oder das Priorisieren von E-Mails im Auto, was diese Tätigkeiten später im Büro überflüssig machen.

4.3.8 Theoretische Implikationen

Diese Studie hat ebenfalls mehrere theoretische Implikationen. Zum einen liefert es ein besseres Verständnis davon wie Aufgaben in Situationen mit mehreren Zielen priorisiert werden. Bisher findet man in der Literatur keinen Konsensus bezüglich der Frage wie die Priorisierung bei mehreren Aufgaben erfolgt. Ein Überlegungsansatz besagt, dass die

Aufgabe mit einer höheren Erfolgsaussicht auch die höhere Priorisierung bekommt (Kernan/Lord 1990; Vogt et al. 2010; Byrd 2009). Dieser Ansatz steht jedoch im kompletten Gegensatz zu den Studien von Schmidt/DeShon (2007), die behaupten, dass Aufgaben, die weiter weg von der Zielerfüllung sind, auch eine höhere Priorisierung bekommen. Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen den ersteren Überlegungsansatz. Schmidt et al. (2009) und Vogt et al. (2010) beteuern zudem, dass es keine allgemein gültige Daumenregel dafür gibt wie verschiedene Aufgaben priorisiert werden. Vielmehr spielen hier viele Faktoren wie der Situationskontext und die individuellen Präferenzen eine Rolle. Aus diesem Grund ist weitere Forschung auf diesem Gebiet unabdingbar.

Zudem liefert diese Studie wertvolle Erkenntnisse bezüglich der Frage wie man eine kognitive Übereinstimmung zwischen einer sprachbasierten Benutzerschnittstelle und den Inhalten, die darüber konsumiert werden, herstellen kann. Bisherige Studien in diesem Kontext fokussierten sich primär auf eine kognitive Übereinstimmung zwischen einer sprachbasierten Benutzerschnittstelle und dem Benutzer bzw. seinem Charakter (Lai et al. 2001; Lee/Nass 2003; Nass et al. 2005; Tsimhoni et al. 2001). Diese Studie liefert den Beweis dafür, dass eine kognitive Übereinstimmung zwischen textuellen Inhalten und den synthetischen Stimmen, die diese Inhalte wiedergeben, zu einem höheren Verständnis seitens des Nutzers führt. Dieses Designprinzip findet jedoch seine Anwendung in den Fällen wenn die textuellen Inhalte von verschiedenen Kommunikationspartnern bzw. aus verschiedenen Quellen stammen. Es bedarf weiterer Forschung, um im Detail zu verstehen wie sich sprachbasierte Benutzerschnittstellen an die textuellen Inhalte anpassen können, die mit diesen reproduziert werden und welche Anwendungsfälle sich im Bereich des Autofahrens ergeben. Mögliche weitere Studien könnten untersuchen wie man synthetische Stimmen, die in einer sprachbasierten Benutzerschnittstelle verwendet werden, an die Emotionen und Persönlichkeiten, die in Texten vorkommen, Wichtigkeit und Struktur von textuellen Inhalten anpassen könnte.

Nicht zuletzt fördert diese Studie ein besseres Verständnis davon wie in Situationen in denen mehrere Aufgaben erfüllt werden müssen, eine Dissoziation zwischen der wahrgenommenen und der tatsächlichen Performanz entsteht. Benutzerinvolvierung, die durch die Aufgabenkomplexität moderiert werden kann, ist einer von den möglichen Faktoren. Die niedrigste Fahrperformanz in dieser Studie wurde bei der Kombination von mehreren synthetischen Stimmen und den E-Mail Konversationen mit geringer Komplexität beobachtet. Überraschenderweise haben die Teilnehmer jedoch gerade bei dieser Experimentkonstellation auch die niedrigste kognitive Belastung empfunden. (Yeh/Wickens 1988) nennen mehrere Gründe für eine Dissoziation und behaupten, dass alleine die Tatsache der Ausführung von mehreren Aufgaben ein möglicher Grund dafür ist. Jedoch sind zum aktuellen Zeitpunkt nur wenige Studien bekannt, die spezifisch die Benutzerinvolvierung als Determinante für Dissoziation in Situationen mit mehreren Aufgaben untersucht haben. Andere Faktoren, die im Zusammenhang mit der Ausführung von mehreren Aufgaben mitbetrachtet werden müssen, sind beispielsweise das Selbstbewusstsein, die Vertrautheit mit der Aufgabe und der Stresslevel des Benutzers (Hancock/Szalma 2007; Horrey et al. 2008; Wickens 2001).

4.3.9 Limitationen

Bei der Interpretation der Ergebnisse aus dieser Studie müssen jedoch die folgenden Limitationen beachtet werden. Das gegebene Versuchsdesign gewährleistete eine Kontrolle über die Experimentvariablen was zur internen Validität beigetragen hat; das Nutzen eines Fahrsimulators im Experiment könnte die externe Validität jedoch eingeschränkt haben. Aus diesem Grund wurde die Versuchsumgebung so realistisch wie möglich gestaltet. Die E-Mail

Konversationen kamen aus einem real existierenden E-Mail Postfach eines Studenten. Die Nachrichten wurden anonymisiert, auf die gleiche Länge gebracht und es wurde versucht die gleiche Struktur bei allen Nachrichten zu gewährleisten. Es war jedoch eine Herausforderung die Textkomplexität der Nachrichten zu variieren und dennoch die gleiche Struktur der Nachrichten beizubehalten. Daten wie die subjektive kognitive Belastung, die im Rahmen des Experiments gesammelt wurden, zeigen, dass die Veränderungen in der Textkomplexität der E-Mail Konversationen von den Probanden korrekt wahrgenommen wurden. Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Manipulation der Textkomplexität korrekt durchgeführt wurde.

Teilnehmer am Experiment waren vorwiegend Studenten mit einem Hintergrund in Informatik bzw. in Wirtschaftsinformatik. Fast 90% der Studenten gaben an ein Smartphone zu besitzen und 69% haben sogar zugegeben ein Smartphone schon mal während der Fahrt benutzt zu haben. Somit konnte davon ausgegangen werden, dass einige der Probanden darin geübt waren sekundäre Aufgaben während der Fahrt durchzuführen. Für diesen Zusammenhang wurde jedoch kontrolliert und es wurde keine Korrelation zwischen der Smartphone Nutzung und der Fahrperformanz bzw. dem E-Mail Verständnis gefunden. Obwohl die Probanden, die am Experiment teilgenommen haben, nicht die breite Masse repräsentieren, sind die jungen Erwachsenen aus dieser Studie gerade die Zielgruppe der sogenannten Digital Natives, die in den nächsten Jahren vorwiegend die neuen Entwicklungen im Bereich der Infotainment-Systeme im Auto nutzen werden.

4.3.10 Zusammenfassende Betrachtung

In der Forschung gab es einen Aufruf nach mehr Forschung zur Frage wie sprachbasierte Benutzerschnittstellen beschaffen sein müssen, um eine effektive Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu gewährleisten (Nass/Gong 2000). Im Allgemeinen ist man der Auffassung, dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen so einfach und so natürlich wie nur möglich in der Benutzung beschaffen sein müssen. Diese Studie zeigt, dass dieser Ansatz nicht in allen Fällen zum gewünschten Ergebnis führen kann. Vor allem in sicherheitskritischen Situationen in denen man mehrere Aufgaben ausführt wie es beispielsweise beim Autofahren und gleichzeitigem Beantworten von E-Mails der Fall ist, kann dieser Ansatz kontraproduktiv sein. Das Erleichtern der Nutzung von der sekundären Benutzerschnittstelle kann zwar auf der einen Seite die Performanz der sekundären Aufgabe steigern. Auf der anderen Seite hat es jedoch auch zur Folge, dass man als Fahrer sich mehr mit der sekundären Aufgabe beschäftigt und somit die primäre Aufgabe des Fahrens vernachlässigt. Die möglichen Ursachen für solches Verhalten sind zum einen die mangelnde Fähigkeit der Menschen zwischen verschiedenen Aufgaben, die gleichzeitig ausgeführt werden, abhängig von Anforderungen zu priorisieren und zudem die mangelnde Fähigkeit die eigene Leistung objektiv korrekt einzuschätzen. Im Bereich der Erforschung der Mensch-Maschine Interaktion gibt es bisher kein tiefes Verständnis davon wie das Design von sprachbasierten Benutzerschnittstellen die Priorisierung von Aufgaben beeinflusst wenn diese in einer sicherheitskritischen Situation ausgeführt werden. Weitere Forschung in diesem Bereich ist jedoch notwendig denn die Nutzung von ubiquitären Geräten wie beispielsweise den Smartphones während dem Fahren, Fahrradfahren oder Gehen wird immer allgegenwärtiger.

4.4 Studie III: Kontext-sensitives sprachbasierten Kommunikationssystem

In diesem Kapitel soll eine Umfrage zur Verwendung von kontext-sensitiven sprachbasierten Kommunikationssystemen im Auto präsentiert werden, die am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik in Oktober 2012 durchgeführt wurde. Die Studie soll zunächst motiviert werden und es soll der relevante Forschungsstand erörtert werden. Als nächstes wird darauf eingegangen wie der Fragebogen aufgebaut war und wie sich die Teilnehmer der Studie zusammengesetzt haben. Nachdem auf die einzelnen Ergebnisse der Umfrage eingegangen wurde, werden Implikationen und Limitationen der Studie erläutert. Ein Ausblick und eine abschließende Betrachtung schließen das Kapitel ab.

4.4.1 Motivation

Mobile Kommunikation mit mobilen Geräten wie Smartphones und Tablets wird als Ausdruck zunehmender Mobilität, Mediatisierung und Individualisierung angesehen und dieser wird zunehmend ein bedeutenderer Teil unserer Alltagskommunikation zugeschrieben. Dabei telefonieren wir, verschicken SMS und sogar E-Mails. Gerade die Nutzung von asynchronen Kommunikationsmedien wie SMS und E-Mail stellt beim Gehen, bei der Benutzung der öffentlichen Verkehrsmittel, im Zug oder im Flugzeug kein Problem mehr dar. Die Nutzung beim Autofahren erfolgt jedoch eher zögerlich, obwohl das Verlangen seitens der Kunden da ist (siehe Kapitel 3.2). Wie bereits im Verlauf dieser Arbeit erläutert, ist dafür die hohe Ablenkung verantwortlich, die mit dem Einsatz dieser Kommunikationsmittel verbunden ist.

Studie I und II befassten sich im Rahmen dieser Arbeit mit dem Design und dem Einsatz von rein sprachbasierten E-Mail Kommunikationssystemen im Auto. Obwohl der Einsatz von sprachbasierten Systemen die Ablenkung am Steuer minimiert, sind sie jedoch keine Allheilmittel. Die Gründe dafür sind zum einen den Studien I und II und zum anderen der bestehenden Literatur zu entnehmen. Erstens, obwohl die visuelle Ablenkung durch den Einsatz der Sprache minimiert wird, stellt die kognitive Ablenkung auch weiterhin ein Problem dar (siehe Studie I/II). Zweitens, wird die kognitive Belastung durch komplexe und emotionale Inhalte verstärkt (siehe Studie I). Drittens, können einfache Inhalte und benutzerfreundliche Benutzerschnittstellen dazu führen, dass Fahrer der sekundären Aufgabe mehr Aufmerksamkeit als dem Fahren schenken (siehe Studie II). Alle diese Gründe legen nahe, dass der Fahrer nur bedingt die Fahrerablenkung objektiv einschätzen und dagegen steuern kann. Aus dieser Tatsache entsteht die Notwendigkeit des Einsatzes von Workload Managern, die die kognitive Belastung des Fahrers messen und dem Fahrer bei der Priorisierung der Aufgaben beim Fahren helfen. Solche Systeme werden auch adaptiv oder kontext-sensitiv genannt, da sie sich auf die Begebenheiten wie den Fahrerzustand, die Kontrolle des Wagens und die Fahrumgebung anpassen.

Diese Studie befasst sich im Speziellen explorativ mit dem Design von kontext-sensitiven sprachbasierten Kommunikationssystemen im Auto. Heutzutage werden kontext-sensitive Systeme bereits in modernen Autos eingesetzt. Ein gutes Beispiel dafür sind Fahrassistenzsysteme wie Notbremsysteme, Spurhalte oder -wechselassistenten, die dynamisch auf die sich ändernde Fahrweise und die Fahrumgebung reagieren und helfen Unfälle zu vermeiden. Jedoch finden sich keine adaptiven Systeme in Bezug auf die sekundären Aufgaben wie die Benutzung eines Infotainment-Systems. Lösungen für die sprachbasierte Nutzung von E-Mail und SMS lassen sich bei einigen Autoherstellern wie BMW, Audi und Daimler finden, diese schränken jedoch ihre Funktionalität in ungeeigneten

Situationen nicht ein und können vom Fahrer in vollem Umfang jederzeit genutzt werden. Obwohl es einige wissenschaftliche Publikationen zum Thema kontext-sensitive Infotainment-Systeme im Auto gibt, hat sich bisher noch keine Studie speziell mit der asynchronen Kommunikation beschäftigt. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden die zentralen Fragestellungen dieser Studie aufgeführt:

- Was sind die Rahmenbedingungen für den Einsatz von kontext-sensitiven Systemen zur asynchronen Kommunikation im Auto?
- Welche Erwartungshaltung bzgl. Interaktion haben potentielle Nutzer an ein solches System?
- In welchen Verkehrssituationen ist der Einsatz eines solchen Systems sinnvoll? Welche sind die kritischen Verkehrssituationen, die ein adaptives Verhalten erfordern?
- Wie soll sich ein kontext-sensitives Kommunikationssystem bei Erkennung einer kritischen Situation verhalten?
- Welchen Mehrwert sehen potentielle Nutzer durch so ein System?

4.4.2 Grundlagen und Relevante Forschung

Das Konzept vom Kontext bzw. von einem kontext-sensitiven System wurde zum ersten Mal in der Arbeit von Want et al. (1992) adressiert. Als kontext-sensitive Anwendungen werden solche bezeichnet, die „[...] sich an den Ort der Anwendung, an die Sammlung von Personen und Objekten in der Nähe, sowie an die Veränderung von Objekten [...]“ anpassen (Schilit et al. 1994). Doch welcher Kontext kann in Verbindung mit der Ausübung von sekundären Aufgaben wie E-Mail oder SMS-Kommunikation gebracht werden? Dazu unterscheidet Schneider (2010) die folgenden Bereiche:

- *Fahrzeugumwelt*: Anwesenheit und Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer (Spur- und Spurwechselverhalten), Wetter, Straßenverhältnisse, Tageszeiten usw. Fahrassistenzsysteme, die bereits heute Gebrauch von diesen Kontextinformationen machen, sind beispielsweise Not-Bremsassistenten.
- *Fahrerzustand*: Müdigkeit, Stresslevel, Körperliche Behinderung, Fahrerfahrung. Heutzutage sind Sensoren, die beim Fahren solche Kontextinformationen erheben jedoch noch nicht verbreitet.
- *Fahreraktion*: Hier unterscheidet man zwischen strategischen Informationen (z.B. Wahl der Fahrtroute, Wechseln der Fahrtroute, Wahl der Geschwindigkeit), taktischen Informationen (z.B. Beschleunigen, Bremsen, Abbiegen und Spurwechsel, Überholvorgang, Abstandswahl usw.) und den operationellen Informationen (z.B. Spurverhalten bei gerader Fahrt, Spurverhalten in Kurven, mangelnde Fahrerfahrung usw.)

Die genannten Bereiche sind jedoch nicht immer trennscharf zu sehen und haben auch aufeinander Auswirkungen. So hat beispielweise Fahrzeugumwelt auch Einfluss auf den Fahrerzustand und Fahreraktionen. Nicht alle der genannten Kontextinformationen lassen sich zudem heutzutage in den modernen Autos erfassen. Zum einen sind entweder die entsprechenden Sensoren nicht ausgereift oder es fehlen noch die Konzepte wie solche Informationen erhoben werden können (z.B. bei Erkennung der mangelnden Fahrerfahrung). Die Erkennung von kritischen Fahrsituationen wird zudem noch dadurch erschwert, dass diese nicht eindeutig klassifiziert werden können und eine Abhängigkeit vom Fahrer haben. Bedingt durch den Fahrerzustand und seine Fahrerfahrung, können für eine Person gewisse

Situationen kritisch sein, obwohl sie von einer anderen Person noch gut gemeistert werden können.

Obwohl jeder Automobilhersteller im Premiumsegment ein Infotainment-System in den eigenen Fahrzeugen anbietet, bietet keins von diesen ein adaptives Verhalten in kritischen Verkehrssituationen an. Diese Lücke wird teilweise von Smartphone Applikationen wie iZup⁴⁵, PhoneGuard⁴⁶, ZoomSafer⁴⁷ und ähnlichen geschlossen (siehe Kapitel 2.3.3.2). Deren Funktionsweise beschränkt sich jedoch nur auf das Abschalten von Telefonie, E-Mail und SMS auf dem Smartphone sobald sich das Auto schneller als 3 km/h bewegt. Am vielversprechendsten erscheint das Konzept von Delphi MyFi⁴⁸, das das Infotainment und die Sicherheitssensoren in einem Auto zusammenspielen lässt. So wird bei diesem System beispielsweise die Interaktion mit dem Infotainment-System eingeschränkt wenn der Fahrer für längere Zeit seinen Blick von der Straße abwendet. Bei dieser Lösung handelt es sich jedoch vorerst um ein Konzept und keine serienreife Umsetzung.

In der Literatur lassen sich einige wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema adaptives Verhalten von Infotainment-Systemen finden. Iqbal et al. (2011) und Tchankue et al. (2011) schlagen vor Telefonate bei kritischen Fahrmanövern wie beispielsweise Abbiege- oder Überholvorgängen zu pausieren, um den Fahrer zu zwingen mehr Aufmerksamkeit der Straße zuzuwenden. Die Person am anderen Ende des Telefons wird dabei über die kurze Pause benachrichtigt. Alt et al. (2010) untersuchten die Nutzung von Infotainment-Systemen an roten Ampeln. Die Idee dabei war Sprachnachrichten wiederzugeben, deren Abspieldauer genau zur Aufenthaltsdauer an einer roten Ampel passt. Des Weiteren beschäftigen sich Arbeiten von Villing (2009), Nishimoto et al. (2007), Weng et al. (2004) und Uchiyama et al. (2002) mit Dialogsystemen, die abhängig von der kognitiven Belastung ihre Verhaltensweisen ändern. Sollte anhand des Redeflusses erkannt werden, dass der Fahrer mit der primären und der sekundären Aufgabe überlastet ist, so pausiert das Dialogsystem bzw. es werden einfachere und kürzere Fragen gestellt, um die Ablenkung durch das Dialogsystem zu senken. Alle genannten Studien konnten nachweisen, dass die Ablenkung durch den Einsatz von adaptiven Systemen gesenkt werden kann. Herausforderungen liegen jedoch nach wie vor in der Erkennung von solchen kritischen Situationen.

Das Ziel dieser Studie war es die bestehende Forschung zu kontext-sensitiven Kommunikationssystemen zu ergänzen. Zum einen soll speziell auf die Besonderheiten der asynchronen Kommunikation wie E-Mail und SMS eingegangen werden. Zum anderen soll diese Studie einen explorativen Charakter haben und zunächst klären für welche Verkehrssituationen Fahrer ein adaptives Verhalten des Infotainment-Systems erwarten würden und welchen Mehrwert sie dadurch sehen würden.

⁴⁵ <http://www.getizup.com>

⁴⁶ <http://www.phoneguard.com>

⁴⁷ <http://info.aegismobility.com/aegis-mobility-acquires-zoomsafer>

⁴⁸ <http://delphi.com/manufacturers/auto/entertainment/audio/myfi-connected-systems/>

4.4.3 Methode

4.4.3.1 Fragebogendesign und Durchführung

Für diese Studie wurde ein standardisierter Fragebogen in Papierform erstellt (siehe Anhang E.1 für den kompletten Fragebogen). Wie in Tabelle 23 zu sehen ist, enthielt der Fragebogen sieben Bereiche von denen jeder die Fragen thematisch zusammengefasst hat. Für die Beantwortung der Fragen wurden dichotome Fragen⁴⁹, Eingruppierungsfragen und auch Likert-Skalen verwendet. Teilnehmer hatten nicht die Möglichkeit eine Mehrfachwahl zu treffen und es gab keine Ergänzungsoptionen.

Inhaltlich wurden zunächst im Teil A des Fragebogens demographische Daten wie Alter und Geschlecht erhoben. Diese Fragen wurden in diesem Teil mit Fragen zum Kommunikationsverhalten der Teilnehmer ergänzt. Im Teil B wurden allgemeine Fragen zur Bereitschaft zur Nutzung von E-Mail und SMS im Auto und den Erwartungen an ein solches System gestellt. Um einschätzen zu können welche Verkehrssituationen sich überhaupt für das Anhören und das Beantworten von Nachrichten eignen, wurden im Teil C des Fragebogens verschiedene Fahrsituationen aufgelistet und die Teilnehmer konnten angeben welche Aktionen sie dabei als sinnvoll erachten. Da das Anhören und das Sprechen von Sprachnachrichten zu unterschiedlicher kognitiven Belastung führt, wurden die Teilnehmer im Teil D gebeten, für potenzielle kritische Verkehrssituationen gesondert, für diese beiden Aktionen ihre Einschätzung der Ablenkung abzugeben. Teile E und F erfragten wie sich ein adaptives System bei der Erkennung von kritischen Situationen verhalten soll und welchen Mehrwert die Teilnehmer durch den Einsatz eines solchen Systems sehen. Abschließend konnten die Umfrageteilnehmer in offener Form Bemerkungen zum Fragebogen äußern und Rückmeldung geben.

Teil	Inhalt/Fragestellungen
A	Angaben zur Person/Demographische Daten
B	Situationsempfinden im Auto
C	Eignung von verschiedenen Verkehrssituationen für asynchrone Kommunikation
D	Fahrablenkung durch das Hören bzw. das Diktieren der Nachrichten
E	Verhalten des Infotainment-Systems bei Risiko-Situationen
F	Persönlicher Mehrwert durch ein kontext-sensitives Infotainment-System im Auto
G	Feedback bzw. Anmerkungen der Teilnehmer

Tabelle 23: Inhaltlicher Aufbau des Fragebogens
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

4.4.3.2 Teilnehmer

Der Fragebogen wurde in papierbasierter Form an rund 50 Personen hauptsächlich aus der Beratungsbranche verschickt. Dabei wurde angenommen, dass gerade diese Zielgruppe durch die vielen Reisen zum Geschäftskunden zur potentiellen Zielgruppe gehören würde, die auf die Nutzung von Kommunikationsmitteln wie E-Mail und SMS auch während der Fahrt angewiesen wäre. Der Fragebogen wurde ausgefüllt von 41 Personen zurückgeschickt. In

⁴⁹ Zwei Antwortmöglichkeiten (in der Regel Ja/Nein Fragen)

Tabelle 24 findet sich eine Übersicht sowohl über die demographischen Daten der Teilnehmer als auch über die Angaben zum Reise- und Kommunikationsverhalten. Das Durchschnittsalter der Teilnehmer war 38 Jahre (SD = 14.4) von denen 32 männlich und 7 weiblich waren. Rund 95% der Teilnehmer waren Angestellte und die Mehrheit von rund 67% hatte kein Personal unterstellt. 86% der Teilnehmer gaben an beruflich auf E-Mails angewiesen zu sein. Zwischen 70% und 80% gaben an ein Smartphone entweder privat oder beruflich zu nutzen. 87.2% der Befragten waren im Rahmen ihrer Arbeit beruflich unterwegs. Von diesen gaben 29.82% an mit dem Auto dabei unterwegs zu sein und zu 72.31% die Geschäftsreise allein wahrzunehmen ohne weitere Kollegen.

Fragen zur Person (N = 41)		
Alter	Ø 38 Jahre	
Geschlecht	82% Männlich	18% Weiblich
Angestellter/Selbständig	95% Angestellter	5% Selbstständig
Haben Sie Personal unterstellt? (Ja/Nein)	38.5% Ja	61.5% Nein
Sind Sie beruflich auf E-Mails angewiesen? (Ja/Nein)	89.7% Ja	10.3% Nein
Nutzen Sie beruflich ein Smartphone?	74.4% Ja	25.6% Nein
Nutzen Sie privat ein Smartphone?	79.5% Ja	20.5% Nein
Sind Sie beruflich unterwegs?	87.2% Ja	12.8% Nein
Wie viele Ihrer beruflichen Reisen sind am Steuer eines Autos?	29.82%	
Wie oft sind Sie dabei allein im Auto unterwegs?	72.31%	

Tabelle 24: Demographische Daten und Fragen zur Person
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Anhand der erhobenen Informationen über die Teilnehmer kann davon ausgegangen werden, dass für die gestellten Forschungsfragen die relevante Zielgruppe befragt wurde. Für die Mehrheit der Teilnehmer gehört mobile Kommunikation über Smartphones und geschäftliche Reisen zum Alltag. Zumindest ein Drittel der Geschäftsreisen werden von Teilnehmern im Auto absolviert was den Einsatz von einem sprachbasierten Kommunikationssystem während dem Fahren motiviert.

4.4.4 Ergebnisse

Von den 41 ausgefüllten Fragebögen wurden 2 Personen von der Auswertung ausgeschlossen weil diese ihre Fragebögen nicht komplett ausgefüllt haben. Die Auswertung der erhobenen Daten wurde in Microsoft Excel bzw. mit IBM SPSS in der Version 21 im Falle der statistischen Analyse durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse anhand der einzelnen Sektionen des Fragebogens dargestellt und kritisch diskutiert.

4.4.4.1 Teil A: Kommunikationsverhalten

Zunächst wurden die Umfrageteilnehmer gebeten anzugeben welchen Anteil die Kommunikation über E-Mail bzw. SMS an ihrer beruflichen bzw. privaten Kommunikation einnehmen. Wie in der Abbildung 4-14 zu sehen ist, dient E-Mail mit rund 60% Anteil im beruflichen Leben als primäre Kommunikationsform. Mit über 30% Anteil, nimmt E-Mail jedoch auch im privaten Gebrauch eine nicht zu vernachlässigende Rolle ein. SMS wird

dagegen im beruflichen Umfeld eher wenig eingesetzt. Im privaten Gebrauch werden SMS und E-Mail als Kommunikationsform mit je ca. 30 % gleich oft eingesetzt. Vor dem Hintergrund, dass die Mehrheit der Teilnehmer viel beruflich unterwegs ist und Smartphones eingesetzt werden (siehe Tabelle 24), kann man davon ausgehen, dass die Anwender es gewohnt sind ihre E-Mail Kommunikation von einem Smartphone aus auszuführen.

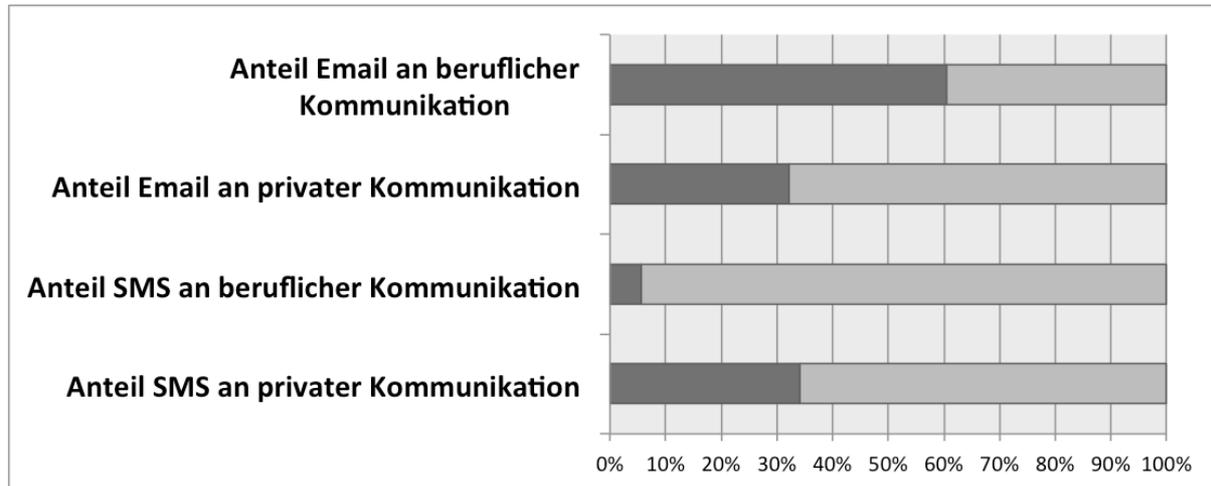


Abbildung 4-14: Kommunikationsverhalten der Umfrageteilnehmer
(Quelle: Eigene Darstellung)

Diese Erkenntnisse stimmen mit den Ergebnissen diverser Studien zur Nutzung der Kommunikationsmedien insofern überein als E-Mail sich im beruflichen Umfeld nach dem Telefonieren zur nächst bedeutendsten Kommunikationsart bereits entwickelt hat (vgl. Hennig-Thurau/Esche 2013, 29f; Initiative IT und Mensch 2013, 7ff). Im privaten Umfeld werden E-Mail und SMS ungefähr im gleichen Maße benutzt (vgl. Hennig-Thurau/Esche 2013, 26).

4.4.4.2 Teil B: Situationsempfinden bei Kommunikation

Bei der Frage, ob man generell bereit wäre E-Mail bzw. SMS als Kommunikationsmittel im Auto zu nutzen, haben 69.2% Ja zu E-Mail und 84.6% Ja zu SMS gesagt. Zum einen ist daran zu sehen, dass die Bereitschaft zur asynchronen Kommunikation im Auto generell da ist. Zum anderen ist man bei E-Mail jedoch zögerlicher als bei SMS. Die Vermutung liegt nahe, dass die Hemmnisse zur sicheren Nutzung von E-Mail als höher eingestuft werden als bei SMS. Es ist anzunehmen, dass die Gründe dafür die komplizierte Art der Kommunikationsform und die Länge der Inhalte sind.

Die weiteren Fragen in diesem Teil der Umfrage mussten nur von Personen beantwortet werden, die mindestens bei einer der angegebenen Kommunikationsform zur Nutzung im Auto bereit waren. Insgesamt waren es 34 Personen von 39 (87%), die einer Nutzung entweder von E-Mail oder SMS am Steuer nicht abgelehnt waren. Für diese Personen macht eine Nutzung von diesen Kommunikationsmitteln erst ab ca. 30 Min (SD = 21.3) Zeit im Auto Sinn. Solch eine Zahl erscheint sinnvoll, da bei kürzeren Fahrten sich der Aufwand der Nutzung kaum lohnt und die Nutzung eher auf die mobilen Geräte bzw. stationäre Computer zu Hause oder in der Arbeit verlagert wird. Zudem wäre man bereit beispielsweise bei Autobahnfahrten bis zu einer Geschwindigkeit im Mittel von ca. 128 km/h (SD = 27.8) solche Kommunikationsmedien zu nutzen. Diese Zahl entspricht den üblichen

Geschwindigkeitsbegrenzungen auf den Autobahnen und stellt somit für die meisten Autofahrer eine natürliche Grenze dar bis zu welcher sie sich die Nutzung zutrauen. Allerdings lässt sich in diesem Zusammenhang auch vermuten, dass die tatsächliche Hemmschwelle weitaus höher in der Realität liegen würde. So gab immerhin rund ein viertel der Befragten an, dass sie sich die Ausübung solcher Aktivitäten auch bei 140 km/h noch zutrauen würden.

Zudem würden 64% gerne zusätzlich zum Hören von Nachrichten diese auch auf einem Display angezeigt bekommen. Der Grund für dieses Verlangen kann zum einen darin begründet sein, dass bei den Nutzern die Befürchtung da ist bestimmte Teile der anzuhörenden Nachricht über eine Sprachausgabe zu verpassen. Eine zusätzliche optische Ausgabe könnte hier Abhilfe schaffen. Zum anderen kann der Wunsch nach zusätzlicher Ausgabe eher einen psychologischen Hintergrund haben. Ein optischer Anker für den gesprochenen Text vermittelt die Sicherheit in der Kontrolle der Geschehnisse zu sein und den Ablauf kontrollieren zu können.

82% der engeren Gruppe gaben an, dass sie die Funktion zum Diktieren von Nachrichten genauso unentbehrlich finden wie auch das Anhören von Nachrichten. Dieses Ergebnis ist verständlich denn für viele macht das Anhören von Nachrichten nur Sinn wenn sie diese auch gleich beantworten können. Somit besteht für den späteren Zeitpunkt kein Bedarf mehr sich mit diesen nochmals zu befassen. Das Diktieren von Nachrichten während der Autofahrt erfordert jedoch eine zuverlässige Spracherkennung, die das Gesprochene in Text umwandelt, der nicht zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrer noch nachgearbeitet werden muss. Um sicher zu gehen, dass die diktierte Nachricht korrekt ist, würden Autofahrer wie auch schon beim Vorlesen der Nachrichten das Diktierte gerne auf einem Display angezeigt oder vorgelesen bekommen. Die Mehrheit wünscht sich jedoch, dass die diktierte Nachricht vorgelesen und angezeigt wird (siehe Abbildung 4-15). Beim Antworten ist der Bedarf nach der Möglichkeit zur Überprüfung am größten, da die Spracherkennung aktuell noch nicht die gewünschte Zuverlässigkeit in der Erkennung des Gesprochenen mitbringt. Das Versenden von Nachrichten, die jedoch nicht auf ihre Richtigkeit überprüft worden sind, ist jedoch gerade bei beruflichen E-Mails nicht akzeptabel.

Bei der Frage, ob man auch bereit wäre asynchrone Kommunikationsmittel zu nutzen wenn ein Beifahrer anwesend ist, gingen die Meinungen der Befragten stark auseinander. 51.4% gaben an, dass sie nicht dazu bereit wären. Dieser Teil der Befragten war der Auffassung, dass zum einen es nicht den Sicherheitsbestimmungen der Arbeitgeber entsprechen würde in Anwesenheit anderer Personen im Wagen seine E-Mails zu bearbeiten und zum anderen es nicht zur guten Etikette gehört sich mit anderen Aktivitäten zu beschäftigen und es somit unhöflich der anderen Person gegenüber wäre. In diesem Zusammenhang ist es jedoch erstaunlich, dass nichtsdestotrotz die andere Hälfte bereit wäre dieser Aktivität auch in Anwesenheit einer anderen Person nachzugehen.

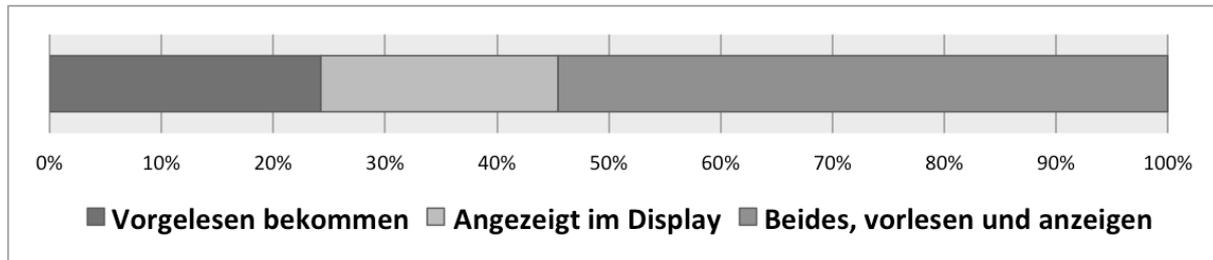


Abbildung 4-15: Gewünschte Optionen zur Überprüfung des Diktats
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.4.4.3 Teil C: Verkehrssituationen

Bei diesem Teil des Fragebogens mussten die Teilnehmer einschätzen bei welchen Verkehrssituationen sie welche Aktionen im Zusammenhang mit asynchroner Kommunikation im Auto als sinnvoll erachten. Als mögliche Aktionen standen „keine Aktion sinnvoll“, „nur Hören“ und „Hören und Diktieren“ zur Auswahl. Die Verkehrssituationen unterschieden sich zum einen nach Art der Straßenumgebung wie Autobahn, Landstraße oder Innerorts, nach Tageszeit wie Tagsüber und Nachts, und nach Verkehrssituation wie viel und wenig Verkehr. Jedoch standen nicht alle möglichen Kombinationen aus diesen Kriterien zur Auswahl, sondern nur diejenigen, mit denen man üblicherweise als Fahrer im Alltag konfrontiert wird. Die genaue Übersicht der möglichen Verkehrssituationen und die Resultate der Angaben sind der Abbildung 4-16 zu entnehmen. Die einzelnen Ergebnisse wurden zur besseren Übersicht nach den zulässigen Aktionen sortiert, um auf einen Blick einschätzen zu können welche Verkehrssituationen sich für die asynchrone Kommunikation eignen und welche eher als gefährlich eingestuft werden können.

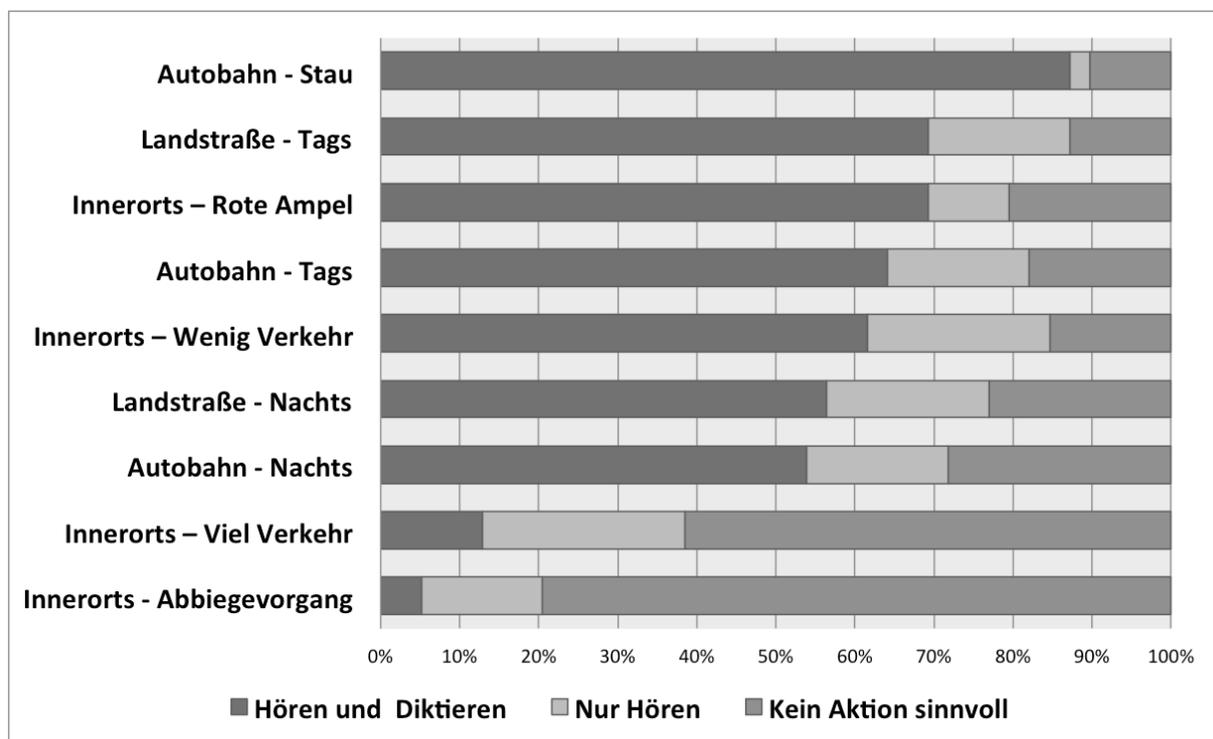


Abbildung 4-16: Kommunikationssaktivitäten in verschiedenen Verkehrssituationen
(Quelle: Eigene Darstellung)

Beim Betrachten der Ergebnisse ist zunächst auffallend, dass bei jeder Verkehrssituation nie über 25% der Auffassung waren, dass nur Hören der Nachrichten sinnvoll ist. Die höchste Anzahl der Personen war beim Fahren innerorts der Meinung, dass nur Hören akzeptabel wäre. In Umkehrschluss bedeutet das aber auch, dass ansonsten die Befragten hauptsächlich zwischen dem kompletten Anhören und Diktieren von Nachrichten oder aber eben gar keiner Aktion ausgewählt haben. Rund 87% der Befragten haben angegeben, dass das Anhören und das Diktieren von Nachrichten in einem Autobahnstau als unproblematisch empfunden wird. Da in so einer Verkehrssituation sich das Auto kaum bewegt, lässt sich so eine Einschätzung jedoch nachvollziehen. Zwischen 50% und 70% der Befragten waren der Auffassung, dass auf einer Landstraße, bei fließendem Verkehr auf einer Autobahn, innerorts bei wenig Verkehr oder an einer roten Ampel das Anhören und das Diktieren von Nachrichten einem zuzumuten ist. Allen diesen Situationen ist eigen, dass sie vom Fahrer zwar eine gewisse Grundaufmerksamkeit erfordern, aber trotzdem nicht besonders anspruchsvoll im Fahren sind. Wie Young et al. (2007) in ihrer State-of-the-Art Untersuchung zur Fahrerablenkung anmerken, ist das Autofahren in Standardsituationen für erfahrene Fahrer eine vollautomatisierte Aufgabe, die nur eine geringe kognitive Anstrengung bedeutet. Die genannten Situationen wie das Fahren auf einer Landstraße und auf einer Autobahn ist für viele eine Standardverkehrssituation, die tagtäglich durchgeführt und somit nahezu unbewusst ausgeführt wird. In solchen Situationen traut man sich als erfahrener Fahrer die Ausübung von sekundären Aufgaben zu. Weitere interessante Feststellung in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass das Stehen an einer roten Ampel als anspruchsvoller angesehen wird als das Stehen bzw. ein zähfließendes Fortbewegen in einem Stau. Hier liegt die Vermutung nahe, dass bei einer roten Ampel der Fahrer nicht vorhersagen kann zu welcher Zeit die Ampel wieder auf Grün schaltet und somit er seine Aufmerksamkeit stärker der Ampel zuwenden muss. Fahren und Kommunizieren bei Nachtverhältnissen wurde in jedem Fall als kritisch angesehen und somit waren rund 10% weniger Probanden bereit Nachrichten in dunklen Verhältnissen sich anzuhören und diese zu beantworten.

Beim Fahren innerorts mit viel Verkehr, wie es meistens der Fall in den Innenstädten ist, neigen Autofahrer dazu sich mehr auf den Verkehr zu konzentrieren und weniger Aufmerksamkeit solchen sekundären Aufgaben wie der Kommunikation zu schenken. Über 60% würden in solchen Situationen gänzlich auf die Kommunikation verzichten. Grund dafür ist die Unberechenbarkeit des Verkehrs in den Innenstädten bei dem eine schnelle Abfolge von Spurwechseln, Abbiegevorgängen, Abbremsen und Beschleunigen erforderlich ist. Das Ausüben anderer Aktivitäten stellt aus diesem Grund ein erhöhtes Unfallrisiko dar.

Abbiegevorgang innerorts wird als eine Situation angesehen bei der nur rund 20% der Befragten angeben, dass es überhaupt sinnvoll wäre irgendwelche Aktionen im Zusammenhang mit der asynchronen Kommunikation durchzuführen. Nur rund 5% sind hier der Meinung, dass die Kommunikation in vollem Umfang Sinn machen würde bzw. zumutbar wäre. Grund dafür ist die Notwendigkeit auf viele Umstände gleichzeitig aufzupassen wie Gegenverkehr, Fußgänger und andere Abbieger was die Ausübung anderer Aktivitäten nahezu unmöglich macht.

4.4.4.4 Teil D: Fahrablenkung beim Bearbeiten von Nachrichten

Bei diesem Teil des Fragebogens ging es vor allem darum den Teil C zu ergänzen und den Fokus auf die Unterschiede im Ablenkungspotenzial zwischen dem reinen Anhören und dem Diktieren von Nachrichten in verschiedenen Verkehrssituationen zu legen. Dabei hatten die Befragten die Möglichkeit auf einer 5-teiligen Likert Skala (1 – Ablenkung akzeptabel, 5 – Ablenkung zu hoch) ihre Einschätzung zum Ablenkungspotenzial des Anhörens und des

Sprechens in verschiedenen Verkehrssituationen abzugeben. Hierbei wurde absichtlich die niedrigste Stufe der Skala mit akzeptabler Ablenkung gekennzeichnet, da offensichtlich jede sekundäre Aufgabe am Steuer zu einer zusätzlichen Ablenkung führt und damit Ablenkung nie auszuschließen ist. Die Höhe und die subjektive Einschätzung der Ausführbarkeit ist hier jedoch ausschlaggebend. Die einzelnen Ergebnisse sind in der Abbildung 4-17 graphisch dargestellt. Im Gegensatz zum Teil C des Fragebogens wurden konkrete Verkehrssituationen herangezogen bei denen sich Verkehrsunfälle ereignen könnten wie beispielsweise die Annäherung an eine Ampel oder eine Kreuzung.

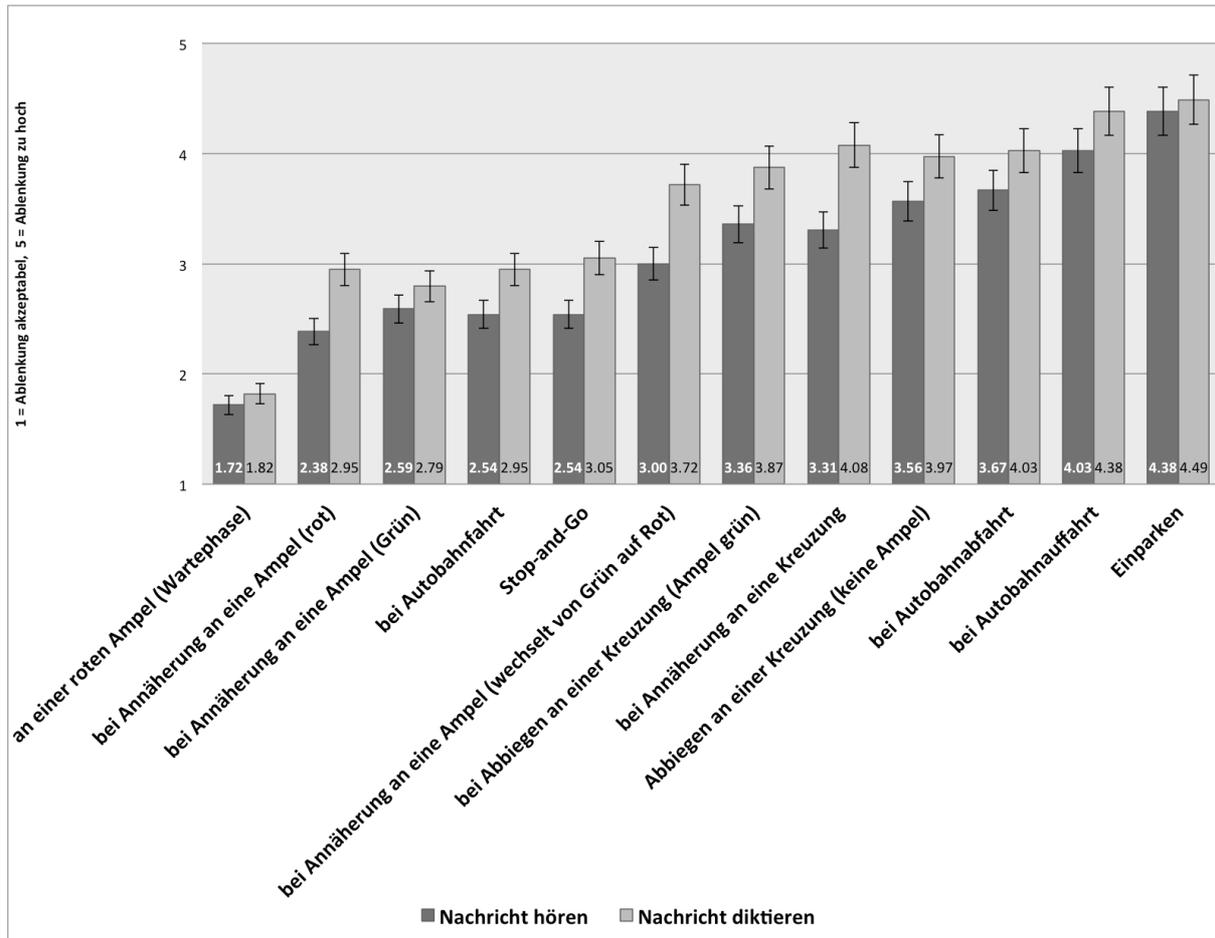
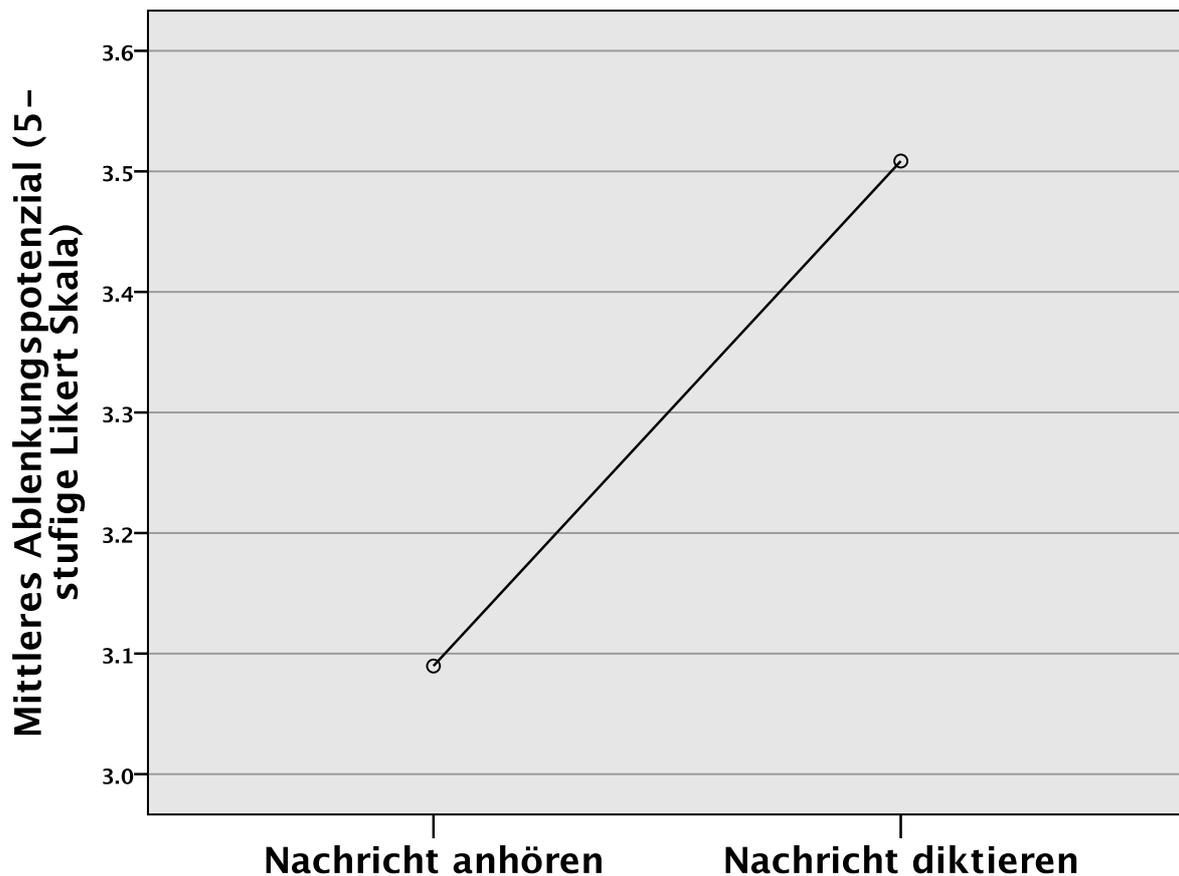


Abbildung 4-17: Fahrerablenkung durch das Hören und Sprechen von Nachrichten
(Quelle: Eigene Darstellung)

Kritische Betrachtung der graphisch dargestellten Daten lässt zunächst vermuten, dass das Ablenkungspotenzial des Diktierens von Nachrichten höher ist, als das des Anhörens von Nachrichten. Statistische Analyse mit einer ANOVA Varianzanalyse liefert hier den Beweis. Das subjektiv eingeschätzte Ablenkungspotenzial für das Anhören von Nachrichten während der Fahrt ($M = 3.09$, $SE = .151$) ist signifikant geringer als das des Diktierens von Nachrichten ($M = 3.51$, $SE = .130$), $F(1, 38) = 19.11$, $p < .001$ (zur graphischen Darstellung des Unterschieds siehe Abbildung 4-18). Somit ist dieses Ergebnis übereinstimmend mit der Studie II in dieser Arbeit und zu anderen Untersuchungen des Ablenkungspotenzials beim Telefonieren am Steuer (siehe beispielsweise (Strayer/Johnston 2001)). An diesem Ergebnis ist ersichtlich, dass das Beantworten von Nachrichten über die integrierte Spracherkennung in Autos nicht nur objektiv eine höhere Ablenkung bedeutet, sondern auch von Fahrern subjektiv als ablenkender eingeschätzt wird.



(1 – akzeptable Ablenkung, 5 – zu hohe Ablenkung)

Abbildung 4-18: Subjektive Einschätzung des Ablenkungspotenzials
(Quelle: Eigene Darstellung)

Betrachtet man die Unterschiede des Ablenkungspotenzials bei den einzelnen Verkehrssituationen, so lässt sich feststellen, dass die höchsten Unterschiede zwischen den beiden Aktionen sich bei Verkehrssituationen wie der Annäherung an eine Kreuzung ergeben. Dabei ist es offensichtlich nachrangig, ob die Kreuzung mit einer Ampel ausgestattet ist oder nicht. Wie in Abbildung 4-17 zu sehen ist, ergeben sich interessanterweise die höchsten Diskrepanzen bei Verkehrssituationen, bei denen die Befragten die Ablenkung als mittelhoch einstufen. Bei Verkehrssituationen mit geringer Fahrerbelastung wie beispielsweise das Stehen an einer roten Ampel oder mit einer hohen Fahrerbelastung wie beispielsweise das Einparken oder das Verlassen einer Autobahn werden die Unterschiede in der Ablenkung zwischen den beiden Aktionen nicht als hoch eingestuft. An einer roten Ampel wird vom Fahrer keine große Aufmerksamkeit verlangt und aus diesem Grund macht es auch keinen Unterschied, ob man Nachrichten sich anhört oder eben auf diese antwortet. Beim Verlassen oder beim Einfahren auf die Autobahn, oder beim Einparken wird die Fahrerbelastung als hoch eingeschätzt und somit machen beide Aktionen wenig Sinn für die Befragten. Bei mittelschweren Verkehrssituationen, wie z.B. bei Annäherung an eine Kreuzung, ist die Unterscheidung dagegen höher. Hier lässt sich vermuten, dass Fahrer eher bereit wären in solchen Situationen auf das Sprechen von Nachrichten zu verzichten.

4.4.4.5 Teil E: Verhalten des Systems bei Risiko-Situationen

Die Teile C und D des Fragebogens befassten sich mit der Identifizierung von kritischen Verkehrssituationen in denen die Ausübung der asynchronen Kommunikation den Fahrer gefährden könnte. Im Teil E wurde von einem im Auto integrierten System ausgegangen, das einem Nachrichten wie E-Mails und SMS vorliest. Um die Komplexität zunächst zu verringern, wurde gezielt nur auf das Vorlesen von Nachrichten fokussiert und nicht auf das Diktieren von Nachrichten. Dabei mussten sich die Befragten vorstellen, dass das System intelligent genug wäre die identifizierte Risiko-Situationen im Straßenverkehr wie beispielsweise Autobahnauf und -abfahrten, Annäherungen an Kreuzungen mit und ohne Ampeln zu identifizieren und entsprechend darauf zu reagieren. Ziel dieses Teils war es verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten für ein solches adaptives System von möglichen Nutzern evaluieren zu lassen. Für jede der vorgeschlagenen Gestaltungsmöglichkeiten konnten die Befragten auf einer 5-stufigen Likert Skala (1 – gut, 5 - schlecht) ihre Einschätzung abgeben. Die Gestaltungsmöglichkeiten waren nach Situationen in Bezug auf Risikosituationen im Straßenverkehr aufgeteilt: zum einen Gestaltungsmöglichkeiten für das Pausieren der Wiedergabe wenn eine Risikosituation erkannt wird und zum anderen das Wiederaufnehmen wenn die Risikosituation vorüber ist.

Zunächst mussten die Befragten verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten in Bezug auf das Pausieren der Wiedergabe von Nachrichten evaluieren. Die verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten und die Ergebnisse der Evaluation können in der Abbildung 4-19 eingesehen werden. Wie in der Abbildung ersichtlich, wurden grundsätzlich Gestaltungsmöglichkeiten mit dem sanften Pausieren der Sprachausgabe schlechter bewertet als diejenigen, die die Ausgabe sofort nach dem Erkennen einer Risiko-Situation im Straßenverkehr abbrechen. Diese Entscheidung lässt sich nachvollziehen, denn bei Eintreten einer Risiko-Situation (wie beispielsweise beim Annähern an eine Kreuzung) möchte der Fahrer sich voll und ganz auf das Fahrgeschehen konzentrieren und nicht noch weiterhin durch die abdimmende Sprachausgabe gestört werden. Aus diesem Grund wurde auch die Option des Abdimmens mit einem Signalton am schlechtesten bewertet. Der zusätzliche Signalton bedeutet für den Fahrer eine zusätzliche Ablenkung. Grundsätzlich lässt es sich vermuten, dass bei Erkennen einer Risiko-Situation das System ohne Aufforderung in den Hintergrund verschwinden soll, so dass der Fahrer sich komplett auf das Meistern der Verkehrssituation konzentrieren kann. Mittlere Bewertung hat die Gestaltungsoption mit der optischen Anzeige von beispielsweise „Pause“ erhalten, das dem Fahrer eine zusätzliche Rückmeldung bietet. Hier bleibt jedoch noch die Frage offen an welcher Stelle im Bordinstrument die Anzeige erfolgen könnte, um den Fahrer nicht unnötig zu stören.

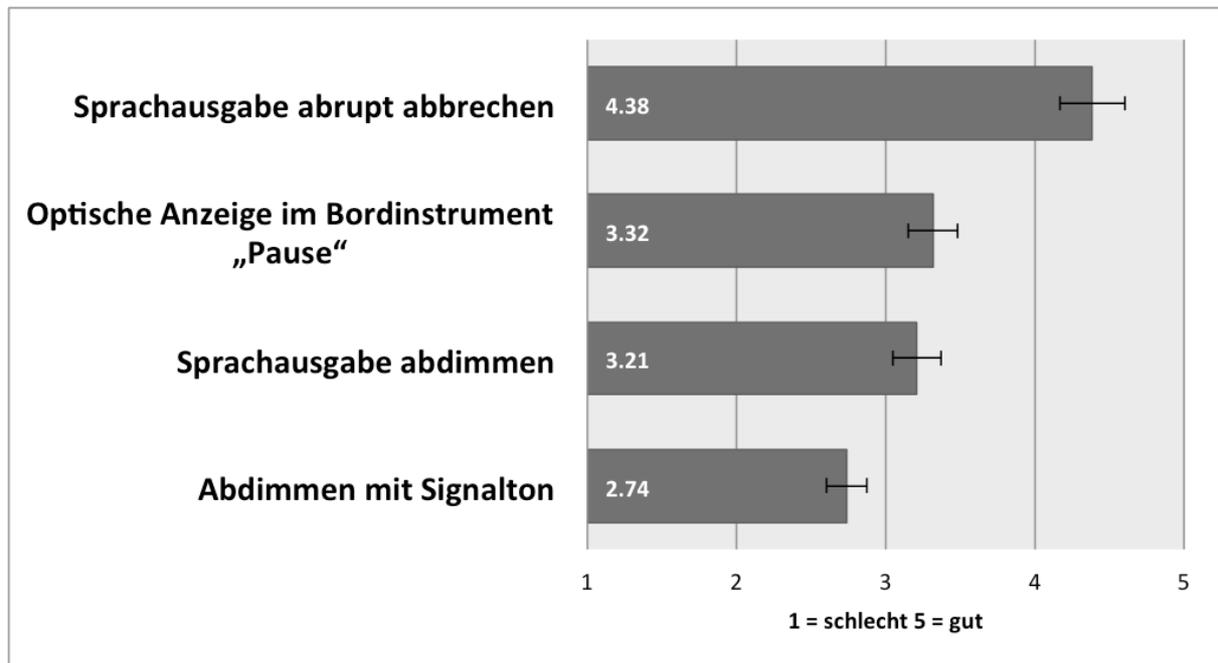


Abbildung 4-19: Bewertung der Gestaltungsmerkmale für ein adaptives System
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Erkennung einer Risiko-Situation bewirkt das Pausieren der sprachlichen Ausgabe der Nachrichten. Ist die Risiko-Situation vorüber, so wird vorausgesetzt, dass die sprachliche Ausgabe wieder fortgesetzt wird. Hier ergeben sich ebenso verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten, die zusammen mit den Bewertungsergebnissen in der Abbildung 4-20 eingesehen werden können. Die Bewertung zeigt, dass eine Fortsetzung der Ausgabe ab der letzten Stelle nicht gewünscht ist. Das liegt darin begründet, dass man als Fahrer durch das Meistern der Risiko-Verkehrssituation den Kontext der ausgegebenen Nachricht vergisst und sich aus diesem Grund nur mit Mühe wieder bei der einfachen Fortsetzung der Sprachausgabe diesen wiedererlangen kann. Gut bewertet wurde dagegen die Option des Fortsetzens der Sprachausgabe am Anfang eines jeden angefangenen Satzes im Text. Somit kann der Fahrer den Kontext der Nachricht leichter wiedererlangen. Relativ gut bewertet wurde auch die Möglichkeit mit einem Signalton zu signalisieren, dass die Ausgabe wieder fortgesetzt wird. An dieser Stelle muss auch betont werden, dass die einzelnen aufgeführten Gestaltungsoptionen keinesfalls sich gegenseitig ausschließen und somit auch kombiniert werden können. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang die Fortsetzung der Ausgabe am Anfang des letzten Satzes und die Einleitung dieser Sequenz mit einem Signalton.

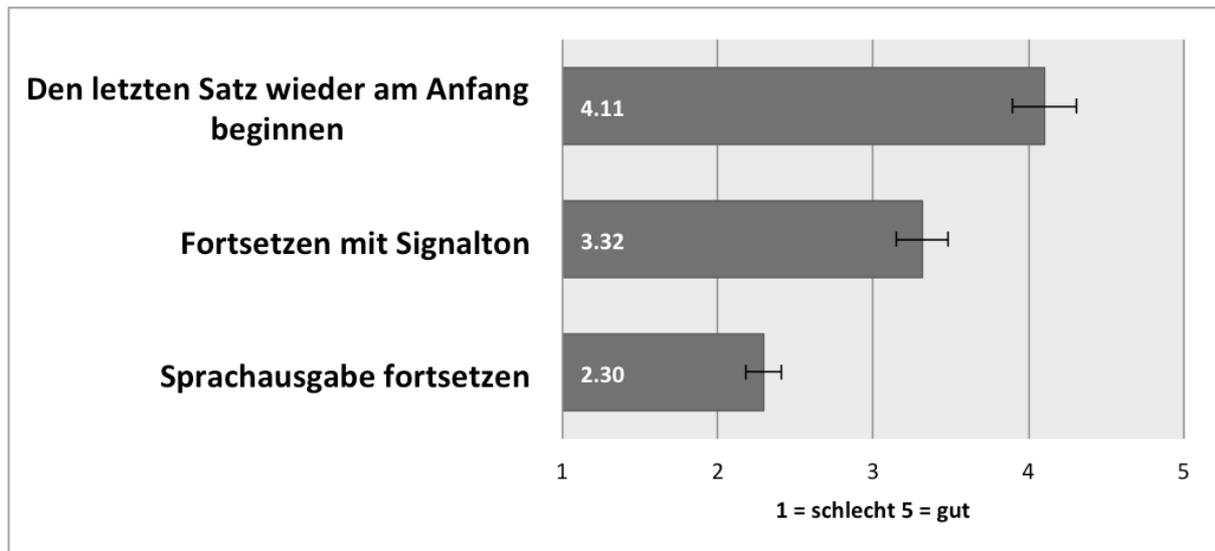


Abbildung 4-20: Gestaltung bei Verlassen einer Risikosituation im Straßenverkehr
(Quelle: Eigene Darstellung)

Ergänzend zu den aufgeführten Gestaltungsmerkmalen für ein adaptives System, stellt sich jedoch auch die Frage, ob die Aktionen wie das Pausieren und die Wiederaufnahme der Sprachausgabe vom System oder vom Fahrer selber initiiert werden sollen. Dieser Aspekt wurde nicht in diesem Fragebogen abgedeckt. Jedoch liefern Untersuchungen von Jamson et al. (2004) und Iqbal et al. (2011) wertvolle Hinweise bezüglich dieses Aspekts. Da der Sinn eines adaptiven Systems darin besteht den Fahrer vor Risiko-Situationen zu schützen, erwarten Fahrer, dass bei der Erkennung dieser das System die Kontrolle über den Ablauf übernimmt und die Ausgabe bzw. die Interaktion mit dem Kommunikationssystem im Allgemeinen pausiert (Iqbal et al. 2010). Beim Verlassen einer Risiko-Situation wird vom Fahrer jedoch gewünscht selber zu entscheiden ab welchem Zeitpunkt die Interaktion fortgesetzt werden soll (Jamson et al. 2004). Grund dafür ist die Tatsache, dass jeder Fahrer unterschiedlich lang für das Meistern einer Verkehrssituation braucht und somit das selbstständige Wiederaufnehmen der Interaktion durch das System den Fahrer stören würde. Das hätte zur Folge, dass auch die Performanz der sekundären Aufgabe darunter leiden würde.

4.4.4.6 Teil F: Persönlicher Mehrwert

Der letzte Teil des Fragebogens fragte den persönlichen Mehrwert durch ein adaptives bzw. kontextsensitives Infotainment-System im Auto ab. Da anzunehmen war, dass der Mehrwert der Nutzung eines solchen Systems abhängig von der Kommunikationsart (E-Mail oder SMS) und dem Kontext (privat oder beruflich) der Nutzung abhängt, wurden die Angaben wie auch schon im Teil A des Fragebogens nach diesen Dimensionen unterteilt. Auf die Frage, ob die Nutzung eines adaptiven Systems einen Mehrwert darstellen würde, konnten die Befragten zwischen den Abstufungen „unbedingt“, „teilweise hilfreich“, „kaum hilfreich“ und „überflüssig bzw. nicht sinnvoll“ wählen (siehe Abbildung 4-21).

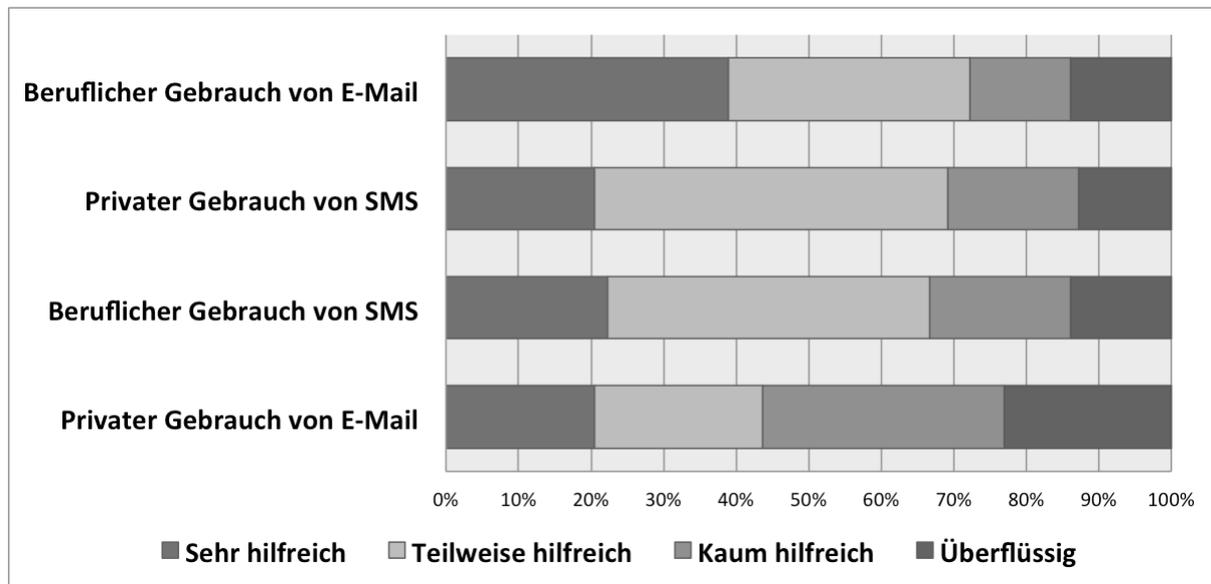


Abbildung 4-21: Persönlicher Mehrwert durch ein adaptives Kommunikationssystem
(Quelle: Eigene Darstellung)

Wie an den Ergebnissen in der Abbildung 4-21 ersichtlich ist, finden ca. 70% aller Befragten, dass die Nutzung eines solchen adaptiven Systems entweder sehr oder teilweise hilfreich im Auto ist, was auf die grundsätzliche Nützlichkeit eines solchen Systems hindeutet. Lediglich bei der Nutzung von privaten E-Mails sinkt die Bereitschaft zur Nutzung auf ca. 40%. Bei privaten E-Mails herrscht offensichtlich im Gegensatz zu SMS keine Notwendigkeit diese während der Fahrt zu bearbeiten. Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass beim beruflichen Gebrauch von E-Mail nahezu 40% der Befragten angegeben haben, dass sie ein solches System in Verbindung mit beruflichen E-Mails unbedingt nutzen würden. Diese hohe Bereitschaft unterstreicht, dass das Haupteinsatzszenario eines solchen adaptiven Systems in der beruflichen Kommunikation per E-Mail liegen würde.

4.4.4.7 Teil G: Anmerkungen der Teilnehmer

Am Ende des Fragebogens hatten die Teilnehmer die Möglichkeit Anmerkungen zum Fragebogen und zur Durchführung, Verbesserungsvorschläge, allgemeine Gedanken und Ideen zum Thema kontextorientierte Infotainment-Systeme abzugeben. Hierbei handelte es sich um eine offene Frage und aus diesem Grund waren die Teilnehmer in ihren Äußerungen nicht eingeschränkt. Eine Mitschrift dieses Teils des Fragebogens kann im Anhang E.2 eingesehen werden und bleibt der Interpretation des Lesers überlassen. Eine konkrete Auseinandersetzung mit den Kommentaren würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

4.4.5 Ergebniszusammenfassung und Diskussion

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der Umfrage nochmals in Kürze dargestellt und diskutiert werden. Die Darstellung der Ergebnisse ist dabei thematisch gegliedert.

Asynchrones Kommunikationsverhalten:

In der beruflichen Kommunikation nimmt E-Mail die vorrangige Bedeutung ein (60% der gesamten Kommunikation). Kommunikation über SMS ist dagegen nachrangig. In der privaten Kommunikation nehmen E-Mail und SMS eine gleiche Bedeutung ein (je ca. 30% der gesamten Kommunikation).

Bereitschaft zur Nutzung der asynchronen Kommunikation am Steuer:

Fahrer sind grundsätzlich bereit neben dem Telefonieren am Steuer auch asynchrone Kommunikationsmittel wie E-Mail und SMS zu nutzen. Für viele macht diese Kommunikationsart am Steuer nur Sinn wenn sie länger als eine halbe Stunde unterwegs sind und zudem die Geschwindigkeit von 130 km/h nicht überschreiten. Laut der Studie von Randstad (2008) verbringen jedoch Deutsche Arbeitnehmer auf dem Weg zur Arbeit und zurück durchschnittlich 90 Minuten am Tag im Auto. Mehr als zwei Drittel benutzen das Auto als Mittel, um in die Arbeit zu kommen. Zudem bewegt man sich auf zwei Dritteln der Deutschen Autobahnen ohnehin bei einem Tempolimit von 130 km/h (VDA 2007). Ca. die Hälfte der Befragten würden asynchrone Kommunikationsmittel während dem Fahren nicht nutzen wenn der Beifahrer vorhanden ist. Gründe dafür sind Vertraulichkeit der Inhalte und Frage der Etikette. Der Besetzungsgrad der Fahrzeuge beträgt jedoch ohnehin im Mittel nur 1.3 Personen pro Pkw-Fahrt (Amt für Statistik 2010). Vor dem Hintergrund dieser Zahlen stellt somit die Nutzung von asynchronen Kommunikationsmedien im Auto einen realen Anwendungsfall dar.

Wegen der Beschaffenheit vor allem der E-Mail Kommunikation werden hier jedoch große Hürden gesehen, da vor allem diese Kommunikationsform die Sicherheit beim Autofahren gefährden könnte. Gründe dafür sind die Informationsmengen mit denen man es als Fahrer zu tun hat und zudem die Komplexität der Interaktion, die die Nutzung beim Autofahren erschweren. Trotz der Annahme, dass vor allem das Beantworten von Nachrichten den höchsten Grad der Fahrerablenkung verursachen würde, gehört diese Funktion für die meisten Autofahrer zur Kommunikation per E-Mail dazu. D.h. reines Anhören von Nachrichten stellt für die meisten keinen wirklichen Anwendungsfall im Auto dar. Dabei sind Fahrer bereit entweder komplett auf die Nutzung der asynchronen Kommunikation zu verzichten (wie beispielsweise in Risiko-Situationen) oder den kompletten Zugriff auf die Funktionalität zu haben.

Notwendigkeit für adaptives Verhalten des asynchronen Kommunikationssystems:

Die Nutzung der asynchronen Kommunikation wie E-Mail und SMS werden in Standard-Verkehrssituationen wie beispielsweise Autobahnfahrten, Stop&Go, Stehen an der roten Ampel als weniger kritisch gesehen. Denn bei diesen Verkehrssituationen handelt es sich um Situationen, die weitestgehend automatisiert und ohne große kognitive Belastung gemeistert werden können. Hier grenzen sich jedoch Situationen wie Kreuzungen, Autobahnauf- und -abfahrten ab, denn entweder sind es Situationen, die entweder ein überdurchschnittlich hohes Fahrkönnen verlangen oder in diesen Situationen viele unvorhergesehene Ereignisse passieren können, die die komplette Aufmerksamkeit des Fahrers erfordern. Gerade solche Verkehrssituationen schließen die Nutzung von sekundären Aufgaben wie die asynchrone Kommunikation aus oder lassen nur eine eingeschränkte Nutzung zu. Diese Vermutung wird auch durch die aktuellen Statistiken bestätigt. 68% aller Unfälle ereignen sich innerorts und vorwiegend bei Abbiegevorgängen wie an Straßenkreuzungen (Vorndran 2011). Vor diesem Hintergrund wird ersichtlich, dass die asynchrone Kommunikation gerade in solchen Verkehrssituationen der hauptsächliche Anwendungsfall für adaptive Systeme wäre. So kann

man sich vorstellen, dass die Interaktion mit dem im Auto integrierten Kommunikationssystem bei Annäherungen an große Straßenkreuzungen, Fußgängerübergänge oder bei Abbiegevorgängen pausiert wird. Bei Verlassen der kritischen Verkehrssituation kann die Interaktion wieder aufgenommen werden. Vor allem das Diktieren von Nachrichten bei der Interaktion mit einem asynchronen Kommunikationssystem wird von Befragten als kritisch angesehen. Gleichzeitig stellt vor allem diese Phase wie weiter unten diskutiert eine Herausforderung bei einem adaptiven Kommunikationssystem dar, denn im Gegensatz zur Wiedergabe von Nachrichten, kann diese Aktion nur schwer pausiert werden wenn man gerade beim Diktieren einer Nachricht ist.

Gestaltungsmerkmale für ein adaptives Kommunikationssystem:

Bezüglich der Beschaffenheit von einem adaptiven Kommunikationssystem im Auto finden die Befragten eine multimodale Nutzung, d.h. der gleichzeitige Einbezug von Sprachausgabe, des Headunit-Displays und eines evtl. vorhandenen Headup-Displays, sinnvoll. Der Anwendungsfall für die multimodale Nutzung wäre das Mitverfolgen der Systemwiedergabe von Nachrichten und das Kontrollieren des Diktierten am Bildschirm. Grundsätzlich ist eine multimodale Nutzung von Ein- und Ausgabegeräten sinnvoll wie eine Untersuchung von Brumby et al. (2011) zeigt. In nicht kritischen Verkehrssituationen wie z.B. an einer roten Ampel kann der Bildschirm fürs Lesen bzw. Kontrollieren des Diktierten verwendet werden, um die Aufgabe schneller abzuschließen. Bei anspruchsvollen Situationen macht das Umschalten auf die Sprachein- und -ausgabe die Absolvierung der Aufgaben zwar langsam, aber auch ungefährlicher. Der genaue Einfluss der multimodalen Nutzung von Ein- und Ausgabegeräten im Auto auf die Ablenkung muss jedoch noch weiter in der Forschung untersucht werden.

Bezüglich der Erkennung einer kritischen Situation im Straßenverkehr erwarten die Nutzer, dass das adaptive System die Interaktion (z.B. das Vorlesen der Nachrichten) abrupt abbricht und diese nicht beispielsweise abdimmt oder gar beim Benutzer wegen dem Abbruch nachfragt. Der Abbruch kann mit einer kurzen Anzeige auf dem Display kombiniert werden. Die kritische Frage an dieser Stelle ist jedoch wie genau beispielsweise das Diktieren von einer Nachricht unterbrochen werden kann. Fahrer könnten einen plötzlichen Abbruch beim Diktat als sehr unangenehm empfinden und bei ungewohnter Nutzung sich mehr mit dem Kommunikationssystem beschäftigen als mit der Verkehrssituation selber. Beim Wiederaufnehmen der Interaktion könnte man, ähnlich zum Vorlesen einer Nachricht, die letzten Sekunden des aufgezeichneten Diktats dem Fahrer vorzulesen, um ihm den Kontext in Erinnerung zu rufen. Ob so ein Gestaltungsmerkmal jedoch praktikabel ist und von potentiellen Nutzern akzeptiert wird, muss jedoch noch untersucht werden.

Subjektiver Mehrwert eines adaptiven Systems:

Grundsätzlich stufen die Befragten ein adaptives asynchrones Kommunikationssystem als nützlich ein. Vor allem die Personen, die viel beruflich unterwegs sind, sehen den vordergründigen Anwendungsfall eines solchen Systems in der beruflichen E-Mail Kommunikation von unterwegs (über 70% der Befragten stufen ein solches System als hilfreich ein). Über 65% der Befragten finden allerdings auch die Nutzung im Falle der SMS-Kommunikation nützlich.

4.4.6 Implikationen

Damit adaptive bzw. kontext-sensitive Kommunikationssysteme tatsächlich dem Fahrer einen Mehrwert bringen und eine sichere und dennoch produktive Kommunikation ermöglichen, müssen Risiko-Situationen zuverlässig erkannt werden. Übliche Risiko-Situationen können Straßenkreuzungen, Abbiegevorgänge, Autobahnauf und -abfahrten sein bei denen das System die Aufmerksamkeit des Fahrers gezielt auf das Verkehrsgeschehen lenkt indem es die Kommunikation pausiert. Somit werden im Auto bzw. in einem Automotive-Backend (siehe Kapitel 5) Komponenten gebraucht, die solche Situationen im Voraus erkennen. Dabei können es statische Informationen sein wie die Positionen von Verkehrskreuzungen, Autobahnauf und -abfahrten usw. Diese Informationen können vom Auto mit der aktuellen Position des Autos verglichen werden, um einzuschätzen, ob sich das Auto einer potentiellen Risiko-Situation nähert. Zudem können auch dynamische Verkehrsinformationen eingebunden werden wie der aktuelle Verkehr, Baustellen und Wetterlage, um eine Vorhersage zu treffen, ob eine hohe kognitive Fahrerbelastung zu erwarten ist oder nicht. An dieser Stelle ist auch wichtig eine Vorhersage treffen zu können, ob eine potentielle Risiko-Situation auf den Fahrer zukommt oder nicht. Aus diesem Grund ist das Einbinden des Navigationssystems in den Auswertungsprozess essentiell. So kann beispielsweise das adaptive System entscheiden, ob an Kreuzungen grundsätzlich pausiert wird oder nur wenn der Fahrer vor hat an der Kreuzung einen Abbiegevorgang einzuleiten. Sollte das Navigationssystem nicht aktiv sein, so könnte man gegebenenfalls auch über Predictive Analytics⁵⁰ vorhersagen wie die Route des Fahrers ausschauen könnte. Denkbar an dieser Stelle ist auch, dass anhand der einprogrammierten Route und der Länge der Nachrichten das adaptive System berechnet in welchen Fahrphasen welche Nachrichten dem Fahrer vorgelesen werden können.

Die kognitive Belastung bei der Bedienung eines integrierten Kommunikationssystems kann jedoch ganz individuell bei jedem Fahrer ausfallen. Das ist beispielsweise auch an den Angaben zur maximalen Geschwindigkeit, bis zu der die Fahrer bereit wären Kommunikationsaufgaben durchzuführen, zu sehen (siehe Kapitel 4.4.4.2). Hier reichen die Angaben von 100 km/h bis zu 160 km/h. Das bedeutet, dass die kognitiven Fähigkeiten primäre und sekundäre Aufgabe parallel auszuführen von Person zu Person sich stark unterscheiden können. Aus diesem Grund ist es wichtig, wie auch schon in der Studie I und II betont (siehe Kapitel 4.2.9 und Kapitel 4.3.7), den Fahrerezustand jederzeit zu überwachen und basierend darauf die Interaktion mit dem Kommunikationssystem zu gestalten. Die verschiedenen Möglichkeiten dazu sind bereits im Kapitel 4.2.9 der Studie I diskutiert worden. Im Allgemeinen ist es somit notwendig eine integrierte Sicht auf ein adaptives System zu haben. Ein adaptives System erfordert den Einbezug verschiedener Informationen wie die Fahrzeugumwelt, den Fahrerezustand und die Fahrzeugkontrolle, um ein sicheres Ausführen der Kommunikationsaufgaben während dem Fahren zu ermöglichen.

Obwohl das Diktieren von Nachrichten eine höhere kognitive Belastung für den Fahrer bedeutet (siehe Studie II und Kapitel 4.4.4.4), ist es für viele während dem Fahren unentbehrlich. Diese Funktion ist jedoch sehr stark von den aktuellen Fähigkeiten der Spracherkennung abhängig. Somit muss sicher gestellt sein, dass die Erkennung des Diktats zum größten Teil zuverlässig funktioniert und keine umfangreichere Nachbearbeitung durch den Fahrer notwendig ist. Ist es nicht der Fall, so wird ein solches System keine Akzeptanz bei den Fahrern finden. An dieser Stelle ist auf jeden Fall noch weiterer

⁵⁰ Analyse und Vorhersage von zukünftigen Ereignissen

Entwicklungsaufwand notwendig, denn ein zuverlässiges Diktieren von längeren Textpassagen ist nach wie vor eine Herausforderung für die aktuellen Sprachpakete zumal im Auto die Erkennung durch die Fahrgeräusche noch komplizierter ist (Vital 2012).

Im Rahmen der Entwicklung von adaptiven Systemen ist es zudem auch wichtig Untersuchungen zu der tatsächlichen Ablenkung zu machen. Vor allem vor dem Hintergrund des Wunsches multimodale Nutzung von solchen Systemen zu ermöglichen existieren zur Zeit nur wenige Untersuchungen, die eine genauere Auseinandersetzung mit diesem Thema liefern. Des Weiteren ist es auch notwendig zu untersuchen wie Fahrer auf ungewohntes Verhalten des adaptiven Systems reagieren würden. Ein plötzliches Pausieren der Interaktion in Verkehrssituationen in denen der Fahrer damit nicht rechnet, könnte zu einem plötzlichen Abfall der Fahrperformanz führen da der Fahrer versucht der Ursache des plötzlichen Ausfalls nachzugehen und sich somit gerade in einer Risiko-Situation weniger dem Straßenverkehr zuwendet.

4.4.7 Limitationen

In dieser Umfrage sind jedoch auch mehrere Limitationen gegeben, die im Folgenden diskutiert werden. Erstens, muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden, dass es sich um subjektive Einschätzungen der Teilnehmer handelt und nicht um in Experimenten oder Feldversuchen überprüfte Daten. Beispielsweise liegt die Angabe zur maximal zulässigen Geschwindigkeit bei der Ausführung der Kommunikationsaufgaben am Steuer im Mittel bei ca. 130 km/h. In der Realität könnte die dunkle Ziffer jedoch sehr viel höher liegen, denn in der realen Anwendung handeln Fahrer oft auch unvernünftig. Daher bedürfen die Ergebnisse in dieser Studie noch einer weiteren experimentellen Untersuchung.

Zweitens, muss bei der Entwicklung eines adaptiven Kommunikationssystems beachtet werden, dass es keine komplette Garantie für sicheres Fahren geben kann, sondern das Ziel von solchen Entwicklungen ist die Fahrsicherheit bei der Ausübung von sekundären Aufgaben am Steuer zu erhöhen. Ein plötzlich über die Straße laufendes Kind oder ein unerwartetes Fahrmanöver anderer Verkehrsteilnehmer können von so einem System nicht vorhergesagt werden. Aus diesem Grund sollte beim Fahrer bei der Benutzung eines solchen Systems auch nicht der Eindruck entstehen, dass das Kommunikationssystem die komplette Kontrolle über die möglichen Risikosituationen behält.

Drittens, wie weiter oben bereits angemerkt, konnten die Befragten bei dieser Umfrage davon ausgehen, dass sie ein perfektes Sprachein- und -ausgabesystem im Auto benutzen können. Dieser Fall wird jedoch in der Realität nie erreicht und somit muss diese Limitation bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Insbesondere das Ablenkungspotential beim Diktieren von Nachrichten könnten in Wirklichkeit sehr viel höher sein wenn man annimmt, dass bei einer diktierten Nachricht noch Korrekturen seitens des Fahrers vorgenommen werden müssen.

4.4.8 Prototypische Entwicklung eines adaptives Systems

Um erste Erfahrungen mit adaptiven Infotainment-Systemen zu sammeln, wurde im Anschluss an diese Umfrage eine explorative prototypische Entwicklung eines solchen Systems im Rahmen einer studentischen Arbeit von Claus Mehrwald durchgeführt. Im Vordergrund dieser Entwicklung stand die Überprüfung der Machbarkeit eines solchen Konzeptes, das Sammeln von ersten Erfahrungen im Umgang und die Entwicklung einer

Basisumgebung für weitere Forschungsarbeiten. Wie im Kapitel 4.4.6 bereits erläutert, gibt es mehrere Möglichkeiten eine mögliche Risiko-Situation im Straßenverkehr zu erkennen. Die einfachste Möglichkeit ist die Abfrage von statischen und fest gespeicherten Informationen wie GPS Positionen von Kreuzungen, Autobahnauf- und abfahrten usw. Diese Information kann vom Auto genutzt werden, um die Annäherung an eine Kreuzung zu erkennen und gegebenenfalls die Interaktion des Fahrers mit dem Infotainment-System einzuschränken bzw. zu pausieren. Die erste prototypische Implementierung umfasste diesen Anwendungsfall welcher schematisch in der Abbildung 4-22 dargestellt ist. Der Anwendungsfall umfasst zunächst, dass der Fahrer auf eine Kreuzung zufährt. Dabei ist das E-Mail Kommunikationssystem aktiv und liest dem Fahrer neu eingegangene E-Mail Nachrichten vor (Schritt A). Beim Einfahren des Fahrzeugs in einen Bereich, der die T-Kreuzung absteckt, wird die Situation als eine mögliche Risiko-Situation interpretiert, denn der Fahrer muss zum kompletten Stillstand kommen und dem von links kommenden Verkehr die Vorfahrt gewähren. Solch eine Situation erfordert volle Aufmerksamkeit des Fahrers, die von einer gleichzeitig ausgeführten sekundären Aufgabe wie dem Anhören von E-Mail Nachrichten gestört werden kann. Somit wird die Sprachausgabe pausiert was auch mit einer zusätzlichen visuellen Anzeige dem Fahrer signalisiert wird (Schritt B). Im weiteren Schritt (Schritt C) kommt der Fahrer zum kompletten Stillstand, wartet bis der von links kommende Verkehr die Kreuzung passiert und leitet den Abbiegevorgang ein. Das Verlassen der Kreuzung nach dem Abbiegevorgang aktiviert wieder das System und der Fahrer hat die Möglichkeit die Sprachausgabe am Anfang des angefangenen Satzes wieder fortzusetzen (Schritt D).

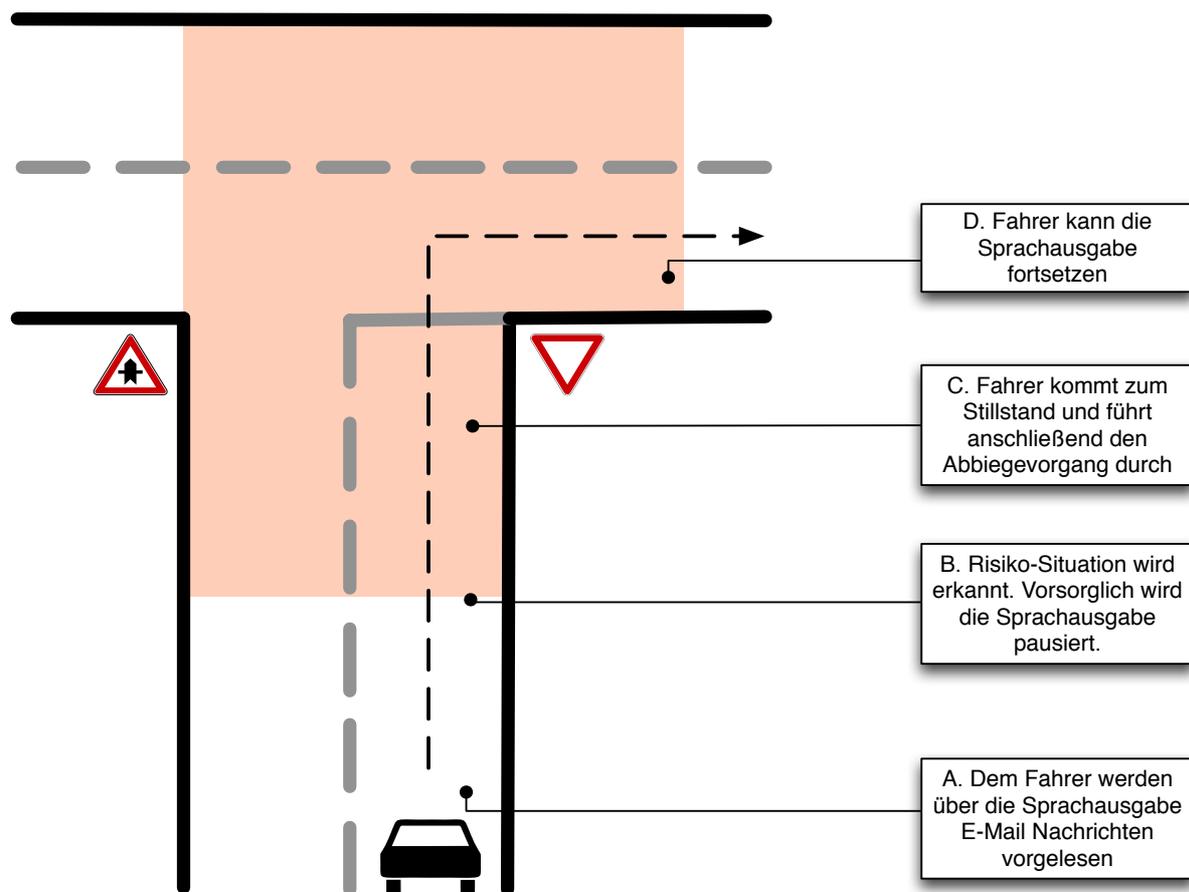


Abbildung 4-22: Funktionsweise eines adaptiven Kommunikationssystems
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die prototypische Umsetzung erfolgte wie oben beschrieben nach den Gestaltungsmerkmalen für adaptive Systeme, die im Rahmen dieser Umfrage erarbeitet wurden (siehe Kapitel 4.4.5). Als Plattform zur Entwicklung der Anwendung diente ein Apple iPhone Gerät, da es einen GPS Sensor mitbringt und die dazugehörige XCode Umgebung eine prototypische Entwicklung in kürzester Zeit erlaubt. Das Aussehen des Prototyps und ein Eindruck der Benutzung ist in der Abbildung 4-23 zu sehen. Beim Design der Applikation ist vor allem ein großer Wert darauf gelegt worden die Interaktion so intuitiv wie möglich zu gestalten und auf die Merkmale der Nutzung im Auto einzugehen. So erfolgt die Interaktion mit dem System über einen großen Knopf in der Mitte des Bildschirms, über den es möglich ist das Vorlesen der Nachrichten zu starten bzw. fortzusetzen (siehe linke Darstellung in der Abbildung 4-23). Diese Möglichkeit bzw. der entsprechende Zustand wird über eine grüne Taste signalisiert. Sollte die Anwendung über den eingebauten GPS Sensor des Smartphones merken, dass das Fahrzeug sich in einem Risiko-Bereich befindet (siehe rechte Darstellung in der Abbildung 4-23), so wird die Wiedergabe unterbrochen und dieser Zustand mit einem roten Knopf markiert. In diesem Zustand hat der Fahrer keine Möglichkeit die Sprachausgabe zu starten.



Abbildung 4-23: E-Mail Kommunikationssystem auf einem Smartphone
(Quelle Eigene Darstellung)

Erste Tests mit der Anwendung verliefen erfolgreich und lieferten bereits erste Erkenntnisse bezüglich den verwendeten Gestaltungsmerkmalen für ein derartiges adaptives System. Die Plattform soll auch für zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich verwendet werden.

4.4.9 Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Studie war es erste Erkenntnisse bezüglich der Konzeption und der Akzeptanz von asynchronen Kommunikationssystemen im Auto zu sammeln, die sich auf die Fahrsituation anpassen und somit dem Fahrer helfen sich situationsgerecht mit verschiedenen Kommunikationsaufgaben beim Fahren zu beschäftigen. Der relevante Anwendungsfall der E-Mail Kommunikation im Auto (siehe Kapitel 3.1), wurde auch von dieser Studie bestätigt. Vor allem im beruflichen Umfeld scheint es der vordergründige Anwendungsfall zu sein. Die Befragten gaben an, dass vor allem bei Pendlerfahrten (typischerweise Dauer über einer halben Stunde und mit Geschwindigkeit bis 130 km/h) der Einsatz eines E-Mail Kommunikationssystems im Auto für sie einen Mehrwert bringen würde. Jedoch waren sich die Befragten über die möglichen Risiken der E-Mail Kommunikation am Steuer bewusst. Vor allem das Diktieren von Nachrichten wurde als potentiell gefährlich eingeschätzt. Jedoch waren die Befragten nicht bereit auf diese Funktionalität beim Fahren zu verzichten.

Die Ergebnisse der Umfrage deuten darauf hin, dass solche Verkehrssituationen wie Autobahnfahrten, Stop&Go und das Stehen an der Ampel für Fahrer keine großen Herausforderungen darstellen und sie sich zutrauen würden der E-Mail Kommunikation nachzugehen. Kritisch werden jedoch Situationen wie z.B. das Abbiegen an Kreuzungen angesehen, die keine Standardsituation darstellen und somit auch keine sekundäre Aufgabe zulassen. In solchen Situationen können adaptive Kommunikationssysteme hilfreich sein, die bei Erkennung einer kritischen Fahrsituation (wie z.B. einer Kreuzung) die Interaktion unterbrechen und bei Meistern der Situation die Interaktion wiederaufnehmen. Bezüglich der Beschaffenheit der Interaktion mit dem System würden die Befragten hauptsächlich auf eine sprachbasierte Interaktion in Kombination mit visuellen Schnittstellen wie Bildschirmen und Head-Up Displays als optischen Anker setzen (multimodale Nutzung der Benutzerschnittstellen). An dieser Stelle ist auch ein fließender Wechsel der Benutzerschnittstellen möglich: visuelle und manuelle Schnittstellen bei Stand bzw. Stau (schnell und komfortabel) und hauptsächlich sprachbasierte Interaktion in sonstigen Verkehrssituationen (langsamer aber auch sicherer). Dabei wünschten sich auch Befragten, dass bei Erkennung einer kritischen Fahrsituation das System die Kontrolle über die Interaktion übernimmt, der Fahrer jedoch ansonsten die Kontrolle behält.

Grundsätzlich wurde ein solches adaptives Kommunikationssystem als sinnvoll eingestuft. Bei solchen Entwicklungen wäre es denkbar sich nicht nur auf statische Informationen wie Positionen von Kreuzungen zu beschränken, sondern auch dynamische Informationen wie Verkehrslage, Baustellen, Wetter und darüber hinaus auch den Fahrerzustand einzubeziehen. Darüber hinaus ist auch die Integration der im Fahrzeug eingebauten Fahrassistenzsysteme wie Brems- und Spurhalteassistent, Stop & Go Systeme usw. von Vorteil. Hier muss eine enge Kopplung mit der adaptiven Komponente im Fahrzeug erfolgen. Damit ist es jedoch notwendig ein umfassendes Konzept zur Integration dieser Daten und die entsprechenden Algorithmen auszuarbeiten. Der Fokus sollte hier auf der zuverlässigen Erkennung von Risiko-Situationen im Straßenverkehr liegen. Für diese Frage könnte sich die zukünftige Forschung auch mit dem Einbezug der Car2Car-Kommunikation (siehe Kapitel 2.2.3) und der Car2Infrastructure-Kommunikation (siehe Kapitel 2.2.3) beschäftigen, die sicherlich eine höhere Zuverlässigkeit bei der Erkennung von Risiko-Situationen garantieren könnten. Ein mögliches Anwendungsbeispiel hier wäre das Pausieren der sekundären Aufgabe wenn die vorderen Fahrzeuge ein Stauende melden. Insgesamt befindet sich dieser Forschungsbereich jedoch noch in seinen Anfängen und somit wird die Zukunft mit Sicherheit viele spannende Entwicklungen mit sich bringen.

4.5 Studienübergreifende Implikationen

Die Studien, die in diesem Kapitel zu finden sind, wurden mit dem Ziel durchgeführt das Thema der mobilen Kommunikation im Auto über E-Mail im Hinblick auf die Fahrablenkung empirisch zu untersuchen. Im Folgenden sollen anhand der erzielten Ergebnisse Implikationen aufgestellt werden und diese in Beziehung zu den bereits im Kapitel 3.4 aufgestellten Designprinzipien gesetzt werden. Dadurch sollen die aufgestellten Designprinzipien entweder bestätigt bzw. erste Hinweise zur fehlenden Gültigkeit eines Designprinzips gefunden werden. Darüber hinaus sollen auch Implikationen aufgestellt werden, die über die untersuchten Designprinzipien hinausgehen.

In diesem Kontext sind somit auch Designprinzipien und Implikationen voneinander abzugrenzen. Bei einem Designprinzip ist festgelegt in welchem Kontext es anzuwenden ist, welche Mittel zur Umsetzung geeignet sind, welche Kriterien eingehalten werden müssen und welche Verfahren geeignet sind, um diese zu verifizieren. Somit ergibt sich für einen Designer eine komplette Handlungsempfehlung, die bei der Umsetzung genutzt werden kann. Bei einer Implikation handelt es sich eher um einen ersten Hinweis auf einen bestimmten Sachverhalt. Somit fehlen hier konkrete Umsetzungs- und Verifikationsschritte.

Im Folgenden werden die entstandenen Implikationen in die Bereiche Kommunikationsinhalte und –aufgaben, Design von sprachbasierten Benutzerschnittstellen und adaptives Verhalten eingeteilt und diskutiert.

4.5.1 Kommunikationsinhalte und –aufgaben

Wie an den Ergebnissen der Studien I und II zu sehen ist, spielt die Beschaffenheit der Kommunikationsinhalte einen Einfluss darauf wie gut man im Stande ist während dem Fahren die entsprechenden Inhalte aufzunehmen, diese zu verarbeiten und wie es sich dabei auf die Ablenkung auswirkt. Im Experiment I wurden Fahrer mit komplexen Inhalten konfrontiert und haben dabei die höchste Ablenkung erfahren. Im Experiment II waren Fahrer ebenfalls sensitiv bzgl. der quantitativen Textkomplexität. Hier war die Erkenntnis, dass zu einfache Inhalte in Kombination mit bestimmten Benutzerschnittstellen zu einem Aufmerksamkeitsverlust führen können. Komplexität von Inhalten kann jedoch schlecht verallgemeinert werden. Aus diesem Grund muss ein Gleichgewicht bzgl. der textuellen Komplexität hergestellt werden. Im Experiment I wurde der Digit-Span Test als Proxy für qualitativ und quantitativ komplexe Texte hergenommen. Im Experiment II wurde die quantitative Komplexität variiert. Vor allem die qualitative Komplexität hängt jedoch sehr stark vom Betrachter ab und ist daher höchst individuell. Diese Erkenntnis aus den Studien liefert zudem auch eine Bestätigung für das bereits aufgestellte Designprinzip zur Informationspräsentation P1, das besagt, dass der Fahrer keinen umfangreichen und komplexen Inhalten ausgesetzt werden sollte (siehe Kapitel 3.4.1.1). Somit kann die folgende Implikation aufgestellt werden, die weiterer Forschung bedarf:

Implikation II: Komplexität von Kommunikationsinhalten wirkt sich auf die Performanz sowohl der primären Aufgabe des Fahrens als auch der sekundären Aufgabe aus. Daher sollte die Komplexität von Kommunikationsinhalten analysiert und bei der Gestaltung der Benutzerinteraktion im Auto berücksichtigt werden.

(Unterstützung des Designprinzips zur Informationspräsentation P1)

Studie I und II liefern zudem Beweise dafür, dass die verschiedenen Aktivitäten im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation im Auto unterschiedliche kognitive Belastung des Fahrers bedeuten. So zeigt sich, dass die Ablenkung beim Anhören von Nachrichten während der Fahrt zwar eine zusätzliche Ablenkung des Fahrers bedeutet, aber eine deutlich niedrigere Ablenkung hervorruft als z.B. das Diktieren von Nachrichten. Das liefert Hinweise darauf, dass Designer von Benutzerschnittstellen und Diensten im Auto die unterschiedlichen kognitiven Beanspruchungen von sekundären Aufgaben berücksichtigen sollten. Radikale Berücksichtigung dieses Ziels könnte z.B. zur Folge haben, dass bestimmte Kommunikationsaufgaben während der Fahrt nicht verfügbar sind. Diese Erkenntnis liefert Bestätigung für das Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion P5 (siehe Kapitel 3.4.2.2) und für das Designprinzip zum Systemverhalten P7 (siehe Kapitel 3.4.3.1). Daher kann die folgende Implikation aufgestellt werden:

Implikation I2: Verschiedene Aufgaben im Bereich der asynchronen textuellen Kommunikation haben unterschiedliche kognitive Anforderungen an den Fahrer. Somit eignen sich nicht alle Aufgaben dafür, um in anspruchsvollen Verkehrssituationen ausgeführt zu werden.

(Unterstützung des Designprinzips der Benutzerschnittstelleninteraktion P5 und des Designprinzips zum Systemverhalten P7)

Im Experiment II wurden passende synthetische Stimmen dazu verwendet, um zu zeigen, dass die Problemlösungsfähigkeit bei der sekundären Aufgabe steigt wenn eine kognitive Übereinstimmung zwischen der Aufgabe und der Präsentationsweise besteht. Somit besteht für Designer von fahrzeuginternen Benutzerschnittstellen durch verschiedene Gestaltungen die Performanz der sekundären Aufgaben zu steigern. Daher kann gefolgert werden:

Implikation I3: Durch Verwendung von Präsentationsweisen für Informationen, die unmittelbar dem Lösungsweg der sekundären Kommunikationsaufgabe entsprechen, kann eine bessere sekundäre Performanz während der Fahrt erzielt werden.

(Unterstützung des Designprinzips zur Informationspräsentation P3)

4.5.2 Design von sprachbasierten Kommunikationssystemen im Auto

Das Aufnehmen von umfangreichen Informationen über visuelle Schnittstellen ist wegen der hohen Ablenkung am Steuer nicht möglich. Vor allem das Experiment I zeigt jedoch, dass das Aufnehmen von umfangreichen Inhalten über sprachbasierte Benutzerschnittstellen mit einer ähnlich hohen Ablenkung wie auch das Telefonieren am Steuer über eine Freisprecheinrichtung möglich ist. Jedoch zeigen auch die Ablenkungswerte (Experiment I und II), dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen kein Allheilmittel gegen Ablenkung sind, sondern eine gute Alternative gegenüber visuellen Benutzerschnittstellen. Daher kann Folgendes geschlussfolgert werden was auch das bereits aufgestellte Designprinzip der Benutzerschnittstelleninteraktion P4 unterstützt:

Implikation I4: Sprachbasierte Benutzerschnittstellen minimieren visuelle und biomechanische Ablenkung im Auto, verursachen aber trotzdem zusätzliche kognitive Ablenkung im Vergleich zum Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe.

(Unterstützung des Designprinzips der Benutzerschnittstelleninteraktion P4)

Im Experiment II wurde anschaulich gezeigt, dass die Verwendung von passenden synthetischen Stimmen in einem sprachbasierten Kommunikationssystem den Vorteil hat, dass die Performanz der sekundären Aufgabe ansteigt. Jedoch sinkt auch gleichzeitig der Anteil der Aufmerksamkeit, der für das sichere Fahren gebraucht wird und geht zu der sekundären Aufgabe über. Das hat zur Folge, dass bei der Ausübung von sekundären Aufgaben am Steuer immer sichergestellt sein muss, dass ein Gleichgewicht in der Aufmerksamkeitsverteilung vorliegt und die primäre Aufgabe des Fahrens nicht unter einem Aufmerksamkeitsdefizit leidet. Aus diesem Grund muss auch seitens der Designer von Benutzerschnittstellen unterschieden werden, ob primäre oder sekundäre Benutzerschnittstellen in ihrer Natürlichkeit und Einfachheit in der Benutzung verbessert werden. Natürlichere Benutzerschnittstellen, die für die primäre Fahraufgabe gedacht sind, können wesentlich zu einem sichereren Fahren beitragen (z.B. Headup-Displays). Kontrovers zum aufgestellten Designprinzip zur Informationspräsentation P3, werden an dieser Stelle Zweifel geäußert, ob dieses Gestaltungsprinzip nicht mit der Fahrsicherheit im Konflikt steht. Somit kann die folgende Implikation aufgestellt werden, die jedoch noch weiterer wissenschaftlicher Untersuchung bedarf:

Implikation 15: Vereinfachung der Ausübung der sekundären Aufgabe durch bessere Benutzerschnittstellen steigern nicht nur die Performanz der sekundären Aufgabe, sondern nehmen auch die Aufmerksamkeit weg vom Fahren. Aus diesem Grund muss zwischen dem Design von primären und sekundären Benutzerschnittstellen unterschieden werden was die Natürlichkeit und die Einfachheit der Bedienung betrifft.

(Kontrovers zum Designprinzip zur Informationspräsentation P3)

4.5.3 Workload management und adaptives Systemverhalten

Über die verschiedenen Experimente hinweg, die im Rahmen dieser Dissertation durchgeführt wurden, häufen sich die Hinweise dafür, dass der Fahrer nicht immer seine kognitive Belastung und somit seine Performanz korrekt einschätzen kann. Das Experiment I zeigt, dass durch komplexe Inhalte eine hohe Ablenkung beim Fahrer ausgelöst werden kann. Im Experiment II wird ersichtlich, dass Fahrer ihre kognitive Belastung als niedrig einschätzen, obwohl genau in diesem Moment ihre Fahrperformanz am schlechtesten ist. Somit kann vermutet werden, dass Fahrer die primäre Aufgabe des Fahrens vernachlässigen kann ohne es wahrzunehmen. Was verdichtet die Hinweise darauf, dass ein sicheres Ausüben von sekundären Aufgaben am Steuer nur dann möglich ist wenn der kognitive Zustand des Fahrers laufend überwacht wird. Eine fachliche Bezeichnung dafür stammt vom Wissenschaftler Paul Green, der den Begriff des sogenannten Workload Managers eingeführt hat (Green 2004). Wie bereits im Kapitel 4.2.9 näher erläutert, kann ein Workload Manager anhand solcher Daten wie dem Fahrzustand, der Verkehrssituation oder der Fahrzeugkontrolle darauf zurückschließen, ob der Fahrer im Stande ist eine sekundäre Aufgabe auszuführen. Für den sinnvollen Einsatz eines Workload Managers ist jedoch auch die Adaptivität von Benutzerschnittstellen erforderlich. Ein gutes Beispiel dafür liefert Iqbal et al. (2011), bei dem das Telefonsystem im Auto das Gespräch pausiert wenn sich der Fahrer z.B. gerade in einem Abbiegevorgang oder in einem Überholmanöver befindet. Studie III in

dieser Arbeit liefert zudem Hinweise dafür, dass Fahrer einen Mehrwert in einem adaptiven Kommunikationssystem sehen würden wenn es ihnen hilft sicherer am Steuer zu kommunizieren. Alle diese Erkenntnisse unterstützen das bereits aufgestellte Designprinzip zum Systemverhalten P7 (siehe Kapitel 3.4.3.1). Somit kann die folgende Implikation aufgestellt werden:

Implikation 16: Der kognitive Zustand des Fahrers und damit auch die Fähigkeit des Fahrers zur Ausübung bestimmter Kommunikationsaufgaben muss laufend von einem sogenannten Workload Manager überwacht werden. Informationen wie der kognitive Zustand des Fahrers, die Verkehrssituation und die Wagenkontrolle liefern dem Workload Manager Hinweise darauf, ob bestimmte Aktivitäten sicherer ausgeführt werden können oder ob diese zeitweise eingeschränkt werden sollten.

(Unterstützung des Designprinzips zum Systemverhalten P7).

4.6 Diskussion

Die im Kapitel 3.4 aufgestellten Designprinzipien zur Gestaltung der mobilen Kommunikation im Auto wurden anhand der prototypischen Entwicklungen aus dem Kapitel 3.3.2 erarbeitet. Bei diesen Designprinzipien handelt es sich noch nicht um fest etablierte Gestaltungsmöglichkeiten, sondern vorerst um Kandidaten, die im Rahmen weiterer Forschung und Entwicklungen evaluiert werden müssen. Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studien lieferten jedoch wertvolle Ergebnisse, die entweder bestimmte Designprinzipien in ihrer Gültigkeit unterstützen oder jedoch kontrovers zu diesen sind. In der Tabelle 25 ist der Zusammenhang zwischen den Implikation, die als Ergebnis aus den Studien rausgekommen sind, und den bereits aufgestellten Designprinzipien zu sehen. Dabei ist der Tabelle zu entnehmen welche Implikationen aus den durchgeführten Studien welche aufgestellten Designprinzipien in ihrer Gültigkeit unterstützen und welche eher zum Überdenken eines Designprinzips anstoßen.

Implikation	Designprinzipien zur Informationspräsentation			Designprinzipien zur Benutzerschnittstelleninteraktion			Designprinzipien zum Systemverhalten		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
I1	●								
I2					●		●		
I3			●						
I4				●					
I5			⊙						
I6							●		

Legende: ● - Bestätigung; ⊙ - Ablehnung

Tabelle 25: Zusammenhang der aufgestellten Designprinzipien und Implikationen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Herauszustellen ist zum einen das Designprinzip zum Systemverhalten P7 (siehe Kapitel 3.4.3.1), das die Notwendigkeit des Pausierens der mobilen Kommunikation in für den Fahrer kritischen Verkehrssituationen beschreibt. Dieses Designprinzip wird von den Implikationen

I2 und I6 bestätigt. Diese heben zum einen hervor, dass die verschiedenen Kommunikationsaufgaben unterschiedliche kognitive Belastung für den Fahrer bedeuten können und zum anderen, dass der Fahrer seine eigene kognitive Belastung nur bedingt selbst einschätzen und somit diese von einem Workload Manager überwacht werden muss. Jedoch finden sich auch kontroverse Ergebnisse. Im Falle des Designprinzips zur Informationspräsentation P3 (siehe Kapitel 3.4.1.3), das vorschlägt die Präsentationsweise der Kommunikationsinhalte kognitiv passend zum möglichen Lösungsweg des Problems zu gestalten, gehen Implikationen I3 und I5 auseinander. Zum einen ist es wichtig, dass gemäß der Cognitive Fit Theorie die Präsentationsweise der Informationen dem Lösungsweg des Problems entspricht (z.B. Verwendung von E-Mails Threads zur Strukturierung und Visualisierung von zusammengehörenden E-Mails). Zum anderen kann sich laut den Ergebnissen der Studie II die Gefahr ergeben, dass wegen der besseren und natürlicheren Präsentationsweise die Aufmerksamkeit des Fahrers sich für die primäre Aufgabe des Fahrens minimiert. Somit bedarf diese Kontroverse weiterer wissenschaftlicher Untersuchung, die ein Teil weiterer Arbeiten, die auf dieser aufbauen sollen, sein könnte.

4.7 Zusammenfassung

Im Zuge dieses Kapitels wurden die drei durchgeführten Studien beschrieben, die es zum Ziel hatten den Aspekt der Fahrerablenkung empirisch zu untersuchen. Als Ergebnis dieser Studien sind Erkenntnisse entstanden, die geholfen haben solche Fragen zu beantworten wie ablenkend das Bearbeiten von E-Mails während dem Fahren ist, welche Bedeutung das Design der dafür benötigten Benutzerschnittstellen ist, welche Bedeutung die Komplexität der Kommunikationsinhalte und der Kommunikationsaufgaben hat und wie adaptives Verhalten im Kontext der mobilen Kommunikation verwirklicht werden kann.

Zunächst wird aus den experimentellen Studien I und II ersichtlich, dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen im Auto zwar die visuelle und biomechanische Ablenkung minimieren, jedoch kein Allheilmittel darstellen, da sie trotzdem noch kognitive Ablenkung verursachen. Die Erkenntnis ist übereinstimmend mit der Literatur zur Telefonie im Auto. Somit kann die Ablenkung bei der Bearbeitung von E-Mails im Auto mit dem Telefonieren über eine Freisprecheinrichtung verglichen werden. Die verursachte Ablenkung ist jedoch geringer als bei Aktivitäten wie z.B. bei der Nutzung einer Karte oder dem Einstellen eines Navigationssystems, die biomechanische Ablenkung verursachen. Aus der Studie III kommt jedoch heraus, dass Fahrer nicht gänzlich auf visuelle Schnittstellen verzichten würden, sondern diese eher als optische Anker zur besseren Orientierung eingesetzt werden sollen.

Übereinstimmend mit der Literatur war auch die Erkenntnis, dass die Aufgaben des Anhörens und des Beantwortens von E-Mails unterschiedlich hohe Ablenkung verursachen. Denn in einem Fall müssen Informationen nur aufgenommen werden und im anderen Fall diese aus dem Gedächtnis abgerufen, in Formulierungen umgewandelt und ausgesprochen werden. Diese Tatsache hat Implikationen für Designer von Kommunikationssystemen im Auto. Im Gegensatz zur Telefonie beim Fahren bei der das Sprachverstehen und die Sprachproduktion sich in einer schnellen Abfolge befinden, sind diese Aktivitäten bei der textuellen Kommunikation wie E-Mail voneinander getrennt. Daher kann in bestimmten Verkehrssituationen das Diktieren von Nachrichten vom System nicht erlaubt werden bzw. es können andere Wege gefunden werden den Fahrer bei dieser Aktivität weniger abzulenken.

Die experimentellen Studien liefern auch Hinweise dafür, dass die Kommunikationsinhalte einen moderierenden Einfluss auf die Höhe der Fahrerablenkung haben. In der Studie I haben

komplizierte und emotionale Inhalte eine höhere Ablenkung beim Fahrer verursacht. Studie II zeigte, dass unter bestimmten Umständen die quantitative Komplexität von textuellen Inhalten eine Rolle spielen kann und einfache Inhalte zu mehr Ablenkung führen können. Daraus ergibt sich, dass die Inhalte nicht zu schwer und auch nicht zu einfach sein dürfen. Was der gesunde Mittelweg ist und vor allem wie sich dieser einhalten lässt muss in weiteren Untersuchungen nachvollzogen werden.

Eine interessante Erkenntnis in Hinblick auf das Design von sprachbasierten Benutzerschnittstellen lieferte ebenso die Studie II. Diese zeigte, dass eine bestimmte Kombination aus einfachen textuellen Inhalten und einer zur Aufgabe passenden Präsentationsweise bewirken kann, dass der Fahrer sich mehr der sekundären Aufgabe widmet und somit sich einer höheren Ablenkung im Straßenverkehr aussetzt. Diese Feststellung ist somit kontrovers zum im Kapitel 3.4.1 aufgestellten Designprinzip, das besagt, dass die Präsentationsweise der Informationen kognitiv passend zur Aufgabe sein sollte. Wegen der fehlenden Eindeutigkeit bedarf es daher weiterer Untersuchungen.

Ein neuer Aspekt, der durch die aufgestellten Designprinzipien nicht abgedeckt wurde, ist die Notwendigkeit eines sogenannten Workload Managers, der über eine Vielzahl von Sensoren den Fahrer, die Wagenkontrolle und die Verkehrssituation überwacht und darauf zurückschließt wie hoch die aktuelle kognitive Belastung des Fahrers ist. Abhängig von der aktuellen kognitiven Belastung kann das Kommunikationssystem sich adaptiv verhalten und die Interaktion in Situationen hoher kognitiver Belastung (siehe Studie III für Details) pausieren oder diese gar abbrechen. Die nötigen Designprinzipien für solche adaptive Systeme liefert die Studie III. So soll das adaptive Kommunikationssystem bei Erkennen einer kritischen Situation selbständig die Interaktion pausieren. Die Wiederaufnahme der Interaktion sollte jedoch vom Fahrer ausgehen, da dieser die Kontrolle über das System behalten möchte.

Viele der im Kapitel 3.4 aufgestellten Designprinzipien wurden durch die durchgeführten Studien bestätigt. Jedoch zeigte sich am Beispiel der Informationspräsentation, dass die aufgestellten Designprinzipien noch Kandidaten sind und deren Gültigkeit auch durchaus in Frage gestellt werden kann (siehe Diskussion im Kapitel 4.6). Diese bedürfen daher einer durchgängigen weiteren Überprüfung in weiteren Studien.

Im Folgenden soll anhand der aufgestellten Designprinzipien und der Implikationen aus den Studien erste Anforderungen für eine IT-Referenzarchitektur zur Unterstützung der mobilen Kommunikation im Auto erstellt werden. Wie auch die aufgestellten Designprinzipien, wird es sich jedoch um einen ersten Entwurf handeln, der in weiterer Forschungsarbeit verifiziert werden muss.

5. IT-Referenzarchitektur zur Unterstützung des mobilen Arbeitens

Dieses Kapitel dieser Arbeit soll mit der Frage beschäftigen wie die Anwendungsfälle und die Gestaltungsmöglichkeiten für mobiles Arbeiten im Auto, die in den vergangenen Kapitel erörtert wurden, von einem Automobilhersteller umgesetzt werden können. Erst mit der Entwicklung der vernetzten Autos haben in die Fahrzeuge Informationssysteme Einzug gehalten, die eine wesentliche Voraussetzung für die Ermöglichung des mobilen Arbeitens darstellen. Wie Bauer (2011) es betont, stellt die Vernetzung von Fahrzeugen und damit auch das Anbieten von verschiedenen IT-basierten Diensten im Auto das Vorhandensein der IT auch außerhalb des Wagens dar. Nur über die sogenannten Backend-Systeme lassen sich Funktionalitäten wie beispielsweise mobiles Office im Auto ermöglichen, denn diese können die Kommunikationsinhalte ins Auto liefern und zudem dafür sorgen, dass der Benutzer diese Funktionalitäten im Auto sicher nutzen kann. Alle größeren Automobilhersteller sehen mittlerweile IT-basierte Dienste im Auto als Differenzierungsmerkmal gegenüber ihren Konkurrenten und haben somit ihre eigenen Backend-Infrastrukturen aufgebaut, die es ermöglichen (siehe AudiConnect von Audi, ConnectedDrive von BMW und CommandOnline von Daimler im Kapitel 2.3.1).

Unter einem Automotive Backend versteht man im Wesentlichen eine IT Infrastruktur auf seitens des Automobilherstellers, mit dem jedes Fahrzeug dieses Herstellers über eine mobile Internetverbindung (UMTS, LTE) verbunden ist. Diese Infrastruktur stellt für die Fahrzeuge die einzige Möglichkeit ins Internet zu kommen und diverse Dienste des Automobilherstellers zu nutzen. Das Backend selber vereint in sich zum einen die eigenen IT Systeme des Automobilherstellers und bindet zum anderen eine Vielzahl von Content Providern an, die Lieferanten für viele Inhalte, die im Auto angeboten werden können, darstellen. Somit ist es für den Fahrer möglich über ein bordeigenes Infotainment-System auf solche Dienste im Bereich Navigation, Nachrichten, Multimedia (Musik und Video), Kommunikation und Organisation (z.B. E-Mail und Terminplanung) und E-Commerce (z.B. Hotelbuchungen und Veranstaltungstickets) zuzugreifen (Wolf et al. 2012). Wie bereits im Kapitel 2.3 erörtert, machen sich nahezu alle Automobilhersteller Gedanken dazu wie sie ihren Kunden mobiles Arbeiten im Auto zugänglich machen können. Die Analyse zeigt jedoch, dass diese Aufgabe vor allem mit der Herausforderung der sicheren Ausübung von diesen Aufgaben am Steuer verbunden ist. Eine Gefährdung des Fahrers durch mobile Arbeit muss ausgeschlossen werden. Genau diesen Fokus nimmt diese Arbeit ein und daher soll in diesem Kapitel eine Referenz-Backendarchitektur für mobiles Arbeiten entwickelt werden, um aufzuzeigen welche Ausmaße eine solche Entwicklung für den Automobilhersteller haben könnte und mit welchen Herausforderungen man es zu tun hat.

5.1 Vorgehen

Da es sich bei einem Automotive Backendsystem in erster Linie um ein verteiltes Softwaresystem handelt, soll die IT-Referenzarchitektur im Sinne der Softwareentwicklung erarbeitet werden. Dazu kennt die klassische Literatur einige Vorgehensmodelle (z.B. V-Modell, Rational Unified Process und agile Prozesse), die jedoch alle solche Schritte wie Anforderungserhebung, Entwurf, Implementierung und Tests beinhalten (Rupp 2007, 47ff). Da in diesem Kapitel nur eine IT-Referenzarchitektur für ein Automotive Backend erstellt werden soll, wird der Prozess hier nicht über den Schritt des Entwurfs eines solchen Systems hinausgehen. In der Abbildung 5-1 sind die einzelnen Artefakte und deren Zusammenhang abgebildet. Angelehnt an den dargestellten Prozess soll im Folgenden die relevanten

Stakeholder aufgezeigt, Ziele definiert werden und basierend darauf Anforderungen für ein Backendsystem abgeleitet werden. Abschließend wird anhand der identifizierten Anforderungen eine IT-Referenzarchitektur erstellt.

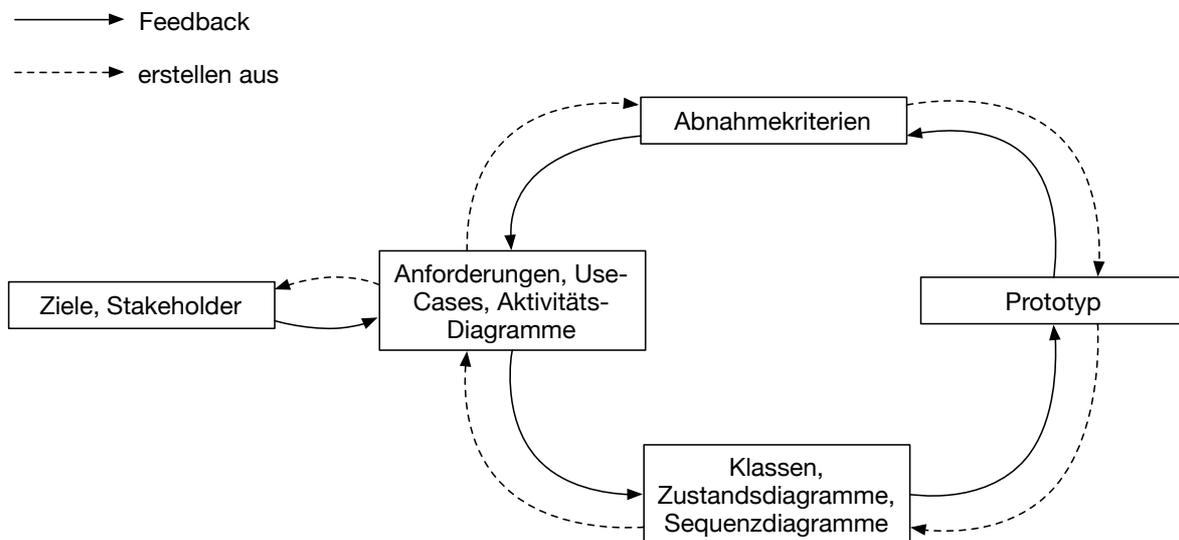


Abbildung 5-1: Verschiedene Artefakte beim Software Engineering
(Quelle: in Anlehnung an (Rupp 2007, 72))

In diesem Zusammenhang muss jedoch auch klargestellt werden, dass die Anwendungsfälle für mobiles Arbeiten am Steuer sehr vielfältig sind. Backend-Architekturen, die solche Dienste unterstützen sollen, können daher in ihren Anforderungen sehr unterschiedlich ausfallen. An dieser Stelle soll eine Backend-Architektur konzipiert werden, die von einem Anwendungsfall des mobilen Arbeitens am Steuer ausgeht. Im Kapitel 3.2 wurde E-Mail Kommunikation als vordergründiger Anwendungsfall identifiziert, der sowohl bei Kunden von Automobilherstellern gefragt ist und zum anderen für die Automobilhersteller selber eine Herausforderung in der Implementierung darstellt. Daher wird im Rahmen dieser Arbeit eine Backend-Architektur konzipiert, die primär diesen Anwendungsfall abdeckt. Da E-Mail jedoch allgemein ein Spezialfall der asynchronen textuellen Kommunikation darstellt, wird die erarbeitete Architektur auch für andere Anwendungsfälle wie SMS, Chat usw. denkbar sein.

Bei jedem Softwareentwicklungsprojekt sind Anforderungen bzgl. der Zuverlässigkeit, der Performanz, der Instandhaltung usw. ein fester Bestandteil der Anforderungsanalyse. Im Rahmen dieser Arbeit sollen solche Anforderungen jedoch ausgeklammert werden. Denn zum einen war der Fokus dieser Arbeit der Fahrsicherheitsaspekt beim Ausüben der mobilen Arbeit am Steuer. Zum anderen verfügen die Automobilhersteller bereits über Kompetenzen, die solche Aspekte wie die Absicherung der Kommunikation des Fahrzeugs zum Backend, der Zuverlässigkeit und der Performanz der Systeme abdecken. Daher sollen im Folgenden primär Ziele aufgestellt und Anforderungen identifiziert werden, die sowohl effizientes Ausüben der E-Mail Kommunikation am Steuer ermöglichen und zum anderen dabei sicheres Fahren gewährleisten.

5.2 Identifikation von Stakeholdern

Laut Rupp (2007, 88) ist die Identifizierung von möglichen Stakeholdern für ein Projekt von zentraler Bedeutung. Denn gerade von diesen Personen werden die Ziele und die Anforderungen definiert. Dabei stellen die Stakeholder alle Personen dar, die vom Einsatz und Betrieb eines Systems betroffen sein könnten, bei der Entwicklung und Betrieb des Systems mitwirken. Für ein systematisches Finden von möglichen Stakeholdern wird in (Rupp 2007, 92) ein Verfahren beschrieben, das auch in dieser Arbeit verwendet wurde. Als Ergebnis dieses Schrittes wurden die folgenden Stakeholder identifiziert:

- *Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17)/TU München:* Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik übernahm die Hauptrolle bei der Konzeption der IT-Referenzarchitektur da hier auch das INI.TUM Projekt uBase verankert war, das als Grundlage dieser Arbeit dient. An diesem Lehrstuhl fand zudem die Erstellung der verschiedenen Prototypen im Rahmen des Design Thinking Prozesses (siehe Kapitel 3.3) und die Durchführung der Studien (siehe Kapitel 4) statt.
- *I/FP- 71 (IT Fahrzeug Konzepte)/Audi AG:* Diese Fachabteilung bei der Audi AG, diente als Koordinator dieser Arbeit und beschäftigte sich thematisch mit der Konzeption und Entwicklung von neuen IT-basierten Diensten im Rahmen von Audi Connect. Da sich diese Fachabteilung auch mit der Konzeption und Betrieb der für Audi Connect nötigen Backend Infrastruktur beschäftigte, stellte sie einen idealen Partner dar.
- *Audi Business Innovation GmbH (ABI GmbH):* Diese Tochter der Audi AG beschäftigt sich mit der Konzeption und Pilotierung von neuen Mobilitätsdienstleistungen für Fahrzeuge. Da auch bei Mobilitätsdienstleistung Automotive Backend-Architekturen eine zentrale Rolle spielen, war dieser Partner vor allem in seiner Rolle als Prüfer der hier entwickelten Architektur sehr wertvoll.

5.3 Formulierung der operativen Ziele

Nach Rupp (2007, 99) folgt der Findung von beteiligten Stakeholdern die Formulierung der Ziele. Dabei wird im Allgemeinen zwischen Führungszielen, strategischen Zielen und operativen Zielen unterschieden. Die strategischen Ziele in diesem Zusammenhang sind implizit durch die Motivation und die darauf aufbauenden forschungsleitenden Fragestellungen formuliert (siehe Kapitel X). Die operativen Ziele wurden in einer Zusammenarbeit aller Stakeholder identifiziert. Diese werden im Folgenden ausformuliert und näher beschrieben. Bei der Identifizierung der Ziele und deren Formulierung half auch die vorangegangene INI.TUM Dissertation von Valentin Nicolescu, die sich mit der Konzeption und Entwicklung eines avatarbasierten Hilfesystems für den Einsatz im Fahrzeug beschäftigte (Nicolescu 2009).

Ziel 1: Der Fahrer sollte beim Fahren die wichtigsten Aufgaben im Rahmen der mobilen Kommunikation am Steuer zuverlässig durchführen können.

Da es in diesem Zusammenhang um die Ausübung der mobilen Kommunikation am Steuer geht, muss sichergestellt sein, dass Fahrer die damit verbundenen Aufgaben erfolgreich ausführen kann. Im Falle von E-Mail am Steuer fallen darunter solche Aufgaben wie z.B. das Lesen und Diktieren von E-Mails und das Suchen nach bestimmten Inhalten im E-Mail Postfach. Das Bedienen des E-Mail Systems im Auto sollte damit für den Fahrer intuitiv und

schnell erlernbar sein. Zusätzlich muss die Bedienung so gestaltet sein, dass die genannten Aufgaben auch im Fahren ohne größeren Aufwand zu bewältigen sind.

Ziel 2: Die Ablenkung des Fahrers bei der Ausübung der mobilen Kommunikation am Steuer sollte so niedrig wie möglich gehalten werden, um ihn und andere Fahrer im Straßenverkehr nicht zu gefährden.

Obwohl im ersten Ziel die erfolgreiche Ausführung der Kommunikationsaufgaben am Steuer fordert, sollte die Sicherheit des Fahrers zu jedem Zeitpunkt die vordergründige Rolle einnehmen. Gerade wenn Belastung durch das Meistern einer komplizierten Verkehrssituation mit der Belastung einer schwer zu erfüllenden sekundären Aufgabe zusammenkommt, kann dies zu einem Unfall führen (Lee et al. 2001). Solche Situationen müssen vom System im Voraus erkannt werden und entweder die entsprechenden sekundären Aktivitäten pausiert oder gar komplett unterbrochen werden. Dieses Ziel muss jederzeit von Entwicklern der IT-basierten Dienste im Auto ernst genommen werden und wurde aus diesem Grund von Vertretern der Fachabteilung I/FP-71 in den Vordergrund gestellt. Außerdem zieht sich vor allem dieses Ziel durch die komplette Arbeit durch.

Ziel 3: Softwarekomponenten zur Unterstützung der mobilen Kommunikation im Auto sollen modular und somit wieder verwendbar sein.

Da es sich bei der Architektur für ein Automotive Backendsystem um eine IT-Referenzarchitektur handeln soll, muss das Thema Modularität groß geschrieben werden. Zum einen ist es wichtig für eine Architektur, die mobile Kommunikation im Auto erlauben soll, modular aufgebaut zu sein damit Komponenten evtl. ausgetauscht bzw. erweitert werden können. So wird im Folgenden eine IT-Referenzarchitektur für mobile E-Mail Kommunikation aus dem Auto heraus erstellt. Denkbar ist es jedoch diese Architektur zu erweitern, um weitere Dienste zur asynchronen textuellen Kommunikation zu ermöglichen wie z.B. SMS, Chat, Facebook und Twitter.

Obwohl an dieser Stelle nur drei Ziele formuliert wurden, kann im Zusammenhang der Entwicklung einer solchen Architektur noch viele weitere Ziele zu beachten wie z.B. Sicherheit der Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und dem Backend, Schutz des Zugriffs von Dritten auf die gespeicherten Kommunikationsinhalte wie E-Mails im Fahrzeug selber usw. Diese Ziele standen jedoch nicht im Vordergrund dieser Arbeit und wurden damit hier nicht berücksichtigt.

5.4 Ableitung der Anforderungen

Die Ableitung der Ziele, die im vorherigen Kapitel zu finden ist, stellt die notwendige Voraussetzung für die Ableitung der Anforderungen dar (Rupp 2007, 47ff). Im Folgenden werden basierend auf den aufgestellten Zielen die funktionalen und die nicht-funktionalen Anforderungen abgeleitet (Bruegge/Dutoit 2004). Die Ableitung der Anforderungen erfolgte nicht nur anhand der Ziele, sondern primär auch in Anlehnung an die in dieser Arbeit erarbeiteten Designprinzipien (siehe Kapitel 3.4) und Implikationen (siehe Kapitel 4.5). Bei der Anforderung wird somit auf die entsprechenden Ziele und Designprinzipien bzw. Implikationen aus den Studien verwiesen. Diese wurden jedoch in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aufgestellt bzw. auf ihre Relevanz und Korrektheit überprüft.

5.4.1 Funktionale Anforderungen

Unter funktionalen Anforderungen werden benötigte Funktionalitäten verstanden. Diese können von Organisationen, Systemen und Bausteinen erfüllt werden (Arnold et al. 2008, 108). In Tabelle 26 sind die aufgestellten funktionalen Anforderungen mit der entsprechenden Zuordnung der operativen Ziele und Designprinzipien bzw. Implikationen zu finden. Zudem wurden die Anforderungen in Kategorien zwecks besserer Übersicht zusammengefasst.

Kategorie	Funktionale Anforderung	Ursprung	Ziel
Benutzerinteraktion	A1: Verwendung der Sprachein- und -ausgabe als primäre Art der Benutzerinteraktion	Grundanforderung, P4, I4	1, 2
	A2: Einsatz von Empfehlungssystemen im Rahmen der Kommunikationsaktivitäten	P9	1
	A3: Verwendung von Dialogsystemen (natürlichsprachliche Interaktion)	P9	1, 2
	A4: Verwendung einer visuellen Anzeige als sekundäre Benutzerschnittstelle (optischer Anker)	P4, I4	2
Fahrsicherheit	A5: User Workload Management (Messung des aktuellen kognitiven Zustands des Fahrers)	I6	2
	A6: Adaptives Verhalten der Kommunikationsdienste und der erforderlichen Benutzerschnittstellen anhand des Fahrerzustandes, der Verkehrssituation und der Wagenkontrolle (Workload Management)	I6	2
Kommunikationsinhalte	A7: Anbindung von Providern im Office Bereich (E-Mail, Kalender, Kontakte)	Grundanforderung	1
	A8: Möglichkeiten zur Analyse und Transformation von Texten (z.B. Zusammenfassung und Vereinfachung von Textnachrichten, Messung der Textkomplexität)	P1, I1	1, 2
Kontextinformationen	A9: Überwachung der Verkehrsumgebung und Erkennung von kritischen Verkehrssituationen	P8, I2	2
	A10: Überwachung des Fahrerzustands (Herzrate, Leitfähigkeit der Haut,)	P8	2
	A11: Überwachung der Wagenkontrolle	P8	2
	A12: Einbindung von statischen und dynamischen Verkehrs- und Wetterinformationen	P8, I2	2
Architektur	A13: Modulare Backendarchitektur	Grundanforderung	3

Tabelle 26: Funktionale Anforderungen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Wie an der Tabelle 26 zu sehen ist, konnten die funktionalen Anforderungen in die Kategorien Benutzerinteraktion, Fahrsicherheit, Kommunikationsinhalte, Kontextinformationen und Architektur eingeteilt werden. Diese entsprechen im Wesentlichen den Zielen zum einen nach erfolgreicher Ausübung der mobilen Kommunikation im Auto und zum anderen nach der Wahrung der Sicherheit am Steuer.

Wie bereits weiter oben erläutert, wurden mit Absicht keine Anforderungen bzgl. der Sicherheit der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Backend, der vertraulichen Behandlung von sensiblen Inhalten wie den E-Mails und dem zuverlässigen Betrieb des Automotive Backend berücksichtigt. Für eine vollwertige Aufstellung einer IT-Referenzarchitektur müssten diese Punkte in einem weiteren Schritt berücksichtigt und gegebenenfalls die Architektur erweitert werden.

5.4.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Unter nicht-funktionalen Anforderungen versteht man solche, die Erwartungen und Notwendigkeiten von Stakeholdern verkörpern (Arnold et al. 2008, 108). In der klassischen Softwareentwicklung decken diese meist solche Punkte wie Benutzerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Performanz und Ausfallsicherheit ab. Da der Fokus dieser Arbeit jedoch auf die Einhaltung der Fahrsicherheit bei der Nutzung der mobilen Kommunikation am Steuer richtete, wurden eher Punkte wie Benutzerinteraktion, Fahrsicherheit und Systemverhalten angerissen. In Tabelle 27 lässt sich die komplette Liste der definierten nicht-funktionalen Anforderungen finden.

Kategorie	Nicht-funktionale Anforderung	Ursprung	Ziel
Benutzer- interaktion	A14: Sprachbasierte Interaktion. Visuelle Benutzerschnittstellen nur als optischer Anker.	P4	1, 2
	A15: Die Benutzerschnittstellen sollten vom Fahrer als nicht zu einfach in der Benutzung wahrnehmbar sein (Gleichgewicht zwischen der primären und der sekundären Aufgabe)	I5	2
Kommunikations- inhalte	A16: Präsentationsform der Kommunikationsinhalte sollte der Beschaffenheit der Kommunikationsaufgabe entsprechen	P3, I3	1
	A17: Bereitstellung der Informationen über den Umfang und Komplexität der Kommunikationsinhalte	P2	1, 2
	A18: Möglichst kurze, verständliche und strukturierte Form der Kommunikationsinhalte	P1, I1	1, 2
	A19: Aufgearbeitete Kommunikationsinhalte (z.B. zusammengefasst, gekürzt) sollten die meisten ursprünglichen Fakten beinhalten	P1	1
Fahrsicherheit	A20: Der Aufmerksamkeitsbedarf und die kognitive Belastung der einzelnen Kommunikationsaufgaben sollte berücksichtigt werden und abhängig davon in den verschiedenen Verkehrssituationen zugänglich sein	P5, I2	2
	A21: Auslagerung von aufwändigen Kommunikationsaufgaben bzw. Übernahme durch das System	P6	1, 2
	A22: Vermeiden der abrupten Durchführung von Kommunikationsaufgaben durch den Fahrer. Proaktive Übernahme durch das Kommunikationssystem.	P8	2
	A23: Bei Erkennung von kritischen Fahrsituationen sollte das System selbständig die Interaktion unterbrechen. Die Wiederaufnahme sollte jedoch durch den Benutzer stattfinden.	P7, I2	2
System- verhalten	A24: Empfehlungssysteme sollten ihre Vorschläge gut begründen. Die Entscheidung sollte vom Fahrer getroffen werden.	P9	1

Tabelle 27: Nicht-funktionale Anforderungen
(Quelle: Eigene Zusammenstellung)

Wie an der Anforderung A14 abzulesen ist, soll die Benutzerinteraktion mit dem Fahrer hauptsächlich über ein sprachbasiertes System ablaufen, um die Fahrablenkung auf ein Minimum zu senken. Visuelle Schnittstellen sollen dagegen eher als optische Anker zum besseren Verständnis der Inhalte fungieren. Um die Fahrablenkung so gering wie möglich zu halten, so das konzipierende System so intelligent wie möglich sein und für den Fahrer gefährliche Verkehrssituationen erkennen und den Fahrer vor möglichen Gefahren der Ausübung von zwei Aufgaben am Steuer schützen (siehe A20-A23). Um jedoch trotzdem dem Fahrer eine geeignete Basis für das Ausüben der Kommunikationsaufgabe zu geben, sollen die Kommunikationsinhalte der Belastung des Fahrers entsprechend aufgearbeitet werden.

5.5 IT-Referenzarchitektur für E-Mail Kommunikation im Auto

Zur Erstellung einer IT-Referenzarchitektur wurde im Rahmen dieser Arbeit die Modellierungssprache Unified Modeling Language (UML) in der Version 2.1 verwendet, das üblicherweise in der Softwareentwicklung für Modellierung von Software und anderen

Systemen gebraucht wird. Das Komponentendiagramm ist eins der rund 14 Diagrammtypen, die bei UML zu finden sind und gehört zu Strukturdiagrammen, die zur Darstellung von komponentenbasierten Softwaresystemen gebraucht werden (Balzert/Balzert 2011). Vor allem vor dem Hintergrund der Anforderung A13 (modulare Architektur) war es wichtig auf so eine Modellierungssprache zurückzugreifen. In Abbildung 5-2 ist ein UML Komponentendiagramm zu sehen, das anhand der im vorherigen Kapitel erhobenen Anforderungen erstellt wurde.

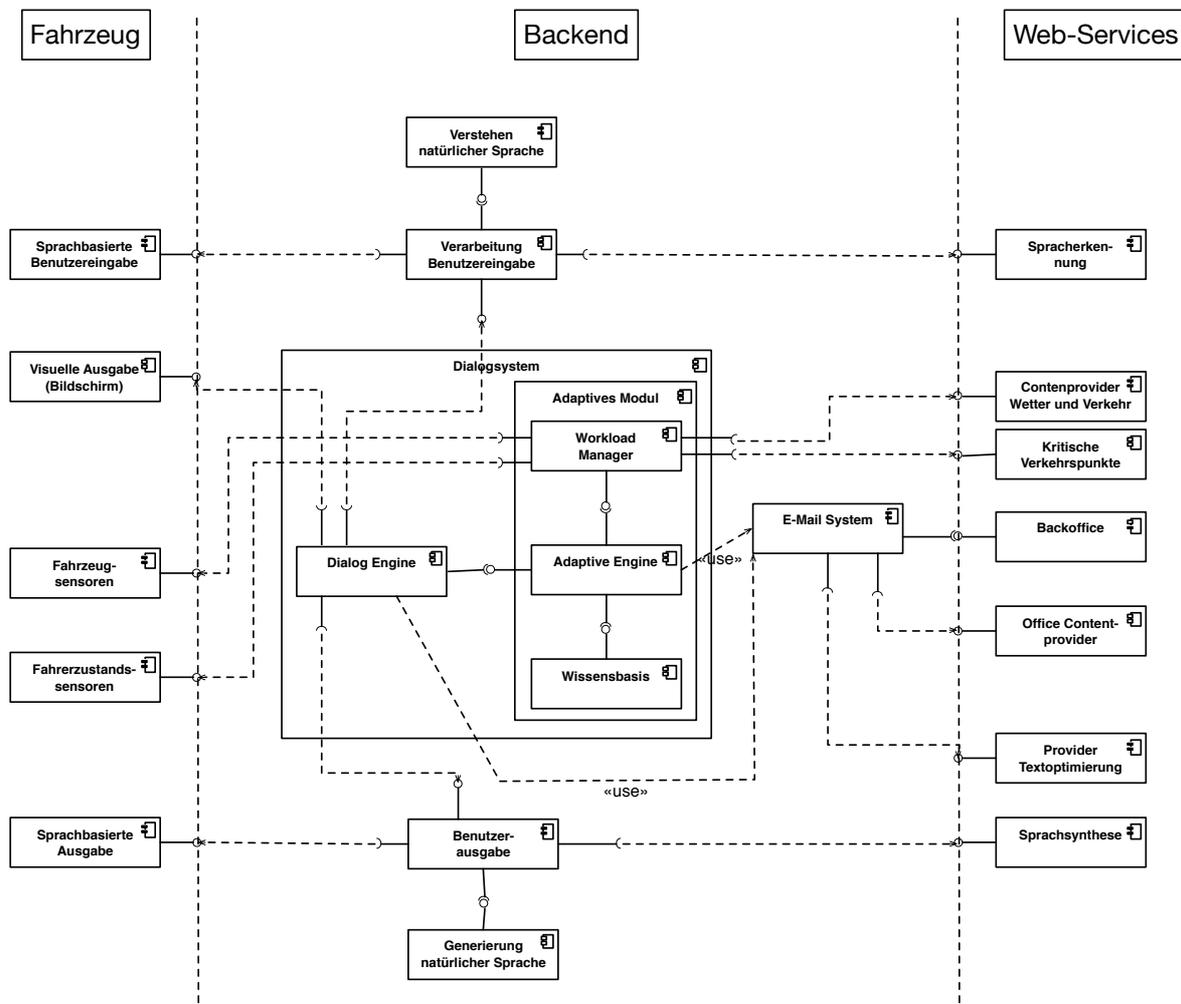


Abbildung 5-2: IT-Referenzarchitektur E-Mail Kommunikationssystem im Auto
(Quelle: Eigene Abbildung)

Vor dem Hintergrund der erstellten IT-Referenzarchitektur ist es wichtig herauszustellen, dass die Realisierung eines E-Mail Systems im Auto nicht ausschließlich im Fahrzeug stattfinden kann. Allein das Anbieten von E-Mail Nachrichten im Auto erfordert die Anbindung von bestimmten Webservices aus dem Internet an. Üblicherweise bieten nahezu alle E-Mail Anbieter die entsprechenden Schnittstellen an. Um jedoch diese Inhalte vertraulich ins Auto zu bringen bedarf es einer entsprechenden Infrastruktur im Backend des Automobilherstellers. Vor allem der Aspekt der Fahrsicherheit bei der Nutzung von mobilen Kommunikationsdiensten im Auto, der sich durch diese komplette Arbeit durchzieht erfordert entsprechende Dienste im Backend des Automobilherstellers, die die Art der Benutzerinteraktion und die Kommunikationsinhalte Fahrgerecht anpassen und somit die

Nutzung am Steuer erst ermöglichen. Aus diesem Grund ist es charakteristisch für eine solche Architektur aus drei Teilen zu bestehen, die von einander üblicherweise getrennt sind: Fahrzeug, Backend und aus der Sicht des Automobilherstellers externe Webservices.

Entsprechend der Anforderungen zur primär sprachbasierten Interaktion im Fahrzeug (vgl. Anforderungen A1, A3 und A14) ist die Architektur im Fahrzeug hauptsächlich auf die Verwendung von einem Mikrofon (in Kombination mit einem Push-to-Talk Button zum Auslösen des Sprechens) und der Audioausgabe beschränkt. Ein evtl. im Fahrzeug vorhandener Bildschirm wird primär nur als Hilfe zur Aufnahme der umfangreichen E-Mail Nachrichten hergenommen. Die wichtigste Komponente dieser Architektur stellt das Dialogsystem dar, das sowohl für die Interaktion mit dem Fahrer zuständig ist als auch alle anderen Komponenten aus dem Fahrzeug und die externe Webservices miteinander bündelt. Dieses wurde in Anlehnung an Tchankue et al. (2011) entwickelt, der sich ebenfalls mit adaptiven Dialogsystemen im Auto beschäftigt hat. Initiiert der Fahrer eine Interaktion mit dem System über z.B. „Ich möchte Max Mustermann eine Nachricht schicken“, so wird die aufgezeichnete Sprache ohne Verarbeitung an das Backendsystem geschickt. Dort wird es erkannt, in Textform umgewandelt und in eine formalisierte Sprache gebracht, die von Computern verarbeitet werden kann. Der Befehl zum Vorlesen von Nachrichten wird an die Dialog Engine übergeben, die das Herzstück des Backendsystems darstellt und den Ablauf des Dialogs mit dem Benutzer steuert. Die Dialog Engine ist zum einen mit dem E-Mail System verbunden, das wiederum die E-Mail Inhalte vom E-Mail Provider des Benutzers bezieht, als auch mit einem adaptiven Modul. Das E-Mail System ist dafür zuständig das E-Mail Postfach des Fahrers zu verwalten und verschiedene Operationen wie z.B. Lesen, Schreiben, Verschieben usw. auf dem Postfach auszuführen. Das adaptive Modul ist im Stande die Fahrsicherheit bei der Ausübung der mobilen Kommunikation zu erhöhen. Es bezieht zum einen Informationen über den Fahrerzustand und die Wagenkontrolle aus dem Fahrzeug und verfügt zum anderen über Informationen wie die aktuelle Wetter- und Verkehrslage oder auch die Positionen von potenziell gefährlichen Verkehrspunkten (z.B. große und unübersichtliche Kreuzungen). Anhand dieser Informationen kann das adaptive Modul feststellen in welchem kognitiven Zustand sich der Fahrer befindet und welcher in den nächsten Zeit zu erwarten ist. Basierend auf diesen Informationen kann das adaptive Modul entscheiden in welcher Form die Interaktion mit dem Benutzer ablaufen soll bzw. welche Funktionalitäten des Kommunikationssystem für den Fahrer zugänglich sein sollten. Ist die kognitive Belastung des Fahrers erhöht z.B. durch viel Verkehr, so kann das System dem Fahrer vorschlagen dem Absender selbständig eine Nachricht zu schicken mit der Bitte den Fahrer später anzurufen oder beispielhaft die Nachricht über ein Backoffice zu verschicken (siehe Kapitel 3.3.2.2). Die formalisierte Entscheidung des Systems wird in natürliche Sprache umgewandelt, synthetisiert und im Fahrzeug über die Lautsprecher ausgegeben.

Um dem Leser die genaue Funktionsweise der Architektur zu erläutern, werden im Folgenden die einzelnen Bereiche mit den dazugehörigen Komponenten und deren Zusammenspiel näher erläutert.

5.5.1 Fahrzeug

Die Architektur des Fahrzeugs, die für die E-Mail Kommunikation im Auto relevant ist, vereint in sich zum einen die Schnittstellen zur *Sprachein- und ausgabe*, der *Ausgabe von Inhalten auf einem eingebauten Display* im Auto und der *Sensorik*. Diese minimalistische Basisarchitektur enthält im Wesentlichen die wichtigsten Komponenten, die in diesem Zusammenhang notwendig sind und ähnelt denen von Weng et al. (2004) und Uchiyama et al. (2002).

Die *Spracheingabe* kann vom Fahrer üblicherweise über einen Push-to-Talk (PTT) Knopf ausgelöst werden, der sich am Lenkrad befindet. Die aufgezeichneten Spracheingaben werden dabei nach einer initialen Transformation an das Backendsystem geschickt, um dort weiterverarbeitet zu werden. Bei der *Sprachausgabe* werden vom Backend bereits fertig synthetisierte Sprachdateien empfangen, die nur noch im Auto wiedergegeben werden müssen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Fahrsicherheit tragen die im Auto eingebauten Sensoren zur Überwachung der Fahrumgebung, der Fahrzeugkontrolle und des Fahrers. Moderne Fahrzeuge verfügen bereits über eine Vielzahl integrierter Fahrassistenzsysteme, die eine Vielzahl von Sensoren voraussetzen. So verfügen moderne Ausführungen von Fahrzeugen der Premiumklasse über solche Systeme wie Stop-and-Go, einen Bremsassistenten, einen Spurhalteassistenten, einer Einparkhilfe, einer Nachtsichtkamera usw. Alle diese Systeme basieren auf einem komplexen Netzwerk von Radar-, Infrarot-, Video- und Ultraschallsensoren, die in über den Wagen verteilt sind und somit die komplette Fahrumgebung ständig überwachen können (Winner et al. 2011). Des Weiteren werden auch Sensoren zur Überwachung des kognitiven Zustandes des Fahrers vorausgesetzt. Diese können Sensoren zur Überwachung der Herzfrequenz, der Hautleitfähigkeit, des Blickwinkels usw. sein, die ein direkter Indikator der kognitiven Belastung, der Müdigkeit und der Aufmerksamkeit darstellen. Eine gute Übersicht der Möglichkeiten liefern hier Arbeiten von Green (2004), Pohlmeier et al. (2008) und Reimer et al. (2006). Der Fahrerszustand kann jedoch auch indirekt über die Kontrolle des Wagens gemessen werden. Hier sind solche Messgrößen wie Lenkradeinschlag, Spurverhalten und Beschleunigung ausschlaggebend (Harbluk et al. 2002b). Alle diese Informationen werden vom Fahrzeug in kurzen Abständen an das Backendsystem übermittelt und vom sogenannten Workload Manager im adaptiven Modul des Dialogsystems verarbeitet (siehe Abbildung 5-2).

5.5.2 Backend

Das Backendsystem verbindet eine Vielzahl von Komponenten in sich, die im Wesentlichen das Herzstück des E-Mail Kommunikationssystems bilden. Zum einen sind hier die Komponenten *Verarbeitung Benutzereingabe* und *Benutzerausgabe* zu nennen. Diese stellen eine Schnittstelle zwischen dem Fahrzeug und dem sich im Backend befindlichen Dialogsystem dar.

Zunächst wird die im Fahrzeug aufgezeichnete Sprache im Backend in textuelle Form umgewandelt (engl.: speech recognition) und in eine für Computer verständliche und somit formalisierte Form gebracht (engl.: natural language understanding). Eine gute Übersicht über die Möglichkeiten der Umwandlung des gesprochenen in Text liefert z.B. Jackson/Moulinier (2007). Das Pendant zur sprachbasierten Ausgabe auf der Seite des Fahrzeugs stellt die Komponente Benutzerausgabe auf der Backendseite dar. Diese vereint in sich analog zur Spracheingabe Komponenten zur Umwandlung von einer formalen Sprache, die vom Dialogsystem benutzt wird, in natürliche Sprache und das anschließende Synthetisieren zur Wiedergabe im Fahrzeug. Wie in der Abbildung 5-2 zu sehen ist, kann die Erkennung der Sprache und die Sprachsynthese auch aus dem Backend heraus ausgelagert werden, da diese Funktionalitäten nicht zu den Kernkompetenzen von Automobilherstellern gehören.

Das *Dialogsystem* vereint in sich zum einen die Dialog Engine, die ein Teil eines jeden Dialogsystems ist und zum anderen ein adaptives Modul, das zu mehr Fahrsicherheit beitragen soll. Beide Komponenten arbeiten in einem engen Zusammenspiel. Die Dialog

Engine kontrolliert den Fluss des Dialogs zwischen dem Fahrer und dem Dialogsystem und trifft zum Beispiel Entscheidungen darüber, ob das Dialogsystem oder der Fahrer im Gespräch die Führungsrolle übernimmt oder ob beim Fahrer nochmals nachgefragt werden muss wenn die Aussagen des Fahrers nicht eindeutig sind (Tchankue et al. 2011). Informationen wie die Historie des Dialogs mit dem Fahrer und der Aufgabenfortschritt werden zudem von der Dialog Engine gespeichert und ständig aktualisiert. Zudem hat die Dialog Engine Zugriff auf das im Backend implementierte E-Mail System und kann diverse Funktionen im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation aufrufen. Die Ergebnisse werden zum einen an die Komponente Benutzerausgabe weitergegeben, um es in Sprache umzuwandeln (z.B. beim Vorlesen der einzelnen E-Mail Nachrichten) oder aber auch ergänzend an die visuelle Ausgabe im Fahrzeug weitergeleitet werden (z.B. Betreffzeilen der E-Mail Nachrichten).

Um sich jedoch an den Kontext anzupassen und darauf adaptiv zu reagieren, ist die Dialog Engine an die sogenannte Adaptive Engine gekoppelt, die ein Teil des adaptiven Moduls ist. Die Adaptive Engine ist zunächst auf die Eingaben des Workload Managers angewiesen. Dieser vereint in sich viele Kontextinformationen aus dem Auto und diversen externen Dienstleistern wie z.B. Anbietern von Wetter- und Verkehrsinformation, um somit mit Hilfe von neuronalen Netzwerken auf eine einzige Größe zu kommen, die die aktuelle Belastung des Fahrers repräsentiert (siehe Tchankue et al. (2011) für eine genauere Beschreibung der Funktionsweise). Die Wissensbasis, aus der die Adaptive Engine ebenfalls Informationen bezieht, beinhaltet sowohl das Fahrermodell, das Aufgabenmodell als auch das Kontextmodell. Das Fahrermodell beinhaltet z.B. solche Informationen wie Belastbarkeit des Fahrers, die individuelle Nutzungsweise des E-Mail Systems und seine Fahrweise. Das Aufgabenmodell modelliert die einzelnen Aufgaben im Zusammenhang mit der E-Mail Kommunikation und deren Abfolge und Abhängigkeiten untereinander. Das Kontextmodell bildet sowohl den Fahrkontext als auch den beruflichen Kontext in dem sich der Fahrer befinden kann ab. Die Adaptive Engine bringt sowohl den aktuellen kognitiven Zustand des Fahrers als auch die verschiedenen Modelle zusammen, um eine Entscheidungsgrundlage für adaptives Verhalten des Systems zu haben. Zudem hat es auch direkten Zugriff auf das E-Mail System, um auf bestimmte Funktionalitäten der E-Mail Kommunikation direkt zuzugreifen.

Das E-Mail System im Backend beinhaltet zum einen Funktionalitäten zum Zwischenspeichern des E-Mail Postfachs und zum anderen zur Ausführung der üblichen Operationen wie Lesen, Schreiben von E-Mail Nachrichten. Dabei repräsentiert es im Wesentlichen einen Proxy zum eigentlichen E-Mail Anbieter an den es über spezielle Schnittstellen verbunden ist. Neben der üblichen Funktionalität beinhaltet jedoch diese Komponente Funktionen zur adaptiven Anpassung von Inhalten wie z.B. der Zusammenfassung, der Vereinfachung von Texten oder der Abschätzung der Vorlesedauer. Diese Funktionalitäten müssen jedoch nicht im Backend des Automobilherstellers implementiert sein, sondern können über externe Webservices bezogen werden.

5.5.3 Externe Web-Services

Unter Web-Services versteht man im weitesten Sinne Softwareanwendungen, die über ein Netzwerk bereitgestellt werden (Papazoglou 2008). Im Kontext der Automotive Backendarchitektur handelt es sich somit um alle Dienste, die nicht zur Kernkompetenz eines Automobilherstellers gehören oder nicht bereitgestellt werden können weil die Kundeninhalte von anderen Dienstleistern kommen wie das z.B. bei E-Mail Kommunikation der Fall ist. Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, kann Spracherkennung und –synthese über externe

Web-Services bezogen werden. Diese Vorgehensweise hat sich mittlerweile nicht nur bei vernetzten Fahrzeugen etabliert, sondern findet genauso bei Sprachsteuerung von Smartphones Anwendung. Auch Informationen, die für das adaptive Verhalten des Systems wichtig sein können wie beispielsweise Wetter- und Verkehrsinformationen oder die Zusammenstellung der für den Fahrer potenziell kritischer Verkehrspunkte wie beispielsweise unübersichtlicher Kreuzungen, können über externe Dienstleister bezogen werden. Alle diese Daten werden vom Workload Manager des adaptiven Moduls als Entscheidungsgrundlage gebraucht. Das gleiche gilt auch für Dienste im Zusammenhang mit der Analyse und Optimierung von textuellen Inhalten.

5.6 Realisierbarkeit der Komponenten

Da die im Kapitel vorgestellte IT-Referenzarchitektur für mobile E-Mail Kommunikation im Auto als Teil dieser Forschungsarbeit erstellt wurde, muss auch seitens des Automobilherstellers die Frage nach der Realisierbarkeit der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems gestellt werden.

Auf der Seite des Fahrzeugs stellen die Komponenten wie die einzelnen Benutzerschnittstellen oder aber auch die Erfassung der Umwelt durch das Fahrzeug keine Herausforderung mehr da, denn sie gehören mittlerweile zum Standard von Fahrzeugen in der Mittel- und Oberklasse. So verfügen vernetzte Fahrzeuge von heute sowohl über eine Sprachsteuerung als auch über diverse Fahrassistenzsysteme, deren Sensoren zur Erfassung der Umwelt und der Fahrzeugkontrolle genutzt werden können. Hier sind diverse Radarsensoren und Kameras zu nennen, die am CAN-Bussystem eines jeden Fahrzeugs angeschlossen sind und somit auch von anderen Komponenten im Auto genutzt werden können. Eine größere Herausforderung stellt jedoch die Überwachung des Fahrerzustandes dar. In der Abbildung 5-3 ist eine Vielzahl an Faktoren zusammengetragen, die auf den Fahrerzustand hinweisen können. Erfassung der Messgrößen, die das Fahrverhalten, den Fahrstil, die Fahrzeugleistung und die Umgebung abbilden, stellt mittlerweile keine Herausforderung dar. Erfassung der biometrischen Messgrößen oder solcher, die auf die visuelle Aufmerksamkeit oder den emotionalen Zustand hinweisen, befindet sich noch größtenteils im Forschungsstadium und hat noch nicht Stand erreicht in dem es von einem Automobilhersteller zuverlässig im Auto integriert werden kann.

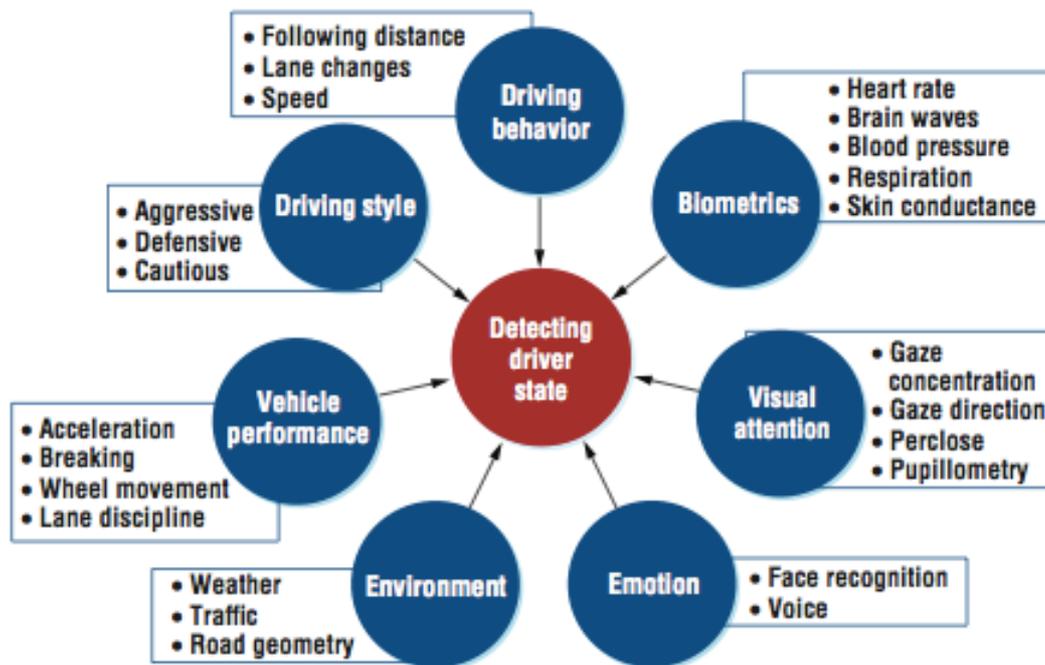


Abbildung 5-3: Mögliche Quellen zur Bestimmung des Fahrerzustandes
(Quelle: (Coughlin et al. 2011))

Dialogsysteme verlassen inzwischen das Forschungsstadium und finden mittlerweile Anwendung in vielen verschiedenen Systemen angefangen von Chatbots auf Webseiten bis hin zu sprachbasierten Assistenten auf Smartphones (vgl. dazu z.B. Apple Siri im Kapitel 2.3.3.1). Eine Herausforderung jedoch stellt zur Zeit die Adaptivität von Dialogsystemen dar. Im Zusammenhang mit dem Fahren wird ein Workload Manager gebraucht, der den kognitiven Zustand des Fahrers abschätzt. Eine Arbeit von Green (2004) greift zum ersten Mal in einem größeren Rahmen dieses Thema auf, schildert ein konzeptionellen Rahmen für solche Systeme und listet auf welche Automobilhersteller an der Erforschung und Realisierung eines von Workload Managern arbeiten. Im Jahr 2004 gab es nur konkrete Hinweise von Firmen wie BMW, Delphi, Daimler, Fiat, Motorola, Nissan, Renault, Toyota und Volvo, dass sie an entsprechenden Systemen forschen. Obwohl einige Automobilhersteller einige Aspekte des Workload Managements aufgreifen (vgl. Daimler mit Attention Assist), gibt es bis heute allerdings keinen Automobilhersteller bei dem ein vollwertiges Workload Management vorzufinden ist. Der Grund dafür ist zum einen bisher limitiertes Verständnis für Messgrößen, die den Fahrerzustand hinreichend gut charakterisieren und zum anderen die Komplexität der Erhebung dieser Messgrößen (z.B. Herzfrequenz, Blutdruck und das Blickverhalten) aus technologischer Sicht ohne dass dabei der Komfort des Fahrers eingeschränkt wird. Zum anderen fehlt auch noch das Verständnis dafür wie genau die einzelnen Messgrößen für den Fahrerzustand zu einer einzigen Messgröße zusammengeführt werden können, um zuverlässig den Zustand zu beschreiben. Für die Funktionsweise des adaptiven Moduls ist darüber hinaus auch die Aufstellung der entsprechenden Benutzer-, Aufgaben- und Kontextmodelle, die für das mobile Arbeiten am Steuer relevant sind, notwendig. Solche Modelle existieren laut dem aktuellen Forschungsstand nur zum Teil (Mehler et al. 2012).

Die externen Web-Services, die in der IT-Referenzarchitektur abgebildet sind (siehe Abbildung 5-2), repräsentieren Dienste von externen Anbietern, die nicht unbedingt zur

Kernkompetenz eines Automobilherstellers gehören. Solche Dienste wie Spracherkennung und –sprachsynthese werden mittlerweile von Firmen wie Nuance, Google, Motorola angeboten, um nur die wichtigsten Anbieter zu nennen. Problematisch in diesem Zusammenhang könnte die Erkennungsrate sein, die heutzutage teilweise noch mangelhaft und unzuverlässig ist. Ein sprachbasierter E-Mail Dienst, der nicht zuverlässig gesteuert werden kann, sorgt nun für Frustration seitens des Fahrers und kann u.U. sogar zur Unaufmerksamkeit führen. Anbieter von Wetter- und Verkehrsinformationen sind heutzutage bei jedem Automobilhersteller angebunden da die Daten entweder für das Navigationssystem verwendet werden. Eine Herausforderung für die Automobilhersteller könnte jedoch der Aufbau einer Datenbank mit der Kategorisierung des Verkehrsnetzes bzgl. erwarteter Belastung des Fahrers. Solche Datenbanken existieren vorerst nicht und müssten entweder manuell von jedem Automobilhersteller aufgebaut werden oder jedoch automatisiert durch Sensoren der Fahrzeuge erhoben werden. Funktionalitäten wie Backoffice ähneln sehr stark dem Konzept von Callcentern und könnten somit mit vertretbarem Aufwand aufgestellt werden. Auch die textuelle Analyse und Optimierung ist zwar in Form von Web-Services zu finden, jedoch sind die Resultate der Algorithmen noch nicht überzeugend. Am Beispiel von Textzusammenfassungen sieht man laut Rosario et al. (2011), dass zu viele Fakten aus Texten bei Zusammenfassungen verloren gehen. Somit kann nicht garantiert werden, dass der Fahrer die wichtigsten Informationen in möglichst kurzer Zeit bekommt.

5.7 Zusammenfassung

Automobilhersteller sehen das Anbieten von IT-basierten Diensten im Auto mittlerweile als Differenzierungsmerkmal in einem hart umkämpften Automobilmarkt an. Solche Dienste erfordern jedoch eine Vernetzung des Fahrzeugs mit dem Internet, um immer aktuelle Informationen dem Fahrer bieten zu können. Auf der Seite des Automobilherstellers bedeutet das jedoch wiederum, dass eine umfangreiche Backendinfrastruktur im Hintergrund aufgebaut werden muss, das aus mehreren Gründen notwendig ist. Zum einen kommen solche Informationen wie z.B. Verkehr, Wetter, Nachrichten aus dem Internet und müssen über einen gesicherten Kanal ins Fahrzeug übertragen werden. Zum anderen unterscheiden sich die Präsentationsweisen der Informationen im Fahrzeug und an einem Computer, denn die Bedienung eines Infotainment-Systems gehört zu einer sekundären Aufgabe und somit müssen die Inhalte im Backend des Automobilherstellers fahrgerechter aufgearbeitet werden. Nicht zuletzt ergibt sich die Notwendigkeit in einem Backendsystem auf der Seite des Automobilherstellers aus der Tatsache, dass nach wie vor die Lebenszyklen der mobilen Technologien und der Autos stark auseinander gehen und somit die Möglichkeit des Beziehs der Inhalte aus dem Internet ständige Softwareupdates in einer Werkstatt vermeidet.

Dieses Kapitel beschäftigte sich mit der Erstellung einer IT-Referenzarchitektur für mobile Arbeit im Auto. Da mobiles Arbeiten im Auto jedoch viele Facetten hat, fand eine Beschränkung auf den Use Case der mobilen Kommunikation über E-Mail statt. Die Vorgehensweise für die Konzeption einer solchen Architektur umfasste zunächst die Identifizierung von relevanten Stakeholdern, Formulierung von Zielen, die darauf folgende Ableitung der Anforderungen und die anschließende Modellierung der Architektur mit UML. Die identifizierten Stakeholder umfassten zum einen den Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik als Träger dieses Forschungsprojekts und zum anderen zwei Instanzen bei der Audi AG, die entweder für die Entwicklung und Betrieb von IT-basierten Diensten im Unternehmen zuständig waren oder im Falle der ABI GmbH die entsprechende Expertise zur Konzeption von Backendinfrastrukturen mitbrachten. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen beschränkten sich die Stakeholder bei der Formulierung der Ziele auf die erfolgreiche

Ausführung der mobilen Kommunikation im Auto, der jederzeitigen Einhaltung der Fahrsicherheit und bzgl. der Backendarchitektur auf eine modulare Infrastruktur. Die daraus abgeleiteten funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen umfassten Bereiche wie Benutzerinteraktion, Fahrsicherheit, Kommunikationsinhalte, Kontextinformationen, Architektur und Systemverhalten.

Als Ergebnis der Konzeption entstand eine komponentenbasierte IT-Referenzarchitektur, die sich zwar hauptsächlich auf die Backendseite beschränkte, jedoch auch die Seite des Fahrzeugs und der externen Web-Services einschloss. Da den kritische Punkt bei der Ausübung der mobilen Kommunikation im Auto die Fahrsicherheit darstellt, wird die Architektur von Komponenten, die adaptives Verhalten des Kommunikationssystems ermöglichen, geprägt. Zum einen wurde bei der Architektur großer Wert darauf gelegt dieses möglichst komplett sprachbasiert zu gestalten, um die Ablenkung durch umfangreiche textuelle Inhalte möglichst zu minimieren. Zum anderen stellt einen Großteil des Dialogsystems die adaptive Komponente dar, die sowohl aus dem Fahrzeug solche Informationen wie Fahrerzustand und Fahrumgebung als auch Daten aus dem Internet wie aktueller Verkehr und Wetter zu einer Größe aggregiert, die den kognitiven Zustand des Fahrers beschreibt. Aufbauend auf dieser Größe vom System bestimmt welches Verhalten des Dialogsystems gewählt werden muss, wie die Kommunikationsinhalte aufgearbeitet werden müssen oder auch welche Funktion nicht zugänglich sein sollten, um die Ablenkung des Fahrers auf ein Minimum zu reduzieren.

Die größte Herausforderung bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Architektur stellt die Zusammenführung der vielen Informationen aus dem Fahrzeug und den verschiedenen Web-Services, die relevant für die Adaptivität und damit die Fahrsicherheit sind. Zum anderen fehlt den Automobilherstellern die Expertise zur adaptiven Anpassung von Infotainment-Systemen und ein Gefühl dafür wie potentielle Nutzer von solchen Systemen auf evtl. Schwierigkeiten in der Handhabung reagieren würden. Sicher ist jedoch, dass die Entwicklung und Integration von solchen adaptiven Infotainment-Systemen ein notwendiger Schritt ist, um für mehr Fahrsicherheit und mehr Komfort für den Autofahrer zu sorgen, der jedoch schrittweise angegangen werden muss.

6. Fazit und Ausblick

Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit war die Ausführung der mobilen Arbeit im Auto. Dabei lag der Fokus klar auf der Ausübung verschiedener Tätigkeiten im Rahmen der mobilen Arbeit beim Fahren. Denn gerade im Gegensatz zum Stand erfordern diese Situationen eine hohe Aufmerksamkeit des Fahrers und stellen somit eine Herausforderung dar. Da mobile Arbeit im Auto zahlreiche Anwendungsfälle beinhaltet, identifizierte diese Arbeit einen Anwendungsfall, der auf der einen Seite stark von Kunden der Automobilhersteller nachgefragt wird und auf der anderen Seite deren Umsetzung sowohl für die Wissenschaft als auch für die Automobilhersteller eine große Herausforderung bedeutet. In einem Design Thinking Ansatz wurden Designprinzipien für die Gestaltung von bordeigenen Infotainment-Systemen identifiziert, die dazu beitragen sollen ein sicheres Ausführen verschiedener Aktivitäten im Bereich der mobilen Kommunikation zu erlauben. Ein Teil dieser Designprinzipien wurde im Rahmen von experimentellen Studien auf ihre Gültigkeit überprüft. Abschließend wurde eine IT-Referenzarchitektur für das Fahrzeug und ein Automotive Backend erarbeitet, die für den Fall der E-Mail Kommunikation im Auto eine sichere Umgebung bieten soll. Im Folgenden sollen die wichtigsten Inhalte dieser Arbeit und die Ergebnisse zusammengefasst werden.

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Entwicklung unserer Gesellschaft in Richtung einer mobilen Gesellschaft bringt Vor- und Nachteile mit sich. Viele Arbeitnehmer entdecken die Vorzüge der mobilen Arbeit, die sich in mehr Flexibilität und der besseren Vereinbarung der Familie und der Arbeit äußert. Auch Arbeitgeber profitieren dadurch, da sie eine höhere Nähe zum Kunden haben und durch kürzere Anwesenheitszeiten der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz diverse Kosteneinsparungen vornehmen können. So zeigen aktuelle Entwicklungen auf, die im Rahmen dieser Arbeit identifiziert wurden, dass Menschen immer mehr Zeit am Tag im Auto verbringen und somit auch dazu neigen das Auto wie ein zweites Zuhause zu betrachten in dem auch bestimmte Teile ihrer Arbeit erledigt werden. Dazu gehört beispielsweise Telefonie und auch die teilweise Nutzung von E-Mail auf Smartphones. Beflügelt werden diese Entwicklungen durch die rasante Entwicklung der Elektronikbranche. Diese Arbeit identifizierte solche technologische Innovationstreiber wie vernetzte Fahrzeuge, Smartphones, Fahrerassistenzsysteme und Sprachtechnologien, die dem Fahrer auch während dem Fahren erlauben immer auf dem neuesten Stand der Dinge bzgl. seiner Arbeit zu bleiben. Fehlen die erforderlichen Möglichkeiten zu sicheren Ausübung der mobilen Arbeit, so neigen oft Fahrer auch dazu sich der Gefahr am Steuer auszusetzen, nur um auch während der Fahrt kommunizieren zu können.

Vor diesem Hintergrund war eins der Ziele dieser Arbeit zu untersuchen welche Lösungen für die sichere Ausübung der mobilen Arbeit seitens der Automobilhersteller und der Drittanbieter bestehen und welche Funktionalitäten diese erfüllen. Das Ergebnis der Analyse zeigte, dass nur die wenigsten Automobilhersteller eine vollwertige Integration von solchen Aufgaben wie E-Mail, Kladder usw. in ihren Fahrzeugen anbieten. Zudem ist die Nutzung von solchen Diensten im Auto während der Fahrt u.U. ein gefährliches Unterfangen da Automobilhersteller mehr Fokus auf die Komplettierung ihres Angebotsportfolios setzen und die Benutzerbarkeit und die Sicherheit der Umsetzung vernachlässigen. Sprachbasierte Steuerung und Nutzung von solchen Diensten im Auto stellt sich mehr und mehr als eine vielversprechende Lösung heraus. Bisher hat jedoch diese Art der Benutzerinteraktion eine ungenügende Anwendung in den Autos gefunden. Zum einen hat die technologische

Entwicklung der Sprachinteraktion im Allgemeinen noch nicht den Stand erreicht in dem diese zuverlässig genutzt werden kann. Zum anderen stellt vor allem das Auto als Ort der Nutzung wegen der engen und lauten Umgebung eine Herausforderung dar. Obwohl sprachbasierte Assistenten heutzutage vor allem auf Smartphones eine breite Anwendung finden und zu erfolversprechenden Lösungen zählen, sind diese jedoch noch ungenügend in die Fahrzeuge integriert.

Das Hauptproblem, das bei der Nutzung von Informationssystemen im Auto auftritt, ist das der Fahrerablenkung. In dieser Arbeit wurde zum einen erörtert was unter der Fahrerablenkung zu verstehen ist und zum anderen welche Arten der Fahrerablenkung zu unterscheiden sind, nämlich visuelle, biomechanische, auditive und kognitive. Um die Fahrerablenkung bei der Konzeption von neuen Infotainment-Systemen und Benutzerschnittstellen zu messen, gibt es eine Vielzahl an Messverfahren, die von der einfachen 15-Sekunden Regel bis zu umfangreichen Feldstudien außerhalb des Labors reichen. Alle diese Messverfahren haben in Bezug auf Kosten, Standardisierung, Validität und Verlässlichkeit der Ergebnisse ihre Stärken und Schwächen. Um die Auswahl der passenden Methode zu erleichtern hat diese Arbeit eine Taxonomie für den Vergleich erstellt und anhand einer Analyse einen morphologischen Baukasten erstellt, der einem helfen soll die richtige Messmethode zu finden. Das Messfahren Lane Change Test (LCT) zeigte in diesem Zusammenhang einen guten Kompromiss zwischen den genannten Kriterien.

Da sich diese Arbeit mit der Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto beschäftigte, war auch eine Analyse der bereits vorhandenen Richtlinien zur Gestaltung dieser unabdingbar. Es existiert eine Vielzahl an Institutionen wie z.B. die International Organization of Standardization (ISO), die National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), die Richtlinien zur Beschaffung der bordeigenen Infotainment-Systemen im Auto herausgeben. Eine genaue Analyse dieser im Rahmen dieser Arbeit ergab jedoch, dass diese sich primär auf visuelle Benutzerschnittstellen und solche Anwendungsfälle wie Navigation beschränken. Benutzerinteraktion über Sprache oder beispielweise auch Gesten oder auch neue Anwendungsfälle wie Nutzung von E-Mails, den sozialen Netzwerken usw. sind somit durch die bestehenden Richtlinien nicht abgedeckt und werden erst im Jahr 2014 erwartet. Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit sollen somit diese bestehende Lücke füllen.

Um einen geeigneten Anwendungsfall zu finden, der auf der einen Seite von Fahrern nachgefragt wird und auf der anderen Seite für die Automobilhersteller in der Realisierung eine Herausforderung darstellt, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Umfrage und ein Workshop mit Personen, die für die Konzeption von IT-basierten Diensten im Auto bei der AUDI AG zuständig sind, durchgeführt. Dabei herauskristallisierte sich der Anwendungsfall des E-Mail Bearbeitens als ein geeigneter und wurde im weiteren Verlauf der Arbeit weiter untersucht. Die Besonderheiten der E-Mail gegenüber anderen Kommunikationsformen im Auto wie z.B. dem Telefonieren sind zum einen der textuelle Charakter, die Asynchronität der Interaktion und die hohe Informationsmenge mit der der Fahrer während dem Fahren konfrontiert wird. Diese Merkmale sind bei der Telefonie im Auto nicht zu finden und bedürfen daher einer genaueren Auseinandersetzung in der Forschung.

Vor allem wegen der hohen Informationsmenge bei E-Mails stellt dieser Anwendungsfall die Automobilhersteller vor Herausforderungen wie man als Fahrer solche Inhalte während der Fahrt bearbeiten kann ohne die Steuerung des Wagens zu vernachlässigen. Um für diese Herausforderung innovative Ansätze zu entwickeln, wurde im Rahmen dieser Arbeit der sogenannte Design Thinking Ansatz verwendet, der beschreibt wie man zu kreativen Lösungen kommt. Mit Hilfe dieses Ansatzes wurden im Rahmen von verschiedenen

studentischen Arbeiten prototypische Entwicklungen gemacht, die sich mit der Problematik der E-Mail Kommunikation am Steuer auseinandergesetzt haben. Als Ergebnis sind verschiedene Lösungen wie Personal Car Assisstant, Unified Communication oder Smart E-Mail herausgekommen, die sogar in einem echten Wagen teilweise beim Fahren ausprobiert und getestet werden konnten. Charakteristisch für diese Entwicklungen war der fast durchgängige Einsatz von sprachbasierter Interaktion, die die Vermittlungen von umfangreichen Inhalten und die Interaktion mit dem Infotainmentssystem erleichterte. Zusätzlich wurden die prototypischen Entwicklungen daraufhin untersucht welche Gestaltungsmerkmale in diesen verwendet wurden. Die analysierten Gestaltungsmerkmale konnten in die Kategorien Mensch-Maschine-Interaktion, Kommunikationsinhalte und –aufgaben, adaptives Verhalten und intelligente Systeme eingeteilt werden. Eine nachträgliche Analyse ergab, dass aus den Prototypen identifizierte Gestaltungsmerkmale nur zu geringem Maße durch die bestehenden Richtlinien zur Gestaltung von Infotainment-Systemen abgedeckt wurden. Somit konnten die aus den Prototypen identifizierten Gestaltungsmerkmale als ein Mehrwert dieser Arbeit angesehen werden.

Die entwickelten Prototypen im Bereich der E-Mail Kommunikation im Auto wurden darüber hinaus noch dazu verwendet, um eigene Designprinzipien für die Gestaltung von informationsreichen Kommunikationssystemen im Auto zu entwickeln. Daraus entstanden neun verschiedene Designprinzipien, die in die Bereiche Informationspräsentation, Benutzerinteraktion und Systemverhalten eingeteilt werden konnten. Diese Kategorisierung entspricht im Wesentlichen der aus den bestehenden Richtlinien zur Gestaltung von Infotainment-Systemen in Autos, die bereits erwähnt wurden. Die erarbeiteten Designprinzipien beschreiben im Wesentlichen, dass umfangreiche Inhalte aus E-Mails dem Fahrer in aggregierter und kurzer Form präsentiert werden sollen, so dass er zwar den wesentlichen Inhalt erfassen kann, aber seine Aufmerksamkeit nicht darauf verwendet wird die wesentlichen Inhalte aus Texten zu identifizieren. Darüber hinaus sollte der Fahrer trotz der Manipulation der textuellen Inhalte stets immer ein Verständnis dafür entwickeln können wie kompliziert und umfangreich die zu erfassenden Informationen sind, um selber zu entscheiden wann diese aufgenommen werden können. An dieser Stelle kommt der asynchrone Charakter der E-Mail Kommunikation durch, der es dem Fahrer erlaubt selber zu bestimmen in welchen Phasen seiner Fahrt er die einzelnen E-Mail Konversationen bearbeitet. Zudem sollte die Präsentationsweise der Kommunikationsinhalte immer an die Kommunikationsaufgabe angepasst werden und somit dem Fahrer die Erledigung der Aufgabe erleichtern. An dieser Stelle ist von sogenannter kognitiver Übereinstimmung von den Kommunikationsinhalten und den Aufgaben zu sprechen. In Bezug auf die Gestaltung der Benutzerinteraktion sollte wegen dem Umfang der Information im Falle von E-Mail zur vorwiegend sprachbasierten Interaktion gegriffen werden. Visuelle Benutzerschnittstellen sollten jedoch als optische Anker verwendet werden, um dem Fahrer solche Informationen wie Einordnung der Inhalte, Länge und Komplexität zu liefern und somit das Verständnis zu fördern, ihn aber nicht zu überfordern. Im Kontext der mobilen Kommunikation am Steuer sind jedoch nicht alle Aufgaben, die der Fahrer erledigen könnte, von der gleichen Komplexität (vgl. z.B. Anhören von Nachrichten und Verschicken oder Suchen nach E-Mail Nachrichten). In diesem Fall könnten die Designer von solchen Infotainment-Systemen sich auch überlegen, ob bestimmte Funktionalitäten eines Infotainment-Systems nicht während der Fahrt oder ab bestimmten Geschwindigkeiten nicht gesperrt werden. Die Designprinzipien zum Systemverhalten von Kommunikationssystemen im Auto beinhalten ein adaptives Systemverhalten bei Erkennung einer für den Fahrer kritischen Verkehrssituation. Diese können beispielsweise Überholvorgänge, unübersichtliche Kreuzungen usw. sein. Bei Erkennung solcher Situationen sollte das Infotainment-Systemen die Interaktion mit dem

Fahrer selbständig unterbrechen. Nach dem Meistern der Verkehrssituation sollte die Wiederaufnahme der Interaktion jedoch durch den Fahrer erfolgen.

Die Aufstellung der beschriebenen Designprinzipien erfolgte anhand der prototypischen Entwicklungen und diese finden sich in dieser Form noch in keinen der analysierten Richtlinien zur Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto wieder. Aus diesem Grund konnten die aufgestellten Designprinzipien als Kandidaten angesehen werden, deren Gültigkeit überprüft werden musste. Das Hauptmerkmal bei der Auseinandersetzung mit der Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto gilt der Fahrerablenkung. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei experimentelle Studien und eine Umfrage durchgeführt, die zum einen das Ziel hatten die Fahrerablenkung bei der Ausübung der E-Mail Kommunikation im Auto genauer zu untersuchen und zum anderen einen Teil der aufgestellten Designprinzipien untersuchen. Insgesamt nahmen rund 200 Probanden an den durchgeführten Fahrsimulatorstudien und 40 Teilnehmer an der Umfrage teil. In den beiden experimentellen Studien bestand die Aufgabe der Probanden darin während dem Fahren einen sprachbasiertes E-Mail System zu nutzen. Der Fokus der ersten experimentellen Studie lag auf den Fragen ob eine sprachbasierte Nutzung von E-Mail im Auto eine zusätzliche Ablenkung verursacht und welche Rolle der Komplexität der Inhalte und der Kommunikationsaufgaben zuzumessen ist. Bei der zweiten experimentellen Studie war das Augenmerk auf der kognitiven Übereinstimmung der Informationspräsentation und der mit der E-Mail Kommunikation verbundenen Aufgaben. Bei der durchgeführten Umfrage lag der Fokus dagegen auf dem adaptiven Verhalten eines E-Mail Kommunikationssystems im Auto. Hier waren Fragen zu beantworten in welchen Situationen der Einsatz eines adaptiven Systems als sinnvoll erachtet wird und welches Verhalten von potentiellen Nutzern eines solchen Systems gewünscht ist.

Als Ergebnis der durchgeführten Studien ergaben sich zahlreiche Erkenntnisse, die im Folgenden angesprochen werden sollen. Zuerst ist zu erwähnen, dass sprachbasierte Benutzerschnittstellen zwar die visuelle und die biomechanische Fahrerablenkung senken, jedoch kein Allheilmittel darstellen. Denn die kognitive Ablenkung kann dadurch nicht vermieden werden. Eine weitere Erkenntnis aus den beiden experimentellen Studien ist die unterschiedliche kognitive Belastung der Aufgaben des Anhörens und des Diktierens von E-Mail Nachrichten über eine sprachbasierte Schnittstelle. Dabei erhöht sich die Ablenkung beim Anhören von Nachrichten im Vergleich zum Fahren ohne eine sekundäre Aufgabe. Dieser Anstieg fällt jedoch weitaus geringer aus als der beim Diktieren von E-Mail Nachrichten am Steuer. Die Fahrerablenkung beim Diktieren von Nachrichten erreicht ein ähnliches Niveau wie auch bei der Telefonie im Auto. Im Vergleich zur Telefonie besitzt E-Mail jedoch den asynchronen Charakter. Aus diesem Grund kann das Diktieren von Nachrichten entweder in kritischen Verkehrssituationen unterbunden werden oder die Benutzerinteraktion und die Kommunikationsinhalte entsprechend für den Fahrer vereinfacht werden. Beide experimentellen Studien zeigten zudem, dass die Komplexität der Kommunikationsinhalte einen moderierenden Einfluss auf die Fahrerablenkung hat. Höhere Komplexität der Inhalte (z.B. emotionale Inhalte, schwieriger Aufbau der Sätze, komplizierte Zusammenhänge) erhöhen die Fahrerablenkung enorm. Die zweite Studie zeigte jedoch, dass auch zu einfache Kommunikationsinhalte einen negativen Effekt haben können. In dieser wurden verschiedene synthetische Stimmen beim Vorlesen von E-Mail Konversationen benutzt. Die Auswertung zeigte, dass einfache E-Mail Nachrichten mit einer zur Aufgabe passenden Präsentationsweise zwar zu einem besseren Verständnis beim Fahrer führten, jedoch auch eine erhöhte Fahrerablenkung verursachten. Die Tatsache ist damit zu erklären, dass für den Fahrer wahrnehmbar einfache sekundäre Aufgaben ihn dazu veranlassen sich mehr mit der sekundären Aufgabe zu beschäftigen. Dadurch leidet auch die Fahrsicherheit.

Diese Erkenntnis aus dem Experiment steht jedoch in einem direkten Widerspruch zu dem im Rahmen dieser Arbeit aufgestellten Designprinzip zur kognitiven Anpassung der sekundären Aufgabe am Steuer und der Präsentationsweise der Informationen. Dieser Aspekt bedarf daher weiterer Untersuchungen. Aus den ersten zwei experimentellen Studien erwächst daher auch die Notwendigkeit eines sogenannten Workload Managers. Die Idee beim Workload Manager ist die kontinuierliche Überwachung der Wagenkontrolle, der Verkehrsumgebung und des Fahrerszustands und die daraus resultierende Ableitung der kognitiven Belastung des Fahrers. Sollte eine zu hohe kognitive Belastung erkannt werden, so kann entweder die Interaktion mit dem Infotainment-System pausiert oder diese entsprechend angepasst werden, um die Belastung des Fahrers zu senken. Die dritte Studie dieser Arbeit zeigte, dass vor allem solche Verkehrssituationen wie unübersichtliche Kreuzungen, Autobahnauf- und abfahrten von Fahrern als kritisch angesehen werden und somit in diesen Situationen ein adaptives Verhalten des Infotainment-Systems gewünscht wird. Im Wesentlichen konnte ein Großteil der aufgestellten Designprinzipien für die Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto durch die Ergebnisse der durchgeführten Studien bestätigt werden. Es bedarf jedoch noch vieler weiterer Untersuchungen, um den Kandidatencharakter der aufgestellten Designprinzipien zu verlieren.

Als abschließendes Ergebnis dieser Arbeit entstand eine IT-Referenzarchitektur zur Unterstützung des mobilen Arbeitens im Auto. Wie auch schon im Verlauf der Arbeit, wurde als vordergründiger Anwendungsfall das Bearbeiten von E-Mails im Auto auch für die Erarbeitung der Architektur genommen. Die Aufstellung der Architektur erfolgte in Anlehnung an die zuvor aufgestellten Designprinzipien und Implikationen aus den durchgeführten Studien. Das Herzstück der erarbeiteten Architektur bildete dabei das Automotive Backend, welches jedoch nicht die einzige Komponente der Architektur darstellte. Für eine sichere Ausübung der mobilen Arbeit am Steuer war es auch unerlässlich verschiedene Komponenten im Auto und auch Web Services von Drittanbietern an das Automotive Backend anzubinden. Wesentliche Merkmale der aufgestellten Architektur waren zum einen die weitestgehend sprachbasierte Interaktion mit dem Benutzer und das adaptive Verhalten. Die Komponenten im Auto sind beispielsweise die Sensoren zur Erfassung der Wagenkontrolle und der Fahrumgebung, die an das Automotive Backend zusammen mit den Spracheingaben des Benutzers übermittelt werden können. Das Herzstück des Automotive Backends stellt ein Dialogsystem dar, das alle Informationen aus dem Auto und von verschiedenen Web Services (wie z.B. dem E-Mail Content Provider) bündelt und entscheidet wie die Eingaben des Fahrers zu verarbeiten sind, welcher kognitiven Belastung der Fahrer aktuell ausgesetzt ist und welche Maßnahmen in Bezug auf die Interaktion vorgenommen werden müssen. Weitestgehend können die identifizierten Komponenten einer solchen Architektur realisiert werden. Herausforderungen stellen heutzutage jedoch die direkte Erfassung des kognitiven Zustandes des Fahrers dar und die Regeln nach denen ein adaptives System vorgehen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mobile textuelle Kommunikation in Form von E-Mail als Ausprägung der mobilen Arbeit im Auto immer beliebter wird und von zahlreichen Automobilherstellern in ihre Produktpalette aufgenommen wird. Ähnlich zur Telefonie im Auto birgt es jedoch Gefahren für den Fahrer hinsichtlich der Fahrerablenkung. Diese Arbeit hat dazu beigetragen zu erforschen wie mobile Kommunikation über E-Mail im Auto sinnvoll umgesetzt werden kann, um auf der einen Seite im Auto während der Fahrt sinnvoll kommunizieren zu können und auf der anderen Seite die Fahrsicherheit nicht zu vernachlässigen. Um diese beiden Anforderungen umzusetzen, wurde in der Arbeit identifiziert, dass eine sichere Nutzung ein Zusammenspiel der Komponenten im Auto (Infotainment-System, Benutzerschnittstellen), der Fahrerassistenzsysteme, der Komponenten

im Backend (z.B. Workload Management) erfordert. Laut einer aktuellen Studie von BITKOM stimmen rund 95% der Autofahrer der Aussage zu, dass Assistenzsysteme bei Gefahrensituationen aktiv in die Fahrzeuglenkung eingreifen sollten (BITKOM 2013). Eine Kopplung eines Workload Managers an die Fahrassistenzsysteme eines Wagens könnte somit eine sinnvolle Lösung darstellen. Wie ein genaues Zusammenspiel dieser Komponenten realisiert werden kann, bedarf jedoch weiterer Forschung.

6.2 Limitationen

Bei dieser Arbeit sind jedoch auch bestimmte Limitationen gegeben. Als Erstes, lag der Fokus dieser Arbeit primär auf dem Anwendungsfall der Bearbeitung von E-Mails am Steuer. Solche Anwendungsfälle wie Chat, SMS, Nutzung von sozialen Netzwerken wie Facebook und Twitter erfreuen sich bei Kunden der Automobilhersteller immer höherer Beliebtheit. Diese sind ähnlich zur E-Mail Kommunikation ebenfalls Vertreter der textuellen asynchronen Kommunikation. Es muss jedoch in weiteren Forschungsarbeiten geprüft werden inwiefern sich die erzielten Ergebnisse dieser Arbeit verallgemeinern lassen und somit auch bei den anderen genannten Anwendungsfällen Anwendung finden.

Zweitens, entstanden als Teilergebnis dieser Arbeit Designprinzipien für die Gestaltung von Infotainment-Systemen im Auto. Bei diesen handelt es sich jedoch vorerst um Kandidaten und somit muss deren Gültigkeit noch in weiteren Forschungsarbeiten überprüft werden. Wie beim Designprinzip zur Informationspräsentation P3 (siehe Kapitel 3.4.1.3) zu sehen, konnte dessen Gültigkeit in der durchgeführten experimentellen Studie II (siehe Kapitel 4.3) in Frage gestellt werden. Eine genauere Auseinandersetzung ist somit auch bei anderen aufgestellten Designprinzipien notwendig. Zudem bedürfen die aufgestellten Designprinzipien einer Nacharbeit in Bezug auf die Spezifizierung der Messmethoden, der Messgrößen und der Grenzen, die einzuhalten wären. Denn erst dann kann die Einhaltung dieser Designprinzipien überprüft werden.

Drittens, haben an den zwei durchgeführten experimentellen Studien vorwiegend Studenten der Technischen Universität München als Probanden teilgenommen. Der Grund für diese Zusammenstellung waren zum einen die relativ geringen finanziellen Mittel, die einen Zugriff auf einen Probandenpool mit einer repräsentativen Verteilung des Alters, des Geschlechts und der Fahrerfahrung nicht erlaubten. Zum anderen waren es auch die zeitlichen Einschränkungen, die eine intensive Auswahl der Probanden nicht ermöglichten. Angesichts der Tatsache, dass die Probanden hauptsächlich zwischen 20 und 35 Jahre alt waren, kann jedoch auch vermerkt werden, dass gerade Repräsentanten dieser Altersgruppe die zukünftigen Nutzer solcher Dienste wie E-Mail, Chat, SMS und der sozialen Netzwerke am Steuer sein werden. Von diesem Gesichtspunkt her, kann somit von repräsentativen Ergebnissen ausgegangen werden.

Nicht zuletzt sei an dieser Stelle auch vermerkt, dass die entwickelte IT-Referenzarchitektur in dieser Arbeit nicht den Detaillierungsgrad erreicht hat, der für einen Automobilhersteller zur Umsetzung notwendig wäre. Vielmehr zeigt es vielmehr auf an welche Komponenten für eine sichere Ausführung der mobilen Kommunikation am Steuer gedacht werden muss und wie diese verteilt werden könnten. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, wurden vor allem die Spezifika eines Automotive Backends, die z.B. für eine sichere Verbindung zum Fahrzeug sorgen, bei der Erarbeitung der IT-Referenzarchitektur nicht berücksichtigt.

6.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Diese Arbeit liefert einen wesentlichen Beitrag zur Ermöglichung einer sicheren mobilen Arbeit während dem Fahren. Vor allem die sprachbasierte Interaktion im Auto stellte ein charakteristisches Merkmal der prototypischen Entwicklungen und der empirischen Studien dar, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden. Obwohl es zahlreiche Untersuchungen zu sprachbasierten Benutzerschnittstellen gibt, ist deren Verwendung in Autos ein noch weitgehend unerforschtes Gebiet. Gerade für die Autofahrer könnte diese Art der Benutzeraktion am vielversprechendsten sein, denn sie senkt die visuelle und die biomechanische Ablenkung auf ein Minimum. Jedoch gibt es auch eine Vielzahl an Herausforderungen, die im Rahmen von Forschungsarbeiten noch untersucht werden müssen. Solche Punkte wie die Hintergrundgeräusche in einem Auto, die zuverlässige Spracherkennung und der Einsatz von Dialogsystemen stecken die zukünftigen Forschungsfelder ab, die für das Thema der mobilen Arbeit von großer Wichtigkeit sind.

Ebenso hat sich auch der Aspekt der Aufmerksamkeitsverteilung des Fahrers in Verbindung mit der Gestaltung von bordeigenen Infotainment-Systemen im Auto als einer herausgestellt, dem in der Forschung noch fast gar keine Beachtung geschenkt worden ist. Der Grund dafür war bisher die eher zu vernachlässigende Rolle von Infotainment-Systemen im Auto. Mit der immer größer werdenden Informationsflut im Auto wird dabei der Zusammenhang zwischen der Art wie Informationen dem Fahrer präsentiert werden, der Erfüllung der sekundären Aufgabe und der dabei entstehenden Fahrerablenkung immer bedeutender. Vor allem bei sprachbasierten Präsentationsweisen befindet sich hier die Forschung noch ganz am Anfang.

Darüber hinaus hat sich im Verlauf dieser Arbeit der kognitive Zustand des Fahrers als eine kritische Größe im Zusammenhang mit der Ausübung von sekundären Aufgaben beim Fahren herausgestellt. Denn genau davon abhängig ergeben sich die kognitiven Ressourcen, die der Fahrer dafür verwendet einen Überblick über das aktuelle Verkehrsgeschehen zu behalten und den Wagen zu kontrollieren. Die Bestimmung des kognitiven Zustandes stellt jedoch für Wissenschaftler eine Herausforderung dar. Bisher ist nicht genau geklärt welche Größen (wie z.B. Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, Gehirnströme, Augenpupillenbewegungen) sich gut dafür eignen in Echtzeit die kognitive Belastung des Fahrers zu erfassen. Zudem muss bei der Messung beachtet werden, dass der Fahrer dabei in keiner Weise eingeschränkt werden kann, denn ansonsten würde der Fahrkomfort darunter leiden. In diesem Zusammenhang stellt sich zudem auch die Frage wie genau bordeigene Infotainment-Systeme sich adaptiv verhalten sollen wenn eine kognitive Überforderung des Fahrers festgestellt wird. Eine Unterbrechung der Benutzerinteraktion ist zwar die einfachste Möglichkeit die Aufmerksamkeit des Fahrers wieder auf die Straße zu gewinnen, jedoch kann eine solche Reaktion als unangenehm vom Fahrer empfunden werden. Andere komplexere adaptive Verhaltensweisen erfordern jedoch die Aufstellung von genauen Regeln, die in Informationssystemen umgesetzt werden können.

Parallel zu dieser Forschung, die darauf setzt den kognitiven Zustand des Fahrers nicht zu überansprechen, laufen auch Bemühungen im Bereich der autonom fahrenden Fahrzeuge. Autonome Fahrzeuge sollen prinzipiell erlauben, dass der Fahrer sich nicht mehr mit der primären Aufgabe des Fahrens beschäftigen muss. In diesem Fall erkennt das Fahrzeug selbstständig die Verkehrssituation durch eine Vielzahl von eingebauten Sensoren und steuert das Fahrzeug selbstständig durch den Verkehr anhand der vorprogrammierten Navigation. Obwohl die Technik, die für das autonome Fahren notwendig wäre, bereits in modernen Fahrzeugen vorzufinden ist, zögern die Automobilhersteller mit der kompletten Integration

dieser Technologie. Zum einen sind diverse rechtliche Aspekte ungeklärt wenn durch den Einsatz von autonomen Systemen Personen zu Schaden kommen. Zum anderen versichern die Automobilhersteller, dass das autonome Fahren eher als „Entlastung“ für den Fahrer zu verstehen ist und nicht als kompletter Ersatz für das Fahren. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung ist es notwendig zu untersuchen welche Szenarien der mobilen Arbeit mit dem autonomen Fahren sinnvoll kombiniert werden können.

Vor dem Hintergrund dieser Arbeit, wird die Entwicklung der mobilen Arbeit im Auto auch in Zukunft ein spannendes Forschungsfeld bleiben. Durch den Wandel unserer Gesellschaft kommen immer neue Anwendungsszenarien der mobilen Arbeit dazu, die durch die rasanten Entwicklungen in der Welt der Technik immer weiter befriedigt werden müssen ohne dabei die Sicherheit des Fahrers aufs Spiel zu setzen.

Literaturverzeichnis

- AAM (2006):** Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems, Alliance of Automobile Manufacturers. http://www.umich.edu/~driving/guidelines/AAM_DriverFocus_Guidelines.pdf, zugegriffen am 20.12.2012.
- Accenture (2011):** Perspectives on In-Vehicle Infotainment Systems and Telematics. newsroom.accenture.com, <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Perspectives-on-In-Vehicle-Infotainment-Systems-and-Telematics.pdf>, zugegriffen am 12.11.2012.
- Alt, F.; Kern, D.; Schulte, F.; Pfleging, B.; Shirazi, A.S.; Schmidt, A. (2010):** Enabling micro-entertainment in vehicles based on context information. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Dey, A.K.; Schmidt, A.; Boll, S.; Kun, A.L. ACM Press, Pittsburgh, PA, USA 2010, S. 117-124.
- 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? In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 8 (2005) Nr. 6, S. 383-395.
- Amstad, T. (1978):** Wie verständlich sind unsere Zeitungen? unveröffentlichte Diss., Universität Zürich, Zürich 1978.
- Amt für Statistik (2010):** Kenndaten zur Mobilität. In: Mobilität der Stadt. Hrsg. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Berlin 2010, S. 1-10.
- Andrae, A.S.G.; Andersen, O. (2010):** Life cycle assessments of consumer electronics — are they consistent? In: The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 15 (2010) Nr. 8, S. 827-836.
- Apple Computer Inc (2012):** Apple Siri. <http://www.apple.com/de/ios/siri/>, zugegriffen am 12.10.2012.
- Arnold, I.; Chughtai, A.; Ihler, E.; Kehrer, T.; Mehlig, U.; Zdun, U. (2008):** Software-Architektur. 2. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg 2008.
- Aronson, E.; Akert, R.M.; Wilson, T.D. (2008):** Sozialpsychologie. 6. Aufl., Pearson Education Deutschland, München 2008.
- AUDI (2012):** Überblick über Audi Connect Dienste. http://www.audi.de/de/brand/de/service/infotainment_und_kommunikation/audi_connect_dienste.html, zugegriffen am 20.09.2012.
- Bach, K.M.; Jäger, M.G.; Skov, M.B.; Thomassen, N.G. (2009):** Interacting with in-vehicle systems: understanding, measuring, and evaluating attention. Paper presented at the Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology, pp. 453-462.
- Bahal, A.; Gupta, R. (2012):** Advances in Automatic Speech Recognition: From Audio-Only To Audio-Visual Speech Recognition. In: Journal of Computer Engineering (IOSRJCE) Vol. 5 (2012) Nr. 1, S. 31-36.
- Balzert, H.; Balzert, H. (2011):** Lehrbuch der Objektmodellierung: Analyse und Entwurf mit der UML 2. 2. Aufl., Akad. Verlag Spektrum, Heidelberg 2011.
- Bandura, A. (1988):** Self-Regulation of Motivation and Action Through Goal Systems. In: Cognitive Perspectives on Emotion and Motivation. Hrsg.: Hamilton, V.; Bower, G.H.; Frijda, N.H. Springer Netherlands, Dordrecht, NL 1988, S. 37-61.
- Bandura, A.; Cervone, D. (1986):** Differential engagement of self-reactive influences in cognitive motivation. In: Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 38 (1986) Nr. 1, S. 92-113.

- Barón, A.; Green, P. (2006):** Safety and usability of speech interfaces for in-vehicle tasks while driving: A brief literature review (No. UMTRI-2006-5). University of Michigan, Transportation Research Institute, MI, USA 2006.
- Barrett, J. (2004):** Side effects of virtual environments: A review of the literature (No. DSTO-TR-1419) Defence Science and Technology Organisation, Canberra, AU 2004.
- Bauer, S. (2011):** Das vernetzte Fahrzeug–Herausforderungen für die IT. In: Informatik-Spektrum, Vol. 34 (2011) Nr. 1, S. 38-41.
- Beede, K.E.; Kass, S.J. (2006):** Accident Analysis & Prevention - Engrossed in conversation: The impact of cell phones on simulated driving performance. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 38 (2006) Nr. 2, S. 415-421.
- Bellotti, V.; Ducheneaut, N.; Howard, M. (2003):** Taking email to task: the design and evaluation of a task management centered email tool. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Hrsg.: Cockton, G.; Korhonen, P. ACM Press, New York, NY, USA 2003, S. 345-352.
- Bennet, D.; Bennet, A. (2008):** The depth of knowledge: surface, shallow or deep? In: VINE, Vol. 38 (2008) Nr. 4, S. 405-420.
- Bernhart, W.; Schlick, T.; Escobar, J.S.; Wang, W.L. (2012):** Connected vehicles. Roland Berger, 2012.
- Bimmertoday (2012):** BMW ConnectedDrive künftig mit noch mehr Funktionen. <http://www.bimmertoday.de/2010/06/30/bmw-connecteddrive-kunftig-mit-noch-mehr-funktionen/>, zugegriffen am 22.10.2012.
- Bimmertoday (2013):** BMW ConnectedDrive: SMS und E-Mails in Fahrt lesen und diktieren. <http://www.bimmertoday.de/2013/01/29/bmw-connecteddrive-video-iphone-blackberry-sms-navigationssystem-idrive/>, zugegriffen am 22.08.2013.
- BITKOM (2013):** Große Mehrheit für intelligente Verkehrssysteme. http://www.bitkom.org/de/presse/8477_77378.aspx, zugegriffen am 23.10.2013.
- Bittrich, K.; Blankenberger, S. (2011):** Experimentelle Psychologie: Experimente planen, realisieren, präsentieren. 1. Aufl., Beltz Verlag, Weinheim 2011.
- BMW (2012a):** Bluetooth Office Funktionen in einem BMW. http://www.bmw-muenchen.de/sync/showroom_rebrush/de/de/newvehicles/3series/touring/2012/showroom/infotainment/bluetooth_office.html, zugegriffen am 20.12.2012.
- BMW (2012b):** BMW Connected Drive: Überblick über Dienste. <http://www.bmw.com/com/de/insights/technology/connecteddrive/2013/index.html>, zugegriffen am 22.08.2012.
- Bortz, J.; Döring, N. (2006):** Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg 2006.
- Brandt, C. (2010):** Mobile Arbeit – Gute Arbeit? ver.di - Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft, Berlin 2010.
- Bretschneider-Hagemes, M. (2011):** Belastungen und Beanspruchungen bei mobiler IT-gestützter Arbeit - Eine Betrachtung im Bereich mobiler, technischer Dienstleistungen mit Smartphone, Notebook & Co. Unpubliziertes Manuskript.
- Briem, V.; Hedman, L.R. (1995):** Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. In: Ergonomics, Vol. 38 (1995) Nr. 12, S. 2536-2562.
- Brown, B.; Green, N.; Harper, R. (2002):** Wireless world: social and interactional aspects of the mobile age. 1. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg 2002.
- Brown, T. (2008):** Design thinking. In: Harvard Business Review, Vol. 86 (2008) Nr. 6, S. 84.
- Bruegge, B.; Dutoit, A.H. (2004):** Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns and Java. 2. Aufl., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA 2004.
- Brumby, D.P.; Davies, S.C.E.; Janssen, C.P.; Grace, J.J. (2011):** Fast or safe? In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

- Hrsg.: Tan, D.; Fitzpatrick, G.; Gutwin, C.; Begole, B.; Kellogg, W.A. ACM Press, New York, NY, USA 2011, S. 473-482.
- Bunge, E. (1977):** Speaker recognition by computer. In: Philips Technical Review, Vol. 37 (1977) Nr. 8, S. 207-219.
- BVDW (2012):** OVK Online-Report 2012/02. Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V., Düsseldorf 2012.
- BVDW (2013):** Studie zur Smartphone-Nutzung und ihren Einsatzorten. Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V., Düsseldorf 2013.
- Byrd, T.G. (2009):** Prioritizing Effort Allocation in a Multiple-Goal Environment. Diss., State University Virginia, Virginia 2009.
- Caird, J.K.; Willness, C.R.; Steel, P.; Scialfa, C. (2008):** A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 40 (2008) Nr. 4, S. 1282-1293.
- Campbell, J.L.; Carney, C.; Kantowitz, B.H. (1998):** Human Factors Design Guidelines for Advanced Traveler Information Systems (ATIS) and Commercial Vehicle Operations (CVO) (No. FHWA-RD-98-057). Transportation Research Board, Washington, DC, USA 1998.
- Campion, M.A.; Lord, R.G. (1982):** A control systems conceptualization of the goal-setting and changing process. In: Organizational Behavior and Human Performance, Vol. 30 (1982) Nr. 2, S. 265-287.
- Card, S.K.; Moran, T.P.; Newell, A. (1983):** The psychology of human computer interaction. 1. Aufl., Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA 1983.
- Carterette, E.C.; Barnebey, A. (1975):** Recognition Memory for Voices. In: Structure and process in speech perception (Vol. 11). Hrsg.: Cohen, A.; Nooteboom, S.G. Springer Verlag, Berlin 1975, S. 246-265.
- Cavedon, L.; Weng, F.; Mishra, R.; Bratt, H. (2005):** Developing a Conversational In-Car Dialog System. Konferenzbeitrag präsentiert auf der 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, 6-10 Nov., San Francisco, CA, USA.
- Citrix (2012):** Workshifting: a Global Market Research Report. Citrix, Fort Lauderdale, FL, USA 2012.
- Cohen, J.T.; Graham, J.D. (2003):** A Revised Economic Analysis of Restrictions on the Use of Cell Phones While Driving. In: Risk Analysis, Vol. 23 (2003) Nr. 1, S. 5-17.
- Connect (2012):** Mercedes Comand Online im Test. <http://www.connect.de/testbericht/mercedes-command-online-im-test-1241177.html>, zugegriffen am 22.08.2012.
- Consult Dialog (2012):** VATM-Analyse Telekommunikationsmarkt Deutschland 2012. Consult Dialog GmbH, Duisburg 2012.
- Consumer Reports (2012):** CES 2012: Delphi's MyFi concept car determines when to distract you. <http://www.consumerreports.org/cro/news/2012/01/ces-2012-delphi-s-myfi-concept-car-determines-when-to-distract-you/index.htm>, zugegriffen am 12.10.2012.
- Continental (2012):** AutoLinQ verbindet: Ihr Auto, Ihr Zuhause, Ihren Lifestyle, Ihre Unterhaltungselektronik. http://www.conti-online.com/www/automotive_de_de/themes/passenger_cars/interior/connectivity/pi_a_utoлинг_de.html, zugegriffen am 22.08.2012.
- Coughlin, J.F.; Reimer, B.; Mehler, B. (2011):** Monitoring, managing, and motivating driver safety and well-being. In: Pervasive Computing, IEEE, Vol. 10 (2011) Nr. 3, S. 14-21.
- Dabbish, L.A.; Kraut, R.E.; Fussell, S.; Kiesler, S. (2005):** Understanding email use. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Hrsg.: Veer, G.v.d.; Gale, C. ACM Press, New York, NY, USA 2005, S. 691-700.

- Dahimene, A. (2009):** Continuous speech recognition. Diss., Universit'e M'hamed Bougera, Bourmedes, DZ 2009.
- Daimler (2012):** Der Aufmerksamkeitsassistent ATTENTION ASSIST warnt rechtzeitig vor dem gefährlichen Sekundenschlaf. <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210218-49-1210332-1-0-0-1210228-0-0-135-7165-0-0-0-0-0-0.html>, zugegriffen am 10.08.2013.
- Delphi (2012):** Dilphi MyFi - Connected Infotainment Systems. <http://delphi.com/manufacturers/auto/entertainment/audio/myfi-connected-systems/>, zugegriffen am 22.08.2012.
- Diamond, D.M.; Campbell, A.M.; Park, C.R.; Halonen, J.; Zoladz, P.R. (2007):** The Temporal Dynamics Model of Emotional Memory Processing: A Synthesis on the Neurobiological Basis of Stress-Induced Amnesia, Flashbulb and Traumatic Memories, and the Yerkes-Dodson Law. In: Neural Plasticity, Vol. 2007 (2007) Nr. 3, S. 3310-3315.
- Dingus, T.; Hulse, M.; Jahns, S.; Alves-Foss, J.; Confer, S.; Rice, A.; Roberts, I.; Hanowski, R.; Sorenson, D. (1996):** Development of Human Factors Guidelines for Advanced Traveler Information Systems and Commercial Vehicle Operations: Literature Review (FHWA-RD-95-153). Federal Highway Administration, Washington, DC, USA 1996.
- Dorn, L.J.; Soffos, C. (2005):** Teaching for Deep Comprehension: A Reading Workshop Approach. 1. Aufl., Stenhouse Publishers, Portland, ME, USA 2005.
- DuBay, W.H. (2004):** The principles of readability. Impact Information, Costa Mesa, CA, USA 2004.
- Ducheneaut, N.; Bellotti, V. (2001):** E-mail as habitat: an exploration of embedded personal information management. In: interactions, Vol. 8 (2001) Nr. 5, S. 30-38.
- Duller, C. (2008):** Einführung in die nichtparametrische Statistik mit SAS und R: Ein anwendungsorientiertes Lehr- und Arbeitsbuch. 1. Aufl., Physica-Verlag, Heidelberg 2008.
- Eisenberg, P.; Münzberg, F.; Kunkel-Razum, K. (2007):** Duden richtiges und gutes Deutsch: Wörterbuch der sprachlichen Zweifelsfälle. 6. Aufl., Bibliographisches Institut, Mannheim 2007.
- Eost, C.; Flyte, M.G. (1998):** An investigation into the use of the car as a mobile office. In: Applied Ergonomics, Vol. 29 (1998) Nr. 5, S. 383-388.
- Erfurth, C. (2013):** Das mobile Büro flexibler machen. uni-jena.de, http://www.uni-jena.de/Mitteilungen/PM090924_MOPS.html, zugegriffen am 04.06.2013.
- ERSO (2011):** Annual Statistical Report 2011. European Road Safety Observatory, 2011.
- Esbjörnsson, M.; Juhlin, O. (2002):** Placememo-Supporting Mobile Articulation In A Vast Working Area Through Position Based Information. In: Proceedings of ECIS 2002. Hrsg.: Wrycza, S. DBLP, Gdansk, PL 2002, S. 1185-1196.
- European Commision (2007):** Commission recommendation of 22 December 2006 on safe and efficient in-vehicle information and communication systems: Update of the European Statement of Principles on Human Machine Interface (Commission document C 7125), 2007.
- FAZ (2013):** Dieser Weg ins Netz will ein besonders leichter sein. <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/auto-verkehr/audi-connect-dieser-weg-ins-netz-will-ein-besonders-leichter-sein-12537550.html>, zugegriffen am 22.08.2013.
- Flesch, R. (1948):** A new readability yardstick. In: Journal of Applied Psychology, Vol. 32 (1948) Nr. 3, S. 221-233.
- Fletcher, L.; Loy, G.; Barnes, N.; Zelinsky, A. (2005):** Correlating driver gaze with the road scene for driver assistance systems. In: Robotics and Autonomous Systems, Vol. 52 (2005) Nr. 1, S. 71-84.

- Flyte, M.G. (2000):** The vehicle as an IT office environment: ergonomics design requirements for mobile computing. In: *International Journal of Vehicle Design*, Vol. 23 (2000) Nr. 3, S. 1-13.
- Ford (2012):** Ford Sync Technologie: Ein Blick in die Zukunft. http://www.ford.de/UeberFord/FordTechnologien/Ford_SYNC, zugegriffen am 22.08.2012.
- Gallwitz, F.; Niemann, H.; Nöth, E. (1999):** Spracherkennung—Stand der Technik, Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven. In: *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 41 (1999) Nr. 6, S. 538-547.
- GHSA (2011):** Distracted Driving: Annual Report. Governors Highway Safety Association, Washington, DC, USA 2011.
- Godwin-Jones, R. (2009):** Emerging technologies: Speech tools and technologies. In: *Language Learning & Technology*, Vol. 13 (2009) Nr. 3, S. 4-11.
- Goggin, G. (2012):** Driving the Internet: Mobile Internets, Cars, and the Social. In: *Future Internet*, Vol. 4 (2012) Nr. 4, S. 306-321.
- Gong, L.; Lai, J. (2003):** To Mix or Not to Mix Synthetic Speech and Human Speech? Contrasting Impact on Judge-Rated Task Performance versus Self-Rated Performance and Attitudinal Responses. In: *International Journal of Speech Technology*, Vol. 6 (2003) Nr. 2, S. 123-131.
- González, I.E.; Wobbrock, J.O.; Chau, D.H.; Faulring, A.; Myers, B.A. (2007):** Eyes on the road, hands on the wheel: thumb-based interaction techniques for input on steering wheels. In: *Proceedings of the Graphics Interface 2007 Conference*. Hrsg.: Healey, C.G.; Lank, E. ACM Press, New York, NY, USA 2007.
- Green, P. (2002):** Motor vehicle driver interfaces. In: *The human-computer interaction handbook*. Hrsg.: Sears, A.; Jacko, J.A. L. Erlbaum Associates Inc., New York, NY, USA 2002, S. 844-860.
- Green, P. (2004):** Driver distraction, telematics design, and workload managers: Safety issues and solutions. In: SAE publication P-387. Hrsg. Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA, USA 2004, S. 165-180.
- Green, P. (2008):** Driver Interface Safety and Usability Standards: An Overview. In: *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation*. Hrsg.: Young, K.; Lee, J.D.; Regan, M.A. CRC Press, Boca Raton, FL, USA 2008, S. 445-464.
- Green, P.; Levison, W.; Paelke, G.; Serafin, C. (1993):** Suggested human factors design guidelines for driver information systems (Technical Report UMTRI-93-21). University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, MI, USA 1993.
- Green, P.; Levison, W.; Paelke, G.; Serafin, C. (1995):** Preliminary human factors design guidelines for driver information systems (Technical Report No. FHWA-RD-94-087). US Government Printing Office, Washington, DC, USA 1995.
- Greenberg, J.; Tijerina, L.; Curry, R.; Artz, B.; Cathey, L.; Kochhar, D.; Kozak, K.; Blommer, M.; Grant, P. (2003):** Driver distraction: Evaluation with event detection paradigm. In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1843 (2003) Nr. 1, S. 1-9.
- Groeger, J.A. (2000):** Understanding Driving: Applying Cognitive Psychology to a Complex Everyday Task. 2. Aufl., Psychology Press, Philadelphia, PA, USA 2000.
- Grunenberg, J. (2003):** Tendenzen bei Fahr(er)assistenzsystemen. Diss., Universität Koblenz-Landau, Koblenz-Landau 2003.
- Hancock, P.A.; Szalma, J.L. (2007):** Stress and neuroergonomics. In: *Neuroergonomics: The brain at work*. Hrsg.: Parasuraman, R.; Rizzo, M. Oxford University Press, New York, NY, USA 2007, S. 195-206.

- Harabi, N.; Schoch, R.; Hespeler, F. (2000):** Electronic Commerce in der Schweiz: Ergebnisse aus Einzelfallstudien und statistischen Erhebungen (Arbeitspapier Nr. 4493). MPRA, München 2000.
- Harbluk, J.L.; Eisenman, M.; Noy, Y.I. (2002a):** The impact of cognitive distraction on driver visual behaviour and vehicle control. Transport Canada, Ottawa, ON, CA 2002a.
- Harbluk, J.L.; Eisenman, M.; Noy, Y.I. (2002b):** The impact of cognitive distraction on driver visual behaviour and vehicle control. Konferenzbeitrag präsentiert auf der 81st annual meeting of the Transportation Research Board, Jan. 2002, Washington, DC, USA.
- Harbluk, J.L.; Lalande, S. (2005):** Performing E-Mail Tasks While Driving: the Impact of Speech-Based Tasks on Visual Detection. In: Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driving Assessment, Training and Vehicle Design. Hrsg. Transportation Research Board, Iowa City, IA, USA 2005, S. 304-310.
- HARMAN (2012):** Harman's Infotainment Division. <http://www.harman.com/EN-US/Solutions/Car/Pages/INFOTAINMENT.aspx> - .UhYkpGSD7zY, zugegriffen am 22.08.2012.
- Hart, S.G.; Staveland, L.E. (1988):** Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: Human mental workload, Vol. 1 (1988) Nr. 3, S. 139-183.
- Healey, J.A.; Picard, R.W. (2005):** Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 6 (2005) Nr. 2, S. 156-166.
- Hebb, D.O. (1955):** Drives and the C. N. S. (conceptual nervous system). In: Psychological Review, Vol. 62 (1955) Nr. 4, S. 243-254.
- Hennig-Thurau, T.; Esche, J.V.d. (2013):** German Social Media Consumer Report 2012/2013. Social Media Think:Lab, 2013.
- Hill, E.J.; Miller, B.C.; Weiner, S.P.; Colihan, J. (2006):** Influences of the virtual office on aspects of work and work/life balance. In: Personnel Psychology, Vol. 51 (2006) Nr. 3, S. 667-683.
- Hoffmann, H. (2010):** Ein Werkzeug zur Entwicklung nutzenorientierter Software- und Service-Prototypen im Fahrzeug. Diss., Technische Universität München, München 2010.
- Hole, G. (2007):** The Psychology of Driving. 1. Aufl., Lawrence Erlbaum Associates, New York, NY, USA 2007.
- Horrey, W.J. (2011):** Assessing the Effects of In-Vehicle Tasks on Driving Performance. In: Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications, Vol. 19 (2011) Nr. 4, S. 4-7.
- Horrey, W.J.; Lesch, M.F.; Garabet, A. (2008):** Assessing the awareness of performance decrements in distracted drivers. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 40 (2008) Nr. 2, S. 675-682.
- Horrey, W.J.; Lesch, M.F.; Garabet, A. (2009):** Dissociation between driving performance and drivers' subjective estimates of performance and workload in dual-task conditions. In: Journal of Safety Research, Vol. 40 (2009) Nr. 1, S. 7-12.
- Horrey, W.J.; Wickens, C.D. (2006):** Examining the Impact of Cell Phone Conversations on Driving Using Meta-Analytic Techniques. In: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 48 (2006) Nr. 1, S. 196-205.
- Horswill, M.S.; McKenna, F.P. (1999):** The effect of interference on dynamic risk-taking judgments. In: British Journal of Psychology, Vol. 90 (1999) Nr. 2, S. 189-199.
- Hua, Z.; Ng, W.L. (2010):** Speech recognition interface design for in-vehicle system. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Automotive User Interfaces and

- Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Dey, A.K.; Schmidt, A.; Boll, S.; Kun, A.L. ACM Press, New York, NY, USA 2010, S. 29-33.
- Hupke, M.; Paridon, H.; Stamm, R. (2009):** Notebook und Co. Mobiles Arbeiten: Fluch oder Segen. In: DGUV Forum, Vol. 9 (2009) Nr. 2, S. 22-25.
- Hussy, W.; Schreier, M.; Echterhoff, G. (2009):** Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften - Für Bachelor. 1. Aufl., Springer Verlag, Berlin 2009.
- Hyman, J.I.E.; Boss, S.M.; Wise, B.M.; McKenzie, K.E.; Caggiano, J.M. (2009):** Did you see the unicycling clown? Inattention blindness while walking and talking on a cell phone. In: Applied Cognitive Psychology, Vol. 24 (2009) Nr. 5, S. 597-607.
- IDEO (2003):** IDEO Method Cards. 1. Aufl., IDEO, München 2003.
- Initiative IT und Mensch (2013):** E-Mail- und Kommunikationsmanagement. Initiative IT und Mensch, Hamburg 2013.
- Iqbal, S.T.; Horvitz, E.; Ju, Y.C.; Mathews, E. (2011):** Hang on a sec!: effects of proactive mediation of phone conversations while driving. Konferenzbeitrag präsentiert auf der Conference on Human Factors in Computing System '11 (CHI '11), 7-12 Mai, Vancouver, BC, CA.
- Iqbal, S.T.; Ju, Y.-C.; Horvitz, E. (2010):** Cars, calls, and cognition. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Hrsg.: Mynatt, E.; Fitzpatrick, G.; Hudson, S.; Edwards, K.; Rodden, T. ACM Press, New York, NY, USA 2010, S. 1281.
- ISO (2007):** Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Occlusion method to assess visual demand due to the use of in-vehicle systems. International Organization for Standardization, 2007.
- Jackson, P.; Moulinier, I. (2007):** Natural language processing for online applications: Text retrieval, extraction and categorization. 5. Aufl., John Benjamins Publishing, Amsterdam, NL 2007.
- JAMA (2004):** Japan Automobile Manufacturers Association: Guideline for In-vehicle Display Systems. http://www.jama-english.jp/release/release/2005/In-vehicle_Display_Gui-delineVer3.pdf, zugegriffen am 10.11.2012.
- Jamson, A.H.; Westerman, S.J.; Hockey, G.R.J.; Carsten, O.M. (2004):** Speech-based e-mail and driver behavior: Effects of an in-vehicle message system interface. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 46 (2004) Nr. 4, S. 625-639.
- Jeon, M.; Davison, B.K.; Nees, M.A.; Wilson, J.; Walker, B.N. (2009):** Enhanced auditory menu cues improve dual task performance and are preferred with in-vehicle technologies. In: Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '09). Hrsg.: Schmidt, A.; Dey, A.; Seder, T.; Juhlin, O. ACM Press, New York, NY, USA 2009, S. 91-98.
- John, B. (1995):** Why GOMS? In: interactions, Vol. 2 (1995) Nr. 4, S. 80-89.
- Kain, A.B. (2001):** High resolution voice transformation. Diss., Rockford University, Rockford, IL, USA 2001.
- Kanevsky, D.; Churchill, B.; Faisman, A.; Nahamoo, D.; Sicconi, R. (2004):** Safety Driver Manager. Konferenzbeitrag präsentiert auf der 9th Conference Speech and Computer, 20-22 Sep., Russland.
- Kaptein, M.C.; Nass, C.; Markopoulos, P. (2010):** Powerful and consistent analysis of likert-type ratingscales. In: Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems. Hrsg.: Mynatt, E.; Fitzpatrick, G.; Hudson, S.; Edwards, K.; Rodden, T. ACM Press, New York, NY, USA 2010, S. 2391-2394.
- Kelley, T. (2001):** The art of innovation: lessons in creativity from IDEO. Random House Digital, Inc., 2001.

- Kern, D.; Schmidt, A. (2009):** Design space for driver-based automotive user interfaces. In: Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Schmidt, A.; Dey, A.; Seder, T.; Juhlin, O. ACM Press, New York, NY, USA 2009, S. 3-10.
- Kernan, M.C.; Lord, R.G. (1990):** Effects of valence, expectancies, and goal^performance discrepancies in single and multiple goal environments. In: Journal of Applied Psychology, Vol. 75 (1990) Nr. 2, S. 194-203.
- Kiper, M. (2010):** Mobile Bildschirmarbeit ergonomisch und sozialverträglich gestalten. In: Computer und Arbeit, Vol. 2010 (2010) Nr. 12, S. 1-6.
- Kircher, K. (2007):** Driver Distraction-A Review of the Literature. In: VTI Rapport, Vol. 594 (2007) Nr. A, S. 1-64.
- Kircher, K.; Patten, C. (2011):** Mobile telephones and other communication devices and their impact on traffic safety, VTI rapport 729A, Utgivningsår 2011.
- Kirk, B. (2011):** Connected Vehicles: an Executive Overview of the Status and Trends. Globis Consulting, Berlin 2011.
- Kirschbaum, C. (2008):** Biopsychologie Von a Bis Z. 1. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg 2008.
- Kompetenzzentrum Work-Life (2009):** Übersicht Mobile Arbeitsformen. Kompetenzzentrum Work-Life GmbH in Zusammenarbeit mit Fauth-Herkner & Partner, München 2009.
- Kortum, P. (2008):** HCI beyond the GUI: Design for haptic, speech, olfactory, and other nontraditional interfaces. 1. Aufl., Morgan Kaufmann, Burlington, MA, USA 2008.
- Kraftfahrt Bundesamt (2011):** Jahresbericht 2011. Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg 2011.
- Kraftfahrt Bundesamt (2012):** Jahresbericht 2012. Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg 2012.
- Krämer, D.C. (2004):** Mobiles Arbeiten - Entwicklungspfad und Anwendungsfelder. Detecon International Detecon & Diebolds Consultants München 2004.
- Kuhn, F. (2005):** Methode zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrerinformations-Systeme. World Usability Day, http://www.gui-design.de/download/wud_LCT_2005-11_Stuttgart.pdf, zugegriffen am 10.05.2013.
- Kun, A.; Paek, T.; Medenica, Z. (2007):** The effect of speech interface accuracy on driving performance. Konferenzbeitrag präsentiert auf der Annual Meeting of Interspeech, 27-31 Aug., Antwerp, BE.
- Lai, J.; Cheng, K.; Green, P.; Tsimhoni, O. (2001):** On the Road and on the Web? Comprehension of synthetic and human speech while driving. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Hrsg.: Jacko, J.; Sears, A. ACM Press, New York, NY, USA 2001, S. 206-212.
- Larry, C. (2010):** Developing a taxonomy for office email: A Case study, Rochester Institute of Technology, Rochester, NY, USA, 2010.
- Laurier, E. (2002):** Notes on dividing the attention of a car driver. Team Ethno Online, <http://www.teamethno-online.org.uk/Issue1/Laurier/gooddriv.html>, zugegriffen am 12.05.2013.
- Laurier, E. (2004):** Doing Office Work on the Motorway. In: Theory, Vol. 21 (2004) Nr. 4-5, S. 261-277.
- Laurier, E.; Philo, C. (1998):** Meet You At Junction 17: A socio-technical and spatial study of the mobile office. Dept. of Geography, University of Glasgow & ESRC, Swindon, UK 1998.
- Lee, J.D.; Caven, B.; Haake, S.; Brown, T.L. (2001):** Speech-Based Interaction with In-Vehicle Computers: The Effect of Speech-Based E-Mail on Drivers' Attention to the Roadway. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 43 (2001) Nr. 4, S. 631-640.

- Lee, J.D.; Young, K.L.; Regan, M.A. (2008):** Defining driver distraction. In: Driver distraction: Theory, effects, and mitigation. Hrsg.: Young, K.; Lee, J.D.; Regan, M.A. CRC Press, Boca Raton, FL, USA 2008, S. 31.
- Lee, K.M. (2004):** The Multiple Source Effect and Synthesized Speech. In: Human Communication Research, Vol. 30 (2004) Nr. 2, S. 182-207.
- Lee, K.M.; Nass, C. (2003):** Designing social presence of social actors in human computer interaction. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Hrsg.: Cockton, G.; Korhonen, P. ACM Press, New York, NY, USA 2003, S. 289-296.
- Leimeister, J.M.; Glauner, C. (2008):** Hybride Produkte–Einordnung und Herausforderungen für die Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 50 (2008) Nr. 3, S. 248-251.
- Levy, J.; Pashler, H. (2008):** Task prioritisation in multitasking during driving: opportunity to abort a concurrent task does not insulate braking responses from dual-task slowing. In: Applied Cognitive Psychology, Vol. 22 (2008) Nr. 4, S. 507-525.
- Lindberg, T.; Tönert, L.; Rötting, M.; Bengler, K. (2009):** Integration aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme–wie lässt sich der Lösungsraum für die HMI-Entwicklung strukturieren? <https://www.tu-berlin.de/fileadmin/f25/dokumente/8BWMMS/23.2-Lindberg.pdf>, zugegriffen am 01.03.2013.
- Loftus, E.F. (1980):** Memory, surprising new insights into how we remember and why we forget. 1. Aufl., Addison-Wesley Publishing Company, Boston, MA, USA 1980.
- Lübke, A. (2004):** Car-to-car Communication–Technologische Herausforderungen. Konferenzbeitrag präsentiert auf der VDE-Kongress 2004-Innovationen für Menschen, 18-20 Okt., Berlin.
- Maciej, J.; Vollrath, M. (2009):** Comparison of manual vs. speech-based interaction with in-vehicle information systems. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 41 (2009) Nr. 5, S. 924-930.
- Mackay, W.E. (1988):** Diversity in the use of electronic mail: a preliminary inquiry. In: ACM Transactions on Information Systems, Vol. 6 (1988) Nr. 4, S. 380-397.
- Martin, D.W. (2007):** Doing Psychology Experiments. 7. Aufl., Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA, USA 2007.
- Martin, P. (2006):** Mobile Büroarbeit: neue Arbeitsformen human gestalten. 1. Aufl., Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf 2006.
- Massie, D.L.; Campbell, K.L.; Williams, A.F. (1995):** Traffic accident involvement rates by driver age and gender. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 27 (1995) Nr. 1, S. 73-87.
- Mattes, S. (2003):** The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In: Quality of Work and Products in Enterprises of the Future (Vol. 2003). Hrsg.: Strasse, H.; Kluth, H.; Rausch, H.; Bubb, H. Ergonomia, Stuttgart 2003, S. 57.
- McCallum, M.C.; Campbell, J.L.; Richman, J.B.; Brown, J.L.; Wiese, E. (2004):** Speech Recognition and In-Vehicle Telematics Devices: Potential Reductions in Driver Distraction. In: International Journal of Speech Technology, Vol. 7 (2004) Nr. 1, S. 25-33.
- McEvoy, S.P. (2006):** The impact of driver distraction on road safety: results from a representative survey in two Australian states. In: Injury Prevention, Vol. 12 (2006) Nr. 4, S. 242-247.
- McKnight, A.J.; McKnight, A.S. (1993):** The effect of cellular phone use upon driver attention. In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 25 (1993) Nr. 3, S. 259-265.
- McTear, M.F. (2002):** Spoken dialogue technology: enabling the conversational user interface. In: ACM Computing Surveys, Vol. 34 (2002) Nr. 1, S. 90-169.

- Mehler, B.; Reimer, B.; Dusek, J. (2011):** MIT AgeLab delayed digit recall task (n-back). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA 2011.
- Mehler, B.; Reimer, B.; Zec, M. (2012):** Defining workload in the context of driver state detection and HMI evaluation. In: Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Kun, A.L.; Boyle, L.; Reimer, B.; Riener, A.; Healey, J.; Zhang, W.; Pflieger, B.; Kurz, M. ACM Press, New York, NY, USA 2012, S. 187-191.
- Mercedes (2012):** Multimedia System von Mercedes - Lassen Sie sich unterhalten. http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/comfort/multimedianavigation.html, zugegriffen am 20.04.2013.
- Metz, B. (2009):** Worauf achtet der Fahrer? Steuerung der Aufmerksamkeit beim Fahren mit visuellen Nebenaufgaben. Diss., Universität Würzburg, Würzburg 2009.
- Miller, G.A. (1956):** The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. In: Psychological Review, Vol. 63 (1956) Nr. 2, S. 81.
- Mimik, G. (2007):** Nie wieder nach Hause. In: FACTS, Vol. 10 (2007) Nr. 7, S. 1-6.
- MirrorLink (2012):** MirrorLink Technologie. <http://www.mirrorlink.com/technology/>, zugegriffen am 22.08.2013.
- Mohamud, A.; Block, B. (2013):** Future in Focus - DIGITALES Deutschland 2013. comScore, 2013.
- Mühlbacher, D.; Totzke, I.; Schömig, N.; Rothe, S. (2010):** Workload Management While Driving: Do Subjects' judgements Reflect Driving Safety? Konferenzbeitrag präsentiert auf der European Conference on Human Centered Design for Intelligent Transport Systems, 29-30 Apr., Berlin.
- Muthusamy, Y.; Agarwal, R.; Gong, Y.; Viswanathan, V. (1999):** Speech-enabled information retrieval in the automobile environment. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Hrsg.: IEEE. 1999, S. 2259-2262.
- Nakano, T. (2008):** Flexible Shortcuts: Designing a New Speech User Interface for Command Execution. In: CHI'08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Hrsg.: Czerwinski, M.; Lund, A.; Tan, D. ACM Press, New York, NY, USA 2008.
- Nass, C.; Gong, L. (2000):** Speech interfaces from an evolutionary perspective. In: Communications of the ACM, Vol. 43 (2000) Nr. 9, S. 36-43.
- Nass, C.; Jonsson, I.-M.; Harris, H.; Reaves, B.; Endo, J.; Brave, S.; Takayama, L. (2005):** Improving automotive safety by pairing driver emotion and car voice emotion. In: CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Hrsg.: Veer, G.v.d.; Gale, C. ACM Press, New York, NY, USA 2005, S. 1973-1976.
- Navon, D.; Gopher, D. (1979):** On the economy of the human-processing system. In: Psychological Review, Vol. 86 (1979) Nr. 3, S. 214-255.
- Newsroom (2012):** Researchers to track technology, find best tool to aid police. <http://newsroom.unl.edu/announce/todayatunl/89/886>, zugegriffen am 05.05.2013.
- NHTSA (1997):** An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles. 1. Aufl., U.S. Dept. of Transportation, National Highway Transportation Safety Administration, Washington, DC, USA 1997.
- NHTSA (2010):** Distracted Driving 2009. NHTSA'S National Center for Statistics and Analysis Washington, DC, USA 2010.

- NHTSA (2012):** Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA 2012.
- NHTSA (2013a):** Distraction.gov - Official US Government Website for Distracted Driving. <http://www.distraction.gov/>, zugegriffen am 23.10.2013.
- NHTSA (2013b):** National Highway Traffic Safety Administration. <http://www.nhtsa.gov/>, zugegriffen am 23.10.2013.
- Niculescu, V.A. (2009):** Gestaltung avatarbasierter natürlichsprachlicher Hilfesysteme für den Einsatz in Fahrzeugen. Diss., Technische Universität München, München 2009.
- Nishimoto, T.; Shioya, M.; Takahashi, J.; Daigo, H. (2007):** A study of dialogue management principles corresponding to the driver's workload. In: Advances for In-Vehicle and Mobile Systems. Hrsg.: Abut, H.; Hansen, J.; Takeda, K. Springer Verlag, New York, NY, USA 2007, S. 251-264.
- Norman, D.A.; Bobrow, D.G. (1975):** On data-limited and resource-limited processes. In: Cognitive Psychology, Vol. 7 (1975) Nr. 1, S. 44-64.
- Nowakowski, C.; Friedman, D.; Green, P. (2001):** Cell phone ring suppression and HUD Caller ID: Effectiveness in reducing momentary driver distraction under varying workload levels. In: NASA STI/Recon Technical Report N, Vol. 3 (2001), S. 13747.
- Nunes, L.; Recarte, M.A. (2002):** Cognitive demands of hands-free-phone conversation while driving. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 5 (2002) Nr. 2, S. 133-144.
- O'Hara, K.; Perry, M.; Sellen, A.; Brown, B. (2002):** Exploring the Relationship between Mobile Phone and Document Activity during Business Travel. In: Wireless world. Hrsg.: Brown, B.; Green, N.; Harper, R. Springer London, London, UK 2002, S. 180-194.
- Oakland, T.; Lane, H.B. (2004):** Language, Reading, and Readability Formulas: Implications for Developing and Adapting Tests. In: International Journal of Testing, Vol. 4 (2004) Nr. 3, S. 239-252.
- Oliver Wyman (2013):** Connected Services: Als attraktive Gesamtpakete ein Milliardengeschäft. Wyman Oliver Group, 2013.
- Olson, R.L.; Hanowski, R.J.; Hickman, J.S.; Bocanegra, J.L. (2009):** Driver distraction in commercial vehicle operations (Report No. FMCSA-RRR-09-042). Department of Transportation, Federal Motor Carrier Safety Administration, Washington, DC, USA 2009.
- Papazoglou, M. (2008):** Web services: principles and technology. 1. Aufl., Pearson Education, Harlow, UK 2008.
- Park, S.J. (2009):** Social Responses to Virtual Humans: the Effect of Human-Like Characteristics. Diss., Atlanta, GA, USA, 2009.
- Parkes, A.M.; Hooijmeijer, V. (2001):** Driver situation awareness and carphone use. In: Proceedings of the 1 st Human-Centered Transportation Simulation Conference. Hrsg.: The University of Iowa. Iowa City, IO, USA 2001.
- PC Welt (2013):** BMW macht ConnectedDrive günstiger und umfangreicher. http://www.pcwelt.de/ratgeber/BMW_macht_ConnectedDrive_guenstiger_und_umfanreicher-Texterkennung_Online_Entertainment_ConnectedDrive_Store-7942440.html, zugegriffen am 13.10.2013.
- Peissner, M.; Doebler, V.; Metze, F. (2011):** Can voice interaction help reducing the level of distraction and prevent accidents? Fraunhofer-Institute for Industrial Engineering (IAO), Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA 2011.
- Pesch, U. (2011):** Mobile Arbeitswelt - Neue Herausforderungen in Training, Recht und Führung bewältigen. In: Personal Magazin, Vol. 11 (2011) Nr. 12, S. 12.

- Pettitt, M.; Burnett, G.; Stevens, A. (2005):** Defining Driver Distraction. In: Defining Driver Distraction, Vol. 1 (2005) Nr. 1, S. 1-12.
- Pettitt, M.A. (2008):** Visual demand evaluation methods for in-vehicle interfaces. Diss., University of Nottingham, Nottingham, UK 2008.
- Phillips, J.M.; Gully, S.M. (1997):** Role of goal orientation, ability, need for achievement, and locus of control in the self-efficacy and goal-setting process. In: Journal of Applied Psychology, Vol. 82 (1997) Nr. 5, S. 792.
- Piechulla, W.; Mayser, C.; Gehrke, H.; König, W. (2003):** Reducing drivers' mental workload by means of an adaptive man-machine interface. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 6 (2003) Nr. 4, S. 233-248.
- Pisoni, D.B.; Nusbaum, H.C.; Greene, B.G. (1985):** Perception of synthetic speech generated by rule. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 73 (1985) Nr. 11, S. 1665-1676.
- Pohlmeyer, B.; Mehler, B.; Reimer, A.E.; Coughlin, J.F. (2008):** The association between heart rate reactivity and driving performance under dual task demands in late middle age drivers. In: Advances in Transportation Studies, Int. J., Special Issue, (2008), S. 53-70.
- Pratschke, M. (2008):** Bild-Anordnung. In: Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte technischer Bilder. Hrsg.: Bredekamp, H.; Schneider, B.; Dünkel, V. Akademie Verlag, Berlin 2008, S. 116-119.
- Pühler, M. (2011):** Interaktive Gestaltung von Automotive Services durch softwaregestützten Einsatz domänenspezifischer Modellierung. Diss., Technische Universität München, München 2011.
- Pürstl, G. (2011):** Straßenverkehrsordnung. 13. Aufl., Manz'Sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien, AT 2011.
- Ramsey, D.J.; Sudweeks, J.D.; Neale, V.L.; Dingus, T.A. (2006):** The Impact of Driver Inattention on Near-crash/crash Risk : an Analysis Using the 100-car Naturalistic Driving Study Data (181660604). National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA 2006.
- Randstad (2008):** Deutschlands Arbeitnehmer stehen im Stau. Randstad Deutschland GmbH & Co. KG, Eschborn 2008.
- Ranney, T.A.; Harbluk, J.L.; Noy, Y.I. (2005):** Effects of Voice Technology on Test Track Driving Performance: Implications for Driver Distraction. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 47 (2005) Nr. 2, S. 439-454.
- Ranney, T.A.; Mazzae, E.; Garrott, R. (2000):** NHTSA driver distraction research: Past, present, and future. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA 2000.
- Recarte, M.A.; Nunes, L.M. (2003):** Mental workload while driving: Effects on visual search, discrimination, and decision making. In: Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 9 (2003) Nr. 2, S. 119-137.
- Reed, M.P.; Green, P.A. (1999):** Comparison of driving performance on-road and in a low-cost simulator using a concurrent telephone dialling task. In: Ergonomics, Vol. 42 (1999) Nr. 8, S. 1015-1037.
- Reeves, B.; Nass, C. (1996):** How people treat computers, television, and new media like real people and places. 1. Aufl., CSLI Publications and Cambridge University Press, Cambridge, UK 1996.
- Reimer, B. (2010):** Impact of Cognitive Task Complexity on Drivers' Visual Tunneling. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2138 (2010) Nr. 1, S. 13-19.
- Reimer, B.; Mehler, B.L.; Pohlmeyer, A.E.; Coughlin, J.F.; Dusek, J.A. (2006):** The use of heart rate in a driving simulator as an indicator of age-related differences in driver

- workload. In: *Advances in Transportation Studies: An International Journal*, Vol. Special Issue (2006), S. 9-20.
- Reusch, J. (2007):** Mobile arbeit –kompetent und gesund? In: *Zeitschrift für Gesundheitsschutz und Arbeitsgestaltung*, Vol. 19 (2007) Nr. 4, S. 1-20.
- Richter, S.Y. (2012):** *Persuasive Things: How Internet Connectivity Can or Could Change Their Persuasiveness*. 1. Aufl., GRIN Verlag, Niederstadt 2012.
- Robert, G.; Hockey, J. (1997):** Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: A cognitive-energetical framework. In: *Biological Psychology*, Vol. 45 (1997) Nr. 1-3, S. 73-93.
- Rockwell, T.H. (1988):** Spare Visual Capacity in Driving-Revisited: New Empirical Results for an Old Idea. In: *Vision in vehicles (Vol. 2)*. Hrsg.: A. G. Gale; Freeman, M.H.; Haslegrave, C.M.; Smith, P.; Taylor, S.P., 1988, S. 317-324.
- Rosario, B.; Lyons, K.; Healey, J. (2011):** A dynamic content summarization system for opportunistic driver infotainment. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. Hrsg.: Tscheligi, M.; Kranz, M.; Weinberg, G.; Meschtscherjakov, A.; Murer, M.; Wilfinger, D. ACM Press, New York, NY, USA 2011, S. 95-98.
- Ross, T.; Midtland, K.; Fuchs, M.; Pauzié, A.; Engert, A.; Duncan, B.; Vaughan, G.M.; Vernet, M.; Peters, H.; Burnett, G.E. (1996):** *HARDIE Design Guidelines Handbook*, 1996.
- Rupp, C. (2007):** *Requirements-Engineering und-Management: Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis*. 4. Aufl., Hanser Verlag, München 2007.
- SAE (2004):** *SAE Recommended Practice Navigation and Route Guidance Function Accessibility While Driving (Nr. SAE J2364)*. SAE, 2004.
- Salvucci, D.D. (2009):** Rapid prototyping and evaluation of in-vehicle interfaces. In: *Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol. 16 (2009) Nr. 2, S. 9.
- Sarris, V. (1990):** *Methodologische Grundlagen der Experimentalpsychologie*. 1. Erkenntnisgewinnung und Methodik der experimentellen Psychologie. 1. Aufl., Reinhardt 1990.
- Sarter, N. (2007):** Multiple-resource theory as a basis for multimodal interface design: Success stories, qualifications, and research needs. In: *Attention: From theory to practice*. Hrsg.: Kramer, A.F.; Wiegmann, D.A.; Kirlik, A. Oxford University Press, Oxford, UK 2007, S. 187-195.
- Sarter, N.B. (2006):** Multimodal information presentation: Design guidance and research challenges. In: *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 36 (2006) Nr. 5, S. 439-445.
- Schilit, B.; Adams, N.; Want, R. (1994):** Context-aware computing applications. Konferenzbeitrag präsentiert auf der Mobile Computing Systems and Applications Conference, WMCSA 1994. First Workshop on., 8-9 Dez., Santa Cruz, CA, USA.
- Schmidt, A.M.; DeShon, R.P. (2007):** What to do? The effects of discrepancies, incentives, and time on dynamic goal prioritization. In: *Journal of Applied Psychology*, Vol. 92 (2007) Nr. 4, S. 928-941.
- Schmidt, A.M.; Dolis, C.M.; Tolle, A.P. (2009):** A matter of time: Individual differences, contextual dynamics, and goal progress effects on multiple-goal self-regulation. In: *Journal of Applied Psychology*, Vol. 94 (2009) Nr. 3, S. 692-709.
- Schneider, J.H. (2010):** *Modellierung und Erkennung von Fahrsituationen und Fahrmanövern für sicherheitsrelevante Fahrerassistenzsysteme*. Diss., Universität Chemnitz, Chemnitz 2010.
- Sheridan, T.B. (2004):** Driver Distraction From a Control Theory Perspective. In: *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 46 (2004) Nr. 4, S. 587-599.

- Sonnberger, M.; Carrera, D.G. (2012):** Literaturbericht: Konzepte des kollektivierten Individualverkehrs. <http://www.uni-stuttgart.de/kollektiv/Literaturbericht.pdf>, zugegriffen am 23.10.2013.
- Spence, C.; Read, L. (2003):** Speech Shadowing While Driving. In: *Psychological science*, Vol. 14 (2003) Nr. 3, S. 251-256.
- Staal, M.A. (2004):** Stress, Cognition, and Human Performance: A Literature Review and Conceptual Framework. Ames Research Center, Mofett Field, CA, USA 2004.
- Stechbart, D. (2009):** Cognitive Load Theory. 1. Aufl., GRIN Verlag, Norderstedt 2009.
- Stevens, A. (2004):** Design Guidelines for Safety of In-Vehicle Information Systems (Project report PA3721/01). TRL Limited, 2004.
- Stevens, A.; Bygrave, S.; Brook-Carter, N.; Luke, T. (2004):** Occlusion as a Technique for Measuring In-Vehicle Information System (IVIS) Visual Distraction: A Research Literature Review (Nr. TRL609). TRL Limited, 2004.
- Stevens, A.; Cynk, S. (2011):** Checklist for the assessment of in-Vehicle information systems. In: *A safety checklist for the assessment of in-vehicle information systems: a user's manual*, Vol. 1 (2011) Nr. 1, S. 1-50.
- Stevens, A.; Quimby, A.; Board, A.; Kersloot, T.; Burns, P. (2002):** Design guidelines for safety of in-vehicle information systems. TRL Limited, 2002.
- Stevens, C.; Lees, N.; Vonwiller, J.; Burnham, D. (2005):** On-line experimental methods to evaluate text-to-speech (TTS) synthesis: effects of voice gender and signal quality on intelligibility, naturalness and preference. In: *Computer Speech & Language*, Vol. 19 (2005) Nr. 2, S. 129-146.
- Stoklosa, A. (2013):** Apple Announces 'iOS in the Car' Phone-to-Infotainment-Screen Integration at 2013 WWDC. <http://blog.caranddriver.com/apple-announces-ios-7-siri-in-the-car-phone-to-infotainment-screen-integration-at-2013-developer-conference/>, zugegriffen am 19.08.2013.
- Strayer, D.L.; Cooper, J.M.; Turrill, J.; Coleman, J.; Medeiros-Ward, N.; Biondi, F. (2013):** Measuring Cognitive Distraction in the Automobile. AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC, USA 2013.
- Strayer, D.L.; Drews, F.A.; Johnston, W.A. (2003):** Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. In: *Journal of Experimental Psychology: Applied*, Vol. 9 (2003) Nr. 1, S. 23-32.
- Strayer, D.L.; Johnston, W.A. (2001):** Driven to Distraction: Dual-Task Studies of Simulated Driving and Conversing on a Cellular Telephone. In: *Psychological science*, Vol. 12 (2001) Nr. 6, S. 462-466.
- StVO (2013):** Straßenverkehrsrecht (StVR). 51. Aufl., Deutscher Taschenbuch Verlag, München 2013.
- Sumner, M. (1988):** The impact of electronic mail on managerial and organizational communications. In: *ACM SIGOIS Bulletin*, Vol. 9 (1988) Nr. 2-3, S. 96-109.
- Sweller, J. (1988):** Cognitive load during problem solving: Effects on learning. In: *Cognitive Science*, Vol. 12 (1988) Nr. 2, S. 257-285.
- Sweller, J. (1994):** Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. In: *Learning and instruction*, Vol. 4 (1994) Nr. 4, S. 295-312.
- Sweller, J.; Ayres, P.; Kalyuga, S. (2011):** Cognitive Load Theory. 1. Aufl., Springer Verlag, New York, NY, USA 2011.
- Sweller, J.; Chandler, P. (1991):** Evidence for cognitive load theory. In: *Cognition and instruction*, Vol. 8 (1991) Nr. 4, S. 351-362.
- Sweller, J.; Cooper, G.A. (1985):** The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. In: *Cognition and instruction*, Vol. 2 (1985) Nr. 1, S. 59-89.

- Sweller, J.; van Merriënboer, J.J.G.; Paas, F.G.W.C. (1998):** Cognitive Architecture and Instructional Design. In: Educational Psychology Review, Vol. 10 (1998) Nr. 3, S. 251-296.
- Symantec (2013):** Symantec Intelligence Report 2013. Symantec, Mountain View, CA, USA 2013.
- Talk, M. (2012):** iPad im Auto. <http://www.motor-talk.de/bilder/ipad-integration-frage-bzgl-rcd-210-mit-auxin-g23977991/ipad-im-auto-i203510934.html>, zugegriffen am 20.12.2012.
- Tchankue, P.; Wesson, J.; Vogts, D. (2011):** The impact of an adaptive user interface on reducing driver distraction. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Tscheligi, M.; Kranz, M.; Weinberg, G.; Meschtscherjakov, A.; Murer, M.; Wilfinger, D. ACM Press, New York, NY, USA 2011, S. 87-94.
- TNS Infratest (2013):** Smartphone-Nutzung und ihre Einsatzorte. <http://domobile.org/?wpdmact=process&did=NzEuaG90bGluaw==>, zugegriffen am 10.12.2013.
- Törnros, J.; Bolling, A. (2006):** Mobile phone use – effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 9 (2006) Nr. 4, S. 298-306.
- Toyota (2012):** Teen Driver Distraction Study. Collaborative Safety Research Center (Toyota), 2012.
- Truschin, S.; Schermann, M.; Goswami, S.; Krcmar, H. (2014):** Designing Interfaces for Multiple-Goal Environments. In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), im Publikationsprozess, (2014).
- Truschin, S.; Schlachtbauer, T.; Zauner, A.; Schermann, M.; Krcmar, H. (2011):** Content matters: towards handling e-mail while driving safely. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Hrsg.: Tscheligi, M.; Kranz, M.; Weinberg, G.; Meschtscherjakov, A.; Murer, M.; Wilfinger, D. ACM Press, New York, NY, USA 2011.
- Tsimhoni, O.; Green, P.; Lai, J. (2001):** Listening to Natural and Synthesized Speech while Driving: Effects on User Performance. In: International Journal of Speech Technology, Vol. 4 (2001) Nr. 2, S. 155-169.
- Tufte, E.R.; Moeller, E.W. (1997):** Visual explanations: images and quantities, evidence and narrative. In: Anesthesia & Analgesia, Vol. 84 (1997) Nr. 6, S. 1397.
- Uchiyama, Y.; Kojima, S.-i.; Hongo, T.; Terashima, R.; Wakita, T. (2002):** Voice Information System that Adapts to Driver's Mental Workload. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Vol. 46 (2002) Nr. 22, S. 1871-1875.
- UDV (2009):** Studie der Unfallforschung der Versicherer, GDV Demonstration von Notbrems- und Auffahrwarnsystemen am Pkw. Unfallforschung der Versicherer, Berlin 2009.
- UDW (2010):** Neue Entwicklungen in der mobilen Arbeit. Studie der mobilen Arbeit. UdW GmbH, Neubrandenburg 2010.
- Urry, J. (2004):** The 'System' of Automobility. In: Theory, Culture & Society, Vol. 21 (2004) Nr. 4-5, S. 25-39.
- VDA (2007):** Fakten gegen ein generelles Tempolimit auf deutschen Autobahnen. Verband der Automobilindustrie, Berlin 2007.
- Verdot, V.; Christophe, B.; Toubiana, V.; Beauvais, M. (2011):** Scribe Experimentation - Early Statistics on Email Conversations. In: Proceedings of the 2011 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (Vol. 3). Hrsg.: Hübner, J.F.; Petit, J.-M.; Suzuki, E., 2011, S. 381-384.

- Verwey, W.B. (2000):** On-line driver workload estimation. Effects of road situation and age on secondary task measures. In: *Ergonomics*, Vol. 43 (2000) Nr. 2, S. 187-209.
- Vessey, I. (1991):** Cognitive Fit: A Theory - Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature*. In: *Decision Sciences*, Vol. 22 (1991) Nr. 2, S. 219-240.
- Vessey, I.; Galletta, D. (1991):** Cognitive fit: An empirical study of information acquisition. In: *Information Systems Research*, Vol. 2 (1991) Nr. 1, S. 63-84.
- Vetek, A.; Lemmelä, S. (2011):** Could a dialog save your life?: analyzing the effects of speech interaction strategies while driving. In: *ICMI '11: Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces*. Hrsg.: Forsyth, D.; Ernst, M.O.; Mehl, M.R. ACM Press, New York, NY, USA 2011.
- Victor, T. (2005):** Keeping eye and mind on the road. Diss., Uppsala Universitet, Uppsala, SE 2005.
- Villing, J. (2009):** Dialogue behaviour under high cognitive load. In: *Proceedings of the SIGDIAL 2009 Conference: The 10th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*. Hrsg.: Healey, P.G.T.; Pieraccini, R.; Byron, D.K.; Young, S.; Purver, M. Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA 2009, S. 322-325.
- Vital, F. (2012):** Akzeptanz von Sprachbedienung, Sonderheft Electroni. In: *ATZ Elektronik*, Vol. 7 (2012), S. 1-20.
- Vögele, M. (2013):** Das Experiment - eine sozialwissenschaftliche Methode qualitativer Forschung. 1. Aufl., GRIN Verlag, München 2013.
- Vogl, G. (2009):** Betriebliche Mobilitätsregime. Die strukturierende Kraft betrieblicher Mobilitätspolitik auf Arbeit und Leben. In: *Die Vielfalt der Familie*, Vol. 3 (2009), S. 259-273.
- Vogt, J.; De Houwer, J.; Crombez, G. (2010):** Multiple Goal Management Starts With Attention. In: *Experimental Psychology*, Vol. 58 (2010) Nr. 1, S. 55-61.
- Vollrath, M. (2007):** Speech and driving - solution or problem? In: *Intelligent Transport Systems, IET*, Vol. 1 (2007) Nr. 2, S. 89-94.
- von Harten, G.; Heß, K.; Martin, P.; Scherrer, K.; Weddige, F. (2005):** Mobile Arbeit - Das allmähliche Verschwinden der Trennung von Arbeit und Freizeit. 1. Aufl., Technologieberatungsst. DGB NRW, Oberhausen 2005.
- Vorndran, I. (2011):** Unfallentwicklung auf deutschen Strassen 2010. In: *Wirtschaft und Statistik*, (2011) Nr. 7, S. 639.
- W3B (2012):** 28. WWW-Benutzer-Analyse. <http://www.w3b.org/nutzungsverhalten/mobiles-internet-nicht-attraktiv-genug.html>, zugegriffen am 10.12.2013.
- Want, R.; Hopper, A.; Falcão, V.; Gibbons, J. (1992):** The active badge location system. In: *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 10 (1992) Nr. 1, S. 91-102.
- Wasiak, J.; Hicks, B.; Newnes, L.; Dong, A.; Burrow, L. (2010):** Understanding engineering email: the development of a taxonomy for identifying and classifying engineering work. In: *Research in Engineering Design*, Vol. 21 (2010) Nr. 1, S. 43-64.
- Weinberg, G.; Harsham, B. (2009):** Developing a low-cost driving simulator for the evaluation of in-vehicle technologies. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. Hrsg.: Schmidt, A.; Dey, A.; Seder, T.; Juhlin, O. ACM Press, New York, NY, USA 2009.
- Weiner, C. (2012):** Ausarbeitung der Struktur und Durchführung von Experimenten zur Evaluation von Automotive Services im Kontext des Mobilen Arbeitens. Unpubliziertes Manuskript.
- Weiss, L. (2002):** Developing tangible strategies. In: *Design Management Journal (Former Series)*, Vol. 13 (2002) Nr. 1, S. 33-38.

- Weiss, M.; Schroter, W. (2001):** MAP - Multimedia-Arbeitsplatz der Zukunft. arbeit 21 – online mobil, Darmstadt 2001.
- Weng, F.; Cavedon, L.; Raghunathan, B.; Mirkovic, D.; Cheng, H.; Schmidt, H.; Bratt, H.; Mishra, R.; Peters, S.; Zhao, L. (2004):** A conversational dialogue system for cognitively overloaded users. Konferenzbeitrag präsentiert auf der 8th International Conference on Spoken Language Processing (INTERSPEECH), 27-31. Aug., Antwerp, BE.
- Whittaker, S.; Sidner, C. (1996):** E-mail overload: Exploring personal information management of e-mail. In: Proceedings ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Hrsg.: Tauber, M.J.; Bellotti, V.; Jeffries, R.; Mackinlay, J.D.; Nielsen, J. ACM Press, New York, NY, USA 1996, S. 276-283.
- Wickens, C.D. (1980):** The structure of attentional resources. In: Attention and performance VIII (Vol. 8). Hrsg.: Nickerson, R. Erlbaum Verlag, Hillsdale, NJ, USA 1980, S. 239-257.
- Wickens, C.D. (2001):** Attention to safety and the psychology of surprise. Konferenzbeitrag präsentiert auf der Symposium on Aviation Psychology, 4-7 Mai, Columbus, OH, USA.
- Wickens, C.D. (2008):** Multiple Resources and Mental Workload. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 50 (2008) Nr. 3, S. 449-455.
- Wickens, C.D.; Sandry, D.L.; Vidulich, M. (1983):** Compatibility and resource competition between modalities of input, central processing, and output. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 25 (1983) Nr. 2, S. 227-248.
- Winner, H.; Hakuli, S.; Wolf, G. (2011):** Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. 2. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg 2011.
- Winograd, T. (1996):** Bringing design to software. 1. Aufl., ACM Press, New York, NY, USA 1996.
- Wolf, A.; Hess, T.; Benlian, A. (2012):** Nutzen digitaler Mehrwertdienste im Automobil. In: Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Hrsg.: Mattfeld, D.C.; Robra-Bissantz, S. GITO mbH Verlag, Berlin 2012, S. 31-41.
- Wylant, B. (2008):** Design thinking and the experience of innovation. In: Design Issues, Vol. 24 (2008) Nr. 2, S. 3-14.
- Yankelovich, N. (1996):** How do users know what to say? In: interactions, Vol. 3 (1996) Nr. 6, S. 32-43.
- Yeh, Y.-Y.; Wickens, C.D. (1988):** Dissociation of Performance and Subjective Measures of Workload. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 30 (1988) Nr. 1, S. 111-120.
- Yerkes, R.M.; Dodson, J.D. (1908):** The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. In: Journal of Comparative Neurology and Psychology, Vol. 18 (1908) Nr. 5, S. 459-482.
- Young, K.; Lee, J.D.; Regan, M.A. (2008):** Driver Distraction. 1. Aufl., CRC Press, Boca Raton, FL, USA 2008.
- Young, K.; Regan, M.; Hammer, M. (2007):** Driver distraction: A review of the literature. Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety, 2007.
- Young, K.L.; Regan, M.A.; Lee, J.D. (2009):** Factors Moderating the Impact of Distraction on Driving Performance and Safety. In: Driver distraction—theory, effects, and mitigation. Hrsg.: Young, K.; Lee, J.D.; Regan, M.A. CRC Press, Boca Raton, FL, USA 2009, S. 335-382.

- Zheng, P.; Ni, L. (2010):** Smart Phone and Next Generation Mobile Computing. 1. Aufl., Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA 2010.
- Ziegler, M.; Bühner, M. (2009):** Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. 1. Aufl., Pearson Verlag, München 2009.

Anhang

A Experiment MobileMail

A.1 Nachrichtensammlung

E-Mail 1

Absender: Maria Petersen
Betreff: Erinnerung Abgabe Hausarbeit

Hallo liebe Teilnehmer,

bitte vergesst nicht Eure Hausarbeit abzugeben.

Grüße Maria

E-Mail 2

Absender: Michael Schermann
Betreff: Einladung zur Weihnachtsfeier

Liebe Kollegen,

Weihnachten steht vor der Tür und es ist Zeit die Weihnachtsfeier 2010 zu planen. Daher lade ich euch alle ganz herzlich am 22. Dezember um 20Uhr in den Ratskeller München, Marienplatz 8, ein um einen gemeinsamen vorweihnachtlichen Abend zu verbringen. Für Essen und Trinken wird wie jedes Jahr ausreichend gesorgt. Zur Auswahl stehen entweder ein Münchner Schweinebraten mit Dunkelbiersoße oder ein gemischter Salat mit Putenstreifen. Auf Wunsch gibt es auch Vor- und Nachspeise. Bitte teilt mir umgehend eure Auswahl und die Anzahl eurer Begleitpersonen mit.

Viele Grüße

E-Mail 3

Absender: Andreas Zauner
Betreff: Skifahren

Hallo,

hast du Lust mit uns zusammen am Samstag zum Skifahren zu gehen. Haben gedacht, dass wir dich um 6 Uhr abholen und dann in Richtung Zugspitze auf den Gletscher fahren. Die Wettervorhersage sagt zwar Schneefall voraus, aber wir sind doch auch schon bei viel schlechterem Wetter gefahren und Sonne kann man nicht immer haben.

Viele Grüße

E-Mail 4

Absender: Michael Schermann

Betreff: Projektprotokoll nachreichen

Hallo,

bitte reiche sofort das Protokoll vom letzten Meeting nach.

Grüße

E-Mail 5

Absender: Luise Sommer

Betreff: Newsletter Automotive

Hier ist der neueste Newsletter zum Thema Automotive

...

E-Mail 6

Absender: Andreas Zauner

Betreff: Interessanter Link Inhalt:

Hallo,

hast du den Link schon gesehen?

Grüße

E-Mail 7

Absender: Hans Maier

Betreff: Lustiger Buchtipps

Hast du einen Buchtipps für mich, was Lustiges würde ich bevorzugen...

A.2 Abfrage der demographischen Daten

1. Alter
2. Geschlecht
3. Jährliche Fahrleistung in km (geschätzt)
4. Dauer des Führerscheinbesitzes

A.3 Fragebögen

Fragebogen Nebenaufgabe 1 (NA1):

1. Wie viele E-Mails liegen im Posteingang?
2. Wie viele verschiedene Absender haben diese?
3. Was soll laut des Betreffs der E-Mail von Michael Schermann von Ihnen nachgereicht
4. werden?
5. Was will Andreas Zauner mit Ihnen unternehmen?

6. Wohin soll es gehen?
7. Wann werden Sie abgeholt?
8. Wie sieht die Wettervorhersage aus?
9. An welche anderen E-Mails können Sie sich noch erinnern?

Fragebogen Nebenaufgabe 3 (NA3):

1. Zu welcher Veranstaltung wurden sie von Michael Schermann eingeladen?
2. Wann und wo findet diese Veranstaltung statt?
3. Welche Auswahl konnten Sie treffen?
4. Für welches Gericht haben Sie sich entschieden?
5. Wurden noch weitere Informationen von Ihnen verlangt?

A.4 Zahlengedächtnistest

Im Folgenden sind die genauen Zahlenreihen aufgeführt, die im Rahmen des Zahlengedächtnistests den einzelnen Probanden präsentiert wurden:

756 184

7184 8137

28245 95638

892356 913865

2360342 7790275

10711847 93599729

791708364 699239514

B Umfrage „Mobiles Arbeiten im Auto“

Umfrage „Mobiles Arbeiten im Auto“



Quelle Bild: http://blog.directline.de/wp-content/uploads/Plantronics_VoyagerPro_UC_Lifestyle2_High.jpg

Diesen Abschnitt bitte nicht ausfüllen!

Fragebogennummer:

Version: 1.0

Uhrzeit:

Datum:

Anleitung zum Fragebogen:

Die einzelnen Fragen im Folgenden beziehen sich auf die beruflichen Tätigkeiten, die Sie in Ihrem Alltag und ebenso beim Autofahren erledigen. Bitte versuchen Sie kurz zu antworten und die einzelnen Tätigkeiten mehr wenigen Worten zu beschreiben.

F1: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens durch *bevor Sie losfahren* (z.B. zur Arbeit oder zu einem Kundentermin)?

F2: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens *beim Autofahren* durch?

F3: Welchen Problemen begegnen Sie dabei bei der Ausführung der von Ihnen in F2 genannten Tätigkeiten?

F4: Bezogen auf Ihren beruflichen Kontext, welche Aktivitäten führen Sie meistens <i>nach dem Autofahren</i> durch?	
F5: Welche beruflichen Tätigkeiten führen Sie in Ihrem Alltag durch? (kein Bezug auf das Autofahren)	
F6: Welche der genannten Tätigkeiten würden Sie gerne auch beim Autofahren durchführen?	

C Workshop „Zukunftsweisende Mehrwertdienste im Auto“

Kategorie	Dienst (Beschreibung)	Bewertung
Mobile Business	Personal Car Assistant	*****
	Electric Vehicle Cloud	
	iLogBook	
	MasterMind	*****
Mobile Services	AutomoneyPenny	
	BreakdownAssist	
	PIADrive	*
	AudiCarReport	
	AudiSmartPay	
	WerkstattService	**
	ParkWunder	*****
Social Network	Automotive Experience	
	Social Unity	
	FollowMe	*
	MyConvoy	****
	Unified Communication	**
	Lisa	
	iLikeBookmarks	
	SocialGaming	
	CarManufactureDiagnostic	
	Modi	
	Pinguini	
	SafetyMap	
	ParkingDetector	
	Biarone	
	SparklingParking	
	eyeFuel	
	FuelChallenge	
AudiLovepoints		
Flemo	*****	
Navigation	Drive2Meet	**
	AudiTripPlaner	
	AudiRemote	
Entertainment	SeamlessMedia	
	Mifop	*

D Materialien zur Studie „Mobiles Arbeiten im Auto der Zukunft“

D.1 Szenario

Situation:

Du warst den ganzen Tag in der Uni und hattest keine Zeit, deine Mails zu checken. Es befinden sich jetzt einige ungelesene Emails in deinem Postfach. Jetzt fährst du mit dem Auto abends von der Uni nach Hause.

Fakten:

1. Nachdem du bald Klausuren hast, bist du verzweifelt auf der Suche nach Lernmaterialien, insbesondere Altklausuren
2. Nach der Klausurphase steht Urlaub im gesamten August an, dieser soll so günstig wie möglich werden
3. Du bist total knapp bei Kasse und sparst auf die Studiengebühren des nächsten Semesters - dieses Jahr willst du auf keinen Fall größere Ausgaben tätigen
4. Du hast einen BMW Mini.
5. Du hast geplant, mit Freunden bald ins Ingolstadt Village zu fahren. Du bist der Fahrer.
6. Deine Freundin Sarah hat bald Geburtstag und du hast bereits ein tolles Geschenk für sie gekauft und verpackt, welches du ihr alleine schenken willst.

D.2 E-Mail Konversationen

Nachricht A: Prüfungsvorbereitung

Teilnehmer: Yannick, Sarah

Sarah: Hey ihr zwei, kommende Woche schreiben wir ja bekanntlich die Informationsmanagement-Endtermklausur. Habt ihr euch schon darauf vorbereitet und wollen wir uns morgen um 9:00 Uhr in der Bibliothek im Informatikgebäude treffen, um alle Klausurrelevanten Themen durchzuarbeiten, Übungsaufgaben durchzurechnen und offene Fragen zu klären? Ich finde den Klausurstoff nämlich überaus umfangreich und schwierig nachzuvollziehen. Gruß Sarah

Yannick: Super Idee, aber in der Bibliothek ist Redeverbot und wir könnten uns dementsprechend nicht ungestört unterhalten. Vielleicht finden wir ja einen unbelegten Übungsraum?

Sarah: Wir könnten auch in die Maschinenbau fakultät, denn dort sind meines Wissens voraussichtlich einige Übungsräume frei. Bisher habe ich dort immer gute Erfahrungen gemacht.

Yannick: Klingt vielversprechend und deshalb sollten wir es zumindest versuchen. Ich habe übrigens von einem Kommilitonen aus einem höheren Semester Altklausuren bekommen,

die sehr hilfreich sein könnten. Meldet euch, wenn ihr sie wollt.

Sarah: Ich hätte die Altklausuren gerne, allerdings ist mein Email-Postfach momentan überfüllt. Könntest du sie einfach bei einem Webspeicherdienst im Internet hochladen und mir den Link zukommen lassen?

Yannick: Natürlich, das mache ich. Zur Vorwarnung: Scheinbar werden vermehrt Entscheidungsbäume in Kombination mit Wissensfragen abgefragt.

Sarah: Vielen Dank. Hoffentlich können wir damit unsere Wissenslücken zufriedenstellend füllen.

Erwartete Antwort (Deep Level Comprehension): Ich hätte auch gerne die Altklausuren und wir treffen uns gerne im MW.

Surface Level Comprehension Fragen:

Welche Klausur wird geschrieben?
Wo wolltet sie ursprünglich lernen?

Benötigte Fakten: Du bist auf der Suche nach Altklausuren

Flesch-Wert: 23

Nachricht B: Skitour

Teilnehmer: Sarah, Anna, Yannick, Steffi, Andreas

Sarah: Hi, ich hätte diesen Winter mal wieder Lust in die Berge zu fahren und den Schnee zu genießen. Wie wäre es mit einer dreitägigen Skitour auf die Zugspitze? Mir wurde von einer guten Freundin eine schöne Skihütte direkt an einer Piste empfohlen. Sagt mir bitte per Mail Bescheid ob ihr Lust und natürlich auch ob ihr Zeit habt. Ich würde mich riesig freuen, wenn alle dabei sind. Liebe Grüße Sarah

Anna: Hey Sarah, ich wäre gerne dabei. Ich müsste aber wissen wann genau der Termin ist und was für eine Tour du geplant hast. Kannst du da schon was genaueres sagen?

Sarah: Tut mir leid, das hatte ich ganz vergessen zu erwähnen. Der Termin für die Skitour ist am 14. Dezember. Wir würden bei der Tour Tiefschnee fahren lernen, werden aber auch von einem super Skilehrer angeleitet.

Yannick: Ich wollte schon immer mal Tiefschnee fahren lernen. Einziges Problem das ich sehe ist der Preis. Was soll der Ausflug denn kosten?

Sarah: Das würde ca. 500€ pro Person kosten. Aber ich habe gerade gesehen, dass der Ausrüster .Atomic ein ganzes Wochenende für bis zu 10 Personen mit Übernachtung bezahlt, wenn man ihre Ausrüstung testet und dann einen Testbericht dazu schreibt. Das wäre doch der Hammer, oder was meint ihr?

Steffi: Hey, das klingt ja echt super. Ich bin dabei. Freue mich schon!

Andreas: Hi, ich habe am 14. Dezember leider schon etwas vor und kann deshalb nicht mitkommen. Ich wünsche euch aber viel Spaß beim Skifahren.

Erwartete Antwort (Deep Level Comprehension): Kein Geld, aber das Angebot von Atomic ist super. Da bin ich dabei

Surface Level Comprehension Fragen:

Auf welchen Berg soll es gehen?
In welchem Monat findet die Skitour statt?

Benötigte Fakten: Du hast schon all dein Geld für den geplanten Urlaub ausgegeben und bist knapp bei Kasse.

Flesch-Wert: 74

Nachricht C: Klausurtermin

Teilnehmer: Dr. Müller, Anna, Steffi, Thomas, Yannick

Dr. Müller: Sehr geehrte Prüfungsteilnehmer, für die mündliche Prüfung, die unmittelbar bevor steht, sollten wir baldmöglichst einen Prüfungszeitraum festlegen. Aufgrund unüberwindbarer terminlicher Einschränkungen meinerseits kann ich Ihnen bedauerlicherweise nur drei Wochen anbieten. Bitte informieren Sie mich darüber, ob sie einen Termin in den ersten beiden Augustwochen haben möchten, oder ob auch die zweite Septemberwoche für Sie in Frage kommt. Dr. Müller

Andreas: Hallo Herr Müller, für mich kommt aufgrund verschiedener Faktoren nur die erste Augustwoche in Frage.

Anna: Guten Tag Herr Müller, für mich wäre der Termin im September deutlich besser, da ich im August mit einem Entwicklungspraktikum im Bereich Softwareentwicklung bei einem Versicherungsunternehmen beschäftigt sein werde.

Dr. Müller: Bedauerlicherweise muss ich mein Angebot für die erste Augustwoche zurückziehen, da ich vergessen habe, dass ich in dieser Woche auf einer Wirtschaftsinformatikkonferenz in der Schweiz bin. Ersatzweise kann ich Ihnen die letzte Augustwoche anbieten. Dr. Müller

Andreas: Die letzte Augustwoche passt leider überhaupt nicht in meinen Terminplan, aber da die zweite Septemberwoche aufgrund einiger Terminänderungen nun doch für mich möglich ist, wäre mir ein Prüfungstermin im September jetzt doch am liebsten.

Steffi: Hallo Herr Müller, auch ich würde die Prüfung lieber im September ablegen.

Yannick: Guten Tag Herr Müller, unter diesen Umständen wäre auch für mich der September die erste Wahl.

Erwartete Antwort (Deep Level): Termin im September, da im August wohl der Urlaub geplant ist

Surface Level Comprehension Fragen:

Wohin fährt Dr. Müller?

Welche Septemberwoche wird für die Klausur angeboten?

Benötigte Fakten: Urlaub im August.

Flesch-Wert: 27

Nachricht D: Mitfahrgelegenheit

Teilnehmer: Anna, Sarah

Anna: Hey ihr beiden, Wir haben doch letzte Woche mal darüber gesprochen bei Gelegenheit ins Ingolstadt Village zu fahren. Momentan gibt es dort super günstige Angebote und Schnäppchen. Da würde ich gerne zuschlagen. Ich habe gerade in meinen Kalender geschaut und der nächste Mittwoch wäre bei mir perfekt dafür geeignet. Wie wäre es da bei euch? Würde mich freuen wenn es klappt! Viele Grüße Anna

Sarah: Ja, stimmt. Ich war gerade mal noch auf der Internetseite. Am Donnerstag macht ein neuer Adidas-Laden auf und der hat zur Eröffnung alle Artikel um 35% reduziert. Wie wäre es also am Donnerstag?

Anna: Donnerstag würde auch gehen. Außerdem wollte ich mir schon seit langem mal wieder neue Laufschuhe kaufen. Wir sollten dann natürlich so früh wie möglich dort sein, um uns den Rabatt auch sichern zu können. Wie wäre es mit 9 Uhr?

Sarah: Um 9 Uhr ist immer so viel los auf den Straßen und ich glaube die ersten Läden machen schon um 9:30 Uhr auf. Beim letzten Mal stand ich eine Stunde im Stau. Wie wäre es wenn wir schon um 7 Uhr los fahren und dann noch gemütlich Frühstücken?

Anna: 7 Uhr ist ganz schön früh. Aber prinzipiell ist das eine gute Idee, also lass uns das so machen.

Sarah: Mich haben eben noch 3 Freundinnen gefragt, ob sie auch mitfahren können. Was meint ihr?

Anna: Das weiß ich jetzt spontan nicht. Da müssen wir abwarten, was unser Fahrer dazu sagt.

Erwartete Antwort (Deep Level): Mit den 3 Mädels geht es leider nicht, da höchstens 5 Leute ins Auto passen (und das schon eng ist)

Surface Level Comprehension Fragen:

In welchen Laden wollen sie gehen?
Wieviel Rabatt gibt es dort?

Benötigte Fakten: Du bist Fahrer und hast einen Mini

Flesch-Wert: 78

D.3 Fragebogen

Fragebogen zur Studie „Mobiles Arbeiten im Auto der Zukunft“



(Quelle Bild: <http://www.audi-me.com/etc/medialib/ngw/vorsprung/intro-film.Par.0005.Image.jpg>)

TEIL A: Fragen zur Person

1. Bitte tragen Sie die Probanden ID ein (Testleiter)

(durch den Versuchsleiter einzutragen)

2. Gruppe (Testleiter)

(durch den Versuchsleiter einzutragen)

3. Alter

4. Geschlecht

Männlich

Weiblich

5. Wählen Sie bitte ihren höchsten Abschluss

Abitur

Bachelor

Master

Diplom

Promotion

Anderer Abschluss

6. Beruf (auch Student zählt als Beruf)

7. Für Studenten, welcher Studiengang ?

Informatik

Wirtschaftsinformatik

Maschinenwesen

Mathematik

TUM-BWL

Anderer Studiengang _____

8. Nationalität

9. Ordnen Sie Ihre deutschen Sprachkenntnisse ein

Muttersprache

gut

befriedigend

ausreichend

mangelhaft

10. Besitzen Sie einen Führerschein für eines oder mehrere der folgenden Kraftfahrzeuge?

PKW

LKW

Motorrad

Mathematik

Nein

11. Wie lange besitzen Sie Ihren Führerschein? (Jahre)

12. Besitzen Sie ein Kraftfahrzeug?

Ja

Nein

13. Wenn ja welches ?

14. Wenn Sie ein KFZ besitzen, wie viele Kilometer fahren Sie damit pro Jahr ?

15. Wie oft fahren Sie einen PKW oder LKW? (auch nicht Eigene)

täglich

2-3 Mal die Woche

ein Mal die Woche

ein Mal im Monat

weniger bis gar nicht

16. Im Falle, dass Sie mindestens ein Mal im Monat einen PKW oder LKW fahren - Lesen Sie Nachrichten auf Ihrem Mobiltelefon während der Autofahrt?

<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
17. Im Falle, dass Sie mindestens ein Mal im Monat einen PKW oder LKW fahren - Besitzt Ihr Auto das Sie hauptsächlich nutzen einen integrierten Email-Client?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
18. Haben Sie schon einmal an einem Fahrsimulator Experiment teilgenommen?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
19. Sind Sie vorher schon einmal den Lane Change Test gefahren?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
20. Benötigen Sie eine Sehhilfe?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
21. Wenn ja, haben Sie Ihre Sehhilfe dabei ?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
22. Ist bei Ihnen eine Schädigung ihrer Hörfähigkeit festgestellt worden? 23. Besitzen Sie ein Smartphone?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
24. Wenn ja, bedienen Sie es auch während der Autofahrt?
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

TEIL B: Fragen zum Kontext
25. Auf was bist du nach der Suche aufgrund von anstehenden Klausuren?
26. Was steht nach der Klausurenphase bei dir an und wie viel Geld kannst du dafür ausgeben ?
27. Wie sieht's im Allgemeinen finanziell gerade bei dir aus ?
28. Welches Auto besitzt du ?
29. Was hast du bald mit deinen Freunden geplant und wer ist der Fahrer?
30. Wer hat bald Geburtstag und hast du bereits ein Geschenk ?
TEIL C: Fragen zu den Nachrichten
31. Schreibe bitte alle Namen auf, die in den Konversationen vorkamen und an die du dich erinnern kannst.
Nachricht Prüfungsdatum
32. Wohin fährt Dr. Müller ?

33. Welche Septemberwoche wird für die Klausur angegeben ?
34. Wie viele Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
35. Wie viele männliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
36. Wie viele weibliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
37. Welcher der Gesprächsteilnehmer macht ein Praktikum in einem Versicherungsunternehmen im Bereich Softwareentwicklung?
Nachricht Skitour
38. Auf welchen Berg geht's ?
39. In welchem Monat findet die Skitour statt ?
40. Wieviele Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
41. Wieviele männliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
42. Wieviele weibliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)

43. Von wem stammte der initiale Vorschlag eine Skitour zu machen?
Nachricht Klausurvorbereitung
44. Welche Klausur wird geschrieben ?
45. Wo wollten sie ursprünglich lernen?
46. Wieviele Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
47. Wieviele männliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
48. Wieviele weibliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
49. Wer hat Altklausuren von Studenten höherer Semester bekommen?
Nachricht Ingolstadt Village
50. Zu welchem Laden wollen sie unbedingt ?
51. Wieviel Rabatt gibt es dort ?
52. Wieviele Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person ausgeschlossen)
53. Wieviele männliche Personen kamen in der Konversation vor? (deine Person

Ingolstadt Village:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
59. Der Leistungsdruck während dem Verfolgen der Email-Sequenzen bei der Autofahrt war:						
Prüfungsdatum:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Skitour:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Klausurvorbereitung:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Ingolstadt Village:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
60. Ich habe mir bei der Bearbeitung der Emails im Auto Mühe gegeben.						
Prüfungsdatum:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Skitour:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Klausurvorbereitung:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Ingolstadt Village:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
61. Während der Bearbeitung der Emails im Auto war meine Frustration:						
Prüfungsdatum:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Skitour:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Klausurvorbereitung:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch
Ingolstadt Village:	niedrig		□□□□□□□□□□		□□□□□□□□□□	hoch

D.4 Evaluation des oberflächlichen und des tiefen Verständnisses

Hier wird eine beispielhafte Bewertung des oberflächlichen und des tiefen Verständnisses von E-Mail Konversationen aus dem Experiment gezeigt. Als Beispiel wird die E-Mail Kommunikation „Prüfungsvorbereitung“ genommen (siehe Anhang D.2)

Oberflächliches Verständnis (basierend auf dem Post-Experiment Fragebogen (siehe Anhang D.3)):

Beispielfrage: Wo wollten die Studenten ursprünglich lernen?

Richtige Antwort: In der Bibliothek der Informatikfakultät

Bewertungsschema:

1 Punkt: keine Ahnung; an der Maschinenbau fakultät; andere nicht relevante Angaben

2 Punkte: in der Bibliothek; an der Informatik fakultät (einer der relevanten Aspekte)

3 Punkte: in der Bibliothek der Informatik fakultät

Tiefes Verständnis (basierend auf den transkribierten Diktaten der Probanden):

Erwartete Antwort: Ich würde ganz gerne auch die alten Klausuren haben und ein Treffen in der Bibliothek der Maschinenbau fakultät ist für mich in Ordnung.

Bewertungsschema:

1 Punkte: Keins der relevanten Aspekte erwähnt

2 Punkte: Eins der relevanten Aspekte erwähnt

3 Punkte: Alle relevanten Aspekte erwähnt

E Nutzerbefragung zu kontextsensitiven Infotainment-Systemen im Auto

E.1 Fragebogen

Nutzerbefragung zu kontextsensitiven Infotainment-Systemen im Auto

Situationsbeschreibung:

Versetzen Sie sich in die Lage eines Autofahrers, welcher mittels eines Infotainment-Systems die Möglichkeit hat, seine E-Mails oder SMS vorgelesen zu bekommen und selbst Antworten oder neue Nachrichten per Spracheingabe zu diktieren.

In dieser Umfrage geht es hauptsächlich darum, die ideale Funktionsweise eines solchen Systems zu bewerten und die Ablenkung, die durch das Zuhören oder Diktieren entsteht, zu bewerten.

Antworten Sie bitte intuitiv, die Antworten werden anonymisiert verwendet.



(Quelle Bild: http://www.audi.de/de/brand/de/neuwagen/infotainment_und_kommunikation/audi_connect_dienste.html)

Diesen Abschnitt bitte nicht ausfüllen!

Fragebogennummer:

Version: 1.0

Uhrzeit:

Datum:

Teil A: Fragen zu Ihrer Person	
Alter (Angaben in Jahren)	
Geschlecht	Männlich <input type="checkbox"/> Weiblich <input type="checkbox"/>
In welcher Branche arbeiten Sie?	
Sind Sie Angestellter?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Haben Sie Personal unterstellt?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Sind Sie beruflich auf E-Mail angewiesen?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Nutzen Sie beruflich ein Smartphone?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Nutzen Sie privat ein Smartphone?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Sind Sie beruflich unterwegs? (auch längerer Weg zur Arbeit ist relevant)	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Wie viele Ihrer beruflichen Reisen sind am Steuer eines Autos? (Angabe in % in 10er Schritten)	
Wie oft sind Sie dabei alleine im Auto unterwegs? (Angabe in % in 10er Schritten)	
Folgende Fragen beziehen sich auf Ihre gesamte Kommunikation: SMS, Email, Briefe, Fax, Anrufe, Videokonferenzen, persönliche Gespräche.	
Wie hoch ist der Anteil an Emails in Ihrer beruflichen Kommunikation? (in %, in 10er Schritten)	
Wie hoch ist der Anteil an Emails in Ihrer privaten Kommunikation? (in %, in 10er Schritten)	
Wie hoch ist der Anteil an SMS in Ihrer beruflichen Kommunikation? (in %, in 10er Schritten)	
Wie hoch ist der Anteil an SMS in Ihrer privaten Kommunikation? (in %, in 10er Schritten)	

Teil B: Fragen zum Situationsempfinden im Auto	
Würden Sie Email generell am Steuer nutzen, wenn sie diese hören und sprechen könnten?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Würden Sie SMS generell am Steuer nutzen, wenn sie diese hören und sprechen könnten?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Folgende 5 Fragen nur beantworten, wenn mindestens eine der beiden vorherigen mit „Ja“ beantwortet wurde	
Ab welcher Zeit im Auto macht dies für Sie Sinn? (Angabe in 10- Minuten-Schritten: 0,10,20,...)	

Bei Autobahnfahrten, bis zu welcher Geschwindigkeit würden Sie das System nutzen? (in 10-km/h Schritten, 250 für keine Einschränkung)	
Würden Sie diese zusätzlich zum Hören auch auf einem Display sehen wollen?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Ist die Funktion, eine Antwort diktieren zu können für Sie sinnvoll?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Um sicher zu gehen, dass die diktierte Nachricht korrekt ist, würden Sie diese lieber... (Entscheiden Sie sich bitte für eine Option)	<input type="checkbox"/> Vorgelesen bekommen <input type="checkbox"/> Angezeigt im Display bekommen <input type="checkbox"/> Beides, vorgelesen und angezeigt bekommen
Würden Sie diese Funktion auch nutzen, wenn Sie einen Beifahrer haben?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>

Teil C: Verkehrssituationen

Welche Verkehrssituationen erlauben Ihrer Meinung nach die Nutzung eines solchen Systems?	
Innerorts – wenig Verkehr	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Innerorts – viel Verkehr (Rush Hour)	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Innerorts – Rote Ampel	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Innerorts – Abbiegevorgang	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Landstraße – Tags	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Landstraße – Nachts	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Autobahn – Tags	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll

Autobahn – Nachts	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll
Autobahn – Stau	<input type="checkbox"/> Hören und Diktieren <input type="checkbox"/> Nur Hören <input type="checkbox"/> Keine Aktion sinnvoll

Teil D: Ablenkung durch das Hören bzw. Sprechen der Nachrichten von Ihrer Aufgabe als Fahrer

Wie stark würde Sie die Nutzung eines solchen sprachbasierten Systems von Ihrer Konzentration auf den Straßenverkehr ablenken?

	Ablenkung akzeptabel  zu hoch																							
	1					2					3					4					5			
	<i>Nachricht hören</i>					<i>Nachricht diktieren</i>																		
Bei Annäherung an eine Kreuzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Annäherung an eine Ampel (Grün)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Annäherung an eine Ampel (wechselt Grün auf Rot)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Annäherung an eine Ampel (Rot)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
An einer roten Ampel (Wartephase)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Abbiegen an einer Kreuzung (keine Ampel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Autobahnauffahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Autobahnfahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Bei Autobahnabfahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Stop-and-Go	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Einparken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														

Teil E: Verhalten des Systems bei Risiko-Situationen

Wie soll das System bei der Erkennung von Risiko-Situationen reagieren damit Sie es als hilfreich und angenehm empfinden? Als Risiko-Situation werden solche bezeichnet bei denen

Sie der Meinung sind, dass keine Aktion (Anhören bzw. Diktieren von E-Mails/SMS) sinnvoll ist (siehe Teil C und D). Somit sind Risiko-Situationen diejenigen, bei denen Ihre Aufmerksamkeit voll vom Lenken des Fahrzeuges gefordert wird.

Im Folgenden stellen Sie sich vor, dass Ihnen beim Autofahren E-Mails/SMS per Sprache vom System vorgelesen werden. Das Infotainment-System ist im Stande Risiko-Situationen (z.B. eine Kreuzung) selbständig zu erkennen und darauf zu reagieren.

Schätzen Sie die folgenden Gestaltungsmöglichkeiten eines solchen Systems auf einer Likert-Skala von 1 (schlecht) bis 5 (gut) ein.

	Schlecht  Gut 1 2 3 4 5
Wie soll bei der Erkennung einer Risiko-Situation vorgegangen werden?	
Sprachausgabe abrupt abbrechen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Sprachausgabe sanft abdimmern	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Abdimmern auch mit Signalton	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Optische Anzeige im Bordinstrument (z.B. „Pause“)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Wie soll fortgesetzt werden nachdem die Risiko-Situation vorbei ist?	
Wiederaufnahme an letzter Stelle	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Den letzten Satz wieder am Anfang beginnen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Fortsetzen mit einem Signalton	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Teil F: Persönlicher Mehrwert durch ein kontextsensitives Infotainment-System im Auto

Würden Sie ein solches System als eine Bereicherung sehen? Treffen Sie Ihre Einschätzung nach der Art der Kommunikation.

Privater Gebrauch von SMS	<input type="checkbox"/> Unbedingt <input type="checkbox"/> Teilweise hilfreich <input type="checkbox"/> Kaum hilfreich <input type="checkbox"/> Völlig überflüssig
Privater Gebrauch von E-Mail	<input type="checkbox"/> Unbedingt <input type="checkbox"/> Teilweise hilfreich <input type="checkbox"/> Kaum hilfreich

	<input type="checkbox"/> Völlig überflüssig
Beruflicher Gebrauch von SMS	<input type="checkbox"/> Unbedingt <input type="checkbox"/> Teilweise hilfreich <input type="checkbox"/> Kaum hilfreich <input type="checkbox"/> Völlig überflüssig
Beruflicher Gebrauch von E-Mails	<input type="checkbox"/> Unbedingt <input type="checkbox"/> Teilweise hilfreich <input type="checkbox"/> Kaum hilfreich <input type="checkbox"/> Völlig überflüssig

Teil G: Ihre Meinung
Wie könnte Ihrer Meinung nach so ein System noch verbessert werden und was fehlt in dieser Betrachtung? Antworten Sie frei:
VIELEN DANK FÜR IHRE HILFE!

E.2 Anmerkungen der Teilnehmer

Anonymisierte Anmerkungen	
Person A	SMS und Email sind vom "Aussterben" bedrohte Kommunikationsformen. Jüngere Nutzer benutzen eher Whatsapp, Facebook, ICQ, Skype. Solche modernen Formen müssen da genauso betrachtet und eingebunden werden, damit dieser Weg ein Erfolg werden kann.
Person B	<p>Ich halte es für zu gefährlich, sich während der Fahrt aktiv mit einer anderen Sache (E-Mail, SMS, Radiosender suchen, Musik auf CD oder Smartcard suchen) zu beschäftigen. Selbst das Hören der Stimme aus dem NAVI lenkt zum Teil ab weil die Verkehrsgeräusche dann nicht mehr vollständig wahrgenommen werden (z.B. Martinshorn, Hupen, etc).</p> <p>Die Technik sollte diese Funktionen (Email, SMS) während des Stillstandes des Fahrzeuges aktivieren (vgl. Filme oder Fernsehen, die vom NAVI wiedergegeben werden können).</p> <p>Luxusautos können diese Funktionen auf den Monitoren (PCs) in den Kopfstützen für die Fahrgäste auf der Rückbank anbieten. Dann aber mit</p>

	Kopfhörer und Tastatur (zum Ausklappen).
Person C	<p>Ein solches System ist sicherlich eine deutliche Verbesserung der mobilen Kommunikation. Es ermöglicht SMS und E-Mails leichter zu beantworten. Vielfach hat man unterwegs lieber mit einem Telefongespräch auf E-Mails und SMS geantwortet, als diese über eine Tastatur einzugeben.</p> <p>Die Funktion E-Mails und SMS anzuhören kann öfters genutzt werden, denn ich empfinde das Zuhören ähnlich dem Radiohören. Man kann sich darauf konzentrieren und hört in kritischen Situation automatisch weg. Hier handelt es sich um eine Sicherheits- und Komfortfunktion. Es muss nicht manuell zurückgespult werden bzw. die ganze Nachricht erneut gehört werden. Wichtig ist eine Lösung für den Abruf der Nachricht und die Auswahl, welche Nachrichten vorgelesen werden. Dies sollte ebenfalls per Sprachsteuerung funktionieren. Grundsätzlich finde ich eine Interaktion über den Monitor in der Mittelkonsole als ablenkend und störend. Ebenso sollte die Informationsdichte, die auf die Frontscheibe projiziert wird, in Gefahrensituationen minimiert werden. Hierfür könnte die Sprach- und Diktierfunktion mit der Displayanzeige sehr gut verzahnt werden. Zudem sollte es eine praktikable Lösung für die Diktierfunktion geben, z.B. wenn der Autofahrer ins Stocken kommt oder abbricht und zu einem späteren Zeitpunkt die Diktierfunktion weiter benutzen möchte.</p> <p>Die Analysefunktion des Systems könnte mit Daten aus Verkehrskarten (Straßentyp, genauer Ort), der aktuellen Verkehrsdichte (aus Verkehrsleitsystemen entnommen), Annäherungssensoren, Regensensor, Ermüdungswarnungen, Geschwindigkeitsmessung, Tageszeit bzw. Helligkeit usw. entnehmen.</p> <p>Grundsätzlich scheint mir ein solches System für die mobile Kommunikation sehr nützlich und hilfreich. Es sollte noch über Filterfunktionen verfügen, mit denen der Benutzer verschiedene Hierarchien für unterschiedliche Fahrsituationen angeben kann. D.h. je anspruchsvoller die Situation ist, desto weniger Nachrichten werden durchgestellt. Sozusagen eine intelligente Sekretariatsfunktion, die die Prioritäten der Nachrichten ermittelt. Dies sollte nicht nur anhand von Absenderdaten erfolgen, sondern auch Schlagworte und Geodaten einschließen. D.h. Nachrichten, die von einem nicht in Listen aufgeführten Absender stammen, aber relevant für einen Geschäftstermin sind, zudem der Empfänger gerade fährt, sollten trotzdem durchgestellt</p>

	<p>werden bzw. angefragt werden, ob diese Nachricht, vorgelesen werden soll.</p> <p>Die Nutzung des Systems erscheint mir erst nützlich bei Fahrten über 30 Minuten Zeit. Wenn die Fahrt kürzer ist, können Nachrichten vorher und nachher direkt über das Smartphone abgerufen werden.</p>
Person D	<p>Gut vorstellen könnte ich mir eine Einschränkung der sofortigen Beantwortung beispielsweise von E-Mails auf wichtige Kontakte (wie bei iOS 6.0 mit den VIP-Kontakten) oder auf mit hoher Priorität markierte E-Mails.</p>
Person E	<p>Keine Meinung, weil mir dieses System im privaten Gebrauch zu uninteressant vorkommt.</p>

Person F	<p>Anfangen vom NUR telefonieren, auch mit Freisprechanlage ist zu beobachten, dass der Fahrer/Fahrerin abgelenkt ist (Fahrweise). Diese Beobachtung gilt auch für mich selbst beim Telefonieren MIT Freisprechanlage. Abhängig vom Gesprächsinhalt gilt dies mehr oder weniger, birgt aber immer ein Risiko. Die Nutzung zusätzliche Einrichtungen wie oben beschrieben, dürften auf keinen Fall während der Fahrt möglich sein (Zwangsabschaltung mit einlegen des Ganges).</p>
Person G	<p>Mir fehlen in dieser Betrachtung Social Media wie Facebook oder auch Whatsapp, die im privaten aber auch im beruflichen Umfeld/Reise- und Arbeitsweg genutzt werden. SMS ist für mich so gut wie gar nicht relevant.</p> <p>Für mich spielt das im Auto „alleine sein“ eine große Rolle, ob ich dieses System nutzen würde oder nicht (vor allem in der beruflichen Nutzung hinsichtlich Datenschutz (!)). Hier sollte differenziert werden zwischen privat / beruflich und natürlich auch zwischen hören / lesen / diktieren und einer dementsprechenden Programmierung des Systemprogramms.</p> <p>Ich bin gespannt, inwiefern sich die Bewertung von Risikosituationen geschlechterspezifisch unterscheidet. Vielleicht ist hier an verschiedenen Sicherheits- / Benutzungseinstellungen zu denken, wenn Du nach dem Systemverhalten fragst. In diesem Zusammenhang lässt Du die Fahrpraxis (Jahre des Führerscheinbesitzes, Punktekonto, Aufbauseminar und Ähnliches) außer Betracht. Eine anfängliche Einstufung zur Systembenutzung der Fahrerfahrenheit (natürlich geschlechterunabhängig aus Diskriminierungsgründen) stelle ich mir sinnvoll vor.</p>
Person H	<p>Bedenken: Diktierfunktion, hier hohe Qualität notwendig und Situationserkennung bei Autos kritisch. Wird verwirrend, wenn das Auto dann einmal pausiert und andermal nicht, wird störend und den Gebrauch mindern.</p>
Person I	<p>Weiter nach Abbruch durch Sprachbefehl "weiter"/Alternative Idee: VoiceNachricht, App WeChat ist genannt worden, hierbei werden Sprachnachrichten gespeichert und geschickt.</p>
Person J	<p>Die Diktierfunktion auf einen km/h-Bereich begrenzen (schneller als 50 um Stadtverkehr auszunehmen und die max. km/h Zahl die der Nutzer nach eigener Einschätzung vorgibt)</p> <p>Die Andeutung neuer SMS/E-Mails nach eigenen Vorgaben (nur Akustisch/Akustisch und kleines Symbol auf Display/nur Symbol)</p>
Person K	<p>Wie wird signalisiert, dass eine Nachricht eingegangen ist? Was passiert, wenn die Spracherkennung nicht richtig funktioniert? Wie ist dann die Ablenkung?</p>