

# **Personalisierte Optionsauswahl im Fahrzeuginformationssystem**

Evaluierung verschiedener Assistenzarten im fahrzeugspezifischen  
Nutzungskontext

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

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. rer. nat.  
im Fach Psychologie

eingereicht an der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II  
Humboldt-Universität zu Berlin

von

**M. A. Caroline Ussat**

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin:  
Prof. Dr. Jan-Hendrik Olbertz

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II:  
Prof. Dr. Elmar Kulke

Gutachter:

Prof. Dr. Hartmut Wandke, Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Thomas Jürgensohn, Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Michael Popp, Universität der Bundeswehr München

**Tag der mündlichen Prüfung:** 14. September 2012



# Danksagung

*„Leider läßt sich eine wahrhafte Dankbarkeit mit Worten nicht ausdrücken.“*

Johann Wolfgang von Goethe (An die Fürstin Gallitzin, 1797)

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben.

Insbesondere gilt dieser Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Wandke für die umfassende Betreuung dieser Arbeit. Er half mir jederzeit bei schwierig zu interpretierenden Studienergebnissen und beim experimentellen Aufbau der Untersuchungen mit wertvollen Anregungen und Ratschlägen weiter. Ich habe während der gemeinsamen Gespräche sehr viel gelernt. Ebenso möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Jürgensohn und Herrn Prof. Dr. Popp für die Begutachtung meiner Dissertation bedanken. Ein weiterer Dank gilt allen Teilnehmern des ingenieurspsychologischen Kolloquiums der Humboldt-Universität zu Berlin für die anregenden Diskussionen.

Von der Robert Bosch Car Multimedia GmbH danke ich Herrn Listle und Herrn Kerken für die Unterstützung des Forschungsvorhabens. Einen herzlichen Dank möchte ich auch an meine Mitdoktoranden der Bosch Gruppe in Hildesheim für das Korrekturlesen von Teilen der Arbeit aussprechen. Ich weiß dies sehr zu schätzen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meinem Freund und meiner Familie, die stets hinter mir gestanden haben und mich motiviert haben dieses Ziel zu erreichen.

Caroline Ussat

Hameln, im September 2012



---

## Abstract

Increasingly, modern vehicle information systems have a direct Internet connection. This allows the driver to access a variety of geographical information, known as points-of-interest, whilst driving. However, selecting an option from an extensive list of options, whilst driving, can pose a significant safety hazard. Thus, it becomes essential to support the driver in this selection process. A promising solution lies in supplying an assistance system that includes a personalised points-of-interest selection feature which takes over some parts of the driver's selection task. This system could, for example, automatically limit the set of possible options to a manageable size, based on the driver's current needs and preferences. The purpose of this doctoral thesis is to optimise the acceptance of those assistance systems offering personalised option selection, within the specific context of vehicle use. Firstly, a qualitative study was carried out to examine the context of use and the driver's fundamental support requirements. The results were analysed using the taxonomy for assistance systems developed by Wandke (2005). This identified three suitable types of option selection assistance systems, with varying levels of support; adaptable filter assistance, adaptive filter assistance and adaptive delegation assistance. Secondly, five scenarios with different contexts of use were developed and analysed by means of surveys based on the UbiTAM, by Rothensee (2010). The results showed that all three assistance systems were rated mostly positive. However, within these positive ratings, those systems offering higher levels of support, such as adaptive filtering and delegation assistance, received significantly better ratings. Neither varying characteristics in the context of use (e.g. time pressure, task difficulty) nor the individual characteristic "need-for-cognition" significantly influenced these acceptance ratings. Based on the findings of both the qualitative study and the scenario surveys, all three assistance systems were implemented as prototypes. Each prototype was evaluated in two driving simulator studies, in order to assess their effects on both the driving performance and the quality of task processing. The studies were performed using the Lane-Change-Task driving simulator, by Mattes (2003). Both simulator studies verified the results uncovered by the scenario surveys. Additionally, it became clear that adaptive assistance systems, especially the delegation assistance system, provided drivers with the most support during the fulfilment of secondary tasks. Finally, they showed that driving performance was only slightly affected by the use of the delegation assistance system. In terms of the development of assistance systems, the results of this thesis suggest that a combination of adaptive filter and delegation assistance should be implemented. This combination could support the driver in selecting points-of-interest whilst driving. Additionally, the driver could still have control over the decision making process performed by the assistance system. Furthermore, it was shown that analysing the context of use is essential for developing assistance systems and for avoiding future user acceptance problems.

**Keywords:** personalisation, assistance system, selection task, automotive, technology acceptance, support performance

## Zusammenfassung

Moderne Fahrzeuginformationssysteme verfügen zunehmend über eine direkte Internetverbindung. Diese ermöglicht es dem Fahrer, während der Fahrt auf eine Vielzahl an geographischen Informationen wie Sonderziele zuzugreifen. Die Auswahl einer Option aus solch umfangreichen Angeboten während der Fahrt kann jedoch zu einem erheblichen Sicherheitsrisiko werden, welches eine Unterstützung des Fahrers bei der Optionsauswahl zwingend erforderlich macht. Eine vielversprechende Möglichkeit der Unterstützung liegt im Anbieten von Assistenzsystemen zur personalisierten Sonderzielauswahl. Diese übernehmen Teile der Auswahlaufgabe des Fahrers. Zum Beispiel treffen sie, basierend auf aktuellen Bedürfnissen und Präferenzen des Fahrers, eine überschaubare Vorauswahl. Ziel der hier vorliegenden Dissertation ist die Optimierung der Akzeptanz solcher Assistenzsysteme zur personalisierten Optionsauswahl im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext. Hierzu wurde in einer qualitativen Studie zunächst der Nutzungskontext von Sonderzielen und der grundsätzliche Unterstützungsbedarf der Fahrer untersucht. Aufbauend auf den Ergebnissen wurden mit Hilfe der Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005) drei Assistenzarten mit verschiedenen Assistenzgraden identifiziert, die potentiell für die personalisierte Optionsauswahl im Fahrzeug in Frage kommen (adaptierbare Filterassistentz, adaptive Filterassistentz und adaptive Delegationsassistentz). In zwei Szenariobefragungen konnte mit Hilfe des UbiTAM nach Rothensee (2010) aufgezeigt werden, dass alle drei Assistenzarten überwiegend positiv bewertet wurden. Innerhalb dieser positiven Bewertungen wurden höhere Assistenzgrade (adaptive Filter- und Delegationsassistentz) jedoch signifikant besser bewertet. Dabei zeigten weder variierte Merkmale des Nutzungskontextes wie Zeitdruck oder Aufgabenschwierigkeit noch das Personenmerkmal Need-for-Cognition einen Einfluss auf die Akzeptanzbeurteilung. Basierend auf den Erkenntnissen der qualitativen Studie und der Szenariobefragungen wurden die drei Assistenzarten prototypisch realisiert und in zwei Fahrsimulationstudien hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung untersucht. Als Fahrsimulation diente dabei die Lane-Change-Task von Mattes (2003). In den Studien konnten die Ergebnisse zur Akzeptanzbeurteilung bestätigt werden. Zusätzlich wurde deutlich, dass die adaptiven Assistenzarten, insbesondere die Delegationsassistentz, das höchste Maß an Unterstützung in der Nebenaufgabe boten. Gleichzeitig zeigten sie auch die geringste Auswirkung auf die Fahrleistung. Die Ergebnisse dieser Arbeit legen für die Gestaltung von Auswahlassistenzsystemen im Fahrzeug nahe, eine Kombination aus adaptiven Filter- und Delegationsassistentzen in einem System anzustreben. Eine solche Kombination kann den Fahrer einerseits bei der Sonderzielauswahl während der Fahrt unterstützen, bietet andererseits aber auch noch Kontrollmöglichkeiten über die Auswahlentscheidung. Zudem erwies es sich bei der Entwicklung solcher Assistenzsysteme als grundlegend, den Nutzungskontext genau zu analysieren, um eventuellen Akzeptanzproblemen zukünftig vorzubeugen.

**Schlagwörter:** Personalisierung, Assistenzsystem, Auswahlaufgabe, Fahrzeug, Technologie Akzeptanz, Unterstützungsleistung

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretischer Hintergrund</b>	<b>5</b>
2.1	Klassifikation von technischer Assistenz . . . . .	5
2.1.1	Dimension: Handlungsphase . . . . .	5
2.1.2	Dimension: Anpassbarkeit . . . . .	8
2.1.3	Dimension: Initiative . . . . .	10
2.1.4	Dimension: Modalitäten und Medien . . . . .	10
2.2	Nutzungskontext von Assistenzsystemen im Fahrzeug . . . . .	11
2.2.1	Fahrzeugspezifische Benutzer . . . . .	11
2.2.2	Fahrzeugspezifische Aufgaben und Arbeitsmittel . . . . .	12
2.2.3	Nutzungsumgebung im Fahrzeug . . . . .	14
2.3	Unterstützungsleistung von Assistenz im Fahrerinformationssystem . . . . .	14
2.4	Technologie Akzeptanz . . . . .	18
2.4.1	UbiTAM zur Messung der Akzeptanz von Assistenzsystemen . . . . .	18
2.4.2	Akzeptanz von Assistenzsystemen im Fahrzeug . . . . .	20
2.5	Zusammenfassung . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Untersuchung des Nutzungskontextes und des Unterstützungsbedarfs</b>	<b>25</b>
3.1	Fragestellung . . . . .	25
3.2	Methodisches Vorgehen . . . . .	25
3.3	Ergebnisse . . . . .	27
3.4	Diskussion . . . . .	33
3.4.1	Nutzungskontext von Sonderzielen im Fahrzeug . . . . .	33
3.4.2	Assistenzarten zur personalisierten Sonderzielauswahl . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Untersuchungen zur Akzeptanz verschiedener Assistenzarten im Fahrzeug</b>	<b>39</b>
4.1	Fragestellung und Hypothesen . . . . .	39
4.2	Methodisches Vorgehen . . . . .	43
4.2.1	Methodik der Szenariobefragung . . . . .	43
4.2.2	Szenarien als Stimulus . . . . .	44
4.2.3	Variablen und Messinstrumente . . . . .	45
4.2.4	Versuchsplan und -ablauf . . . . .	46
4.2.5	Stichprobe . . . . .	47

4.3	Ergebnisse . . . . .	47
4.3.1	Qualität der Daten . . . . .	48
4.3.2	Auswertung der Akzeptanzbeurteilung . . . . .	48
4.3.3	Auswertung der Kontrollvariablen . . . . .	51
4.4	Ergänzungsstudie zur Szenariobefragung . . . . .	52
4.4.1	Methodisches Vorgehen . . . . .	53
4.4.2	Ergebnisse . . . . .	54
4.5	Diskussion . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Prototypische Realisierung der Assistenzarten</b>	<b>67</b>
5.1	Entwicklung der Prototypen . . . . .	67
5.2	Beschreibung der Prototypen und des optimalen Bedienablaufes . . . . .	68
5.2.1	Adaptierbare Filterassistenz . . . . .	70
5.2.2	Adaptive Filterassistenz . . . . .	71
5.2.3	Adaptive Delegationsassistenz . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Untersuchungen zur Unterstützungsleistung der Assistenzarten im Fahrzeug</b>	<b>73</b>
6.1	Fragestellung und Hypothesen . . . . .	73
6.2	Methodisches Vorgehen . . . . .	76
6.2.1	Methodik der Simulationsstudie . . . . .	76
6.2.2	Variablen und Messinstrumente . . . . .	78
6.2.3	Versuchsplan und -ablauf . . . . .	81
6.2.4	Stichprobe . . . . .	82
6.3	Ergebnisse . . . . .	83
6.3.1	Qualität der Daten . . . . .	83
6.3.2	Akzeptanzbeurteilung . . . . .	84
6.3.3	Fahrleistung und subjektive Beanspruchung . . . . .	86
6.3.4	Güte der Aufgabenbearbeitung . . . . .	89
6.3.5	Auswertung der Kontrollvariablen . . . . .	93
6.4	Ergänzungsstudie zur Simulationsstudie . . . . .	95
6.4.1	Methodisches Vorgehen . . . . .	95
6.4.2	Ergebnisse . . . . .	96
6.5	Diskussion . . . . .	102
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>113</b>
7.1	Zusammenfassende Diskussion der wesentlichen Ergebnisse . . . . .	113
7.2	Gestaltungsempfehlungen für Auswahlassistenzsysteme im Fahrzeug . . . . .	119
7.3	Gefahren von adaptiven Auswahlassistenzsystemen . . . . .	121
7.4	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bereiche . . . . .	123
7.5	Empfehlungen zur verwendeten Methodik . . . . .	124
7.6	Ausblick . . . . .	125

---

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>127</b>
<b>A Untersuchung I - Qualitative Interviews</b>	<b>141</b>
<b>B Untersuchungen II und III - Szenariobefragungen</b>	<b>145</b>
B.1 Entwicklungsprozess der Szenarien . . . . .	145
B.2 Zukunftsszenarien der Szenariobefragung . . . . .	146
B.3 Verwendete Fragebogen-Items der Studien . . . . .	155
B.4 Ergebnisse der Szenariobefragung . . . . .	158
B.5 Zukunftsszenarien der ergänzenden Szenariobefragung . . . . .	164
B.6 Ergebnisse der ergänzenden Szenariobefragung . . . . .	171
<b>C Prototypen</b>	<b>177</b>
<b>D Untersuchungen IV und V - Simulationsstudien</b>	<b>181</b>
D.1 Zukunftsszenarien der Simulationsstudien . . . . .	181
D.2 Zusätzlich verwendete Fragebogen-Items in der Simulationsstudie . . . . .	188
D.3 Versuchsablauf der Simulationsstudie . . . . .	189
D.4 Ergebnisse der Simulationsstudie . . . . .	191
D.5 Beschreibung des Versuchsablaufes der ergänzenden Simulationsstudie . . . . .	202
D.6 Ergebnisse der ergänzenden Simulationsstudie . . . . .	202
D.7 Diskussion identifizierter Usability-Probleme der Assistenzarten . . . . .	209
D.8 Ergebnisse der Varianzanalysen zum UbiTAM . . . . .	211



# Abbildungsverzeichnis

1.1	Assistenz als Brücke . . . . .	2
2.1	UbiTAM Akzeptanz-Modell . . . . .	21
4.1	Postulierte Akzeptanz der Assistenzarten . . . . .	43
4.2	Signifikante Unterschiede bei DC und CTR, Szenariobefragung . . . . .	50
4.3	Signifikante Unterschiede bei RISK und AFF, Szenariobefragung . . . . .	51
4.4	BI für Assistenzarten und Nutzungskontexte, erg. Szenariobefragung . . . . .	56
4.5	Signifikante Unterschiede bei USF und EOU, erg. Szenariobefragung . . . . .	57
4.6	Signifikante Unterschiede bei AFF und CTR, erg. Szenariobefragung . . . . .	58
4.7	Signifikante Unterschiede bei RISK und SNORM, erg. Szenariobefragung . . . . .	58
4.8	Ranking der Assistenzarten, erg. Szenariobefragung . . . . .	59
5.1	Aufteilung der Bedienoberfläche der Mock-ups . . . . .	69
6.1	Versuchsaufbau in den Simulationsstudien . . . . .	79
6.2	Ranking der Assistenzarten in Szenariobefragung und Simulationsstudie . . . . .	86
6.3	Spurabweichung für Assistenzarten und Kontexte, Simulationsstudie . . . . .	87
6.4	Subj. Beanspruchung für Assistenzarten und Kontexte, Simulationsstudie . . . . .	89
6.5	Bedienschritte für Assistenzarten und Kontexte, Simulationsstudie . . . . .	91
6.6	Bearbeitungszeit für Assistenzarten und Altersgruppen, Simulationsstudie . . . . .	94
6.7	Ranking der Assistenzarten, erg. Simulationsstudie . . . . .	98
6.8	Bearbeitungszeit für Assistenzarten und Kontexte, erg. Simulationsstudie . . . . .	101
A.1	Interview-Leitfaden, Seite 1 . . . . .	141
A.2	Interview-Leitfaden, Seite 2 . . . . .	142
C.1	Eingabe von Auswahlkriterien bei der adaptierbaren Filterassistentz . . . . .	177
C.2	Auflistung von Sonderzielen bei der adaptierbaren Filterassistentz . . . . .	177
C.3	Detailansicht eines Sonderziels . . . . .	178
C.4	Statusanzeige der adaptiven Assistenzarten . . . . .	178
C.5	Auflistung von Sonderzielen bei der adaptiven Filterassistentz . . . . .	179
C.6	Einschbare Auswahlkriterien der adaptiven Assistenzarten . . . . .	179
C.7	Sonderzielempfehlung der Delegationsassistentz . . . . .	180
D.1	Rating Scale Mental Effort . . . . .	188



# Tabellenverzeichnis

2.1	Taxonomie für Assistenzsysteme . . . . .	6
2.2	Merkmale des Nutzungskontextes . . . . .	11
3.1	Kategorisierung der Sonderzielaufgaben . . . . .	28
3.2	Kategorisierung der Folgeaufgaben . . . . .	28
3.3	Kategorisierung verwendeter Sonderziel-Funktionen . . . . .	30
3.4	Kategorisierung besonderer Eigenschaften der Situationen . . . . .	30
3.5	Kategorisierung der Sonderziel-Bewertungen . . . . .	31
3.6	Kategorisierung der gewünschten Personalisierungen von Sonderzielen . . . . .	33
3.7	Übersicht der untersuchten Assistenzarten der Dissertation . . . . .	38
4.1	Variation der Nutzungskontextmerkmale, Szenariobefragung . . . . .	45
4.2	Übersicht der Variablen, Szenariobefragung . . . . .	46
4.3	Demographische Daten der Stichprobe, Szenariobefragung . . . . .	47
4.4	Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, Szenariobefragung . . . . .	49
4.5	Vollständige Permutation der Assistenzarten, erg. Szenariobefragung . . . . .	53
4.6	Demographische Daten der Stichprobe, erg. Szenariobefragung . . . . .	54
4.7	Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, erg. Szenariobefragung . . . . .	55
5.1	Status-Übergangendiagramm für optimalen Bedienablauf . . . . .	72
6.1	Übersicht der Variablen, Simulationsstudie . . . . .	80
6.2	Variation der Nutzungskontextmerkmale, Simulationsstudie . . . . .	81
6.3	Demographische Daten der Stichprobe, Simulationsstudie . . . . .	83
6.4	Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, Simulationsstudie . . . . .	84
6.5	Deskriptive Statistik zur Spurabweichung, Simulationsstudie . . . . .	86
6.6	Deskriptive Statistik zur subjektiven Beanspruchung, Simulationsstudie . . . . .	88
6.7	Deskriptive Statistik zur Güte der Aufgabenbearbeitung . . . . .	90
6.8	Deskriptive Statistik für zusätzliche Bedienschritte, Simulationsstudie . . . . .	92
6.9	Deskriptive Statistik zur Bearbeitungszeit pro Schritt, Simulationsstudie . . . . .	93
6.10	Demographische Daten der Stichprobe aus der Ergänzungsstudie . . . . .	97
6.11	Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, erg. Simulationsstudie . . . . .	97
6.12	Deskriptive Statistik zur Spurabweichung, erg. Simulationsstudie . . . . .	99
6.13	Deskriptive Statistik subjektive Beanspruchung, erg. Simulationsstudie . . . . .	100

6.14 Deskriptive Statistik Güte der Aufgabenbearbeitung, erg. Simulationsstudie	100
7.1 Übersicht der Ergebnisse der Hypothesenprüfungen . . . . .	117
A.1 Übersicht der verwendeten Navigationssysteme der Personen . . . . .	143
A.2 Übersicht der verwendeten Sonderzielarten in den Verwendungssituationen	143
A.3 Übersicht der genannten Auswahlkriterien in den Verwendungssituationen	143
A.4 Kategorisierung der Sonderziel-Nicht-Verwendung . . . . .	144
A.5 Kategorisierung der gewünschten Sonderziel-Funktionen . . . . .	144
B.1 Phasen des Entwicklungsprozesses der Szenarien . . . . .	145
B.2 Items der Skalen des UbiTAM . . . . .	155
B.3 Items zur Kontrollüberzeugung im Umgang mit neuen Technologien . . .	156
B.4 Items zur Technologieaffinität . . . . .	156
B.5 Items zum Realitätsurteil . . . . .	157
B.6 Items zur Erfassung des Need-for-Cognition . . . . .	157
B.7 Formeln zur Berechnung der Effektstärken . . . . .	158
B.8 Korrelation Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, Szenariobefragung .	158
B.9 Reliabilität der Kontrollvariablen, Szenariobefragung . . . . .	158
B.10 Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung, Szenariobefragung . . . . .	159
B.11 Ergebnisse ANCOVAs für Kontext und Assistenzart, Szenariobefragung .	160
B.12 Deskriptive Statistik der einzelnen Risiko-Facetten, Szenariobefragung . .	160
B.13 Ergebnisse post-hoc Tests für Risiko-Facetten, Szenariobefragung . . . . .	161
B.14 Ergebnisse MANOVAs für Kontrollvariablen, Szenariobefragung . . . . .	161
B.15 Einfluss TA-EG auf Akzeptanzbewertung, Szenariobefragung . . . . .	162
B.16 Post-hoc Test Einfluss TA-EG auf Akzeptanz, Szenariobefragung . . . . .	162
B.17 Analyse des Einflusses von REAL auf Akzeptanz, Szenariobefragung . . .	163
B.18 Post-hoc Test Einfluss REAL auf Akzeptanz, Szenariobefragung . . . . .	163
B.19 Korrelation Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, erg. Szenariobefragung	171
B.20 Reliabilität der Kontrollvariablen, erg. Szenariobefragung . . . . .	171
B.21 Prüfung Normalverteilung, erg. Szenariobefragung . . . . .	172
B.22 Deskriptive Statistik der Risiko-Facetten, erg. Szenariobefragung . . . . .	172
B.23 Ergebnisse post-hoc Tests für Risiko-Facetten, erg. Szenariobefragung . .	172
B.24 Kruskal-Wallis-Tests für Assistenzart-Ranking, erg. Szenariobefragung . .	173
B.25 MANOVAs Kontrollvariablen und Akzeptanz, erg. Szenariobefragung . . .	173
B.26 Deskriptive Statistik für TA-EG und Akzeptanz, erg. Szenariobefragung .	173
B.27 ANOVAs Einfluss TA-EG auf Akzeptanz, erg. Szenariobefragung . . . . .	174
B.28 Post-hoc Test Einfluss TA-EG auf Akzeptanz, erg. Szenariobefragung . .	174
B.29 Deskriptive Statistik für Geschlecht und Akzeptanz, erg. Szenariobefragung	174
B.30 ANOVAs Einfluss Geschlecht auf Akzeptanz, erg. Szenariobefragung . . .	175
B.31 Post-hoc Test Einfluss Geschlecht auf Akzeptanz, erg. Szenariobefragung .	175

D.1	Items zur Erfassung von Strategie und Expertise in Experimenten . . . . .	188
D.2	Item zur Sonderzielakzeptanz . . . . .	189
D.3	Permutation der Assistenzarten, Simulationsstudie . . . . .	189
D.4	Versuchsablauf der Simulationsstudie . . . . .	190
D.5	Korrelation der Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, Simulationsstudie	191
D.6	Reliabilität der Kontrollvariablen, Simulationsstudie . . . . .	191
D.7	Normalverteilung der Akzeptanz-Prädiktoren, Simulationsstudie . . . . .	191
D.8	Korrelation Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie . . . . .	191
D.9	Normalverteilung weiterer Variablen, Simulationsstudie . . . . .	192
D.10	Ergebnisse post-hoc Tests für Assistenzart, Simulationsstudie . . . . .	192
D.11	Deskriptive Statistik der einzelnen Risiko-Facetten, Simulationsstudie . .	193
D.12	ANOVAs Einfluss Assistenzart auf Risiko-Facetten, Simulationsstudie . .	193
D.13	Ergebnisse post-hoc Tests Risiko-Facetten, Simulationsstudie . . . . .	193
D.14	Kruskal-Wallis-Tests für Assistenzart-Ranking, Simulationsstudie . . . . .	194
D.15	Ergebnisse Analyse Akzeptanz Sonderzielarten, Simulationsstudie . . . . .	194
D.16	Ergebnisse zur Analyse der Spurabweichung pro Aufgabe, Simulationsstudie	195
D.17	Deskriptive Statistik Spurabweichung normatives Modell, Simulationsstudie	195
D.18	Ergebnisse Analyse subj. Beanspruchung pro Aufgabe, Simulationsstudie .	195
D.19	Post-hoc Tests für Assistenz und Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie	196
D.20	Post-hoc Tests für Kontext und Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie .	196
D.21	Status-Übergangendiagramm, Simulationsstudie . . . . .	197
D.22	Analyse Präferenz-Button-Verwendung, Simulationsstudie . . . . .	197
D.23	Analyse Sonderzielvergleich, Simulationsstudie . . . . .	198
D.24	Analyse Sonderzielposition in Liste, Simulationsstudie . . . . .	198
D.25	MANOVAs Kontrollvariablen und Akzeptanz, Simulationsstudie . . . . .	199
D.26	ANOVAs Kontrollvariablen und Spurabweichung, Simulationsstudie . . . .	199
D.27	Post-hoc Tests für Alter und Spurabweichung, Simulationsstudie . . . . .	200
D.28	ANOVAs für Kontrollvariablen und subj. Beanspruchung, Simulationsstudie	200
D.29	Post-hoc Tests für Strategie und subj. Beanspruchung, Simulationsstudie .	201
D.30	MANOVAs KV und Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie . .	201
D.31	Permutation Assistenzarten und Nutzungskontexte, erg. Simulationsstudie	202
D.32	Korrelation Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, erg. Simulationsstudie	202
D.33	Reliabilität der Kontrollvariablen, erg. Simulationsstudie . . . . .	202
D.34	Normalverteilung der Akzeptanz-Prädiktoren, erg. Simulationsstudie . . .	203
D.35	Normalverteilung weiterer Variablen, erg. Simulationsstudie . . . . .	203
D.36	Ergebnisse t-Tests für BI, erg. Simulationsstudie . . . . .	203
D.37	Post-hoc Tests für Assistenzart und Akzeptanz, erg. Simulationsstudie . .	204
D.38	Post-hoc Tests für Kontext und Akzeptanz, erg. Simulationsstudie . . . .	204
D.39	Post-hoc Tests für Fahrt und Spurabweichung, erg. Simulationsstudie . . .	204
D.40	$M$ und $SD$ für Spurabweichung ohne Nebenaufgabe, erg. Simulationsstudie	204

---

D.41 $M$ und $SD$ für Spurbabweichung mit Nebenaufgabe, erg. Simulationsstudie	205
D.42 Post-hoc Tests für Fahrt und subj. Beanspruchung, erg. Simulationsstudie	205
D.43 Analyse der Güte der Aufgabenbearbeitung, erg. Simulationsstudie . . . . .	205
D.44 Analyse zusätzlicher Bedienschritte, erg. Simulationsstudie . . . . .	206
D.45 Analyse Bedienzeit pro Schritt aus Log-Files, erg. Simulationsstudie . . . . .	206
D.46 Analyse zur Präferenz-Button-Verwendung, erg. Simulationsstudie . . . . .	206
D.47 Analyse Sonderzielvergleich, erg. Simulationsstudie . . . . .	206
D.48 Analyse Sonderzielposition in Liste, erg. Simulationsstudie . . . . .	207
D.49 Status-Übergangendiagramm, erg. Simulationsstudie . . . . .	207
D.50 MANOVAs für KV und Akzeptanz-Prädiktoren, erg. Simulationsstudie . . . . .	208
D.51 MANOVAs für KV und weitere Variablen, erg. Simulationsstudie . . . . .	208
D.52 Übersicht der Varianzaufklärung des TAM, UbiTAM, UbiTAM+ . . . . .	211

# Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AFF	affektive Bewertung
AJAX	asynchronous JavaScript und XML
ANCOVA	Kovarianzanalyse
ANOVA	Varianzanalyse
AZAUF	Anzahl gelöster Aufgaben
BI	Verhaltensintention zur Nutzung
bspw.	beispielsweise
CI	Konfidenzintervall
CSS	Cascading Style Sheets
CTR	wahrgenommene Kontrolle
DC	Wunsch nach Kontrolle
df	Anzahl der Freiheitsgrade
Ergänz.	Ergänzungsstudie
erg.	ergänzende
et al.	und andere
etc.	et cetera
EOU	wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit
Ex	Exzess
ges.	gesamt
Haupts.	Hauptstudie
Hrsg.	Herausgeber
HTML	Hypertext Markup Language
IPQ	iGroupe Presence Questionnaire
ISA	Intelligent Speed Adaptation
ISO	Internationale Organisation für Standardisierung
JSON	JavaScript Object Notation
Km	Kilometer
korr.	korrigiert
KUT	Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technologien
KV	Kontrollvariable
LCT	Lane-Change-Task
M	Mittelwert

---

m	männlich
MANCOVA	multivariate Kovarianzanalyse
MANOVA	multivariate Varianzanalyse
Max	Maximum
MBEAN	mittlere subjektive Beanspruchung
MDEV	mittlere Spurabweichung
Min	Minimum
MSCHR	mittlere Anzahl an Bedienschritten pro Aufgabe
MZEIT	mittlere Bearbeitungszeit pro Aufgabe
NFC	Need-for-Cognition
n.s.	nicht signifikant
PHP	Hypertext Preprocessor
PKW	Personenkraftwagen
QS	Quadratsumme
REAL	Realitätsurteil
RISK	Risiko
RSME	Rating Scale Mental Effort
S.	Seite
Sch	Schiefe
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler des Mittelwerts
Sek.	Sekunden
SN	subjektive Norm
STRGN	Subskala Genauigkeitsorientierung der Strategie
STRGS	Subskala Geschwindigkeitsorientierung der Strategie
subj.	subjektiv
SW	Shapiro-Wilk Test
Tab.	Tabelle
TA-EG	Technologieaffinität bei elektronischen Geräten
TAM	Technology Acceptance Model
TR	Vertrauen
USF	wahrgenommene Nützlichkeit
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
Vp	Versuchsperson
Vpn	Versuchspersonen
w	weiblich
z.B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

Durch die wachsende Anzahl an Funktionalitäten im Fahrzeug wird das Mensch-Fahrzeug-System zunehmend komplexer. Das Fahrerinformationssystem bzw. Fahrzeuginfotainmentsystem umfasst mittlerweile nicht nur Bedienelemente für das Navigationssystem, das Radio und die Klimaanlage, sondern auch Spiele, Internetbrowser, Branchenverzeichnis, Nachrichten- oder ortsbezogene Dienste. Mit dem wachsenden Funktionsumfang nimmt auch der Informationsgehalt dieser Systeme zu. So verfügen moderne Fahrerinformationssysteme beispielsweise über eine direkte Internetverbindung, die es dem Fahrer ermöglicht, mit entsprechenden Suchfunktionen während der Fahrt auf zusätzliche Informationsangebote zuzugreifen.

Ein Beispiel für solche Informationsangebote im Navigationssystem sind Sonderziele (auch Points-of-Interest oder Orte von Interesse genannt). Dies sind geographische Orte, die für den Fahrer als potentielles Ziel oder Zwischenziel einer Fahrt von Interesse sein können, z.B. Restaurants, Tankstellen oder Parkplätze. Zumeist verfügen Sonderziele über ortsbezogene Informationen, wie Name, Adresse, geographische Koordinaten, teilweise auch über Beschreibungen und Bilder. Um das Auffinden eines Sonderziels zu erleichtern, werden diese nach Kategorien klassifiziert. Der Fahrer kann bei der Sonderzielauswahl eine Kategorie bestimmen und erhält dann eine, entsprechend der Kategorie eingegrenzte, Optionsmenge. Im Internet sind darüber hinaus zahlreiche Portale vorhanden, in denen Sonderziele erstellt, gesucht oder getauscht werden können, z.B. QYPE<sup>1</sup> oder Pointoo<sup>2</sup>. Einige Fahrerinformationssysteme bieten bereits Zugriffsmöglichkeiten auf solche Angebote über Google Local Search, z.B. das System von BMW (BMW, 2011). Ein weiterer Trend besteht darin, den Zugang zu solchen internet-basierten Informationen über Apps - kleine Programme, die im Fahrerinformationssystem installiert werden können - zu ermöglichen (Rees & Menn, 2010).

Bei der Entwicklung solcher Funktionen spielt die Usability eine zentrale Rolle. Diese wird als die effiziente, effektive und zufriedenstellende Zielerreichung für den Benutzer mit einem System in einem Nutzungskontext definiert (DIN EN ISO 9241-11, 1999). Die Usability stellt bei technischen Systemen mit komplexen Funktionsumfängen, wie dem Fahrzeuginformationssystem, jedoch oftmals ein Problem dar. Durch den fehlenden Zugang zu Funktionen kann der Fahrer die Funktionen nicht oder nur beschränkt nutzen. Als Ursache dafür können zu hohe Anforderungen für die Benutzung an den Fahrer genannt werden (Wandke, 2005). So kann die Auswahl eines Sonderziels aus einem

---

<sup>1</sup><http://www.qype.com/>

<sup>2</sup><http://www.pointoo.de/>

sehr umfangreichen Optionsangebot während der Fahrt ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen, da die Anforderungen, die sich aus der Auswahl Aufgabe und dem zeitgleichen Führen des Kraftfahrzeuges ergeben, für den Fahrer zu hoch sein können. Denkbar ist auch, dass dem Fahrer die Bedienung der Funktionen als unverständlich erscheint, z.B. durch eine unklare Kategorisierung der Sonderziele. Bei diesen fehlenden Zugängen besteht folglich eine „Kluft“ zwischen dem Fahrer, mit seinen Personenmerkmalen und menschlichen Fähigkeiten und dem Funktionsangebot des Fahrerinformationssystems (Wandke, 2005).

Eine Lösung dieses Problems liegt im Anbieten von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl. Eine Assistenz versucht die beschriebene „Kluft“ zu überbrücken, indem sie dem Fahrer alle von ihm benötigten Funktionen zum Auswählen eines Sonderziels bereitstellt, so dass dieser seine Aufgabe ohne großen Aufwand erledigen kann (Wandke, 2005) (siehe Abb. 1.1). Dabei umfasst die Assistenz alle Methoden und Komponenten, die den Zugang zu dem System und seinen Inhalten sowohl bereitstellen als auch vereinfachen und verbessern (Wandke, 2005). Ein Assistenzsystem besteht dabei aus mehreren Assistenzarten, die verschiedene menschliche Handlungsphasen unterstützen können (Wandke, 2005).

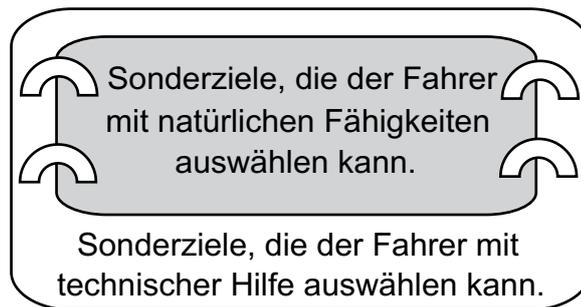


Abbildung 1.1: Assistenz als Brücke in Anlehnung an Wandke (2005)

*Anmerkungen.* In der Abbildung ist symbolisch die Wirkung von Assistenz als Brücke dargestellt. Wobei die „Kluft“ zwischen den Sonderzielen, die der Fahrer mit seinen natürlichen Fähigkeiten und denen, die er mit technischer Hilfe auswählen kann, als gestrichelte Linie gekennzeichnet ist. Eine Assistenz überbrückt diese „Kluft“, indem sie alle benötigten Funktionen zum Auswählen bereitstellt.

Die Besonderheit von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl liegt darin, dass sie Teilaufgaben des Fahrers übernehmen, indem sie bspw. die Optionsmenge basierend auf den individuellen Eigenschaften des Fahrers, seinen Aufgaben oder seiner Nutzungsumgebung auf ein überschaubares Maß einschränken. Dies kann voll automatisiert im Hintergrund oder basierend auf Eingaben des Fahrers erfolgen. Um Assistenzsysteme zur Unterstützung der personalisierten Optionsauswahl so zu gestalten, dass sie vom Fahrer akzeptiert und auch verwendet werden, sollte zunächst erforscht werden, wie und in welchem Maße der Fahrer überhaupt unterstützt werden möchte. Erste zu erwartende Akzeptanz-Probleme, die sich bei solchen zukünftigen Assistenzsystemen ergeben

können, zeigen bereits die Leser-Kommentare zu einem Online-Artikel von Rees und Menn (2010) zum Thema Apps im Fahrerinformationssystem. So wird eine Gefährdung der Privatsphäre und der Datenmissbrauch befürchtet.

„Und im Übrigen, was geht es meinen Autolieferanten oder dessen Provider an, wo ich mit meinem Auto hinfahre bzw. stehenbleibe [sic]? Wo ich essen und einkaufen gehe, bei wem ich übernachte und welches Etablissement ich besuche? Apps sind die schlimmsten Trojaner.“ (wallibelli, 2010)

„Ich kann mir auch vorstellen, daß [sic] Autohersteller Autofahrer überwachen und wenn die Konjunktur etwas lahmt, die Autos ein wenig ‚kurzlebiger‘ machen. Wer Will [sic] sich dem aussetzen, ganz abgesehen davon daß [sic] Spinner per Hack den gesamten Straßenverkehr mit einfachen Mitteln durcheinander bringen könnten.“ (kerle51, 2010)

Diese Arbeit soll einen Beitrag zur Optimierung von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrzeug sowohl vor dem Hintergrund der Akzeptanz als auch der Unterstützungsleistung dieser Assistenzsysteme liefern. Dabei wird auch untersucht, welche Auswirkung verschiedene Assistenzgrade auf die Fahrleistung des Fahrers haben und wie gut oder schlecht Auswahlaufgaben damit gelöst werden können. Die erkenntnisleitende Fragestellung dieser Arbeit ist daher:

- Wie kann die Akzeptanz von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl unter Beachtung des fahrzeugspezifischen Nutzungskontextes optimiert werden?

Die Untersuchung dieser Fragestellung erfolgt exemplarisch anhand von Sonderzielen im Navigationssystem. Das Ziel der Arbeit besteht darin, die gewonnenen Erkenntnisse in Empfehlungen zur Gestaltung von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrzeug zu transferieren. Im Laufe der Arbeit werden die folgenden Kernforschungsfragen untersucht, die in den jeweiligen Kapiteln nochmals detaillierter mit Hypothesen aufgeführt werden:

- In welchem Nutzungskontext werden Sonderziele verwendet?
- Welche Assistenzart wird im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext am ehesten akzeptiert?
- Welche Auswirkung hat die Verwendung der Assistenzarten auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung bei der Sonderzielauswahl?
- Wie wirken relevante Merkmale des Nutzungskontextes auf die Akzeptanz und die Fahrleistung unter Verwendung der Assistenzarten?

Zur Untersuchung dieser Fragestellungen gliedert sich die Arbeit wie folgt: In Kapitel 2 wird zunächst auf den theoretischen Hintergrund der Arbeit eingegangen. Hierzu wird zunächst die Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005) mit Beispielen aus dem Fahrzeugbereich vorgestellt. Anschließend werden Erkenntnisse zum Nutzungskontext im Fahrzeug erläutert. Es folgt eine kritische Betrachtung von bisherigen empirischen Befunden zur Unterstützungsleistung verschiedener Assistenzsysteme im Fahrzeug. Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Akzeptanzmodell UbiTAM nach Rothensee (2010) verwendet, welches im Anschluss vorgestellt wird. Außerdem werden bereits vorhandene Erkenntnisse zur Akzeptanz von Assistenzsystemen im Fahrzeug kritisch betrachtet.

Im empirischen Teil dieser Arbeit wurde zunächst eine qualitative Benutzerstudie durchgeführt. Die Ziele dieser Studie lagen in der Ermittlung des Nutzungskontextes, in dem Fahrer typischerweise Sonderziele verwenden und in der Bestimmung des Unterstützungsbedarfs der Fahrer bei der Sonderzielauswahl. Diese erste explorative Studie wird in Kapitel 3 vorgestellt. Basierend auf den Ergebnissen wurden drei geeignete Assistenzarten identifiziert, die für die Unterstützung bei der personalisierten Optionsauswahl in Frage kommen.

Um die Akzeptanz der identifizierten Assistenzarten und den Einfluss der Nutzungskontextmerkmale zu untersuchen, wurden zwei Szenariobefragungen, eine Hauptstudie und eine Ergänzungsstudie, durchgeführt. Zur Untersuchung des Nutzungskontextes wurden, basierend auf den theoretischen Befunden und den Ergebnissen der explorativen Studie, fünf Merkmale (ein Personen- und vier Aufgabenmerkmale) identifiziert und untersucht, die möglicherweise Einfluss auf die Akzeptanz der Assistenzarten nehmen können. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 vorgestellt und unter Berücksichtigung bisheriger empirischer Befunde diskutiert.

Anschließend wurden die drei Assistenzarten prototypisch in Form von Mock-ups realisiert (siehe Kapitel 5) und in zwei Simulationsstudien, ebenfalls eine Haupt- und eine Ergänzungsstudie, nochmals erforscht (siehe Kapitel 6). Hier wurden neben der Akzeptanz auch die Fahrleistung und die Güte der Nebenaufgabenbearbeitung unter Verwendung der Assistenzarten untersucht. Außerdem wurde nochmals der Einfluss der Aufgabenmerkmale Zeitdruck und Aufgabenschwierigkeit aus dem Nutzungskontext erforscht. Die Diskussion der Ergebnisse der Simulationsstudien erfolgt wieder vor dem vorgestellten theoretischen Hintergrund.

In Kapitel 7 werden die Ergebnisse aller empirischen Untersuchungen dieser Arbeit nochmals übergreifend, hinsichtlich der Hypothesen, diskutiert. Darauf aufbauend werden Gestaltungsempfehlungen für Assistenzsysteme zur personalisierten Optionsfilterung gegeben. Außerdem wird auf mögliche Probleme adaptiver Assistenzsysteme und auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingegangen. Zuletzt werden Empfehlungen zur verwendeten Methodik und ein Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen gegeben.

## 2 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird zunächst in die theoretischen Grundlagen der Dissertation eingeführt. Begonnen wird mit der Vorstellung einer Taxonomie zur Klassifikation von Assistenzsystemen und möglicher Klassifikationsprobleme. Anschließend werden bestehende Erkenntnisse zum fahrzeugspezifischen Nutzungskontext dargelegt. Darauf aufbauend werden empirische Befunde zur Unterstützungsleistung von Assistenzsystemen im Fahrerinformationssystem vorgestellt und kritisch hinterfragt. Zuletzt wird das verwendete Akzeptanz-Modell erläutert und bestehende Untersuchungen zur Akzeptanz von Assistenzsystemen im Fahrzeug vorgestellt sowie deren Schwächen aufgezeigt.

### 2.1 Klassifikation von technischer Assistenz

Die ersten Ansätze zur Klassifikation von Assistenz liefert Fitts (1951) mit der Aufteilung von Aufgaben zwischen Mensch und Maschine nach Bereichen, in denen der Mensch und in denen die Maschine besser ist. Sheridan und Verplank (1978) verwendeten diese Teilung als Grundlage für ihre zehnstufige Klassifikation von Automatisierungen. Das Modell wurde anschließend um die Merkmale Funktionseinteilung bei Entscheidungsprozessen, Initiative und Art der Information durch Endsley und Kaber (1999) erweitert und von Parasuraman, Sheridan und Wickens (2000) um weitere Handlungsphasen sowie die Merkmale Input und Output ergänzt. Der Assistenzgrad durch das technische System nimmt mit jeder der zehn Stufen zu. Wobei in der ersten Stufe die gesamte Aufgabe durch den menschlichen Operateur ausgeführt wird und auf der letzte Stufe die Aufgabe vollständig durch das System gesteuert und kontrolliert wird. In einem weiteren Klassifikationsansatz unterscheidet Timpe (1998) Assistenzsysteme nach zu unterstützender Funktion, typischen Verfahren und Systemklassen.

Aufbauend auf diesen Ansätzen entwickelte Wandke (2005) ein Klassifikationsschema für Assistenzsysteme, welches sechs menschliche Handlungsphasen und die Dimensionen Anpassbarkeit, Initiative und Modalität/Medien berücksichtigt. Dieses wird im Folgenden vorgestellt.

#### 2.1.1 Dimension: Handlungsphase

Wandke (2005) klassifiziert Assistenzsysteme in sechs Handlungsphasen, die jeweils durch unterschiedliche Assistenzarten unterstützt werden können (siehe Tab. 2.1). Ein Assistenzsystem kann dabei, wie auch die sich überlappenden menschlichen Handlungsphasen,

mehrere Assistenzarten umfassen und verschiedene Handlungsphasen unterstützen. Ein Fahrerassistenzsystem unterstützt nach Engeln und Witting (2005) den Fahrer mit seiner Fahraufgabe bei mindestens einer menschlichen Handlungsphase. Das Fahrzeugnavigationssystem als Fahrerassistenzsystem, unterstützt den Fahrer bspw. bei der Entscheidung über die Wahl der Route, indem es entsprechende Routenempfehlung gibt. Assistenzarten für die sechs Handlungsphasen werden im Folgenden nach Wandke (2005) mit Beispielen aus dem Fahrzeugbereich beschrieben.

Tabelle 2.1: Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005)

Handlungsphase	Assistenzart	Beschreibung
Aktivation, Motivation, Zielbildung	Aktivierungsassistenz	Schaffung eines optimalen Aktivierungsniveaus
	Coach Assistenz	Verstärkung eines Motivs
	Warn- und Mahnassistenz	Hemmung eines Motivs
	Orientierungsassistenz	Unterstützung bei Zielbildung und -veränderung
Wahrnehmung	Anzeigeassistenz	Signale zur Verfügung stellen und erkennbar machen
	Verstärkerassistenz	Signalverstärkung, Verhältnis zwischen Signal und Rauschen verbessern
	Redundanzassistenz	Erzeugung von redundanten Signalen
	Präsentationsassistenz	Signaltransformation in anderes Code-Alphabet
Informations- integration, Situations- erkennung	Labelassistenz	Bereitstellung von kurzen Erklärungen
	Übersetzungsassistenz	Transformation von Ein- und Ausgaben in andere Sprache
	Erklärungsassistenz	Bereitstellung kontextabhängiger erklärender Informationen
Entscheidung, Aktionsauswahl	Angebotsassistenz	Bereitstellung aller Handlungsoptionen
	Filterassistenz	Bereitstellung ausgewählter Handlungsoptionen
	Vorschlagsassistenz	Vorschlag einer Handlungsoption
	Delegationsassistenz	Vorschlag und Ausführung einer Handlungsoption bei Zustimmung des Benutzers
	Übernahmeassistenz	Vorschlag und Ausführung einer Handlungsoption, wenn Benutzer nicht ablehnt
	Informierende Ausführungsassistenz	Ausführung der Handlungsoption und Information des Benutzers
	Stille Ausführungsassistenz	Ausführung der Handlungsoption ohne Information des Benutzers
Aktions- durchführung	Power-Assistenz	Verstärkung von Aktionen
	Limit-Assistenz	Begrenzung der Effekte von Aktionen
	Dosierassistenz	Regelung der Effekte von Aktionen
	Shortcut-Assistenz	Verkürzen einer Aktionsfolge
	Eingabeassistenz	Bereitstellung alternativer Modalitäten
Verarbeitung der Rückmeldung	Rückmeldeassistenz	Aktionsauswirkung wahrnehmbar machen
	Kritikassistenz	Bereitstellung von Bewertungen zur Zielerreichung

Die Handlungsphase *Aktivation, Motivation und Zielbildung* umfasst das Aktivieren von neuen bzw. das Beibehalten von bestehenden Zielen sowie das Schaffen eines optimalen Aktivierungsniveaus, damit der Benutzer entsprechende Handlungen einleiten

kann. Eine Assistenzfunktion für diese Handlungsphase kann zum Beispiel im Fahrerinformationssystem eine Warn- bzw. Hinweisfunktion sein, die dem Fahrer einen visuellen und akustischen Hinweis gibt, dass seine Tankfüllung auf Reserve steht.

Die *Wahrnehmung* beinhaltet das Erfassen von umwelt- oder systembezogenen Informationen über angebotene Handlungsoptionen und Zuständen durch den Benutzer, die über Signale vermittelt werden. Eine Anzeigeassistentz kann bspw. dem Fahrer durch Erleuchten von Multifunktionsstasten am Fahrerinformationssystem signalisieren, welche Tasten im aktuellen Systemzustand bedienbar (aktiv) sind. Die beschriebene Tankwarnung aus der letzten Handlungsphase kann demnach ebenso eine Anzeigeassistentz sein, die dem Fahrer hilft, seinen Tankfüllstand zu ermitteln. Meist tritt sie in Kombination mit einer visuellen Anzeige des Füllstandes auf, der sowohl auf einer Skala als auch in Litern mit Schriftzeichen im Kombiinstrument des Fahrzeuges dargestellt wird (Präsentationsassistentz).

Die Handlungsphase *Informationsintegration und Situationserkennung* geht über die reine Wahrnehmung von Handlungsoptionen und Systemzuständen hinaus. Dabei spielt der situative Kontext bzw. die situation awareness (Situationsbewusstsein) eine zentrale Rolle (Endsley, 1996). Der Benutzer muss innerhalb eines bestimmten zeitlichen Rahmens sowohl Signale aus seiner Umwelt wahrnehmen als auch richtig interpretieren und dessen Bedeutung für zukünftige Zustände ableiten (Endsley, 1996). Dieses Situationsbewusstsein ist in sicherheitskritischen Fahrsituationen besonders wichtig. Der Fahrer muss bspw. abhängig von der Fahrsituation entscheiden, wann es sicher ist, einen Bedienschnitt am Navigationssystem durchzuführen (vgl. dazu auch Rauch, Gradenegger und Krüger (2007)). Eine Beispielasistentz für diese Handlungsphase ist die Erklärungsassistentz, die dem Benutzer zusätzliche Erklärungen bietet.

Wenn der Benutzer die Signale entsprechend der letzten Handlungsphase verarbeitet hat, muss er eine *Entscheidung bzw. Aktionsauswahl* über mögliche Handlungsoptionen treffen. Eine Assistentz unterstützt den Benutzer in dieser Phase bei der Auswahl und teilweise auch schon bei der Ausführung der zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen. Die in dieser Handlungsphase enthaltenen Assistentzarten sind angelehnt an das Stufenmodell von Sheridan und Verplank (1978). Dabei nimmt auch hier der Unterstützungsgrad der Assistentzart mit jeder Stufe zu. Eine Angebotsassistentz entspricht demnach einem geringen Assistentzgrad, die stille Ausführungsassistentz einem hohen Assistentzgrad. Ein weiteres Beispiel ist die informierende Ausführungsassistentz. Im Fahrzeug ist diese z.B. in der dynamischen Zielführung des Navigationssystems zu finden. Nähert sich der Fahrer einem Stau, berechnet das System automatisch eine neue Route und teilt dieses dem Fahrer per Sprachausgabe mit. Eine zukünftige Assistentz wäre, wenn das Navigationssystem bei leerem Tank automatisch eine passende Tankstelle dem Fahrer empfiehlt (Vorschlagsassistentz).

Wie das letzte Beispiel gezeigt hat, sind die Übergänge zwischen Entscheidung und *Aktionsausführung* fließend. Assistentzen können eine Entscheidung treffen und diese so-

fort selbstständig durchführen. Der Benutzer kann bei der Verwendung von Assistenzen in dieser Handlungsphase eine passive Beobachterrolle (die Assistenz übernimmt alle Teilaufgaben) oder eine aktive Rolle einnehmen (die Assistenz übernimmt einige Teilaufgaben). Ziel der Assistenz ist es, Schwächen des Benutzers (z.B. zu wenig Kraft, zu langsam) bei der Aktionsdurchführung auszugleichen. Ein Beispiel dafür ist die Shortcut-Assistenz. Sie beschleunigt die Eingabe von Städtenamen im Navigationssystem, indem sie anhand von bereits eingegebenen Buchstaben Vorschläge für Namen macht.

Die letzte Handlungsphase umfasst die *Verarbeitung der Rückmeldung über die Ergebnisse der Aktion*. In dieser Phase bewertet der Benutzer, inwieweit das Ausführen der Handlungsoption den gewünschten Zielzustand herbeigeführt hat oder nicht. Assistenzen in dieser Handlungsphase unterstützen den Benutzer zum einen bei der Wahrnehmung des Effektes der Aktion, zum anderen bei der Bewertung des Effektes nach der Ausführung. Wurde der Zielzustand nicht erreicht, sind weitere Bedienschritte erforderlich und wird der Zyklus erneut durchlaufen. Ein Beispiel für die Kritikassistenten zur Unterstützung der Effektinterpretation sind Funktionen zum Kraftstoffsparen im Navigationssystem, die auf Wunsch den Fahrstil des Fahrers hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches bewerten.

Anhand der Beispiele zum Navigationssystem wird deutlich, dass dieses Teilsystem bereits ein komplexes Assistenzsystem mit mehreren kombinierten Assistenzarten darstellt. Teilweise unterstützen die verschiedenen Assistenzarten selbst bereits mehrere Handlungsphasen, wie in dem Beispiel der Tankanzeige und der Tankstellenempfehlung beschrieben wurde. Daher ist es vereinzelt schwierig, ein Assistenzsystem eindeutig einer Handlungsphase und einer Assistenzart zuzuordnen.

### 2.1.2 Dimension: Anpassbarkeit

Weiterhin unterteilt Wandke (2005) Assistenzsysteme hinsichtlich ihrer Anpassbarkeit. Hier werden vier verschiedene Ansätze unterschieden, um eine Anpassung an den Benutzer, an die Aufgabe des Benutzers oder an den Nutzungskontext vorzunehmen. Diese Ansätze werden im Folgenden nach Wandke (2005) beschrieben.

*Fixierte Assistenzen* lassen keine Anpassung des Systems zu. *Pre-konfigurierte Assistenzen* werden speziell für bestimmte Benutzergruppen, Aufgaben und Nutzungskontexte entwickelt. Änderungen an der Anpassung können durch den Benutzer bei der fixierten und pre-konfigurierten Assistenz nicht vorgenommen werden.

Diesen Nachteil versucht die *adaptierbare Assistenz* zu beheben, indem sie dem Benutzer die Möglichkeit bietet, das System selbst an seine Eigenschaften, seine Aufgaben und seinen Nutzungskontext anzupassen. Die Anpassung erfolgt über Selektion (z.B. Wahl der Kartendarstellungsart im Navigationssystem) oder die Einstellung von Parametern (z.B. Berechnung der schnellsten, kürzesten oder ökologischsten Route im Navigationssystem). Nachteile der adaptierbaren Assistenz bestehen u.a. darin, dass mitunter ein hoher kognitiver oder motorischer Aufwand erforderlich ist (z.B. durch viele Bedien-

schritte), um die Anpassung vorzunehmen. Ein Vorteil liegt darin, dass der Benutzer selbst die Kontrolle über die Anpassung hat.

Bei *adaptiven Assistenzsystemen* liegt die Kontrolle nicht mehr beim Benutzer, sondern beim System. Dieses passt sich automatisch an den Benutzer, die Aufgaben und den Nutzungskontext an. Diese Anpassung kann basierend auf einem oder mehreren Merkmalen erfolgen, die automatisch aus der aktuellen Situation oder aus gespeicherten Informationen abgeleitet werden. Zur Ableitung von Merkmalen können zahlreiche Informationen zum Einsatz kommen. Die Merkmale werden bei komplexeren Systemen häufig in Benutzerprofilen gespeichert. Ein adaptives Assistenzsystem, welches den Fahrer bei der Auswahl eines Musikstückes durch Reduzierung der Optionsmenge unterstützen soll, kann z.B. aus Informationen über bereits gehörte Stücke ableiten, welches die Lieblingsstücke des Fahrers sind und diese entsprechend vorschlagen. Im Bereich der Empfehlungssysteme von Sonderzielen im Fahrzeug gibt es bereits erste prototypische Realisierungen, z.B. von Console, Torre, Lombardi, Gioria und Surano (2003). Eine detaillierte Übersicht über die verschiedenen Typen von Empfehlungssystemen im Tourismusbereich mit zugehörigen Forschungsaktivitäten, Prototypen und den verwendeten Merkmalen zur Adaption liefert Kabassi (2010). Probleme dieser Anpassungsform können in der korrekten Funktionalität, der fehlenden Kontrolle sowie der Erwartungskonformität und der Transparenz der Systeme liegen (Wandke, 2005; Nitschke, 2004). Beispielsweise ist es für den Benutzer nicht verständlich, wie die entsprechenden Merkmale abgeleitet wurden oder warum das System plötzlich anders reagiert. Solche Nachteile können sich mitunter auf die Akzeptanz auswirken. Der Vorteil dieser Systeme liegt im verringerten Aufwand für den Benutzer.

Außerdem können die Anpassungsformen innerhalb eines Assistenzsystems auch in Kombination auftreten. Ein Beispiel für ein Assistenzsystem, welches mehrere Anpassungsformen umfasst, ist das von Mercedes-Benz entwickelte Attention Assist, eine Warnassistent zur Warnung vor Übermüdung während der Fahrt (Daimler Chrysler AG, 2011). Das Assistenzsystem ist insofern adaptiv, als dass es basierend auf Sensordaten und erstellten individuellen Fahrerprofilen automatisch erkennt, wenn der Fahrer Müdigkeitserscheinungen zeigt und umgehend empfiehlt, eine Pause einzulegen. Allerdings liegt auch eine pre-konfigurierte Assistenz vor, da das System nur von 80 bis 180 km/h aktiv ist.

Zu den kombinierten adaptierbaren und adaptiven Assistenzsystemen zählen auch diverse Formen von Empfehlungssystemen im Internet und auf mobilen Endgeräten, die den Benutzer bei der Entscheidungs- und Aktionsauswahl bzgl. einer Option unterstützen sollen. Beispiele für automatische Musikempfehlungen sind last.fm<sup>1</sup> oder Pandora<sup>2</sup>. Außerdem ist bereits eine ISO-Norm zur Individualisierung von Software unter Einhaltung eines hohen Maßes an Gebrauchstauglichkeit veröffentlicht. Zur Generierung einer „pas-

---

<sup>1</sup><http://www.lastfm.de/>

<sup>2</sup><http://www.pandora.com/>

senden Empfehlung“ werden zumeist komplexe Methoden verwendet, wie Kombinationen aus regelbasierter, vergleichsbasierter, inhaltsbasierter und kollaborativer Filterung (Dörner, 2003).

Ein Aspekt der Dimension Anpassbarkeit, der in der Taxonomie lediglich indirekt behandelt wird, ist die Frage, was der Gegenstand der Anpassung ist. Die Anpassung kann nicht nur hinsichtlich der Wahl der Assistenzart oder hinsichtlich der Funktionalität einer Assistenzart erfolgen, sondern auch hinsichtlich der Modalitäten und Medien sowie der Auswahl und Darstellung der Handlungsoptionen und Informationen (z.B. Filterung und Ranking von Handlungsoptionen, Anzahl an Handlungsoptionen, Detailliertheitsgrad der Informationen). Außerdem kann eine Anpassung auch hinsichtlich der Initiative erfolgen, z.B. kann eine Vorschlagsassistenz für Sonderziele im Fahrzeug, je nach Vorliebe des Fahrers, aktiv ein Sonderziel empfehlen oder nur passiv, auf Anfrage des Fahrers, ein Sonderziel vorschlagen.

### 2.1.3 Dimension: Initiative

In der bereits erwähnten Dimension Initiative unterscheidet Wandke (2005) Assistenzsysteme nach passiver (reaktiver) und aktiver (proaktiver) Assistenz.

Bei der *passiven Assistenz* geht die Initiative vom Benutzer aus, indem dieser beim System Unterstützung anfragt. Dafür muss der Benutzer selbstständig erkennen, dass er Hilfe benötigt. Er muss die Unterstützungsleistung der Assistenz und deren Bedienung kennen sowie genügend kognitive und motorische Kapazitäten für die Bedienung frei haben (Wandke, 2005).

*Aktive Assistenzen* hingegen ergreifen automatisch die Initiative und bieten dem Benutzer unaufgefordert Unterstützung an. Der Vorteil hierbei ist, dass der Benutzer die drei oben genannten Voraussetzungen nicht erfüllen muss. Zudem kann das System wesentlich schneller und genauer Aktionen einleiten, welches insbesondere in sicherheitskritischen Situationen wichtig ist. Um aktiv die Initiative ergreifen zu können, benötigt die Assistenz jedoch Informationen über den Benutzer, seine Aufgabe und die Nutzungsumgebung. Zum Beispiel stellt die automatische Steuerung des Scheibenwischers am Fahrzeug die Wischintervalle in Abhängigkeit von der über einen Regensensor bestimmten Wassermenge auf der Windschutzscheibe automatisch ein.

### 2.1.4 Dimension: Modalitäten und Medien

Zuletzt unterscheidet Wandke (2005) Assistenzarten noch hinsichtlich der Eingabemodalitäten und der Ausgabemedien. *Monomediale Assistenzen* verwenden lediglich ein Medium zur Ausgabe (z.B. Text, Bilder, Audio, Video), welches durch den Benutzer über einen Kanal (z.B. visuell, auditiv) wahrgenommen wird. Die *multimediale Assistenz* verwendet mehrere dieser Medien in Kombination und die *amediale Assistenz* erzeugt keine für den Benutzer wahrnehmbaren Ausgaben. Sie arbeitet vollständig im Hintergrund.

Auf der Eingabeseite wird ebenfalls differenziert zwischen der mono- und multimodalen Benutzereingabe. Die monomodale Benutzereingabe erfolgt wieder über eine Modalität (z.B. Taste drücken, Maus klicken, Sprache, Gestik) und die multimodale Eingabe über mehrere Modalitäten. Weiterhin gibt es Assistenzen bei denen *keine expliziten Benutzereingaben* erforderlich sind, z. B. aktive Assistenzen, da sie automatisch im Hintergrund arbeiten.

## 2.2 Nutzungskontext von Assistenzsystemen im Fahrzeug

Die Verwendung von Sonderzielen aus einem Fahrzeugnavigationssystem erfolgt immer in einem Nutzungskontext. Die Merkmale des Nutzungskontextes sind von Situation zu Situation verschieden. Daher ist es sinnvoll, Merkmalsklassen zu verwenden, aus denen sich der Unterstützungsbedarf und die Anforderungen an ein Assistenzsystem zur Optionsauswahl ableiten lassen, die dann bei der Entwicklung von Assistenzsystemen berücksichtigt werden können (Dzida & Wandke, 2006).

Welche Merkmalsklassen zur Beschreibung des Nutzungskontextes verwendet werden sollten, wurde in DIN EN ISO 9241-11 (1999) festgehalten. Der Nutzungskontext hängt demnach ab vom Benutzer mit seinen Eigenschaften, den Eigenschaften seiner Aufgabe, den verwendeten Arbeitsmitteln sowie den Merkmalen seiner physischen und sozialen Umgebung (siehe Tab. 2.2). Wichtige Merkmale dieser vier Klassen des Nutzungskontextes im Fahrzeug, die auch für die Verwendung von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl relevant sind, werden im Folgenden mit Hilfe von theoretischen Befunden aus der Literatur beschrieben.

Tabelle 2.2: Merkmale des Nutzungskontextes nach DIN EN ISO 9241-11 (1999)

Nutzungskontext			
Benutzer	Aufgabe	Arbeitsmittel	Nutzungsumgebung
Benutzertyp	Aufgabeneigenschaften	Beschreibung	Soziale Umgebung
Fertigkeiten & Wissen		Spezifikation	Technische Umgebung
Persönliche Merkmale			Physische Umgebung

### 2.2.1 Fahrzeugspezifische Benutzer

*Benutzer* oder Operateure sind alle Menschen, die mit einem interaktiven System arbeiten. Im Fahrzeug ist der Fahrer der Operateur, welcher für die Fahrzeugführung zuständig ist. Der Benutzer des Fahrzeuginformationssystems kann sowohl der Fahrer als auch der Beifahrer sein. Kolrep, Röse, Gruhlke und Jürgensohn (2003) unterscheiden die Eigenschaften des Fahrers in überdauernde (feste) und dynamische (sich ändernde) Eigenschaften. Relativ konstante, zeitunabhängige Eigenschaften sind in Übereinstimmung mit Abendroth und Bruder (2009) bspw. Alter, Geschlecht und Persönlichkeitsmerkmale. Im Alter nimmt z.B. die kognitive Leistungsfähigkeit ab, was sich auch auf die

Leistung in der Bearbeitung von Haupt- und Nebenaufgaben auswirkt kann (Abendroth & Bruder, 2009; Owens, McLaughlin & Sudweeks, 2011). Außerdem kann das Alter Einfluss auf die Akzeptanz von Assistenzsystemen nehmen (Rothensee, 2010). Teilweise werden auch geschlechterspezifische Unterschiede im Umgang mit Nebenaufgaben und in der Akzeptanz von Assistenzsystemen festgestellt, z.B. bei Abendroth und Bruder (2009) oder Rothensee (2010). Dynamische Eigenschaften sind aufgabenabhängige Fertigkeiten (z.B. Fahrerfahrung, Fahrertyp, Fahrstil) und zeitabhängige Fähigkeiten (z.B. motorische und kognitive Fähigkeiten) (Abendroth & Bruder, 2009). Das Situationsbewusstsein bei der Bearbeitung von Nebenaufgaben hängt u.a. mit der Fahrerfahrung eng zusammen. Führerscheinneulinge unterschätzen häufig Risiken oder erkennen sie nicht als solche aufgrund geringer Handelsroutine (Fastenmeier, 1995; Abendroth & Bruder, 2009). Steigt die Anzahl an gefahrenen Kilometern, wächst auch die Anzahl an erlebten Fahrsituationen, was die Ausbildung von Handelsroutine fördert (Abendroth & Bruder, 2009). Andererseits gibt es auch zahlreiche Untersuchungen, die belegen, dass weder Geschlecht noch Alter oder Fahrerfahrung Einfluss auf die Wahl der Assistenzart oder die Akzeptanz haben (Buld et al., 2002; Regan et al., 2006). Weiterhin ist die Einstellung zu Technologien eine wichtige Benutzereigenschaft. Weibliche und ältere Personen neigen dazu, ihre Fertigkeiten im Umgang mit Technologien schlechter einzuschätzen als männliche bzw. jüngere Personen (Karrer, Glaser, Clemens & Bruder, 2009). Daneben spielt bei hohen Assistenzgraden auch das Persönlichkeitsmerkmal Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technologien eine wichtige Rolle. Wenn die Kontrolle über die Assistenz geringer ist als das individuelle Kontrollbedürfnis, kann es zu einem gefühlten Kontrollverlust kommen, der sich negativ auf die Akzeptanzbewertung auswirken kann (Beier, Spiekermann & Rothensee, 2006).

Aufgrund der möglichen beschriebenen Einflüsse werden in allen empirischen Untersuchungen dieser Arbeit die Kontrollvariablen Alter, Geschlecht und Fahrerfahrung erhoben. Außerdem wird die Technologieaffinität und die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technologien erfasst.

### 2.2.2 Fahrzeugspezifische Aufgaben und Arbeitsmittel

Die Aufgabe des Benutzers bei der Verwendung eines interaktiven Systems ergibt sich aus dem aktuellen und dem gewünschten Systemzustand. Um den Zielsystemzustand zu erreichen, muss der Benutzer den aktuellen Zustand durch das Lösen einer Aufgabe in den Zielzustand überführen (Wandke, 2005). Eine Aufgabe besteht dabei zumeist aus mehreren Teilaufgaben. Ein Ziel setzt sich ebenfalls aus einem übergeordneten Ziel und mehreren konkreten Teilzielen der Systemnutzung sowie Kriterien über die Form der Zielerreichung zusammen (DIN EN ISO 9241-11, 1999). Die Aufgabe kann je nach Ziel und Nutzungskontext unterschiedliche Eigenschaften, z.B. hinsichtlich der Dauer, der Häufigkeit der Durchführung, der Unterbrechbarkeit und hinsichtlich der Anzahl an Benutzern, aufweisen (DIN EN ISO 9241-11, 1999).

Für die Durchführung der Aufgabe verwendet der Benutzer *Arbeitsmittel*, die wiederum unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können, z.B. Funktionsumfang des Systems oder verwendete Services (DIN EN ISO 9241-11, 1999). Arbeitsmittel im Fahrzeug sind Anzeigeelemente zur Kontrolle der Geschwindigkeit, der Motordrehzahl oder der Tankfüllung sowie Bedienelemente wie Lenkung, Pedalen, Schalter für Wischer oder Blinker. Weiterhin existieren neuere Medien und Modalitäten wie Head-up Displays, Spracheingabe oder Handschrifterkennung, die die Interaktion mit dem System vereinfachen sollen. Aufgrund der Mehrfachaufgabe im Fahrzeug und der damit einhergehenden Gefahr der Ablenkung existieren bereits eine Vielzahl an Richtlinien und Standards zur Gestaltung und Platzierung dieser Bedienelemente, z.B. DIN EN ISO 15005 (2002) oder DIN EN ISO 15008 (2009).

Das besondere der Aufgabe des Fahrers bei der Verwendung von Sonderzielen im fahrenden Fahrzeug liegt in der Teilung der Aufgabe. Geiser (1985); Bubb (2003) teilen die Aufgaben des Fahrers nach ihrer Priorität in Primär-, Sekundär- und Tertiäraufgaben.

Die *Primäraufgabe* liegt zunächst im Führen des Fahrzeuges (Reichart & Haller, 1994). Bernotat (1970) gliedert die Fahraufgabe in die Ebenen Navigieren, Manövrieren und Stabilisieren. Der erforderliche kognitive und zeitliche Aufwand variiert zwischen den Ebenen. So dauert die Planung einer Route auf der Navigationsebene mehrere Minuten. Das Wechseln der Fahrspur auf der Manövierebene dauert hingegen wenige Sekunden und das leichte Einlenken in einer Kurve auf der Stabilisierungsebene nur noch wenige Millisekunden. Die bewusste kognitive Zuwendung korrespondiert mit dem zeitlichen Aufwand (Reichart & Haller, 1994). Der kognitive Aufwand ist für die Planung der Route auf der Navigationsebene am höchsten, gefolgt vom Fahrspurwechsel auf der Manövierebene. Beim leichten Einlenken in einer Kurve ist der kognitive Aufwand am geringsten.

Neben der Hauptaufgabe der Fahrzeugführung wird zudem zwischen Sekundär- und Tertiäraufgaben unterschieden. *Sekundäraufgaben* sind alle Aufgaben, die sich aus der Fahrsituation ergeben und die Primäraufgabe indirekt unterstützen, z.B. das Setzen des Blinkers beim Abbiegen (Geiser, 1985). Die *Tertiäraufgaben* umfassen alle Aufgaben, die der Verbesserung des Komforts, der Unterhaltung oder der Information dienen, z.B. Wechseln der Ansicht im Navigationssystem. Sie haben keinen Bezug zur Fahraufgabe (Bubb, 2003). Es ist allerdings zu beachten, dass diese Tertiäraufgaben nicht immer während der Fahrt durchgeführt werden. Erfolgt die Bedienung des Fahrerinformationssystems bspw. im parkenden Fahrzeug, ist die Bedienung des Gerätes die Primäraufgabe. Gleiches gilt, wenn der Beifahrer das System bedient. Daran wird deutlich, dass sich Aufgaben nicht pauschal in eine Ebene einteilen lassen, sondern je nach Nutzungskontext in unterschiedliche Ebenen eingeteilt werden können. In welche Ebenen sich die Auswahl von Sonderzielen einteilen lässt, wird in Kapitel 3.4 diskutiert.

Führt der Fahrer ein oder mehrere Aufgaben parallel durch, muss er seine kognitiven Ressourcen zwischen diesen Aufgaben aufteilen. Häufig kommt es dabei zu Interferenzen, der wechselseitigen Beeinflussungen zweier Tätigkeiten, so dass die Leistung in einer

oder in mehreren Aufgaben abnimmt (Koch, 2008). Ansätze zur Erklärung dieser Interferenzen liefern Kapazitäten- oder Ressourcenmodelle (z.B. Broadbent (1958), Kahneman (1973) und Wickens und Hollands (2000)) sowie Time-Sharing Ansätze (z.B. Totzke, Schoch und Krüger (2006)). Assistenzsysteme zur Optionsauswahl versuchen den Fahrer bei der Durchführung von Nebenaufgaben zu entlasten, so dass genügend Ressourcen zur Bearbeitung der Hauptaufgabe vorhanden sein sollten und Interferenzen reduzieren bzw. vermieden werden können. Inwieweit diese Systeme dem Fahrer tatsächlich eine Unterstützung bieten, wird in Kapitel 6 analysiert.

### 2.2.3 Nutzungsumgebung im Fahrzeug

Das Lösen der Haupt- und Nebenaufgaben mit Hilfe von Arbeitsmitteln erfolgt in einer erweiterten *technischen Umgebung*. Hierunter zählen z.B. Netzwerkverfügbarkeiten, Prozessorleistung des Fahrerinformationssystems, verfügbare Sensoren im Fahrzeug oder auch der Fahrzeugtyp. Darüber hinaus löst der Fahrer seine Aufgabe in einer hochdynamischen *physischen Umgebung*. Dazu zählen örtliche Gegebenheiten wie Straßenart, Straßenführung, Straßenverhältnisse, Verteilung anderer Verkehrsteilnehmer, Licht- und Wetterverhältnisse oder Tageszeit (Kolrep et al., 2003). Daneben agiert der Fahrer auch in einer *sozialen und kulturellen Umgebung*. Hierunter werden u.a. Mitreisende, Werte und Normen der jeweiligen Kultur sowie Gesetze (z.B. Verkehrsregeln) verstanden (DIN EN ISO 9241-11, 1999). Kulturelle Einflüsse auf die Usability-Bewertung von Fahrerinformationssystemen wurden z.B. von Rößger (2004) nachgewiesen.

## 2.3 Unterstützungsleistung von Assistenz im Fahrerinformationssystem

Inwieweit ein Assistenzsystem bei der Vermeidung von Interferenzen unterstützen kann, lässt sich nur indirekt über die Leistung des Fahrers in der Haupt- oder Nebenaufgabe erfassen. Eine Übersicht über Messinstrumente liefert z.B. Bach, Jæger, Skov und Thomassen (2009) oder Cherri, Nodari und AntonellaToffetti (2004). Zur Erfassung der Leistung des Fahrers wird häufig die Quer- und Längsführung in der Hauptaufgabe sowie das Blickverhalten des Fahrers verwendet. Zur Beschreibung der Leistung in der Nebenaufgabe können Bedienzeit, Bedienschritte oder Fehleranzahlen verwendet werden. Weiterhin wird häufig auch die subjektive Beanspruchung als zusätzliches subjektives Leistungsmaß erfasst (Bach et al., 2009). Die Erfassung der Daten kann dabei in realen Fahrversuchen im Straßenverkehr oder in Fahrsimulatoren erfolgen. Weiterhin ist auch eine Schätzung mit Hilfe von Modellierungsmethoden möglich (Urbas, Leuchter, Schaft & Heinath, 2008).

Ein Großteil der empirischen Forschung zu Assistenzsystemen konzentriert sich auf die Unterstützungsleistung durch verschiedene Modalitäten und Medien. Ziel dieser Untersu-

chungen, war zumeist die Entlastung des visuellen Kanals des Fahrers durch die Verwendung alternativer Modalitäten und Medien, z.B. bei Bach, Jæger, Skov und Thomassen (2008); Garay-Vega et al. (2010); Jensen, Skov und Thiruravichandran (2010); Owens et al. (2011); Zusammenstellung mehrerer Artikel: Jürgensohn und Timpe (2001). Mit den verschiedenen Modalitäten und Medien verbunden, ist die Anzahl an Informationen, die vom Fahrer aufgenommen und verarbeitet sowie die Anzahl an Bedienhandlungen, die zur Erreichung des Zielzustandes vorgenommen werden müssen. Untersuchungen hierzu führten u.a. Totzke et al. (2006); Harbluk, Mitroi und Burns (2009); Niemann, Naumann und Oberle (2010); Mitsopoulos-Rubens, Trotter und Lenné (2011) durch. Ergebnis der Studien war zumeist, je weniger Informationen verarbeitet und je weniger Bedienschritte ausgeführt werden müssen, desto besser ist auch die Leistung des Fahrers in Haupt- und/oder Nebenaufgabe. Die Anzahl an Informationen und Bedienhandlungen spielt auch in der Taxonomie für Assistenzsysteme eine Rolle. So verringert z.B. die Filterassistenz die Anzahl der zur Verfügung stehenden Optionen.

Die Unterstützungsleistung durch verschiedene Assistenzarten wurde vor allem für die Hauptaufgabe untersucht, insbesondere für die Realisierungen von Abstands- und Spurhaltungssystemen. Studien konzentrierten sich in dem Bereich auf die Unterstützung der Handlungsphasen „Aktivation, Motivation und Zielbildung“ sowie „Entscheidung und Aktionsauswahl/Aktionsdurchführung“, z.B. bei Buld et al. (2002); Buld und Krüger (2003); Polkehn, Preuschhof und Kussmann (2002); Vollrath und Totzke (2003); Vollrath, Briest und Oeltze (2010). Weitere Untersuchungen zu diesen Handlungsphasen sind im Bereich der Warnung vor Gefahren im Straßenverkehr zu finden (z.B. Straßenglätte J. D. Lee, Gore und Campbell (1999)). Eine Übersicht über verschiedene Arten von Fahrerassistenzsystemen liefern z.B. Winner, Hakuli und Wolf (2009); Reif (2010).

Im Bereich der Unterstützung von Nebenaufgaben durch verschiedene Assistenzarten, welche in dieser Arbeit erforscht werden, sind bisher nur wenige empirische Befunde vorhanden. Um die Befunde zu den verschiedenen Assistenzsystemen der einzelnen Studien miteinander vergleichen zu können, wurden diese mit Hilfe der vorgestellten Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005) durch den Autor dieser Arbeit klassifiziert.

Donmez, Boyle und Lee (2007) konzentrierten sich auf die Unterstützung der Handlungsphase Aktivierung, Motivation und Zielbildung. Sie untersuchten eine Warnassistenz im Fahrerinformationssystem, welche den Fahrer bei zu starker Ablenkung während der Bedienung des Systems darauf aufmerksam macht. In einer Evaluierungsstudie konnten sie nachweisen, dass die Blickzuwendung zum Informationssystem bei Systemen, die über die Warnfunktion verfügten, signifikant geringer war als bei Systemen, die nicht über diese Funktion verfügten.

J. Lee, Forlizzi und Hudson (2006) hingegen konzentrierten sich auf die Anpassungsform der Assistenz. Sie entwickelten ein adaptives Navigationssystem, welches dem Fahrer kontextsensitiv informations-reduzierte Navigationsanweisungen gab. In einer anschließenden Studie konnten sie nachweisen, dass im Gegensatz zu einem pre-konfigu-

rierten System die visuelle Belastung des Fahrers durch die kontextsensitive Navigationsanweisungen reduziert und die Fahrleistung deutlich verbessert wurde.

Piechulla, Mayser, Gehrke und König (2003) entwickelten ein adaptives Assistenzsystem zur Annahme von Telefonaten während der Fahrt, welches eingehende Telefongespräche bei zu hoher kognitiver Belastung des Fahrers automatisch an die Mailbox weiterleitete ohne den Fahrer darüber zu informieren. Dies entspricht nach der Taxonomie für Assistenzsysteme einer proaktiven, stillen Ausführungsassistenz. Es zeigte sich lediglich eine Tendenz, die andeutete, dass die kognitive Belastung unter der Verwendung der adaptiven Telefonassistenz geringer war. Sie konnten allerdings nachweisen, dass möglicherweise aufgrund eines fehlenden oder falschen Situationsbewusstseins Führerscheinneulinge die subjektive Beanspruchung bei beiden Systemen gleich einschätzen, wohingegen erfahrene Autofahrer die subjektive Beanspruchung bei der Verwendung der adaptiven Telefonassistenz als signifikant geringer empfanden (Piechulla et al., 2003). Kritisch anzumerken ist hier die Bestimmung von Fahrerfahrung anhand des Alters. Dieses erlaubt keine klare Aussage darüber, wie viel Fahrerfahrung eine Personen tatsächlich aufweist. Wichtig ist bei solchen Funktionen auch die Untersuchung der Akzeptanz. Eine Funktion, die zwar eine hohe Unterstützungsleistung bietet, muss jedoch durch die Benutzer noch lange nicht akzeptiert werden.

Lavie, Meyer, Bengler und Coughlin (2005); Lavie und Meyer (2010) untersuchten Assistenzsysteme mit verschiedenen Assistenzarten, Initiativen und Anpassungsformen. In mehreren Studien wurde der Einfluss verschiedener Stufen der Adaptivität auf die Fahrleistung und Bedienzeit bei der Lösung von Aufgaben mit einem Fahrerinformationssystem erforscht (z.B. E-Mail abrufen/lesen, Musikstück auswählen). Anders als in der Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005), wo Anpassbarkeit eine extra Dimension darstellt, verwendeten Lavie und Meyer (2010) zur Klassifikation von Adaptivität die Automatisierungsstufen nach Sheridan und Verplank (1978). Sie unterschieden vier Stufen: *maunell*: Die Versuchsperson musste alle Handlungsphasen selbst durchführen (keine Assistenz). *1. Stufe*: Das System bot dem Benutzer die am häufigsten gewählten Handlungsoptionen an (adaptive Filterassistenz). *2. Stufe*: Das System schlägt eine Handlungsoption vor (Vorschlagsassistenz), die der Benutzer annehmen kann. Außerdem können Alternativen ausgewählt werden (Angebots- oder Filterassistenz). *3. Stufe*: Das System ergriff proaktiv die Initiative, wählte eine Handlungsoption aus und setzte diese um. Der Benutzer konnte jederzeit den Vorgang abbrechen (Übernahme- oder Ausführungsassistenz). Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede in der Fahrleistung und in der Bedienzeit zwischen den beiden mittleren Stufen. In der Fahrleistung zeigte sich ebenfalls nur für einige Aufgaben eine Verbesserung durch die adaptiven Systeme. Die Bedienzeit für die Bearbeitung der Nebenaufgaben war bei den adaptiven Systemen für die Mehrheit der Aufgaben signifikant kürzer als bei dem System ohne jegliche Unterstützung. Problematisch an den Untersuchungen ist, dass die Versuchspersonen mehrere unterschiedliche Aufgaben durchführen mussten, die eine unterschiedliche

Anzahl an Bedienschritten verlangte, welches sich auf die Bearbeitungszeit auswirken kann. Auch sind keine vollständigen Angaben zu der Anzahl an Handlungsoptionen aufgeführt, welches sich ebenfalls auf die Leistung des Fahrers auswirken kann. Teilweise findet in den Stufen kein tatsächlicher Entscheidungsprozess statt, da die zu wählende Handlungsoption in der Instruktion vorgegeben waren. Auch dieses wirkt sich möglicherweise auf die Leistung aus. Weiterhin konnte in den Experimenten nachgewiesen werden, dass ältere Benutzer stärker von den adaptiven Systemen profitierten als jüngere Benutzer und die Aufgabenschwierigkeit in der Hauptaufgabe sich auf die Bedienzeit auswirkte. Bei Aufgaben mit geringem Routinecharakter verursacht durch fehlerhaftes Systemverhalten zeigten sich bei der Ausführungsassistenz (3. Stufe) eine schlechtere Fahrleistung und eine längere Bedienzeit als bei den beiden mittleren Assistenzgraden (1. und 2. Stufe). Lavie et al. (2005) erklären dies damit, dass es den Benutzern auf der letzten Stufe schwerer fiel das System abzubrechen und die Aufgabe manuell durchzuführen, da sie auf dieser Stufe nur noch als Kontrolleure und nicht mehr als Operateure fungierten, welches mit einem geringeren Aktivierungsniveau in Zusammenhang stehen kann. Lavie und Meyer (2010) empfehlen daher, die Aufgaben, die mit dem adaptiven System gelöst werden, die Benutzer und die Nutzungsumgebung genau zu analysieren. Im empirischen Teil dieser Arbeit wird ebenfalls zunächst mit einer qualitativen Studie zur Untersuchung des Nutzungskontextes begonnen.

An dieser Stelle soll noch die Studie von Blanco, Bieber, Gallagher und Dingus (2006) erwähnt werden. Sie untersuchten die Auswirkung von Entscheidungskomplexitäten bei der Routenauswahl mit einem herkömmlichen Fahrerinformationssystem ohne Assistenzfunktionen. Eine komplexe Entscheidung umfasste in der Untersuchung mehrere Informationsverarbeitungsphasen. Eine einfache Entscheidung umfasste lediglich die Phase der Wahrnehmung. Es zeigte sich, dass komplexe Entscheidungen zu einer signifikant schlechteren Fahrleistung führten als einfache Entscheidungen, wie das Einschalten der Klimaanlage. In einem Telexperiment mit realer Fahrsituation war sogar über die Hälfte der Teilnehmer nicht in der Lage, die gestellten Aufgaben aufgrund von Sicherheitsrisiken bis zum Ende auszuführen. Blanco et al. (2006) kamen zu dem Schluss, dass ein visuelles Fahrerinformationssystem bei allen Entscheidungsaufgaben, die über eine bloße Wahrnehmung hinausgehen, lediglich sehr wenige Handlungsoptionen bereitstellen darf. Die Fahrer der Studie unterschätzten ihre kognitive Belastung.

Als Zwischenergebnis der Literaturbetrachtung lässt sich festhalten, dass die Verwendung von Assistenzsystemen zur Unterstützung von Nebenaufgaben, im Vergleich zu keiner Verwendung von Assistenzsystemen, zu einer Verbesserung der Leistung des Fahrers in der Haupt- bzw. Nebenaufgabe führt. Inwieweit verschiedene Assistenzarten sich auf die Leistung des Fahrers auswirken, lässt sich anhand der Ergebnisse jedoch nicht eindeutig bestimmen. Im Bereich des Nutzungskontextes wurden Einflüsse von Personen- und Aufgabenmerkmalen nachgewiesen. Einflüsse der Nutzungsumgebung wurden nicht untersucht.

## 2.4 Technologie Akzeptanz

Neben der Unterstützungsleistung von Assistenzsystemen für Nebenaufgaben spielt auch die Akzeptanz der Fahrer eine wichtige Rolle. Eine Assistenz, die z.B. bei starker kognitiver Belastung während der Fahrt automatisch eingehende Anrufe auf dem Mobiltelefon an die Mailbox weiterleitet, mag den Fahrer zwar entlasten, wird aber womöglich gar nicht vom Fahrer akzeptiert. Möglicherweise möchte der Fahrer selbst die Kontrolle über eingehende Anrufe behalten oder fühlt sich durch das System bevormundet. Es ist daher wichtig, neben der Unterstützungsleistung auch die Akzeptanz der Assistenzsysteme zu untersuchen. In Übereinstimmung mit Rothensee (2010) wird Akzeptanz in dieser Arbeit folgendermaßen definiert

„The approval, favorable reception and ongoing use of newly introduced devices and systems, usually developed from recent advances in the engineering sciences or industrial arts.“ (European Environmental Agency, 2011)

Welche Faktoren die Akzeptanz neuer Technologien beeinflussen, wurde bereits in zahlreichen Modellen disziplinenübergreifend untersucht. Überblicke über vorhandene Akzeptanzmodelle und Metaanalysen liefern z.B. Venkatesh, Morris, Davis und Davis (2003); King und He (2006); Schepers und Wetzels (2007); Turner, Kitchenham, Brereton, Charters und Budgen (2010). Eine einheitliche Methode zur Messung der Akzeptanz existiert bisher jedoch nicht. Im Folgenden wird das Akzeptanz-Modell UbiTAM nach Rothensee (2010) vorgestellt, welches zur Messung der Akzeptanz in dieser Arbeit verwendet wurde.

### 2.4.1 UbiTAM zur Messung der Akzeptanz von Assistenzsystemen

Das UbiTAM baut auf dem Technology Acceptance Model (TAM) nach Davis (1989); Davis, Bagozzi und Warshaw (1989) in seiner revidierten Form auf. Es wurde speziell für die Untersuchung der Akzeptanz von zukünftigen ubiquitären Systemen entwickelt. Ubiquitäre Systeme arbeiten für den Benutzer unsichtbar im Hintergrund. Durch die Vernetzung der Systeme untereinander und die Anbindung an das Internet verfügen sie über die notwendigen Informationen, um den Benutzer zu unterstützen. Typischerweise verfügen diese Systeme über einen hohen Assistenzgrad und arbeiten nahezu autonom. Insbesondere adaptive Assistenzsysteme zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrzeug können als „Vorstufe“ von ubiquitären Systemen gesehen werden. Sie übernehmen Teilaufgaben des Fahrers, indem sie aktuelle Bedürfnisse und Präferenzen des Fahrers automatisch ermitteln und passend dazu ein oder mehrere Sonderziele empfehlen. Diese Bedürfnisse und Präferenzen können sie aus diversen Daten ableiten und zu Benutzerprofilen aggregieren. Quellen für solche Daten können Sensoren am eigenen Fahrzeug, in der Umgebung, an anderen Fahrzeugen bzw. Verkehrsteilnehmern, an anderen technischen Geräten oder im Internet hinterlegte Daten sein. Dieser Prozess kann für den Fahrer unsichtbar im Hintergrund ablaufen.

Das TAM wiederum baut auf der *Theorie des überlegten Handelns* nach Fishbein und Ajzen (1975) auf. In der überarbeiteten Form des TAM gehen Davis et al. (1989) davon aus, dass die Verhaltensintention zur Nutzung eines technischen Systems bestimmt wird durch die wahrgenommene Nützlichkeit und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit des Systems (siehe Abb. 2.1). Die tatsächliche Nutzung eines Systems wird durch die Verhaltensintention zur Nutzung des Systems determiniert. Unter der wahrgenommenen Nützlichkeit wird das Ausmaß verstanden, mit der eine Person glaubt, dass die Nutzung des Systems hilfreich bei der Aufgabenbearbeitung sein wird (Davis et al., 1989). Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit hingegen beschreibt den wahrgenommenen Aufwand des Benutzers für die Verwendung des technischen Systems (Davis, 1989). Zudem beeinflusst die Benutzerfreundlichkeit die Nützlichkeit.

Für die Bewertung der Akzeptanz von ubiquitären Systemen und zukünftigen Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrzeug reicht das TAM jedoch nicht aus. Verantwortungsbewusstes Handeln und damit auch die Verwendung von Assistenzsystemen im Fahrzeug ist im hohen Maße mit emotionalen Erlebnissen verbunden (Reichart & Haller, 1994). Reichart und Haller (1994) empfehlen daher auch die Erfassung von emotionalen Bewertungen bei Assistenzsystemen im Fahrzeug. Im UbiTAM werden sowohl zusätzlich rationale als auch emotionale Aspekte der Akzeptanz berücksichtigt. Vor dem Hintergrund, dass adaptive Assistenzsysteme zunehmend im Hintergrund arbeiten, ist es zudem wichtig, die Kontrolle über ein Assistenzsystem, das Vertrauen und das Risiko bei einer Akzeptanzbeurteilung zu messen. Daher wird in dieser Arbeit das UbiTAM zur Messung der Akzeptanz verwendet.

Rothensee (2010) erweiterte das TAM um weitere fünf direkte Akzeptanz-Prädiktoren, die im Folgenden beschrieben werden. Die *affektive Bewertung* erfasst emotionale Aspekte bei der Nutzung des Assistenzsystems (z.B. Freude, Zufriedenheit) und beeinflusst direkt die Verhaltensintention zur Nutzung. Die *wahrgenommene Kontrolle* beschreibt inwieweit der Benutzer das Gefühl hat, die Aktionen des Systems beeinflussen zu können. Sie beeinflusst direkt die Verhaltensintention. Die wahrgenommene Kontrolle kann wiederum durch den Assistenzgrad eines Assistenzsystems determiniert werden. Die Kontrolle bei einem hohen Assistenzgrad kann als geringer empfunden werden als bei einem niedrigen Assistenzgrad. Außerdem beeinflusst die wahrgenommene Kontrolle die affektive Bewertung und die Benutzerfreundlichkeit. Weiterhin wurde das *Risiko* in das Modell aufgenommen, welches mit der Systemnutzung verbunden ist. Es umfasst dabei die Facetten finanzielles Risiko (z.B. unnötige Ausgaben), physisches Risiko (z.B. Alltagsstauglichkeit), funktionelles Risiko (z.B. fehlerhaftes Systemverhalten), zeitliches Risiko (z.B. Zeitverlust), das Risiko der Gefährdung der Privatsphäre (z.B. Weitergabe von Daten) und das generelle Risiko. Das Risiko zeigte in den Untersuchungen von Rothensee (2010) teilweise einen direkten Einfluss auf die Verhaltensintention. Je höher das Risiko bewertet wurde, desto niedriger war die Verhaltensintention. Außerdem konnte teilweise ein Einfluss der Benutzerfreundlichkeit auf das Risiko nachgewiesen wer-

den. Auch hier bestand ein negativer Zusammenhang. Zusätzlich zum Risiko wurde das *Vertrauen* in das System als direkter Prädiktor der Verhaltensintention aufgenommen. Das Vertrauen nahm wiederum Einfluss auf das Risiko (Rothensee, 2010). Je höher das Vertrauen in ein System war, desto geringer war das Risiko. Als letztes wurde die *subjektive Norm* als Akzeptanz-Prädiktor angenommen. Anders als z.B. bei Venkatesh et al. (2003) konnte hier kein Einfluss auf die Verhaltensintention nachgewiesen werden. Die subjektive Norm beschreibt die wahrgenommene Meinung bestimmter Bezugspersonen des Benutzers zu dem System. Eine Moderatorvariable in dem Modell ist der *Wunsch nach Kontrolle*. Diese moderierte den Zusammenhang von wahrgenommener Kontrolle und affektiver Bewertung (Rothensee, 2010). Je höher der Wunsch nach Kontrolle war, desto stärker war dieser Zusammenhang. Weiterhin ging Rothensee (2010) von einem positiven Einfluss der in Abschnitt 2.2 vorgestellten *Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technologien* auf die Benutzerfreundlichkeit aus. Die Verhaltensintention wurde anders als bei Davis et al. (1989) mit vier Items erfasst, die unterschiedliche Facetten des Benutzerverhaltens bzgl. neuer Technologien beschreiben (Rothensee, 2010).

Die direkten Akzeptanz-Prädiktoren des UbiTAM sowie des TAM in seiner revidierten Form (TAM-2) sind in Abbildung 2.1 dargestellt. Die Items zu den Prädiktoren sind in Anhang B.3 zu finden. Da in den Studien von Rothensee (2010) zum UbiTAM kein Einfluss der Benutzerfreundlichkeit und der subjektiven Norm auf die Verhaltensintention nachgewiesen werden konnte, ist die entsprechende Linie gestrichelt dargestellt. Die tatsächliche Systemnutzung kann mit dem UbiTAM nicht erfasst werden und ist ebenfalls mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet, da es sich bei den untersuchten Systemen um zukünftige, technisch noch nicht realisierte Systeme handelt.

Weiterhin empfiehlt Rothensee (2010) die zusätzliche Integration von relevanten Kovariaten. So konnten die Akzeptanz-Prädiktoren und die Kovariaten bis zu 71% der Varianz in der Verhaltensintention zur Nutzung eines technischen Systems erklären (Rothensee, 2010). Zum Vergleich wurden durch das TAM in anderen Studien nur durchschnittlich 40 % der Varianz aufgeklärt (Venkatesh & Davis, 2000).

#### 2.4.2 Akzeptanz von Assistenzsystemen im Fahrzeug

Im Bereich der Akzeptanz von Assistenzsystemen zur Unterstützung der Nebenaufgabe im Fahrzeug gibt es bisher nur wenige Erkenntnisse. Empirische Studien dazu werden daher zuerst vorgestellt. Anschließend wird auf die Akzeptanz von Assistenzsystemen im Fahrzeug zur Unterstützung der Hauptaufgabe eingegangen. Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse werden die erforschten Assistenzsysteme der Studien wieder mit Hilfe der Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005) klassifiziert.

Erste empirische Befunde zur Akzeptanz verschiedener Assistenzsysteme zur Unterstützung von Nebenaufgaben im Fahrzeug liefert Rothensee (2010). Er untersuchte in einer szenario-basierten Befragung mit Hilfe des UbiTAM die Akzeptanz von zwei verschiedenen Assistenzarten zur Fahrzeugwartung. Dabei wurde zwischen einer proaktiven,

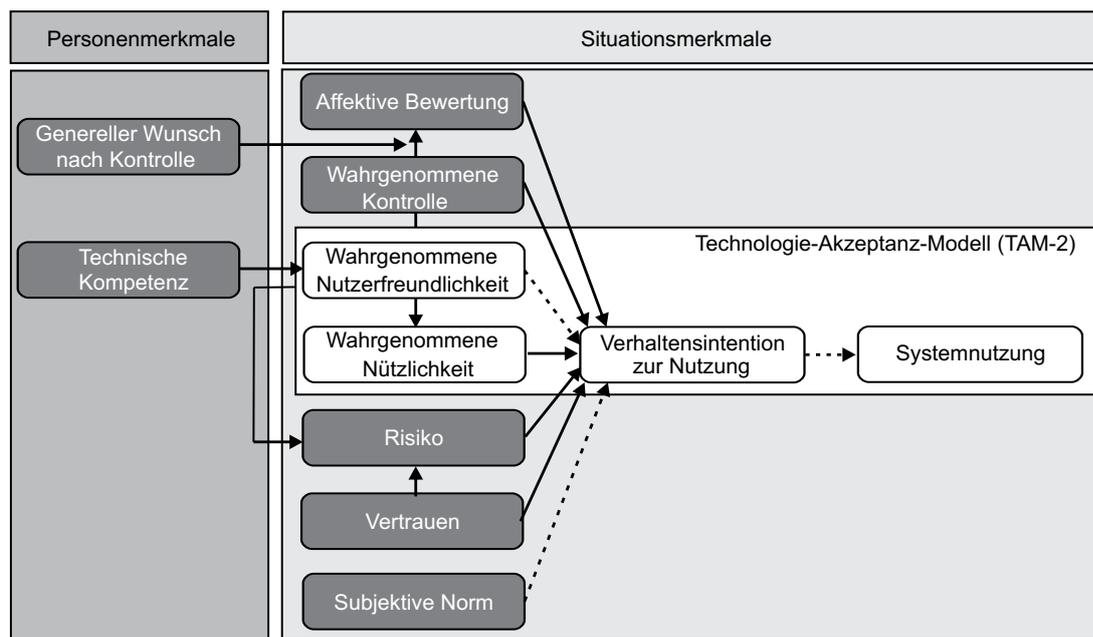


Abbildung 2.1: UbiTAM Akzeptanz-Modell und TAM-2

*Anmerkungen.* In der Abbildung sind das TAM-2 in seiner revidierten Form nach Davis et al. (1989) und die Erweiterungen des Modells zum UbiTAM nach Rothensee (2010) dargestellt. Gestrichelte Linien stellen Einflüsse dar, die von Rothensee (2010) nicht nachgewiesen wurden.

informierenden Ausführungsassistenz und einer proaktiven Vorschlagsassistenz unterschieden. Die Ausführungsassistenz kontaktierte automatisch eine Werkstatt, sobald erste Mängel an einem Fahrzeugteil festgestellt wurden und informierte den Fahrer darüber. Die Vorschlagsassistenz wies den Fahrer lediglich auf die Mängel hin und schlug vor, eine Werkstatt aufzusuchen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Versuchspersonen vorwiegend positiv gegenüber den Assistenzarten eingestellt waren, wobei die Vorschlagsassistenz eine höhere Akzeptanz im Sinne der Verhaltensintention zur Nutzung erzielte als die Ausführungsassistenz. Den Versuchspersonen war dem Ergebnis zufolge die Kontrolle über die Fahrzeugwartung wichtig und sie empfanden diese bei höheren Assistenzgraden als zu gering. Es ist bei den Ergebnissen von Rothensee (2010) jedoch darauf hinzuweisen, dass die Effektstärken zum Teil marginal waren.

In der bereits vorgestellten Studie von Donmez et al. (2007) (vgl. Kapitel 2.3) wurde neben der Unterstützungsleistung auch die Akzeptanz mit Hilfe der Akzeptanzskalen von Laan, Heino und Waard (1997), bestehend aus den Skalen Nützlichkeit und Zufriedenheit, gemessen. Es zeigte sich, dass die Fahrer eine positive Einstellung gegenüber einer Warnassistenz hatten, die vor zu starker Ablenkung durch das Fahrerinformationssystem warnte.

Darüber hinaus gibt es bereits zahlreiche Untersuchungen zur Akzeptanz von Assistenzsystemen zur Unterstützung der Hauptaufgabe. Hierbei wurde insbesondere die Akzeptanz verschiedener Assistenzarten des komplexen Assistenzsystems ISA (Intelli-

gent Speed Adaptation) mit den Akzeptanzskalen von Laan et al. (1997) untersucht. Eine Übersicht über die Untersuchungen liefern Varhelyi (2002). Unterschieden wurde zumeist zwischen Warn- bzw. Vorschlagsassistentz und Ausführungsassistentz, wobei die Warn- bzw. Vorschlagsassistentz eine bessere Akzeptanzbeurteilung erzielte (Jamson, 2006; Young, Regan, Triggs, Jontof-Hutter & Newstead, 2010; Rothensee, 2010). Bei einem Vergleich von Warnassistentz, anpassbarer Ausführungsassistentz und pre-konfigurierter Ausführungsassistentz war hingegen die generelle Akzeptanz der anpassbaren Ausführungsassistentz am höchsten (Carsten & Fowkes, 2000). Andere Studien zeigten, dass die Akzeptanz der Assistentzarten für eine ISA von Faktoren des Nutzungskontextes, wie der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrerfahrung, der korrekten Funktionsfähigkeit, den Kosten für die Anschaffung und den Betrieb eines Systems, der Nationalität sowie des Alters beeinflusst wurde (Vlassenroot et al., 2007; Regan et al., 2006; Varhelyi, 2002). Auch bei Untersuchungen zur Akzeptanz von Assistentzsystemen zum Fahren in Staus zeigte sich, dass geringere Assistentzgrade (Warn- vs. informierende Ausführungsassistentz) eine höhere Akzeptanz erzielen (Driel, Hoedemaeker & Arem, 2007; Brookhuis, Driel, Hof, Arem & Hoedemaeker, 2009). Ein weiteres wichtiges Ergebnis war, dass die Akzeptanz der Assistentzsysteme sich bei Verwendung eines tatsächlich funktionierenden Systems im Vergleich zu einem simulierten System veränderte (zumeist anstieg) (Varhelyi, 2002). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Grimmer, Adelt und Stephan (1995) in ihrer Untersuchung zur Akzeptanz von drei komplexen Assistentzsystemen zur Navigation- und Verkehrsführung. Auch hier zeigte sich, dass die Systeme mit geringen Assistentzgraden (Navigations- & Verkehrsleitsystem) eine höhere Akzeptanz erzielten als die mit hohen (vollautomatische Verkehrsführung) und mittleren Assistentzgraden (computergestützte Fahrzeugführungs- und Sicherheitssysteme).

Cramer, Evers, Kemper und Wielinga (2008) untersuchten die Akzeptanz eines anthropomorphen Agenten im Fahrzeug, der den Fahrer beim Einfädeln unterstützen sollte, indem zum einen Informationen zum Verkehr (Anzeigeassistentz) und zum anderen Handlungsempfehlungen passend zum Verkehr gegeben wurden (Vorschlagsassistentz). Die Akzeptanzmessung erfolgte mit einer Erweiterung des TAMs - dem UTAUT nach Venkatesh et al. (2003). Beide Assistentzarten wurden hinsichtlich der Verhaltensintention zur Nutzung überwiegend negativ bewertet. Innerhalb dieser negativen Bewertung wurde die Vorschlagsassistentz in Verkehrssituationen mit niedriger Verkehrsdichte jedoch eher akzeptiert als in Situationen mit hoher Verkehrsdichte. Die Studie zeigte, dass der Nutzungskontext, hier die Verkehrsdichte, einen Einfluss auf die Akzeptanz der Assistentzarten hatte. Anzumerken ist allerdings, dass die Versuchspersonen die Assistentzarten lediglich über Videos kennen gelernt haben. Möglicherweise ändert sich das Akzeptanzurteil, wenn die Personen die Assistentzarten ausprobieren können. Außerdem ist es fraglich, inwieweit Informationen einer Anzeigeassistentz, die besagen, dass zwischen zwei Fahrzeugen eine Zeitlücke von sechs Sekunden besteht, überhaupt einen Nutzen für den Fahrer darstellen.

Meschtscherjakov, Wilfinger, Scherndl und Tscheligi (2009) untersuchten die Akzeptanz von fünf Assistenzsystemen zum Kraftstoff sparenden Fahren mit Hilfe des TAM. Der *EcoMatic* war ein komplexes Assistenzsystem bestehend aus einer stillen Ausführungsassistenz, die automatisch andere Systeme im Fahrzeug regulierte, um Kraftstoff zu sparen und einer Rückmeldeassistenz, die am Ende jeder Fahrt dem Fahrer mitteilte, wie viel Kraftstoff dadurch gespart wurde. *EcoPedal* war eine Art informierende Ausführungsassistenz am Gaspedal, welche bei ineffizienter Fahrweise automatisch regulierte und dem Fahrer taktil, über das Gaspedal, darüber informierte. Beide können auch als Dosierassistenzen beschrieben werden, die Aktionen des Fahrers in Abhängigkeit von anderen Parametern entsprechend regulieren. *EcoSpeedometer* war eine Kritikassistenz am Tachometer, die über Farben dem Fahrer während der Fahrt Rückmeldung darüber gab, inwieweit Kraftstoff sparend gefahren wurde. Das *EcoDisplay* zählte ebenfalls zu den Kritikassistenzen, welches über Symbole und schriftliche Informationen dem Fahrer nach jeder Fahrt Rückmeldung zur Fahrweise gab. *EcoAdvisor* war eine Vorschlagsassistenz, die dem Fahrer akustische und visuelle Empfehlungen zum Kraftstoff sparenden Fahren gaben. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass alle Assistenzsysteme, mit Ausnahme der informierenden Ausführungsassistenz, akzeptiert wurden. Die Kritikassistenz, welche Rückmeldung während der Fahrt gab und die stille Ausführungsassistenz erzielten die höchste Akzeptanz. Überraschenderweise wurde die stille Ausführungsassistenz besser bewertet als die informierende Ausführungsassistenz mit taktile Rückmeldung. Ein Faktor, der hier möglicherweise in die Akzeptanzbeurteilung mit einspielte, ist die zusätzliche Variation der Medien (taktil, visuell, akustisch), welche in der Akzeptanz-Auswertung nicht berücksichtigt wurde. Es ist auffällig, dass die Assistenzsysteme, welche auditive und taktile Medien verwendeten, schlechter bewertet wurden als die, die visuelle Medien verwendeten. Außerdem wurde ein komplexes Assistenzsystem, bestehend aus mehreren kombinierten Assistenzarten, verglichen mit einzelnen Assistenzarten. Beide Aspekte erschweren die eindeutige Interpretation der gefundenen Effekte.

Weitere Akzeptanzuntersuchungen von Assistenzsystemen mit unterschiedlichen Medien und Modalitäten liefern z.B. Krüger (2007). Neben der Fahrzeugdomäne wird die Akzeptanz von Assistenzsystemen auch in zahlreichen anderen Bereichen untersucht, z.B. für Empfehlungssysteme auf mobilen Endgeräten. Die Forschung in dem Bereich konzentriert sich jedoch vorwiegend auf die Erstellung neuer Akzeptanzmodelle (z.B. Pianesi, Graziola, Zancanaro und Goren-Bar (2009), Amberg, Bock, Moeller und Wehrmann (2005) oder Kaasinen (2009)). Vergleichende Untersuchungen zu verschiedenen Assistenzarten im Hinblick auf die Akzeptanz sind in dem Bereich bisher nicht bekannt. Darüber hinaus sind Vergleiche mit dem Fahrzeugbereich eher kritisch zu sehen, da die Aufgaben und der Nutzungskontext stark verschieden sind.

Aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben, die die Assistenzsysteme der empirischen Befunde unterstützten, kann keine eindeutige Aussage zur Akzeptanz verschiedener Assistenzarten getroffen werden. Zusätzlich erschwert wird die Interpretation der Befunde

durch die unterschiedlichen Methoden zur Erfassung der Akzeptanz. Es konnte jedoch aufgezeigt werden, dass Personen- und Aufgabenmerkmale (z.B. Aufgabenschwierigkeit) des Nutzungskontextes Einfluss auf die Akzeptanzbewertung nehmen können.

## 2.5 Zusammenfassung

Bisher konzentrierte sich die empirische Forschung vor allem auf die Unterstützungsleistungen und die Akzeptanz von Assistenzsystemen zur Unterstützung der Hauptaufgabe - dem Führen des Fahrzeuges. Nur wenige Studien beschäftigten sich mit der Akzeptanz und der Unterstützungsleistung von Assistenzsystemen für Nebenaufgaben. Dabei wurden vor allem Assistenzarten untersucht, die verschiedene Handlungsphasen unterstützen (zumeist Aktivierung und Entscheidung). Die untersuchten Assistenzarten stellen dabei hinsichtlich des Assistenzgrades häufig völlig gegensätzliche Assistenzarten dar. Es ist jedoch denkbar, dass gerade Assistenzarten, die zwischen diesen Extremen liegen, die höchste Akzeptanz erzielen (Rothensee, 2010). Darüber hinaus wurden vorwiegend komplexe Assistenzsysteme, bestehend aus mehreren Assistenzarten, untersucht. Eine eindeutige Zuordnung in die Taxonomie für Assistenzsysteme war daher nicht immer möglich. Assistenzarten, die annähernd in ihrer Grundform vorliegen, wurden selten betrachtet. Eine Einordnung der untersuchten Assistenzsysteme in eine Taxonomie für Assistenzsysteme z.B. nach Wandke (2005) oder Sheridan und Verplank (1978) erfolgte lediglich bei Rothensee (2010) und Lavie und Meyer (2010). Dabei kann eine Einordnung der Assistenzsysteme wichtige Hinweise auf mögliche Akzeptanzprobleme und Defizite in der Unterstützungsleistung erklären und erleichtert die Interpretation der Befunde.

Empirische Befunde zum Nutzungskontext, insbesondere der Aufgabe von Sonderzielen im Fahrzeug, liegen bisher nicht vor. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Personen- und Aufgabenmerkmale Einfluss auf die Unterstützungsleistung und die Akzeptanz nehmen können. Untersuchungen zur Unterstützungsleistung und Akzeptanz von verschiedenen Assistenzarten zur Sonderzielauswahl im Fahrzeug sind nicht bekannt.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden in der ersten empirischen Untersuchung dieser Arbeit zunächst der Nutzungskontext von Sonderzielen und der Unterstützungsbedarf der Fahrer bei der Sonderzielauswahl erforscht (Kapitel 3). In späteren Studien (Kapitel 4 und 6) werden dann drei Assistenzarten annähernd in ihrer Grundform untersucht, die sich hinsichtlich ihres Assistenzgrades unterscheiden. Die Untersuchungen erfolgen in unterschiedlichen Nutzungskontexten.

# 3 Untersuchung des Nutzungskontextes und des Unterstützungsbedarfs

## 3.1 Fragestellung

Um die Akzeptanz und die Unterstützungsleistung von personalisierten Optionsangeboten untersuchen zu können, ist es zunächst erforderlich, die Merkmale des Nutzungskontextes, in dem Sonderziele typischerweise verwendet werden, und das grundsätzliche Unterstützungsbedürfnis seitens der Fahrer zu bestimmen. Wie Kapitel 2.2 gezeigt hat, sind in der Literatur bisher wenig Erkenntnisse zum Nutzungskontext von Sonderzielen im Fahrzeug vorhanden. Aufbauend auf den Ergebnissen können anschließend geeignete Assistenzarten zur personalisierten Optionsauswahl mit Hilfe der Taxonomie für Assistenzsysteme identifiziert werden. Hierzu werden in der vorliegenden Studie die folgenden Forschungsfragen untersucht:

F<sub>1</sub>: In welchem Nutzungskontext werden Sonderziele typischerweise verwendet?

F<sub>2</sub>: Welchen Unterstützungsbedarf hat der Fahrer?

F<sub>3</sub>: Welche Assistenzarten sind für die personalisierte Optionsfilterung im Fahrzeug geeignet?

## 3.2 Methodisches Vorgehen

Da die Forschungsfragen einen starken explorativen Charakter aufwiesen, wurden qualitative Methodiken zur Datenerhebung und -auswertung ausgewählt. Zur Datenerhebung wurden problemzentrierte, Leitfaden-gestützte Interviews, angelehnt an Helfferich (2005), durchgeführt. Der Vorteil dieser unstandardisierten Interviewform liegt darin, dass den Versuchspersonen möglichst viel Freiraum in den Antwortmöglichkeiten gegeben wird, um alle Facetten der Forschungsfrage beleuchten zu können. Gleichzeitig hat der Interviewer aber noch Orientierungspunkte zur Interviewführung entsprechend der Forschungsfragen im Leitfaden. Andere Methoden zur Untersuchung des Nutzungskontextes, wie bspw. Feldbeobachtungen, kamen aufgrund der zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen bei der Verwendung von Sonderzielen nicht in Frage. Sonderziele werden vorwiegend aus einem spontanen Bedürfnis heraus ad hoc im Fahrzeug verwendet, was eine Beobachtung sehr aufwändig macht.

Der Interview-Leitfaden umfasst alle wichtigen Aspekte, die zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen werden können (siehe Anhang A Abb. A.1 und Abb. A.2). Der Leitfaden und die Vorgehensweise im Interview wurden mit Hilfe von sechs Testinterviews evaluiert. Nach jedem Interview erfolgte eine Optimierung des Leitfadens. Er gliedert sich in einen einleitenden Teil, einen Hauptteil zur Untersuchung der Forschungsfragen und in einen Schlussteil. Zur Untersuchung der Forschungsfrage  $F_1$  wurden die Versuchspersonen gebeten, Situationen zu beschreiben, in denen sie Sonderziele verwendet haben. Hierbei sollten die Aufgabe, die Arbeitsmittel, die Nutzungsumgebung und die beteiligten Personen detailliert beschrieben werden. Außerdem wurden Vor- und Nachteile der Sonderziele erfasst sowie Wünsche bzgl. zukünftiger Funktionen zu Sonderzielen, welche neben dem Nutzungskontext zur Beantwortung der Forschungsfragen  $F_2$  und  $F_3$  herangezogen wurden. Für den Fall, dass Versuchspersonen noch nie Sonderziele verwendet hatten, wurden Fragen zu alternativen Informationsquellen aufgenommen. Da alle Versuchspersonen bereits Sonderziele verwendet hatten, werden diese Daten nicht näher erläutert. Abschließend erfolgte die Erfassung der demographischen Daten zur Beschreibung der Stichprobe per Fragebogen und eine kurze Evaluierung der Vorgehensweise des Interviewers.

Die Voraussetzung für die Teilnahme war, dass die Versuchspersonen Fahrer eines PKW waren und ein Navigationssystem, welches über Sonderziele verfügte, besaßen, das sie bereits mindestens einmal verwendet haben. Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte über den Bosch-Probanden-Pool, einen studentischen E-Mail-Verteiler der Universität Hildesheim und über das Schneeballprinzip.

Um der Versuchsperson das Erinnern an vergangene Nutzungssituationen von Sonderzielen sowie das Beschreiben der Situationen zu erleichtern, wurden die Interviews im parkenden Fahrzeug der Versuchsperson mit deren Navigationssystem durchgeführt. Godden und Baddeley (1975) konnten nachweisen, dass das Erinnern an vergangene Situationen in Umgebungen, in der die Erinnerung gespeichert wurde, leichter fällt.

Zur detaillierten Auswertung der Interviews wurden die Gespräche auf Tonband aufgezeichnet und anschließend mit Hilfe der wörtlichen Transkribierung nach Mayring (2008) in Schriftdeutsch überführt. Die transkribierten Interviews wurden dann mit der induktiv zusammenfassenden Kategorienbildung nach Mayring (2008) ausgewertet. Der Vorteil dieser Methodik bestand darin, dass große Materialmengen, wie sie hier vorhanden waren, systematisch und regelgeleitet ausgewertet werden konnten. Bei der Kategoriebildung wurden die Interviewtranskripte schrittweise durchgegangen und relevante Textabschnitte (Kodiereinheiten) in eine neu gebildete oder in eine bereits bestehende Kategorie einsortiert. Die Kategorien wurden dabei systematisch aus dem Material heraus gebildet und orientierten sich zugleich an den Forschungsfragen. Um möglichst offen bei der Auswertung vorzugehen, wurden auch Kategorien mit nur einer Kodiereinheit zugelassen. Kategorien mit nur wenig Aussagekraft wie „weiteres“ sollten vermieden werden. Zur Auswertung wurde die Software NVIVO 8 verwendet.

Zur Absicherung der Reliabilität des Kategoriensystems wurden eine formative und eine summative Interkoderreliabilitätsprüfung durchgeführt. Hierbei kodierten zwei Kodierer anhand eines Kodierleitfadens unabhängig voneinander einen zufällig gewählten Ausschnitt des Materials (20%) (Mayring, 2008). Der Kodierleitfaden umfasste eine Beschreibung der Vorgehensweise beim Kodieren sowie eine Beschreibung des Kategoriensystems mit entsprechenden Ankerbeispielen aus dem Material. Anschließend wurde Krippendorff alpha, der Grad mit dem andere Kodierer unter anderen Umständen zum gleichen Ergebnisse kommen würden, errechnet (Krippendorff, 2004; Mayring, 2008). Die formative Interkoderreliabilitätsprüfung erfolgte, nachdem etwa die Hälfte des Materials ausgewertet war. Die Berechnung von Krippendorff alpha zeigte eine als vorläufiges Ergebnis ausreichende Reliabilität ( $\alpha = .73$ , 95% CI [.608, .834]) (Krippendorff, 2004). In einer anschließenden Diskussion wurden Unstimmigkeiten zwischen den Kodierern nochmals besprochen und der Kodierleitfaden sowie das Kategoriensystem nochmals überarbeitet. Erst dann wurde die andere Hälfte des Materials ausgewertet. Das Vorgehen bei der summativen Interkoderreliabilitätsprüfung war ähnlich dem der formativen Reliabilitätsprüfung. Allerdings wurden hier zwei neue Kodierer gebeten 20% des Materials unabhängig von einander zu kodieren. Krippendorff alpha lag hier im sehr hohen Bereich ( $\alpha = .96$ , 95 % CI [.929, .983]) (Krippendorff, 2004). Die Interkoderreliabilitätsprüfung bestätigte damit die Reliabilität des Kategoriensystems.

An den Interviews nahmen insgesamt  $N = 20$  Personen (6 Frauen, 14 Männer) im Alter von 23 bis 57 Jahren ( $M = 8.7$ ,  $SD = 11.4$ ) mit einer durchschnittlichen Fahrleistung von  $M = 28725$  km/Jahr ( $SD = 19502$ ) teil. Die Affinität der Versuchspersonen zu neuen Technologien im Fahrzeug lag auf einer 5-Point-Likert-Skala (von sehr niedrig bis sehr hoch) bei  $M = 3.7$  ( $SD = 1.03$ ). Eine Klassifikation der verwendeten Navigationssysteme der Personen ist in Anhang A Tabelle A.1 zu finden. Die Mehrheit verwendete ein mobiles Navigationssystem, gefolgt von Festeinbaugeräten. Die durchschnittliche Interviewdauer betrug  $M = 40.85$  ( $SD = 10.39$ ) Minuten. Mit der Stichprobengröße konnte eine inhaltliche Sättigung erreicht werden.

### 3.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ausschnitte des Kategoriensystems mit einer Beschreibung der Kategorien und beispielhaften Kodiereinheiten vorgestellt. Die Kategorien sind dabei absteigend nach der Anzahl enthaltenen Kodiereinheiten sortiert. Wiederholungen einer Person wurden nicht kodiert.

#### Nutzungssituationen

Insgesamt beschrieben die Versuchspersonen  $N_{\text{Situationen}} = 82$  Situationen, in denen sie Sonderziele verwendet haben. Jede Person konnte dabei mehrere Situationen beschreiben. In jeder Situation, wurde eine Aufgabe beschrieben, die die Versuchspersonen mit

den Sonderziel-Funktionen des Navigationssystems versucht hatten zu lösen. Diese Aufgaben waren in der Regel komplexe Handlungen, die nach der Taxonomie von Wandke (2005) mehrere Handlungsphasen umfassen. Mit der Verwendung der Sonderziele hofften sich die Personen jedoch die Unterstützung einer bestimmten Handlungsphase (Teilaufgabe), die im Gespräch hervorgehoben wurde und daher als Sonderzielaufgabe der Situation bezeichnet wird. Diese sind in Tabelle 3.1 als Sonderzielaufgabe kodiert. Anschließend folgten weitere Teilaufgaben, die das weitere Vorgehen der Versuchsperson bezogen auf die Sonderziele beschreiben (siehe Tabelle 3.2).

Tabelle 3.1: Kategorisierung der Sonderzielaufgaben

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Auswahlentscheidung treffen	Auswahlentscheidung aus Sonderziel-Angebot treffen und Sonderziel als Ziel ansteuern	56.1
Sonderziel eingeben	Lediglich Unterstützung bei Durchführung der Entscheidung	32.9
Stöbern	In Sonderziel-Sammlung stöbern zur Information, Unterhaltung, Motivation	8.5
Importieren	Sonderziele über PC in Navigationssystem importiert	2.5

*Anmerkungen.*<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N_{HAufgabe} = 82$  beschriebenen Sonderzielaufgaben in den Situationen. In jeder Situation wurde eine Sonderzielaufgabe genannt.

Tabelle 3.2: Kategorisierung der Folgeaufgaben

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Sofort Ansteuern	Ausgewähltes Sonderziel unmittelbar ansteuern, spontanes Vorgehen, ohne große Vorabplanung	78.7
Später Ansteuern	Ausgewähltes Sonderziel später ansteuern, planerisches Vorgehen	12.0
Nicht Ansteuern	Nicht beabsichtigt Sonderziel anzusteuern	9.3

*Anmerkungen.*<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N_{FAufgabe} = 75$  beschriebenen Folgeaufgaben in den Situationen. In sieben Situationen wurde keine Folgeaufgabe beschrieben.

Die Personen schilderten zumeist Situationen, in denen sie ein Sonderziel aus dem vorhandenen Angebot ausgewählt haben. Darauf folgte das direkte Ansteuern des Sonderziels. Diese Situationen waren durch eine spontane Vorgehensweise charakterisiert.

„Wir sind auch mal auf der Autobahn gefahren und haben dort das nächste Restaurant gesucht. Da kam uns spontan der Gedanke [...] zu McDonalds zu fahren. Das war dann nicht schlecht, dass man sich so was in der Navi auch aussuchen konnte, und dass man direkt dorthin geleitet wird.“ (Vp 2, Situation 2)

Während Situationen, in denen Sonderziele erst später angesteuert werden sollten, eher durch eine planerische Vorgehensweise geprägt waren. Hier planten die Versuchspersonen bspw. bei einem Kurztrip vorher, welche Restaurants angesteuert werden sollten.

„Damals haben wir es dann eben so gemacht, dass wir abends im Hotelzimmer überlegt haben. [...] Das haben wir dann auch mit dem Navi geplant.“  
(Vp 2, Situation 1)

Eine weitere Aufgabe bestand darin, die Adresse von Sonderzielen in das Navigationssystem einzugeben. Hier wurden Sonderziele zur Unterstützung der Handlungsdurchführung verwendet, z.B. bei unbekannter Adresse.

„Das war ein Hotel, was wir da gesucht haben. Da haben wir geguckt, ob das hier schon drin steht, um dann halt nicht über den Straßennamen, den wir nicht genau wussten, zu gehen, sondern das Hotel direkt anwählen zu können und dann da hingeführt zu werden.“ (Vp 18, Situation 3)

Außerdem wurden Sonderziele zum Stöbern verwendet.

„Ich habe einfach spaßeshalber mal geguckt, was bei uns in der Region so für Ärzte sind [...]“ (Vp 11, Situation 4)

Das Ziel, welches die Personen mit dem Lösen der Aufgabe erreichen wollten, war in den meisten Fällen das Auswählen eines Sonderziels. Die ausgewählten Sonderziele sind in Anhang A, Tabelle A.2 dargestellt. Es wurden sowohl fahrzeug- (z.B. Tankstellen, Parkplätze) als auch freizeitbezogene Sonderziele (z.B. Restaurants, Sehenswürdigkeiten) ausgewählt. Teilweise umfassten die Ziele auch ganze Bereiche wie Stadtzentren.

Bei der Auswahl eines Sonderziels nannten die Versuchspersonen zudem zahlreiche Auswahlkriterien, die dabei eine Rolle spielten (Anhang A, Tab. A.3). Die Kategorien gliedern die Nennungen in Eigenschaften des Sonderzieles (z.B. Lage, Preise) sowie Eigenschaften der Personen und deren Aufgabe (z.B. Bedürfnisse, Erfahrungen). Im Entscheidungsprozess beschrieben die Versuchspersonen zumeist einen Abgleich zwischen den beiden Gruppen von Eigenschaften. Aus diesem Grund konnten die Kategorien nicht immer eindeutig voneinander getrennt werden.

Das untersuchte Arbeitsmittel, welches zur Auswahl eines Sonderziels verwendet wurde und durch die Untersuchungsmethodik vorgegeben war, war das Navigationssystem. Hierbei wurde unterschieden, welche Funktionen des Navigationssystems in den Situationen genutzt wurden, um die Aufgabe zu lösen. Tabelle 3.3 zeigt die verwendeten Funktionen. Auch hier verwendeten die Personen vereinzelt mehrere Funktionen bzw. wurden keine Funktionen beschrieben. Weiterhin wurde das Gerät in den Situationen nicht immer vom Fahrer, sondern auch von Mitreisenden bedient.

Weiterhin wurden genannte Eigenschaften und Besonderheiten der Verwendungssituationen kodiert. Die Ober- und Unterkategorien dieser Besonderheiten sind in Tabelle 3.4 dargestellt. In 16 der 82 Situationen gaben die Versuchspersonen an, dass sie ihre Aufgabe mit den Sonderziel-Funktionen des Navigationssystems nicht lösen konnten. Gründe dafür waren z.B., dass Sonderziele in der Kategorisierung nicht gefunden bzw. tatsächlich nicht vorhanden waren oder dass der Auswahlprozess zu lange dauerte.

„Was ich gesucht habe, aber nicht gefunden hatte, war ein Möbelhaus, von dem ich grob wusste, in welcher Gegend das war.“ (Vpn 1, Situation 4)

Tabelle 3.3: Kategorisierung verwendeter Sonderziel-Funktionen

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Auswahlliste	Aufistung aller Sonderziele innerhalb einer gewählten Kategorie	63.7
Kartendarstellung	Symbolische Darstellung der Sonderziele in Karte	25.0
Suchfunktion	Schlagwortsuche nach Sonderzielen	5.0
Download	Funktion zur Übertragung von Sonderzielen auf PC	2.4
Favoriten	Liste mit favorisierten Sonderzielen	1.3
Akustische Warnung	Warnung, wenn Sonderziel einer gewählten Kategorie in Nähe ist	1.3
Fadenkreuz	Markieren der geographischen Koordinaten des Sonderziel in Karte	1.3

*Anmerkungen.*<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N_{Funktionen} = 80$  genannten Funktionen, die zum Auswählen von Sonderzielen verwendet wurden. In zwei Situationen wurden keine Funktionen beschrieben. Außerdem wurden zum Teil auch mehrere Funktionen verwendet.

Tabelle 3.4: Kategorisierung besonderer Eigenschaften der Situationen

Kategorie	Subkategorie	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Art der Reise	Privatreise	46.3
	Dienstreise	7.3
Mitreisende	Mitreisende vorhanden	64.6
	Alleinreisender	6.1
PKW-Verwendung	mit PKW-Verwendung	86.6
	ohne PKW-Verwendung	6.1
Zeitliche Besonderheiten	Zeitmangel	11.0
	Zeitüberfluss	1.0
Aufgabe konnte mit Sonderziel-Funktionen nicht gelöst werden		19.5
Medizinischer Notfall		1.2
Interessenkonflikt mit Mitreisenden		1.2
Verfahren		1.2

*Anmerkungen.*<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N_{Situationen} = 82$ . Es wurden nicht in allen Situationen zu den entsprechenden Kategorien Aussagen getroffen.

Die befragten Personen verwendeten Sonderziele vorwiegend im Fahrzeug auf Privatreisen (z.B. Privatfahrten, Kurztrips, Urlaubsfahrten). Einige Personen, die über ein mobiles Navigationssystem verfügten, lösten die Aufgaben auch außerhalb des Fahrzeuges (z.B. im Hotelzimmer). In den meisten Situationen waren Mitreisende vorhanden. Aus den Schilderungen ging zudem hervor, dass die oben genannten personenbezogenen Auswahlkriterien zumeist Kriterien waren, die gemeinsam mit den Mitreisenden ausgehandelt wurden. In einer Situation wurde ein Interessenkonflikt beschrieben. Außerdem wiesen einige Situationen zeitliche Besonderheiten auf, in denen die Versuchspersonen es eilig hatten und schnell ein Sonderziel auswählen mussten. In einer Situation hatte die Person noch Zeit bis zum nächsten Termin und hat sozusagen zum Zeitvertreib ein Sonderziel ausgewählt und angesteuert. Eine Kodierung, ob die Verwendung der Sonderziele

während der Fahrt oder im parkenden Fahrzeug stattfand, wurde nicht vorgenommen, da die Versuchspersonen hierzu keine eindeutigen Angaben gemacht haben.

### Bewertung

Neben den Nutzungssituationen von Sonderzielen wurden die Versuchspersonen auch nach den Vor- und Nachteilen der Sonderziel-Funktionen des Navigationssystems gefragt. Die Kodierung der Nennung resultierte in 28 positiven und 77 negativen Bewertungen. Auch hier konnte jede Versuchsperson mehrere Vor- und Nachteile nennen. In Tabelle 3.5 sind die abgeleiteten Ober- und Unterkategorien mit der jeweiligen Anzahl an Nennungen dargestellt.

Tabelle 3.5: Kategorisierung der Sonderziel-Bewertungen

negative Bewertungen	Nennungen	Nennungen	positive Bewertungen
<b>Informationsgehalt</b>			<b>Informationsgehalt</b>
geringer Informationsgehalt	17	1	hoher Informationsgehalt
geringe Informationsaktualität	8	2	hoher Informationsaktualität
geringe Informationskorrektheit	5	-	-
<b>Benutzbarkeit</b>			<b>Benutzbarkeit</b>
schlechte Bedienbarkeit	10	5	gute Bedienbarkeit
Ablenkung während der Fahrt	6	-	-
geringe Erwartungskonformität	3	-	-
<b>Nützlichkeit</b>			<b>Nützlichkeit</b>
geringe Nützlichkeit der Funktionen	11	14	hohe Nützlichkeit der Funktionen
schlechte Verfügbarkeit	2	-	-
<b>Emotionen</b>			<b>Emotionen</b>
wenig Spaß bei Bedienung	4	2	viel Spaß bei Bedienung
-	-	4	Gefühl von Sicherheit
geringes Vertrauen	3	-	-
Gefühl der Unfreiheit	1	-	-
<b>Kosten</b>			<b>Kosten</b>
hoher finanzieller Aufwand	2	-	-

*Anmerkungen.* Insgesamt wurden  $N_{Bewertungen} = 105$  Bewertungen von verschiedenen Vpn genannt. Doppelte Nennungen einer Versuchsperson wurden nicht kodiert.

Der Informationsgehalt bezog sich auf die Informationen zu den einzelnen Sonderzielen. Die Benutzbarkeit, die Nützlichkeit und die Emotionen bezogen sich auf die Verwendung der Sonderziel-Funktionen. Unter Kosten wurde der mit der Verwendung verbundene finanzielle Aufwand verstanden, z.B. für Updates der Sonderziele gemeinsam mit der Karte. Mängel der Sonderziel-Funktionen lagen insbesondere in der einfachen Bedienbarkeit und Nützlichkeit, aber auch der geringe Informationsgehalt der Sonderziele und der Spaß bei der Bedienung wurde als negativ empfunden.

„Man muss ein bisschen viel suchen bei dem Gerät [verstellt Stimme: ironischer Unterton], bis man das hat, was man eigentlich wirklich sucht.“ (Vp 3, Bewertung 4)

„Er lädt einfach alle! Weiß nicht, ob man das unbedingt braucht [verstellt Stimme: ironischer Unterton].“ (Vp 3, Bewertung 1)

„[...] zeigt dann höchstens noch die Straße und den Ort, aber keine weiteren Details.“ (Vp 4, Bewertung 6)

„Also Spaß macht das nicht [zeigt auf Navigationssystem].“ (Vp 1, Bewertung 2)

Aufgrund der offenen Interviewform nannten die befragten Personen auch Situationen, in denen sie bewusst keine Sonderziele verwendet haben. Begründungen dazu sind in Anhang A, Tabelle A.4 zu finden. Sie gehen weitestgehend einher mit den negativen Bewertungen. Einige Personen gaben an, kein Vertrauen in die Sonderziel-Funktionen zu haben, andere nannten die gesellschaftliche Norm, die sie von der Verwendung der Sonderziele außerhalb des Fahrzeuges abgehalten haben.

Anzumerken ist an dieser Stelle auch, dass neun der 20 Befragten freiwillig, ohne eine konkrete Frage des Interviewers, angaben, eher selten Sonderziele zu verwenden.

„Da ich diese Sache mit den Points-of-Interest wirklich nicht häufig benutze, spielt das auch keine große Rolle.“ (Vp 7)

### Zukünftige Funktionen

Zuletzt wurden die Versuchspersonen nach zukünftigen Sonderziel-Funktionen gefragt, die sie sich auf ihrem Navigationssystem wünschen. Die  $N = 36$  Nennungen wurden in neun Kategorien in Anhang A, Tabelle A.5 kodiert. Neben einer personalisierten Anpassung wurde auch eine allgemeine Filterung von Sonderzielen gewünscht. Diese sollte nicht die persönlichen Eigenschaften der Benutzer verwenden, sondern generelle Kriterien, wie bei Top-10 Listen.

Zusätzliche wurde der Wunsch nach einer personalisierten Anpassung von Sonderzielen in drei Kategorien unterteilt. Tabelle 3.6 zeigt, dass eine automatische sowie eine manuelle Anpassung der Sonderziellisten gleichermaßen gewünscht wurde.

„Auch dass es Vorschläge macht. [...] dass es sich mit dem Auto zusammen ausdenkt, wo man so hin will. Dass es nicht nur beachtet, wo man selbst hin will, sondern auch, was für eine Persönlichkeit man ist und da auch Vorschläge macht.“ (Vp 17)

„ [...] wenn ich wieder irgendwo anders unterwegs bin [...] und ich möchte vielleicht mal eine kleine, gemütliche Jazz-Kneipe haben, dann wäre das schön, wenn die Navigation mir entsprechend welche raussucht. Wenn ich das über ein bestimmtes Eingabeformat sagen könnte [...]. Und dann kann ich halt entsprechend auswählen, welche Kneipe, und mir da ein paar detaillierte Informationen rüberholen.“ (Vp 7)

Ein weiterer Wunsch bestand darin, die Bedienelemente für die einzelnen Sonderziel-Funktionen selbst anordnen zu können.

Tabelle 3.6: Kategorisierung der gewünschten Personalisierungen von Sonderzielen

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Automatisch personalisierte Sonderzielempfehlung	System empfiehlt automatisch ein oder mehrere Sonderziele, die den aktuellen Bedürfnissen und Präferenzen des Benutzers entsprechen	42.9
Manuell anpassbare Sonderzielauswahl	Möglichkeit des Benutzers über Filter die Anzahl an Sonderzielen selbstständig einzugrenzen und an eigene Bedürfnisse und Präferenzen anzupassen	42.9
Manuell anpassbares Menü	Möglichkeit des Benutzers, Einträge im Menü der Sonderziel-Funktionen selbstständig an bevorzugte Anordnung anzupassen	14.2

Anmerkungen.<sup>a</sup> Insgesamt wurden  $N_{persWünsche} = 7$  Personalisierungsmöglichkeiten gewünscht.

## 3.4 Diskussion

### 3.4.1 Nutzungskontext von Sonderzielen im Fahrzeug

Mit Hilfe der vorgestellten Ergebnisse lassen sich relevante Merkmale des Nutzungskontextes von Sonderzielen, ergänzend zu den beschriebenen generellen Merkmalen des Nutzungskontext im Fahrzeug (Kapitel 2.2), beschreiben. Einige dieser Merkmale nehmen zudem möglicherweise Einfluss auf die Akzeptanz und die Unterstützungsleitung von Assistenzsystemen zur personalisierten Optionsauswahl und werden in Kapitel 4.1 nochmals mit Hypothesen dargestellt. Um die Merkmale zu strukturieren, wurden wieder die Merkmalsklassen nach DIN EN ISO 9241-11 (1999) herangezogen.

#### Benutzer von Sonderzielen

Den Ergebnissen der Interviews zufolge waren die Benutzer der Sonderziele Fahrer und eventuell vorhandene Mitreisende. Wenn im Fahrzeug ein Beifahrer vorhanden war, übernahm dieser oftmals die Bedienung der Sonderziel-Funktionen des Navigationssystems. Fahrer und Mitreisende agierten bei der Auswahl eines Sonderziels im Team und teilten die Aufgaben untereinander auf, z.B. übte der Fahrer die Fahraufgabe aus und übernahm der Beifahrer die Sonderzielauswahl. Außerdem wurden bei Auswahlentscheidungen auch die Interessen der Mitreisenden berücksichtigt.

Die Wichtigkeit von affektiven Merkmalen bei der Beurteilung, wie der Spaß beim Auswählen, Stöbern bzw. Erkunden der Sonderzielsammlung wurde in den Bewertungen der Sonderziele deutlich. Einigen befragten Personen bereitet es Freude, sich über längere Zeiträume mit Sonderzielauswahlaufgaben zu beschäftigen. Sie überlegten vorab, welche Sonderziele besonders geeignet wären, wogen eigene und fremde Interessen

gegeneinander ab und suchten nach Argumenten für bzw. gegen ein Sonderziel. Anderen hingegen bereitete die längere Beschäftigung mit solchen „Denkaufgaben“ keinen Spaß. Diese Ergebnisse deuten möglicherweise auf einen Einfluss des Personenmerkmals Need-for-Cognition (NFC) hin. Personen mit einem hohen NFC haben Spaß an Denkprozessen, betreiben einen höheren Aufwand bei Informationsverarbeitungsprozessen und schätzen ihre eigenen kognitiven Fähigkeiten positiver ein als Personen mit einem niedrigen NFC (Bless, Wänke, Bohner, Fellhauer & Schwarz, 1994). Felfernig und Burke (2008) kamen zu dem Schluss, dass NFC möglicherweise Einfluss auf den Entscheidungsprozess nimmt und empfehlen die Berücksichtigung bei der Entwicklung von Empfehlungssystemen.

Weiterhin haben die Versuchspersonen das Vertrauen und das Gefühl nach Sicherheit in ihren Bewertungen hervorgehoben. Falls ein Fahrer in einer Situation eine Aufgabe aus eigener Kraft nicht lösen konnte, waren immer noch die Sonderziel-Funktionen vorhanden, auf die als Hilfsmittel zurückgegriffen werden konnte. Allerdings waren auch Versuchspersonen vorhanden, die angaben, kein Vertrauen in die Sonderziel-Funktionen zu haben. Die negativ bewertete Bedienbarkeit und die geschilderte Ablenkung vom Verkehrsgeschehen bei der Verwendung von Sonderzielen während der Fahrt deuten darauf hin, dass die kognitiven Kapazitäten der Personen nicht ausreichen, um die Aufgaben mit den gegebenen Arbeitsmitteln zu bearbeiten. Dies geht einher mit den in Kapitel 2.3 vorgestellten empirischen Befunden. Außerdem spielt die Bereitschaft des Benutzers finanzielle Mittel für Sonderziele aufzuwenden und vorhandene Ortskenntnisse, eine Rolle. Andere Personenmerkmale, die Einfluss auf die Verwendung und Beurteilung von Assistenzsystemen haben können, wurden bereits in Kapitel 2.2 erläutert.

### **Aufgaben bei der Verwendung von Sonderzielen**

Mit dem Lösen der verschiedenen Aufgaben verfolgten die Versuchspersonen unterschiedliche Ziele. Beim Auswählen eines Sonderziels bestand ein Teilziel im sofortigen oder späteren Ansteuern des Sonderziels. Dieses Ziel resultierte aus fahrzeugspezifischen Erfordernissen und/oder aus Bedürfnissen einzelner oder mehrerer Personen, z.B. „Hunger stillen“ oder den „Tank füllen, um den Wohnort zu erreichen“. Teilweise wurden eigentliche Ziele auch zugunsten anderer Ziele aufgeben bzw. verschoben, z.B. wenn eine Hotelübernachtung als Zwischenstopp eingefügt wurde.

Bei der Aufgabe „Auswahlentscheidung treffen“ verwendeten die Versuchspersonen Sonderziele zur Unterstützung der 5. Handlungsphase „Entscheidung und Aktionsauswahl“, entsprechend der Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005). Diese Phase überschneidet sich mit der darauf folgenden Handlungsphase Aktionsdurchführung. Beispielsweise werden Sonderziele hinsichtlich der Auswahlkriterien verglichen, es wird eine Entscheidung über eine Option getroffen und diese anschließend in die Route eingebunden. Welche Auswahlkriterien verwendet wurden, hing mit der auszuwählenden Sonderzielart zusammen. So erfolgte die Auswahl einer Tankstelle vorwiegend nach relativ konstanten Merkmalen (z.B. benötigte Kraftstoffart, Lage, Preis). Bei der Auswahl

eines Restaurants wurden jedoch zu den konstanten Merkmalen auch zahlreiche dynamische Merkmale der Personen (z.B. aktuelle Vorliebe, Geschmacksrichtung) hinzugezogen. Entscheidungen wurden auch intuitiv, aus dem Bauch heraus, getroffen, z.B. bei der Wahl eines Cafés. Der Prozess des Sonderzielauswählens konnte zudem über längere Zeiträume hinweg unterbrochen sein, wenn das Vorgehen z.B. eher planerisch war und Sonderziele erst später angesteuert wurden. Weiterhin sind zeitliche Merkmale bei der Aufgabendurchführung relevant. Einige Versuchspersonen berichteten hier von Situationen, in denen sie schnell (unter Zeitdruck) ein Sonderziel finden mussten. Sowohl Zeitdruck als auch mögliche Interessenkonflikte zwischen den Personen können die Schwierigkeit der Aufgabe erhöhen. Besonders charakteristisch für diese mobile Nutzungssituation war das vorwiegend spontane Vorgehen der Personen und das unmittelbare Ansteuern des Sonderziels.

Bei der Aufgabe „Sonderziel eingeben“ hingegen beschrieben die Versuchspersonen Situationen, in denen sie Sonderziele zur Unterstützung der 6. Handlungsphase „Aktionsdurchführung“, der Taxonomie für Assistenzsysteme verwendeten. Die Personen nutzten in diesen Situationen Sonderziele, um z.B. die Adresseingabe zu verkürzen. Bei einigen Geräten erschien es den Versuchspersonen einfacher, das gewünschte Ziel als Sonderziel auszuwählen als die komplette Adresse einzugeben. Das Teilziel der Versuchspersonen war hier eine effiziente und effektive Bedienung des Navigationssystems.

Beim Stöbern durch die Sonderzielsammlung bestanden Ziele u.a. darin, unterhalten zu werden, Zeit zu vertreiben, Informationen über die Umgebung zu erhalten oder neue Ziele entsprechend der Handlungsphase „Aktivation, Motivation und Zielbildung“ zu bilden. Hier werden Informationen über Handlungsoptionen gesammelt, indem das Angebot explorativ erkundet wird. Dadurch können neue Ziel aktiviert oder bestehende Ziele verstärkt werden. Ein solches Verhalten lässt sich auch mit dem Stöbern im Internet, z.B. bei Onlineversandhäusern, vergleichen.

Eine eindeutige Zuordnung der Aufgabe „Auswahlentscheidung treffen“ in eine der drei Ebenen der Aufgabepriorität nach Geiser (1985) und Bubb (2003) ist nicht möglich. Findet die Verwendung von Sonderzielen im fahrenden Fahrzeug statt, kann die Sonderzielverwendung im Sinne der Bedienung des Fahrerinformationssystems oder der Unterhaltung während der Fahrt als Tertiäraufgabe gesehen werden. Ebenso ist es möglich, die Aufgabe „Auswahlentscheidung treffen“ auf die Ebene „Navigation“, also der Primäraufgabe, zuzuordnen. Findet die Verwendung im parkenden Fahrzeug statt oder ist der Beifahrer Operateur des Navigationssystems, so kann sie ebenfalls eine Primäraufgabe sein. Die Zuordnung der Aufgabe ist folglich immer abhängig vom jeweiligen Nutzungskontext. Die Anforderungen an Assistenzsysteme, die sich daraus ergeben, sind demnach ebenfalls unterschiedlich. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Unterstützung von Aufgaben aus der Handlungsphase „Entscheidung und Aktionsauswahl“ bei zeitgleicher Fahrzeugführung durch den Fahrer.

### Arbeitsmittel bei Sonderzielverwendung

Als Arbeitsmittel bzw. Hilfsmittel verwendeten die Versuchspersonen ihr Navigationssystem mit den entsprechenden Sonderziel-Funktionen. Wurden Sonderziel-Auswahllisten oder die Darstellung der Sonderziele in einer Karte zum Treffen einer Auswahlentscheidung verwendet, entsprachen diese Funktionen nach der Taxonomie für Assistenzsysteme überwiegend der *Angebotsassistentz*. Dies hängt natürlich auch von der jeweiligen Realisierung im Navigationssystem ab. Die Sonderziel-Auswahlliste ermöglichte dem Benutzer, über Sonderziel-Kategorien grob zu selektieren, um was für eine Art Sonderziel es sich handelte. Anschließend erhielt der Benutzer eine Liste von Sonderzielen dieser Art in seiner Umgebung, die zumeist nach Entfernung sortiert war. Diese Liste konnte sich über mehrere Seiten erstrecken. Bei der Kartendarstellung war das Vorgehen ähnlich. Hier konnte der Benutzer vorab festlegen, welche Kategorien von Sonderzielen in der Karte symbolisch dargestellt werden sollten. Durch die Wahl des Kartenausschnittes konnte die Optionsmenge weiter eingeschränkt werden.

Allerdings wurde in den beschriebenen Aufgaben der Personen auch deutlich, dass diese Funktionen nicht nur zur Unterstützung von Auswahlentscheidungen verwendet wurden, sondern auch um die Aktionsdurchführung zu erleichtern, z.B. die Adresseingabe in das Navigationssystem zu verkürzen oder neue Ziele zu aktivieren. Wie in der Taxonomie für Assistenzsysteme veranschaulicht wurde, gibt es dafür jedoch gesonderte Funktionen, z.B. die Shortcut-Assistentz zur verkürzten Eingabe oder die Aktivierungsassistentz zur Aktivierung neuer Ziele. Hier liegen möglicherweise Mängel bei der benutzerfreundlichen Gestaltung vor. Eine Klassifikation der Sonderziel-Auswahlliste und der Sonderziel-Kartendarstellung mit der Taxonomie für Assistenzsysteme ist daher nur beschränkt möglich.

Wie die negativen Bewertungen der Sonderzielfunktionen zeigten, reichen die bisherigen Funktionen bereits bei der jetzigen Optionsmenge nicht aus, um den Fahrer bei der Sonderzielauswahl angemessen zu unterstützen. Die Verwendung während der Fahrt kann ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen. Die Funktionen wurden teilweise zwar als nützlich eingestuft, waren aber nicht einfach zu bedienen, u.a. durch zu viele Handlungsoptionen und zu viele Kategorien. Es wurden sogar einige Situationen geschildert, in denen das gewünschte Ziel (die Auswahl eines Sonderziels) mit den vorhandenen Assistenzarten nicht erreicht werden konnte. Außerdem wurde in den negativen Bewertungen deutlich, dass die Versuchspersonen mit dem Informationsgehalt der Sonderziele, der Aktualität der Informationen und der Korrektheit ebenfalls unzufrieden waren. Der Unterstützungsbedarf bei der Sonderzielauswahl ist folglich hoch.

### Nutzungsumgebung von Sonderzielen

Die physikalische Umgebung bei der Verwendung von Sonderzielen war zumeist das Fahrzeug. Teilweise wurden Sonderziele auch außerhalb des Fahrzeuges verwendet. Im

Bereich der technischen Umgebung zeigten sich einige relevante Merkmale des Navigationssystems, die sich auf die Nutzung und Beurteilung von Sonderzielen auswirken können, z.B. mobiles oder fest eingebautes System, verfügbare Funktionen und enthaltene Informationen. Im Bereich der sozialen Umwelt zeigte sich in den Begründungen, warum Sonderziele nicht verwendet wurden, dass Mitreisende Einfluss auf die Sonderzielverwendung des Fahrers nehmen können, z.B. indem Bezugspersonen die Verwendung ablehnen.

### 3.4.2 Assistenzarten zur personalisierten Sonderzielauswahl

Anhand der identifizierten Merkmale des Nutzungskontextes und den Wünschen der Versuchspersonen bzgl. zukünftiger Sonderziel-Funktionen lassen sich mögliche Assistenzarten, die zur personalisierten Optionsauswahl in Frage kommen, identifizieren (Forschungsfrage  $F_2$  und  $F_3$ ). In den Wünschen der befragten Personen wurde deutlich, dass sowohl eine adaptierbare als auch eine adaptive Anpassung gefordert wurde. Diese sollten als adaptierbare Filterassistenz oder als adaptive Filter-, Vorschlags- oder auch Delegationsassistenz innerhalb eines Assistenzsystems auftreten. In den Wünschen der Personen wurde sowohl ein proaktives als auch ein reaktives Verhalten durch das Assistenzsystem beschrieben.

Wird die Auswahlentscheidung als Nebenaufgabe durch den Fahrer im fahrenden Fahrzeug durchgeführt, werden adaptive Assistenzarten, die die Optionsmenge auf ein überschaubares Maß einschränken (*Filterassistenz*) bzw. nur noch eine Option bereitstellen (*Vorschlagsassistenz*) und auch noch Unterstützung bei der Aktionsdurchführung anbieten (*Delegationsassistenz*), als besonders geeignet erachtet. Insbesondere die Delegationsassistenz kann theoretisch einen sehr hohen Unterstützungsgrad anbieten, so dass der Fahrer noch ausreichend kognitive Kapazitäten für die Fahraufgabe zur Verfügung hat. Die adaptierbare Filterassistenz hingegen bietet einen eher geringen Unterstützungsgrad. Der Fahrer müsste hier in Abhängigkeit von der Realisierung viele Teilaufgaben selbst durchführen, z.B. die Eingabe von Präferenzen über Filterkriterien. Andere Assistenzarten wie Übernahme- oder Ausführungsassistenzen wurden in den Wünschen der Versuchspersonen nicht beschrieben und werden daher nicht weiter betrachtet.

Wie in Kapitel 2.3 und 2.4 gezeigt wurde, kann anhand der bisherigen Untersuchungen noch keine klare Aussage zur Unterstützungsleistung und zur Akzeptanz der Assistenzarten zur Unterstützung von Nebenaufgaben im Fahrzeug getroffen werden. Kolrep et al. (2003) kamen in ihren Untersuchungen jedoch ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Adaption von Assistenzsystemen im Fahrzeug zur Unterstützung von Nebenaufgaben vielversprechend erscheint. In den negativen Bewertungen der Interviews wurde jedoch auch eine Meinung geäußert, in der sich eine befragte Person bereits durch die eingeschränkte Menge an Sonderzielen, die grundsätzlich auf seinem Navigationssystem verfügbar war, in der Handlungsfreiheit eingeschränkt fühlte. Eine zusätzliche Reduzierung der Optionsmenge durch Filter- oder Delegationsassistenzen, könnte bei solchen Benutzern zu

Akzeptanzproblemen führen.

Zahlreiche Merkmale des Nutzungskontextes (z.B. einfache Bedienbarkeit, Nützlichkeit, Spaß, subjektive Norm, wahrgenommene Kontrolle), die hier beschrieben wurden und die Einfluss auf die Beurteilung sowie die Nutzung von Sonderziele nehmen können, sind auch Prädiktoren im Akzeptanz-Modell nach Rothensee (2010). Dies bestätigt, die Vorgehensweise dieser Arbeit, das Modell zur Akzeptanz-Untersuchung heranzuziehen. Weiterhin werden die Merkmale des Nutzungskontextes von Sonderzielen als Grundlage für die Formulierung von realistischen Nutzungsszenarien in den folgenden Studien verwendet.

Eine Einschränkung der Ergebnisse dieser Studie liegt in den unterschiedlichen Navigationssystemen der Versuchspersonen. Diese verfügten teilweise über verschiedene Sonderzielfunktionen, welches sich auf die Bewertung und die verwendeten Funktionen auswirken kann. Einige Geräte verfügten bspw. über keine Kartendarstellung oder Suchfunktionen. Andere Geräte gliederten die Sonderziele in zahlreiche Kategorien und Subkategorien, welches eine negative Bewertung der einfachen Bedienbarkeit erklären kann. Eine weitere Limitation liegt in der Methodik der Studie, bei der die Versuchspersonen lediglich von Erlebnissen berichteten. Eine Feldbeobachtung kann hier möglicherweise mehr Erkenntnisse liefern, ist allerdings auch zeitaufwändiger.

Welche der Assistenzarten in verschiedenen Nutzungssituationen tatsächlich akzeptiert werden und welche die höchste Unterstützung bieten, wird in den folgenden Studien dieser Arbeit untersucht. Dabei werden die in Tabelle 3.7 dargestellten Assistenzarten mit verschiedenen Anpassungsformen näher erforscht. Da Vorschlags- und Delegationsassistenz sehr ähnlich sind und nicht alle Kombinationen aus Anpassungsform und Assistenzart im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden können, wurde die Delegationsassistenz aufgrund ihres höheren Assistenzgrads weiter betrachtet. Eine Kombination von einer adaptierbaren Anpassungsform und der Delegationsassistenz wurde nicht untersucht. Der hohe Assistenzgrad wäre durch die manuelle Eingabe von Auswahlkriterien wieder reduziert worden. Der Assistenzgrad sollte jedoch von Stufe zu Stufe zunehmen, was von der adaptierbaren Filterassistenz bis zu adaptiven Delegationsassistenz zutrifft. Die Initiative (reaktiv) der untersuchten Assistenzarten wurde konstant gehalten.

Tabelle 3.7: Übersicht der untersuchten Assistenzarten der Dissertation

Anpassung	Assistenzart	Bsp. Sonderziele
adaptierbare	Filterassistenz	Filtiert, basierend auf eingegebener Kraftstoffart und max. Umweg, fünf Tankstellen aus
adaptive	Filterassistenz	Filtiert, basierend auf automatisch ermittelter Kraftstoffart und max. akzeptierten Umweg, fünf Tankstellen aus
adaptive	Delegationsassistenz	Filtiert, basierend auf benötigter Kraftstoffart und akzeptierten Umweg eine Tankstelle aus und steuert diese nach Bestätigung der Zielländerung im Navigationssystem durch den Fahrer an

# 4 Untersuchungen zur Akzeptanz verschiedener Assistenzarten im Fahrzeug

## 4.1 Fragestellung und Hypothesen

Die Fragestellungen und Hypothesen zur folgenden Szenariobefragung ergeben sich aus den Ergebnissen der theoretischen Betrachtung in Kapitel 2 und der vorgestellten explorativen Studie in Kapitel 3.

F<sub>4</sub>: Welche Assistenzart wird im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext am ehesten akzeptiert?

F<sub>5</sub>: Wie wirken die Merkmale Need-for-Cognition, Art der Auswahlkriterien, Zeitdruck und Aufgabenschwierigkeit der Haupt- sowie der Nebenaufgabe auf die Akzeptanz und die Akzeptanz-Prädiktoren der einzelnen Assistenzarten?

Untersucht werden die vorgestellten Assistenzarten zur personalisierten Optionsauswahl adaptierbare Filterassistentz, adaptive Filterassistentz und adaptive Delegationsassistentz (siehe Kapitel 3.4).

Entsprechend der Forschungsfrage F<sub>5</sub> ergeben sich die im Folgenden vorgestellten Hypothesen zum Einfluss der Nutzungskontextmerkmale auf die Akzeptanz der Assistenzarten. Die Auswirkung der Merkmale auf die Akzeptanz-Prädiktoren wird explorativ untersucht.

### **Auswirkung des Personenmerkmals Need-for-Cognition**

Wie in Kapitel 3.4 bereits diskutiert wurde, hat der NFC möglicherweise Einfluss auf die Akzeptanz der Assistenzarten. Hohe Assistenzgrade wie die Filter- oder Delegationsassistentz nehmen dem Fahrer große Teile der „Denkaufgabe“ durch die automatische Empfehlung ab. Es ist möglich, dass Personen mit einem hohen NFC daher eher niedrige Assistenzgrade akzeptieren, da hier das Bedürfnis nach Kognition stärker befriedigt wird. Personen mit einem niedrigen NFC bevorzugen hingegen höhere Assistenzgrade, da diese nur wenig Spaß beim Lösen von „Denkaufgaben“ empfinden.

H<sub>1.1</sub>: Wenn Benutzer einen hohen NFC aufweisen, ist die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistentzen höher als die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistentzen.

H<sub>1,2</sub>: Wenn Benutzer einen niedrigen NFC aufweisen, ist die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen geringer als die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistenzen.

### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Art der Auswahlkriterien**

In den qualitativen Interviews in Kapitel 3 wurden Unterschiede in der Verwendung von Auswahlkriterien für Sonderziele deutlich. Die Auswahl einer Tankstelle erfolgte vorwiegend nach konstanten Merkmalen, während für die Auswahl eines Restaurants auch zahlreiche dynamische Merkmale der Personen hinzugezogen wurden. Bei adaptiven Assistenzsystemen müssen diese Merkmale zur Bildung von Benutzerprofilen verwendet werden, mit deren Hilfe anschließend Empfehlungen gegeben werden können. Hierbei kann die Verwendung von Benutzerprofilen aus vielen dynamischen personenbezogenen Merkmalen zur Generierung einer Empfehlung zu Akzeptanzproblemen führen. Westerink, Bakker, De Ridder und Siepe (2002) konnten nachweisen, dass Benutzer Assistenzfunktionen, die Benutzerprofile aus persönlichen Präferenzen bilden, ablehnen, da sie dem System nicht zutrauen, sich ständig an aktuelle Präferenzen zu adaptieren. Bei adaptiven Systemen zur Empfehlung von Restaurants bspw. müssen Benutzerprofile laufend aktualisiert werden, da die personenbezogenen Merkmale sich ständig ändern. Hingegen ändern sich Eigenschaften des Fahrzeuges, wie die benötigte Kraftstoffart, die im festeingebauten Fahrzeugnavigationssystem gespeichert werden kann, eher selten.

H<sub>2,1</sub>: Wenn adaptive Filter- und Delegationsassistenzen zum automatischen Filtern einer Optionsmenge überwiegend dynamische personenbezogene Merkmale verwenden, ist die Akzeptanz dieser Assistenzarten geringer als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

H<sub>2,2</sub>: Wenn adaptive Filter- und Delegationsassistenzen zum automatischen Filtern einer Optionsmenge überwiegend konstante Merkmale verwenden, ist die Akzeptanz dieser Assistenzarten höher als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

Weiterhin soll der Einfluss der Aufgabenschwierigkeit auf die Akzeptanz der Assistenzarten untersucht werden. Hierzu wird die Schwierigkeit durch unterschiedliche Merkmale des Nutzungskontextes sowohl in der Hauptaufgabe als auch in der Nebenaufgabe erhöht. Stellt ein Benutzer fest, dass mit geringer Unterstützung durch ein Assistenzsystem Aufgaben nur schlecht oder mit hohem Aufwand verbunden gelöst werden können, ist es daher naheliegend anzunehmen, dass dieser dann eher bereit ist, höhere Assistenzgrade zu akzeptieren. In Kapitel 2 wurde bereits eine Studie von Meschtscherjakov et al. (2009) vorgestellt, die belegte, dass die Akzeptanz von höheren Assistenzgraden bei erhöhter Belastung durch Mehrfachaufgaben höher ist als bei niedrigen Assistenzgraden.

### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Zeitdruck**

Plociennik, Wandke und Kirste (2010) konnten zudem nachweisen, dass Zeitdruck und das Vorhandensein einer Zweitaufgabe im Vergleich zu kein Zeitdruck und keine Zweitaufgabe im Bereich der Konferenztechnologie einen Einfluss auf die Akzeptanz hatten. Sie konnten nachweisen, dass die wahrgenommene Nützlichkeit von Assistenzsystemen bei Zeitdruck und Zweitaufgabe grundsätzlich höher bewertet wurde als in Situationen ohne Zeitdruck und ohne Zweitaufgabe. In den qualitativen Interviews dieser Arbeit wurden darüber hinaus vor allem Verwendungssituationen beschrieben, in denen spontan nach einem Sonderziel gesucht wurde und wenig Zeit vorhanden bzw. sogar Zeitdruck vorherrschte. In diesen Situationen war die Schwierigkeit im Vergleich zu Situationen, in denen „lediglich“ eine Mehrfachaufgabe bestand, nochmals erhöht. Adaptive Delegations- und Filterassistenzen werden in solchen Situationen möglicherweise eher akzeptiert als adaptierbare Filterassistenzen. Der Benutzer kann mit Hilfe eines höheren Assistenzgrades schneller eine Nebenaufgabe beenden und belegte kognitive Ressourcen stehen möglicherweise auch schneller wieder zur Bearbeitung der Hauptaufgabe zur Verfügung.

H<sub>3,1</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe hoher Zeitdruck vorliegt, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistenzen höher als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

H<sub>3,2</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe kein Zeitdruck vorliegt, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistenzen geringer als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Schwierigkeit der Hauptaufgabe**

Die von den Versuchspersonen in den qualitativen Interviews (Kapitel 3) als negativ empfundene Bedienbarkeit und Ablenkung vom Verkehrsgeschehen deutet auf eine hohe Belastung der kognitiven Ressourcen beim gleichzeitigen Ausüben der Fahraufgabe und der Sonderzielauswahlaufgabe hin. Wird die Belastung durch die Hauptaufgabe zusätzlich durch ein erhöhtes Gefahrenpotential in der Verkehrssituation (z.B. durch schlechte Sicht oder dichten Verkehr) erhöht, ist in diesen Situationen anzunehmen, dass adaptive Delegations- und Filterassistenzen eher akzeptiert werden als in Situationen mit niedriger Belastung durch ein niedriges Gefahrenpotential. Diese Assistenzarten bieten dem Fahrer eine stärkere Entlastung bei der Durchführung der Nebenaufgabe, so dass mehr Kapazitäten zur Durchführung der Hauptaufgabe vorhanden sind.

H<sub>4,1</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine hohe Schwierigkeit in der Hauptaufgabe vorliegt, verursacht durch ein hohes Gefahrenpotential, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistenzen höher als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

H<sub>4,2</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine geringe Schwierigkeit in der Hauptaufgabe vorliegt, verursacht durch ein geringes Gefahrenpotential, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistenzen geringer als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistenzen.

#### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Schwierigkeit der Nebenaufgabe**

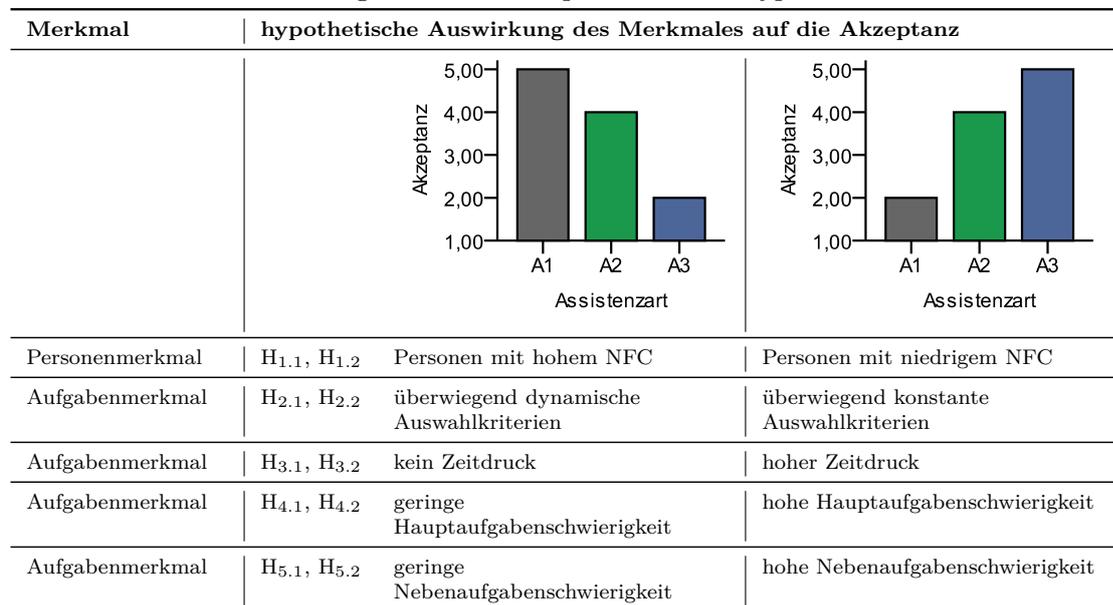
In den qualitativen Interviews wurde darüber hinaus deutlich, dass Mitreisende bei der Verwendung von Sonderzielen eine wichtige Rolle spielen. Wenn bei der Auswahl eines Sonderziels Interessenkonflikte zwischen den Reisenden vorhanden sind, ist der Aufwand und damit die Schwierigkeit für die Durchführung der Nebenaufgabe erhöht. In diesen Situationen muss der Fahrer erst einmal alle Interessen seiner Mitreisenden ermitteln, anschließend Kompromisse zwischen gegenläufigen Interessen aushandeln und zuletzt diese in Form von geeigneten Auswahlkriterien in das System (adaptierbare Filterassistentz) eingeben. Höhere Assistenzgrade, wie die adaptive Filter- und Delegationsassistentz, können diese Teilaufgaben übernehmen, indem sie die Präferenzen aller Fahrzeuginsassen automatisch ermitteln und eigenständig, die für alle beste Einstellung vornehmen und eine Art „Kompromiss-“Sonderziel vorschlagen. Der Aufwand des Fahrers wird dadurch deutlich verringert. Demnach müssten adaptive Delegation- und Filterassistentzen eher akzeptiert werden als adaptierbare Filterassistentzen.

H<sub>5,1</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine hohe Aufgabenschwierigkeit in der Nebenaufgabe durch Interessenkonflikte zwischen den Reisenden vorliegt, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistentzen höher als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistentzen.

H<sub>5,2</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine niedrige Aufgabenschwierigkeit vorliegt, verursacht durch keine Interessenkonflikte zwischen den Reisenden, ist die Akzeptanz adaptiver Filter- und Delegationsassistentzen geringer als die Akzeptanz adaptierbarer Filterassistentzen.

Abbildung 4.1 veranschaulicht nochmals graphisch die Wirkung der beschriebenen Merkmale in den Hypothesen auf die Akzeptanz der Assistenzarten. Da alle Hypothesen eine gleiche Auswirkung auf die Akzeptanz der Assistenzarten postulieren, ist lediglich eine Graphik, die für alle Merkmale des Nutzungskontextes gültig ist, dargestellt. Da keine Hypothesen zum Unterschied zwischen der adaptiven Filterassistentz und der Delegationsassistentz aufgestellt wurden, können die Balken für diese Assistenzarten auch vertauscht werden.

Abbildung 4.1: Postulierte Akzeptanz der Assistenzarten unter Variation der Merkmale des Nutzungskontextes entsprechend der Hypothesen



*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz. Die Balken zu A2 und A3 können in ihren Werten auch vertauscht werden, da hierzu keine Hypothesen aufgestellt wurden.

## 4.2 Methodisches Vorgehen

### 4.2.1 Methodik der Szenariobefragung

Zur Untersuchung der vorgestellten Forschungsfragen und Hypothesen wurde eine Szenariobefragung durchgeführt. Bei dieser Methodik werden den Versuchspersonen der Befragung Szenarien in schriftlicher Form als Stimulus dargeboten, nach denen sie eine Akzeptanz-Beurteilung treffen sollen. Ein Szenario ist in diesem Zusammenhang eine kurze Geschichte, die ein Ereignis beschreibt, in dem der Benutzer eine Aufgabe mit einem technischen System bearbeitet bzw. eine Abfolge von Aktivitäten durchführt. Das Szenario umfasst dabei eine Beschreibung des Umfeldes, der Akteure, der Ziele, der Aktionen und Ereignisse sowie der Auswirkung der Aktionen und Ereignisse auf die Ziele (Carroll, 1999). Die Vorteile dieser Methodik liegen in der einfachen und kostengünstigen Realisierbarkeit. Die Methodik ist insbesondere für zukünftige Systeme, die derzeit aus technischen Gründen noch nicht umsetzbar sind, geeignet, um erste Akzeptanzbeurteilungen durch die Benutzer zu erfassen (Nitschke, Ballegooy, Enge & Wandke, 2001; Rothensee, 2010). Problematisch ist jedoch, eine einheitliche Vorstellung bei allen Benutzern durch die Szenarien zu erzeugen. Dieses hängt auch mit der Fähigkeit des Benutzers, sich in eine Situation hineinzusetzen, zusammen.

Um den beschriebenen Problemen der Szenariobefragung entgegen zu wirken, wurden in dieser Studie sowohl schriftliche Szenarien als auch Screenshots zu den einzelnen

Assistenzarten verwendet. Außerdem wurde wie auch bei Rothensee (2010) die Kontrollvariable *Szenariorealismus* eingeführt, die erfassen sollte, wie gut eine Person sich in die Szenarien hineinversetzen konnte.

#### 4.2.2 Szenarien als Stimulus

Ausgehend von dem in der ersten Studie ermittelten Nutzungskontext wurden, den Forschungsfragen und Hypothesen entsprechend, Zukunftsszenarien erstellt. Der Entwicklungs- und Evaluierungsprozess der Szenarien ist in Anhang B.1, Tabelle B.1 dargestellt und beschrieben. Bei der Formulierung der Szenarien wurde darauf geachtet, diese möglichst neutral zu halten (gleiche Anzahl von Vor- und Nachteilen) und eine einfache Sprache zu verwenden. Alle Szenarien beinhalteten eine Beschreibung der Nutzungsumgebungen, der beteiligten Personen, der Ereignisse, der Ziele und der Aktivitäten sowie eine Beschreibung der Assistenzarten und der Interaktion mit dem System. Medien und Modalitäten der Assistenzarten wurden über alle Szenarien konstant gehalten. In den einzelnen Szenarien waren, den Hypothesen entsprechend, unterschiedliche Merkmale des Nutzungskontextes und verschiedene Assistenzarten beschrieben. Beispielsweise beinhaltete ein Szenario die Auswahl eines Sonderziels mit der Delegationsassistentz unter Zeitdruck, ein anderes beschrieb die Sonderzielauswahl mit der Delegationsassistentz in einer Verkehrssituation mit erhöhtem Gefahrenpotential. Außerdem wurde für jede Assistenzart zu den jeweiligen Szenarien ein Screenshot erstellt, der die Benutzeroberfläche des Systems veranschaulichte.

Das Ergebnis des Szenario-Entwicklungsprozesses waren 15 gebildete Zukunftsszenarien (siehe Anhang B, Kap. B.2). Da die Faktoren Merkmale des Nutzungskontextes und Assistenzart variiert wurden, umfasste ein Szenario die Beschreibung der Verwendung je einer Assistenzart in einem Nutzungskontext. Um die Anzahl der Szenarien gering zu halten, wurden die Nutzungskontexte kombiniert (siehe Tab. 4.1). Nutzungskontext 1 beschrieb eine Verwendungssituation, in der überwiegend dynamische Merkmale als Auswahlkriterien verwendet wurden. Zur Beantwortung von  $H_{2.1}$  und  $H_{2.2}$  wurde Nutzungskontext 2, eine Verwendungssituation mit konstanten Merkmalen als Auswahlkriterien, formuliert. Nutzungskontext 1 und 2 beschrieben zudem Situationen ohne Zeitdruck, mit geringer Hauptaufgabenschwierigkeit und geringer Nebenaufgabenschwierigkeit. Die Nutzungskontexte 3 (hoher Zeitdruck) und 4 (hohe Hauptaufgabenschwierigkeit) dienten der Beantwortung von  $H_{3.1}$  und  $H_{3.2}$  sowie  $H_{4.1}$  und  $H_{4.2}$ , hierzu wurde Nutzungskontext 2 als Kontrollsituation herangezogen. In diesem Nutzungskontext wurden ebenfalls konstante Merkmale als Auswahlkriterien verwendet. Zur Prüfung von  $H_{5.1}$  und  $H_{5.2}$  wurde Nutzungskontext 5, eine Situation mit hoher Nebenaufgabenschwierigkeit, formuliert. Die Kontrollsituation hierfür war Nutzungskontext 1.

Tabelle 4.1: Übersicht der Variation der Merkmale des Nutzungskontextes, Szenario-befragung

Merkmal	Nutzungskontexte				
	Kontext 1	Kontext 2	Kontext 3	Kontext 4	Kontext 5
Auswahlkriterien	dynamisch	konstant	konstant	konstant	dynamisch
Zeitdruck	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Hauptaufgabenschwierigkeit	gering	gering	gering	hoch	gering
Nebenaufgabenschwierigkeit	gering	gering	gering	gering	hoch

### 4.2.3 Variablen und Messinstrumente

In der Studie wurde der Einfluss der bereits beschriebenen Faktoren Assistenzart und Merkmale des Nutzungskontextes auf die folgenden abhängigen Variablen untersucht (siehe Tab 4.2).

Zur Messung der beschriebenen Akzeptanz in den Hypothesen wurde die in Kapitel 2.4 vorgestellte *Verhaltensintention zur Nutzung (BI)* aus dem UbiTAM verwendet. Außerdem wurden die Prädiktoren der Verhaltensintention *wahrgenommene Nützlichkeit (USF)*, *wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (EOU)*, *affektive Bewertung (AFF)*, *wahrgenommene Kontrolle (CTR)*, *Risiko (RISK)*, *Vertrauen (TR)*, *subjektive Norm (SN)* und der *generelle Wunsch nach Kontrolle (DC)* aus dem UbiTAM erfasst. Die Items der einzelnen Skalen sind in Anhang B.3, Tabelle B.2 zu finden. Insgesamt umfasste der Akzeptanzfragebogen 33 Items. Alle Items sowie eventuelle Hinweise zu deren Bearbeitung wurden hinsichtlich ihrer Formulierung an den jeweiligen Nutzungskontext und die Assistenzart angepasst.

Außerdem wurden die Kontrollvariablen *Alter*, *Geschlecht* und *jährliche Fahrleistung* erfasst (siehe Kapitel 2.2). Die Kontrollvariable *Kontrollüberzeugung im Umgang mit neuen Technologien* aus dem UbiTAM wurden zusätzlich mitgeführt (siehe Anhang B.3, Tab. B.3). Außerdem wurden die Kontrollvariablen *Technologieaffinität* der Personen mit dem TA-EG nach Karrer et al. (2009), welche bereits in Kapitel 2.2 beschrieben wurde, und der *Szenariorealismus* mit der Subskala Realitätsurteil des iGroupe Presence Questionnaire (IPQ) nach Schubert (2003) erfasst.

Der TA-EG umfasste vier Subskalen, die unterschiedliche Facetten der Technologieaffinität beachteten: Technikbegeisterung, Kompetenz im Umgang mit Technik, positive Technikfolgen und negative Technikfolgen (Karrer et al., 2009) (siehe Anhang B.3, Tab. B.4).

Der IPQ wurde entwickelt, um das Präsenzerleben eines Benutzers in virtuellen Realitäten zu erfassen (Schubert, 2003). Dieses Präsenzerleben beschreibt, wie stark ein Benutzer das Gefühl hat, tatsächlich in einer virtuellen Realität zu interagieren. Der IPQ umfasst dabei ebenfalls mehrere Facetten: räumliche Präsenz, Involviertheit und Realitätsurteil (Schubert, 2003). Für die vorliegende Untersuchung wurde lediglich die

Subskala Realitätsurteil verwendet, da die anderen Subskalen vorwiegend für virtuelle Realitäten und weniger für schriftliche bzw. bildliche Stimuli geeignet waren (siehe Anhang B.3, Tab. B.5). Außerdem konnte Rothensee (2010) in seinen Untersuchungen nachweisen, dass lediglich die Subskala Realitätsurteil Einfluss auf die Akzeptanzbewertung nahm.

Zur Untersuchung von  $H_{1.1}$  und  $H_{1.2}$  wurde das Engagement und die Freude bei Denkaufgaben einer Person über die Kurzskalen zum *Need-for-Cognition* nach Bless et al. (1994) ermittelt (siehe Anhang B.3, Tab. B.6). Alle verwendeten Instrumente zur Erfassung der Kontrollvariablen erwiesen sich als reliabel und valide (Karrer et al., 2009; Schubert, 2003; Bless et al., 1994).

Tabelle 4.2: Übersicht der Variablen, Szenariobefragung

Unabhängige Variablen	Abhängige Variablen	Kontrollvariablen
Assistenzart	Verhaltensintention	Alter
Merkmale des Nutzungskontextes	Benutzerfreundlichkeit	Geschlecht
	Nützlichkeit	jährliche Fahrleistung
	affektive Bewertung	Szenariorealismus
	wahrgenommene Kontrolle	Kontrollüberzeugung
	Risiko	Technologieaffinität
	Vertrauen	Need-for-Cognition
	subjektive Norm	
	Wunsch nach Kontrolle	

#### 4.2.4 Versuchsplan und -ablauf

Um den beschriebenen Hypothesen und Fragestellungen nachzugehen, wurden zwei Befragungen realisiert. Zunächst wurde eine online-basierte Szenariobefragung durchgeführt, deren Ergebnisse anschließend mit Hilfe einer „Paper & Pencil“-Befragung validiert wurden. An dieser Stelle wird zunächst auf die online-basierte Szenariobefragung eingegangen. In Kapitel 4.4 wird dann die Ergänzungsstudie vorgestellt.

Die erste Befragung erfolgte als Online-Szenariobefragung. Der Online-Fragebogen wurde über eine Lizenz der Humboldt-Universität mit EFS-Survey von Globalpark erstellt und auf deren Servern angelegt. Neben den Szenarien wurde auch der Online-Fragebogen hinsichtlich der Usability und der benötigten Bearbeitungszeit mit  $N = 82$  Personen evaluiert. Die Versuchspersonen wurden über Internetforen mit fahrzeugbezogenem Hintergrund und Mailing-Listen rekrutiert. Hier kritisierten die Befragten, dass die Befragung bereits mit zwei bzw. drei Szenarien pro Person zu lange dauerte und die wiederholte Beantwortung des Akzeptanzfragebogens „eintönig“ sei. In der Hauptstudie wurde daher ein zweifaktorieller Versuchsplan mit between-groups Design für die Faktoren Nutzungskontext (fünf-stufig) und Assistenzart (drei-stufig) gewählt, bei dem jede Versuchsperson nur eine Nutzungssituation und eine Assistenzart dargeboten bekam. Die Personen wurden jeweils zufällig einem der 15 Szenarien zugeordnet.

Der Ablauf der Befragung gliederte sich in drei Phasen. Nach einer kurzen Einleitung

in die Befragung mit Hinweis auf die datenschutzrechtlichen Bestimmungen und den Ablauf wurden zunächst die demographischen Daten (Alter, Geschlecht und jährliche Fahrleistung) erfasst. Anschließend wurde zur Hauptphase, der Szenariobefragung, überleitet. Die Versuchspersonen wurden in dieser Phase gebeten, sich in das schriftliche Szenario hineinzusetzen und den Screenshot aufmerksam zu betrachten. Nachdem die Personen das Szenario gelesen hatten, erfolgte die Erfassung der Akzeptanz-Prädiktoren und der Verhaltensintention. Um Positionseffekte zu vermeiden, wurde die Reihenfolge der Items randomisiert. Außerdem hatten die Befragten auf jeder Seite der Befragung die Möglichkeit, sich das Szenario mit dem Screenshot nochmals anzeigen zu lassen. In der letzten Phase wurden die verbliebenen Kontrollvariablen erhoben.

#### 4.2.5 Stichprobe

Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte über das Befragungspanel von Unister Market Research & Analysis. Die Personen wurden zufällig aus dem Panel per E-Mail zu der Befragung eingeladen. Da das Panel repräsentativ für die deutsche Bevölkerung war, galt dies auch für die gezogene Stichprobe. Die Incentivierung wurde durch den Panelbetreiber vorgenommen. Für die Teilnahme erhielten die Versuchspersonen umgerechnet ca. 2 € in Form von Bonus-Punkten. Voraussetzung für die Teilnahme war, dass die Befragten regelmäßig einen PKW fahren und im Alter zwischen 17 und 80 Jahren waren.

Insgesamt nahmen  $N = 1504$  Personen, (ca.  $n = 100$  pro Szenario), im Alter von 18 bis 79 Jahren an der Befragung teil. Weitere demographische Angaben sind in Tabelle 4.3 dargestellt. Die mittlere Beantwortungszeit betrug ca. 13 Minuten.

Tabelle 4.3: Demographische Daten der Stichprobe, Szenariobefragung

Geschlecht <i>n</i>	Alter		Jährliche Fahrleistung		Technologieaffinität	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
w: 783; m: 721	47.51	15.70	17332	20352	3.61	0.56

Anmerkungen.  $N = 1504$ ; w: weiblich; m: männlich.

## 4.3 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der online-basierten Szenariobefragung vorgestellt. Dabei wird zunächst auf die Qualität der erhobenen Daten eingegangen. Anschließend erfolgen die Auswertung der Akzeptanz-Prädiktoren und zuletzt die Untersuchung der Kontrollvariablen. Die Ergebnisse einer Auswertung der Varianzaufklärung durch das UbiTAM wird über alle Studien dieser Arbeit in Kapitel 7 vorgestellt.

Für alle Studien dieser Arbeit wurde ein Signifikanz-Niveau von  $\alpha = .05$  festgelegt. Da das Signifikanzniveau keine Aussage darüber zulässt, ob ein Zusammenhang praktisch

auch bedeutsam ist, wurden zusätzlich die Effektstärken  $\eta^2$  ( $\eta^2 = .01$  kleiner Effekt;  $\eta^2 = .06$  moderater Effekt;  $\eta^2 = .14$  großer Effekt) bzw. Cohens  $d$  ( $d = 0.20$  kleiner Effekt;  $d = 0.50$  moderater Effekt;  $d = 0.80$  großer Effekt) und  $w$  ( $w = .10$  kleiner Effekt;  $w = .30$  moderater Effekt;  $w = .50$  großer Effekt) angegeben (Berechnung siehe Anhang B.4, Tab. B.7).

Zur Auswertung der Ergebnisse und zur Prüfung der Hypothesen sollten nach Möglichkeit parametrische Verfahren verwendet werden. Zur Überprüfung der Homogenität der Gruppenvarianz wurde der Levene-Test angewandt. Sollte dieser signifikant werden, wurde ein  $F_{\max}$ -Test nach Bühner und Ziegler (2009) durchgeführt. Erst wenn dieser eine Anpassung des  $\alpha$ -Fehlers nahe legte, wurde eine Reduzierung vorgenommen. Bei multivariaten Varianzanalysen wurde die Pillai-Spur angegeben, da die Stichprobengrößen in den einzelnen Zellen weitestgehend gleich groß waren und die Teststatistiken kaum Unterschiede aufwiesen.

#### 4.3.1 Qualität der Daten

Eine Reliabilitätsanalyse mit Cronbach  $\alpha$  zeigte, dass alle Skalen weitestgehend eine akzeptable Reliabilität aufwiesen ( $\alpha > .70$ ). Die Ergebnisse sind in Anhang B.4, Tabelle B.8 und B.9 zu finden. Eine Ausnahme bildete die Skala Realitätsurteil. Hier war Cronbach  $\alpha$  zu gering. Die Ergebnisse zu dieser Skala wurden daher mit Vorbehalt interpretiert.

Um parametrische Verfahren zur Auswertung heranziehen zu können, wurden zunächst alle Skalen auf Normalverteilung geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in Anhang B.4, Tabelle B.10 zu finden. Shapiro-Wilk Tests ergaben, dass bei nahezu allen Skalen keine Normalverteilung vorlag. Allerdings sind diese Tests sehr konservativ. Eine manuelle Betrachtung der Histogramme zeigte leichte Abweichungen von der Normalverteilung bei der Skala affektive Bewertung in Nutzungskontext 1 und 5. Da parametrische Verfahren weitestgehend robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilungsannahme sind, wurden diese trotzdem zur Untersuchung der affektiven Bewertung angewandt (Bühner & Ziegler, 2009). Außerdem zeigte eine Korrelationsanalyse signifikante Korrelationen zwischen den Akzeptanz-Prädiktoren (siehe Anhang B.4, Tab. B.8), welches als Grundvoraussetzung für die Berechnung einer MANOVA erforderlich war.

#### 4.3.2 Auswertung der Akzeptanzbeurteilung

In Tabelle 4.4 sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen für alle Skalen der 15 Szenarien dargestellt. Anhand der Mittelwerte der Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten über alle Nutzungskontexte wurde deutlich, dass die Personen überwiegend positiv gegenüber allen drei Assistenzarten eingestellt waren. T-Tests gegen den Skalenmittelwert belegen dies (adaptierbare Filterassistenz:  $t(496) = 18.54, p < .001, d_S = 0.83$ ; adaptive Filterassistenz:  $t(500) = 23.62, p < .001, d_S = 1.06$ ; Delegationsassistenz:  $t(505) = 23.31, p < .001, d_S = 1.04$ ).

Tabelle 4.4: Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, Szenariobefragung

	<i>n</i>	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		DC		BI	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Nutzungskontext 1: dynamische Auswahlkriterien</b>																			
A1	100	3.87	0.94	3.77	0.85	3.76	0.95	3.57	0.97	3.24	1.15	2.40	0.78	4.66	1.00	3.95	0.89	3.80	0.93
A2	98	3.87	0.92	3.72	0.87	3.83	0.88	3.53	0.86	3.08	1.16	2.38	0.76	4.83	1.03	3.79	1.03	3.70	0.90
A3	101	3.89	0.77	3.73	0.78	3.81	0.77	3.60	0.80	3.29	0.99	2.29	0.65	4.80	0.83	3.86	0.81	3.79	0.71
<b>Nutzungskontext 2: konstante Auswahlkriterien</b>																			
A1	100	3.80	0.96	3.72	0.92	3.87	0.98	3.63	0.89	3.14	1.14	2.38	0.81	4.48	1.16	3.87	0.90	3.77	0.94
A2	97	3.98	0.73	3.87	0.67	4.10	0.75	3.86	0.75	3.53	1.03	2.17	0.62	4.90	0.85	3.88	0.95	3.89	0.80
A3	97	3.87	1.04	3.83	0.96	3.93	0.97	3.71	0.95	3.31	1.04	2.22	0.71	4.83	1.01	3.70	1.02	4.03	0.83
<b>Nutzungskontext 3: hoher Zeitdruck</b>																			
A1	97	3.89	0.85	3.60	0.91	3.76	0.94	3.66	0.83	3.28	1.11	2.45	0.73	4.60	1.05	3.80	0.93	3.72	0.90
A2	102	4.01	0.85	3.72	0.80	3.92	0.92	3.70	0.85	3.40	0.97	2.25	0.68	4.84	1.01	3.76	0.96	3.88	0.81
A3	101	3.99	0.89	3.74	0.91	3.80	0.86	3.82	0.82	3.48	0.98	2.23	0.58	4.90	1.00	3.48	1.03	3.82	0.91
<b>Nutzungskontext 4: hohe Hauptaufgabenschwierigkeit</b>																			
A1	99	3.80	0.79	3.62	0.77	3.81	0.88	3.55	0.99	3.25	1.06	2.39	0.72	4.44	1.10	3.64	1.04	3.75	0.81
A2	100	3.94	0.79	3.75	0.82	3.99	0.77	3.76	0.83	3.32	0.92	2.21	0.68	4.88	0.92	3.79	0.96	3.96	0.73
A3	100	3.83	0.87	3.78	0.84	3.92	0.85	3.76	0.85	3.40	1.07	2.20	0.80	4.65	1.24	3.29	1.05	3.78	0.85
<b>Nutzungskontext 5: hohe Nebenaufgabenschwierigkeit</b>																			
A1	101	3.77	0.90	3.65	0.96	3.91	0.77	3.59	0.76	3.28	1.00	2.50	0.66	4.69	0.98	4.23	0.65	3.66	0.88
A2	104	3.94	0.89	3.78	0.87	3.99	0.95	3.75	0.87	3.37	1.12	2.23	0.71	4.88	0.96	3.82	1.04	3.89	0.84
A3	107	3.92	0.86	3.74	0.84	3.80	0.88	3.58	0.94	3.38	1.03	2.33	0.71	4.82	0.92	3.75	0.91	3.85	0.80
ges. A1	497	3.83	0.89	3.67	0.88	3.82	0.90	3.60	0.91	3.24	1.09	2.42	0.74	4.57	1.06	3.90	0.91	3.74	0.89
ges. A2	501	3.95	0.83	3.77	0.81	3.96	0.86	3.72	0.84	3.34	1.05	2.25	0.69	4.87	0.95	3.81	0.98	3.86	0.82
ges. A3	506	3.90	0.89	3.76	0.86	3.85	0.87	3.69	0.88	3.37	1.02	2.26	0.69	4.80	1.01	3.61	0.98	3.85	0.82

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; ges.: gesamt.

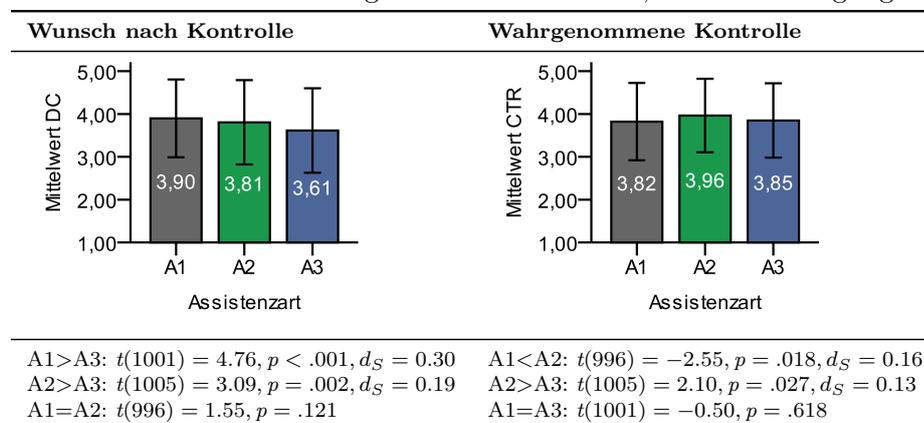
Entsprechend der Hypothesen und der Forschungsfragen  $F_4$  und  $F_5$  sollte sowohl der Einfluss des Nutzungskontextes als auch der Assistenzarten auf die Verhaltensintention und die Akzeptanz-Prädiktoren untersucht werden. Daher wurde eine MANCOVA als statistische Methode gewählt. Den Ergebnissen der Auswertung der Kontrollvariablen zufolge wurden die Variablen Technologieaffinität und Realitätsurteil als Kovariaten aufgenommen. Als Folgeanalysen wurden anschließend ANCOVAs mit post-hoc Test durchgeführt. Die MANCOVA zeigte signifikante Haupteffekt für den Nutzungskontext ( $F(36, 5928) = 2.40, p < .001, \eta_{partial}^2 = .02$ ) und die Assistenzart ( $F(18, 2960) = 3.41, p < .001, \eta_{partial}^2 = .01$ ). Außerdem wurden Haupteffekte für die beiden Kovariaten Technologieaffinität ( $F(9, 1479) = 29.60, p < .001, \eta_{partial}^2 = .15$ ) und Realitätsurteil ( $F(9, 1479) = 48.78, p < .001, \eta_{partial}^2 = .23$ ) signifikant. Interaktionseffekte wurden, entgegen der aufgestellten Hypothesen, statistisch nicht bedeutsam ( $F(72, 11888) = 3.41, p = .76$ ). An dieser Stelle wurde bereits deutlich, dass die Effektstärken sehr gering und die Effekte damit möglicherweise als unbedeutend einzustufen waren.

Für die weitere Auswertung der einzelnen Akzeptanz-Prädiktoren wurden anschließend neun ANCOVAs für die Faktoren Nutzungskontext und Assistenzart mit den Kovariaten Szenariorealismus und Technikaffinität berechnet (Ergebnisse siehe Anhang B.4, Tab. B.11). Für signifikante Unterschiede erfolgte anschließend die Berechnung von post-hoc Tests. Um die Inflation des  $\alpha$ -Fehlers bei mehrfachen Tests zu kontrollieren, wurde eine Bonferroni-Korrektur vorgenommen. Die Variation des Nutzungskontextes zeigte

lediglich auf den Wunsch nach Kontrolle bei der Sonderzielauswahl einen signifikanten Einfluss. Hier war der Wunsch nach Kontrolle in Situationen mit erhöhter Gefahr niedriger als in Situationen ohne Gefahr ( $t(594) = 2.09, p = .026, d_S = 0.24$ ). Des Weiteren war die wahrgenommene Kontrolle in Situationen mit Interessenkonflikten größer als in Situationen mit Zeitdruck ( $t(594) = 3.24, p = .018, d_S = 0.26$ ) und erhöhtem Gefahrenpotential ( $t(612) = 4.44, p < .001, d_S = 0.36$ ).

Die Variation des Faktors Assistenzart zeigte ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf den Wunsch nach Kontrolle (siehe Anhang B.4, Tab. B.11). Bei der adaptierbaren und adaptiven Filterassistentz war der Wunsch nach Kontrolle signifikant höher als bei der adaptiven Delegationsassistentz. Darüber hinaus zeigten sich signifikante Unterschiede in der wahrgenommenen Kontrolle über das System, im Risiko und in der affektiven Bewertung (siehe Anhang B.4, Tab. B.11). Die Ergebnisse der post-hoc sind in Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3 veranschaulicht. Sie ergaben, dass die adaptive Filterassistentz dem Benutzer mehr Kontrolle über das System bot als die adaptierbare Filterassistentz. Weiterhin wurde das Risiko bei der adaptierbaren Filterassistentz größer eingestuft als das der adaptiven Filter- und Delegationsassistentz. Die affektive Bewertung fiel bei der adaptierbaren Filterassistentz ebenfalls schlechter aus als bei der adaptiven Filterassistentz und der Delegationsassistentz.

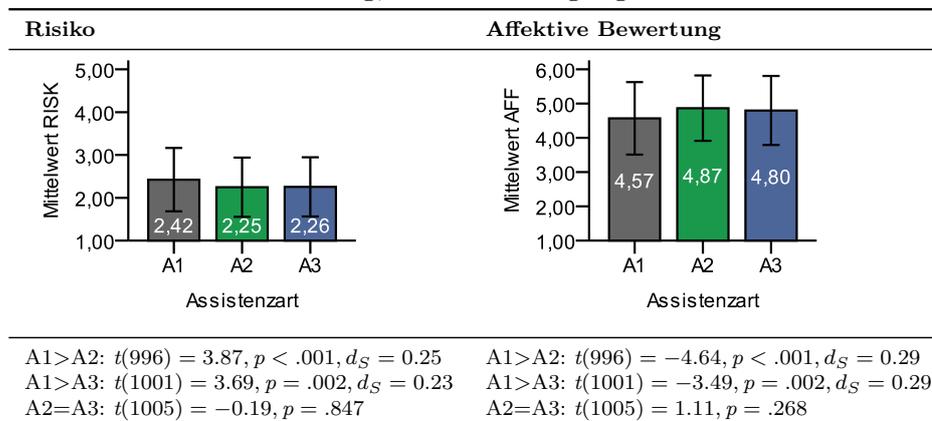
Abbildung 4.2: Signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten für Wunsch nach Kontrolle und wahrgenommene Kontrolle, Szenariobefragung



Anmerkungen. Skalen:  $Min = 1, Max = 5$ ; Fehlerbalken:  $\pm 1 SD$ ; Zweite Zeile: signifikante Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Um die einzelnen Facetten des Risikos, welche in den Items abgedeckt waren, auf Unterschiede zu untersuchen, wurden ANCOVAs mit dem Faktor Assistenzart und den Kovariaten Szenariorealismus und Technikaffinität für die einzelnen Risiko-Facetten gerechnet (Deskriptive Statistik siehe Anhang B.4, Tab. B.12). Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten im physischen Risiko ( $F(2, 1499) = 5.90, p = .003, \eta^2 = .01$ ), im zeitlichen Risiko ( $F(2, 1499) = 16.52, p < .001, \eta^2 = .02$ ),

Abbildung 4.3: Signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten für Risiko und affektive Bewertung, Szenariobefragung



Anmerkungen. Skalen:  $Min = 1, Max = 5$  (Risiko) bzw.  $Max = 6$  (affektive Bewertung); Fehlerbalken:  $\pm 1 SD$ ; Zweite Zeile: signifikante Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

im funktionellen Risiko ( $F(2, 1499) = 9.24, p < .01, \eta^2 = .01$ ) und im generellen Risiko ( $F(2, 1499) = 9.91, p < .01, \eta^2 = .01$ ). Post-hoc Tests verdeutlichten auch hier, dass bei allen aufgeführten Risiko-Facetten, mit Ausnahme der Facette „Gefährdung der Privatsphäre“, das Risiko der adaptierbaren Filterassistenz höher eingestuft wurde als das der adaptiven Filter- und Delegationsassistenz (siehe Anhang B.4, Tab. B.13).

Der Einfluss der Assistenzart auf die Verhaltensintention wurde zwar signifikant ( $F(2, 1487) = 3.11, p = .045, \eta^2 = .00$ ), jedoch war die Effektstärke marginal. Die Variation des Nutzungskontextes zeigte keinen Einfluss auf die Verhaltensintention ( $F(4, 1487) = 3.11, p = .37$ ). Ebenso wurde kein Interaktionseffekt statistisch bedeutsam ( $F(8, 1487) = 1.16, p = .32$ ). In den Folgeanalysen waren die Effektstärken ebenfalls gering. Daher wurde eine Ergänzungsstudie zur Absicherung der Ergebnisse durchgeführt. Bevor jedoch auf die Ergänzungsstudie eingegangen wird, werden die Ergebnisse zur Auswertung der Kontrollvariablen vorgestellt.

### 4.3.3 Auswertung der Kontrollvariablen

#### Need-for-Cognition

Zunächst wurde, entsprechend der Hypothesen  $H_{1.1}$  und  $H_{1.2}$ , der Einfluss von Need-for-Cognition auf die Verhaltensintention und die Akzeptanz-Prädiktoren untersucht. Hierzu wurden die Versuchspersonen anhand ihres NFC in drei gleich große Gruppen eingeteilt (niedriger NFC: bis 4.25, mittlerer NFC: 4.25 bis 5.13, hoher NFC: ab 5.13). Anschließend wurde eine MANOVA mit den between-Faktoren Nutzungskontext, Assistenzart und Need-for-Cognition gerechnet. Entgegen der aufgestellten Hypothese zeigten sich keine Interaktionseffekte zwischen Assistenzart und Need-for-Cognition

( $F(36, 5816) = 1.27, p = .131$ ). Weitere Interaktionseffekte zwischen Nutzungskontext und Need-for-Cognition ( $F(72, 11664) = 1.19, p = .129$ ) sowie zwischen Nutzungskontext, Assistenzart und Need-for-Cognition ( $F(144, 13131) = 1.02, p = .412$ ) wurden ebenfalls nicht signifikant. Es zeigte sich zwar für Need-for-Cognition ein Haupteffekt ( $F(18, 2904) = 5.39, p < .001, \eta_{partial}^2 = .03$ ), die Effektstärke war allerdings als unbedeutend einzustufen. Wie auch in der MANOVA wurden in einer ANOVA für die Verhaltensintention keine Interaktionseffekte zwischen Assistenzart und Need-for-Cognition statistisch bedeutsam ( $F < 1$ ).

### Allgemeine Kontrollvariablen

Um zu untersuchen, welchen Einfluss die Kontrollvariablen auf die Beurteilung hatten, wurden die Variablen Technologieaffinität, Realitätsurteil, Kontrollüberzeugung, Alter und jährliche Fahrleistung künstlich in drei annähernd gleich große Gruppen eingeteilt. Anschließend wurden sechs MANOVAs mit den between-Faktoren Nutzungskontext, Assistenzart und der jeweiligen Kontrollvariable durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Anhang B.4, Tabelle B.14 aufgeführt. Regressionsanalysen konnten aufgrund verletzter Voraussetzungen (Linearitätsanspruch, vollständige Normalverteilung, Kollinearität) nicht berechnet werden. Zusammenfassend verdeutlichen die Ergebnisse, dass sowohl die Technologieaffinität als auch das Realitätsurteil über das Szenario moderate bis große Einflüsse auf die Akzeptanzbewertungen nahmen (siehe Anhang B.4, Tab. B.15 und B.17). Daher wurden diese als Kovariaten in die durchgeführte MANCOVA aufgenommen. Weiterführende Test zur Technologieaffinität zeigten, dass Personen mit niedrigerer Technologieaffinität die Assistenzarten in allen Akzeptanz-Prädiktoren schlechter bewerteten als Personen mit höherer Technologieaffinität (siehe Anhang B.4, Tab. B.16). Ebenso bewerteten Personen, die das Szenario als weniger realistisch empfanden, die Assistenzarten schlechter als Personen mit einer höheren Realitätsbeurteilung (siehe Anhang B.4, Tab. B.18). Die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technologien, das Alter und das Geschlecht zeigten zwar ebenfalls signifikante Haupteffekte, allerdings waren die Effektstärken wieder marginal, so dass der Einfluss dieser Kontrollvariablen vernachlässigt werden konnte. Die jährliche Fahrleistung zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz-Prädiktoren.

Weiterhin belegte ein t-Test gegen den Skalenmittelwert (4), dass die Szenarien für realistisch befunden wurden ( $M = 4.57, SD = 1.08; t(1503) = 20.31, p < .001, d_S = 0.61$ ).

## 4.4 Ergänzungsstudie zur Szenariobefragung

Zur Absicherung der Ergebnisse aus der online-basierten Szenariobefragung wurde eine Ergänzungsstudie als Paper & Pencil-Befragung mit den Szenarien als Stimuli durchgeführt. Untersucht wurden nochmals die Fragestellungen  $F_4$  und  $F_5$  sowie die Hypothesen  $H_{2.1}$  &  $H_{2.2}$ ,  $H_{3.1}$  &  $H_{3.2}$  und  $H_{4.1}$  &  $H_{4.2}$ . Diese umfassten die Nutzungskontexte, welche

sich am stärksten voneinander unterschieden.

#### 4.4.1 Methodisches Vorgehen

##### Variablen und Messinstrumente

Die verwendeten Variablen und Messinstrumente waren die gleichen wie in der Onlinebefragung. Zur Reduzierung der Bearbeitungszeit wurden die Items zur Skala NFC nicht mehr erfasst. Eine weitere Änderung lag in der Einführung einer Ranking-Aufgabe, die die Akzeptanz der Assistenzarten, zusätzlich zur Skala Verhaltensintention, erfassen sollte. Bei der Ranking-Aufgabe wurden die Versuchspersonen gebeten, die drei Assistenzarten nach ihrem Gesamturteil in eine Rangfolge zu bringen.

##### Versuchsplan und -ablauf

In der Ergänzungsstudie wurde ein zweifaktorieller Versuchsplan mit einem within-between Design für den within-Faktor Assistenzart (dreistufig) und den between-Faktor Nutzungskontext (vierstufig) realisiert. Auch hier erfolgte die Zuordnung der Versuchspersonen zu den einzelnen Nutzungskontexten zufällig. Da jede Person alle drei Assistenzarten dargeboten bekam und hierbei absolute und relative Positionseffekte vermieden werden sollten, wurde für jeden Nutzungskontext die Bearbeitungsreihenfolge der Assistenzarten mit einer vollständigen Permutation variiert. Die Permutation der Assistenzarten ist in Tabelle 4.5 exemplarisch dargestellt. Jede Gruppe sollte mindestens  $n = 2$  Personen enthalten. Bei vier Nutzungskontexten ergab sich daraus eine geforderte Stichprobengröße von  $N = 48$  Personen.

Tabelle 4.5: Vollständige Permutation der Assistenzarten, ergänzende Szenariobefragung

	Gruppe	Reihenfolge der Assistenzarten		
pro Nutzungs- kontext	1	adaptierbare Filterassistenz	adaptive Filterassistenz	Delegationsassistenz
	2	adaptierbare Filterassistenz	Delegationsassistenz	adaptive Filterassistenz
	3	adaptive Filterassistenz	adaptierbare Filterassistenz	Delegationsassistenz
	4	adaptive Filterassistenz	Delegationsassistenz	adaptierbare Filterassistenz
	5	Delegationsassistenz	adaptive Filterassistenz	adaptierbare Filterassistenz
	6	Delegationsassistenz	adaptierbare Filterassistenz	adaptive Filterassistenz

*Anmerkungen.* Permutation wurde in jedem der vier Nutzungskontexte durchgeführt. Pro Gruppe  $n = 2$ ; pro Nutzungskontext  $n = 12$ .

Außerdem musste die Formulierung der Szenarien leicht angepasst werden, um unnötige Wiederholungen in den Beschreibungen der Assistenzarten zu vermeiden (siehe Anhang B, Kap. B.5). Der Fragebogen wurde in Form einer Mappe realisiert. Die ersten Seiten der Mappe enthielten eine Einleitung zu der Befragung und den datenschutzrechtlichen Bestimmungen sowie eine Anleitung zur Bearbeitung der Szenariobefragung. Anschließend folgte die Beschreibung des Nutzungskontextes. Es folgte der Einschub von

drei Doppelseiten, welche die Beschreibungen der einzelnen Assistenzarten und die zugehörigen Bewertungsbögen enthielten. Durch die herausnehmbaren Doppelseiten wurde es den Versuchspersonen erleichtert, die Assistenzarten miteinander zu vergleichen und entsprechend vergleichend zu bewerten. Zuletzt erfolgte wieder die Erfassung der Kontrollvariablen.

### Stichprobe

Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte in einem EDV-Kurs der Volkshochschule Hildesheim sowie über den Robert-Bosch-Probandenpool. Die Versuchspersonen aus dem EDV-Kurs füllten die Befragung während der Anwesenheit des Versuchsleiters nach dem Kurs aus. So konnte das Vorgehen zur Bearbeitung der Befragung persönlich erklärt und eventuelle Fragen sofort beantwortet werden. Die Versuchspersonen aus dem Probanden-Pool erhielten die Befragung postalisch zugesandt und konnten den Versuchsleiter jederzeit telefonisch oder per E-Mail kontaktieren. Der Rückversand war für die Befragten kostenlos. Als Incentivierung erhielten die Befragten Bosch-Kugelschreiber.

Voraussetzung für die Teilnahme war auch hier wieder, dass die Befragten regelmäßig einen PKW fahren, im Alter zwischen 17 und 80 Jahren waren und noch nicht an einer Studie im Rahmen dieser Arbeit teilgenommen hatten. Es wurden nur Versuchspersonen in die Stichprobe aufgenommen, die die Akzeptanz-Fragebögen vollständig beantwortet haben. Fünf Personen, die kein Alter angegeben haben, sind ebenfalls enthalten. Insgesamt nahmen  $N = 64$  Versuchspersonen im Alter von 21 bis 61 Jahren teil. Die demographischen Angaben sind in Tabelle 4.6 dargestellt. Im Vergleich zur online-basierten Befragung waren hier mehr Männer als Frauen beteiligt. Der Altersdurchschnitt ( $M = 39.68$ ) war etwas jünger und die jährliche Fahrleistung ( $M = 21258$  km/Jahr) höher als in der Onlinebefragung. Die mittlere Technologieaffinität der Versuchspersonen beider Studien war vergleichbar.

Tabelle 4.6: Demographische Daten der Stichprobe, ergänzende Szenariobefragung

Gruppe	Geschlecht $n$	Alter		Jährliche Fahrleistung		Technologieaffinität	
		$M$	$SD$	$M$	$SD$	$M$	$SD$
1 ( $n = 16$ )	w: 5; m: 11	39.40	12.29	15750	8378	3.63	0.45
2 ( $n = 19$ )	w: 6; m: 13	39.88	8.52	23789	12094	3.58	0.50
3 ( $n = 15$ )	w: 7; m: 8	39.57	6.25	21367	10213	3.72	0.44
4 ( $n = 14$ )	w: 5; m: 9	39.86	11.24	24000	11629	3.80	0.42

*Anmerkungen.*  $N = 64$ ; Gruppe 1: dynamische Auswahlkriterien; Gruppe 2: konstante Auswahlkriterien; Gruppe 3: hoher Zeitdruck; Gruppe 4: hohe Nebenaufgabenschwierigkeit; w: weiblich; m: männlich.

#### 4.4.2 Ergebnisse

Für die Auswertung der Ergebnisse galten die in Abschnitt 4.3 beschriebenen Bedingungen und Vorgehensweisen. Für Faktoren mit Messwiederholung wurde im Rahmen dieser

Arbeit immer die Greenhouse-Geisser-Korrektur verwendet, da der Mauchly-Test zur Prüfung der Sphäritätsannahme für diese Faktoren nicht besonders robust ist (Bühner & Ziegler, 2009).

### Qualität der Daten

Eine Reliabilitätsanalyse zeigt auch hier, dass alle Skalen mit Ausnahme der Realitätsbeurteilung eine angemessene Reliabilität aufwiesen (siehe Anhang B.6, Tab. B.19 und B.20).

Eine manuelle Betrachtung der Normalverteilungsdiagramme zeigte, dass trotz einiger signifikanter Shapiro-Wilk-Tests alle Skalen weitestgehend normal verteilt waren (siehe Anhang B.6, Tab. B.21). Die Skala Benutzerfreundlichkeit war bei der adaptiven Filterassistenz leicht schief (Antworten konzentrierten sich überwiegend auf der rechten Seite der Skala). Eine Korrelationsanalyse zeigte wieder hohe signifikante Korrelationen zwischen den Akzeptanz-Prädiktoren (siehe Anhang B.6, Tab. B.19).

### Auswertung der Akzeptanzbeurteilung

In Tabelle 4.7 sind die Mittelwerte und die Standardabweichung aller Akzeptanz-Skalen dargestellt. Im Vergleich zur Onlinebefragung wurden hier in den Mittelwerten bereits erste Unterschiede in der Gesamtbeurteilung der einzelnen Assistenzarten deutlich.

Tabelle 4.7: Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, ergänzende Szenariobefragung

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		BI	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Nutzungskontext 1: dynamische Auswahlkriterien, n = 16</b>																
A1	3.48	0.90	3.63	0.92	3.94	0.91	3.69	0.79	3.31	1.01	2.45	0.56	4.38	0.93	3.58	0.78
A2	3.85	0.77	3.79	0.70	3.34	1.26	3.37	0.89	3.38	0.72	2.39	0.65	4.44	1.02	3.58	0.87
A3	3.67	0.58	3.92	0.73	2.66	0.94	3.13	0.81	3.25	0.78	2.54	0.57	4.29	0.87	3.50	0.81
<b>Nutzungskontext 2: konstante Auswahlkriterien, n = 19</b>																
A1	2.93	1.10	2.70	1.01	4.24	0.82	3.89	0.81	2.84	1.12	2.64	0.71	3.70	1.18	3.11	0.97
A2	4.02	0.50	4.11	0.66	3.82	1.11	3.74	0.93	3.68	0.95	2.08	0.60	4.65	0.94	3.84	0.91
A3	4.14	0.68	4.11	0.81	3.29	0.99	3.47	0.84	3.37	0.76	2.17	0.43	4.58	0.68	3.74	0.62
<b>Nutzungskontext 3: hoher Zeitdruck, n = 15</b>																
A1	3.38	0.84	3.44	0.92	3.93	0.86	3.60	0.74	3.07	0.80	2.48	0.68	3.87	1.39	3.58	1.04
A2	3.98	1.00	3.82	0.90	4.10	1.11	3.60	0.83	3.33	0.72	2.29	0.67	4.80	0.76	3.78	1.01
A3	4.38	0.50	4.38	0.56	3.70	0.96	3.73	0.70	3.53	0.83	2.16	0.67	4.96	0.45	3.88	0.80
<b>Nutzungskontext 4: hohe Nebenaufgabenschwierigkeit, n = 14</b>																
A1	3.33	0.92	3.52	0.88	4.25	0.70	3.64	0.75	2.86	0.95	2.37	0.45	3.67	0.89	3.63	0.89
A2	4.12	0.53	4.17	0.66	3.68	0.87	3.71	0.61	3.21	0.98	2.13	0.55	4.45	0.59	3.84	0.91
A3	4.21	0.61	4.29	0.58	2.79	1.34	3.43	0.65	3.21	0.70	2.30	0.44	4.48	0.80	3.71	0.62
ges. A1	3.26	0.96	3.29	1.00	4.09	0.83	3.72	0.77	3.02	0.98	2.49	0.61	3.90	1.13	3.45	0.93
ges. A2	3.99	0.71	3.97	0.73	3.73	1.11	3.61	0.83	3.42	0.85	2.22	0.62	4.59	0.85	3.76	0.85
ges. A3	4.09	0.64	4.16	0.70	3.12	1.11	3.44	0.77	3.34	0.76	2.29	0.54	4.57	0.74	3.71	0.71

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; ges. = gesamt.

Die festgestellte positive Einstellung der Personen gegenüber allen Assistenzarten konnte auch in dieser Studie mit Einstichproben t-Test gegen den Skalenmittelwert (3)

bestätigt werden (adaptierbare Filterassistentz:  $t(63) = 3.86, p < .001, d_S = 0.48$ ; adaptive Filterassistentz:  $t(63) = 7.17, p < .001, d_S = 0.90$ ; adaptive Delegationsassistentz:  $t(63) = 7.94, p < .001, d_S = 0.99$ ).

Um die Forschungsfragen und Hypothesen zu überprüfen, wurde zunächst eine MANOVA und anschließend ANOVAs mit post-hoc-Test durchgeführt. Eine MANOVA mit Messwiederholung für die Faktoren Assistenzart (3-stufig) und Nutzungskontext (4-stufig) zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Assistenzart ( $F(16, 45) = 6.72, p < .001, \eta_{partial}^2 = .71$ ). Der Haupteffekt Nutzungskontext ( $F(24, 165) = 1.00, p = .465$ ) und der Interaktionseffekt zwischen Nutzungskontext und Assistenzart ( $F(48, 141) = 1.01, p = .461$ ) wurden nicht signifikant. Damit konnte auch hier keine der aufgestellten Hypothesen zum Einfluss des Nutzungskontextes auf die Akzeptanz der Assistenzarten angenommen werden. Abbildung 4.4 veranschaulicht dies nochmals. In der Abbildung wird zudem deutlich, dass vereinzelt Tendenzen in die prognostizierte Richtung zu erkennen sind.

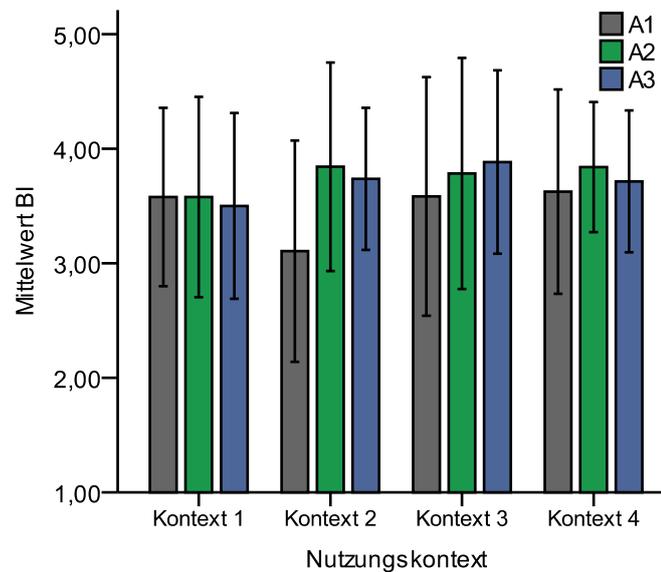


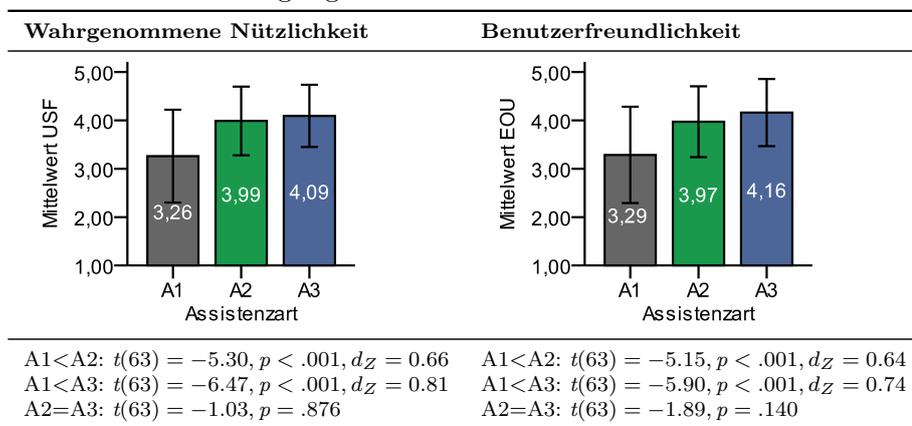
Abbildung 4.4: Bewertung der Verhaltensintention zwischen den Assistenzarten und Nutzungskontexten, ergänzende Szenariobefragung

*Anmerkungen.* Skala:  $Min = 1, Max = 5$ ; Fehlerbalken:  $\pm 1 SD$ ; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: dynamische Auswahlkriterien; Kontext 2: konstante Auswahlkriterien; Kontext 3: hoher Zeitdruck; Kontext 4: hohe Nebenaufgabenschwierigkeit.

Zur Analyse, welchen Effekt die Assistenzart auf die Akzeptanz-Prädiktoren und die Verhaltensintention hatte, wurden acht ANOVAs mit Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests gerechnet. Insgesamt konnten die Ergebnisse aus der online-basierten Szenariobefragung bestätigt werden. Es zeigte sich ein signifikanter Effekt auf die wahrgenommene Kontrolle ( $F(1.94, 116.2) = 17.19, p < .001, \eta^2 = .21$ ), das Risiko

( $F(1.81, 108.34) = 5.95, p = .005, \eta^2 = .08$ ) und die affektive Bewertung ( $F(1.76, 105.5) = 14.36, p < .001, \eta^2 = .18$ ). Zusätzlich wurden Unterschiede in der wahrgenommene Nützlichkeit ( $F(1.79, 107.57) = 26.94, p < .001, \eta^2 = .29$ ), der Benutzerfreundlichkeit ( $F(1.7, 102.21) = 26.16, p < .001, \eta^2 = .27$ ) und der subjektive Norm ( $F(1.72, 103) = 4.99, p = .012, \eta^2 = .07$ ) deutlich. Die Verhaltensintention wurde ebenfalls durch die Assistenzarten beeinflusst ( $F(1.95, 117.22) = 3.74, p = .028, \eta^2 = .05$ ). In den post-hoc Tests zeigten sich jedoch keine signifikanten Unterschiede mehr (A1=A2:  $t(63) = -2.57, p = .058$ ; A1=A3:  $t(63) = -2.40, p = .084$ ; A2=A3:  $t(63) = 0.50, p = .99$ ). Einflüsse auf das Vertrauen wurden ebenfalls nicht signifikant ( $F(1.93, 115.68) = 2.38, p = .099$ ). Es wurden sowohl die wahrgenommene Nützlichkeit als auch die Benutzerfreundlichkeit der adaptierbaren Filterassistentz signifikant schlechter bewertet als die der adaptiven Filter- und der Delegationsassistentz (siehe Abb. 4.5). Bei der affektiven Bewertung würde den Versuchspersonen, wie auch in der Onlinebefragung, die Bedienung der adaptierbaren Filterassistentz signifikant weniger Spaß machen als die Bedienung der beiden adaptiven Assistentzarten (siehe Abb. 4.6). Die Effektstärken dieser Tests lagen diesmal im moderaten bis starken Bereich.

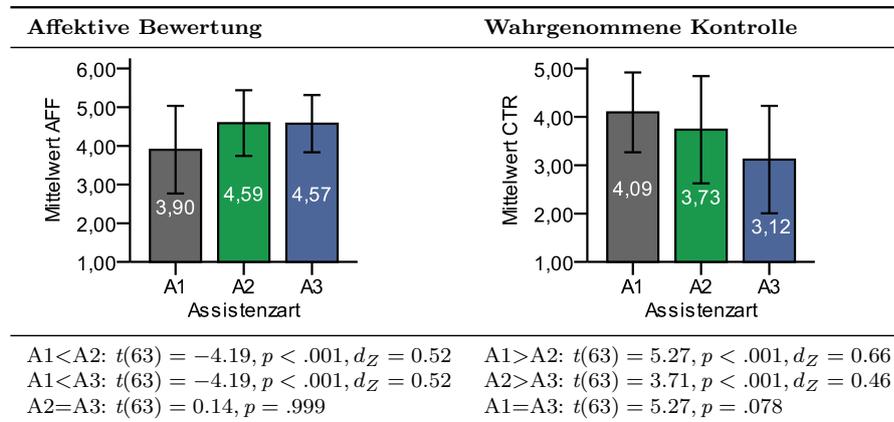
Abbildung 4.5: Signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten für wahrgenommene Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit, ergänzende Szenariobefragung



Anmerkungen. Skalen:  $Min = 1, Max = 5$ ; Fehlerbalken:  $\pm 1 SD$ ; Zweite Zeile: signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Weiterhin wurden die Ergebnisse der post-hoc Tests aus der Onlinestudie zur wahrgenommenen Kontrolle und zum Risiko mit ausreichender Effektstärke bestätigt (siehe Abbildung 4.6, 4.7). Das Diagramm in Abbildung 4.6 veranschaulicht, dass mit zunehmendem Assistenzgrad die wahrgenommene Kontrolle über die Assistentz abnahm. Die Kontrolle über das System war bei der adaptiven Delegationsassistentz signifikant niedriger als bei den beiden Filterassistentzen. Weiterhin wurde auch das Risiko der adaptierbaren Filterassistentz wieder signifikant höher bewertet als das der adaptiven Filteras-

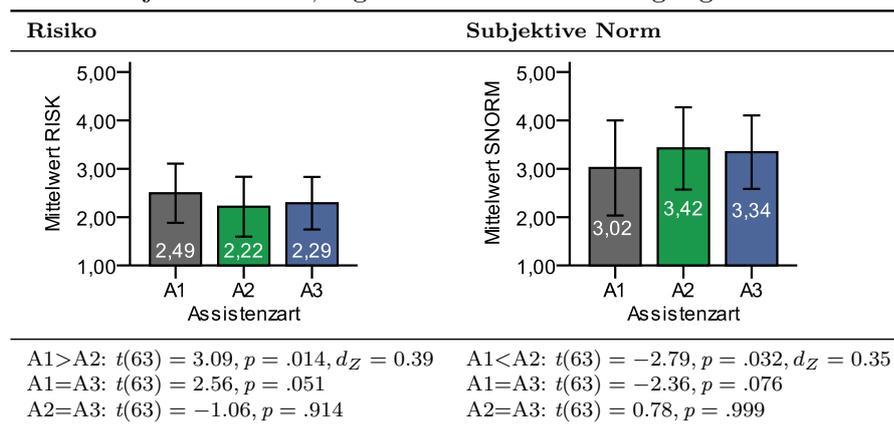
Abbildung 4.6: Signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten für affektive Bewertung und wahrgenommene Kontrolle, ergänzende Szenariobefragung



Anmerkungen. Skalen: *Min* = 1, *Max* = 5 (wahrgenommene Kontrolle) bzw. *Max* = 6 (affektive Bewertung); Fehlerbalken: +/-1 *SD*; Zweite Zeile: signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

sistenz. In der subjektiven Norm zeigte sich, dass wichtige Bezugspersonen der Befragten die Verwendung der adaptiven Filterassistenz signifikant gegenüber der adaptierbaren Filterassistenz befürworten würden (siehe Abbildung 4.7). Interaktionseffekte in der Verhaltensintention wurden auch in der ANOVA nicht signifikant ( $F(5.86, 117.22) = 1.49, p = .186$ ).

Abbildung 4.7: Signifikante Unterschiede zwischen den Assistenzarten für Risiko und subjektive Norm, ergänzende Szenariobefragung



Anmerkungen. Skalen: *Min* = 1, *Max* = 5; Fehlerbalken: +/-1 *SD*; Zweite Zeile: signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Risikofacetten sind in Anhang B.6, Tabelle B.22 dargestellt. ANOVAs mit dem within-Faktor Assistenzart zeigen signifikante Unterschiede im physischen Risiko ( $F(1.84, 116.11) = 4.06, p = .023, \eta^2 =$

.06), im zeitlichen Risiko ( $F(1.60, 100.91) = 26.86, p < .001, \eta^2 = .26$ ) und im generellen Risiko ( $F(1.72, 109.02) = 5.06, p = .011, \eta^2 = .07$ ). Auch hier wiesen post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur nach, dass das zeitliche Risiko der adaptierbaren Filterassistentz höher eingestuft wurde als das der adaptiven Filter- und Delegationsassistentz (siehe Anhang B.6, Tab. B.23). Ebenso wurde das physikalische Risiko höher eingestuft als das der adaptiven Filterassistentz, jedoch nicht als das der Delegationsassistentz. Das generelle Risiko der adaptierbaren Filterassistentz wurde dementsprechend höher empfunden als das der Delegationsassistentz.

### Auswertung der Ranking-Aufgabe

Zur Auswertung der Ranking-Aufgabe wurden zwei Friedmann-Tests durchgeführt. Diese bestätigten die bisher vorgestellten Ergebnisse. Die adaptive Filterassistentz wurde am besten bewertet, gefolgt von der adaptiven Delegationsassistentz auf dem mittleren Rang und der adaptierbaren Filterassistentz auf dem letzten Rang (siehe Abbildung 4.8). Die Friedmann-Tests belegten mit moderater bis starker Effektstärke, dass die adaptierbare Filterassistentz signifikant schlechter bewertet wurde als die adaptive Filterassistentz ( $\chi^2(1, 64) = 14.06, p < .001, w = .47$ ) und die adaptive Delegationsassistentz ( $\chi^2(1, 64) = 10.56, p < .001, w = .41$ ). Kruskal-Wallis-Tests zeigten, dass der Nutzungskontext keinen Einfluss auf dieses Ranking hatte (siehe Anhang B.6, Tab. B.24).

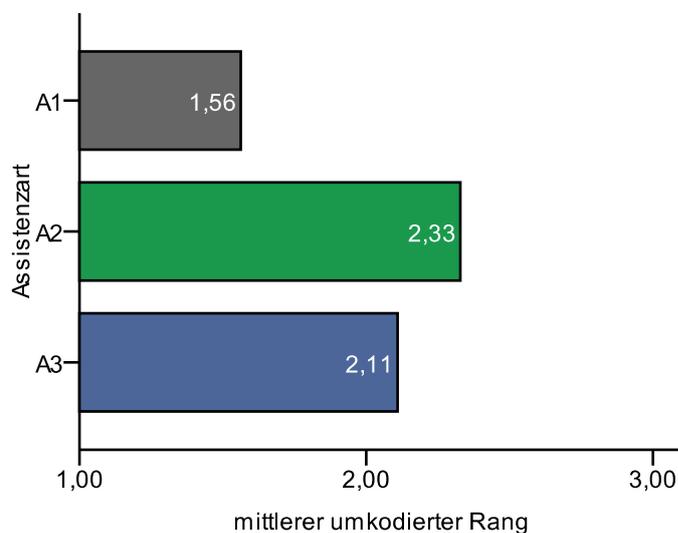


Abbildung 4.8: Mittlere Ränge für die Bewertung der Assistenzarten

Anmerkungen. 1: schlechtester Rang, 2: mittlerer Rang, 3: bester Rang.

### Auswertung der Kontrollvariablen

Zur Auswertung der Kontrollvariablen wurden die Versuchspersonen wieder künstlich anhand der jeweiligen Kontrollvariable in drei gleich große Gruppen unterteilt und sechs

MANOVAs mit der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor sowie der Assistenzart als within-Faktor durchgeführt (Ergebnisse siehe Anhang B.6, Tab. B.25). In der Ergänzungsstudie zeigte die Technologieaffinität einen Einfluss auf die Verhaltensintention, die affektive Bewertung, das Risiko und das Vertrauen (siehe Anhang B.6, Tab. B.26 und Tab. B.27). Mit Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests konnte nachgewiesen werden, dass Personen mit niedriger und mittlerer Technologieaffinität eine geringere Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten aufwiesen als Personen mit hoher Technologieaffinität (siehe Anhang B.6, Tab. B.28). Außerdem empfanden Personen mit niedriger Technologieaffinität weniger Spaß bei der Verwendung als Personen mit hoher Technologieaffinität. Personen mit mittlerer Technologieaffinität hatten zudem weniger Vertrauen in die Assistenzarten als Personen mit hoher Technologieaffinität. Darüber hinaus zeigte das Geschlecht einen Einfluss auf die Verhaltensintention und die wahrgenommene Nützlichkeit (siehe Anhang B.6, Tab. B.29 und Tab. B.30). Hier bewerteten Männer die wahrgenommene Nützlichkeit höher als Frauen (siehe Anhang B.6, Tab. B.31). Interaktionseffekte wurden in beiden Analysen nicht signifikant. Das Realitätsurteil, die Kontrollüberzeugung, der Wunsch nach Kontrolle, das Alter und die jährliche Fahrleistung zeigten ebenfalls keine signifikanten Einflüsse.

Außerdem belegte ein t-Test gegen den Skalenmittelwert (4), dass die Szenarien als realistisch empfunden wurden ( $M = 4.77$ ,  $SD = 1.06$ ;  $t(63) = 5.84$ ,  $p < .001$ ,  $d_S = 0.73$ ).

## 4.5 Diskussion

Im Folgenden wird zunächst die generelle Akzeptanzbeurteilung der drei Assistenzarten entsprechend der Forschungsfrage F<sub>4</sub> diskutiert. Anschließend wird, den Hypothesen und der Forschungsfrage F<sub>5</sub> folgend, interpretiert, warum keine signifikanten Unterschiede durch die Variation der Merkmale des Nutzungskontextes identifiziert wurden. Zuletzt wird auf die Effekte der Kontrollvariablen eingegangen.

### Generelle Akzeptanzbeurteilung der Assistenzarten

Die Ergebnisse beider Studien verdeutlichen, dass alle Assistenzarten positiv bewertet wurden. Innerhalb dieser positiven Bewertungen konnten jedoch statistisch relevante Unterschiede nachgewiesen werden. Die adaptierbare Filterassistenz wurde in nahezu allen Prädiktoren beider Studien schlechter bewertet als die beiden adaptiven Assistenzarten. Dabei wurden nicht nur die Nützlichkeit und die einfache Benutzbarkeit als geringer empfunden, sondern auch der Spaß bei der Benutzung. Aus der subjektiven Norm wurde deutlich, dass wichtige Bezugspersonen aus dem sozialen Umfeld der Versuchspersonen die Verwendung der adaptiven Filterassistenz befürworten würden. Weiterhin wurde das Risiko der adaptierbaren Filterassistenz höher eingeschätzt als das der adaptiven Assistenzarten. Erklärungen dazu lassen sich in den erfassten Facetten des Risikos finden. Die Versuchspersonen befürchteten hier stärker, dass die adaptive Filterassistenz nicht all-

tagstauglich sei und sie durch die Verwendung der Assistenzart Zeit verlieren. Entgegen der Erwartung wurde das Risiko der Gefährdung der Privatsphäre bei den adaptiven Assistenzarten nicht höher eingestuft, obwohl beide Assistenzarten personenbezogene Daten zur Empfehlung von Sonderzielen verwenden und speichern. Erklären lässt sich dies mit der Methodik der Szenariobefragung. Möglicherweise wurde den Versuchspersonen durch die Szenarien dies nicht stark genug bewusst.

Die wahrgenommene Kontrolle der Delegationsassistentz wurde gemäß der Erwartung schlechter bewertet als die der Filterassistenten. Die Delegationsassistentz übernimmt den größten Teil der Aufgaben des Fahrers bei der Sonderzielauswahl. Sie stellt die Auswahlkriterien automatisch ein, wählt das beste Sonderziel aus und steuert es nach Zustimmung des Fahrers auch gleich an. Der Fahrer muss hier lediglich das Ergebnis kontrollieren und bestätigen, während bei den Filterassistenten der Fahrer die Auswahlentscheidung immer noch eigenständig treffen muss. Hierin kann auch eine Begründung liegen, warum die Delegationsassistentz als einfacher zu bedienen empfunden wurde. Infolgedessen sind bei der Delegationsassistentz weniger Bedienschritte erforderlich und es müssen weniger Informationen aufgenommen und verarbeitet werden, so dass die Ressourcen des Fahrers weniger stark belastet werden als bei den anderen beiden Assistenzarten.

Die überwiegend positive Bewertung der adaptierbaren Filterassistentz lässt sich darüber hinaus mit den Ergebnissen der qualitativen Interviews erklären (Kapitel 3). Die Versuchspersonen verwendeten hier zumeist Navigationssysteme, die über keine bis wenig Unterstützung bei der Auswahlaufgabe verfügten, wie in Kapitel 3 gezeigt wurde. Möglicherweise war das bei den Versuchspersonen der Szenariobefragungen ähnlich, so dass sie bereits geringe Unterstützungsgrade als positiv empfanden.

Das Vertrauen in die Assistenzarten zeigte in beiden Studien entgegen den Erwartungen keine signifikanten Unterschiede. Es war jedoch eine Tendenz in der Ergänzungsstudie dahingehend zu erkennen, dass der adaptierbaren Filterassistentz eher vertraut wurde als der adaptiven Delegationsassistentz. Es gibt zudem bereits zahlreiche empirische Befunde darüber, dass der Assistenzgrad Einfluss auf das Vertrauen nimmt, z.B. von Cramer et al. (2008) und Rothensee (2010). Ähnlich wie bei der Risiko-Facette „Privatsphäre“ kann dieses Ergebnis aus dem geringen Bewusstsein der Versuchspersonen über mögliche Risiken resultieren.

Welche Assistenzarten entsprechend Forschungsfrage F<sub>4</sub> im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext am ehesten akzeptiert werden, zeichnete sich auch in der Ranking-Aufgabe zum Gesamturteil ab. Sowohl die adaptive Filter- als auch die adaptive Delegationsassistentz wurden gegenüber der adaptierbaren Filterassistentz bevorzugt. Die Messung der Verhaltensintention deutete diesen Trend zwar an, Unterschiede wurden aber nicht signifikant. Begründen lässt sich dies mit den unterschiedlichen Aufgabenstellungen. Anders als bei der Verhaltensintention, wo Assistenzarten auch gleich bewertet werden konnten, mussten sich die Versuchspersonen bei der Ranking-Aufgabe für ein Ranking entschei-

den. Methodisch zeigte sich hier, dass unter einem Entscheidungszwang, gegeben durch die Aufgabenstellung, ein direkter Vergleich Unterschiede stärker hervortreten lässt.

Im Vergleich zu den vorgestellten empirischen Befunden in Kapitel 2 zeigten die Ergebnisse dieser Studien, dass mittlere Assistenzgrade in Form einer adaptiven Filterassistenz zur personalisierten Optionsfilterung im Fahrzeug akzeptiert werden. Entgegen der Studien zur Untersuchung von Assistenzsystemen für die Fahraufgabe, z.B. von Meschtscherjakov et al. (2009), erzielten hier hohe Assistenzgrade nicht die höchste Akzeptanz. Daraus wird ersichtlich, wie wichtig es ist, bei der Gestaltung von Assistenzsystemen genau zu analysieren, welche Aufgabe unterstützt werden soll. Akzeptanzbewertungen für andere Aufgaben innerhalb des Fahrzeuges sind hier nicht ohne weiteres übertragbar. Rothensee (2010) kam in seiner Untersuchung zur Akzeptanz verschiedener Assistenzarten einer Wartungsassistenz zu dem Ergebnis, dass eine Ausführungsassistenz hinsichtlich der Nützlichkeit, der Benutzerfreundlichkeit, der affektiven Bewertung, der Verhaltensintention zur Nutzung, der wahrgenommenen Kontrolle und des Risikos signifikant schlechter bewertet wurde als eine Vorschlagsassistenz. Auch hier wurde ein mittlerer Unterstützungsgrad gegenüber einem hohen bevorzugt und wurden ebenfalls beide Assistenzarten überwiegend positiv bewertet.

Mittlere Unterstützungsgrade, wie die adaptive Filterassistenz, die dem Fahrer zum einen Teilaufgaben abnehmen, zum anderen ausreichend Kontrolle über seine Auswahlentscheidung geben, stellten in den hier durchgeführten Untersuchungen eine Art „Kompromiss“ zwischen extremen Unterstützungsgraden dar und erzielten dementsprechend die höchste Akzeptanz. Außerhalb der Fahrzeugdomäne mit der Doppelaufgabenbelastung liegen jedoch völlig andere Befunde vor. Dazu zeigten Untersuchungen von Nitschke et al. (2001) aus dem Bereich des Home-Entertainment beispielsweise, dass adaptierbare Assistenzsysteme gegenüber adaptiven Assistenzsystemen zur Unterstützung der Film-Auswahl bevorzugt wurden. Als mögliche Ursachen für das schlechte Abschneiden von adaptiven Assistenzsystemen nennt sie u.a. fehlende Kontrollmöglichkeiten beim Auswahlprozess und mangelndes Vertrauen. Im Fahrzeug hingegen verdeutlichen die Ergebnisse der hier durchgeführten Studien und der empirischen Befunde, dass der Benutzer aufgrund der erhöhten Belastung durch die Doppelaufgabe eher bereit ist, Aufgabenteile an das System abzugeben.

### **Einfluss der Merkmale des Nutzungskontextes**

Innerhalb des fahrzeugspezifischen Nutzungskontextes zeigte die Variation einzelner Merkmale des Nutzungskontextes in beiden Studien keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in der Akzeptanzbewertung.

Für die prognostizierten Unterschiede zwischen der Art von Auswahlkriterien in den Hypothesen  $H_{2,1}$  und  $H_{2,2}$  waren lediglich Tendenzen in beiden Studien erkennbar. Sie deuteten an, dass bei der Auswahl unter Verwendung von überwiegend konstanten Kriterien adaptive Assistenzarten und bei der Auswahl unter Verwendung von vorwiegend

dynamischen Kriterien adaptierbare Assistenzarten bevorzugt wurden. Diese werden jedoch statistisch nicht bedeutsam. Eine Ursache hierfür kann wieder in der Methodik der Szenariobefragung liegen. Möglicherweise war es für die Versuchspersonen zu schwierig, sich die Situation vorzustellen. Die Versuchspersonen befanden sich in keiner realen Auswahlentscheidungssituation, sie mussten nicht tatsächlich ein Sonderziel auswählen und ihre aktuellen Präferenzen spielten keine Rolle. Der Stimuli reichte hier vermutlich nicht aus.

Dementsprechend konnten die Hypothesen  $H_{5.1}$  und  $H_{5.2}$ , nach denen adaptive Assistenzarten in Situationen mit hoher Nebenaufgabenschwierigkeit gegenüber der adaptierbaren Filterassistenz bevorzugt werden, durch die Ergebnisse nicht bestätigt werden. Es waren zwar wieder Tendenzen in die erwartete Richtung zu beobachten, diese waren aber ebenfalls nicht signifikant.

Für Zeitdruck ( $H_{3.1}$ ,  $H_{3.2}$ ) und Gefahrenpotential ( $H_{4.1}$ ,  $H_{4.2}$ ) waren in beiden Studien solche Tendenzen nicht zu beobachten. Vielmehr wurde die adaptierbare Filterassistenz immer schlechter bewertet als die adaptiven Assistenzarten. Nitschke et al. (2001) konnten in ihren Untersuchungen ebenfalls keinen Effekt von Zeitdruck und Bedienaufwand in Situationen ohne Nebenaufgabe auf die bevorzugte Assistenzart nachweisen. Auch der von Plociennik et al. (2010) beschriebene Effekt von Zeitdruck auf die wahrgenommene Nützlichkeit konnte in den hier dargebotenen Studien nicht bestätigt werden. Die vorgestellten empirischen Befunde von Cramer et al. (2008) zum grundsätzlichen Einfluss der Aufgabenschwierigkeit der Hauptaufgabe (durch erhöhte Verkehrsdichte) auf die Akzeptanz konnten damit ebenfalls nicht bestätigt werden (siehe Kapitel 2.4). Allerdings zeigten sich in deren Befunden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen verschiedenen Assistenzarten in Situationen mit erhöhter Aufgabenschwierigkeit. Gemäß den Ergebnissen dieser Studie wurden die Hypothesen  $H_{4.1}$  und  $H_{4.2}$ , zum Einfluss der Aufgabenschwierigkeit der Hauptaufgabe auf die Akzeptanz der Assistenzarten, nicht angenommen. Der Einfluss von Zeitdruck ( $H_{3.1}$  und  $H_{3.2}$ ) und der Nebenaufgabenschwierigkeit ( $H_{5.1}$  und  $H_{5.2}$ ) werden nochmals in einer Simulationsstudie getestet. Diese Nutzungskontextmerkmale können mit einer einfachen Simulationsstudie, ohne ein komplexes Verkehrsgeschehen zu simulieren, realisiert werden.

Die Variation des Nutzungskontextes in der online-basierten Szenariobefragung zeigte außerdem einen Einfluss auf den Wunsch nach Kontrolle, welches auf Domänen bzw. kontextspezifische Unterschiede hindeutet (Rothensee, 2010). So war das Kontrollbedürfnis in Verkehrssituation mit hohem Gefahrenpotential bspw. niedriger als in Verkehrssituationen mit niedrigem Gefahrenpotential.

### **Need-for-Cognition**

Die Hypothesen  $H_{1.1}$  und  $H_{1.2}$  zum Einfluss des Need-for-Cognition auf die Akzeptanz der Assistenzarten kann den Ergebnissen dieser Studie zufolge ebenfalls nicht angenommen werden. Auch hier wurden keine Interaktionseffekte zwischen NFC und der Verhal-

tensintention zur Nutzung der drei Assistenzarten festgestellt. Demgegenüber stehen die Ergebnisse einer Studie von Ho, Davern und Tam (2008). Sie konnten nachweisen, dass Personen mit einem hohen NFC eher personalisierte Klingelton-Empfehlungen, basierend auf Verhaltensdaten, bevorzugten als solche mit niedrigem NFC. Außerdem empfahlen sie, nur dann eine persönliche Empfehlung an Benutzer mit einem hohem NFC zu geben, wenn wirklich sicher ist, dass die Optionen den Interessen des Benutzers entsprechen. Diese konnte hier nicht nachgewiesen werden. Zu beachten ist auch hier wieder, dass die Studie sich auf einen anderen Nutzungskontext bezieht. Nimwegen, Burgos, Oostendorp und Schijf (2006); Kaynar und Amichai-Hamburger (2008) konnten ebenfalls keinen Einfluss von NFC auf das Nutzungsverhalten von Assistenzsystemen am PC nachweisen.

Eine Einschränkung bei der Untersuchung des NFC liegt in der Unterteilung der Gruppen mit niedrigem und hohem NFC-Wert. Hier wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen möglicherweise nicht groß genug gewählt. Eine andere Einteilung war allerdings aufgrund der geforderten annähernd gleichen Gruppengröße nicht möglich. Weiterhin ist es auch denkbar, dass die Auswahl eines Sonderziels an sich zu einfach beschrieben war und keine hohen kognitiven Ansprüche gestellt wurden. Zu diesem Schluss kamen bereits Nimwegen et al. (2006) in ihren Untersuchungen von Assistenzsystemen zur Konferenzraumplanung am PC.

### **Einfluss der Kontrollvariablen**

Der Einfluss der Kontrollvariablen auf die Verhaltensintention und die Akzeptanz-Prädiktoren erscheint plausibel. Ergänzend zu den Ergebnissen von Karrer et al. (2009) und Plociennik et al. (2010) kann festgehalten werden, dass die Technologieaffinität sich auf die grundsätzliche Akzeptanzbewertung, nämlich der Verhaltensintention zur Nutzung eines Systems, der affektiven Bewertung und dem Vertrauen in das System, auswirkt. Mit der Technologieaffinität gehen die festgestellten geschlechterspezifischen Unterschiede in der Akzeptanzbewertung einher, wie auch in Kapitel 2.2 beschrieben. Die Effektstärken waren jedoch klein. Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Assistenzarten wurden nicht festgestellt. Auch der starke Einfluss des Szenariorealismus in der Hauptstudie erscheint plausibel und geht einher mit den Ergebnissen von Rothensee (2010), die belegten, dass Versuchspersonen, die die Szenarien für realistisch hielten, eine höhere Verhaltensintention aufwiesen und die Akzeptanz-Prädiktoren besser bewerteten als Personen, die die Szenarien als weniger realistisch empfanden. Kritisch anzumerken sind bei der Technologieaffinität und beim Szenariorealismus wieder die Einteilung der Gruppen, sowie die geringe Reliabilität der Skala Realitätsurteil.

### **Schlussbemerkung zur Methodik**

Die Einschränkungen durch die Methodik der Szenariobefragung wurden bereits in den vorherigen Abschnitten diskutiert. Es kann festgehalten werden, dass die Szenariobe-

fragung eine einfach zu realisierende Methodik zur Generierung erster Akzeptanzprognosen für zukünftige Systeme darstellt. Im Rahmen dieser Untersuchung lieferte sie erste wichtige Erkenntnisse zur Akzeptanz von personalisierten Assistenzsystemen zur Optionsauswahl im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext.

Durch die Veränderung des Studien-Designs in der Ergänzungsstudie (within-between Design anstatt between Design) wurden Unterschiede nochmals prägnanter und die Effekte traten wesentlich stärker hervor. Daher sollten einige ausgewählte Merkmale des Nutzungskontextes ebenfalls als within-Faktor nochmals untersucht werden. Im Rahmen dieser Studie war dies aufgrund der großen Anzahl an zu variierenden Merkmalen des Nutzungskontextes und der damit einhergehenden Bearbeitungsdauer für die Versuchspersonen nicht möglich.

Da eine alleinige Akzeptanzbewertung zur Evaluierung der drei Assistenzarten noch nicht ausreicht, um konkrete Empfehlungen für die Gestaltung eines Assistenzsystems zur personalisierten Optionsauswahl geben zu können, wurde in der nächsten Studie neben der Akzeptanz auch die Auswirkung auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung untersucht. Hierzu wurden alle drei Assistenzarten prototypisch realisiert und in einer Fahrsimulation untersucht. Dementsprechend ist es auch möglich, einige Merkmale des Nutzungskontextes, gemäß den Hypothesen  $H_{3,1}$  &  $H_{3,2}$  und  $H_{5,1}$  &  $H_{5,2}$ , zu simulieren, so dass die Versuchspersonen diese Merkmale tatsächlich erleben können. Die Beschreibung der Prototypen und deren Entstehung wird im folgenden Kapitel darstellt.



# 5 Prototypische Realisierung der Assistenzarten

In diesem Kapitel wird zunächst auf die Entwicklung der Prototypen eingegangen. Anschließend werden alle drei Prototypen mit ihren Funktionen und dem optimalen Bedienablauf vorgestellt.

## 5.1 Entwicklung der Prototypen

Für jede der drei Assistenzarten wurde ein Prototyp realisiert. Bei der Realisierung handelte es sich um Mock-ups, die das Verhalten der Assistenzarten und ihre Bedienoberfläche im Navigationssystem simulierten. Die Mock-ups sollten die unterschiedlichen Aufgabenteilungen bzw. Unterstützungsgrade der Assistenzarten veranschaulichen.

Da die Programmierung durch den Autor dieser Arbeit erfolgte, wurde auf dem Autor bekannte Programmiersprachen aus der Web-Entwicklung zurückgegriffen, mit denen die Umsetzung der Prototypen einfach und schnell zu realisieren war. Es wurde folglich eine einfache Client-Server-Architektur umgesetzt, bei der der Webbrowser Firefox (Version 3.5) als Client diente. Die Darstellung erfolgte im Vollbildmodus, so dass keine Browsernavigations- oder Statusleisten für die Versuchspersonen sichtbar waren. Als visuelles Ausgabemedium diente ein 7" Zoll resistives Touch-Display. Die Größe entsprach der gängigen Displaygröße eines Navigationssystems. Zusätzlich wurde ein akustisches Ausgabemedium für Navigationsanweisungen verwendet. Als Eingabemedium diente ebenfalls das Touch-Display. Die Realisierung von anderen Ausgabemedien und Eingabemodalitäten, z.B. Sprachsteuerung, -ausgabe, war aufgrund des damit verbundenen Entwicklungsaufwandes nicht möglich. Wie zahlreiche empirische Befunde bereits gezeigt haben (siehe Kapitel 2), kann dieses allerdings die Ablenkung des Fahrers durch die Nebenaufgabe deutlich reduzieren.

Als Server diente ein Apache-Server der im Rahmen des XAMPP Softwarepaketes kostenlos verfügbar war. Die Programmierung auf der Serverseite wurde mit PHP und auf der Client-Seite mit AJAX, HTML und CSS umgesetzt. Die Kommunikation zwischen Client und Server erfolgte mit JSON. Zusätzlich wurde eine MySQL Datenbank verwendet, welche die Sonderziele enthielt. Außerdem mussten Sonderziele aus den Kategorien „Tanken“ und „Parken“ hinzugefügt werden, da diese nicht enthalten waren. Die Verwendung von AJAX hatte des Weiteren den Vorteil, dass das Laden von Skripten dynamisch im Hintergrund erfolgte. Der Fahrer musste folglich nicht auf Rückmeldung der

Assistenzarten warten, sondern erhielt sofort, ähnlich der Bedienung eines Desktop-PCs, eine Systemrückmeldung.

Das Design der Benutzeroberflächen orientierte sich am Design des Multimedia Referenzsystems der Robert Bosch Car Multimedia GmbH. Die Benutzeroberfläche umfasste lediglich die relevanten Sonderziel-Funktionen entsprechend der jeweiligen Assistenzart. Außerdem wurden diverse Änderungen im Hinblick auf die Bedienbarkeit während der Fahrt vorgenommen, z.B. größere Schriftarten und Bedienelemente sowie eine Reduzierung der dargestellten Informationen auf die Wesentlichen. Das Design und die enthaltenen Sonderziele wurden über die drei Assistenzarten konstant gehalten. Sie unterschieden sich lediglich im Hinblick auf die unterschiedlichen Unterstützungsgrade der Assistenzarten.

Als problematisch bei der Umsetzung der Mock-ups erwies sich die Adaptivität der Filterassistentz und der Delegationsassistentz. Hierzu sollten den Szenarien nach aktuelle Bedürfnisse und Präferenzen des Benutzers sowie Verhaltensdaten, Informationen zur aktuellen Aufgabe und zur Nutzungsumgebung verwendet werden, um passende Sonderziele zu empfehlen. Diese Daten standen in den geplanten Laborexperimenten jedoch nicht zur Verfügung. Daher wurde das adaptive Verhalten der entsprechenden Assistenzarten simuliert. Der Versuchsleiter der Experimente sollte dementsprechend den Versuchspersonen eine Sonderzielauswahlaufgabe stellen und ihnen für jede Situation ihre Präferenzen nennen. So konnte auch das Problem behoben werden, dass eine Versuchsperson in einem Laborexperiment für gewöhnlich kein aktuelles Bedürfnis bzgl. der Auswahl eines Sonderziels verspürt. Die Mock-ups arbeiteten mit Datenbank-Anfragen passend zu den jeweiligen Aufgabenstellungen. Die automatisch ausgewählten Sonderziele entsprachen immer den angegebenen Auswahlkriterien. Fehlerhafte Empfehlungen wurden in den Simulationsstudien nicht untersucht. Um trotzdem weitestgehend realistische Auswahl-situationen zu erzeugen, wurden Auswahlkriterien bzw. Sonderziel-Eigenschaften verwendet, die die Versuchspersonen der explorativen Studie aus Kapitel 3 genannt hatten. Darüber hinaus wurde versucht, bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche die genannten Nachteile der Sonderziel-Funktionen aus der explorativen Studie zu beachten und eine möglichst benutzerfreundliche Oberfläche entsprechend DIN EN ISO 9241-110 (2006) zu schaffen.

Im Folgenden werden nun die Bedienschritte und Funktionen der einzelnen Assistenzarten beschrieben. In Anhang C sind Screenshots zu den Assistenzarten zu finden.

## 5.2 Beschreibung der Prototypen und des optimalen Bedienablaufes

Die Bedienoberfläche der Prototypen gliederte sich in drei Bereiche (siehe rot beschriftete Bereiche in Abb. 5.1). Es wurde darauf geachtet nur relevante Informationen für die Assistenzarten anzuzeigen. Im oberen Bereich befand sich eine Übersichtsleiste (Sta-

tusbar), die den Namen der verwendeten Assistenzart anzeigte. Um ein Sonderziel mit den Assistenzarten auszuwählen, musste die Versuchsperson mehrere Teilaufgaben, die wiederum aus mehreren Bedienschritten bestehen konnten, ausführen. Im rechten Bereich des Bildschirms befand sich daher eine Navigationsbar mit Bedienelementen, die gleichzeitig Informationen über den Status der Teilaufgaben lieferten (siehe Abb. 5.1). Entsprechend der Assistenzarten variierte die Anzahl dieser Teilaufgaben. Die aktuelle Teilaufgabe, in der der Fahrer sich gerade befand, war dunkelblau hinterlegt. Teilaufgaben, die noch nicht durchgeführt wurden und in deren Durchführung sich der Fahrer gerade nicht befand, wurden grau hinterlegt. Bereits abgearbeitete Teilaufgaben wurden blau markiert. Diese konnte der Fahrer berühren, um zu ihnen zurück zu gelangen und Änderungen vorzunehmen. Im zentralen Bereich des Bildschirms befanden sich Bedienelemente und Informationen, die der Durchführung der einzelnen Teilaufgaben dienten und die entsprechend variierten.

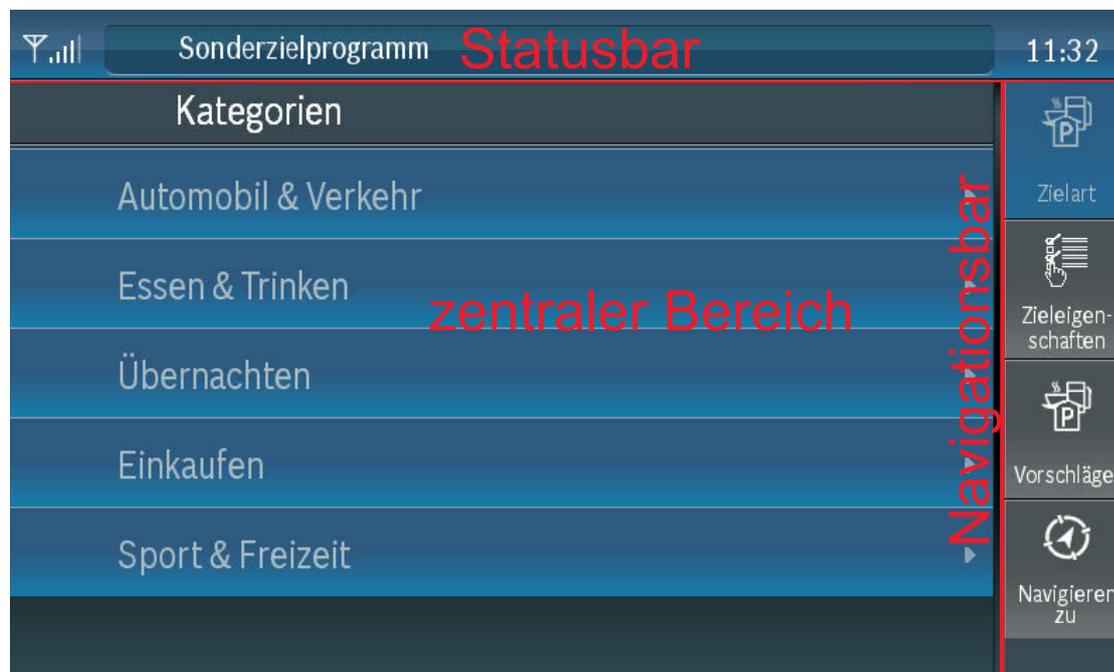


Abbildung 5.1: Aufteilung der Bedienoberfläche der Mock-ups

Jedes der Mock-ups startete mit einem „Start“-Bildschirm, der die geplante Route entsprechend des Szenarios darstellte. Wählte der Fahrer den „Start“-Button auf dem „Start“-Bildschirm, konnte er mit der ersten Teilaufgabe „Zielart definieren“ beginnen. Hierbei musste zunächst bestimmt werden, um welche Art Sonderziel es sich handeln sollte (z.B. Automobil & Verkehr, Essen & Trinken, Übernachten). Dies erfolgte bei allen drei Prototypen über ein Kategoriensystem. Bei der Gestaltung des Kategoriensystems wurden die Anmerkungen der Teilnehmer aus der explorativen Studie (siehe Kapitel 3) berücksichtigt. Außerdem wurde nach den Erkenntnissen von Totzke, Rauch

und Krüger (2004) eine tiefe Kategorien-Struktur mit maximal fünf Einträgen auf zwei Ebenen realisiert. Die Kategorien sollten darüber hinaus einfach zu verstehen sein, d.h. anhand des Namens und des Icons sollte erkennbar sein, was sich hinter der Kategorie verbarg. Nachdem die Haupt- und Subkategorien bestimmt waren, folgte die nächste Teilaufgabe.

In den dann folgenden Teilaufgaben unterschieden sich die Mock-ups in ihrer Bedienung voneinander und werden daher getrennt beschrieben.

### 5.2.1 Adaptierbare Filterassistentz

Bei der adaptierbaren Filterassistentz erfolgte in der nächsten Teilaufgabe die Eingabe der Auswahlkriterien nach denen das System Sonderziele auswählen sollte. Es wurden immer fünf Auswahlkriterien, die verschiedene Ausprägungen aufweisen konnten, angeboten (z.B. Art der Lokalität: Restaurant, Fischrestaurant, Schnellimbiss, Ausflugslokal). Diese richteten sich nach der zuvor gewählten Kategorie. Das Einstellen der Kriterien erfolgt über Menüs (mit max. fünf Einträgen auf einer Ebene) und Regler (siehe Anhang C, Abb. C.1). Nachdem alle Kriterien eingegeben waren, musste ein „Anzeige“-Button betätigt werden. Die adaptierbare Filterassistentz schlug dann umgehend fünf Sonderziele entsprechend den Eingaben vor. Die Sonderziele wurden in einer Liste mit Name, Adresse und erforderlichem Umweg angezeigt (siehe Anhang C, Abb. C.2). Die Anzahl orientierte sich wieder an den Erkenntnissen von Totzke et al. (2004). Allerdings war die Komplexität durch die Zusatzinformationen erhöht. Die Anordnung erfolgte nach erforderlichem Umweg beginnend mit dem geringsten Wert. Es erfolgte die nächste Teilaufgabe „Auswahlentscheidung treffen“. Zu jedem Eintrag konnte durch Berühren des Listeneintrages eine Detailansicht mit zusätzlichen Informationen (z.B. Foto, Eigenschaften, Bewertung) aufgerufen werden (siehe Anhang C, Abb. C.3). Die Zusammenstellung dieser Informationen basierte auf konkreten Wünschen der Versuchspersonen aus der qualitativen Studie (siehe Kap. 3). In der Detailansicht war eine Schaltfläche vorhanden, die zurück zur Sonderziel-Liste führte. So konnten mehrere Sonderziele miteinander verglichen werden. Weiterhin war eine Schaltfläche in der Detailansicht realisiert, mit der das Sonderziel in die Route eingefügt werden konnte. Mit Betätigung dieses Buttons wurde die letzte Teilaufgabe, die Routenintegration, erreicht. Wurde diese Schaltfläche betätigt, erschien eine Ansicht, die das Sonderziel als Zwischenziel in der Route auf einer Karte anzeigte. Daneben befand sich eine Schaltfläche, mit der die Zielführung gestartet werden konnte. Wurde diese bedient, erfolgte eine simulierte Routenberechnung, indem die nächste Fahrhinweisung auf einer Karte dargestellt wurde und eine akustische Ausgabe ertönte, die besagte, dass die Route berechnet wurde und dem Straßenverlauf zu folgen sei. Die Aufgabe war an dieser Stelle beendet.

### 5.2.2 Adaptive Filterassistentz

Anders als bei der adaptierbaren Filterassistentz musste der Fahrer bei der adaptiven Filterassistentz Auswahlkriterien nicht mehr manuell bestimmen. Nachdem der Fahrer die Sonderziel-Kategorie festgelegt hatte, ermittelte das System automatisch die aktuellen Bedürfnisse und Präferenzen, stellte die entsprechenden Auswahlkriterien ein und suchte fünf Sonderziele aus. Um diesen Prozess möglichst transparent zu gestalten, wurde dem Fahrer angezeigt, welche Schritte das System gerade durchführt und welche bereits erfüllt waren (siehe Anhang C, Abb. C.4). Die Dauer dieses Prozesses war auf 5,5 Sekunden programmiert, um dem Fahrer ausreichend Zeit zu geben, die angezeigten Schritte zu erfassen. Das System wählte immer die fünf Sonderziele, die für den Fahrer am „besten“ geeignet waren. Die ausgewählten Sonderziele wurden wieder in einer Liste dargestellt (siehe Anhang C, Abb. C.5). Die dann folgenden Bedienschritte waren wieder dieselben wie bei der adaptierbaren Filterassistentz und werden hier nicht nochmals beschrieben.

Zur weiteren transparenten Gestaltung wurde in der Sonderziel-Liste eine Schaltfläche angeboten, über die der Fahrer zu einer Auflistung der automatisch eingestellten Auswahlkriterien gelangte. Hierüber konnte der Fahrer die Auswahlkriterien nochmals einsehen und kontrollieren (siehe Anhang C, Abb. C.6). Änderungen konnten jedoch nicht vorgenommen werden, da die Assistenzarten weitestgehend in ihrer Grundform untersucht werden sollten. Änderbare Auswahlkriterien hätten hier noch stärker einer Mischform aus adaptierbarer und adaptiver Anpassungsform entsprochen. Die eingestellten Auswahlkriterien entsprachen immer der jeweiligen Aufgabenstellung und waren folglich immer „richtig“.

### 5.2.3 Adaptive Delegationsassistentz

Nachdem der Fahrer die Sonderzielkategorie bestimmt hatte, ermittelte die Delegationsassistentz, wie auch bei der adaptiven Filterassistentz, automatisch die aktuellen Bedürfnisse und Präferenzen des Fahrers und stellte die Auswahlkriterien ein. Die Stadien dieses Prozesses wurden wieder angezeigt und die Dauer betrug ebenfalls 5,5 Sekunden. Anschließend empfahl die Delegationsassistentz jedoch nur noch ein einziges Sonderziel, welches am „besten“ für den Fahrer geeignet war. Dieses Sonderziel wurde gleich mit der bereits beschriebenen Detailansicht dargestellt (siehe Anhang C, Abb. C.7). Auch hier hatte der Fahrer wieder die Möglichkeit, über eine Schaltfläche die automatisch eingestellten Auswahlkriterien einzusehen. Über einen weiteren Button in der Detailansicht konnte der Fahrer der Delegationsassistentz die Erlaubnis erteilen, das Sonderziel anzusteuern. Es folgte dann direkt die simulierte Routenberechnung mit der Ausgabe der ersten Fahranweisung.

Insgesamt mussten für die Sonderzielauswahl mit der Delegationsassistentz nur noch zwei Teilaufgaben (Zielart festlegen, Sonderzielauswahl bestätigen) durchgeführt werden. Alle anderen Aufgaben wurden von der Assistenzart übernommen. Bei der adaptiven

Filterassistenten waren es drei (Zielart festlegen, Auswahlentscheidung treffen, Routenintegration) und bei der adaptierbaren Filterassistenten vier Teilaufgaben (Zielart festlegen, Auswahlkriterien einstellen, Auswahlentscheidung treffen, Routenintegration). In Tabelle 5.1 sind für alle drei Mock-ups die optimalen Bedienabläufe beispielhaft für die Auswahl eines Restaurants in einem Status-Übergangendiagramm dargestellt. Bei der Beispielaufgabe handelt es sich um eine einfache Auswahlvorgabe mit drei Auswahlkriterien. Zu sehen sind die einzelnen Systemzustände, welche über das Ausführen von Bedienschritten erreicht wurden. Eine Teilaufgabe konnte, in Abhängigkeit der Assistenzart, mehrere Bedienschritte umfassen. Bedienschritte, die sich aus dem Vergleichen mehrerer Sonderziele oder aus dem Kontrollieren der Auswahlkriterien ergeben konnten, sind nicht dargestellt. Diese waren für den Fahrer nicht zwingend erforderlich, um ein Sonderziel auszuwählen und zählten damit nicht zu den Pflichtbedienschritten.

Tabelle 5.1: Status-Übergangendiagramm für den optimalen Bedienablauf mit den Assistenzarten am Bsp. Restaurantauswahl

Teilaufgabe	System-Status	Bedienschritt	Assistenzart		
			A1	A2	A3
Zielart festlegen	Start-Ansicht				
	Kategorien-Liste	„Start“-Button drücken <sup>a</sup>	(x)	(x)	(x)
	Subkategorien-Liste	„Essen & Trinken“ wählen	x	x	x
		„Restaurant“ wählen	x	x	x
Auswahlkriterien einstellen	Auswahlkriterien-Ansicht				
	Art der Lokalität eingestellt	„Art der Lokalität“ wählen	x		
		„Fischrestaurant“ einstellen	x		
	Art der Küche eingestellt	„Art der Küche“ wählen	x		
		„deutsch“ wählen	x		
Bewertung eingestellt	Regler auf 4,5 schieben	x			
Auswahlentscheidung treffen bzw. bestätigen	Sonderziel-Liste	„Anzeigen“-Button drücken	x		
		beliebiges Sonderziel wählen	x	x	
	Detail-Ansicht zu Sonderziel	„navigiere zu“-Button drücken <sup>b</sup>	x	x	x
Routenintegration	Sonderziel in Route				
	erste Navigationsanweisung	„Route berechnen“-Button drücken	x	x	
Anzahl Pflichtbedienschritte			11	5	3

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenten; A2: adaptive Filterassistenten; A3: adaptive Delegationsassistenten; x: Bedienschritt ist bei dieser Assistenzart erforderlich; <sup>a</sup>Bedienschritt dient dem Beginn der Aufzeichnung und als „Einstieg“ in die Aufgabe; <sup>b</sup>bei A3 „ansteuern“-Button drücken.

# 6 Untersuchungen zur Unterstützungsleistung der Assistenzarten im Fahrzeug

## 6.1 Fragestellung und Hypothesen

In Kapitel 4.5 wurde bereits deutlich, dass eine alleinige Evaluierung der Assistenzarten mit Hilfe von schriftlichen Szenarien zur vollständigen Beantwortung der Fragestellungen nicht ausreicht. Daher wurden die Assistenzarten in Form von Mock-ups prototypisch umgesetzt. Diese Mock-ups dienten anschließend in einer quasi-experimentellen Untersuchung als Stimulus, um nochmals die Akzeptanz der Assistenzarten sowie den Einfluss der Nutzungskontextmerkmale Zeitdruck und Aufgabenschwierigkeit zu untersuchen. Die folgende Forschungsfrage wurde daher nochmals betrachtet:

F<sub>5</sub>: Wie wirken die Merkmale Zeitdruck und Schwierigkeit der Nebenaufgabe auf die Akzeptanz und die Akzeptanz-Prädiktoren der einzelnen Assistenzarten?

Außerdem sollte bei der Evaluierung der Assistenzarten für den fahrzeugspezifischen Nutzungskontext nicht nur die Akzeptanz untersucht werden, sondern auch die Auswirkung der Verwendung der Assistenzarten auf die Fahrleistung sowie die Güte der Aufgabenbearbeitung bei der Sonderzielauswahl. Es wurden daher zusätzlich die folgenden Forschungsfragen formuliert:

F<sub>6</sub>: Wie wirkt die Verwendung der Assistenzarten durch den Fahrer generell auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung bei der Sonderzielauswahl?

F<sub>7</sub>: Wie wirken die Merkmale Zeitdruck und Schwierigkeit der Nebenaufgabe auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung bei der Verwendung der Assistenzarten?

### **Generelle Auswirkung auf Fahrleistung und Güte der Aufgabenbearbeitung**

Wie in Kapitel 2.2 bereits beschrieben, verfügt der Fahrer nur über begrenzte kognitive Ressourcen. Bei einer zusätzlichen Nebenaufgabe muss er diese Ressourcen zwischen Haupt- und Nebenaufgabe aufteilen. Werden bei der Durchführung dieser Aufgaben Ressourcen überschritten, kann es zu Interferenzen und Leistungseinbußen bei der

Durchführung der Aufgabe kommen. Es ist daher naheliegend anzunehmen, dass diese Leistungseinbußen bei den drei Assistenzarten unterschiedlich hoch ausfallen werden, da sie den Fahrer unterschiedlich stark unterstützen. Bei der adaptierbaren Filterassistentz muss der Fahrer zunächst Auswahlkriterien festlegen und in das System eingeben. Anschließend muss er die vom System ausgewählten Sonderziele erfassen und bewerten, dazu muss er zwischen Detail- und Listenansicht wechseln und sich zuletzt für ein Sonderziel entscheiden und diesen als Ziel in die Route übernehmen. Der Fahrer führt hier die Mehrheit der Teilaufgaben eigenständig durch. Bei diesem Prozess werden vorwiegend der visuelle und der motorische Kanal verwendet. Da dies die gleichen Kanäle sind, die auch für die Fahraufgabe verwendet werden, sind starke Interferenzen zu erwarten (Wickens & Hollands, 2000). Die adaptive Filterassistentz und die Delegationsassistentz übernehmen hingegen Teile der beschriebenen Aufgaben, so dass der Fahrer hier weniger stark in seiner Leistung beeinträchtigt sein sollte. Die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung, im Sinne der Anzahl an zusätzlichen Bedienschritten und der Bearbeitungszeit pro Aufgabe, sollten demnach bei der Verwendung von adaptierbaren Filterassistentzen geringer sein als bei adaptiven Filter- und Delegationsassistentzen. Da die Delegationsassistentz zusätzlich noch die Teilaufgaben „Auswahlentscheidung treffen“ und „Routenintegration“ übernimmt, sollten die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung bei dieser Assistenzart höher sein als bei der adaptiven Filterassistentz. Zur Forschungsfrage F<sub>6</sub> werden daher folgende Hypothesen aufgestellt:

- H<sub>6.1</sub>: Die Fahrleistung des Fahrers ist bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz und der adaptiven Filterassistentz besser als bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz.
- H<sub>6.2</sub>: Die Fahrleistung des Fahrers ist bei der Verwendung der adaptiven Filterassistentz schlechter als bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz.
- H<sub>6.3</sub>: Die Anzahl der vom Fahrer zusätzlich durchgeführten Bedienschritte ist bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz und der adaptiven Filterassistentz geringer als bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz.
- H<sub>6.4</sub>: Die Anzahl der vom Fahrer zusätzlich durchgeführten Bedienschritte ist bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz geringer als bei der adaptiven Filterassistentz.
- H<sub>6.5</sub>: Die benötigte Bearbeitungszeit der Benutzer ist bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz und der adaptiven Filterassistentz geringer als bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz.
- H<sub>6.6</sub>: Die benötigte Bearbeitungszeit der Benutzer ist bei der Verwendung der adaptiven Delegationsassistentz geringer als bei der Verwendung der adaptiven Filterassistentz.

### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Zeitdruck**

Entsprechend der Forschungsfrage F<sub>5</sub> wurden nochmals die Hypothesen H<sub>3,1</sub> und H<sub>3,2</sub> untersucht (siehe Kapitel 4.1).

Zeitdruck stellt eine zusätzliche Belastung für den Fahrer dar, die sich negativ auf die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung auswirken kann (Fastenmeier & Gstalter, 2008). Soll z.B. möglichst schnell ein Sonderziel ausgewählt werden, müssen Bedienschritte schneller durchgeführt werden, welches höhere Anforderungen an die visuellen und motorischen Ressourcen des Fahrers stellt und zu Interferenzen mit der Fahraufgabe führen kann. Es konnte nachgewiesen werden, dass unter Zeitdruck Abbiegevorgänge schneller durchgeführt werden und weniger vorbeifahrende Fahrzeuge abgewartet werden, um eine größere Lücke zu finden als ohne Zeitdruck (Gelau, Sirek & Dahmen-Zimmer, 2011). Es wird daher angenommen, dass die Fahrleistung in Situationen mit Zeitdruck schlechter ist als in Situationen ohne Zeitdruck. Die Verschlechterung der Fahrleistung sollte im Vergleich zur adaptiven Filter- und Delegationsassistentz bei der adaptierbaren Filterassistentz am höchsten sein, da der Fahrer hier die geringste Unterstützung durch das Assistenzsystem erhält. Bei der adaptiven Delegationsassistentz sollte die Verschlechterung am geringsten sein, da der Fahrer hier die größte Unterstützung durch das Assistenzsystem erfährt. Zur Forschungsfrage F<sub>7</sub> wird folgende Hypothese formuliert:

H<sub>7,1</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahl Aufgabe hoher Zeitdruck vorliegt, ist die Verschlechterung der Fahrleistung des Fahrers bei der adaptierbaren Filterassistentz am höchsten und bei der adaptiven Delegationsassistentz am geringsten gegenüber Situationen ohne Zeitdruck.

### **Auswirkung des Aufgabenmerkmals Schwierigkeit der Nebenaufgabe**

Zur Untersuchung des Einflusses der Aufgabenschwierigkeit in der Nebenaufgabe entsprechend F<sub>5</sub> wurden zwei neue Hypothesen formuliert. Hier wurde die Schwierigkeit der Nebenaufgabe durch eine große Anzahl an Auswahlkriterien mit zusätzlichen numerischen Kriterien erhöht. Dadurch sollte die kognitive und motorische Belastung des Fahrers bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz ansteigen, da die Teilaufgabe durch den Fahrer durchgeführt wird. Bei den adaptiven Assistenzarten sollte dieser Anstieg deutlich geringer bzw. nicht vorhanden sein, da diese Assistenzarten die Teilaufgabe für den Fahrer übernehmen. Auch hier ist zu erwarten, dass der Fahrer bei der Lösung der Aufgabe eher Assistenzarten bevorzugt für deren Verwendung der Aufwand deutlich geringer ist.

H<sub>5,3</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahl Aufgabe eine hohe Nebenaufgabenschwierigkeit vorliegt, ist die Akzeptanz von adaptiven Filter- und Delegationsassistentzen größer als die Akzeptanz von adaptierbaren Filterassistentzen.

H<sub>5.4</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine geringe Nebenaufgabenschwierigkeit vorliegt, ist die Akzeptanz von adaptiven Filter- und Delegationsassistenzen geringer als die Akzeptanz von adaptierbaren Filterassistenzen.

Die erhöhte Aufgabenschwierigkeit sollte zu einer erhöhten Belastung des Fahrers und zu einer Verschlechterung der Fahrleistung führen, wie z.B. Harbluk, Burns, Lochner und Trbovich (2007) bereits nachweisen konnten. Die Verschlechterung der Fahrleistung sollte auch hier wieder bei der adaptierbaren Filterassistentz am höchsten und bei der adaptiven Delegationsassistentz am geringsten sein. Zur Forschungsfrage F<sub>7</sub> wird folgende Hypothese formuliert:

H<sub>7.2</sub>: Wenn beim Ausführen einer Auswahlaufgabe eine hohe Nebenaufgabenschwierigkeit vorliegt, ist die Verschlechterung der Fahrleistung des Fahrer bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz am höchsten und bei der adaptiven Delegationsassistentz am geringsten gegenüber Situationen mit niedriger Nebenaufgabenschwierigkeit.

Zusätzlich wird die gemeinsame Wirkung der Merkmale hoher Zeitdruck und hohe Aufgabenschwierigkeit untersucht. Hierbei sollten die Fahrleistung und die Güte der Aufgabenbearbeitung bei der adaptiven Delegationsassistentz gegenüber der adaptiven und adaptierbaren Filterassistentz am besten sein.

## **6.2 Methodisches Vorgehen**

### **6.2.1 Methodik der Simulationsstudie**

Die Untersuchungen wurden mit Hilfe einer Fahrsimulation, welche die Hauptaufgabe - das Führen des Fahrzeuges - darstellt, durchgeführt. Als Fahrsimulation wurde die Lane-Change-Task (LCT) von Mattes (2003) verwendet. Die Hauptaufgabe bestand bei diesem Test darin, auf einem virtuellen Fahrparcour die Fahrspur entsprechend der Hinweise auf Schildern am Straßenrand zu wechseln. In der Simulation gab es keine anderen Verkehrsteilnehmer. Es standen drei Fahrspuren, die immer geradeaus führten, zur Verfügung. Insgesamt waren zehn Tracks mit unterschiedlichen Schilderabfolgen vorhanden, wobei jeder Track 18 Schilder umfasste und eine Fahrt ca. 180 Sekunden dauerte. Die Versuchspersonen wurden vor dem Test angewiesen, den Track immer mit einer konstanten Geschwindigkeit von 60 km/h entlangzufahren, entsprechend der Anweisung nach Daimler Chrysler AG (2005). Nur so konnte sichergestellt werden, dass die zusätzliche Belastung durch die Nebenaufgabe, durch Zeitdruck und durch die Nebenaufgabenschwierigkeit nicht durch langsames Fahren kompensiert wurde. Sobald die Versuchspersonen ein Schild am Straßenrand erkannt hatten, sollte mit einem Spurwechsel auf die angezeigte Fahrbahn reagiert werden. Der Spurwechsel musste dabei noch vor Erreichen des Schildes abgeschlossen werden und möglichst schnell und effizient erfolgen.

Der Test mit der LCT-Simulation wurde speziell entwickelt, um auf einfache Art und Weise den Einfluss von Nebenaufgaben auf die Fahrleistung zu untersuchen (Mattes, 2003). Hierzu bot der Test neben der PC-Fahrsimulation auch ein Instrument zur Messung der Fahrleistung über den PC. Obwohl der Test in ISO 26022 (2010) standardisiert ist und eine hohe Reliabilität sowie Validität aufwies, durfte er nicht völlig unkritisch verwendet werden. So kritisierten Rognin, Alidra, Val und Lescaut (2007), dass die alleinige Messung der Fahrleistung über die mittlere Spurabweichung nicht sensitiv genug sei. In ihrem Versuch wiesen längere Nebenaufgaben immer eine geringere Abweichung auf als kürzere Aufgaben. Andere empirische Befunde zeigten auf, dass die Fahrleistung in einer komplexeren Fahrsimulation mit Kabine besser war als in der LCT-Simulation (Bruyas et al., 2008). Erklärungen liegen möglicherweise darin, dass eine komplexere Fahrsimulation den Versuchspersonen durch die vergrößerte Anzeige und die detailliertere virtuelle Darstellung realistischer erscheint (Bruyas et al., 2008). Die Versuchspersonen sind in der LCT-Simulation eher geneigt, wie in einem Videospiel zu agieren, welches durch das Lenkrad aus der Spiele-Welt noch verstärkt werden kann. Außerdem ist die Risikobereitschaft möglicherweise höher, da keine tatsächliche Gefahr besteht. Um diesen Einschränkungen entgegen zu wirken, wurden neben der Fahrleistung zusätzliche Variablen zur Beurteilung der Beanspruchung herangezogen. Diese werden im folgenden Abschnitt vorgestellt. Weiterhin können Lerneffekte in der Fahraufgabe durch das wiederholte Fahren mit der LCT-Simulation auftreten (Petzoldt, Bär, Ihle & Krems, 2011). Im Experiment wurde dies berücksichtigt, indem am Anfang und am Ende jeweils eine Fahrt (Baseline-Fahrt) ohne Nebenaufgabe durchgeführt wurde. Aus diesen Fahrten wurde die individuelle Fahrleistung der Versuchspersonen mit dem adaptiven Modell der LCT-Simulation berechnet, welche als Referenz für die Berechnung der Spurabweichung unter Verwendung der Assistenzarten diente.

### **Nebenaufgabe: Sonderzielauswahl mit den Assistenzarten**

Die Nebenaufgabe bestand darin, ein Sonderziel auszuwählen. Welches Sonderziel ausgewählt und welche Auswahlkriterien dafür verwendet werden sollten, wurde durch den Versuchsleiter in Form einer kurzen Anweisung während der Fahrt genannt. War eine Nebenaufgabe beendet, wurde eine neue, ähnliche Nebenaufgabe gestellt. Wurden Auswahlkriterien nicht verstanden, konnten die Versuchspersonen nochmals nachfragen. Durch die Vorgabe der auszuwählenden Sonderziele mit den entsprechenden Auswahlkriterien wurde sichergestellt, dass alle Versuchspersonen die gleiche Anzahl an Auswahlkriterien, insbesondere bei der adaptierbaren Filterassistenz, verwendeten. Außerdem konnten so Kompensationsstrategien durch die Verwendung von weniger Auswahlkriterien ausgeschlossen werden. Nebenaufgaben wurden, entsprechend der Anweisung nach Daimler Chrysler AG (2005), so oft wiederholt durchgeführt, bis das Ende des Tracks erreicht war. Auf diese Weise konnte die Länge der Track-Abschnitte für die Auswertung in etwa gleich gehalten werden (ca. 180 Sek.), da Aufgaben z.B. mit der Delegationsassistenz

wesentlich schneller ausgeführt werden konnten als mit der adaptierbaren Filterassistenz. Zur Vermeidung von Lerneffekten beim wiederholten Auswählen eines Sonderziels wurde immer eine neue Aufgabe mit der gleichen Anzahl an Auswahlkriterien aber einer anderen Sonderzielart gestellt. Um sicher zu stellen, dass alle Versuchspersonen die Bedienung der Assistenzart verstanden haben, wurden sie gebeten, alle Bedienelemente und deren erwartete Funktion mit der Methode des „Lauten Denkens“ zu beschreiben. Anschließend wurde zum Test ein Sonderziel ohne gleichzeitiges Fahren ausgewählt.

Damit sich die Versuchspersonen im Experiment besser in die Verwendungssituation hinein versetzen konnten, wurden wieder Zukunftsszenarien verwendet (siehe Anhang D, Kap. D.1). In diesen sollten die Versuchsperson sich vorstellen, dass sie mit einem Mietwagen unterwegs seien und mit dem neuartigen Navigationssystem des Wagens ein Sonderziel auswählen müssten. Das Szenario wurde vom Versuchsleiter vorgelesen und beschrieb wieder den Nutzungskontext und die jeweilige Assistenzart.

Die Versuche wurden am Standort Hildesheim der Robert Bosch Car Multimedia GmbH in einem Konferenzraum durchgeführt. Abbildung 6.1 veranschaulicht den Versuchsaufbau. Dieser erfolgte entspricht der Anweisung in ISO 26022 (2010) und umfasste folgende Hardware:

- zwei PCs auf denen jeweils die LCT-Simulation sowie die prototypischen Assistenzsysteme liefen
- ein 17" Monitor zur Darstellung der LCT-Simulation
- ein 7" Touch-USB-Display zur Darstellung der Mock-ups
- zwei Lautsprecher zur Ausgabe von Fahrgeräuschen
- ein PC Lenkrad und ein Gaspedal zur Steuerung des Fahrzeuges in der LCT-Simulation

### 6.2.2 Variablen und Messinstrumente

In dem hier beschriebenen Experiment wurden die Variablen Assistenzart und Merkmale des Nutzungskontextes (Zeitdruck und Aufgabenschwierigkeit) variiert (siehe Abbildung 6.1). Die *Assistenzarten*, mit denen die Versuchspersonen Sonderziele während der Fahrt in der LCT-Simulation auswählten, waren die adaptierbare Filterassistenz, die adaptive Filterassistenz und die adaptive Delegationsassistenz. Deren prototypische Umsetzung wurde bereits in Kapitel 5 ausführlich beschrieben. *Zeitdruck* wurde im Experiment in Form eines kleinen Wettkampfes realisiert. Die Versuchspersonen erhielten die Instruktion, innerhalb eines Tracks möglichst viele Aufgaben richtig zu lösen. Der Versuchsleiter nannte eine fiktive, besonders hoch angesetzte Bestleistung eines vorherigen Probanden, die es zu überbieten galt. Zusätzlich ertönte ein akustisches Signal in Form eines Tickens, das zum Ende hin schneller wurde und so die verbleibende Zeit verdeutlichte. Außerdem



Abbildung 6.1: Versuchsaufbau in den Simulationsstudien

wurde im Experiment die *Schwierigkeit der Nebenaufgabe* variiert, indem die Probanden anstatt drei Auswahlkriterien (einfache Aufgabe) fünf Auswahlkriterien bei der Auswahl eines Sonderziels verwenden sollten (schwere Aufgabe). Dabei waren zwei der fünf Kriterien numerische Kriterien, die über einen Regler eingestellt werden sollten. Dieser wurde über Antippen der Skala geregelt. Bei der einfachen Aufgabe musste lediglich ein Regler eingestellt werden. Die Auswahlkriterien wurden, wie bereits beschrieben, durch den Versuchsleiter für jede Aufgabe genannt. Eine einfache Aufgabe war z.B. „Wählen Sie ein Parkhaus mit einer Einfahrtshöhe von mind. 2 m und einem Umweg von max. 2 km!“ und eine schwere Aufgabe „Wählen Sie ein Parkhaus, das max. 3 € pro Stunde kostet, mind. 60 freie Parkplätze sowie eine Einfahrtshöhe von mind. 2 m hat und einen Umweg von max. 2 km erfordert!“.

Um den Einfluss dieser Variationen auf die Fahrleistung des Fahrers zu untersuchen, wurde die *angepasste mittlere Spurabweichung* aus der LCT-Simulation gemessen. Die mittlere Spurabweichung wurde dabei beeinflusst durch die Wahrnehmung (verpass-tes Schild), die Reaktion, das Manövrierverhalten und die Spurhaltung des Probanden (Mattes, 2003). Bei der Berechnung der angepassten mittleren Spurabweichung wurde zusätzlich die individuelle Fahrleistung des Probanden in der LCT-Simulation berücksichtigt. Darüber hinaus wurde zur besseren Interpretation der Ergebnisse nach jedem gefahrenen Track die *subjektiv erlebte mentale Beanspruchung* mit Hilfe der Intervallskala Rating Scale Mental Effort (RSME) nach Zijlstra und Doorn (1985); Nachtwei (2009) erfasst (siehe Anhang D.2, Abb. D.1). Weiterhin wurde die *Güte der Aufgabenbearbeitung* über die Anzahl der Bedienschritte pro Aufgabe, über die zusätzliche Anzahl der Bedienschritte pro Aufgabe, über die benötigte Zeit pro Aufgabe sowie über die Anzahl der Aufgaben, die die Probanden pro Track vollständig und korrekt gelöst haben, gemessen.

Die Aufzeichnung dieser Variablen erfolgte über programmierte Log-Files. Des Weiteren konnte anhand der Log-Files auch ermittelt werden, welche Schritte die Testpersonen durchgeführt haben, z.B. ob Sonderziele verglichen oder automatisch eingestellte Auswahlkriterien nochmals eingesehen wurden. Wie auch in der Szenariobefragung, wurde die *Akzeptanz* der Assistenzarten mit Hilfe der Verhaltensintention und den Akzeptanz-Prädiktoren des UbiTAM erfasst (siehe Anhang B.3, Tab. B.2). Zudem wurde wieder das Gesamturteil über die Assistenzarten mit Hilfe der Ranking-Aufgabe erhoben (siehe Kapitel 4.4). Neben der Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten wurde zusätzlich die Verhaltensintention zum tatsächlichen Ansteuern eines ausgewählten Sonderziels (Parkplatz, Restaurant, Hotel) mit einer 5-Punkt-Likert-Skala gemessen (siehe Anhang D.2, Tab. D.2).

Zusätzlich wurden die Kontrollvariablen *Alter*, *Geschlecht* und *jährliche Fahrleistung* sowie *Wunsch nach Kontrolle* und *Szenariorealismus* erhoben. Außerdem wurden die Persönlichkeitsmerkmale *Strategie* und *Expertise* der Versuchsteilnehmer in Experimenten erfasst. Hierzu wurde der Fragebogen zur Erfassung von Strategie und Expertise in Experimenten in seiner revidierten Form (FESE-R) von Nachtwei (2008) verwendet (siehe Anhang D.2, Tab. D.1). Die Strategie umfasste dabei die Subskalen Geschwindigkeit- und Genauigkeitsorientierung und die Expertise die Subskalen Expertise im Umgang mit Experimenten, Expertise im Umgang mit Computern und Expertise bei der Fahrzeugführung. Ferner wurde die *Expertise bei der Bedienung eines Touch-Displays* der Probanden ermittelt. Hierzu wurde die Bearbeitungsdauer von zwei Bedienaufgaben gemessen, bei denen Buttons der Reihenfolge nach gedrückt und ein Regler eingestellt werden sollte. Es war denkbar, dass die Touch-Display-Expertise einen Einfluss auf die Spurabweichung bei zeitgleicher Bedienung der Assistenzarten sowie auf die Güte der Aufgabenbearbeitung nimmt. Außerdem wurde die *bevorzugte Anordnung der Auswahlkriterien* der Versuchspersonen über eine Ranking-Aufgabe gemessen. Es wurde vermutet, dass sich eine Abweichung der realisierten Anordnung der Kriterien von einer gewünschten Anordnung der Probanden negativ auf die Akzeptanz und die Güte der Aufgabenbearbeitung auswirkt. Auf die Erfassung von TA-EG wurde in diesem Experiment zur Reduzierung der Bearbeitungsdauer verzichtet. In Abbildung 6.1 sind alle Variablen des Experimentes nochmals veranschaulicht.

Tabelle 6.1: Übersicht der Variablen, Simulationsstudie

Unabhängige Variablen	Abhängige Variablen	Kontrollvariablen
Assistenzart	Prädiktoren der Akzeptanz	Alter
Merkmale des Nutzungskontextes	Gesamturteil	Geschlecht
	mittlere Spurabweichung	jährliche Fahrleistung
	subjektive Beanspruchung	Szenariorealismus
	Güte der Aufgabenbearbeitung	Strategie und Expertise
	Sonderziel-Akzeptanz	Touch-Display-Expertise
		bevorzugte Anordnung von Auswahlkriterien
		Wunsch nach Kontrolle

### 6.2.3 Versuchsplan und -ablauf

Der Versuchsplan dieses Experimentes wurde mit einem within-between Design für die Faktoren Assistenzart (3-stufig, within-Faktor) und Nutzungskontext (4-stufig, between-Faktor) umgesetzt. In Tabelle 6.2 sind die sich daraus ergebenden vier Experimentalgruppen nochmals dargestellt. Dabei entspricht jeder Nutzungskontext einer Experimentalgruppe.

Tabelle 6.2: Übersicht der Variation der Merkmale des Nutzungskontextes, Simulationsstudie

Merkmal	Nutzungskontexte			
	Kontext 1	Kontext 2	Kontext 3	Kontext 4
Zeitdruck	nicht vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden
Nebenaufgabenschwierigkeit	gering	gering	hoch	hoch

Die Reihenfolge in der die Versuchspersonen die Assistenzarten testeten, wurde mit Hilfe einer vollständigen Permutation variiert, wie auch bei der ergänzenden Szenariobefragung (Kapitel 4.4). Unter Berücksichtigung der Permutation der Assistenzarten waren für jede Experimentalgruppe  $n = 12$  Versuchspersonen erforderlich. Die Zuordnung der Versuchspersonen zu den Gruppen erfolgte hinsichtlich Alter, Geschlecht, Strategie und Expertise weitestgehend parallelisiert (siehe Tab. 6.3). Zusätzlich wurde ebenfalls die Reihenfolge der Tracks mit Hilfe des Lateinischen Quadrats (siehe Anhang D.3, Tab. D.3) variiert. Für den Versuch waren sechs Tracks erforderlich. Hierzu wurden die ersten sechs Tracks der LCT-Simulation verwendet. Die Zuordnung der einzelnen Variationen der Assistenzarten zu den Tracks erfolgte randomisiert.

Der Ablauf der Experimente ist tabellarisch in Anhang D.4, Tabelle D.3 dargestellt. Die Versuchspersonen wurden bereits einige Tage vor ihrer Teilnahme am Experiment gebeten, einen Vorabfragebogen, der die demographischen Merkmale, Strategie und Expertise erfasst, auszufüllen. Anhand dieser Daten wurden die Versuchspersonen einer Experimentalgruppe zugeordnet. Außerdem wurden die datenschutzrechtlichen Bestimmungen übermittelt. Das Experiment selbst begann mit einer Einleitung des Versuchsleiters in den Versuchsablauf. Anschließend wurde die Bedienung des Touch-Displays erläutert und die beiden Aufgaben zur Erfassung der Expertise im Umgang mit dem Touch-Display durchgeführt. Es folgte die Einweisung in die LCT-Simulation. Um sich mit der LCT-Simulation vertraut zu machen, wurde die Versuchsperson gebeten, diese auf einem Track zu testen. Wenn das Fahrverhalten den beschriebenen Voraussetzungen entsprach, wurde eine Fahrt ohne Nebenaufgabe durchgeführt, bei der die Spurbweichung gemessen wurde. Diese erste Baseline-Fahrt diente gemeinsam mit einer weiteren, am Ende des Experimentes durchgeführten Fahrt, der Berechnung der individuellen Spurbweichung. Nach jedem gefahrenen Track wurde die subjektive Beanspruchung mit einer Papierversion des RSME abgefragt. In den darauf folgenden drei Phasen wurden die

drei Assistenzarten untersucht. Hierzu wurde zunächst das Zukunftsszenario vorgelesen. Für jede Experimentalgruppe wurde dabei ein eigenes Szenario verwendet. Anschließend lernte die Versuchsperson die Assistenzart kennen. Hierzu sollte die Bedienoberfläche beschrieben werden und anschließend eine Aufgabe zur Sonderzielauswahl testweise mit „Lautem Denken“ gelöst werden. Dieses wurde auf Tonband, für eine eventuelle spätere Auswertung, aufgezeichnet. War die Bedienung für die Versuchsperson soweit verständlich, wurde eine Sonderzielauswahlaufgabe ohne LCT-Simulation gelöst. Anschließend wurde die Verhaltensintention zum Ansteuern dieses ausgewählten Sonderziels mit einem Papierfragebogen erfasst. Es folgte das Lösen von Sonderzielauswahlaufgaben mit der Assistenzart während der Fahrt in der LCT-Simulation. Die erste Aufgabe wurde gestellt, sobald das Start-Schild passiert wurde. Für die spätere Auswertung setzte der Versuchsleiter während der LCT-Fahrten am PC Marker in die Aufzeichnung, die jeweils den Beginn und das Ende der Ausführung einer Aufgabe markierten. In die Auswertung flossen nur die Abschnitte der Aufzeichnung mit ein, in denen die Versuchsperson eine Aufgabe ausführte. Die Anzahl der Auswahlkriterien und das Vorhandensein von Zeitdruck für die Auswahlaufgaben wurden zwischen den Versuchspersonen entsprechend der Gruppenzugehörigkeit variiert. Nach der Fahrt in der LCT-Simulation füllte die Versuchsperson den Akzeptanzfragebogen zu dieser Assistenzart am PC aus. Dieser Prozess wurde für alle drei Assistenzarten wiederholt. Abschließend erfolgten die zweite Baseline-Fahrt in der LCT-Simulation ohne Nebenaufgabe und die Post-Befragung, bei der der Szenariorealismus, das Gesamturteil zu den drei Assistenzarten und die bevorzugte Anordnung der Auswahlkriterien erfasst wurden.

Um den Ablauf der Experimente zu prüfen, wurden vier Vorversuche durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen wurde das Touch-Display nochmals besser kalibriert und die Aufgabenformulierung zur Erfassung der Sonderziel-Akzeptanz überarbeitet.

#### 6.2.4 Stichprobe

Die Versuchspersonen für das Experiment wurden über einen studentischen E-Mail-Verteiler, über eine Anzeige im Bildschirmschoner der Robert Bosch Car Multimedia GmbH in Hildesheim und über das Schneeballprinzip rekrutiert. Als Aufwandsentschädigung erhielt jeder Proband 10€ in bar. Alle Personen sollten Fahrer eines PKW und im Alter zwischen 17 und 67 Jahren sein. Außerdem sollten sie nicht bereits an der Szenariobefragung teilgenommen haben.

Insgesamt nahmen  $N = 48$  Personen (17 Frauen, 31 Männer) im Alter von 19 bis 53 Jahren teil ( $M = 32.67$ ;  $SD = 9.88$ ). Versuchspersonen aus den Vorversuchen wurden aufgrund der vorgenommenen Änderungen nicht in die Stichprobe aufgenommen. Die demographischen Angaben zur Stichprobe sind in Tabelle 6.3 für die einzelnen Versuchsgruppen dargestellt. Die jährliche Fahrleistung betrug  $M = 18250$  ( $SD = 12531$ ) KM/Jahr. Im Vergleich zur Szenariobefragung nahmen am Experiment deutlich mehr jüngere und männliche Versuchspersonen teil. Keiner der Probanden war zuvor schon

einmal in der LCT-Simulation gefahren. Die Versuchsdauer betrug ca. 1,5 Stunden.

Tabelle 6.3: Demographische Daten der Stichprobe, Simulationsstudie

Gruppe <sup>a</sup>	Geschlecht	Alter		KM/Jahr		Strategie		Expertise	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	w: 5; m: 7	32.58	11.51	15696	5472	4.51	0.62	11.17	1.63
2	w: 3; m: 9	34.58	9.18	18083	2983	4.37	0.51	12.35	1.08
3	w: 4; m: 8	32.58	10.76	15625	2450	4.53	0.31	11.68	1.54
4	w: 5; m: 7	30.91	8.80	15408	2854	4.43	0.89	11.58	1.45

*Anmerkungen.*<sup>a</sup>  $n = 12$ ; Gruppe 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Gruppe 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Gruppe 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Gruppe 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; w: weiblich; m: männlich.

## 6.3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Experimentes wie folgt dargestellt: Zunächst wird wieder auf die Qualität der erhobenen Daten eingegangen. Dann werden die Ergebnisse der Akzeptanz-Messung, der Fahrleistung und der subjektiven Beanspruchung sowie der Güte der Aufgabenbearbeitung bei der Sonderzielauswahl dargestellt. Es folgt die Auswertung der Kontrollvariablen.

Die festgelegten Signifikanzniveaus und Hinweise zur Vorgehensweise bei der statistischen Auswertung wurden bereits in Kapitel 4.3 beschrieben.

### 6.3.1 Qualität der Daten

Eine Reliabilitätsanalyse mit Cronbach  $\alpha$  zeigte, dass alle Skalen weitestgehend eine akzeptable Reliabilität aufwiesen (Cronbach  $\alpha > .70$ ) (siehe Anhang D.4, Tab. D.5 und Tab. D.6). Eine Ausnahme bildeten die Sub-Skalen zur Strategie und die Skala Szenariorealismus. Hier war Cronbach  $\alpha$  deutlich zu gering.

Zur Prüfung der Normalverteilung wurden Shapiro-Wilk Tests durchgeführt. Diese ergaben, dass bei allen Items keine Normalverteilung vorlag (siehe Anhang D.4, Tab. D.7). Eine manuelle Betrachtung der Histogramme ergab, dass die Mittelwerte alle überwiegend in der Skalenmitte lagen. Die Items der Skala Benutzerfreundlichkeit waren bei der Bewertung der adaptiven Filterassistentz und der adaptiven Delegationsassistentz leicht schief (Antworten lagen überwiegend auf der rechten Seite der Skala). Die Anzahl der Bedienschritte, die Bearbeitungszeit pro Aufgabe sowie die Spurabweichung der adaptierbaren Filterassistentz wiesen ebenfalls leichte Verletzungen in der Normalverteilung auf (siehe Anhang D.4, Tab. D.9). Eine Analyse mit entsprechenden nonparametrischen Verfahren zeigte keine anderen Ergebnisse. Daher werden im Folgenden die Ergebnisse der parametrischen Tests für diese Variablen dargestellt. Zwei Korrelationsanalysen zeigten auch hier wieder signifikante Korrelationen zwischen den Akzeptanz-Prädiktoren und zwischen den Variablen der Güte der Aufgabenbearbeitung (Anzahl gelöste Aufga-

ben, Anzahl Bedienschritte, Bearbeitungszeit) (siehe Anhang D.4, Tab. D.5 und Tab. D.8).

### 6.3.2 Akzeptanzbeurteilung

Tabelle 6.4 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichung für alle Skalen des Akzeptanz-Modells. T-Tests für die Verhaltensintention gegen den Skalenmittelwert (3) verdeutlichen, dass die Versuchspersonen gegenüber allen drei Assistenzarten überwiegend positiv eingestellt waren (adaptierbare Filterassistentz:  $t(47) = 5.77, p < .001, d_S = 0.83$ ; adaptive Filterassistentz:  $t(47) = 7.88, p < .001, d_S = 0.85$ ; Delegationsassistentz:  $t(47) = 4.38, p < .001, d_S = 0.63$ ).

Tabelle 6.4: Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, Simulationsstudie

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		BI	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Nutzungskontext 1: kein Zeitdruck, geringe Aufgabenschwierigkeit<sup>a</sup></b>																
A1	3.50	1.02	3.56	0.91	3.83	0.96	3.67	0.89	3.17	0.94	2.79	0.70	4.31	0.80	3.33	0.91
A2	3.92	0.61	4.05	0.45	3.50	0.85	3.42	0.90	3.25	0.75	2.58	0.68	4.44	0.82	3.52	0.74
A3	3.81	0.80	4.25	0.53	2.54	1.12	3.17	0.94	3.17	1.03	2.82	0.77	4.19	1.11	3.15	0.92
<b>Nutzungskontext 2: hoher Zeitdruck, geringe Aufgabenschwierigkeit<sup>a</sup></b>																
A1	3.28	0.65	4.00	0.62	4.17	0.65	3.75	0.45	3.25	0.62	2.36	0.47	4.42	1.06	3.85	0.82
A2	3.86	0.74	4.25	0.84	3.71	0.89	3.83	0.72	3.00	1.04	2.49	0.73	4.72	0.98	4.08	0.69
A3	3.67	0.85	4.50	0.48	2.04	0.99	3.42	1.00	3.08	0.90	2.68	0.69	4.56	1.22	3.69	0.95
<b>Nutzungskontext 3: kein Zeitdruck, hohe Aufgabenschwierigkeit<sup>a</sup></b>																
A1	3.53	0.70	3.83	0.81	3.92	0.90	3.75	0.62	3.08	0.67	2.19	0.58	3.94	0.84	3.96	0.46
A2	3.97	0.26	4.44	0.36	3.50	1.00	3.83	0.72	3.50	0.52	2.33	0.60	4.69	0.97	3.94	0.34
A3	3.83	0.30	4.42	0.61	2.38	1.19	3.83	0.58	3.17	0.84	2.44	0.59	4.47	1.03	3.56	0.34
<b>Nutzungskontext 4: hoher Zeitdruck, hohe Aufgabenschwierigkeit<sup>a</sup></b>																
A1	3.36	1.00	3.75	0.88	3.96	0.96	3.83	0.72	2.92	0.79	2.54	0.55	3.39	1.23	3.44	0.74
A2	3.83	1.01	3.81	0.94	2.96	1.05	3.83	0.72	2.92	1.08	2.58	0.48	4.08	1.12	3.54	0.74
A3	4.03	0.48	4.33	0.38	2.42	0.73	3.83	0.58	3.25	1.06	2.79	0.56	4.25	0.81	3.54	0.67
Gesamt A1	3.42	0.84	3.78	0.80	3.97	0.86	3.75	0.67	3.10	0.75	2.47	0.60	4.01	1.04	3.65	0.78
Gesamt A2	3.90	0.69	4.14	0.71	3.42	0.96	3.67	0.83	3.17	0.88	2.50	0.62	4.49	0.98	3.77	0.68
Gesamt A3	3.83	0.64	4.38	0.50	2.34	1.01	3.46	0.82	3.17	0.93	2.68	0.66	4.37	1.03	3.48	0.77

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; <sup>a</sup>  $n = 12$ .

Eine MANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Assistenzart (3-stufig) und den between-Faktor Nutzungskontext (4-stufig) zeigte einen signifikanten Haupteffekt für die Assistenzart mit einer großen Effektstärke ( $F(16, 29) = 7.59, p < .001, \eta_{partial}^2 = .81$ ). Interaktionseffekte ( $F(48, 93) = 1.28, p = .16$ ) und der Faktor Nutzungskontext ( $F(24, 117) = 1.51, p = .08$ ) wurden nicht signifikant. Für die Hypothesen  $H_{3.1}$  und  $H_{3.2}$  sowie  $H_{5.3}$  und  $H_{5.4}$  bedeutet der nicht signifikante Interaktionseffekt, dass diese abgelehnt werden müssen. Der nicht signifikante Interaktionseffekt einer weiterführenden ANOVA für die Verhaltensintention mit den Faktoren Assistenzart und Nutzungskontext bestätigt dies ( $F < 1$ ). Weitere ANOVAs für den Haupteffekt Assistenzart mit Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests verdeutlichten signifikante Effekte auf die wahrgenommene Nützlichkeit ( $F(1.86, 81.86) = 8.15, p = .001, \eta^2 = .15$ ), die Benutzerfreundlichkeit ( $F(1.91, 83.89) = 16.4, p < .001, \eta^2 = .26$ ) und die wahrgenommene

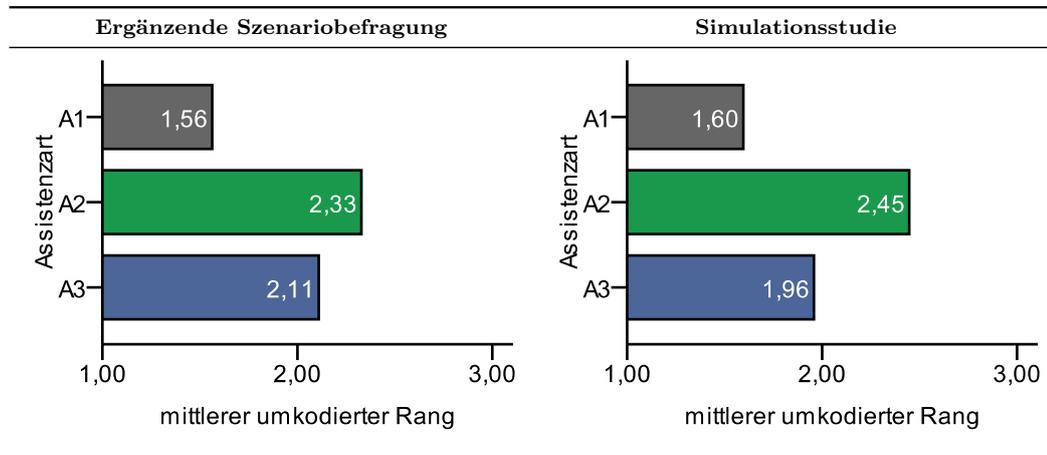
Kontrolle ( $F(1.80, 79.23) = 50.67, p < .001, \eta^2 = .51$ ). Außerdem wurden Unterschiede im Risiko ( $F(1.78, 78.40) = 5.27, p = .009, \eta^2 = .10$ ), in der affektiven Bewertung ( $F(1.64, 72.11) = 4.44, p = .021, \eta^2 = .09$ ) und in der Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten signifikant ( $F(1.45, 63.70) = 4.07, \eta^2 = .08$ ). Die subjektive Norm ( $F < 1$ ) und das Vertrauen ( $F(1.88, 82.87) = 2.37, p = .103$ ) waren beide nicht signifikant. Die Ergebnisse der Szenariobefragungen konnten damit bestätigt werden. Die Ergebnisse der post-hoc Tests sind in Anhang D.4, Tabelle D.10 dargestellt. Sie gehen größtenteils einher mit den Ergebnissen der Szenariobefragung. In der affektiven Bewertung wurde zusätzlich die adaptierbare Filterassistenz schlechter bewertet als die adaptive Filterassistenz. Außerdem wurde ergänzend zu den Ergebnissen der Szenariobefragung die wahrgenommene Kontrolle über die adaptive Filterassistenz signifikant höher bewertet als die der Delegationsassistenz. In der Verhaltensintention zur Nutzung zeigte sich, dass die Versuchspersonen die adaptive Filterassistenz eher verwenden würden als die Delegationsassistenz. Das Risiko der beiden adaptiven Assistenzarten wurde zudem höher eingestuft als das der adaptierbaren Filterassistenz.

Zur weiteren Analyse der Facetten des Risikos wurden wieder einfaktorielle ANOVAs mit post-hoc Tests für den within-Faktor Assistenzart gerechnet. Die Ergebnisse sind in Anhang D.4, Tab. D.11, Tab. D.12 und Tab. D.13 aufgeführt. Es wurde deutlich, dass das funktionelle Risiko, das finanzielle Risiko und das Risiko der Gefährdung der Privatsphäre bei der adaptierbaren Filterassistenz signifikant geringer eingestuft wurden als bei den adaptiven Assistenzarten. Umgekehrt wurden das Risiko des Zeitverlustes und das generelle Risiko der adaptierbaren Filterassistenz höher eingestuft als bei der Delegationsassistenz und zum Teil bei der adaptiven Filterassistenz.

Die zusätzlich gestellte Ranking-Aufgabe, bei der die Probanden die Assistenzarten nach ihrem Gesamturteil in eine Rangfolge bringen sollten, wurde mit einem Friedman-Test ausgewertet. Dieser belegte, dass die adaptierbare Filterassistenz signifikant schlechter bewertet wurde als die adaptive Filterassistenz ( $\chi^2(1, N = 47) = 17.89, p < .001, w = .62$ ). Das Ergebnis geht mit der Akzeptanzmessung und mit dem Ranking aus der ergänzenden Szenariobefragung einher. In Abbildung 6.2 ist das Ranking nochmals gemeinsam mit dem Ranking aus der Szenariobefragung (siehe Kap. 4.4) veranschaulicht. Kruskal-Wallis-Tests zeigten keinen signifikanten Einfluss der Merkmale des Nutzungskontextes auf das Ranking (siehe Anhang D.4, Tab. D.14). Aufgrund eines Aufzeichnungsfehlers umfasste die Stichprobe hier lediglich  $N = 47$ .

Weiterhin wurde die Verhaltensintention zum tatsächlichen Ansteuern von drei Sonderzielen erfasst. Die Auswertung ist in Anhang D.4, Tabelle D.15 zu finden. Es zeigte sich, dass alle drei Sonderziele (Parkhaus, Fischrestaurant und Grandhotel) vorwiegend positiv bewertet wurden und dass die Probanden das Parkhaus signifikant eher ansteuern würde als das Fischrestaurant. Die Merkmale des Nutzungskontextes hatten keinen Einfluss auf diese Bewertung.

Abbildung 6.2: Mittlere Ränge für die Bewertung der Assistenzarten in der ergänzenden Szenariobefragung und der Simulationsstudie



Anmerkungen. 1: schlechtester Rang, 2: mittlerer Rang, 3: bester Rang.

### 6.3.3 Fahrleistung und subjektive Beanspruchung

#### Fahrleistung

Zur Ermittlung der Fahrleistung unter Verwendung der Assistenzarten in den verschiedenen Nutzungskontexten wurde die mittlere Spurabweichung mit dem adaptiven Modell des Analysewerkzeuges aus der LCT-Simulation berechnet.

Tabelle 6.5 stellt die Mittelwerte und die Standardabweichung nach Assistenzarten und Nutzungskontext dar. Auffällig ist die hohe Standardabweichung bei der adaptierbaren Filterassistentz. Die Spurabweichung bei der ersten Baseline-Fahrt und der zweiten Baseline-Fahrt gibt die Abweichung von der gemittelten Spurabweichung mit dem adaptiven Modell aus beiden Fahrten an.

Tabelle 6.5: Deskriptive Statistik zur Spurabweichung, Simulationsstudie

Kontext	Baseline 1		Baseline 2		Fahrt-A1		Fahrt-A2		Fahrt-A3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	0.50	0.11	0.47	0.09	0.96	0.33	0.85	0.24	0.83	0.18
2	0.48	0.12	0.44	0.13	1.16	0.28	0.83	0.14	0.83	0.31
3	0.46	0.21	0.43	0.12	1.08	0.51	0.87	0.36	0.72	0.26
4	0.44	0.16	0.43	0.11	1.35	0.91	0.89	0.27	0.90	0.37
Gesamt	0.47	0.15	0.44	0.11	1.14	0.57	0.87	0.26	0.82	0.28

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Eine ANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Fahrt (5-stufig: Baseline-Fahrt 1, Baseline-Fahrt 2, Fahrt mit adaptierbarer Filterassistentz, Fahrt mit adaptiver Filterassistentz, Fahrt mit Delegationsassistentz) und den between-Faktor Nutzungs-

kontext zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Fahrt ( $F(1.79, 78.61) = 59.93, p < .001, \eta^2 = .56$ ). Der Nutzungskontext ( $F < 1$ ) und die Interaktion zwischen Fahrt und Nutzungskontext ( $F(5.36, 78.61) = 1.13, p = .35$ ) wurden nicht signifikant. In Abbildung 6.3 ist die Fahrleistung für alle drei Assistenzarten und die Baseline-Fahrten dargestellt.

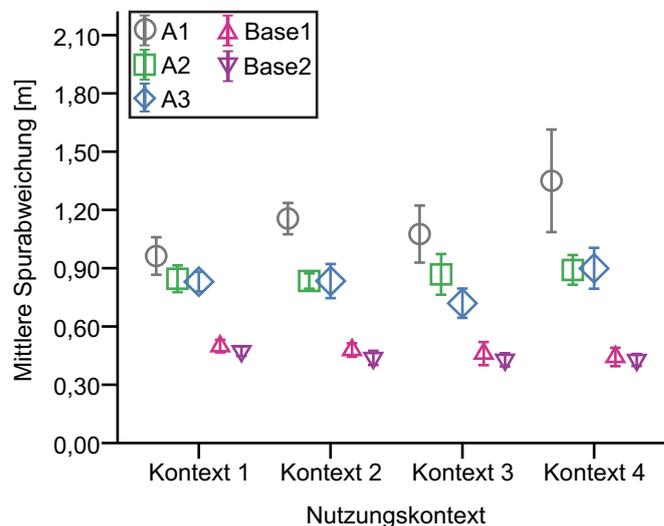


Abbildung 6.3: Mittlere Spurabweichung für Assistenzarten und Nutzungskontexte, Simulationsstudie

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Base1: Baseline-Fahrt 1; Base2: Baseline-Fahrt 2; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Fehlerbalken:  $\pm 1$  SE.

Berechnete post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigten, dass die mittlere Spurabweichung bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz ( $t(47) = 8.53, p < .001, d_Z = 1.23$ ), bei der adaptiven Filterassistentz ( $t(47) = 10.49, p < .001, d_Z = 1.51$ ) und bei der Delegationsassistentz ( $t(47) = 9.53, p < .001, d_Z = 1.38$ ) signifikant höher war als in der ersten Baseline-Fahrt. Gleiches galt für die zweite Baseline-Fahrt. Außerdem war die Spurabweichung unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz signifikant höher als bei der adaptiven Filterassistentz ( $t(47) = 3.81, p < .004, d_Z = 0.55$ ) und der Delegationsassistentz ( $t(47) = 5.04, p < .001, d_Z = 0.73$ ). Demnach kann die Hypothese  $H_{6,1}$  angenommen werden. Entgegen Hypothese  $H_{6,2}$  zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der adaptiven Filterassistentz und der Delegationsassistentz ( $t(47) = 0.91, p = .366$ ).

Um auszuschließen, dass die Anzahl an gelösten Aufgaben einen Effekt auf die mittlere Spurabweichung hatte, wurde die Spurabweichung pro Aufgabe ermittelt und nochmals eine ANOVA mit post-hoc Tests für die Faktoren Assistenzart und Nutzungskontext gerechnet (siehe Anhang D.4, Tab. D.16). Außerdem wurde so das Risiko der Ablenkung des Fahrers, welches aus der Bearbeitungszeit resultiert, berücksichtigt (Harbluk

et al., 2009). Bei kürzeren Nebenaufgaben ist demnach die Doppelaufgabenbelastung und damit auch der potentielle Ablenkungszeitraum kürzer. Die Ergebnisse gehen mit den oben beschriebenen Ergebnissen der mittleren Spurabweichung einher. Ergänzend konnte festgestellt werden, dass die Spurabweichung unter Verwendung der adaptiven Filterassistentz signifikant höher war als bei der Delegationsassistentz ( $t(47) = 3.00, p = .014, d_Z = 0.43$ ). Demzufolge kann auch die Hypothese  $H_{6.2}$  angenommen werden.

Ein t-Test für die mittlere Spurabweichung errechnet mit dem normativen Modell zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Baseline-Fahrten (Baseline-Fahrt1:  $M = 1.09, SD = 0.27$ ; Baseline-Fahrt2:  $M = 1.10, SD = 0.29$ ;  $t(47) = 0.33, p = .74$ ). Damit lagen keine Lerneffekte vor. Die Spurabweichung für alle Fahrten, errechnet mit dem normativen Modell, ist in Anhang D.4, Tabelle D.17 dargestellt.

### Subjektive Beanspruchung

In Tabelle 6.6 sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen für die subjektive Beanspruchung der Versuchspersonen dargestellt.

Tabelle 6.6: Deskriptive Statistik zur subjektiven Beanspruchung, Simulationsstudie

Kontext	Baseline 1		Baseline 2		Fahrt-A1		Fahrt-A2		Fahrt-A3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	56.42	23.62	19.92	10.45	71.50	22.75	58.58	26.50	54.25	24.03
2	42.08	25.32	19.25	11.01	87.83	20.07	69.58	21.45	58.83	26.68
3	37.17	15.00	18.75	15.34	76.17	20.26	53.83	20.44	46.33	22.46
4	42.25	19.71	16.92	10.86	91.58	21.91	67.00	21.02	60.75	19.45
Gesamt	44.48	21.84	18.71	11.74	81.77	22.20	62.25	22.67	55.04	23.24

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Baseline 1: Baseline-Fahrt 1; Baseline 2: Baseline-Fahrt 2; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Eine ANOVA für den within-Faktor Fahrt(5-stufig: Baseline-Fahrt 1, Baseline-Fahrt 2, Fahrt mit adaptierbarer Filterassistentz, Fahrt mit adaptiver Filterassistentz, Fahrt mit Delegationsassistentz) und den between-Faktor Nutzungskontext zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Fahrt ( $F(3.32, 146.27) = 117.25, p < .001, \eta^2 = .70$ ) und ein Interaktionseffekt für Fahrt und Nutzungskontext ( $F(9.97, 146.27) = 2.19, p = .021, \eta^2 = .04$ ). Der Nutzungskontext wurde nicht signifikant ( $F < 1$ ). In Abbildung 6.4 wird deutlich, dass keine Interaktion zwischen Assistenzart und Nutzungskontext vorliegt. Der Interaktionseffekt wurde in der ANOVA durch die Baseline-Fahrten signifikant.

Bonferroni-korrigierte post-hoc Tests zeigten auch hier wieder, dass die Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz zu einer signifikant höheren Beanspruchung führte als die Verwendung der adaptiven Filterassistentz ( $t(47) = 6.92, p < .001, d_Z = 1.00$ ) und der Delegationsassistentz ( $t(47) = 8.11, p < .001, d_Z = 1.17$ ). Auch hier war die Beanspruchung bei allen Assistenzarten höher als bei der ersten Baseline-Fahrt (Fahrt-A1 > Baseline 1:  $t(47) = 9,21, p < .001, d_Z = 1.33$ ; Fahrt-A2 > Baseline 1:  $t(47) =$

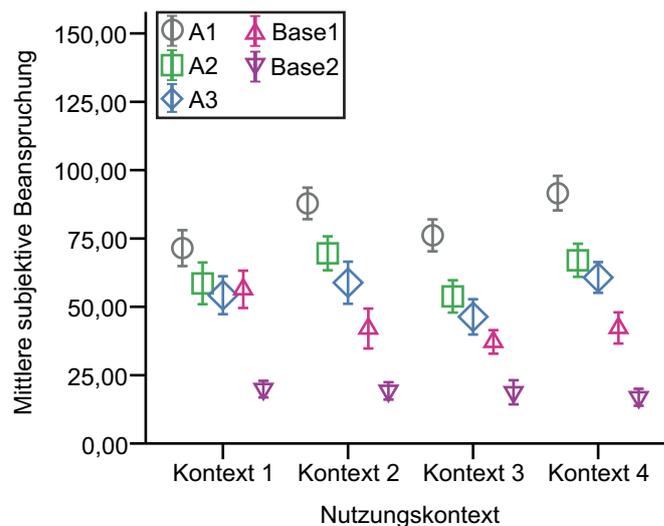


Abbildung 6.4: Subjektive Beanspruchung während der Fahrt für Assistenzarten und Nutzungskontexte, Simulationsstudie

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Base1: Baseline-Fahrt 1; Base2 : Baseline-Fahrt 2; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Fehlerbalken: +/-1 SE.

4.74,  $p < .001$ ,  $d_Z = 0.68$ ; Fahrt-A3 > Baseline 1:  $t(47) = 3.11$ ,  $p = .025$ ,  $d_Z = 0.45$ ). Außerdem wurde die subjektive Beanspruchung bei der ersten Baseline-Fahrt am Versuchsanfang höher eingestuft als bei der zweiten Baseline-Fahrt am Ende des Versuches ( $t(47) = 10.16$ ,  $p < .001$ ,  $d_Z = 1.47$ ).

Wie bei der Spurabweichung wurde auch hier die subjektive Beanspruchung pro Aufgabe ermittelt. Die Ergebnisse einer ANOVA mit post-hoc Tests gehen einher mit dem Ergebnis der gesamten subjektiven Beanspruchung über alle Aufgaben (siehe Anhang D.4, Tab. D.18). Ergänzend wurde nachgewiesen, dass auch die Beanspruchung unter der Verwendung der adaptiven Filterassistentz signifikant höher war als die der Delegationsassistentz.

### 6.3.4 Güte der Aufgabenbearbeitung

Um die Güte der Aufgabenbearbeitung zu untersuchen, wurde die mittlere Anzahl an gelösten Aufgaben pro Track, die mittlere Anzahl an Bediensritten pro Aufgabe und die mittlere Bearbeitungszeit pro Aufgabe in Sekunden ermittelt. Die Bedienzeit pro Aufgabe wurde subtrahiert um die 5,5 Sekunden, in denen die adaptiven Assistenzarten die Auswahlkriterien automatisch einstellten und Sonderziele ausfilterten. Tabelle 6.7 beinhaltet die Mittelwerte und Standardabweichung für alle drei Variablen. Als „übergreifende“ Analyse wurde über die drei Variablen zunächst eine MANOVA mit Messwieder-

holung für den within-Faktor Assistenzart (3-stufig) und den between-Faktor Nutzungskontext (4-stufig) durchgeführt. Anschließend erfolgte die Berechnung von ANOVAs mit Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests.

Tabelle 6.7: Deskriptive Statistik zur Güte der Aufgabenbearbeitung

	Anzahl Bedienschritte		Bearbeitungszeit in Sek.		Anzahl gelöster Aufgaben	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
<b>Nutzungskontext 1: kein Zeitdruck, einfache Aufgabe</b>						
A1	12.09	1.10	65.25	28.39	2.42	1.00
A2	6.44	1.57	43.36	30.34	3.17	1.40
A3	3.58	1.10	28.10	18.30	4.50	1.98
<b>Nutzungskontext 2: hoher Zeitdruck, einfache Aufgabe</b>						
A1	11.89	0.81	41.87	15.68	3.25	1.06
A2	5.27	0.36	17.95	7.76	5.25	1.22
A3	3.14	0.24	9.74	3.50	6.58	1.32
<b>Nutzungskontext 3: kein Zeitdruck, schwere Aufgabe</b>						
A1	14.97	0.96	60.56	29.65	1.92	0.67
A2	6.30	1.92	35.91	17.56	3.25	0.75
A3	3.48	0.69	19.34	8.85	4.33	1.15
<b>Nutzungskontext 4: hoher Zeitdruck, schwere Aufgabe</b>						
A1	14.92	1.07	46.27	24.53	3.00	0.95
A2	5.61	0.73	17.33	7.31	5.00	1.13
A3	3.42	0.51	12.26	4.61	5.75	1.14
<hr/>						
Gesamt A1	13.47	1.78	53.49	26.24	2.65	1.04
Gesamt A2	5.91	1.35	28.64	21.09	4.17	1.48
Gesamt A3	3.41	0.70	17.36	12.51	5.29	1.68

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Die MANOVA zeigte sowohl signifikante Haupteffekte für die Assistenzart ( $F(6, 39) = 481.89, p < .001, \eta^2_{\text{partial}} = .99$ ) und den Nutzungskontext ( $F(9, 132) = 6.88, p < .001, \eta^2_{\text{partial}} = .36$ ) als auch einen Interaktionseffekte zwischen Assistenzart und Nutzungskontext ( $F(18, 123) = 4, 03, p < .001, \eta^2_{\text{partial}} = .34$ ). ANOVAs für den Faktor Assistenzart wiesen einen Effekt auf die Anzahl an Schritten ( $F(1.83, 80.48) = 1277.85, p < .001, \eta^2 = .94$ ), auf die Bearbeitungszeit ( $F(1.63, 71.77) = 92, 23, p < .001, \eta^2 = .67$ ) und die Anzahl an gelösten Aufgaben nach ( $F(1.90, 83.64) = 129.77, p < .001, \eta^2 = .72$ ). Mit post-hoc Tests konnte gezeigt werden, dass die Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz zu signifikant mehr Bedienschritten, einer längere Bearbeitungszeit und weniger gelösten Aufgaben führte als die Verwendung der adaptiven Filterassistentz oder der Delegationsassistentz (siehe Anhang D.4, Tab. D.19). Ebenso war die Anzahl der Bedienschritte und die Bearbeitungszeit der adaptiven Filterassistentz signifikant höher sowie die Anzahl an gelösten Aufgaben signifikant geringer als bei der Delegationsassistentz. Diesen Ergebnissen zufolge können die Hypothesen  $H_{7.5}$  und  $H_{7.6}$  angenommen werden.

Außerdem zeigte die Variation des Nutzungskontextes einen Effekt auf die Anzahl an Schritten ( $F(3, 44) = 13.95, p < .001, \eta^2 = .49$ ), auf die Bearbeitungszeit ( $F(3, 44) = 5.71, p = .002, \eta^2 = .28$ ) und die Anzahl an gelösten Aufgaben ( $F(3, 44) = 10.16, p < .001, \eta^2 = .41$ ). Mit Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests konnte aufgezeigt werden, dass die Versuchspersonen mit hoher Nebenaufgabenschwierigkeit signifikant mehr Be-

dienschritte benötigten als die mit niedriger Nebenaufgabenschwierigkeit. Gleichmaßen war die Anzahl der Bedienschritte im Nutzungskontext mit Zeitdruck geringer als in den Kontexten mit hohen Nebenaufgabenschwierigkeiten. Der Effekt spiegelte sich entsprechend auch in der Bearbeitungszeit und der Anzahl an gelösten Aufgaben wieder. In Anhang D.4, Tabelle D.20 sind die statistischen Ergebnisse der post-hoc Tests aufgeführt.

In Abbildung 6.5 ist der signifikante Interaktionseffekt für die Anzahl an Bedienschritten veranschaulicht ( $F(5.49, 12.83) = 11.39, p < .001, \eta^2 = .03$ ). Es zeigte sich, dass die Anzahl an Bedienschritten bei der adaptierbaren Filterassistentz in Situationen mit vielen Auswahlkriterien (Kontext 3 und 4) deutlich ansteigt während die Anzahl der Bedienschritte bei den adaptiven Assistenzarten erwartungsgemäß annähernd gleich bleibt. Auch hier lag die Effektstärke im kleinen bis moderaten Bereich.

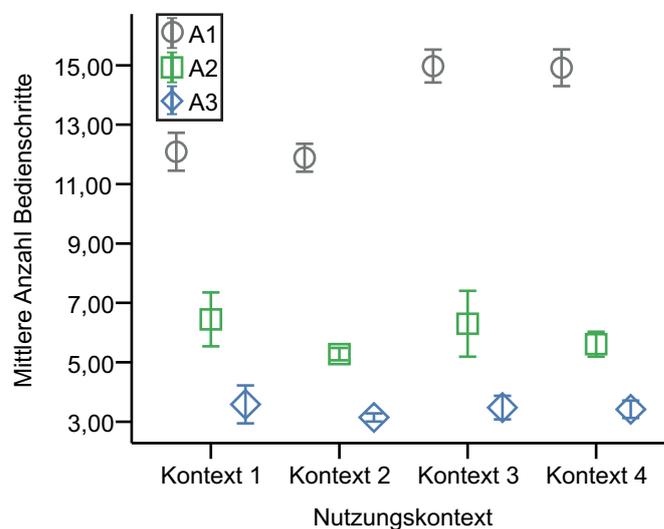


Abbildung 6.5: Anzahl Bedienschritte für Assistenzarten und Nutzungskontexte, Simulationsstudie

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Fehlerbalken:  $\pm 2 SE$ .

Als nächstes wurde die Anzahl der zusätzlichen Bedienschritte ermittelt über die Subtraktion der Pflichtschritte von der Gesamtanzahl der Bedienschritte pro Aufgabe. Dabei wurden die unterschiedlichen Anzahlen an Pflichtschritten, welche sich aus der Variation des Nutzungskontextmerkmals Nebenaufgabenschwierigkeit ergaben, berücksichtigt. In Tabelle 6.8 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen über die Assistenzarten und Nutzungskontexte dargestellt.

Eine ANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Assistenzart und den between-Faktor Nutzungskontext zeigte einen Haupteffekt für Assistenzart

Tabelle 6.8: Deskriptive Statistik für zusätzliche Bedienschritte, Simulationsstudie

Kontext	A1		A2		A3	
	M	SD	M	SD	M	SD
1	1.09	1.10	1.44	1.57	0.58	1.10
2	0.89	0.81	0.27	0.36	0.14	0.24
3	0.97	0.96	1.30	1.92	0.48	0.69
4	0.92	1.07	0.61	0.73	0.42	0.51
Gesamt	0.96	0.96	0.91	1.35	0.41	0.70

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

( $F(1.83, 80.48) = 4.43p = .018, \eta^2 = .09$ ). Der Nutzungskontext ( $F(3, 44) = 2.35, p = .085$ ) und eine Interaktion zwischen Assistenzart und Nutzungskontext ( $F < 1$ ) wurden nicht signifikant. Post-hoc Tests bestätigten, dass bei der Verwendung der Delegationsassistentz signifikant weniger zusätzliche Bedienschritte durchgeführt wurden als bei der Verwendung der beiden Filterassistentzen (A3<A1:  $t(47) = -3.05, p = .015, d_Z = 0.44$ ; A3<A2:  $t(47) = -2.61, p = .036, d_Z = 0.38$ ; A1=A2:  $t(47) = 0.25, p > .999$ ). Die Hypothese H<sub>6,3</sub> kann bedingt und die Hypothese H<sub>6,4</sub> vollständig angenommen werden. Außerdem ist anhand der Mittelwerte zu erkennen, dass in den beiden Szenarien mit Zeitdruck mehr zusätzliche Bedienschritte bei der adaptierbaren Filterassistentz durchgeführt wurden, während in den Situationen ohne Zeitdruck die adaptive Filterassistentz mehr zusätzliche Bedienschritte aufwies. Diese Tendenzen wurden jedoch nicht signifikant.

Neben der Anzahl an zusätzlichen Bedienschritten wurde zur detaillierteren Auswertung auch die durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Schritt aus den Log-Files ermittelt. In die Auswertung flossen jeweils die Bedienzeiten pro Schritt der ersten Aufgabe ein, die die Versuchspersonen während der Fahrt im LCT gelöst haben. Aus diesen Bedienzeiten wurden für jede Person und jede Assistenzart Mittelwerte errechnet (siehe Tab. 6.9). Zur Prüfung der Mittelwerte auf signifikante Unterschiede wurde ein ANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Assistenzart und den between-Faktor Nutzungskontext mit post-hoc Tests berechnet. Hier zeigte lediglich der Nutzungskontext einen signifikanten Haupteffekt ( $F(3, 44) = 5.94, p = .002, \eta^2 = .29$ ), die Assistenzart und der Interaktionseffekt wurden nicht signifikant (beide  $F < 1$ ). Versuchspersonen mit wenig Auswahlkriterien und keinem Zeitdruck wiesen in Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests eine signifikant längere durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Schritt auf als Versuchspersonen der beiden Nutzungskontexte mit Zeitdruck (Kontext1>Kontext2:  $t(22) = 2.95, p = .009, d_S = 1.66$ ; Kontext1>Kontext4:  $t(22) = 2.72, p = .010, d_S = 1.58$ ).

Weiterhin sind in Anhang D.4, Tabelle D.21 die Mittelwerte der Bearbeitungszeiten für die einzelnen Schritte pro Assistenzart in einem Status-Übergangendiagramm dargestellt. Hieraus wird ersichtlich, dass das Einstellen des Reglers bei der adaptierbaren

Tabelle 6.9: Deskriptive Statistik zur Bearbeitungszeit in Sek. pro Schritt, Simulationsstudie

Kontext	A1		A2		A3	
	M	SD	M	SD	M	SD
1	6.20	3.13	7.26	3.54	7.37	5.12
2	4.10	1.47	4.16	2.34	3.08	1.22
3	5.35	2.08	6.11	1.52	6.55	5.09
4	4.00	1.56	3.24	2.21	4.17	2.39
Gesamt	5.01	2.28	5.19	3.08	5.29	4.15

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Filterassistentz am längsten dauerte. Bei den adaptiven Assistentzarten waren die einzelnen Bedienschritte hingehen nahezu gleich lang.

Außerdem wurden Häufigkeiten, mit denen Sonderziele verglichen und der Präferenz-Button geklickt wurde, aus den Log-Files ermittelt. Eine statistische Auswertung mit nonparametrischen Verfahren zeigte, dass ohne Fahraufgabe häufiger die eingestellten Auswahlkriterien über den Präferenz-Button überprüft und häufiger Sonderziele miteinander verglichen wurden als mit Fahraufgabe im LCT (siehe Anhang D.4, Tab. D.22 und D.23). Weiterhin wurde aus den Log-Files auch ersichtlich, dass die Versuchspersonen in der ersten Aufgabe während der Fahrt bei den Filterassistentzen signifikant am häufigsten das erste Sonderziel der Liste wählten (siehe Anhang D.4, Tab. D.24).

### 6.3.5 Auswertung der Kontrollvariablen

Zur Untersuchung des Einflusses der Kontrollvariablen wurden die Versuchspersonen anhand der jeweiligen Variablen in drei etwa gleichgroße Gruppen eingeteilt. Anschließend wurden MANOVAs mit der Assistentzart als within-Faktor und dem Nutzungskontext sowie der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktoren berechnet. Da bei einigen Variablen Verletzungen der Normalverteilung vorlagen, wurden nochmals entsprechende nonparametrische Verfahren durchgeführt. Sie bestätigten die Ergebnisse.

Zunächst wurde der Einfluss auf die Akzeptanz-Prädiktoren und die Verhaltensintention untersucht (siehe Anhang D.4, Tab. D.25). Die Kontrollvariablen Alter, Geschlecht, jährliche Fahrleistung, Strategie, Expertise, genereller Wunsch nach Kontrolle, Szenario-Realismus und die Anordnung der Auswahlkriterien zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz.

Weiterhin wurde untersucht, inwieweit die Kontrollvariablen einen Effekt auf die Spurabweichung (Anhang D.4, Tab. D.26), die subjektive Beanspruchung (Anhang D.4, Tab. D.28) und die Güte der Aufgabenbearbeitung hatten (Anhang D.4, Tab. D.30).

Eine ANOVA zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Alter auf die Spurabweichung und einen Interaktionseffekt zwischen Alter und Assistentzart. Bonferroni-korrigierte

post-hoc Tests wiesen nach, dass jüngere Versuchspersonen (bis 27 Jahre) eine geringere mittlere Spurabweichung aufwiesen als ältere (ab 38 Jahre) (Anhang D.4, Tab. D.27). Alle anderen Tests wurden nicht signifikant. Im Interaktionseffekt wurde deutlich, dass bei Probanden höheren Alters die Spurabweichung unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz wesentlich stärker im Vergleich zu den anderen Assistenzarten anstieg als bei Probanden mittleren oder jüngeren Alters. Ebenso zeigte die Strategie einen Haupteffekt auf die subjektive Beanspruchung. In Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests wurde deutlich, dass Versuchspersonen mit einer Strategie bis  $M=4.31$  eine signifikant höhere mentale Beanspruchung empfanden als Versuchspersonen mit einer Strategie zwischen  $M=4.32$  und  $M=4.71$  (siehe Anhang D.4, Tab. D.29).

Weiterhin verdeutlichte eine ANOVA einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Alter und Assistenzart in der Bedienzeit ( $F(3.38, 60.86) = 5.03, p = .002, \eta^2 = .07$ ). In Abbildung 6.6 wird deutlich, dass bei Versuchspersonen höheren Alters die Bearbeitungszeit bei der adaptierbaren Filterassistentz stärker anstieg während diese bei Versuchspersonen jüngeren und mittleren Alters nahezu gleich blieb. Für die Strategie konnten entgegen der Ergebnisse der MANOVA keine signifikanten Interaktionseffekte in ANOVAs festgestellt werden (siehe Anhang D.4, Tab. D.30). Die Kontrollvariablen Geschlecht, jährliche Fahrleistung, Expertise, Touch-Display-Expertise und die Anordnung der Auswahlkriterien zeigten keine signifikanten Einflüsse.

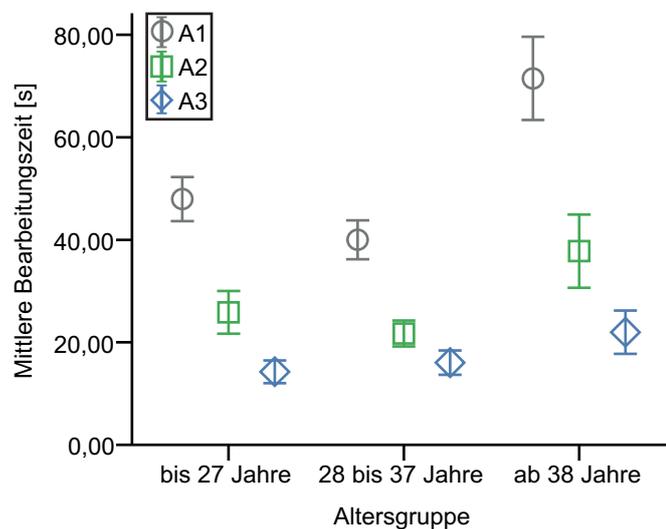


Abbildung 6.6: Bearbeitungszeit für Assistenzarten und Altersgruppen, Simulationsstudie

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Fehlerbalken:  $\pm 1 SE$ .

## 6.4 Ergänzungsstudie zur Simulationsstudie

Das Ziel der Ergänzungsstudie bestand darin, die Ergebnisse aus der Hauptstudie zu überprüfen. Es sollte insbesondere nochmals der Einfluss des Nutzungskontextmerkmals Zeitdruck auf die Akzeptanz und die Fahrleistung (ermittelt über die mittlere Spurabweichung) bei Verwendung der Assistenzarten, entsprechend der Hypothesen  $H_{3.1}$ ,  $H_{3.2}$  und  $H_{7.1}$ , validiert werden.

### 6.4.1 Methodisches Vorgehen

Die Ergänzungsstudie wurde wieder als Simulationsstudie mit der LCT-Simulation und den Mock-ups der Assistenzarten umgesetzt. In der Methodik änderte sich im Vergleich zur Hauptstudie lediglich die Anzahl an Aufgaben, die die Versuchspersonen während der Fahrt lösten. Rognin et al. (2007) merkten bereits an, dass es unrealistisch erscheint, bestimmte Nebenaufgaben während der Fahrt ständig zu wiederholen. Außerdem kann die Anzahl an gelösten Aufgaben Effekte auf die Fahrleistung und die subjektive Beanspruchung haben, wie in der Auswertung der Hauptstudie deutlich wurde. Je mehr Aufgaben gelöst werden, desto mehr Pausen entstehen auch zwischen den Aufgaben, in denen der Versuchsleiter die nächste Aufgabe nennt. Daher lösten die Versuchspersonen dieser Studie nur noch eine Aufgabe pro Track. Nachdem die Aufgabe erfüllt war, fuhren die Versuchspersonen noch bis zum Ende des Tracks durch. In der Auswertung wurde die mittlere Spurabweichung für den gesamten Track berücksichtigt.

### Variablen und Messinstrumente

Es wurden die *Assistenzart* und das *Merkmal Zeitdruck des Nutzungskontextes* variiert. Bei den Assistenzarten wurden zur Reduzierung der Komplexität nur noch die adaptierbare Filterassistentz und die adaptive Delegationsassistentz untersucht, da diese sich am stärksten voneinander unterschieden. Beim Faktor Zeitdruck wurde zwischen vorhandenem und keinem Zeitdruck variiert. Dieser wurde, wie in Abschnitt 6.2 beschrieben, erzeugt.

Wie auch in der Hauptstudie, wurde die *Akzeptanz* mit dem UbiTAM gemessen. Um die Bearbeitungszeit für die Fragebögen zu reduzieren, wurden die Skalen zur wahrgenommenen Kontrolle, zur subjektiven Norm und zum Vertrauen nicht mehr erfasst. Bei allen drei Variablen war nicht zu erwarten, dass der Faktor Zeitdruck zu signifikanten Unterschieden führt. Zudem wiesen die subjektive Norm und das Vertrauen bereits in der Hauptstudie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Assistenzarten auf. Weiterhin wurden die Skalen Verhaltensintention und Risiko um jeweils ein Item gekürzt. Entfernt wurden auch hier die Items, bei denen keine Unterschiede durch Zeitdruck erwartet wurden (BI3, RPRIV; siehe Anhang B, Tab. B.2). Zusätzlich wurde das *Gesamturteil* zu den beiden Assistenzarten einmal für die Situation mit Zeitdruck und einmal für die Situation ohne Zeitdruck über zwei Ranking-Aufgaben erfasst. Außerdem wurde

die Fahrleistung über die *angepasste mittlere Spurabweichung*, die *subjektive Beanspruchung* und die *Güte der Aufgabenbearbeitung* über die Bearbeitungszeit, die Anzahl an Bedienschritten und die Anzahl an zusätzlichen Bedienschritten ermittelt. Da jede Versuchsperson nur noch eine Aufgabe pro Track löste, war die Erfassung der Anzahl an gelösten Aufgaben nicht mehr erforderlich.

Die erhobenen Kontrollvariablen waren *Alter*, *Geschlecht*, *jährliche Fahrleistung* und *Strategie und Expertise*. Geschlecht, jährliche Fahrleistung und Strategie zeigten in der Hauptstudie zwar keine signifikanten Unterschiede, dienten jedoch der Beschreibung und dem Vergleich der Stichproben und wurden daher mitgeführt.

### Versuchsplan und -ablauf

Wie in Kapitel 4.5 bereits angemerkt wurde, kann ein within-Design für den Faktor Nutzungskontext, bei dem die Versuchspersonen alle Verwendungssituationen kennen lernen, mögliche Effekte stärker hervortreten lassen. Infolgedessen wurde ein 2x2 within Design für die Faktoren Assistenzart (2-stufig) und Zeitdruck (2-stufig) realisiert. Zur Vermeidung von Positionseffekten wurde eine teilweise Permutation eingesetzt (siehe Anhang D.5, Tab. D.31). Die Reihenfolge der Tracks in der LCT-Simulation wurde wieder mit Hilfe des Lateinischen Quadrates variiert.

Der Versuchsablauf der Ergänzungsstudie war dergleiche wie in der Hauptstudie. Änderungen bestanden darin, dass die Versuchspersonen nacheinander zwei Assistenzarten in zwei Szenarien kennen lernten und bewerteten. Dieses erforderte vier Fahrten in der LCT-Simulation. Die Erfassung der Akzeptanz-Prädiktoren und der Verhaltensintention sowie des Gesamturteils erfolgte als Paper-Pencil Befragung. So wurde es den Versuchspersonen erleichtert, ihre Bewertungen in den Messwiederholungen zu vergleichen. Die gestellten Sonderzielauswahlaufgaben umfassten wieder jeweils eine andere Sonderziel-Kategorie mit je drei Auswahlkriterien (entsprechend einer einfachen Auswahlaufgabe). Auch hier wurde nochmals der Versuchsaufbau mit zwei Versuchspersonen getestet.

### Stichprobe

Die Stichprobe umfasste  $N = 14$  Versuchspersonen im Alter zwischen 23 und 52 Jahren. Zwei Versuchspersonen aus den Vorversuchen wurden mit in die Analyse aufgenommen, da keine Änderungen mehr vorgenommen wurden. Wie in Tabelle 6.10 sichtbar ist, sind die demographischen Merkmale der Stichprobe vergleichbar mit denen der Stichprobe aus der Hauptstudie. Die LCT-Simulation war keiner der Versuchspersonen bekannt. Die Versuchsdauer betrug auch hier ca.1,5 Stunden.

#### 6.4.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ergänzungsstudie vorgestellt. Auch hier gelten für die Auswertung der Ergebnisse die in Kapitel 4.3 beschriebenen Signifikanzniveaus.

Tabelle 6.10: Demographische Daten der Stichprobe aus der Ergänzungsstudie

N	Geschlecht	Alter		KM/Jahr		Strategie		Expertise	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
14	w: 7; m: 7	36.43	8.93	18250	12531	4.55	0.75	11.93	1.07

Anmerkungen. w: weiblich; m: männlich.

### Qualität der Daten

Alle Skalen wiesen eine angemessene Reliabilität auf (siehe Anhang D.6, Tab. D.32 und Tab. D.33). Die Skalen aus der Akzeptanz-Messung waren überwiegend normal verteilt (siehe Anhang D.6, Tab. D.34). Die Variablen Spurbabweichung, Bearbeitungszeit und Anzahl Bedienschritte wiesen leichte Verletzungen der Normalverteilung auf (siehe Anhang D.6, Tab. D.35). Die Korrelationen zwischen den Akzeptanz-Prädiktoren waren auch hier wieder signifikant, so dass eine MANOVA gerechnet werden konnte (siehe Anhang D.6, Tab. D.32).

### Akzeptanzbeurteilung

T-Tests gegen den Skalenmittelwert wiesen auch in dieser Studie nach, dass sowohl die adaptierbare Filterassistenz als auch die Delegationsassistenz in dem Nutzungskontext ohne Zeitdruck positiv bewertet wurden (siehe Anhang D, Tab. D.36). In Situationen mit Zeitdruck wurde nur noch die Delegationsassistenz positiv bewertet. Die Einstellung gegenüber der adaptierbaren Filterassistenz war unter Zeitdruck neutral. Die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Prädiktoren sind in Tabelle 6.11 aufgeführt.

Tabelle 6.11: Deskriptive Statistik zur Akzeptanz-Messung, ergänzende Simulationsstudie

	USF		EOU		RISK		AFF		BI	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Nutzungskontext 1: kein Zeitdruck</b>										
A1	3.43	0.84	3.71	0.84	2.09	0.64	4.52	1.13	3.79	0.77
A3	4.31	0.56	4.31	0.57	2.00	0.87	4.98	0.77	4.12	0.74
<b>Nutzungskontext 2: hoher Zeitdruck</b>										
A1	3.36	1.07	3.17	1.16	2.64	0.76	3.88	1.08	3.55	1.01
A3	4.12	0.86	3.98	0.86	2.20	0.71	4.69	0.78	3.98	0.85

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

Eine MANOVA mit Messwiederholung für die within-Faktoren Assistenzart (zweistufig) und Zeitdruck (zweistufig) zeigte zwei signifikante Haupteffekte mit großen Effektstärken (Assistenzart:  $F(5, 9) = 4.15, p = .031, \eta^2_{\text{partial}} = .70$  und Zeitdruck  $F(5, 9) = 6.63, p = .007, \eta^2_{\text{partial}} = .79$ ). Interaktionseffekte wurden nicht signifikant ( $F(5, 9) = 1.95; p = .181$ ).

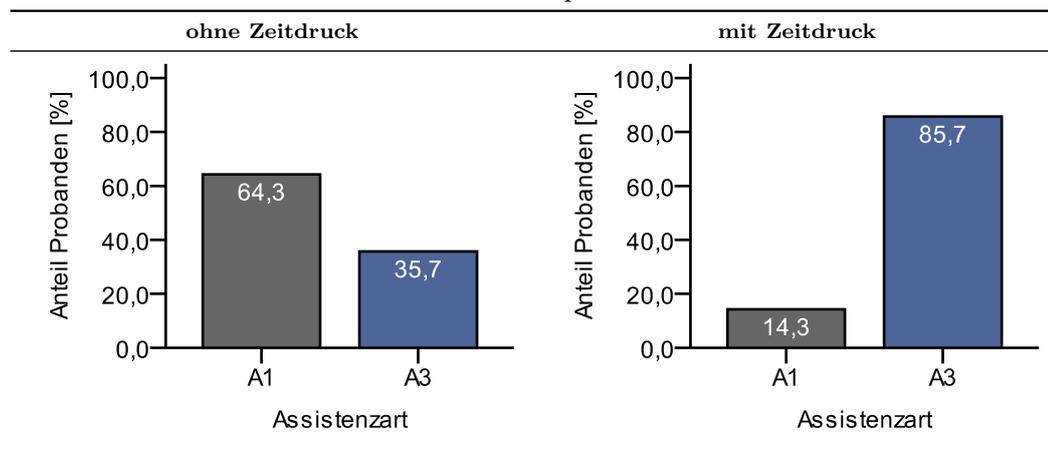
Als Folgeanalysen wurden ANOVAs für die within-Faktoren Assistenzart und Zeit-

druck mit post-hoc Tests durchgeführt. Die Variation der Assistenzart zeigte dabei, wie auch in der Hauptstudie und der Szenariobefragung, signifikante Effekte auf die Nützlichkeit ( $F(1, 13) = 8.39, p = .012, \eta^2 = .36$ ), die Benutzerfreundlichkeit ( $F(1, 13) = 8.39, p = .012, \eta^2 = .29$ ) und die affektive Bewertung ( $F(1, 13) = 12.52, p = .004, \eta^2 = .32$ ). Auch hier wurde die adaptierbare Filterassistentz in den Prädiktoren schlechter bewertet als die Delegationsassistentz (siehe Anhang D.6, Tab. D.37). Die Prädiktoren Verhaltensintention ( $F(1, 13) = 2.19, p = .163$ ) und Risiko ( $F(1, 13) = 1.91, p = .190$ ) zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Außerdem konnten statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Nutzungskontexten mit und ohne Zeitdruck in der Benutzerfreundlichkeit ( $F(1, 13) = 13.38, p = .003, \eta^2 = .13$ ), der affektiven Bewertung ( $F(1, 13) = 15.29, p = .002, \eta^2 = .17$ ), im wahrgenommenen Risiko ( $F(1, 13) = 13.15, p = .003, \eta^2 = .16$ ) und in der Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten ( $F(1, 13) = 5.2, p = .040, \eta^2 = .03$ ) nachgewiesen werden. Post-hoc Tests bestätigten, dass die Prädiktoren in Situationen ohne Zeitdruck besser bewertet wurden als in Situationen mit Zeitdruck (siehe Anhang D.6, Tab. D.38).

Da Interaktionseffekte in der MANOVA bereits nicht signifikant wurden, zeigte auch eine ANOVA, entgegen der Hypothesen  $H_{3.1}$  und  $H_{3.2}$ , keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen Assistenzart und Zeitdruck in der Verhaltensintention ( $F < 1$ ). Die Analyse der zusätzlich gestellten Ranking-Aufgaben zum Gesamturteil mit einem exakten McNemar-Test wies hingegen nach, dass in Situationen ohne Zeitdruck signifikant häufiger die adaptierbare Filterassistentz und in Situationen mit Zeitdruck die Delegationsassistentz bevorzugt wurde ( $p = .016$  (2-seitig),  $w = 1.0$ ). Die prozentualen Anteile an Probanden in Abbildung 6.7 veranschaulichen dies.

Abbildung 6.7: Bevorzugte Assistenzart der Probanden in Situationen mit und ohne Zeitdruck in Prozent der Stichprobe



Anmerkungen. Angaben in Prozent der Stichprobe;  $N = 14$ .

### Fahrleistung und subjektive Beanspruchung

Die Fahrleistung wurde wieder über die individuelle mittlere Spurabweichung (adaptives Modell) mit dem LCT Analyse Werkzeug ermittelt. In Tabelle 6.12 sind Mittelwerte und Standardabweichungen zur Spurabweichung hinterlegt.

Tabelle 6.12: Deskriptive Statistik zur Spurabweichung, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	Baseline 1		Baseline 2		Fahrt-A1		Fahrt-A3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
kein Zeitdruck	0.52	0.16	0.46	0.14	0.71	0.23	0.59	0.16
hoher Zeitdruck					0.94	0.35	0.69	0.23

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

Eine ANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Assistenzart und den within-Faktor Zeitdruck zeigte zwar signifikante Haupteffekte für Assistenzart ( $F(1, 13) = 14.1, p = .002, \eta^2 = .24$ ) und Zeitdruck ( $F(1, 13) = 14.76, p = .002, \eta^2 = .18$ ), Interaktionseffekte wurden jedoch auch hier nicht signifikant ( $F(1, 13) = 1.92, p = .189$ ). Die Hypothese  $H_{7.1}$  kann dem Ergebnis nach nicht angenommen werden. Allerdings war, wie auch in der Hauptstudie, anhand der Mittelwerte ein Trend in die prognostizierte Richtung zu erkennen. Post-hoc Tests zeigten auch hier, dass die Spurabweichung bei der adaptierbaren Filterassistenz signifikant höher war als bei der Delegationsassistenz ( $t(13) = 3.76, p = .002, d_Z = 1.00$ ). Außerdem war die Fahrleistung in Situationen mit Zeitdruck signifikant schlechter als in Situationen ohne Zeitdruck ( $t(13) = 3.84, p = .002, d_Z = 1.03$ ).

Um zu überprüfen, ob signifikante Unterschiede zwischen den Fahrten mit den Assistenzarten ohne Zeitdruck und mit den Baseline-Fahrten vorlagen, wurde eine ein-faktorielle ANOVA mit Messwiederholung für den within-Faktor Fahrt durchgeführt (4-stufig: Baseline 1, Baseline 2; adaptierbare Filterassistenz ohne Zeitdruck, Delegationsassistenz ohne Zeitdruck). Es zeigte sich ein signifikanter Effekt ( $F(1.68, 21.87) = 18.24, p < .001; \eta^2 = .58$ ). Dazu ergaben post-hoc Tests, dass die Spurabweichung bei der adaptierbaren Filterassistenz signifikant höher war als bei den beiden Baseline-Fahrten. Bei der Delegationsassistenz war die Spurabweichung jedoch nur im Vergleich mit der zweiten Baseline-Fahrt signifikant höher (siehe Anhang D.6, Tab. D.39). Die Spurabweichung bei der ersten Baseline-Fahrt wies keinen signifikanten Unterschied zur Spurabweichung unter Verwendung der Delegationsassistenz auf. Unterschiede zwischen den beiden Baseline-Fahrten konnten ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

Außerdem wurde der Frage nachgegangen, ob die Spurabweichung während der gesamten Fahrzeit auf dem Track oder nur während der Zeit, in der die Probanden parallel zur Fahraufgabe Auswahlaufgaben lösten, signifikant schlechter war. Es war denkbar, dass die mittlere Spurabweichung während der Aufgabenbearbeitung so hoch war, dass sich diese in der gesamten Spurabweichung widerspiegelte. Die Mittelwerte in Anhang D.6, Tab. D.40 und D.41 zeigen, dass die Spurabweichungen vor und nach Beendigung

der Nebenaufgabe annähernd gleich hoch waren. Die Spurbabweichung war folglich nur unter Bearbeitung der Nebenaufgaben hoch und spiegelte sich in der Spurbabweichung der gesamten Fahrt wieder.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der subjektiven Beanspruchung der Fahrer sind in Tabelle 6.13 dargestellt. Die Ergebnisse einer ANOVA mit Messwiederholung für die within-Faktoren Assistenzart und Zeitdruck ergänzten die Ergebnisse aus der Hauptstudie. Hier zeigten sich Haupteffekte für Assistenzart ( $F(1, 13) = 28.85, p < .001, \eta^2 = .30$ ) und Zeitdruck ( $F(1, 13) = 20.83, p < .001, \eta^2 = .30$ ), jedoch keine Interaktionseffekte ( $F < 1$ ). Anders als in der Hauptstudie wiesen post-hoc Tests nach, dass die erlebte subjektive Beanspruchung der Versuchspersonen in Situationen mit Zeitdruck höher war als ohne Zeitdruck ( $t(13) = 4.56, p = .001, d_Z = 1.22$ ). Die subjektive Beanspruchung unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz war erwartungsgemäß wieder höher als bei der Delegationsassistentz ( $t(13) = 5.37, p < .001, d_Z = 1.44$ ). Die Analyse der Unterschiede in der subjektiven Beanspruchung zwischen den Baseline-Fahrten und den Fahrten mit Nebenaufgabe ist in Anhang D.6, Tabelle D.42 zu finden. Auch hier konnten die Ergebnisse bestätigt werden.

Tabelle 6.13: Deskriptive Statistik zur subjektiven Beanspruchung, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	Baseline 1		Baseline 2		Fahrt-A1		Fahrt-A3	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
kein Zeitdruck	37.86	20.73	23.07	17.66	54.86	24.39	38.36	18.80
hoher Zeitdruck					74.14	31.97	55.00	28.33

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

### Güte der Aufgabenbearbeitung

Zur Auswertung der Bearbeitungszeit der adaptiven Delegationsassistentz wurden wieder 5,5 Sekunden, in denen das System die Auswahlkriterien automatisch einstellte, subtrahiert. Mittelwerte und Standardabweichungen zur mittleren Anzahl an Bediensritten und der Bearbeitungszeit sind in Tabelle 6.14 dargestellt.

Tabelle 6.14: Deskriptive Statistik zur Güte der Aufgabenbearbeitung, ergänzende Simulationsstudie

	Anzahl Bediensritte		Bearbeitungszeit in Sek.	
	M	SD	M	SD
<b>Nutzungskontext 1: kein Zeitdruck</b>				
A1	12	1.11	67.00	28.59
A3	3.43	0.85	20.29	9.50
<b>Nutzungskontext 2: hoher Zeitdruck</b>				
A1	13.36	3.15	45.71	18.55
A3	3.71	1.20	12.79	11.24

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Zwei ANOVAs mit den within-Faktoren Assistenzart und Nutzungskontext für die Bearbeitungszeit und die Anzahl an Bedienschritten bestätigten die Ergebnisse der Hauptstudie (siehe Anhang D.6, Tab. D.43). Die Wechselwirkung von Assistenzart und Nutzungskontext zeigte einen signifikanten Effekt auf die Bearbeitungszeit ( $F(1, 13) = 8.18, p = .013, \eta^2 = .02$ ). Wie Abbildung 6.8 veranschaulicht, war die Bearbeitungszeit bei der adaptierbaren Filterassistentz in Situationen ohne Zeitdruck deutlich höher als in Situationen mit Zeitdruck, während die Bearbeitungszeit bei der Delegationsassistentz nur leichte Unterschiede zwischen den Nutzungskontexten aufwies. Die Unterschiede in der Bearbeitungszeit hängen folglich sowohl von der Assistenzart als auch dem Merkmal Zeitdruck ab. Diese sind bei der adaptierbaren Filterassistentz allerdings größer als bei der Delegationsassistentz.

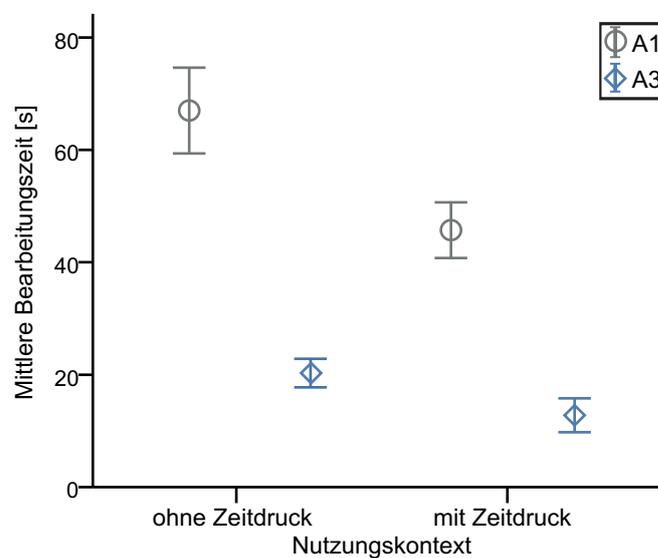


Abbildung 6.8: Bearbeitungszeit für Assistenzarten und Nutzungskontexte, ergänzende Simulationsstudie

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Signifikante Unterschiede in der Anzahl an zusätzlichen Bedienschritten konnten in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Die deskriptive Statistik sowie die Ergebnisse der ANOVA zu der Anzahl zusätzlicher Bedienschritte sind in Anhang D.6, Tabelle D.44 zu finden.

Weiterhin bestätigte eine ANOVA den beschriebenen Effekt des Nutzungskontextes auf die Bedienzeit pro Schritt, welche aus den Log-Files ermittelt wurde ( $F(1, 13) = 28.63, p < .001, \eta^2 = .42$ ) (Anhang D.6, Tab. D.45).

Außerdem konnte ein Friedmann-Test nachweisen, dass die Versuchspersonen unter Zeitdruck vorwiegend das erste Sonderziel der Auflistung wählten, während ohne Fahraufgabe auch andere Sonderziele gewählt wurden (siehe Anhang D.6, Tab. D.48). Die Analyse der einzelnen zusätzlichen Bedienschritte ist in Anhang D.6, Tabellen D.46 und

D.47 dargestellt. Ein Status-Übergangsdiagramme mit Bedienzeiten pro Schritt ist in Tabelle D.49 zu finden. Die Ergebnisse gehen einher mit den Ergebnissen der Hauptstudie.

### **Auswertung der Kontrollvariablen**

Für die Auswertung der Kontrollvariablen wurden die Versuchspersonen wieder anhand der Variablen in drei gleich große Gruppen eingeteilt und MANOVAs mit den within-Faktoren Assistenzart, Nutzungskontext und der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor gerechnet. Weder Alter noch Geschlecht, jährliche Fahrleistung, Strategie oder Expertise zeigten einen Effekt auf die Akzeptanz-Prädiktoren oder die Verhaltensintention (siehe Anhang D.6, Tab. D.50). Ebenso zeigten die Kontrollvariablen keine signifikanten Effekte auf die Spurabweichung, die subjektive Beanspruchung, die Anzahl an Bedienschritten oder die Bearbeitungszeit (siehe Anhang D.6, Tab. D.51).

## **6.5 Diskussion**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Simulationsstudien diskutiert. Dabei wird zunächst jeweils auf die generellen Ergebnisse und anschließend auf die hypothesenrelevanten Ergebnisse eingegangen. Begonnen wird mit der Diskussion der Ergebnisse zur Akzeptanzmessung. Anschließend wird auf die Fahrleistung, die subjektive Beanspruchung sowie die Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung eingegangen. Abgeschlossen wird die Diskussion mit der Interpretation der signifikanten Kontrollvariablen.

### **Akzeptanzbeurteilung**

Wie auch in der Szenariobefragung wurden in der Hauptsimulationsstudie alle Assistenzarten vorwiegend positiv bewertet. Innerhalb dieser positiven Bewertungen wurde die adaptierbare Filterassistentz als weniger nützlich und schwerer zu bedienen empfunden als die beiden adaptiven Assistenzarten. Außerdem bereitete die Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz den Versuchspersonen weniger Freude als die Verwendung der adaptiven Filterassistentz. Die meiste Kontrolle über das System bot aus Sicht der Versuchspersonen jedoch die adaptierbare Filterassistentz. In den Ergebnissen wurde deutlich, dass mit zunehmendem Unterstützungsgrad die wahrgenommene Kontrolle abnahm. Demnach war die Kontrolle über die Delegationsassistentz auch am niedrigsten.

Das Risiko der Assistenzarten wurde zwar vorwiegend als gering eingestuft, dennoch zeigten sich auch hier Unterschiede zwischen den Assistenzarten. Hierbei wurde das Risiko der Delegationsassistentz am höchsten eingestuft. Sowohl das Risiko, dass das System nicht so funktioniert wie es soll, als auch das Risiko der Gefährdung der Privatsphäre wurden höher bewertet. Außerdem wurden unnötige finanzielle Ausgaben durch die Delegationsassistentz befürchtet. Das Risiko, Zeit durch die Verwendung des Systems

zu verlieren, wurde erwartungsgemäß bei der adaptierbaren Filterassistentz am höchsten bewertet. Die Ergebnisse dieser Risiko-Einstufung erscheinen weitestgehend plausibel. Durch die Adaptivität ist es erforderlich, Daten über den Benutzer und sein Verhalten aufzuzeichnen und zu speichern. Hierbei wurde möglicherweise ein Datenmissbrauch befürchtet. Außerdem ist es denkbar, dass die Adaption nicht richtig funktioniert und Sonderziele, die nicht den aktuellen Bedürfnissen und Präferenzen entsprechen ausgegeben werden. Weiterhin besteht ein finanzielles Risiko in Form von unnötigen Ausgaben durch Kosten für die Sonderzielnutzung, indem z.B. Sonderziele angesteuert werden, die sich dann als doch nicht den Präferenzen entsprechend erweisen. Das Risiko des Zeitverlustes bei der adaptierbaren Filterassistentz kann mit dem zeitlichen Aufwand für die Eingabe der Auswahlkriterien erklärt werden.

Die Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten war lediglich in der Hauptstudie bei der adaptiven Filterassistentz höher als bei der Delegationsassistentz. Ergänzend dazu zeigte das Ergebnis der Ranking-Aufgabe zum Gesamturteil, dass die adaptive Filterassistentz signifikant besser bewertet wurde als die adaptierbare Filterassistentz. Außerdem konnte die Ergänzungsstudie nachweisen, dass im Gesamturteil unter Entscheidungszwang die Bewertung der Assistenzarten vom Nutzungskontextmerkmal Zeitdruck abhängig ist. Die positive Bewertung der Assistenzarten stellt gleichzeitig auch eine Bestätigung des entwickelten Bedienkonzeptes in den Mock-ups dar.

Das Vertrauen in die Assistenzarten zeigte in der Simulationsstudie ebenfalls keine statistisch bedeutsamen Unterschiede. Eine Tendenz war dahingehend zu erkennen, dass das Vertrauen in die adaptierbare Filterassistentz am höchsten und in die Delegationsassistentz am geringsten war. Möglicherweise reichte hier ein Mock-up als Stimulus, welcher noch nicht vollständig funktioniert, nicht aus, um ein Urteil zu bilden. So erlebten die Versuchspersonen bspw. kein fehlerhaftes Systemverhalten, welches sich auf das Vertrauen auswirken kann. Gleiches gilt für die subjektive Norm. Diese leistete in den Untersuchungen von Rothensee (2010) keinen signifikanten Beitrag zur Vorhersage der Akzeptanz. Als Begründung wurde u.a. genannt, dass es für die Versuchspersonen zu schwer war, vorher zu sagen, wie Bezugspersonen zukünftig über solche Systeme denken werden (Rothensee, 2010). Möglicherweise galt dieses auch für die Beurteilung der Assistenzarten.

Entsprechend der Hypothesen  $H_{3,1}$  &  $H_{3,2}$  und  $H_{5,3}$  &  $H_{5,4}$  wurde nochmals untersucht, inwieweit Zeitdruck und die Aufgabenschwierigkeit der Nebenaufgabe einen Einfluss auf die Akzeptanz der Assistenzarten haben. Trotz einer Tendenz der Mittelwerte der Verhaltensintention in die angenommene Richtung legten die nicht signifikanten Interaktionseffekte in den Varianzanalysen nahe, diese Hypothesen abzulehnen. Bestätigt wurde das Ergebnis durch das erfasste Gesamturteil. Auch hier zeigte die Variation der Merkmale keinen Einfluss auf die Bewertung. Um eine eindeutige Aussage treffen zu können, wurde in der Ergänzungsstudie nochmals der Einfluss von Zeitdruck auf die Akzeptanz der adaptierbaren Filterassistentz und der Delegationsassistentz untersucht.

Auch hier hatte Zeitdruck weder einen Einfluss auf die Verhaltensintention zur Nutzung der beiden Assistenzarten noch auf die anderen Akzeptanz-Prädiktoren. Dennoch kann die Hypothese zum Einfluss von Zeitdruck auf die Akzeptanz der Assistenzarten nur mit Vorbehalt abgelehnt werden, denn im Gesamturteil zu den beiden Assistenzarten zeigten sich zwischen der Situation mit Zeitdruck und der Situation ohne Zeitdruck signifikante Unterschiede. Hier wurde die Delegationsassistentz in Situationen mit Zeitdruck deutlich bevorzugt, während in Situationen ohne Zeitdruck die adaptierbare Filterassistentz bevorzugt wurde. Bei dem Ergebnis muss allerdings beachtet werden, dass die Versuchspersonen durch die Aufgabenstellungen zu einer Entscheidung für eine der beiden Assistenzarten gezwungen wurden. Mittlere Bewertungen waren nicht möglich und eine Assistenzart mit mittlerem Unterstützungsgrad wurde nicht vorgestellt.

Bei der Bewertung der Ergebnisse zur Verhaltensintention und zu den Akzeptanz-Prädiktoren ist zu berücksichtigen, dass diese, basierend auf nur wenigen Interaktionen mit dem System, innerhalb eines Tages getroffen wurde. Es ist möglich, dass bei der wiederholten Benutzung des Systems die Akzeptanz ansteigt, wie z.B. für die Intelligent Speed Adaptation von Carsten und Fowkes (2000) nachgewiesen wurde. Auch hier ist es möglich, dass bei tatsächlich funktionierenden Systemen die Akzeptanz-Bewertung anders ausfällt, insbesondere dann, wenn die Assistenzarten nicht so funktionieren, wie vom Benutzer erwartet.

Weiterhin kann vermutet werden, dass der Fahrer bei erhöhter Belastung nicht wahrnimmt, dass er Aufgaben nur schlecht bzw. gar nicht ausführen kann, was dementsprechend die Akzeptanz-Beurteilung beeinflusst. Dies kann anhand der erfassten subjektiven Beanspruchung allerdings widerlegt werden. Die Fahrer nahmen ihre Beanspruchung sehr deutlich wahr und stuften diese auch vergleichbar zu ihrer tatsächlichen Fahrleistung ein.

Außerdem wurde in der Simulationsstudie die Verhaltensintention zum tatsächlichen Ansteuern von drei Sonderzielen erfasst. Hier wurde deutlich, dass die Versuchspersonen grundsätzlich bereit waren, alle drei Sonderziele anzusteuern.

### **Fahrleistung und subjektive Beanspruchung**

Die Ergebnisse zur mittleren Spurabweichungen in beiden Studien verdeutlichten, dass alle Assistenzarten den Fahrer von der Fahraufgabe ablenken. Die Ergebnisse wurden durch die zusätzlich gemessene subjektive Beanspruchung bestätigt. Die Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz führte erwartungsgemäß zu einer signifikant größeren Spurabweichung und zu einer höheren subjektiven Beanspruchung als die Verwendung der beiden adaptiven Assistenzarten. Bei der Sonderzielauswahl mit der adaptierbaren Filterassistentz musste der Fahrer die Mehrheit der Teilaufgaben selbst durchführen, während die adaptiven Assistenzarten einen stärkeren Unterstützungsgrad boten, indem sie Teilaufgaben übernahmen. Damit verbunden waren weniger Bedienschritte und weniger Informationen, die erfasst und verarbeitet werden mussten. Demnach wurde die sub-

jektive Beanspruchung bei der adaptierbaren Filterassistentz als „starke Anstrengung“ und bei den adaptiven Assistenzarten als „eher viel Anstrengung“ empfunden (vgl. Anhang D.2, Abb. D.1). Die ermittelte subjektive Beanspruchung pro Aufgabe entspricht in etwa der erfassten Beanspruchung von De Waard (1996) beim Telefonieren mit einem Autotelefon auf Autobahnfahrten mit einer hohen Verkehrsdichte. Ein Vergleich der gemessenen Spurabweichung (normatives Modell) mit anderen Studien zeigte, dass bereits zwischen den Spurabweichungen der Baseline-Fahrten große Unterschiede bestehen (hier  $M = 1.09$ , bei Young, Lenné und Williamson (2011)  $M = 1.6$  und bei Harbluk et al. (2009)  $M = 0.77$ ). Erklärungen können in den unterschiedlichen Eigenschaften der Stichproben, den unterschiedlichen Versuchsbedingungen, den verschiedenen Auswertungsmodellen und den Versuchsanweisungen liegen. Ein direkter Vergleich erscheint daher nicht sinnvoll. Young et al. (2011) stellten zudem fest, dass die Instruktion einen Fahrspurwechsel bereits vor Erreichen des Schildes abgeschlossen zu haben, einen Einfluss auf die gemessene Spurabweichung mit dem normativen Modell haben kann. Dieses kann auch die hohe Spurabweichung bei der Baseline-Fahrt in deren Tests erklären, da die Versuchspersonen ihrer Studie diese Anweisung nicht erhielten.

Dem Ergebnis zufolge kann die Hypothese  $H_{7.1}$  zum Einfluss der Verwendung der Assistenzarten auf die Fahrleistung angenommen werden. Die Hypothese  $H_{7.2}$ , welche besagt, dass die Fahrleistung bei der adaptiven Filterassistentz schlechter war als bei der Delegationsassistentz, kann unter Vorbehalt ebenfalls angenommen werden. Hier zeigten sich in der mittleren Spurabweichung keine signifikanten Unterschiede zwischen den adaptiven Assistenzarten. Allerdings konnte in der berechneten mittleren Spurabweichung pro Aufgabe nachgewiesen werden, dass die Fahrleistung bei der adaptiven Filterassistentz schlechter war als bei der Delegationsassistentz. Die Ergebnisse legen nahe, wie auch bei Harbluk et al. (2009), eine mittlere Spurabweichung pro Aufgabe zu verwenden. So werden auch unterschiedlich lange Bearbeitungszeiten der Aufgaben berücksichtigt. Gleiches gilt für die subjektive Beanspruchung. Auch hier konnten mit der subjektiven Beanspruchung pro Aufgabe zusätzliche, signifikante Unterschiede zwischen den adaptiven Assistenzarten nachgewiesen werden.

Im Gegensatz zu den in Kapitel 2.3 beschriebenen Ergebnissen von Lavie und Meyer (2010) konnten in beiden Simulationsstudien signifikante Unterschiede in der Auswirkung der Assistenzarten auf die Fahrleistung, erfasst über die mittlere Spurabweichung, nachgewiesen werden. Zusätzlich ergänzen die hier gewonnenen Ergebnisse den empirischen Befund von Blanco et al. (2006), dass die Auswahl einer Option aus vielen Handlungsmöglichkeiten den Fahrer stärker ablenkt als die Auswahl aus wenigen Handlungsoptionen. Die Delegationsassistentz, welche die meisten Teilaufgaben übernimmt und nur noch eine einzige Handlungsoption bereitstellt, wies dementsprechend die geringste Spurabweichung auf.

Weiterhin war die Standardabweichung der mittleren Spurabweichung bei der adaptierbaren Filterassistentz deutlich höher als bei den adaptiven Assistenzarten. Dies ver-

deutlicht, dass durch die Verwendung von adaptiven Assistenzarten extrem hohe Spurabweichungen (z.B. durch das Abkommen vom Track oder das Verpassen eines Schildes) vermieden werden können.

Außerdem wiesen in der Ergänzungsstudie die Spurabweichung und die subjektive Beanspruchung unter Verwendung der Delegationsassistentz keine signifikanten Unterschiede zur ersten Baseline-Fahrt auf. Es wäre allerdings voreilig zu schlussfolgern, dass nur eine sehr geringe bzw. keine Ablenkung durch die Verwendung der Delegationsassistentz vorlag, da im Vergleich mit der zweiten Baseline-Fahrt signifikante Unterschiede erfasst wurden, die auf eine Ablenkung durch die Delegationsassistentz hindeuten. Um klare Aussagen zur tatsächlichen Ablenkung und zur Auswirkung auf die Sicherheit im Straßenverkehr geben zu können, sollten reale Fahrversuche durchgeführt werden.

Die Variation von Zeitdruck und Aufgabenschwierigkeit zeigte in der Hauptstudie keinen Effekt. In der Ergänzungsstudie konnte allerdings mit einem veränderten Untersuchungsdesign ein Haupteffekt für Zeitdruck auf die Fahrleistung und die subjektive Beanspruchung nachgewiesen werden. Hier waren die erlebte Anstrengung und die Spurabweichung in Situationen mit Zeitdruck höher als in Situationen ohne Zeitdruck. Der Fahrer führte Teilaufgaben und einzelne Bedienschritte schneller durch, welches höhere Anforderungen an visuelle und motorische Ressourcen stellte. Dieses wurden als belastender empfunden und es kam zu Interferenzen mit der Fahraufgabe. Weiterhin war in der Ergänzungsstudie die Spurabweichung insgesamt geringer als in der Hauptstudie (vgl. Tab. 6.5 und Tab. 6.12). Ebenso war die subjektive Beanspruchung deutlich niedriger (vgl. Tab. 6.6 und Tab. 6.13). Erklären lässt sich dies damit, dass die Probanden nur noch eine Aufgabe pro Fahrt lösen mussten und die Belastung dadurch entsprechend geringer war.

Hypothese  $H_{7.1}$  zufolge hätte die Verschlechterung der Spurabweichung bei der adaptierbaren Filterassistentz unter Zeitdruck größer sein müssen als bei den beiden adaptiven Assistenzarten. Dies konnte weder in der Hauptstudie noch in der Ergänzungsstudie nachgewiesen werden. Selbst in Situationen mit Zeitdruck und hoher Aufgabenschwierigkeit zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zu Situationen ohne Zeitdruck und mit geringer Aufgabenschwierigkeit. In der Ergänzungsstudie wurden zwar Tendenzen in die prognostizierte Richtung erkennbar, sie wurden jedoch nicht signifikant. Bestätigt wurde das Ergebnis zusätzlich durch die erfasste subjektive Beanspruchung, bei der ebenfalls keine signifikanten Effekte zwischen Assistenzart und Nutzungskontext gefunden wurden. Die Hypothese wird aufgrund der erkennbaren Tendenzen nur mit Vorbehalt abgelehnt. Eventuell kann eine Untersuchung mit einer größeren Stichprobe hier signifikante Unterschiede nachweisen. Allerdings ist die Effektstärke ( $\eta^2 = .03$ ) auch lediglich klein bis moderat. Eine Stichprobenplanung mit G\*Power für  $\eta_{partial}^2 = .129$  ergab eine Stichprobengröße von  $N = 24$ .

Weiterhin konnte anhand der Ergebnisse entsprechend Hypothese  $H_{7.2}$  nicht nachgewiesen werden, dass die Verschlechterung der Spurabweichung bei der adaptierbaren

Filterassistenten in Situationen mit hoher Aufgabenschwierigkeit signifikant größer ist als bei den adaptiven Assistenzarten. Anhand der Mittelwerte wurde auch hier wieder eine Tendenz in die Richtung festgestellt, diese wurden allerdings nicht signifikant. Die Hypothese wird daher wieder mit Vorbehalt abgelehnt. Vermutlich war der Unterschied zwischen einer einfachen und einer schweren Auswahl Aufgabe noch nicht groß genug gewählt. Allerdings entspricht die Verwendung von mehr als fünf Auswahlkriterien mit zwei numerischen Kriterien auch kaum noch einer realistischen Auswahl Aufgabe, die ein Fahrer während der Fahrt durchführen würde. Eine weitere Erklärung, warum die Merkmale des Nutzungskontextes hier keinen Einfluss auf die Fahrleistung bei der Verwendung der drei bzw. zwei Assistenzarten hatten, kann darin liegen, dass die Messung der Spurabweichung in der LCT-Simulation nicht sensitiv genug war, um „feine“ Unterschiede zwischen der Aufgabenschwierigkeit und der Variation von Zeitdruck zu erfassen, wie in Abschnitt 6.2 bereits kritisiert wurde. Widerlegt wurde dieses Ergebnis durch die erfasste subjektive Beanspruchung. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Dies spricht jedoch für die Vermutung der zu geringen Unterschiede zwischen den Merkmalsvariationen. Young et al. (2011) wiesen zudem nach, dass die Spurabweichung in der LCT-Simulation zwar sensitiv genug war, um unterschiedliche Effekte von visueller und kognitiver Ablenkung zu erfassen, allerdings zeigten sich auch in ihrer Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen einfachen und schweren Aufgaben. Dagegen konnten Harbluk et al. (2009) nachweisen, dass komplexe Aufgaben, bei denen mehr Informationen in ein Navigationssystem eingegeben werden mussten (13.5 bis 38.3 Bedienschritte), sehr wohl zu einer signifikant größeren Spurabweichung führten, als einfache Aufgaben bei denen wenige Informationen eingegeben werden mussten (drei bis vier Bedienschritte). Allerdings ist dies bei dem großen Unterschied zwischen den Anzahlen an Bedienschritten auch nicht verwunderlich. Auch hier erweist sich der Vergleich der Ergebnisse als schwierig, da die Nebenaufgabenschwierigkeit auf unterschiedliche Art und Weise erhöht wurde.

Gegen die Vermutung, dass der Stimulus für Zeitdruck nicht stark genug war und grundsätzlich keine Wirkung auf das Verhalten der Versuchspersonen zeigte, spricht, dass in der Ergänzungsstudie signifikante Haupteffekte für Zeitdruck gefunden wurden. Außerdem zeigten sich in beiden Studien Effekte auf die Bearbeitungszeit, die bestätigen, dass die Probanden unter Zeitdruck die gestellten Aufgaben schneller lösten.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Polkehn et al. (2002). Sie untersuchten die Auswirkung verschiedener Assistenzarten zur Unterstützung der Hauptaufgabe auf das Abstandsverhalten der Fahrer in einer Fahrsimulation. Zusätzlich wurden die Nutzungskontextmerkmale Sicht und Zeitdruck variiert. Auch hier zeigten die Variationen von Sicht und Zeitdruck keine Unterschiede im Abstandsverhalten unter Verwendung der verschiedenen Assistenzarten.

Sowohl in der Hauptstudie als auch in der Ergänzungsstudie konnten keine statistisch bedeutsamen Lerneffekte durch das wiederholte Fahren mit der LCT-Simulation

festgestellt werden. Allerdings wurde die erlebte subjektive Beanspruchung der ersten Baseline-Fahrt in beiden Studien signifikant höher bewertet als in der zweiten Baseline-Fahrt am Ende der Untersuchung. Weiterhin sind nicht signifikante Tendenzen in der mittleren Spurabweichung zu erkennen. Vermutlich zeigten sich hier keine bedeutenden Lerneffekte, da sich die Versuchspersonen zuvor auf ein bis zwei Tracks mit der Simulation vertraut gemacht haben und die eigentliche Testphase erst begann, wenn die Versuchspersonen die geforderte Fahrleistung aufwiesen.

### **Güte der Bearbeitung von Sonderzielauswahlaufgaben**

Wie zu erwarten war, benötigten die Versuchspersonen bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz eine signifikant längere Bearbeitungszeit, mehr Bearbeitungsschritte und lösten signifikant weniger Aufgaben während der Fahrt in der LCT-Simulation als bei der Verwendung der adaptiven Assistenzarten. Bei der Verwendung der Delegationsassistentz benötigten die Probanden die wenigsten Bedienschritte, die geringste Bearbeitungszeit und lösten folglich die meisten Aufgaben während der Fahrt in der Simulation. Außerdem wurden in Situationen mit einer erhöhten Aufgabenschwierigkeit in der Nebenaufgabe mehr Bedienschritte durchgeführt als in Situationen mit niedriger Aufgabenschwierigkeit. In Situationen mit Zeitdruck wurden Aufgaben schneller gelöst als in Situationen ohne Zeitdruck. Dementsprechend lösten die Probanden unter Zeitdruck auch mehr Aufgaben. Die Ergebnisse der Ergänzungsstudie bestätigten dies. Außerdem zeigte sich in der Hauptstudie, dass die Anzahl an Bedienschritten bei der adaptierbaren Filterassistentz in Situationen mit erhöhter Nebenaufgabenschwierigkeit deutlich stärker anstieg, während sie bei den adaptiven Assistenzarten annähernd gleich blieb. Zusätzlich zeigte die Ergänzungsstudie, dass sich die Bearbeitungszeit bei der Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz in Situationen mit Zeitdruck signifikant verringerte, während diese bei der Delegationsassistentz in Situationen mit und ohne Zeitdruck nahezu gleich blieb. Beide Interaktionseffekte lassen sich mit dem Versuchsaufbau und dem Design der Mock-ups erklären. In Situationen mit erhöhter Schwierigkeit sollten die Versuchspersonen mehr sowie andere Arten von Auswahlkriterien verwenden. Dies bewirkte u.a. mehr erforderliche Bedienschritte. Da bei den adaptiven Assistenzarten es nicht erforderlich war, Auswahlkriterien einzugeben, erhöhte sich logischerweise auch nicht zwangsläufig die Anzahl an Bedienschritten. Anders wäre dies gewesen, wenn die Probanden stattdessen mehr Sonderziele miteinander verglichen, häufiger die Einstellungen kontrolliert oder mehr Bedienfehler gemacht hätten. Dieses spiegelt sich dann auch in der Bearbeitungszeit wider. Weiterhin war durch das Design der Mock-ups indirekt die minimale Bearbeitungszeit vorgegeben. Während bei der adaptierbaren Filterassistentz noch viele Arbeitsschritte vorhanden waren, die beschleunigt oder ausgelassen werden konnten (z.B. Auswahlkriterien einstellen, Sonderziele miteinander vergleichen), waren bei der Delegationsassistentz nur noch wenige solcher Schritte vorhanden. Die Bearbeitungszeit konnte also nur noch bis zu einem gewissen Maß verringert werden (auf durchschnittlich

4.61 Sekunden).

Wie im vorherigen Absatz bereits diskutiert wurde, können die Hypothese  $H_{6,5}$  und  $H_{6,6}$  zur Bearbeitungszeit der Assistenzarten angenommen werden. Allerdings muss auch hier bedacht werden, dass in einer tatsächlichen Verwendungssituation, in der der Fahrer ein Sonderziel seinen Bedürfnissen entsprechend auswählen muss, möglicherweise häufiger Sonderziele miteinander vergleicht oder die automatisch eingestellten Präferenzen kontrolliert. Dieses erfolgt dann auch zu Lasten der Bearbeitungszeit.

Bei der Betrachtung der Häufigkeiten, mit denen Sonderziele verglichen oder Einstellungen kontrolliert wurden, muss folglich kritisch angemerkt werden, dass diese sich in realen Auswahl-situationen ändern könnten. In den Experimenten wurde den Probanden vorgegeben was für eine Art Sonderziel ausgewählt werden sollte. Sie mussten nicht tatsächlich ein Sonderziel nach ihren aktuellen Präferenzen auswählen. Außerdem fanden die meisten Probanden recht schnell heraus, dass die Sonderzielempfehlungen immer den genannten Auswahlkriterien entsprachen und nie „falsch“ waren. Möglicherweise verringerte sich dadurch die Motivation der Probanden, Sonderziele zu vergleichen oder Einstellungen zu prüfen. Denkbar ist natürlich auch, dass das Vertrauen in die Assistenzarten so hoch war, dass keine Kontrolle oder ein Vergleich als erforderlich erachtet wurde. Dies würde mit der Bewertung der Vertrauens-Skala in der Akzeptanz-Messung einhergehen. Dennoch erscheint diese Annahme als eher unrealistisch. Weitere Untersuchungen in realen Verwendungssituationen können hier Klarheit schaffen.

Da die Anzahl an Bediensritten, wie bereits beschrieben, mitbestimmt wurde durch den Versuchsaufbau und das Design der Prototypen, wurde die Anzahl an zusätzlichen Bediensritten ermittelt. Zusätzliche Bediensritte ergaben sich z.B. aus fehlerhafter Bedienung, aus dem Vergleich von Sonderzielen oder aus der Kontrolle von Auswahlkriterien. Entsprechend der Hypothese  $H_{6,3}$  zeigten die Ergebnisse, dass die Anzahl an zusätzlichen Bediensritten bei den beiden adaptiven Assistenzarten geringer war als bei der adaptierbaren Filterassistentz. Obwohl die adaptive Filterassistentz eine höhere Unterstützungsleistung bot als die adaptierbare Filterassistentz, konnten keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl an zusätzlichen Bediensritten festgestellt werden. Als Ursachen hierfür kommen Bedienfehler und zusätzliche Bediensritte, resultierend aus dem Vergleichen von Sonderzielen und dem Prüfen der automatisch eingestellten Präferenzen, in Frage. Daher wird Hypothese  $H_{6,3}$  nur bedingt angenommen. Innerhalb der adaptiven Assistenzarten war gemäß der Hypothese  $H_{6,4}$  die Anzahl an zusätzlichen Bediensritten bei der Delegationsassistentz geringer als bei der Filterassistentz. Darüber hinaus wurde in der Ergänzungsstudie deutlich, dass alle zusätzlichen Bediensritte in den Situationen mit Zeitdruck aus Bedienfehlern (Bediensritte, die nicht dem vorhergesehenen Bedienablauf entsprachen) resultierten, da keine Sonderziele miteinander verglichen oder Einstellungen kontrolliert wurden.

Weiterhin war die Bedienzeit pro Schritt, welche aus den Log-Files ermittelt wurde, über alle Assistenzarten gleich. Lediglich in Situationen mit Zeitdruck zeigte sich eine

Verringerung der Bedienzeit pro Schritt. Eine detailliertere Betrachtung der Bedienzeiten für die einzelnen Pflichtbedienschritte verdeutlichte, dass bei der adaptierbaren Filterassistentz das Einstellen des Reglers für die numerischen Auswahlkriterien deutlich am längsten dauerte. Hierzu muss der Fahrer eine sehr genaue Justierung vornehmen, um den genannten numerischen Wert einzustellen. Dies erforderte zumeist das mehrfache Schieben des Reglers, welches die lange Bedienzeit erklärt. Bei der adaptiven Filterassistentz benötigten die Probanden hingegen für die Wahl eines Sonderziels aus der Auflistung am meisten Zeit. Hier musste der Fahrer zunächst alle fünf Sonderziele der Auflistung erfassen und anschließend eines auswählen. Bei der Delegationsassistentz erforderte die Bestätigung der Sonderzielauswahl mit dem „Ansteuern“-Button die meiste Zeit. Auch hier mussten Informationen aus der Detail-Ansicht zum Sonderziel erfasst werden. Viele Probanden überprüften mit Hilfe dieser Ansicht, ob das Sonderziel den Auswahlkriterien entsprach und bestätigten dieses erst dann. In diesem Vorgehen kann auch eine weitere Begründung liegen, warum die automatisch eingestellten Auswahlkriterien bei der Delegationsassistentz nur selten kontrolliert wurden. Die Kontrolle der Auswahlkriterien über die Detailansicht verlangte keine zusätzlichen Bedienschritte vom Fahrer.

Außerdem kann in der Häufigkeit, mit der die Versuchspersonen Sonderziele miteinander verglichen und die eingestellten Auswahlkriterien geprüft haben, eine Erklärung für die nicht signifikanten Interaktionseffekte in der Spurabweichung und der subjektiven Beanspruchung liegen. Möglicherweise kompensierten die Versuchspersonen den zusätzlichen Zeitdruck oder die erhöhte Aufgabenschwierigkeit durch weniger häufiges Sonderzielvergleichen oder Kontrollieren der Auswahlkriterien. Die Ergebnisse deuteten zwar eine Tendenz in diese Richtung an, wiesen aber keine signifikanten Unterschiede auf.

Eine Diskussion weiterer identifizierter Usability-Probleme der Assistenzarten ist in Anhang D.7 hinterlegt.

### **Einfluss der Kontrollvariablen**

Bei der Auswertung der Kontrollvariablen zeigte lediglich das Alter einen bedeutenden Effekt auf die Bearbeitungszeit bei der Sonderzielauswahl. Jüngere Versuchspersonen lösten eine Aufgabe schneller als Versuchspersonen mittleren und höheren Alters. Außerdem war die Bearbeitungszeit von Versuchspersonen höheren Alters bei der adaptierbaren Filterassistentz signifikant höher, während sie bei jüngeren Versuchspersonen und Personen mittleren Alters nahezu gleich blieb. In der Ergänzungsstudie konnte dieses Ergebnis nicht noch einmal nachgewiesen werden. Die Ergebnisse gehen einher mit bereits bekannten Erkenntnissen aus der empirischen Forschung, z.B. Abendroth und Bruder (2009). Kritisch anzumerken ist hier wieder, dass die einzelnen Altersgruppen sehr dicht beieinander liegen und ältere Personen (über 65 Jahre) nicht an den Experimenten teilnehmen durften.

Entgegen der Ergebnisse von Petzoldt, Bar und Krems (2009) zeigte das Geschlecht keinen Einfluss auf die Fahrleistung in der LCT-Simulation. Auch die Anordnung der Auswahlkriterien zeigte keinen Einfluss auf die Akzeptanz oder die Güte der Aufgabebearbeitung, wie zunächst vermutet wurde.

### **Schlussbemerkung zur Lane-Change-Task**

Bei der kritischen Betrachtung der verwendeten Lane-Change-Task, muss beachtet werden, dass dieser Test keine realen Fahrten im Fahrzeug nachstellen kann. Er dient lediglich dazu, eine Hauptaufgabe auf einfache Art und Weise zu simulieren, um den Einfluss verschiedener Nebenaufgaben auf die Fahrleistung miteinander zu vergleichen. Im Rahmen der hier durchgeführten Studien erwies sich die LCT dafür als geeignetes Messinstrument. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Präzision der erfassten Spurabweichung in der LCT-Simulation zusätzlich erhöht werden kann, indem das adaptive Modell zur Berechnung der Spurabweichung (anstelle des normativen Modells) und die Spurabweichung pro Aufgabe verwendet werden. Wie auch in den Ergebnisse von Young et al. (2011) konnte hier zudem verdeutlicht werden, wie wichtig es ist, die Versuchspersonen genau über die geforderte Fahrweise in der LCT-Simulation zu instruieren. Außerdem kann die Verwendung einer Referenzaufgabe eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Studien ermöglichen. Im Rahmen dieser Studien wurde aus Gründen der ohnehin schon langen Versuchsdauer darauf verzichtet.

Im folgenden Kapitel werden abschließend die Ergebnisse aller empirischen Untersuchungen dieser Arbeit vergleichend diskutiert und Gestaltungsempfehlungen für Assistenzsysteme zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrzeug gegeben.



# 7 Diskussion

In diesem Kapitel werden zunächst die wesentlichen Ergebnisse studienübergreifend diskutiert. Darauf aufbauend werden Empfehlungen zur Gestaltung von personalisierten Auswahlassistenzsystemen im Fahrzeug gegeben. Außerdem werden die Gefahren adaptiver Assistenzsysteme und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anwendungsbereiche diskutiert. Anschließend werden Empfehlungen zu den verwendeten Methodiken gegeben. Abgeschlossen wird diese Arbeit mit einem Ausblick auf weiterführende Forschungsfragen.

## 7.1 Zusammenfassende Diskussion der wesentlichen Ergebnisse

### **Besonderheiten des fahrzeugspezifischen Nutzungskontextes von Sonderzielen**

In den zu Beginn dieser Arbeit durchgeführten qualitativen Interviews wurden der Nutzungskontext von Sonderzielen und der Unterstützungsbedarf des Fahrers bei der Sonderzielverwendung näher untersucht. Anhand der Ergebnisse dieser Studie wurden fünf Merkmale des Nutzungskontextes ausgewählt, welche möglicherweise Einfluss auf die Akzeptanz der Assistenzarten und die Fahrleistung nehmen können. In der Studie wurde deutlich, dass es einigen Versuchspersonen Freude bereitete, sich mit der Sonderzielauswahl als „Denkaufgabe“ zu beschäftigen, welches mit dem Personenmerkmal Need-for-Cognition, dem Bedürfnis einer Person nach Kognition, in Verbindung gebracht wurde. Außerdem verwendeten die Personen für die Sonderzielauswahl unterschiedliche Arten von Auswahlkriterien. Bei der Auswahl einer Tankstelle bspw. waren dies überwiegend konstante Kriterien wie Kraftstoffart, während bei Restaurants zusätzliche dynamische Kriterien wie aktuelle Vorliebe genannt wurden. Weiterhin wurden Nutzungssituationen beschrieben, in denen zeitliche Rahmenbedingungen bei der Auswahlaufgabe eine Rolle spielten. Basierend auf den Ergebnissen wurde vermutet, dass die Aufgabenmerkmale Hauptaufgabenschwierigkeit und Nebenaufgabenschwierigkeit einen Einfluss auf die Akzeptanz der Assistenzarten und auf die Fahrleistung haben.

Zusätzlich zeigte die explorative Studie, dass die Versuchspersonen mit den derzeitigen Funktionen im Navigationssystem zum Auswählen von Sonderzielen, welche vorwiegend der Angebotsassistenten entsprachen, unzufrieden waren. Diese filterten alle verfügbaren Sonderziele innerhalb einer gewählten Sonderzielkategorie aus, welches mitunter zu sehr umfangreichen Auflistungen von Sonderzielen führte. Die Versuchspersonen gaben an, mit der Bedienung der Funktionen und der Auswahlentscheidung bzgl. eines geeigneten

Sonderziels oftmals überfordert zu sein. Insgesamt wurden die derzeit im Navigationssystem realisierten Assistenzarten zur Sonderzielauswahl überwiegend negativ bewertet.

Basierend auf dem ermittelten Nutzungskontext von Sonderzielen und den Unterstützungswünschen der Versuchspersonen wurden die drei folgenden Assistenzarten identifiziert, die potentiell in Frage kamen, um den Fahrer bei der personalisierten Optionsauswahl zukünftig zu unterstützen:

- adaptierbare Filterassistentz
- adaptive Filterassistentz
- adaptive Delegationsassistentz

Diese Assistenzarten wurden in zwei Szenariobefragungen und zwei Simulationsstudien unter konstanten Versuchsbedingungen hinsichtlich der Akzeptanz, der Auswirkung auf die Fahrleistung und der Güte der Nebenaufgabenbearbeitung unter Variation der Nutzungskontextmerkmale untersucht.

### **Generelle Akzeptanz der Assistenzarten**

Während die Mehrheit der bisherigen Akzeptanzuntersuchungen sich auf die Akzeptanz von komplexen Assistenzsystemen zur Unterstützung der Hauptaufgabe konzentrierten, wurden im Rahmen dieser Arbeit drei Assistenzarten nahezu in ihrer Grundform zur Unterstützung von Nebenaufgaben im Fahrzeug untersucht. Die Ergebnisse der Akzeptanzmessungen zeigten, ergänzend zu den in Kapitel 2 beschriebenen empirischen Befunden, dass die Akzeptanz der beiden Filterassistentzen und der Delegationsassistentz zur Unterstützung der personalisierten Sonderzielauswahl unter konstanten Versuchsbedingungen hoch war. Allerdings wurde in den Ergebnissen auch deutlich, dass die Versuchspersonen die adaptiven Assistenzarten bevorzugten.

Die Bewertungen der einzelnen Akzeptanz-Prädiktoren waren über alle Studien dieser Arbeit weitestgehend konstant. Die adaptierbare Filterassistentz wurde hinsichtlich ihrer wahrgenommenen Nützlichkeit und der Benutzerfreundlichkeit in der ergänzenden Szenariobefragung und den Simulationsstudien schlechter bewertet als die adaptive Filter- und Delegationsassistentz. Die wahrgenommene Kontrolle über die Delegationsassistentz wurde studienübergreifend schlechter bewertet als die der beiden Filterassistentzen. Dies zeigte, dass der Fahrer zwar durchaus bereit ist, Teile der Sonderzielauswahlaufgabe an eine technische Assistentz abzugeben, aber trotzdem noch die Kontrolle über seine Sonderzielauswahl behalten möchte. Die affektive Bewertung der adaptierbaren Filterassistentz war zudem signifikant am schlechtesten. Unterschiede zwischen den Studien zeigten sich in der Bewertung des Risikos. Während die Versuchspersonen der Szenariobefragung das Risiko der adaptierbaren Filterassistentz höher bewerteten als das der adaptiven Filterassistentz, wurde in der Simulationsstudie das Risiko der adaptierbaren Filterassistentz

insgesamt niedriger eingeschätzt als das der adaptiven Assistenzarten. Auch die Risiko-Facetten unterschieden sich zwischen den Studien. In der Szenariobefragung wurden das Risiko des Zeitverlustes, die Alltagstauglichkeit und das generelle Risiko signifikant. In der Simulationsstudie zeigten das zeitliche und das generelle Risiko zwar auch signifikante Unterschiede, jedoch wurden zusätzlich das Risiko, dass das System nicht so funktioniert wie es soll, das finanzielle Risiko und das Risiko der Gefährdung der Privatsphäre statistisch bedeutsam. Hier wird abermals deutlich, dass Mock-ups den Versuchspersonen eine bessere Einschätzung des Risikos zukünftiger Funktionen ermöglichen als schriftliche Szenarien. Das Vertrauen und die subjektive Norm zeigten in allen vier Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen den Assistenzarten. Hier wurde lediglich in der subjektiven Norm der ergänzenden Szenariobefragung deutlich, dass die adaptive Filterassistentz besser bewertet wurde als die adaptierbare Filterassistentz.

Schlussendlich zeigte die Verhaltensintention zur Nutzung der Assistenzarten in der Simulationsstudie, dass die adaptive Filterassistentz gegenüber der Delegationsassistentz bevorzugt wurde. Auch hier konnten in den anderen Studien dieser Arbeit keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. Ergänzt wurde dieses Ergebnis durch das erfasste Gesamturteil. Hier wurde die adaptierbare Filterassistentz signifikant schlechter bewertet als die adaptive Filterassistentz. Unter Beachtung der Ergebnisse aus der explorativen Studie kann folglich festgehalten werden, dass das Anbieten der oben beschriebenen Assistenzarten zu einer Verbesserung der Akzeptanz von Sonderziel-Funktionen führen kann.

Unterschiede waren zudem in den Effektstärken der vier Studien zu beobachten. Während in der Szenariobefragung die Effektstärken noch deutlich zu gering waren, konnten mit einem anderen Versuchsdesign in der ergänzenden Szenariobefragung sehr große Effekte gemessen werden. Im Vergleich dazu waren die Effektstärken der Simulationsstudien nochmals größer. Dies hängt zum einen mit dem geringeren Stichprobenumfang zusammen, zum anderen aber auch mit den Mock-ups als Stimuli, die den Versuchspersonen eine eindeutigere Beurteilung ermöglichten.

### **Auswirkung des Nutzungskontextes auf die Akzeptanz der Assistenzarten**

Entgegen der aufgestellten Hypothesen zeigte die Variation der Merkmale des Nutzungskontextes über alle vier Studien weder einen Effekt auf die Verhaltensintention (siehe Tab. 7.1) noch auf die anderen Akzeptanz-Prädiktoren.

Basierend auf den Ergebnissen der qualitativen Studie wurde vermutet, dass Need-for-Cognition einen Einfluss auf die Akzeptanzbewertung der drei Assistenzarten hat. Diese Vermutung konnte nicht bestätigt werden.

Ebenso konnte nicht nachgewiesen werden, dass die Art der Auswahlkriterien einen Einfluss auf die Beurteilung nimmt. Hier wurde vermutet, dass adaptive Assistenzarten eine schlechtere Akzeptanzbeurteilung erhalten, wenn diese vorwiegend dynamische personenbezogene Auswahlkriterien wie aktuelle Präferenzen verwenden. Die Erfassung

der Verhaltensintention zum tatsächlichen Ansteuern eines Sonderziels in der Simulationsstudie zeigte jedoch, dass die Akzeptanz eines Parkplatzes signifikant höher war als die eines Restaurants. Eine in Kapitel 6.5 bereits diskutierte Ursache hierfür kann in den konstant gehaltenen Versuchsbedingungen liegen, bei denen die Versuchspersonen keine Auswahlentscheidungen nach realen Bedürfnissen und Präferenzen treffen mussten. Möglicherweise können hier in realen Verwendungssituationen, z.B. in Feldversuchen, Unterschiede nachgewiesen werden.

In der Szenariobefragung und in der Simulationsstudie wurde der Einfluss von Zeitdruck und verschiedenen Formen der Aufgabenschwierigkeit auf die Akzeptanz der Assistenzarten untersucht. Auch hier konnten in keiner der Studien Unterschiede in der Akzeptanzbewertung festgestellt werden. Selbst die Kombination von Zeitdruck und hoher Aufgabenschwierigkeit zeigte keinen Einfluss auf die Akzeptanzbewertung. Erklärungen, warum die Merkmale des Nutzungskontext keinen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanzbeurteilung zeigten, wurden bereits in den vorangehenden Kapiteln ausführlich diskutiert (siehe Kapitel 4.5, Kapitel 6.5).

### **Generelle Auswirkung der Assistenzarten auf die Fahrleistung**

Neben der Akzeptanz wurde in den Simulationsstudien auch der Einfluss der Verwendung der Assistenzarten auf die Fahrleistung untersucht. Da die Verwendung der Assistenzarten während der Fahrt eine zusätzliche Belastung darstellt, wurde in den Ergebnissen entsprechend deutlich, dass alle Assistenzarten den Fahrer von der Fahraufgabe ablenken. Entsprechend der Hypothesen war jedoch die Fahrleistung (ermittelt über die mittlere Spurabweichung) unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistenz schlechter als unter Verwendung der adaptiven Assistenzarten (siehe Tab. 7.1). Außerdem konnte mit der erfassten Spurabweichung pro Aufgabe nachgewiesen werden, dass unter Verwendung der adaptiven Filterassistenz die Fahrleistung schlechter war als unter Verwendung der Delegationsassistenz. Demzufolge war die erlebte subjektive Beanspruchung der Versuchspersonen bei der adaptierbaren Filterassistenz auch am höchsten und bei der Delegationsassistenz am geringsten. Die Ergänzungsstudie konnte diese Erkenntnisse bestätigen. Es kann also festgehalten werden, dass die Assistenzarten den Fahrer nicht gleich stark entlasten. Die adaptiven Assistenzarten, insbesondere die Delegationsassistenz, bieten unter konstanten Versuchsbedingungen das höchste Maß an Unterstützung und damit die höchste Sicherheit bei der Verwendung während der Fahrt. Diese Unterstützungsleistungen der verschiedenen Assistenzarten wurden auch von den Fahrern wahrgenommen, wie die erfasste subjektive Beanspruchung gezeigt hat. Wie in den Ergebnissen allerdings auch deutlich wurde, ist dieser Unterstützungsgrad nicht so hoch, als dass die entstandenen Interferenzen mit der Fahraufgabe durch die zusätzliche Bearbeitung der Nebenaufgabe vollständig aufgehoben werden. Die Delegationsassistenz minimiert diese lediglich am stärksten im Vergleich zu den Filterassistenzen. In realen Fahrsituationen kann diese zusätzliche Belastung zu einem Sicherheitsrisiko werden,

Tabelle 7.1: Übersicht der Ergebnisse der Hypothesenprüfungen

Nutzungskontext	Assistenzart	Hypothese		Szenariobefragungen		Simulationsstudien	
		Haupts. Kap. 4.3	Ergänzs. Kap. 4.4	Haupts. Kap. 4.3	Ergänzs. Kap. 6.4		
<b>Auswirkung auf die Akzeptanz der Assistenzarten</b>							
hoher Need-for-Cognition	Akzeptanz von A1 größer als von A2 und A3	H 1.1	n	-	-	-	-
niedriger Need-for-Cognition	Akzeptanz von A1 geringer als von A2 und A3	H 1.2	n	-	-	-	-
dynamische Auswahlkriterien	Akzeptanz von A1 größer als von A2 und A3	H 2.1	n	n	-	-	-
konstante Auswahlkriterien	Akzeptanz von A1 geringer als von A2 und A3	H 2.2	n	n	-	-	-
kein Zeitdruck	Akzeptanz von A1 größer als von A2 und A3	H 3.1	n	n	n	n	n*
hoher Zeitdruck	Akzeptanz von A1 geringer als von A2 und A3	H 3.2	n	n	n	n	n*
geringe Hauptaufgabenschwierigkeit	Akzeptanz von A1 größer als von A2 und A3	H 4.1	n	-	-	-	-
hohe Hauptaufgabenschwierigkeit	Akzeptanz von A1 geringer als von A2 und A3	H 4.2	n	-	-	-	-
geringe Nebenaufgabenschwierigkeit	Akzeptanz von A1 größer als von A2 und A3	H 5.1 (H 5.3)	n	n	n	n	-
hohe Nebenaufgabenschwierigkeit	Akzeptanz von A1 geringer als von A2 und A3	H 5.2 (H 5.4)	n	n	n	n	-
<b>Generelle Auswirkung der Assistenzartverwendung auf die Fahrleistung</b>							
	Fahrleistung bei A1 schlechter als bei A2 und A3	H 6.1	-	-	j	j*	j*
	Fahrleistung bei A2 schlechter als bei A3	H 6.2	-	-	j*	-	-
<b>Auswirkung auf Verschlechterung der Fahrleistung</b>							
hoher Zeitdruck	Verschlechterung der Fahrleistung bei A1 am höchsten und A3 am geringsten	H 7.1	-	-	n*	n*	n*
hohe Nebenaufgabenschwierigkeit	Verschlechterung der Fahrleistung bei A1 am höchsten und bei A3 am geringsten	H 7.2	-	-	n*	-	-
<b>Generelle Auswirkung der Assistenzartverwendung auf die Anzahl zusätzlicher Bedienschritte</b>							
	Bei A1 mehr zusätzliche Bedienschritte als bei A2 und A3	H 6.3	-	-	j	j	n*
	Bei A2 mehr zusätzliche Bedienschritte als bei A3	H 6.4	-	-	j	j	-
<b>Generelle Auswirkung der Assistenzartverwendung auf die Bearbeitungszeit pro Aufgabe</b>							
	Bei A1 längere Bearbeitungszeit als bei A2 und A3	H 6.5	-	-	j	j	j*
	Bei A2 längere Bearbeitungszeit als bei A3	H 6.6	-	-	j	j	-

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenz, A2: adaptive Filterassistenz, A3: adaptive Delegationsassistenz, Haupts.: Hauptstudie, Ergänz.: Ergänzungsstudie, -: nicht untersucht, j: bestätigt, j\*: mit Vorbehalt bzw. zum Teil bestätigt, n: nicht bestätigt, n\*: mit Vorbehalt bzw. zum Teil nicht bestätigt.

wenn z.B. plötzliche Änderungen im Verkehrsgeschehen übersehen werden und zu spät auf solche Änderungen reagiert wird.

### **Auswirkung des Nutzungskontextes auf die Fahrleistung unter Verwendung der Assistenzarten**

Entgegen der Hypothesen konnte nicht nachgewiesen werden, dass Zeitdruck und die Aufgabenschwierigkeit zu unterschiedlich starken Verschlechterungen in der Fahrleistung in Abhängigkeit von der Assistenzart führten (siehe Tab. 7.1). Die erfasste subjektive Beanspruchung bestätigte diese Ergebnisse wieder. Dass Zeitdruck allerdings grundsätzlich zu einer Verschlechterung in der Fahrleistung und zu einer höheren erlebten Beanspruchung führt, konnte in der ergänzenden Simulationsstudie gezeigt werden.

Zusätzlich zur Diskussion in Kapitel 6.5 kann kritisch angemerkt werden, dass in den Simulationsstudien der Fahrer nicht die Wahl hatte, sich eine geeignete Verwendungssituation zu schaffen oder auszusuchen, wie es bei realen Fahrsituationen der Fall wäre (Rauch et al., 2007). Zum Beispiel hat der Fahrer in realen Situationen die Möglichkeit, langsamer zu fahren oder am Straßenrand anzuhalten. Rauch et al. (2007) beschreibt diese freie Wahlmöglichkeit als situationsbewussten Umgang mit Nebenaufgaben, bei dem der Fahrer frei entscheiden kann, wann er seine Aufmerksamkeit einer Nebenaufgabe zuwendet. Dieses wird auch als eine Form von Kompensationsstrategie verstanden. Allerdings sind diese Wahlmöglichkeiten des Fahrers beschränkt. Auf Autobahnfahrten bspw. darf nicht am Straßenrand angehalten werden. Auch ist langsamer Fahren nur bis zu einer gewissen Grenze möglich. Inwieweit Zeitdruck in einer Situation vorliegt, kann der Fahrer zwar vorher beeinflussen, wenn Zeitdruck aber erst einmal entstanden ist, kann der Fahrer nur noch begrenzt etwas daran ändern. Daher ist es wichtig, diese unterschiedlichen Merkmale des Nutzungskontextes weiterhin zu untersuchen und bei der späteren Gestaltung eines Assistenzsystems zu beachten. Zudem konnte Rauch et al. (2007) nachweisen, dass fehlerhafte Einschätzungen von Fahr- bzw. Verkehrssituationen zu einem unangepassten Umgang mit Nebenaufgaben führen. In den Simulationsstudien dieser Arbeit äußerten sich viele Versuchspersonen erstaunt über die hohe subjektive Beanspruchung und die hohe Spurabweichung, obwohl ihnen die Bedienung der adaptiven Assistenzarten im parkenden Fahrzeug zunächst als eher einfach erschien. Dies deutet darauf hin, dass viele Fahrer die Ablenkung durch ein Fahrerinformationssystem im Fahrzeug unterschätzen und zeigt einmal mehr, wie dringend Assistenzarten zur Unterstützung von Auswahlaufgaben erforderlich sind.

### **Generelle Auswirkung der Assistenzarten auf die Güte der Aufgabenbearbeitung**

Die beschriebenen Ergebnisse spiegelten sich auch in der Güte der Aufgabenbearbeitung wieder. Unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistenz wurden die meisten Bedienschritte benötigt und dauerte die Bearbeitung einer Aufgabe am längsten. Bei der

Delegationsassistentz hingegen wurden die wenigsten Bedienschritte benötigt und war die Bearbeitungszeit am geringsten. Die adaptive Filterassistentz lag jeweils im mittleren Bereich. Außerdem wurden unter Verwendung der adaptierbaren Filterassistentz, entsprechend der Hypothesen, die meisten zusätzlichen Bedienschritte, z.B. durch Bedienfehler, und bei der Delegationsassistentz die wenigsten zusätzlichen Bedienschritte durchgeführt (siehe Tab. 7.1).

Mit diesen Ergebnissen kann somit das Bedienkonzept für die Assistentzarten bestätigt werden, welches basierend auf den Ergebnissen der qualitativen Interviews und Erkenntnissen aus der Literatur, entwickelt wurde. Zudem konnte verdeutlicht werden, dass durch das Design der Prototypen die Bearbeitungszeit nur bis zu einer gewissen Grenze beschleunigt werden kann. Dies kann verhindern, dass der Fahrer zu schnell ein System bedient und möglicherweise voreilig Bedienschritte vornimmt oder Entscheidungen trifft. Fehler können so vermieden werden. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass der Fahrer es auch als störend empfinden kann, wenn eine Assistentz nicht sofort die gewünschten Ergebnisse darstellt. Ebenso können durch die verstärkte Übernahme von Teilaufgaben durch ein Assistentzsystem Fehler vermieden werden. Wie Abschnitt 7.3 zeigen wird, können dadurch allerdings auch wieder neue Fehler entstehen.

## 7.2 Gestaltungsempfehlungen für Auswahlassistenzsysteme im Fahrzeug

Die Erkenntnisse dieser Arbeit können als Grundlage für die Gestaltung zukünftiger Auswahlassistenzsysteme zur personalisierten Optionsauswahl im Fahrerinformationssystem herangezogen werden. In den empirischen Studien dieser Arbeit wurden die Assistentzarten annähernd in ihrer „Grundform“ untersucht. Bei der Gestaltung zukünftiger Assistentzsysteme in diesem Bereich sollte jedoch eine Kombination aus mehreren Assistentzarten erfolgen. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, die im Folgenden beschrieben werden.

Zunächst wurde in den Bewertungen der wahrgenommenen Kontrolle und der Verhaltensintention die Wichtigkeit der Kontrollierbarkeit der Assistentzarten deutlich. Es sollte bei der Gestaltung eines Assistentzsystems demzufolge darauf geachtet werden, den Fahrer bei seiner Auswahlentscheidung zwar zu unterstützen, indem eine Assistentz Teilaufgaben vom Fahrer übernimmt, gleichzeitig müssen dem Fahrer aber auch noch ausreichend Kontrollmöglichkeiten geboten werden. Dies kann durch die Kombination der untersuchten Assistentzarten in einem Assistentzsystem erfolgen. Eine einfache Form für ein Auswahlassistenzsystem wäre z.B. die Kombination aus adaptierbarer und adaptiver Filterassistentz. Hier werden aktuelle Präferenzen über Verhaltensdaten und Sensoren im Fahrzeug ermittelt, Auswahlkriterien automatisch eingestellt und fünf Sonderziele passend zur gewählten Sonderzielart empfohlen. Gleichzeitig hat der Fahrer die Möglichkeit, diese Kriterien einzusehen, zu verändern und neue Empfehlungen anzeigen zu lassen.

Zudem kann dem Fahrer angeboten werden, die Sonderzielsammlung nochmals selbst zu durchsuchen, z.B. wenn der Fahrer mit den Sonderzielempfehlungen, basierend auf den geänderten Auswahlkriterien, nicht zufrieden war. Insbesondere für Parkplätze oder Tankstellen können solche Auswahlassistenzsysteme in Frage kommen. In der qualitativen Studie wurde deutlich, dass hier vorwiegend Auswahlkriterien verwendet wurden, zu denen aus technischer Sicht heute bereits Informationen vorhanden sind und die adaptiv ermittelt werden können, z.B. Kraftstoffart, erforderlicher Umweg oder Preis. Ähnliche Formen von solchen Auswahlassistenzsystemen sind bereits aus dem Internet bekannt, z.B. von dem Musikempfehlungssystem last.fm<sup>1</sup>. Auch Nitschke (2004) empfiehlt, basierend auf den Ergebnissen ihrer Arbeit, eine solche Kombination für die Unterstützung der Filmauswahl am heimischen Fernsehgerät. Für die Verwendung während der Fahrt sind sie jedoch nur beschränkt einsetzbar und sollten lediglich einen ersten Schritt zur Unterstützung der Fahrer bei der Sonderzielauswahl darstellen.

Weiterhin zeigte sich in den empirischen Untersuchungen zwar kein Einfluss des Nutzungskontextes auf die Akzeptanz und die Fahrleistung unter Verwendung der Assistenzarten, jedoch sollte dieser nicht völlig unbeachtet bleiben. Informationen über den Benutzer, die Aufgabe und die Nutzungsumgebung können auch für die adaptive Wahl einer Assistenzart innerhalb eines komplexen Assistenzsystems verwendet werden. Stellt das Assistenzsystem beispielsweise fest, dass der Fahrer unter Zeitdruck steht, wird automatisch Unterstützung bei der Sonderzielauswahl durch die Delegationsassistenz angeboten. Wenn der Fahrer nicht unter Zeitdruck steht, können Filterassistenzen angeboten werden. Weiterhin kann eine adaptive Wahl der Assistenzart anhand der Fahrgeschwindigkeit (z.B. parkendes oder fahrendes Fahrzeug) erfolgen. Außerdem wurde in der qualitativen Studie deutlich, dass auch der Beifahrer das Navigationssystem bedient. Verfügt ein Fahrzeug über ein Dual-View-Display, bei dem der dargestellte Inhalt in Abhängigkeit vom Blickwinkel variiert werden kann, ist es möglich, dass der Beifahrer andere Assistenzarten zur Sonderzielauswahl dargeboten bekommt als der Fahrer. So kann der Beifahrer bspw. Filterkriterien manuell eingeben oder ändern, während der Fahrer die Delegationsassistenz angezeigt bekommt. Ferner kann die Art der Assistenz durch die Sonderzielart an sich bestimmt werden. So kann für die Auswahl einer Tankstelle oder eines Parkplatzes die Delegationsassistenz und für die Auswahl von Restaurants oder Hotels eine adaptive Filterassistenz angeboten werden.

Da jedoch keines der variierten Merkmale des Nutzungskontextes in den hier durchgeführten Studien einen Einfluss auf die Akzeptanz oder die Fahrleistung entsprechend der Hypothesen zeigte, sind zu den beschriebenen Möglichkeiten weitere Untersuchungen erforderlich.

Neben der Wahl der Assistenzart kann auch die Anzahl an Informationen adaptiv an den Fahrer, die Aufgabe und die Nutzungsumgebung angepasst werden. Beispielsweise werden im fahrenden Fahrzeug nur sehr wenige, für die Entscheidung absolut notwendige

---

<sup>1</sup><http://www.lastfm.de/>

Informationen dargestellt, während im parkenden Fahrzeug auch detaillierte Beschreibungen oder Bilder angezeigt werden können. Hierbei muss allerdings zunächst weiter untersucht werden, welche Informationen für Auswahlentscheidungen bezüglich Sonderzielen verwendet werden und welches die Wichtigsten aus Sicht des jeweiligen Benutzers sind. Einen ersten Einblick lieferte die qualitative Studie aus Kapitel 3.

Bereits die Realisierung der beschriebenen einfachen Assistenzsysteme zur personalisierten Optionsauswahl kann vor dem Hintergrund der Ergebnisse der qualitativen Studie zu einer besseren Akzeptanz der Sonderzielfunktionen führen.

### 7.3 Gefahren von adaptiven Auswahlassistenzsystemen

Ein wesentlicher Nachteil der Adaptivität liegt in der fehlenden Transparenz, welches bspw. dazu führt, dass der Fahrer nicht versteht, warum dieser eine andere Assistenzart angeboten bekommt, warum genau die und nicht andere Sonderziele angeboten oder warum weniger Informationen dargestellt werden. Die langfristigen gesellschaftlichen Konsequenzen einer solchen Intransparenz von automatischen Informationsfilterungen basierend auf Verhaltensdaten werden in einem Onlineartikel von Lischka (2011) aufgeführt. So beschreibt der Artikel mögliche Gefahren, die aus der unbemerkten automatisierten Informationsfilterung bei Nachrichtendiensten oder in sozialen Netzwerken resultieren. Durch eine solche Filterung bekommen die Benutzer nur noch die Informationen angezeigt, die ihren Interessen und Meinungen entsprechen (Lischka, 2011). Infolgedessen fühlen sich die Benutzer in ihrem Glauben und ihrer Meinung bestärkt und nehmen „anders Denkende“ nicht mehr wahr, da Informationen zu anderen Meinungen nicht mehr angezeigt werden.

Eine transparente Gestaltung der adaptiven Systemprozesse, insbesondere der Auswahlentscheidungen, kann solche Effekte vermeiden. So sollte bei der adaptiven Empfehlung von Sonderzielen deutlich werden, anhand welcher Informationen die Sonderziele ausgewählt wurden, wo die Informationen herkamen und wer die Sonderziele erstellt hat. Kombinationen von adaptierbaren und adaptiven Assistenzarten ermöglichen dem Fahrer weiterhin die Kontrolle über Sonderzielauswahlentscheidungen zu behalten. In den Mock-ups dieser Arbeit wurden die einzelnen Schritte der Adaption über Statusanzeigen den Versuchspersonen transparent gemacht. Die Herkunft der Informationen, die zur Adaption verwendet wurden, wurde in den Szenarien kurz beschrieben. Für reale Assistenzsysteme wird dieses allerdings nicht ausreichen. Solche zusätzlichen Informationen dem Fahrer zugänglich zu machen, ohne dass dieser damit während der Fahrt überlastet wird, stellt eine weitere Herausforderung an die Gestaltung von Auswahlassistenzsystemen im Fahrzeug dar.

In den Ergebnissen wurde deutlich, wie wichtig es ist, genau zu untersuchen, anhand welcher Kriterien der Fahrer ein Sonderziel auswählt. In der ersten Studie dieser Arbeit wurden auch Sonderziele ausgewählt, die für den Fahrer völlig neuartig waren und die

nicht den bisherigen Verhaltensmustern entsprachen. Solche Fälle müssen bei der Gestaltung von adaptiven Empfehlungen ebenfalls berücksichtigt werden. Gefahren, wie von Lischka (2011), beschrieben können dadurch ebenso vermieden werden.

Ein weiteres Problem der adaptiven Assistenzarten, welches in den Versuchsbedingungen der Studien dieser Arbeit konstant gehalten wurde, sind fehlerhafte Sonderzielempfehlungen. Hierbei muss zunächst bestimmt werden, inwieweit Empfehlungen, die nicht den Bedürfnissen und Präferenzen des Fahrers oder seinen Mitreisenden entsprechen, als falsch empfunden werden. Möglich ist auch, dass diese bis zu einer gewissen Grenze als neuartig wahrgenommen werden. Wie schwierig es ist, eine „perfekte“ Empfehlung zu generieren, wurde in einem Wettbewerb der amerikanischen online Videothek Netflix deutlich (Netflix Inc., 2009b). Hier sollten die teilnehmenden Entwicklergruppen innerhalb von fünf Jahren den Empfehlungsalgorithmus für persönliche Filmempfehlungen so verbessern, dass die Qualität der Empfehlungen um mindestens 10 % ansteigt. Als Preis für die beste Gruppe waren eine Million Dollar ausgeschrieben. Die beste Entwicklergruppe schaffte in fünf Jahren gerade einmal eine Verbesserung um 10.06 % (Netflix Inc., 2009a).

Dies zeigt, wie wichtig es ist, die Auswirkung von fehlerhaften Empfehlungen auf das Vertrauen und die Akzeptanz eines Auswahlassistenzsystems zu untersuchen. Die Folgen eines übersteigerten, „blinden“ Vertrauens in Auswahlassistenzsysteme, einhergehend mit einer unzureichenden Kontrolle der Empfehlungen des Assistenzsystems, wurde von Bahner (2008) als *Automation Bias* beschrieben und gemeinsam mit dem Konzept der *Complacency*, dem Übersehen von kritischen Systemzuständen durch unzureichende Kontrolle, untersucht. Die Auswahlassistenz wird in einem solchen Fall nicht mehr als Unterstützung zur eigenen Entscheidungsfindung gesehen, sondern als Ersatz für die eigene Entscheidung verwendet (Bahner, 2008). Bei den hier untersuchten Auswahlassistenzarten, insbesondere der Delegationsassistenz, können solche Gefahren ebenfalls entstehen, wenn diese über einen konstanten Zeitraum hinweg nahezu perfekte Empfehlungen generiert. Das erfasste Vertrauen in die Assistenzarten im Rahmen der Studien dieser Arbeit war immer hoch. Auch wurden in der Simulationsstudie wenig Sonderziele verglichen oder automatisch eingestellte Auswahlkriterien überprüft. Allerdings mussten die Versuchspersonen auch keine tatsächlichen Auswahlentscheidungen treffen und es lagen keine Systemfehler vor, so dass Rückschlüsse auf ein mögliches Vorhandensein von *Complacency* und *Automation Bias* und den daraus resultierenden Fehlern nicht möglich sind (insbesondere auf *Commission Fehler* - Fehler durch unkontrollierte Befolgung der Empfehlung). Hier sollten ebenfalls weitere Versuche mit realen Auswahlentscheidungen und fehlerhaften Empfehlungen erfolgen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Gefährdung der Privatsphäre. Für die Adaption ist es erforderlich, Daten über den Fahrer aufzuzeichnen und abzuspeichern. In der Risiko-Facetten Gefährdung der Privatsphäre wurde das Risiko jedoch bei allen Assistenzarten in den Akzeptanz-Messungen dieser Arbeit nach wie vor als eher gering eingestuft. Wei-

tere Untersuchungen mit tatsächlich funktionierenden Assistenzsystemen können hier zusätzlich Aufschluss über das wahrgenommene Risiko geben.

## 7.4 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bereiche

Wie in den Diskussionen der einzelnen empirischen Studien dieser Arbeit deutlich wurde, sind die Erkenntnisse aus anderen Anwendungsbereichen nicht ohne weiteres übertragbar. Der fahrzeugspezifische Nutzungskontext stellt durch die Mehrfachaufgabenbelastung wesentlich höhere Anforderungen an den Benutzer als bspw. die Auswahl eines Films am heimischen Fernsehgerät wie bei Nitschke (2004), die Auswahl eines Musikstückes am PC oder das Einstellen eines Beamer in einem Konferenzraum wie bei Plociennik et al. (2010). Selbst wenn zusätzlich Zeitdruck oder andere Nebenaufgaben, wie das Lösen von Rechenaufgaben, eingeführt werden, so ist eine solche Situation nicht sicherheitskritisch.

Die Sonderzielauswahl im Fahrzeug ist charakterisiert durch eine Mehrfachaufgabenbelastung, welche mit einem erhöhten Sicherheitsrisiko einhergeht. Zudem erfolgt eine Auswahlentscheidung über eine geeignete Option aus einer sehr großen Optionsmenge. Ohne Unterstützung durch geeignete Auswahlassistenzsysteme kann der Fahrer eine solche Aufgabe nur schlecht bzw. gar nicht durchführen.

Bei der Musikauswahl in Musikportalen am heimischen PC hingegen besteht in der Regel keine Mehrfachaufgabenbelastung. Allerdings kann auch hier die Optionsmenge sehr groß werden (Jones & Pu, 2008). Ein weiteres entscheidendes Merkmal beim Vergleich von Musikempfehlungen und Sonderzielempfehlungen ist der Aufwand, den ein Benutzer zur Beurteilung einer Empfehlung aufbringen muss. Ein Musikstück kann der Benutzer einfach in Ausschnitten anhören, während ein Sonderziel lediglich anhand der dargebotenen Informationen beurteilt werden kann (Jones & Pu, 2008).

Nitschke (2004) untersuchte ebenfalls die Übertragbarkeit ihrer Erkenntnisse zu Assistenzsystemen für die personalisierte Filmauswahl. Sie kamen zu dem Schluss, dass die adaptierbare Filterassistenz auch in anderen Bereichen bevorzugt wird, bei denen es sich um eine

„[...] häufig stattfindende, präferenzbasierte Auswahl aus großen Optionsmengen handelt, die nicht zu gravierenden Konsequenzen führt.“(Nitschke, 2004)

Wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten, kann dieser Schluss nicht auf den fahrzeugspezifischen Nutzungskontext übertragen werden. Aufgrund der beschriebenen Charakteristika von Sonderzielauswahlentscheidungen sind die Ergebnisse selbst innerhalb des fahrzeugspezifischen Nutzungskontextes nur beschränkt auf andere Nebenaufgaben übertragbar. Die Auswahl eines Internetradiosenders aus einem großen Angebot an Sendern oder die Auswahl eines Musikstückes aus einer umfangreichen Musiksammlung während der Fahrt können solche Nebenaufgaben sein. Auch hier kann die adaptive Filterassistenz, basierend auf Verhaltensdaten, die aktuellen Musikpräferenzen des Fahrers und

der Fahrzeuginsassen ermitteln und entsprechend eine überschaubare Anzahl an „passenden“ Stücken empfehlen. Da die Konsequenzen einer Befolgung von „unpassenden“ Musikempfehlungen vermutlich nicht so hoch sein werden wie bei der Sonderzielauswahl, ist es sogar denkbar, dass eine adaptive Delegationsassistentz in der Akzeptanzbewertung noch besser bewertet wird als bei der Sonderzielauswahl. Im Falle einer „unpassenden“ Musikauswahl kann einfach ein neues Stück gewählt oder angefordert werden.

Anders sieht es bei Nebenaufgaben, wie der Auswahlentscheidung bzgl. der Annahme eines Telefonates während der Fahrt aus. Hier liegen lediglich zwei Handlungsoptionen vor (Annahme/Nichtannahme) für deren Unterstützung die hier untersuchten Assistenzarten als weniger geeignet erscheinen. Hier sind möglicherweise Ausführungsassistentzen, wie von Piechulla et al. (2003) untersucht, sinnvoller.

## 7.5 Empfehlungen zur verwendeten Methodik

Weiterhin wurde im Rahmen dieser Arbeit die Varianzaufklärung in der Verhaltensintention durch die Akzeptanz-Prädiktoren des UbiTAM bestimmt. Hierzu wurden für die vier Akzeptanzmessungen der Studien jeweils vier hierarchische lineare multiple Regressionsanalysen gerechnet. Die Ergebnisse sind in Anhang D.8, Tabelle D.52 dargestellt. Die Varianzaufklärung der Verhaltensintention durch die Akzeptanz-Prädiktoren des UbiTAM lag in den Studien bei max. 53 %. Das UbiTAM leistete in der ersten Szenariobefragung eine zusätzliche Varianzaufklärung zu den Prädiktoren im TAM von 19 % und die Hinzunahme von Kontrollvariablen nochmals von 1,6 %. Da Voraussetzungen (Linearitätsanspruch, Normalverteilung und Kollinearität) zur Durchführung der Regressionsanalyse verletzt waren, müssen diese Ergebnisse jedoch mit Vorsicht verwendet werden. Auf eine weitere Interpretation der Regressionsanalyse wurde daher verzichtet. Die Ergebnisse veranschaulichen, dass die Varianzaufklärung durch das UbiTAM deutlich höher ist als durch das TAM. Eine Zunahme der Kontrollvariablen leistete teilweise zusätzlich einen Beitrag zur Varianzaufklärung. Im Vergleich mit anderen Akzeptanzmodellen ist eine Varianzaufklärung von bis zu 59 % für das UbiTAM mit Kontrollvariablen hoch (Venkatesh et al., 2003; Schepers & Wetzels, 2007). Das UTAUT von Venkatesh et al. (2003) leistete bspw. eine Varianzaufklärung in der Verhaltensintention zur Nutzung eines technischen Systems von bis zu 70 %. In den Studien von Rothensee (2010) konnte das UbiTAM mit Kovariaten eine Varianzaufklärung von 71% erzielen. Im Durchschnitt wurden durch das TAM in anderen Studien 40 % der Varianz in der Verhaltensintention aufgeklärt (Venkatesh & Davis, 2000). Das UbiTAM erwies sich in den Studien dieser Arbeit als geeignetes Messinstrument zur Erfassung der Akzeptanz von zukünftigen Assistenzarten im Fahrzeug. Möglicherweise kann es zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur Vereinheitlichung und damit auch zur besseren Vergleichbarkeit von Akzeptanz-Untersuchungen liefern.

Mit den angewandten Methoden in den fünf empirischen Studien konnte gezeigt wer-

den, dass eine alleinige Evaluierung von Assistenzarten für zukünftige Assistenzsysteme im Fahrzeug mit Hilfe der Akzeptanz oder der Fahrleistung nicht ausreicht. Wie deutlich wurde, ist nicht immer die Assistenzart, die den Fahrer am stärksten unterstützt auch die, die die höchste Akzeptanz erzielt. Folglich sollten immer beide Aspekte betrachtet werden. Um auch Aussagen zur Leistung des Fahrers in der Nebenaufgabe treffen zu können, ist es zu empfehlen, die Güte der Aufgabenbearbeitung zu erfassen.

Eine Betrachtung der signifikanten Effekte der Szenariobefragung und der Simulationsstudie verdeutlichte, dass in der Simulationsstudie mehr signifikante Unterschiede stärker hervorgetreten sind. In der Simulationsstudie hatten die Versuchspersonen die Möglichkeit die Funktionen der Assistenzarten zu erleben und auszuprobieren. So konnten sie sich leichter ein Bild über die Assistenzarten machen und eine eindeutigere Beurteilung abgeben. Ein schriftliches Szenario als Stimulus kann folglich erste Indikationen für die Akzeptanz zukünftiger technischer Systeme liefern. Eine Simulation dieser Systeme ermöglicht jedoch eine noch trennschärfere Bestimmung von Unterschieden. Bei der Beurteilung zukünftiger Funktionen ist es essentiell, den Versuchspersonen einen Stimulus zu bieten, der ihnen die Funktionen veranschaulicht.

Bei Simulationsstudien mit der LCT konnte aufgezeigt werden, dass klare Instruktionen für das geforderte Fahrverhalten und eine Auswertung der Spurbabweichung mit einem adaptiven Modell, welches die individuelle Fahrleistung berücksichtigt, zu weniger Varianz in den Ergebnissen führt. Im Einklang mit Harbluk et al. (2009) wurde auch hier deutlich, dass die Berechnung einer mittleren Spurbabweichung pro Aufgabe die Ergebnisse noch stärker präzisiert. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen LCT-Studien sollte jedoch eine Referenzaufgabe eingeführt werden, z.B. SuRT nach ISO 26022 (2010). Wie gezeigt wurde, ist die LCT-Simulation dazu geeignet, die Auswirkung verschiedener Nebenaufgaben auf die Fahrleistung vergleichend zu evaluieren. Wenn das Ziel darin besteht, in einer möglichst realistischen Fahrsituation, die tatsächliche Auswirkung auf die Fahrleistung und die damit verbundene Ablenkung zu untersuchen, sollten zusätzliche Variablen erfasst und komplexere Simulationen oder Realfahrten verwendet werden. Die Erfassung des Blickverhaltens ermöglicht hier genauere Aussagen zur potentiellen Gefährdung durch Nebenaufgaben. Hierzu sind bereits Richtlinien vorhanden, die besagen, ab welcher Blickhäufigkeit auf ein Fahrerinformationssystem eine Gefährdung vorliegt (z.B. SAE International (2004)).

## 7.6 Ausblick

Die Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichte, dass noch weitere Studien erforderlich sind, um dem Fahrer eine effektive, effiziente und zufriedenstellende Sonderzielauswahl mit einem Auswahlassistenzsystem zur personalisierten Optionsauswahl bieten zu können. Mit dieser Arbeit wurde eine Grundlage für weiterführende Forschungen gelegt. Zunächst sollte nochmals der Einfluss des Nutzungskontextes auf die Akzep-

tanz und die Fahrleistung unter Verwendung der Assistenzarten in realen Fahrsituationen untersucht werden. Hierbei sollten die Versuchspersonen, wie bereits beschrieben, auch tatsächliche Auswahlentscheidungen durchführen, wobei auch „unpassende“ Empfehlungen erforscht werden können. Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob sich die Akzeptanz im zeitlichen Verlauf bei wiederholter Verwendung verändert.

Weiterhin kann die Initiative variiert werden. Die Verwendung von proaktiven Assistenzarten kann bspw. für die automatische Empfehlung einer Tankstelle oder einer Werkstatt in Frage kommen, wenn entsprechend der Tank leer ist oder ein Fehler an einem technischen Teil des Fahrzeuges auftritt. Die Akzeptanz-Bewertung von proaktiven Assistenzsystemen kann möglicherweise anders ausfallen als bei reaktiven Assistenzarten, wie z.B. bei Rothensee (2010). Auch ist es denkbar, dass Assistenzarten, die proaktiv erkennen, was für eine Art Sonderziel aktuell benötigt wird, einen noch höheren Unterstützungsgrad bieten als reaktive Assistenzarten, da sie noch mehr Teilaufgaben des Fahrers übernehmen.

Neben der Aufgabe, eine Auswahlentscheidung bzgl. eines Sonderziels zu treffen, wurden in der qualitativen Studie noch zwei weitere Aufgaben - die Aktionsdurchführung und das Stöbern - identifiziert, die die Befragten mit Sonderzielen ausführten. Auch hier sollten zur Verbesserung der Akzeptanz von Sonderziel-Funktionen geeignete Unterstützungsmöglichkeiten erforscht und angeboten werden. Bei der Aktionsdurchführung wurde bereits deutlich, dass eine Art Zweckentfremdung der Sonderziel-Funktionen erfolgte. In der Taxonomie für Assistenzsysteme nach Wandke (2005) können hierzu andere Assistenzarten, wie die Shortcut-Assistenz, möglicherweise besser geeignet sein. Gleiches gilt für das Stöbern nach Sonderzielen.

Wie diese Arbeit gezeigt hat, können Ergebnisse aus anderen Anwendungsbereichen nicht ohne weiteres auf den fahrzeugspezifischen Nutzungskontext übertragen werden. Selbst innerhalb des fahrzeugspezifischen Nutzungskontextes bestehen Unterschiede hinsichtlich der Akzeptanz und der Unterstützungsleistung gleicher Assistenzarten zur Unterstützung unterschiedlicher Haupt- und Nebenaufgaben. Es ist daher für zukünftige Untersuchungen und Entwicklungsprojekte essentiell, zunächst den Nutzungskontext, d.h. den Fahrer mit seinen Aufgaben, seinen Arbeitsmitteln und seiner Nutzungsumgebung, genau zu analysieren. Darauf aufbauend können dann geeignete Assistenzsysteme erforscht und entwickelt werden. Dieses beugt nicht nur Akzeptanzprobleme bei zukünftigen Assistenzsystemen vor, sondern spart auch unnötige Ausgaben für die wiederholte Überarbeitung und Entwicklung von Assistenzsystemen im Fahrzeug.

# Literaturverzeichnis

- Abendroth, B. & Bruder, R. (2009). Die Leistungsfähigkeit des Menschen für die Fahrzeugführung. In H. Winner, S. Hakuli & G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort* (S. 4 - 14). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Ablassmeier, M., Poitschke, T. & Rigoll, G. (2006). A new approach of a context-adaptive search agent for automotive environments. In *CHI '06 extended abstracts on human factors in computing systems* (S. 1613 - 1618). New York, NY: ACM.
- Amberg, M., Bock, S., Moeller, S. & Wehrmann, J. (2005). Benutzerakzeptanz situationsabhängiger mobiler Dienste am Fallbeispiel HyNet. In F. J. Hampe, F. Lehner, K. Pousttchi, K. Rannenbergh & K. Turowski (Hrsg.), *Mobile Business - Processes, Platforms, Payments, Proceedings zur 5. Konferenz Mobile Commerce Technologien und Anwendungen (MCTA 2005)* (S. 17 - 30). Bonn: Gesellschaft für Informatik. Verfügbar unter <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings59/GI-Proceedings.59-2.pdf> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Bach, K. M., Jæger, M. G., Skov, M. B. & Thomassen, N. G. (2008). You can touch, but you can't look: Interacting with in-vehicle systems. In M. Czerwinski, A. Lund & D. Tan (Hrsg.), *Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (S. 1139 - 1148). New York, NY: ACM.
- Bach, K. M., Jæger, M. G., Skov, M. B. & Thomassen, N. G. (2009). Interacting with in-vehicle systems: understanding, measuring, and evaluating attention. In *Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology* (S. 453 - 462). Swinton, UK: British Computer Society.
- Bahner, J. E. (2008). *Übersteigertes Vertrauen in Automation: Der Einfluss von Fehlererfahrungen auf Complacency und Automation Bias*. Dissertation, Technische Universität Berlin. Verfügbar unter [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=990760456&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=990760456.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=990760456&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=990760456.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Beier, G. (1999). Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik. *Report Psychologie*, 9, 684 - 693.
- Beier, G., Spiekermann, S. & Rothensee, M. (2006). Die Akzeptanz zukünftiger Ubiquitous Computing Anwendungen. In A. M. Heinecke & H. Paul (Hrsg.), *Mensch & Computer 2006: Mensch und Computer im Strukturwandel* (S. 145 - 154). Mün-

- chen: Oldenbourg Verlag.
- Bernotat, R. (1970). Anthropotechnik in der Fahrzeugführung. *Ergonomics*, 13, 353 - 377.
- Bühner, M. & Ziegler, M. (2009). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München: Pearson Studium.
- Blanco, M., Biever, W. J., Gallagher, J. P. & Dingus, T. A. (2006). The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 38 (5), 895 - 906.
- Bless, H., Wänke, M., Bohner, G., Fellhauer, R. F. & Schwarz, N. (1994). Need for cognition: eine Skala zur Erfassung von Engagement und Freude bei Denkaufgaben: Need for cognition: a scale measuring engagement and happiness in cognitive tasks. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 25, 147 - 154.
- BMW. (2011). *BMW ConnectedDrive - Google Local Search*. Verfügbar unter <http://www.bmw.connecteddrive.info/en/component/content/article/22.html> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Brookhuis, K. A., Driel, C. J. van, Hof, T., Arem, B. van & Hoedemaeker, M. (2009). Driving with a congestion assistant; mental workload and acceptance. *Applied Ergonomics*, 40 (6), 1019 - 1025.
- Bruyas, M.-P., Brusque, C., Tattegrain, H., Auriault, A., Aillerie, I. & Duraz, M. (2008). Consistency and sensitivity of lane change test according to driving simulator characteristics. *Intelligent Transport Systems, IET*, 2 (4), 306 - 314.
- Bubb, H. (2003). Fahrerassistenz primär ein Beitrag zum Komfort oder zur Sicherheit? In *Der Fahrer im 21. Jahrhundert* (S. 25 - 33). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Buld, S. & Krüger, H.-P. (2003). Die Auswirkung von Teilautomation auf das Fahrverhalten. In M. Grandt (Hrsg.), *Entscheidungsunterstützung für die Fahrzeug- und Prozessführung, DGLR-Bericht 2003-04* (S. 241 - 253). Bonn: DGLR. Verfügbar unter [http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/methoden/texte/2003\\_buld\\_krueger\\_Die\\_Auswirkung\\_von\\_Teilautomation.pdf](http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/methoden/texte/2003_buld_krueger_Die_Auswirkung_von_Teilautomation.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Buld, S., Krüger, H.-P., Hoffmann, S., Kaussner, A., Tietze, H. & Totzke, I. (2002). *Wirkungen von Assistenz und Automation auf Fahrerzustand und Fahrsicherheit* (Bericht). Würzburg: Interdisziplinäres Zentrum für Verkehrswissenschaften an der Universität Würzburg (IZVW). Verfügbar unter [http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/methoden/texte/2002\\_buld\\_krueger\\_Wirkungen\\_von\\_Assistenz\\_und\\_Automation.pdf](http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/methoden/texte/2002_buld_krueger_Wirkungen_von_Assistenz_und_Automation.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Carroll, J. M. (1999). Five reasons for scenario-based design. In *Proceedings of the thirty-second annual Hawaii international conference on system sciences* (S. 3051 - 3062). Washington, DC: IEEE Computer Society.

- Carsten, O. & Fowkes, M. (2000). *External vehicle speed control: executive summary of project results* (Bericht). Leeds, UK: Institute for Transport Studies, University of Leeds. Verfügbar unter <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/evsc/exec3.pdf> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Cherri, C., Nodari, E. & AntonellaToffetti. (2004). *AIDE. Review of existing tools and methods* (Bericht). Gothenburg: Information SocietyTechnologies (IST) Programm. Verfügbar unter [http://www.aide-eu.org/pdf/sp2\\_deliv\\_new/aide\\_d2\\_1\\_1.pdf](http://www.aide-eu.org/pdf/sp2_deliv_new/aide_d2_1_1.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Console, L., Torre, I., Lombardi, I., Gioria, S. & Surano, V. (2003). Personalized and adaptive services on board a car: An application for tourist information. *Journal of Intelligent Information Systems*, 21 (3), 249 - 284.
- Cramer, H., Evers, V., Kemper, N. & Wielinga, B. (2008). Effects of autonomy, traffic conditions and driver personality traits on attitudes and trust towards in-vehicle agents. In *Web intelligence and intelligent agent technology, 2008. wi-iat '08. ieee/wic/acm international conference on* (Bd. 3, S. 477 - 482). Washington, DC: IEEE Computer Society.
- Cunningham, S. (1976). The major dimensions of perceived risk. In *Risk taking and information handling in consumer behavior* (Harvard University Press Aufl., S. 82 - 108). Boston, MA: Cox, D.
- Daimler Chrysler AG. (2005). *Lane change test 1.2 user guide*. Verfügbar unter <http://people.usd.edu/~schieber/pdf/LCT-UserGuide.pdf> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Daimler Chrysler AG. (2011). *Müdigkeitserkennung warnt rechtzeitig vor dem gefährlichen Sekundenschlaf*. Verfügbar unter <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> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Davis, F. D. (1989, Aug). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13 (3), 319 - 340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35 (8), 982 - 1003.
- De Waard, D. (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Dissertation, University of Groningen, Traffic Research Centre, Haren, NL. Verfügbar unter <http://home.zonnet.nl/waard2/mwl.htm> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- DIN EN ISO 15005. (2002). *Straßenfahrzeuge - Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und -Assistenzsystemen - Grundsätze und Prüfverfahren des Dialogmanagements* (Norm Nr. DIN EN ISO 15005). Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 15008. (2009). *Straßenfahrzeuge - Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen - Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug* (Norm Nr. DIN EN ISO

- 15008). Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-11. (1999). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze* (Norm Nr. DIN EN ISO 9241-11). Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-110. (2006). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung* (Norm Nr. DIN EN ISO 9241-110). Berlin: Beuth Verlag.
- Donmez, B., Boyle, L. N. & Lee, J. D. (2007). Safety implications of providing real-time feedback to distracted drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 39 (3), 581 - 590.
- Driel, C. van, Hoedemaeker, M. & Arem, B. van. (2007). Impacts of a congestion assistant on driving behaviour and acceptance using a driving simulator. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10 (2), 139 - 152.
- Dörner, J.-H. (2003). *Personalisierung im Internet. Persönliche Empfehlungen mit Collaborative Filtering*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Dzida, W. & Wandke, H. (2006). Software-Ergonomie: Gestalten und Bewerten interaktiver Systeme. In B. Zimolong & U. Konradt (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D Praxisgebiete, Serie III, Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie* (Bd. 2, S. 461 - 494). Göttingen: Hogrefe.
- Endsley, M. R. (1996). Automation and situation awareness. In R. Parasuraman & M. Mouloua (Hrsg.), *Automation and human performance: Theory and Applications* (S. 163 - 181). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M. R. & Kaber, D. B. (1999). Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *ERGONOMICS*, 42 (3), 462 - 492.
- Engeln, A. & Witting, T. (2005). How to find out the future need for driver support systems? An empirical method to find out critical incidents while car use in qualitative research. *Advances in Transportation Studies an international Journal*, 7, 81 - 90.
- European Environmental Agency. (2011). *Online Glossar. Technology acceptance (definition)*. Verfügbar unter [http://glossary.en.eea.europa.eu/terminology/concept\\_html?term=technology%20acceptance](http://glossary.en.eea.europa.eu/terminology/concept_html?term=technology%20acceptance) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Fastenmeier, W. (1995). Situationspezifisches Fahrverhalten und Informationsbedarf verschiedener Fahrergruppen. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation - Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (S. 141 - 180). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Fastenmeier, W. & Gstalter, H. (2008). Beitrag psychologischer Erkenntnisse und Methoden zur Bewertung von Fahrerassistenzsystemen (FAS). *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 62, 15 - 24.
- Felfernig, A. & Burke, R. (2008). Constraint-based recommender systems: Technologies and research issues. In *Proceedings of the 10th international conference on*

- electronic commerce* (S. 1 - 10). New York, NY: ACM.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Fitts, P. (1951). *Human engineering for an effective air navigation and traffic control system* (Bericht). Columbus, OH: Ohio State University Research Foundation Report.
- Garay-Vega, L., Pradhan, A., Weinberg, G., Schmidt-Nielsen, B., Harsham, B., Shen, Y. et al. (2010). Evaluation of different speech and touch interfaces to in-vehicle music retrieval systems. *Accident Analysis & Prevention*, 42 (3), 913 - 920. (Assessing Safety with Driving Simulators)
- Geiser, G. (1985). Mensch-Maschine-Kommunikation im Kraftfahrzeug. *ATZ*, 87 (2), 77 - 84.
- Gelau, C., Sirek, J. & Dahmen-Zimmer, K. (2011). Effects of time pressure on left-turn decisions of elderly drivers in a fixed-base driving simulator. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14 (1), 76 - 86.
- Godden, D. & Baddeley, A. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66 (3), 325 - 331.
- Graf, S., Spiessl, W., Schmidt, A., Winter, A. & Rigoll, G. (2008). In-car interaction using search-based user interfaces. In *Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on human factors in computing systems* (S. 1685 - 1688). New York, NY: ACM.
- Grimmer, W., Adelt, P. & Stephan, E. (1995). *Die Akzeptanz von Navigations- und Verkehrsführungssystemen der Zukunft. Eine AXA DIREKT Verkehrsstudie*. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- Harbluk, J. L., Burns, P. C., Lochner, M. & Trbovich, P. L. (2007). Using the Lane-Change Test (LCT) to assess distraction: tests of visual-manual and speech-based operation of navigation system interface. In *Proceedings of the fourth international driving symposium on human factors in driver assessment, training and vehicle design* (S. 16 - 22). Iowa City, IO: University of Iowa.
- Harbluk, J. L., Mitroi, J. S. & Burns, P. C. (2009). Three navigation systems with three tasks: Using the Lane-Change Test (LCT) to assess distraction demand. In U. of Iowa (Hrsg.), *Proceedings of the 5th international driving symposium on human factors in driver assessment and design* (S. 24 - 30). Iowa City, IO: University of Iowa.
- Helfferich, C. (2005). *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag.
- Ho, S. Y., Davern, M. J. & Tam, K. Y. (2008, October). Personalization and choice behavior: the role of personality traits. *SIGMIS Database*, 39, 31 - 47.
- Igroup.org. (2008). *Igroup presence questionnaire (IPQ) Item Download*. Verfügbar

- unter <http://www.igroup.org/pq/ipq/download.php#German> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- ISO 26022. (2010). *Road vehicles – ergonomic aspects of transport information and control systems – simulated lane change test to assess in-vehicle secondary task demand* (Norm Nr. ISO 26022). Geneva, CH: ISO.
- Jamson, S. (2006). Would those who need ISA, use it? Investigating the relationship between drivers' speed choice and their use of a voluntary ISA system. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9 (3), 195 - 206.
- Jensen, B. S., Skov, M. B. & Thiruvavichandran, N. (2010). Studying driver attention and behaviour for three configurations of GPS navigation in real traffic driving. In E. Mynatt, K. Edwards & T. Rodden (Hrsg.), *Proceedings of the 28th international conference on human factors in computing systems* (S. 1271 - 1280). New York, NY: ACM.
- Jones, N. & Pu, P. (2008). *User acceptance issues in music recommender systems* (EPFL Technical Report HCI). Verfügbar unter [http://infoscience.epfl.ch/record/142722/files/tr\\_accept\\_njones.pdf](http://infoscience.epfl.ch/record/142722/files/tr_accept_njones.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Jürgensohn, T. & Timpe, K.-P. (Hrsg.). (2001). *Kraftfahrzeugführung*. Berlin: Springer Verlag.
- Kaasinen, E. (2009). User acceptance of mobile services. *International Journal of Mobile Human Computer Interaction*, 1 (1), 79 - 97.
- Kabassi, K. (2010). Review: Personalizing recommendations for tourists. *Journal Teleinformatics and Informatics*, 27 (1), 51 - 66.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New York, NY: Prentice Hall.
- Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C. & Bruder, C. (2009). Technikaffinität erfassen - der Fragebogen TA-EG. In A. Lichtenstein, C. Stöbel & C. Clemens (Hrsg.), *Der Mensch als Mittelpunkt technischer Systeme. 8. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (S. 196 - 201). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- Kaynar, O. & Amichai-Hamburger, Y. (2008). The effects of need for cognition on internet use revisited. *Computers in Human Behavior*, 24 (2), 361 - 371.
- kerle51. (2010, 10. Dezember). *Auto-Hacking*. Online Leser-Kommentar. Verfügbar unter <http://www.zeit.de/auto/2010-12/auto-internet?commentstart=1#cid-1022964> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- King, W. R. & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, 43 (6), 740 - 755.
- Koch, I. (2008). Mechanismen der Interferenz in Doppelaufgaben. *Psychologische Rundschau*, 59 (1), 24 - 32.
- Kolrep, H., Röse, K., Gruhlke, F. & Jürgensohn, T. (2003). Mobile Anwendungen im Kraftfahrzeug - Mensch-Maschine-Interaktion und Akzeptanz. In K. R. Dittrich, W. König, A. Oberweis, K. Rannenber & W. Wahlster (Hrsg.), *INFORMATIK 2003 - Innovative Informatikanwendungen, Band 2, Beiträge der 33. Jahrestagung*

- der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)* (Bd. 2, S. 386 - 391). Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Krüger, K. (2007). *Nutzen und Grenzen von 3D-Anzeigen in Fahrzeugen*. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:11-10089801> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: an introduction to its methodology* (2. Aufl.). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Laan, J. D. V. D., Heino, A. & Waard, D. D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5 (1), 1 - 10.
- Lavie, T. & Meyer, J. (2010, August). Benefits and costs of adaptive user interfaces. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68, 508 - 524.
- Lavie, T., Meyer, J., Bengler, K. & Coughlin, J. F. (2005). The evaluation of in-vehicle adaptive systems. In S. Weibelzahl, A. Paramythis & J. Masthoff (Hrsg.), *Proceedings of the fourth workshop on empirical evaluation of adaptive systems, held at the 10th international conference on user modeling UM2005* (S. 9 -18). Edinburgh.
- Lee, J., Forlizzi, J. & Hudson, S. E. (2006). *Iterative design of move: A situationally appropriate vehicle navigation system*. Verfügbar unter [http://goodgestreet.com/docs/lee\\_IJHCS.pdf](http://goodgestreet.com/docs/lee_IJHCS.pdf)
- Lee, J. D., Gore, B. F. & Campbell, J. L. (1999). Display alternatives for in-vehicle warning and sign information: Message style, location, and modality. *Transportation Human Factors Journal*, 1 (4), 347 - 375.
- Lischka, K. (2011, März). *Vorgefiltertes Web: Die ganze Welt ist meiner Meinung*. Verfügbar unter <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/0,1518,750111,00.html> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Mattes, S. (2003). The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch & H. Bubb (Hrsg.), *Quality of work and products in enterprises of the future* (S. 57 - 60). Stuttgart: Ergonomia Verlag.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Technik* (10. Aufl.). Weinheim: Beltz Verlag.
- Mehrabian, A. & Russell, J. A. (1980). *An approach to environmental psychology*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Meschtscherjakov, A., Wilfinger, D., Scherndl, T. & Tscheligi, M. (2009). Acceptance of future persuasive in-car interfaces towards a more economic driving behaviour. In A. Schmidt, A. K. Dey, T. Seder & O. Juhlin (Hrsg.), *Proceedings of 1st international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications, AutomotiveUI 2009* (S. 81 - 88). New York, NY: ACM.
- Mick, D. G. & Fournier, S. (1998, September). Paradoxes of technology: Consumer cognizance, emotions, and coping strategies. *Journal of Consumer Research: An*

- Interdisciplinary Quarterly*, 25 (2), 123 - 143.
- Mitsopoulos-Rubens, E., Trotter, M. J. & Lenné, M. G. (2011). Effects on driving performance of interacting with an in-vehicle music player: A comparison of three interface layout concepts for information presentation. *Applied Ergonomics*, 42 (4), 583 - 591.
- Nachtwei, J. (2008). *Testhandbuch zum Fragebogen zur Erfassung von Strategie und Expertise in Experimenten, revidierte Fassung (FESE-R)*.
- Nachtwei, J. (2009, 1. November). *Current activities*. Beitrag in einem Blog. Verfügbar unter <http://jensnachtwei.blogspot.com/> (letzter Zugriff: 19.12.2011)
- Netflix Inc. (2009a). *Leaderboard*. Verfügbar unter <http://www.netflixprize.com/leaderboard> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Netflix Inc. (2009b). *The netflix prize rules*. Verfügbar unter <http://www.netflixprize.com/rules> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Niemann, J., Naumann, A. & Oberle, F. (2010). E-Mails abrufen während der Fahrt - Entwicklung eines nutzerzentrierten Sprachdialogsystems im Fahrzeug. In *Useware 2010. Grundlagen - Methoden - Technologien* (Bd. 2009, S. 107 - 118). Düsseldorf: VDI.
- Nimwegen, C. C. van, Burgos, D. D., Oostendorp, H. H. van & Schijf, H. H. J. M. (2006). The paradox of the assisted user: guidance can be counterproductive. In *Proceedings of the sigchi conference on human factors in computing systems* (S. 917 - 926). New York, NY: ACM.
- Nitschke, J. (2004). *Assistenz bei Auswahlprozessen. Untersuchungen zu adaptiver und adaptierbarer Assistenz bei der Auswahl von Filmen*. Berlin: Logos Verlag.
- Nitschke, J., Ballegooy, M. van, Enge, M. & Wandke, H. (2001). *Möglichkeiten der Erforschung von Anforderungen der Benutzer an die Technik der Zukunft*. Verfügbar unter <http://www.teco.edu/mc2001/proc/nitschke.pdf> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Owens, J. M., McLaughlin, S. B. & Sudweeks, J. (2011). Driver performance while text messaging using handheld and in-vehicle systems. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (3), 939 - 947.
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B. & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 30 (3), 286 - 297.
- Peter, P. & Tarpey, L. (1975). A consumer analysis of three consumer decision strategies. *Journal of Consumer Research*, 2 (1), 29 - 37.
- Petzoldt, T., Bar, N. & Krems, J. F. (2009). Gender effects on lane change test (LCT) performance. In *Proceedings of the 5th international driving symposium on human factors in driver assessment and design* (S. 90 - 96). Iowa City, IO: University of Iowa.
- Petzoldt, T., Bär, N., Ihle, C. & Krems, J. F. (2011). Learning effects in the lane change

- task (LCT). Evidence from two experimental studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14 (1), 1 - 12.
- Pianesi, F., Graziola, I., Zancanaro, M. & Goren-Bar, D. (2009). The motivational and control structure underlying the acceptance of adaptive museum guides - an empirical study. *Interacting with Computers*, 21 (3), 186 - 200.
- Piechulla, W., Mayser, C., Gehrke, H. & König, W. (2003). Reducing drivers' mental workload by means of an adaptive man-machine interface. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6 (4), 233 - 248.
- Plociennik, C., Wandke, H. & Kirste, T. (2010). What influences user acceptance of ad-hoc assistance systems? A quantitative study. In M. Bick et al. (Hrsg.), *Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2010)* (S. 57 - 70). Bonn: Köllen Druck+Verlag.
- Polkehn, K., Preuschhof, C. & Kussmann, H. (2002). Assistenz und Automatisierung im KFZ? Simulationsstudien zur Unterstützung der Abstandshaltung. In M. Grandt & K.-P. Gärtner (Hrsg.), *Situation Awareness in der Fahrzeug- und Prozessführung. 44. Fachausschusssitzung des FA „Anthropotechnik“ der DGLR e.V.* (S. 227 - 237). Bonn: DGLR e.V.
- Rauch, N., Gradenegger, B. & Krüger, H. P. (2007). Der situationsbewusste Umgang mit Nebenaufgaben beim Fahren. Oder: wie viel Unterstützung braucht der Fahrer eigentlich? In *Fahrer im 21. Jahrhundert* (S. 91 - 104). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Rees, J. & Menn, A. (2010). *Apps am Armaturenbrett*. Verfügbar unter <http://www.zeit.de/auto/2010-12/auto-internet/seite-1> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Regan, M., Triggs, T., Young, K., Tomasevic, N., Mitsopoulos, E., Stephan, K. et al. (2006). *On-road evaluation of intelligent speed adaptation, following distance warning and seatbelt reminder systems: Final results of the Australian TAC SafeCar project* (Bericht Nr. 253). Melbourne: Monash University Accident Research Centre.
- Reichart, G. & Haller, R. (1994). Mehr aktive Sicherheit durch neue Systeme für Fahrzeuge und Straßenverkehr. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation - Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (Bd. 33, S. 199 - 215). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Reif, K. (Hrsg.). (2010). *Fahrstabilisierungssysteme und Fahrerassistenzsysteme*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Rößger, P. (2004). Interkulturelle Unterschiede bei der Usability von Fahrer-Informationen-Systemen: Grundlagen, Methoden und Ergebnisse. In C. Steffens, M. Thüring & L. Urbas (Hrsg.), *5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, Fortschritt Berichte VDI Reihe 22, Nr. 16* (Bd. 22, S. 197 - 206). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- Rognin, L., Alidra, S., Val, C. & Lescaut, A. (2007). Occurrence of secondary tasks and quality of lane changes. In *Proceedings of the 7th international conference on*

- engineering psychology and cognitive ergonomics* (S. 397 - 406). Berlin: Springer-Verlag.
- Rothensee, M. (2010). *Psychological determinants of the acceptance of future ubiquitous computing application*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Ruyter, K. D., Wetzels, M. & Kleijnen, M. (2001). Customer adoption of e-service: an experimental study. *International Journal of Service Industry Management*, 12 (2), 184 - 207.
- SAE International. (2004). *SAE recommended practice navigation and route guidance function accessibility while driving* (Bericht Nr. SAE J2364). Verfügbar unter [http://www.umich.edu/~driving/documents/SAEJ2364\\_guidelines.pdf](http://www.umich.edu/~driving/documents/SAEJ2364_guidelines.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Schepers, J. & Wetzels, M. (2007). A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. *Information & Management*, 44 (1), 90 - 103.
- Schütze, M. (1986). *Die Entwicklung und Anwendung neuer Techniken zur Erfassung subjektiver Umweltwahrnehmung*. Dissertation, Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- Schubert, T. W. (2003). The sense of presence in virtual environments: A three-component scale measuring spatial presence, involvement, and realness. *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 15 (2), 69 - 71.
- Sheridan, T. B. & Verplank, W. L. (1978). *Human and computer control of undersea teleoperators* (Bericht). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technologie Cambridge Man-Machine Systems LAB.
- Timpe, K.-P. (1998). Unterstützungssysteme als interdisziplinäre Herausforderung - Einführung in die Tagung „Wohin führen Unterstützungssysteme?“. In *Wohin führen Unterstützungssysteme? Entscheidungshilfe und Assistenz in Mensch-Maschine-Systemen* (S. 1 - 20). Sinzheim: Pro Universitate Verl.
- Totzke, I., Rauch, N. & Krüger, H.-P. (2004). Kompetenzerwerb und Struktur von Menüsystemen im Fahrzeug: „Breiter ist besser?“. In C. Steffens, M. Thüning & L. Urbas (Hrsg.), *Entwerfen und Gestalten: 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (Bd. VDI-Fortschritt-Berichte Reihe 22, S. 226 - 249). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Totzke, I., Schoch, S. & Krüger, H.-P. (2006, Dez.). Fehleinschätzung von Zeit als Ursache für Ablenkungseffekte beim Fahren: Bedeutung von Menüstruktur und visuellen Anforderungen. *MMI-Interaktiv*, 11, 58 - 74. Verfügbar unter [http://www.mmi-interaktiv.de/uploads/media/06-Totzke\\_et\\_al\\_01.pdf](http://www.mmi-interaktiv.de/uploads/media/06-Totzke_et_al_01.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Turner, M., Kitchenham, B., Brereton, P., Charters, S. & Budgen, D. (2010). Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 52 (5), 463 - 479. (TAIC-PART 2008 -

- TAIC-PART 2008)
- Urbas, L., Leuchter, S., Schaft, T. & Heinath, M. (2008). Modellgestützte Bewertung der Ablenkungswirkung von neuen interaktiven Diensten im Fahrzeug. In A. Alkassar & J. H. Siekmann (Hrsg.), *Sicherheit 2008: Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit. Konferenzband der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)* (Bd. 128, S. 329 - 340). Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Varhelyi, A. (2002). Speed management via in-car devices: effects, implications, perspectives. *Transportation*, 29 (3), 237 - 252.
- Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000, February). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46, 186 - 204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27 (3), 425 - 478.
- Vlassenroot, S., Broekx, S., Mol, J. D., Panis, L. I., Brijs, T. & Wets, G. (2007). Driving with intelligent speed adaptation: Final results of the Belgian ISA-trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41 (3), 267 - 279.
- Vollrath, M., Briest, S. & Oeltze, K. (2010). *Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrerverhalten. BAST-Bericht F 74*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW. Verfügbar unter [http://www.bast.de/cln\\_016/nn\\_42254/SharedDocs/Publikationen/Forschung-kompakt/2010-08,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2010-08.pdf](http://www.bast.de/cln_016/nn_42254/SharedDocs/Publikationen/Forschung-kompakt/2010-08,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2010-08.pdf) (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Vollrath, M. & Totzke, I. (2003). Möglichkeiten der Nutzung unterschiedlicher Ressourcen für die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion. In *Der Fahrer im 21. Jahrhundert. Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme. VDI-Berichte 1768* (S. 47 - 58). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- wallibelli. (2010, 11. Dezember). *Vom Fahrzeug zum Stehzeug, vom Autobauer zu Datenkraken*. Online Leser-Kommentar. Verfügbar unter <http://www.zeit.de/auto/2010-12/auto-internet?commentstart=1#cid-1023749> (letzter Zugriff: 20.11.2011)
- Wandke, H. (2005). Assistance for human-machine interaction: a conceptual framework and a proposal for a taxonomy. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6 (2), 129 - 155.
- Westerink, J., Bakker, C., De Ridder, H. & Siepe, H. (2002). Human factors in the design of a personalizable EPG: Preference-indication strategies, habit watching and trust. *Behaviour & Information Technology*, 21 (4), 249 - 258.
- Wickens, C. & Hollands, J. (2000). *Engineering psychology and human performance (third edition)* (Bd. 3). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Winner, H., Hakuli, S. & Wolf, G. (Hrsg.). (2009). *Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort*.

Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

- Young, K. L., Lenné, M. G. & Williamson, A. R. (2011). Sensitivity of the lane change test as a measure of in-vehicle system demand. *Applied Ergonomics*, 42 (4), 611 - 618.
- Young, K. L., Regan, M. A., Triggs, T. J., Jontof-Hutter, K. & Newstead, S. (2010). Intelligent speed adaptation—effects and acceptance by young inexperienced drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 42 (3), 935 - 943.
- Zijlstra, F. R. & Doorn, L. van. (1985). *The construction of a subjective effort scale* (Bericht). Delft: Department of Social Sciences & Philosophy, Delft University of Technology.

# Anhang



# A Untersuchung I - Qualitative Interviews

## Interview-Leitfaden

Leitfrage	Check-Liste	Konkrete Fragen
<b>Einstiegsfragen</b> Zeigen Sie mir doch mal welche Funktionen Ihr Navigationssystem zu Sonderzielen bereitstellt?		
<b>Kategorie A: Nutzungssituation von Sonderzielen</b> Können Sie sich an eine Situation erinnern, in der Sie Sonderziele verwendet haben? Beschreiben Sie mir diese Situation doch mal näher! Erzählen Sie mir von einer weiteren Situation, in der Sie Sonderziele verwendet haben! Wenn keine Verwendung, weiter bei Kategorie B		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Umgebung</b></li> <li>- Umgebung zum Zeitpunkt der Verwendung</li> <li>- Zeit</li> <li>- <b>Aufgabe &amp; Bedienschritte &amp; Begründung</b></li> <li>- Welche Aufgaben? Beschreiben!</li> <li>- Warum für Funktion entschieden?</li> <li>- Welche Sonderziele gewählt?</li> <li>- Wonach Sonderziele ausgewählt?</li> <li>- <b>Benutzer</b></li> <li>- Andere Personen im Fahrzeug</li> <li>- Hilfe bei Personen gesucht?</li> <li>- Interessen der Personen</li> <li>- Reaktionen auf Entscheidung</li> <li>- Erfahrung, Historie</li> </ul>	Welche dieser Funktionen haben Sie schon einmal verwendet?  Wenn <i>Alternativ-Funktion</i> : Warum haben Sie nicht Funktion xy verwendet?
<b>Kategorie B: Verwendung weitere Informationsquellen (nur bei keiner Sonderzielverwendung)</b> Beschreiben Sie mir doch mal eine Ihrer zusätzlichen Informationsquellen für Orte von Interesse, die Sie bereits im Fahrzeug verwendet haben!		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Mögliche Quellen</i>: Stadtpläne, Reiseführer, Internet-Ausdrucke, Prospekte, Smartphone</li> <li>- Wenn verwendet: Beschreibung Verwendungskontext (vgl. Kategorie A)</li> </ul>	Welche Vor- und Nachteile hat die Informationsquelle gegenüber den Sonderzielen aus Ihrem Navigationssystem?

Abbildung A.1: Interview-Leitfaden, Seite 1

Leitfrage	Check-Liste	Konkrete Fragen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau der Quelle</li> <li>- Wenn Quelle im Fahrzeug: Zeigen!</li> </ul>	
<b>Kategorie C: Bewertung</b>		
Beschreiben Sie mir die Vor- und Nachteile der Sonderziel-Funktionen in Ihrem Navigationssystem!	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgetretene Problemen &amp; Lösungen</li> <li>- Informationsgehalt</li> <li>- Aktualität</li> </ul>	
<b>Abschlussfragen</b>		
Was wünschen Sie sich zukünftig für Sonderziel-Funktionen in Ihrem Navigationssystem?		
Gibt es etwas zum Thema Sonderziele, das Sie gerne noch ansprechen würden?		

Abbildung A.2: Interview-Leitfaden, Seite 2

Tabelle A.1: Übersicht der verwendeten Navigationssysteme der Personen

	Art des Navigationssystems	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Erstausrüstungsgeräte	Festeinbaunavigationssystem mit Kartendarstellung	15
	Festeinbaunavigationssystem ohne Kartendarstellung	15
Handelsgeräte	PND	55
	Smartphone-Navigationssoftware mit Kartendarstellung	5
	Radionavigationssystem ohne Kartendarstellung	10

Anmerkungen.<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N = 20$  Versuchspersonen.

Tabelle A.2: Übersicht der verwendeten Sonderzielarten in den Verwendungssituationen

Sonderzielart	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Tankstelle	20.73
Sehenswürdigkeit	14.63
Einkaufsmöglichkeit	12.20
Essen & Trinken	12.20
Parkmöglichkeit	11.00
Hafen & Bahnhof & Flughafen	8.54
Übernachtungsmöglichkeit	6.10
Behörde	2.44
Krankenhaus & Arzt	2.44
Bankautomat	2.44
Stadtzentrum	2.44
Werkstatt & Autohändler	2.44
Sportstätte	1.22
Autobahnauffahrt	1.22

Anmerkungen.<sup>a</sup> Häufigkeit in % der  $N_{\text{Situationen}} = 82$  Situationen.

Tabelle A.3: Übersicht der genannten Auswahlkriterien in den Verwendungssituationen

Kategorie	Auswahlkriterium	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Eigenschaften des Sonderziels	Entfernung & Lage	28.57
	Art des Sonderziels	19.1
	Preise	9.5
	Name des Sonderziels	6.4
	Bewertungen	3.2
	Öffnungszeiten	1.6
	Parkmöglichkeiten	1.6
Eigenschaften der Personen und der Aufgabe	Bedürfnisse & Präferenzen	9.5
	Zeitplanung	7.9
	Erfahrungen	4.8
	Interessen	1.6
	Intuition	1.6
	Neuheitsgrad	1.6
	erwarteter Spaßfaktor aktuelle Aktivität	1.6

Anmerkungen.<sup>a</sup> Häufigkeit in % der genannten  $N_{\text{Kriterien}} = 63$  Auswahlkriterien.

Tabelle A.4: Kategorisierung der Sonderziel-nicht-Verwendung

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Keine Verwendung erforderlich	Keinen Nutzen in der Verwendung von Sonderzielen gesehen, z.B. da Ortskenntnisse vorhanden waren	31.3
Andere Hilfsmittel verwendet	Es wurden andere Arbeitsmittel zur Entscheidungsunterstützung verwendet, z.B. Internet	19.4
Keinen PKW verwendet	Es wurden andere Fortbewegungsmittel genutzt	16.1
Schlechte Bedienbarkeit	Schlechte Bedienbarkeit der Sonderziel-Funktionen machte Verwendung nicht möglich	9.7
Kein Vertrauen	Kein Vertrauen in die Sonderzielfunktionen vorhanden gewesen	6.5
Nicht daran gedacht	Es wurde in der Situation einfach nicht daran gedacht, Sonderziel-Funktionen zu verwenden	6.5
Soziale Norm	Die gesellschaftliche Norm hielt Person von der Verwendung ab	6.5
Technische Verfügbarkeit	Sonderziele konnten aus technischen Gründen nicht verwendet werden	3.2
Geringer Informationsgehalt	Informationsgehalt der Sonderziele war zu gering	3.2

Anmerkungen.<sup>a</sup> Häufigkeit in % der beschriebenen  $N_{Begründung} = 32$  Begründungen.

Tabelle A.5: Kategorisierung der gewünschten Sonderziel-Funktionen

Kategorie	Beschreibung	Häufigkeit [%] <sup>a</sup>
Personalisierung von Sonderzielen	Anpassung der Sonderzielauswahl und der Sonderziel-Funktionen an Bedürfnisse und Präferenzen des Benutzers	19.4
Verbesserte Bedienbarkeit der Funktionen	Bedienbarkeit bestehender Sonderziel-Funktionen verbessern	16.7
Ausgab von Sonderzielen	Erweiterung bzw. Verbesserung der Medien oder Informationsdarstellung von Sonderzielen	13.9
Nachladen von Sonderzielen	Möglichkeit, Sonderziele direkt aus dem Fahrzeug nachzuladen oder zu aktualisieren	13.9
Allgemeine Filterung der Sonderziele	Eingrenzung der Anzahl an Sonderzielen, z.B. über Top-10-Listen, Umkreis	11.1
Erstellen und Sammeln	Möglichkeit, neue Sonderziele und Touren, bestehend aus mehreren Sonderzielen, zu erstellen und in einer eigenen Sammlung festzuhalten	11.1
Buchung- und Reservierung	Möglichkeit, Sonderziele direkt vom Navigationssystem aus zu buchen bzw. zu reservieren	5.6
fahrzeugspez. Reiseführer	Überschaubare Detail-Informationen, ähnlich wie bei Reiseführern, zu Sonderzielen in einem Umkreis die mit Fahrzeug angefahren werden können	5.6
Suchfunktion	Suche nach Sonderzielen über Schlagwörter	2.8

Anmerkungen.<sup>a</sup> Häufigkeit in % der beschriebenen  $N_{Wünsche} = 36$  bzgl. zukünftiger Sonderziel-Funktionen.

# B Untersuchungen II und III - Szenariobefragungen

## B.1 Entwicklungsprozess der Szenarien

Tabelle B.1 veranschaulicht den Entwicklungsprozess der Szenarien. Die Szenarien wurden mit insgesamt  $N = 6$  Gutachtern evaluiert. Die Gutachter erhielten eine kurze Einweisung in die Vorgehensweise und einen Arbeitsbogen, der nochmals die Evaluierungskriterien und einen Beurteilungsbogen enthielt. Beim Lesen der Szenarien sollten insbesondere die neutrale und verständliche Formulierung sowie Rechtschreib- und Grammatikfehler überprüft werden. Anschließend wurde der Beurteilungsbogen mit offenen Fragen zur Realität, Plausibilität und allgemeinen Beurteilung ausgefüllt. Die Gutachter waren Autofahrer und sowohl Experten im Bereich Entwicklung von Fahrzeuginformationssystemen als auch Laien. In einem ersten Durchlauf haben  $n = 4$  Gutachter unabhängig voneinander je drei Szenarien evaluiert. Anmerkungen der Gutachter waren bspw., dass das Szenario mit hohem Gefahrenpotential zu überspitzt dargestellt war und daher unrealistisch wirkte. Andere Gutachter wünschten sich genauere Beschreibungen zu den genannten Sensoren, die zum Einsatz kamen sowie Begründungen, wie es zu der Situation gekommen war und warum der Benutzer sich so verhielt. Die Anmerkungen wurden mit jedem Gutachter diskutiert und die Szenarien nochmals überarbeitet. Abschließend evaluiert nochmals  $n = 2$  Gutachter die überarbeiteten Szenarien. Auch hier wurden Anmerkungen wieder diskutiert und nochmals eine Überarbeitung der Szenarien vorgenommen.

Tabelle B.1: Phasen des Entwicklungsprozesses der Szenarien

Phase	Beschreibung
1	Formulierung von 15 Szenarien basierend auf Ergebnissen der qualitativen Studie
2	Evaluierung der Szenarien mit $n = 4$ Gutachtern (Paper&Pencil-Befragung) 15-30 Minuten Diskussion der Anmerkungen mit jedem Gutachter
3	Überarbeitung der Szenarien basierend auf Anmerkungen der Gutachter
4	Evaluierung der Szenarien mit $n = 2$ Gutachtern (Paper&Pencil-Befragung) 15-30 Minuten Diskussion der Anmerkungen mit jedem Gutachter
5	Überarbeitung der Szenarien basierend auf Anmerkungen der Gutachter
6	Evaluierung des Online-Fragebogens und Pre-Studie mit $N = 82$ Versuchspersonen

## B.2 Zukunftsszenarien der Szenariobefragung

### Nutzungskontext I - Restaurantauswahl im Jahre 2020

*Bitte versuchen Sie, sich Folgendes vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Ich fahre mit drei Freunden in meinem neuen PKW zu einem Konzertbesuch nach Hamburg. Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches meine Fahrt vor allem sicherer und komfortabler gestalten soll.

Die Fahrt auf der Landstraße ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Die Stimmung unter meinen Freunden ist super. In etwa 20 Minuten werden wir die Stadtgrenze von Hamburg passieren. Während ich fahre, entscheiden wir, dass wir vor Beginn des Konzertes in drei Stunden in Hamburg noch Fisch essen gehen möchten. Da ich der Fahrer bin und meine Freunde die Entscheidung mir überlassen, wähle ich ein geeignetes Restaurant mit meinem neuen Navigationssystem aus.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist nämlich das anpassbare Sonderzielprogramm. Es soll mir die große Anzahl an verfügbaren Restaurants auf ein überschaubares Maß eingrenzen. Hierzu muss ich lediglich die Kriterien einstellen, nach denen mir das Programm Restaurants ausfiltern soll. Während ich mit einer Hand meinen PKW steuere, gebe ich gleichzeitig mit der anderen Hand meine aktuellen Restaurant-Präferenzen ein. Ich möchte nämlich nur Fischrestaurants in Hamburg mit einem fairen Preis-Leistungs-Verhältnis und mindestens 80 Prozent Weiterempfehlungsrate angezeigt bekommen. Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Restaurants aus. Ich erhalte auf dem Bildschirm meines Navigationssystems eine Liste und eine Kartendarstellung mit den Restaurants. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu drei Restaurants aus der Liste genauer an. Ich entscheide mich für ein interessantes Restaurant, welches ich mit einem Knopfdruck in meine Route übernehme. Meine Freunde sind mit meiner Entscheidung sehr zufrieden.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist nämlich die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim Auswählen eines Sonderziels unterstützen, indem sie meine aktuellen Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf Sonderziele empfiehlt. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart „Essen“ auf meinem Navigationssystem wählen. Die ISA ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Restaurant-Auswahlverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Restaurant-Präferenzen. Dies geschieht vollautomatisch, so dass ich weiterhin in Ruhe meinen PKW steuern kann. Die ISA erkennt völlig richtig, dass ich heute nur Fischrestaurants in Hamburg mit einem fairen Preis-Leistungs-Verhältnis und mindestens 80 Prozent Weiterempfehlungsrate angezeigt bekommen möchte. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Die ISA wählt

auch gleich fünf geeignete Fischrestaurants aus. Die Restaurants stellt sie mir in einer Liste und in der Karte auf meinem Navigationssystem dar. Ich überfliege kurz die Auflistung und schaue mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu drei Restaurants genauer an. Ich entscheide mich für ein viel versprechendes Restaurant und übernehme es kurzerhand als Zwischenziel. Meine Freunde sind mit meiner Entscheidung sehr zufrieden.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist der selbstständige Sonderziel-Guide. Er übernimmt für mich das Auswählen eines geeigneten Sonderziels und unterstützt mich auch gleich im unmittelbaren Ansteuern dieses Ziels. Das Einzige was ich tun muss, ist die Sonderzielart „Essen“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Der Sonderziel-Guide ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Restaurant-Auswahlverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Restaurant-Präferenzen. Ich kann unterdessen weiter in Ruhe meinen PKW steuern, da das alles vollautomatisch passiert. Der Sonderziel-Guide erkennt völlig richtig, dass ich heute ein Fischrestaurant in Hamburg mit einem fairen Preis-Leistungs-Verhältnis und mindestens 80 Prozent Weiterempfehlungsrate ausgewählt bekommen möchte. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Der Sonderziel-Guide wählt ein Fischrestaurant aus, das am besten für mich geeignet ist. Das ausgewählte Fischrestaurant stellt er mir mit Detailinformationen und Karte auf meinem Navigationssystem dar und fragt mich gleich, ob er dieses als Ziel ansteuern soll. Mit einem Blick überfliege ich, während ich fahre, die Detailinformationen und erlaube per Knopfdruck meinem Sonderziel-Guide, das viel versprechende Restaurant in meine Route zu übernehmen. Meine Freunde sind mit meiner Auswahl sehr zufrieden.

## **Nutzungskontext II - Tankstellenauswahl im Jahre 2020**

*Bitte versuchen Sie, sich Folgendes vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagvormittag im Frühjahr 2020. Ich fahre mit drei Freunden in meinem neuen PKW zu einem Messebesuch nach Köln. Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches meine Fahrt vor allem sicherer und komfortabler gestalten soll.

Die Fahrt auf der Autobahn ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Während ich fahre, stelle ich fest, dass meine Tankfüllung nicht mehr ausreicht und ich innerhalb der nächsten 40 Kilometer eine Tankstelle ansteuern muss. Da ich der Fahrer bin, bediene ich auch mein neues Navigationssystem.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist nämlich das anpassbare Sonderzielprogramm. Es soll mir die große Anzahl an verfügbaren Tankstellen auf ein überschaubares Maß eingrenzen. Hierzu muss ich lediglich die Kriterien einstellen, nach denen mir das Programm Tankstellen ausfiltern soll. Während ich mit einer Hand meinen PKW steuere, gebe ich gleichzeitig mit der anderen Hand meine

aktuellen Tankstellen-Präferenzen ein. Da ich weiß, dass Tankstellen etwas abseits der Autobahn meist günstiger sind, bin ich bereit, dafür einen Umweg von fünf Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stelle ich ein, dass mein Sonderzielprogramm mir möglichst günstige Tankstellen, die meinen benötigten Kraftstoff anbieten, entlang meiner Route mit einer Abweichung von fünf Kilometern heraussuchen soll. Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Tankstellen aus. Ich erhalte auf dem Bildschirm meines Navigationssystems eine Liste und eine Kartendarstellung mit den Tankstellen. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu drei Tankstellen aus der Liste genauer an. Ich entscheide mich für eine Tankstelle, die meinen Kraftstoff besonders günstig anbietet, unweit der nächsten Abfahrt und übernehme diese mit einem Knopfdruck in meine Route.

*Adaptive Filterassistenz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist nämlich die intelligente Sonderzielassistenz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim Auswählen eines Sonderziels unterstützen, indem sie meine aktuellen Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf Sonderziele empfiehlt. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart „Tanken“ auf meinem Navigationssystem wählen. Die ISA ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Tankstellen-Nutzungsverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Tankstellen-Präferenzen. Dies geschieht vollautomatisch, so dass ich weiterhin in Ruhe meinen PKW steuern kann. Anhand meines bisherigen Nutzungsverhaltens erkennt die ISA, dass ich bei Autobahnfahrten für eine günstige Tankstelle auch einen Umweg von fünf Kilometern in Kauf nehme. Anhand dessen stellt sie von selbst ein, dass sie möglichst günstige Tankstellen, die meinen benötigten Kraftstoff anbieten, entlang meiner Route mit einer Abweichung von fünf Kilometern heraussuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Die ISA wählt auch gleich fünf geeignete Tankstellen aus. Die Tankstellen stellt sie mir in einer Liste und in der Karte meines Navigationssystems dar. Ich überfliege kurz die Auflistung und schaue mir, während ich fahre, die Preisformationen zu drei Tankstellen an. Ich entscheide mich für eine Tankstelle, die meinen Kraftstoff besonders günstig anbietet, unweit der nächsten Abfahrt und übernehme diese kurzerhand als Zwischenziel.

*Adaptive Delegationsassistenz:* Eine neue Funktion meines Navigationssystems ist der selbstständige Sonderziel-Guide. Er übernimmt für mich das Auswählen eines geeigneten Sonderziels und unterstützt mich auch gleich im unmittelbaren Ansteuern dieses Ziels. Das Einzige was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Tanken“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Der Sonderziel-Guide ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Tankstellen-Nutzungsverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Tankstellen-Präferenzen. Ich kann unterdessen weiter in Ruhe meinen PKW steuern, da das alles vollautomatisch passiert. In meinem bisherigen Nutzungsverhalten erkennt der

Guide, dass ich bei Autobahnfahrten für eine günstige Tankstelle auch einen Umweg von fünf Kilometern in Kauf nehme. Anhand dessen stellt er von selbst ein, dass er eine möglichst günstige Tankstelle, die meinen benötigten Kraftstoff anbietet, entlang meiner Route mit einer Abweichung von fünf Kilometern heraussuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Der Sonderziel-Guide wählt eine Tankstelle aus, die am besten für mich geeignet ist. Die ausgewählte Tankstelle stellt er mir mit Preisinformationen und Karte auf meinem Navigationssystem dar und fragt mich auch gleich, ob er diese als Ziel (Zwischenziel) ansteuern soll. Mit einem Blick stelle ich fest, dass die Tankstelle meinen Kraftstoff besonders günstig anbietet, so dass ich per Knopfdruck meinem Sonderziel-Guide erlaube, die Tankstelle in meine Route zu übernehmen.

### **Nutzungskontext III - Parkplatzauswahl im Jahre 2020**

*Bitte versuchen Sie, sich Folgendes vorzustellen:* Es ist Samstagabend im Jahre 2020 und ich bin mit meinem neuen PKW unterwegs, diesmal zu einem Theaterbesuch in Bremen. Zwei meiner Freunde begleiten mich.

Da ich aufgrund eines längeren Verwandtenbesuchs eine halbe Stunde zu spät losgefahren bin, habe ich es jetzt extrem eilig! Bis zum Beginn der Vorstellung sind es nur noch fünfzehn Minuten! Zu allem Überfluss fährt vor mir ein PKW extrem langsam! In der ganzen Hektik haben meine Freunde und ich uns auch noch nicht um eine geeignete Parkmöglichkeit am Theater gekümmert. Daher möchte ich jetzt eine Parkmöglichkeit mit meinem neuen Navigationssystem auswählen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Dazu benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm, welches mir die große Anzahl an verfügbaren Parkmöglichkeiten auf ein überschaubares Maß eingrenzen soll. Zunächst ändere ich rasch die Kriterien zur Auswahl eines Parkplatzes, während ich zugleich meinen PKW lenke. Mit Hilfe der Kriterien soll mir das Programm freie Parkmöglichkeiten auswählen. Ich suche heute wegen der knappen Zeit bis zum Vorstellungsbeginn möglichst günstige Parkmöglichkeiten, die maximal 700 Meter vom Theater entfernt liegen. Ich muss mich sehr beeilen, da es nur noch sieben Minuten bis zum Vorstellungsbeginn sind! Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, wählt das Sonderzielprogramm sofort fünf freie Parkmöglichkeiten aus. Ich erhalte auf dem Bildschirm meines Navigationssystems eine Liste und eine Kartendarstellung mit den Parkmöglichkeiten. Um eine schnelle Entscheidung treffen zu können, überfliege ich, während ich fahre, die Preisinformationen zu zwei Parkmöglichkeiten. Da es nur noch sechs Minuten bis zum Vorstellungsbeginn sind, entscheide ich mich unverzüglich für ein freies Parkhaus in unmittelbarer Nähe zum Theater und übernehme dieses mit einem Knopfdruck in meine Route.

*Adaptive Filterassistentz:* Dazu benutze ich die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim zügigen Auswählen eines

Sonderziels unterstützen, indem sie meine aktuellen Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf Sonderziele empfiehlt. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart „Parken“ auf meinem Navigationssystem wählen. Die ISA ermittelt dann sofort, basierend auf Daten meiner aktuellen Situation und meinem bisherigen Parkplatz-Auswahlverhalten, meine Park-Präferenzen. Ich kann in der Zeit in Ruhe weiter in Richtung Theater fahren, da alles automatisch erfolgt. Anhand der Daten meiner aktuellen Situation erkennt die ISA, dass ich gleich einen Termin im Theater habe und etwas knapp in der Zeit bin. Sie stellt daher von selbst ein, dass sie möglichst günstige Parkmöglichkeiten, die maximal 700 Meter vom Theater entfernt liegen, anbieten wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Die ISA wählt auch gleich fünf geeignete Parkmöglichkeiten aus. Diese stellt sie mir in einer Liste und in der Karte meines Navigationssystems dar. Schnell überfliege ich, während ich fahre, die Auflistung und die Preisinformationen zu zwei Parkmöglichkeiten. Da es nur noch knapp elf Minuten bis zum Vorstellungsbeginn sind, entscheide ich mich unverzüglich für ein freies Parkhaus in unmittelbarer Nähe zum Theater und übernehme es mit einem Knopfdruck als Ziel in meine Route.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Dazu benutze ich den selbstständigen Sonderziel-Guide mit dem ich zügig eine freie Parkmöglichkeit finden kann. Der Sonderziel-Guide übernimmt für mich das Auswählen eines geeigneten Sonderziels und unterstützt mich auch gleich im unmittelbaren Ansteuern dieses Ziels. Das Einzige was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Parken“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Der Sonderziel-Guide ermittelt dann sofort, basierend auf Daten meiner aktuellen Situation und meinem bisherigen Parkplatz-Auswahlverhalten, meine Präferenzen. Ich kann in der Zeit in Ruhe weiter in Richtung Theater fahren, da alles vollautomatisch erfolgt. Anhand der Daten meiner aktuellen Situation erkennt der Sonderziel-Guide, dass ich gleich einen Termin im Theater habe und etwas knapp in der Zeit bin. Er stellt daher von selbst ein, dass er eine möglichst günstige Parkmöglichkeit, die maximal 700 Meter vom Theater entfernt liegt, anbieten wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Der Sonderziel-Guide wählt zugleich eine Parkmöglichkeit, die am besten für mich geeignet ist, aus. Diese stellt er mir mit Preisinformation und Karte auf meinem Navigationssystem dar und fragt mich prompt, ob er diese als Ziel ansteuern soll. Mit einem Blick sehe ich, dass die Parkmöglichkeit in unmittelbarer Nähe zum Theater liegt, so dass ich kurzerhand per Knopfdruck meinem Sonderziel-Guide erlaube, das Parkhaus als Ziel anzusteuern. Bis zum Vorstellungsbeginn sind es noch gut vierzehn Minuten!

#### **Nutzungskontext IV - Tankstellenauswahl im Jahre 2020**

*Bitte versuchen Sie, sich Folgendes vorzustellen:* Draußen schneit es ununterbrochen. Es ist Sonntagabend im Jahre 2020 und ich befinde mich mit drei Freunden in meinem neuen PKW auf der Fahrt vom Frankfurter Flughafen nach Hause.

Auf der Autobahn, die ich gerade befahre, herrscht durch den Schneefall extrem

schlechte Sicht und ich muss mich stark auf den Verkehr konzentrieren. Zudem befinde ich mich gerade in einer Baustelle mit einer verengten linken Fahrbahnseite. Während ich fahre, stelle ich fest, dass meine Tankfüllung nicht mehr ausreicht und ich innerhalb der nächsten 40 Kilometer eine Tankstelle ansteuern muss.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches über ein anpassbares Sonderzielprogramm verfügt. Dieses soll mir in schwierigen Fahrsituationen die große Anzahl an verfügbaren Tankstellen auf ein überschaubares Maß eingrenzen. Hierzu muss ich Kriterien festlegen, nach denen das Programm mir fünf Sonderziele ausfiltert. Da ich der Fahrer bin, benutze ich diese Funktion, um eine Tankstelle auszuwählen. Zunächst ändere ich die Kriterien zur Tankstellenauswahl, während ich zugleich meinen PKW lenke. Ich suche heute wegen der schlechten Witterung eine günstige Tankstelle, die möglichst direkt an meiner noch zu fahrenden Route liegt und den Kraftstoff meines Fahrzeuges anbietet. Noch während ich das letzte Kriterium eingebe, taucht plötzlich neben mir ein LKW aus dem Schneegestöber auf, der immer dichter an meinen neuen PKW steuert! Durch leichtes Ausweichen auf den Begrenzungsstreifen versuche ich, eine Berührung mit dem LKW zu vermeiden. Unterdessen wählt das Sonderzielprogramm entsprechend meiner Eingaben fünf geeignete Tankstellen aus. Auf dem Bildschirm meines Navigationssystems erhalte ich eine Liste und eine Karte mit den Tankstellen. Nachdem der LKW an mir vorbei gefahren ist und ich mich von meinem Schrecken erholte habe, überfliege ich kurz die Auflistung und schaue mir die Preisinformationen zu zwei Tankstellen an. Ich entscheide mich für eine besonders günstige Tankstelle hinter der nächsten Raststätte und übernehme diese mit einem Knopfdruck in meine Route.

*Adaptive Filterassistentz:* Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches über eine intelligente Sonderzielassistentz verfügt, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Die ISA soll mich darin unterstützen, auch in schwierigen Fahrsituationen ein geeignetes Sonderziel auszuwählen, indem sie meine aktuellen Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf Sonderziele empfiehlt. Da ich der Fahrer bin, benutze ich diese Funktion, um eine Tankstelle auszuwählen. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart „Tanken“ auf meinem Navigationssystem wählen. Die ISA ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Tankstellen-Nutzungsverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Tankstellen-Präferenzen. In der Zeit kann ich mich vollständig auf den Verkehr konzentrieren, da alles vollautomatisch erfolgt. Plötzlich taucht neben mir ein LKW aus dem Schneegestöber auf, der immer dichter an meinen neuen PKW steuert! Durch rechtzeitiges Ausweichen auf den Begrenzungsstreifen vermeide ich eine Berührung mit dem LKW. Anhand der Daten meiner aktuellen Situation erkennt die ISA, dass die Witterung sehr schlecht ist und es sicherer ist, keine großen Umwege zu fahren. Sie stellt daher von selbst ein, dass sie mir günstige Tankstellen, die möglichst

direkt an meiner noch zu fahrenden Route liegen und den Kraftstoff meines Fahrzeuges anbieten, heraussuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Die ISA wählt zugleich fünf geeignete Tankstellen aus. Die fünf Tankstellen stellt mir die ISA in einer Liste und in der Karte meines Navigationssystems dar. Nachdem der LKW an mir vorbei gefahren ist und ich mich von meinem Schrecken erholte habe, überfliege ich kurz die Auflistung und schaue mir die Preisinformationen zu zwei Tankstellen an. Ich entscheide mich für eine besonders günstige Tankstelle hinter der nächsten Raststätte und übernehme diese kurzerhand in meine Route.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches über einen selbstständigen Sonderziel-Guide verfügt. Er übernimmt für mich in schwierigen Fahrsituationen das Auswählen eines geeigneten Sonderziels und unterstützt mich auch gleich im unmittelbaren Ansteuern dieses Ziels. Da ich der Fahrer bin, benutze ich diese Funktion, um eine Tankstelle auszuwählen. Das Einzige was ich dazu tun muss, ist, die Sonderzielart „Tanken“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Der Sonderziel-Guide ermittelt dann sofort, basierend auf meinem bisherigen Tankstellen-Nutzungsverhalten und Daten meiner aktuellen Situation, meine Tankstellen-Präferenzen. In der Zeit kann ich mich vollständig auf den Verkehr konzentrieren, da alles vollautomatisch erfolgt. Plötzlich taucht neben mir ein LKW aus dem Schneegestöber auf, der immer dichter an meinen neuen PKW steuert! Durch rechtzeitiges Ausweichen auf den Begrenzungstreifen vermeide ich eine Berührung mit dem LKW. Anhand der Daten meiner aktuellen Situation erkennt der Sonderziel-Guide, dass die Witterung sehr schlecht ist und es sicherer ist, keine großen Umwege zu fahren. Er stellt daher von selbst ein, dass er eine günstige Tankstelle, die direkt an meiner noch zu fahrenden Route liegt und den Kraftstoff meines Fahrzeuges anbietet, heraussuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Der Sonderziel-Guide wählt zugleich eine Tankstelle aus, die am besten für mich geeignet ist. Diese stellt er mir mit Preisinformation und Karte in meinem Navigationssystem dar und fragt mich prompt, ob er die Tankstelle als Ziel ansteuern soll. Nachdem der LKW an mir vorbei gefahren ist und ich mich von meinem Schrecken erholte habe, stelle ich mit einem Blick fest, dass die Tankstelle besonders günstig ist und hinter der nächsten Raststätte liegt. Ich erlaube kurzerhand dem Sonderziel-Guide, die Tankstelle als Zwischenziel in meine Route zu übernehmen.

### **Nutzungskontext V - Hotelauswahl im Jahre 2020**

*Bitte versuchen Sie, sich Folgendes vorzustellen:* Es ist Samstagnacht im Jahre 2020 und diesmal fahre ich mit drei Freunden in meinem neuen PKW von einer Sportveranstaltung in München nach Hause. Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet.

Meine Freunde und ich sind sehr müde und genervt, da wir bereits neun Stunden unter-

wegs sind und davon fast drei Stunden auf der Autobahn in einer Vollsperrung standen. Gemeinsam beschließen wir, die Weiterfahrt für heute zu beenden und irgendwo zu übernachten. Bei der Frage, wo wir übernachten und wie das Preis-Leistungs-Verhältnis der Übernachtungsmöglichkeit sein sollte, gehen unsere Meinungen jedoch weit auseinander.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Da ich der Fahrer bin, benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm meines neuen Navigationssystems, um eine geeignete Übernachtungsmöglichkeit für uns auszusuchen. Das Sonderzielprogramm soll mir die große Anzahl an verfügbaren Übernachtungsmöglichkeiten auf ein überschaubares Maß eingrenzen. Hierzu muss ich lediglich Kriterien festlegen, nach denen das Programm uns fünf Sonderziele ausfiltert. Ich diskutiere, während ich fahre, einige Minuten mit meinen Freunden, welche Kriterien für Übernachtungsmöglichkeiten in Frage kommen. Wir einigen uns schließlich auf einen Kompromiss. Während ich mit einer Hand meinen PKW steuere, gebe ich gleichzeitig mit der anderen Hand unsere aktuellen Übernachtungspräferenzen ein. Wir möchten nämlich nur freie Hotels oder Pensionen in der nähen Umgebung, die höchstens 50 Euro pro Nacht kosten und mindestens 70 Prozent Weiterempfehlungsrate haben, angezeigt bekommen. Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, wählt das Sonderzielprogramm fünf freie Übernachtungsmöglichkeiten aus. Ich erhalte auf dem Bildschirm meines Navigationssystems eine Liste und eine Kartendarstellung mit den Übernachtungsmöglichkeiten. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu drei Übernachtungsmöglichkeiten aus der Liste an und diskutiere auch diese wieder mit meinen Freunden. Wir entscheiden uns für eine interessante Pension, die zwar nicht vollständig den Präferenzen eines jeden einzelnen entspricht, aber einen guten Kompromiss für alle darstellt. Ich übernehme die Pension mit einem Knopfdruck in meine Route. Meine Freunde sind mit der Entscheidung zufrieden.

*Adaptive Filterassistentz:* Da ich der Fahrer bin, benutze ich die intelligente Sonderzielassistentz meines neuen Navigationssystems, um eine geeignete Übernachtungsmöglichkeit für uns auszusuchen. Die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird, soll mich beim Auswählen eines Sonderziels während der Fahrt unterstützen. Das geschieht, indem die ISA meine aktuellen Präferenzen und die meiner Freunde automatisch ermittelt und uns fünf Sonderziele empfiehlt. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart „Übernachten“ auf meinem Navigationssystem wählen. Die ISA ermittelt dann sofort, basierend auf unserem bisherigen Auswahlverhalten und Daten unserer aktuellen Situation, unsere Übernachtungs-Präferenzen. Dies geschieht vollautomatisch, so dass ich weiterhin ohne große Ablenkung meinen PKW steuern kann. Anhand unseres bisherigen Auswahlverhaltens erkennt die ISA, dass Konflikte zwischen unseren Präferenzen bestehen und wählt automatisch die bestmöglichen Kompromisse zwischen unseren Präferenzen aus. Sie stellt von selbst ein, dass sie freie Hotels oder

Pensionen in der nähen Umgebung, die höchstens 50 Euro pro Nacht kosten und mindestens 70 Prozent Weiterempfehlungsrate aufweisen, herausuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Die ISA wählt zugleich fünf geeignete Übernachtungsmöglichkeiten aus. Diese stellt sie mir in einer Liste und in der Karte meines Navigationssystems dar. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu drei Übernachtungsmöglichkeiten aus der Liste an und diskutiere diese mit meinen Freunden. Wir entscheiden uns für eine interessante Pension, die zwar nicht vollständig den Präferenzen eines jeden einzelnen entspricht, aber einen guten Kompromiss für alle darstellt. Ich übernehme die Pension kurzerhand in meine Route. Meine Freunde sind mit der Entscheidung zufrieden.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Da ich der Fahrer bin, benutze ich den selbstständigen Sonderziel-Guide meines neuen Navigationssystems, um eine Entscheidung zu treffen. Der Sonderziel-Guide übernimmt für mich das Auswählen eines geeigneten Sonderziels und unterstützt mich auch gleich im unmittelbaren Ansteuern dieses Ziels. Das Einzige was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Übernachten“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Der Sonderziel-Guide ermittelt dann sofort, basierend auf unseren bisherigem Auswahlverhalten und Daten unserer aktuellen Situation, unsere Übernachtungs-Präferenzen. Dies geschieht vollautomatisch, so dass ich weiterhin ohne große Ablenkung meinen PKW steuern kann. Anhand unseres bisherigen Auswahlverhaltens erkennt der Guide, dass Konflikte zwischen unseren Präferenzen bestehen und wählt automatisch die bestmöglichen Kompromisse zwischen unseren Präferenzen aus. Er stellt von selbst ein, dass er eine Hotel oder eine Pension in der nähen Umgebung, die höchstens 50 Euro pro Nacht kostet und mindestens 70 Prozent Weiterempfehlungsrate aufweist, herausuchen wird. Die Kriterien kann ich jederzeit einsehen und ändern. Der Sonderziel-Guide wählt eine Pension aus, die am besten für uns geeignet ist und fragt mich auch gleich, ob er diese als Zwischenziel ansteuern soll. Zusätzlich stellt er mir die Pension mit Detailinformationen und Karte in meinem Navigationssystem dar. Mit einem Blick überfliege ich, während ich fahre, die Detailinformationen und frage meine Freunde nach ihrer Meinung zu der Pension. Meine Freunde sind mit der Pension zufrieden. Sie entspricht zwar nicht vollständig den Präferenzen eines jeden einzelnen, stellt aber einen guten Kompromiss für alle dar, so dass ich meinem Sonderziel-Guide kurzerhand erlaube, die Pension als Zwischenziel zu übernehmen.

## B.3 Verwendete Fragebogen-Items der Studien

Tabelle B.2: Items der Skalen des UbiTAM nach Rothensee (2010)

Skala	Items
<b>Wahrgenommene Nützlichkeit(USF)<sup>a</sup></b> (Davis, 1989)	
USF1	Durch die Nutzung des Sonderzielprogramms könnte ich andere Aufgaben schneller erledigen.
USF2	Die Nutzung des Sonderzielprogramms würde das Auswählen eines Restaurants vereinfachen.
USF3	Ich würde dieses Sonderzielprogramm nützlich finden.
<b>Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit(EOU)<sup>a</sup></b> (Davis, 1989)	
EOU1	Das Erlernen der Bedienung des Sonderzielprogramms wird einfach sein.
EOU2	Es wird leicht sein, mit dem Sonderzielprogramm umzugehen.
EOU3	Das Sonderzielprogramm wird einfach zu bedienen sein.
<b>Wahrgenommene Kontrolle(CTR)<sup>a</sup></b> (Rothensee, 2010)	
CTR1	Das Sonderzielprogramm lässt mir ausreichend Kontrolle über meine Restaurantauswahl.
CTR1	Ich habe das Gefühl, dass es mir mit dem Sonderzielprogramm möglich ist, jederzeit selbst über meine Restaurantauswahl zu bestimmen.
<b>Vertrauen (TR)<sup>a</sup></b> (Ruyter, Wetzels & Kleijnen, 2001)	
TR	Ich kann diesem Sonderzielprogramm vertrauen.
<b>Subjektive Norm (SN)<sup>a</sup></b> (Fishbein & Ajzen, 1975)	
SN	Menschen, die mir wichtig sind würden meinen, dass ich so ein Sonderzielprogramm benutzen sollte.
<b>Risiko (RISK)<sup>b</sup></b> (Cunningham, 1976; Peter & Tarpey, 1975)	
RFUNK	Das Risiko, dass das Sonderzielprogramm nicht so funktioniert, wie es soll, ist ...
RPSY	Das Risiko, dass das Sonderzielprogramm nicht in Ihren Alltag passt, ist ...
RTIME	Das Risiko, dass Sie durch das Sonderzielprogramm Zeit verlieren, ist ...
RFIN	Das Risiko, dass Sie durch das Sonderzielprogramm unnötige Ausgaben haben, ist ...
RPRIV	Das Risiko, dass durch das Sonderzielprogramm Ihre Privatsphäre beeinträchtigt wird, ist ...
RGES	Das generelle Risiko des Sonderzielprogramms ist ...
<b>Affektive Bewertung (AFF)</b> (Mehrabian & Russell, 1980; Schütze, 1986)	
Skala: sechstufiges Semantisches Differential	
Anweisung: Was glauben Sie, wie Sie sich in der Interaktion mit dem Sonderzielprogramm in dem Szenario Restaurantauswahl im Jahre 2020 fühlen würden? Bitte treffen Sie Ihre Beurteilung anhand der folgenden Wortpaare. Es kann sein, dass Ihnen einige dieser Eigenschaftswörter etwas ungewöhnlich erscheinen, dennoch möchten wir Sie bitten, für jedes Gegensatzpaar Ihr Kreuz so anzubringen, dass es am besten Ihre emotionale Beurteilung verdeutlicht.	
AFF1r	erfreut vs. verärgert
AFF2	betrübt vs. froh
AFF3r	zufrieden vs. unzufrieden
<b>Wunsch nach Kontrolle (DC)<sup>a</sup></b> (Rothensee, 2010)	
DC1	Ich möchte jederzeit bestimmen, welches Restaurant ausgewählt wird.
DC2	Selbst zu bestimmen, welches Restaurant ausgewählt wird, ist mir besonders wichtig.
<b>Verhaltensintention zur Nutzung des Systems (BI)<sup>c</sup></b> (Mick & Fournier, 1998; Rothensee, 2010)	
Anweisung: Stellen Sie sich jetzt vor, Sie würden das beschriebene Navigationssystem mit dem anpassbaren Sonderzielprogramm besitzen. Wie würden Sie das Sonderzielprogramm höchstwahrscheinlich nutzen?	
BI1	Ich würde solch ein Sonderzielprogramm gar nicht benutzen wollen.
BI2r	Ich würde das Sonderzielprogramm als selbstverständlich akzeptieren.
BI3r	Ich würde mich ausführlich mit dem Sonderzielprogramm beschäftigen mit dem Ziel, den Umgang mit ihm zu beherrschen.
BI4r	Ich würde mein Sonderzielauswahlverhalten an das Sonderzielprogramm anpassen.

*Anmerkungen.* <sup>a</sup> Fünfstufige Likert-Skala: (1)trifft absolut nicht zu, (2)trifft eher nicht zu, (3)weder noch (4)trifft eher zu (5)trifft absolut zu; <sup>b</sup> fünfstufige Likert-Skala: (1)sehr gering, (2)eher gering, (3)mittel (4)eher hoch (5)sehr hoch; <sup>c</sup> fünfstufige Likert-Skala: (1)sehr wahrscheinlich, (2)wahrscheinlich, (3)weder noch, (4)eher unwahrscheinlich, (5)sehr unwahrscheinlich; r: umkodiert; Die Formulierungen der einzelnen Items wurden hinsichtlich der Nutzungskontexte und der Assistenzarten angepasst.

Tabelle B.3: Items zur Erfassung der Kontrollüberzeugung im Umgang mit neuen Technologien (CT) nach Beier (1999)

Skala	Items
CT1	Ich kann ziemlich viele der technischen Probleme, mit denen ich konfrontiert bin, alleine lösen.
CT2r	Technische Geräte sind oft undurchschaubar und schwer zu beherrschen.
CT3	Es macht mir richtig Spaß, ein technisches Problem zu knacken.
CT4	Weil ich mit bisherigen technischen Problemen gut zurechtgekommen bin, blicke ich auch künftigen optimistisch entgegen.
CT5r	Ich fühle mich technischen Problemen gegenüber so hilflos, dass ich lieber die Finger von ihnen lasse.
CT6	Auch wenn Widerstände auftreten, bearbeite ich ein technisches Problem weiter.
CT7r	Wenn ich ein technisches Problem löse, so geschieht das meist durch Glück.
CT8r	Die meisten technischen Probleme sind so kompliziert, dass es wenig Sinn hat, sich mit ihnen auseinander zusetzen.

*Anmerkungen.* Fünfstufige Likert-Skala: (1)trifft absolut nicht zu, (2)trifft eher nicht zu, (3)weder noch (4)trifft eher zu (5)trifft absolut zu; r: umkodiert.

Tabelle B.4: Items zur Erfassung der Technologieaffinität (TA-EG) nach Karrer et al. (2009)

Skala	Items
Anweisung: Wie ist Ihre Affinität zu technischen Geräten? Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Aussagen. Bitte geben Sie für jede der Aussagen an, wie gut sie auf Sie persönlich zutrifft. Kreuzen Sie dazu auf der rechten Seite das Feld an, das Ihrer Meinung am besten entspricht. Unter dem Begriff „elektronische Geräte“ verstehen wir Geräte, wie: Computer, Handys oder Palms/PDAs, Digitalkameras, DVD-Spieler oder Mp3-Spieler, Geldautomaten, Ticketautomaten, neue Systeme im Auto wie Navigationssysteme.	
TA-EG1	Ich liebe es, neue elektronische Geräte zu besitzen.
TA-EG2r	Elektronische Geräte machen krank.
TA-EG3	Ich gehe gern in den Fachhandel für elektronische Geräte.
TA-EG4r	Ich habe bzw. hätte Verständnisprobleme beim Lesen von Elektronik- und Computer-Zeitschriften.
TA-EG5	Elektronische Geräte ermöglichen einen hohen Lebensstandard.
TA-EG6r	Elektronische Geräte führen zu geistiger Verarmung.
TA-EG7r	Elektronische Geräte machen vieles umständlicher.
TA-EG8	Ich informiere mich über elektronische Geräte, auch wenn ich keine Kaufabsicht habe.
TA-EG9	Elektronische Geräte machen unabhängig.
TA-EG10	Es macht mir Spaß, ein elektronisches Gerät auszuprobieren.
TA-EG11	Elektronische Geräte erleichtern mir den Alltag.
TA-EG12	Elektronische Geräte erhöhen die Sicherheit.
TA-EG13r	Elektronische Geräte verringern den persönlichen Kontakt zwischen den Menschen.
TA-EG14	Ich kenne die meisten Funktionen der elektronischen Geräte, die ich besitze.
TA-EG15	Ich bin begeistert, wenn ein neues elektronisches Gerät auf den Markt kommt.
TA-EG16r	Elektronische Geräte verursachen Stress.
TA-EG17	Ich kenne mich im Bereich elektronischer Geräte aus.
TA-EG18	Es fällt mir leicht, die Bedienung eines elektronischen Geräts zu lernen.
TA-EG19	Elektronische Geräte helfen, an Informationen zu gelangen.

*Anmerkungen.* Fünfstufige Likert-Skala: (1)trifft gar nicht zu, (2)trifft eher nicht zu, (3)teils/ teils (4)trifft eher zu (5)trifft voll zu; r: umkodiert.

Tabelle B.5: Items zur Erfassung der Realitätsbeurteilung der Szenarien nach Igroup.org (2008)

Skala	Items
REAL1	Wie real erschien Ihnen die beschriebene Umgebung im Szenario Restaurantauswahl im Jahre 2020? (vollkommen real, weder noch, gar nicht real)
REAL2	Wie sehr glich Ihr Erleben der im Szenario Restaurantauswahl im Jahre 2020 beschriebenen Umgebung dem Erleben einer realen Umgebung? (überhaupt nicht, etwas, vollständig)
REAL3	Wie real erschien Ihnen das Szenario Restaurantauswahl im Jahre 2020? (wie eine vorgestellte Welt, weder noch, nicht zu unterscheiden von der realen Welt)
REAL4	Das Szenario Restaurantauswahl im Jahre 2020 erschien mir wirklicher als die reale Welt. (trifft gar nicht zu, teils/ teils, trifft völlig zu)

*Anmerkungen.* Alle Skalen siebenstufig; r: umkodiert.

Tabelle B.6: Items zur Erfassung des Need-for-Cognition (NFC) nach Bless et al. (1994)

Skala	Items
NFC1	Die Aufgabe, neue Lösungen für Probleme zu finden, macht mir wirklich Spaß.
NFC2	Ich würde lieber eine Aufgabe lösen, die Intelligenz erfordert, schwierig und bedeutend ist, als eine Aufgabe, die zwar irgendwie wichtig ist, aber nicht viel nachdenken erfordert.
NFC3	Ich setzte mir eher solche Ziele, die nur mit erheblicher geistiger Anstrengung realisiert werden können.
NFC4r	Die Vorstellung, mich nur auf mein Denkvermögen zu verlassen, um es zu etwas zu bringen, spricht mich nicht an.
NFC5	Ich finde es besonders befriedigend, eine bedeutende Aufgabe abzuschließen, die viel Denken und geistige Anstrengung erfordert hat.
NFC6r	Ich denke lieber über kleine, alltägliche Vorhaben nach, als über langfristige.
NFC7r	Ich würde lieber etwas tun, das wenig Denken erfordert, als etwas, das mit Sicherheit meine Denkfähigkeit herausfordert.
NFC8r	Ich finde wenig Befriedigung darin, angestrengt und stundenlang nachzudenken.
NFC9r	In erster Linie denke ich, weil ich muss.
NFC10r	Ich trage nicht gerne die Verantwortung für eine Situation, die sehr viel Denken erfordert.
NFC11r	Denken entspricht nicht dem, was ich unter Spaß verstehe.
NFC12r	Ich versuche, Situationen vorauszuahnen und zu vermeiden, in denen die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass ich intensiv über etwas nachdenken muss.
NFC13	Ich habe es gerne, wenn mein Leben voller kniffliger Aufgaben ist, die ich lösen muss.
NFC14	Ich würde komplizierte Probleme einfachen Problemen vorziehen.
NFC15r	Es genügt mir, einfach die Antwort zu kennen, ohne die Gründe für die Antwort eines Problems zu verstehen.
NFC16r	Es genügt, dass etwas funktioniert, mir ist es egal, wie oder warum.

*Anmerkungen.* Siebenstufige Likert-Skala von „völlig unzutreffend“ bis „trifft ganz genau zu“; r: umkodiert.

## B.4 Ergebnisse der Szenariobefragung

Tabelle B.7: Formeln zur Berechnung der Effektstärken

Effektstärke	Formel
$\eta^2$	$= \frac{QS_{Effekt}}{QS_{total}}$
Cohens $d_S$	$= \frac{M_{Gruppe1} - M_{Gruppe2}}{SD_{gesamt}}$ (mittels G*Power berechnet)
Cohens $d_Z$	$= \frac{M_{Zeitpunkt1} - M_{Zeitpunkt2}}{SD_{Differenz}}$
$w$	$= \sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$

Tabelle B.8: Korrelation Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, Szenariobefragung

	USF	EOU	CTR	TR	SN	RISK	AFF	DC	BI
USF		.680***	.459***	.455***	.323***	-.428***	.477***	.119***	.444***
EOU			.459***	.455***	.323***	-.428***	.477***	.119***	.444***
CTR				.677***	.524***	-.497***	.493***	.271***	.495***
TR					.567***	-.526***	.503***	.132***	.498***
SN						-.400***	.395***	.095***	.438***
RISK							-.574***	.034	-.605***
AFF								.031	.612***
DC									-.021
Cornbach $\alpha$	0.85	0.92	0.84	-	-	0.86	0.88	0.81	0.79

Anmerkungen. Korrelation nach Pearson; Signifikanzniveaus (2-seitig): \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle B.9: Reliabilität der Kontrollvariablen, Szenariobefragung

	CT	TA-EG	REAL	NFC
Cornbach $\alpha$	0.88	0.89	.56	.83

Tabelle B.10: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung, Szenariobefragung

	Nutzungskontext 1					Nutzungskontext 2					Nutzungskontext 3				
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>
USF	1	5	-1.11	1.32	.90	1	5	-1.04	0.94	.91	1	5	1.11	1.41	.90
EOU	1	5	-0.84	0.87	.91	1	5	-0.89	1.00	.90	1	5	-0.74	0.39	.91
CTR	1	5	-0.81	0.70	.91	1	5	-1.06	1.01	.87	1	5	-0.87	0.74	.89
TR	1	5	-0.66	0.48	.86	1	5	-0.85	1.07	.84	1	5	-0.71	0.89	.84
SN	1	5	-0.34	-0.46	.91	1	5	-0.51	-0.24	.89	1	5	-0.39	-0.07	.90
RISK	1	5	0.33	-0.30	.98	1	5	0.73	1.17	.96	1	5	0.50	0.57	.98
AFF	1	6	-0.88	1.26	.92	1	6	-0.81	0.85	.92	1	6	-0.82	0.73	.91
DC	1	5	-0.61	-0.29	.92	1	5	-0.58	-0.21	.92	1	5	-0.46	-0.46	.93
BI	1	5	-1.08	1.16	.92	1	5	-1.08	1.11	.91	1	5	-1.14	1.52	.91
	Nutzungskontext 4					Nutzungskontext 5									
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>					
USF	1	5	-0.92	0.92	.92	1	5	-1.17	1.51	.89					
EOU	1	5	-0.70	0.61	.90	1	5	-0.81	0.72	.90					
CTR	1	5	-1.17	1.90	.86	1	5	-.098	1.09	.89					
TR	1	5	-0.83	0.84	.84	1	5	-0.77	0.93	.84					
SN	1	5	-0.28	-0.27	.90	1	5	-0.45	-0.16	.90					
RISK	1	5	0.66	1.28	.96	1	5	0.40	0.18	.98					
AFF	1	6	-0.95	1.25	.91	1	6	-1.11	2.41	.90					
DC	1	5	-0.40	0.55	.93	1	5	-0.85	0.49	.90					
BI	1	5	-0.95	1.05	.93	1	5	-1.09	1.29	.92					

Anmerkungen. *Min*: Minimum, *Max*: Maximum, *Sch*: Schiefe, *Ex*: Exzess, *SW*: Shapiro-Wilk-Test; <sup>a</sup> alle Tests  $p < .001$ .

Tabelle B.11: Ergebnisse der ANCOVAs für die Faktoren Nutzungskontext und Assistenzart, Szenariobefragung

AV	UV	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
USF	Nutzungskontext	< 1		
	Assistenzart	2.64	.071	
	Assistenzart x Kontext	<1		
EOU	Nutzungskontext	1.10	.35	
	Assistenzart	1.91	.148	
	Assistenzart x Kontext	<1		
CTR	Nutzungskontext	1.84	.120	
	Assistenzart	4.80	.008	.01
	Assistenzart x Kontext	<1		
TR	Nutzungskontext	1.42	.224	
	Assistenzart	2.27	.103	
	Assistenzart x Kontext	<1		
SN	Nutzungskontext	< 1		
	Assistenzart	1.54	.215	
	Assistenzart x Kontext	<1		
RISK	Nutzungskontext	1.84	.118	
	Assistenzart	10.17	< .001	.01
	Assistenzart x Kontext	<1		
AFF	Nutzungskontext	< 1		
	Assistenzart	12.89	< .001	.02
	Assistenzart x Kontext	1.14	.335	
DC	Nutzungskontext	7.11	< .001	.02
	Assistenzart	11.40	< .001	.02
	Assistenzart x Kontext	2.06	.037	.01
BI	Nutzungskontext	3.11	.045	.00
	Assistenzart	1.08	.366	
	Assistenzart x Kontext	1.16	.323	

Anmerkungen. Assistenzart:  $df=2$ , Kontext:  $df=4$ , Assistenzart x Kontext:  $df=8$ .

Tabelle B.12: Deskriptive Statistik der einzelnen Risiko-Facetten, Szenariobefragung

	RFUNK		RPSY		RTIME		RFIN		RPRIV		RGES	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	<i>M</i>	<i>SD</i>
A1	2.78	0.92	2.36	0.98	2.31	0.93	2.49	0.98	2.12	1.00	2.48	0.99
A2	2.55	0.87	2.18	0.96	2.01	0.81	2.38	0.91	2.09	1.01	2.29	0.82
A3	2.59	0.84	2.17	0.97	2.08	0.86	2.38	0.95	2.08	0.96	2.25	0.85

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle B.13: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für die Risiko-Facetten, Szenariobefragung

Facette	Assistenzart	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>S</sub></i>
RFUNK	A1>A2	4.11	996	<.001	0.26
	A1>A3	3.46	1001	.005	0.22
	A2=A3	-0.75	1005	.993	
RPYS	A1>A2	3.00	996	.007	0.19
	A1>A3	3.15	1001	.011	0.19
	A2=A3	0.16	1005	>.999	
RTIME	A1>A2	5.36	996	<.001	0.34
	A1>A3	4.01	1001	<.001	0.26
	A2=A3	-1.31	1005	.327	
RGES	A1>A2	3.37	996	.001	0.21
	A1>A3	4.06	1001	<.001	0.25
	A2=A3	0.81	1005	>.999	

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle B.14: Ergebnisse der MANOVAs zur Auswertung des Einflusses der Kontrollvariablen auf die Akzeptanz-Prädiktoren, Szenariobefragung

Effekt	Geschlecht			Alter			KM/Jahr			TA-EG		
	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
KV	2.25	.017	.01	3.44	<.001	.02	1.58	.056		15.57	<.001	.09
KV x Assistenz	1.12	.262		1.05	.386		<1			<1		
KV x Kontext	1.12	.292		1.01	.454		1.26	.068		1.02	.439	
KV x Kontext x Assistenz	1.20	.117		1.15	.114		1.05	.341		1.14	.117	

Effekt	KUT			REAL		
	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
KV	9.63	<.001	.06	19.89	<.001	.11
KV x Assistenz	1.22	.172		<1		
KV x Kontext	1.12	.225		1.33	.033	.01
KV x Kontext x Assistenz	1.13	.131		<1		

*Anmerkungen.* KV: Kontrollvariable. Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der jeweiligen Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie die Interaktionseffekte zwischen der jeweiligen Kontrollvariable, Assistenzart und Nutzungskontext. MANOVAs wurden mit den between-Faktoren Assistenzart, Nutzungskontext und der jeweiligen Kontrollvariable berechnet. Abhängige Variablen waren USF, EOU, CTR, TR, SN, RISK, AFF, DC und BI. KV: *df*=18 (Geschlecht *df*=9), KV x Assistenzart: *df*=36 (Geschlecht *df*=18), KV x Kontext: *df*=72 (Geschlecht *df*=36), KV x Kontext x Assistenz: *df*=144 (Geschlecht *df*=72).

Tabelle B.15: Einfluss der Technologieaffinität auf die Akzeptanzbewertung, Szenariobefragung

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		DC		BI	
	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE
G1	3.55	0.38	3.41	0.37	3.55	0.39	3.38	0.39	3.07	0.47	2.57	0.31	4.37	0.44	3.59	0.43	3.44	0.36
G2	3.87	0.38	3.77	0.37	3.89	0.38	3.68	0.38	3.31	0.47	2.32	0.31	4.79	0.44	3.77	0.43	3.88	0.36
G3	4.20	0.37	4.05	0.36	4.16	0.37	3.92	0.37	3.56	0.45	2.06	0.30	5.05	0.43	3.93	0.41	4.12	0.35
<b>Ergebnisse der ANOVAs für den between-Faktor Technologieaffinität <sup>a</sup></b>																		
	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$
	77.20	.10	75.88	.09	64.18	.08	49.56	.06	27.81	.04	67.92	.09	62.08	.08	15.75	.02	93.61	.11

*Anmerkungen.* G1: Vpn mit Technologieaffinität bis 3.37 ( $n = 385$ ); G2: Vpn mit Technologieaffinität zwischen 3.38 und 3.84 ( $n = 493$ ); G3: Vpn mit Technologieaffinität ab 3.84 ( $n = 526$ ); <sup>a</sup> hier dargestellt: Ergebnisse des Haupteffektes Technologieaffinität, alle Tests:  $df=2$ ,  $p<.001$ .

Tabelle B.16: Post-hoc Test zur Analyse des Einflusses der Technologieaffinität auf die Akzeptanzbewertung, Szenariobefragung

Prädiktor	Gruppe	t	df	p	$d_S$
USF	G1<G2	-5.86	976	<.001	0.37
	G1<G3	-12.08	1009	<.001	0.76
	G2<G3	-6.41	1017	<.001	0.42
EOU	G1<G2	-5.60	976	<.001	0.36
	G1<G3	-12.22	1009	<.001	0.77
	G2<G3	-6.60	1017	<.001	0.41
CTR	G1<G2	-6.12	976	<.001	0.39
	G1<G3	-10.99	1009	<.001	0.69
	G2<G3	-5.19	1017	<.001	0.33
TR	G1<G2	-5.51	976	<.001	0.36
	G1<G3	-9.60	1009	<.001	0.61
	G2<G3	-4.40	1017	<.001	0.23
SN	G1<G2	-3.61	976	.001	0.22
	G1<G3	-7.50	1009	<.001	0.47
	G2<G3	-3.96	1017	<.001	0.25
RISK	G1>G2	5.52	976	<.001	0.35
	G1>G3	11.28	1009	<.001	0.71
	G2>G3	6.11	1017	<.001	0.38
AFF	G1<G2	-6.44	976	<.001	0.41
	G1<G3	-10.44	1009	<.001	0.65
	G2<G3	-4.33	1017	<.001	0.27
DC	G1<G2	-3.10	976	.008	0.20
	G1<G3	-5.67	1009	<.001	0.36
	G2<G3	-2.65	1017	.031	0.17
BI	G1<G2	-8.58	976	<.001	0.55
	G1<G3	-12.93	1009	<.001	0.81
	G2<G3	-4.99	1017	<.001	0.31

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; G1: Vpn mit Technologieaffinität bis 3.37 ( $n = 385$ ); G2: Vpn mit Technologieaffinität zwischen 3.38 und 3.84 ( $n = 493$ ); G3: Vpn mit Technologieaffinität ab 3.84 ( $n = 526$ ).

Tabelle B.17: Analyse des Einflusses der empfundenen Szenariorealität auf die Akzeptanzbewertung, Szenariobefragung

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		BI	
	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE
G1	3.55	0.34	3.45	0.34	3.57	0.35	3.35	0.35	2.99	0.42	2.58	0.28	4.33	0.39	3.47	0.33
G2	3.88	0.38	3.72	0.38	3.88	0.39	3.69	0.39	3.29	0.47	2.32	0.31	4.72	0.43	3.82	0.36
G3	4.33	0.39	4.10	0.38	4.26	0.40	4.05	0.39	3.74	0.48	1.96	0.31	5.28	0.44	4.25	0.37

Ergebnisse der ANOVAs für den between-Faktor Realitätsurteil <sup>a</sup>																
	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$	F	$\eta_p^2$
	115.01	.14	81.70	.10	86.36	.11	87.12	.11	69.23	.09	111.53	.13	129.92	.15	125.88	.15

Anmerkungen. G1: Vpn mit einem Realitätsurteil bis 4.00 ( $n = 584$ ); G2: Vpn mit einem Realitätsurteil zwischen 4.01 und 5.00 ( $n = 466$ ); G3: Vpn mit einem Realitätsurteil ab 5.01 ( $n = 454$ ); <sup>a</sup> hier dargestellt: Ergebnisse des Haupteffektes Realitätsurteil, alle Tests:  $df=2$ ,  $p<.001$ , DC: n.s.

Tabelle B.18: Post-hoc Test zur Analyse des Einflusses der empfundenen Szenariorealität auf die Akzeptanzbewertung, Szenariobefragung

Prädiktor	Gruppe	t	df	p	$d_S$
USF	G1<G2	-6.12	1048	<.001	0.39
	G1<G3	-15.30	1036	<.001	0.98
	G2<G3	-9.14	918	<.001	0.60
EOU	G1<G2	-5.44	1048	<.001	0.33
	G1<G3	-12.80	1036	<.001	0.80
	G2<G3	-7.38	918	<.001	0.49
CTR	G1<G2	-5.64	1048	<.001	0.51
	G1<G3	-12.77	1036	<.001	0.81
	G2<G3	-7.44	918	<.001	0.49
TR	G1<G2	-6.44	1048	<.001	0.41
	G1<G3	-13.10	1036	<.001	0.84
	G2<G3	-6.93	918	<.001	0.46
SN	G1<G2	-4.71	1048	<.001	0.29
	G1<G3	-11.77	1036	<.001	0.74
	G2<G3	-6.96	918	<.001	0.46
RISK	G1>G2	6.15	1048	<.001	0.39
	G1>G3	14.68	1036	<.001	0.94
	G2>G3	9.06	918	<.001	0.60
AFF	G1<G2	-6.40	1048	<.001	0.39
	G1<G3	-15.99	1036	<.001	1.02
	G2<G3	-10.08	918	<.001	0.67
BI	G1<G2	-6.72	1048	<.001	0.42
	G1<G3	-15.92	1036	<.001	1.02
	G2<G3	-9.34	918	<.001	0.63

Anmerkungen. Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; G1: Vpn mit einem Realitätsurteil bis 4.00 ( $n = 584$ ); G2: Vpn mit einem Realitätsurteil zwischen 4.01 und 5.00 ( $n = 466$ ); G3: Vpn mit einem Realitätsurteil ab 5.01 ( $n = 454$ ).

## B.5 Zukunftsszenarien der ergänzenden Szenariobefragung

### Nutzungskontext I - Restaurantauswahl im Jahre 2020

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Ich fahre mit drei Freunden in meinem neuen PKW zu einem Konzertbesuch nach Hamburg. Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches mich beim sicheren und komfortablen Auswählen von Sonderzielen während der Fahrt unterstützen soll.

Die Fahrt auf der Landstraße ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Die Stimmung unter meinen Freunden ist gut. In etwa 20 Minuten werden wir die Stadtgrenze von Hamburg passieren. Während ich fahre, entscheiden wir, dass wir vor Beginn des Konzertes in drei Stunden in Hamburg noch Fisch essen gehen möchten. Da ich der Fahrer bin und meine Freunde die Entscheidung mir überlassen, wähle ich ein geeignetes Restaurant mit meinem neuen Navigationssystem aus.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl eines geeigneten Restaurants in Hamburg benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms kann ich anhand **zahlreicher Kriterien selbst einstellen**, welche Restaurants ausgefiltert werden sollen. So grenze ich die große Menge an Restaurants auf ein **überschaubares Maß** ein.

Zunächst überlege ich mir, welche Auswahlkriterien aktuell für mich relevant sind. Heute möchte ich nämlich nur fünf Fischrestaurants in Hamburg mit einem fairen Preis-Leistungs-Verhältnis und mindestens 80 Prozent Weiterempfehlungsrate angezeigt bekommen. Anschließend gebe ich, während ich mit 100 km/h über die Landstraße fahre, meine aktuellen Auswahlkriterien in mein Sonderzielprogramm ein. Dabei muss ich mich **gleichzeitig auf die Straße** und die **Bedienung** des Programms **konzentrieren**. Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, **wählt** das Sonderzielprogramm **fünf zutreffende Restaurants** aus und stellt mir diese in einer Liste auf meinem Navigationssystem dar. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Detailinformationen zu allen fünf Restaurants aus der Liste genauer an und wäge ab, welches das beste sein könnte. Dabei muss ich meine Geschwindigkeit drosseln, um nicht aus Versehen von meiner Fahrspur abzuweichen. Zuletzt binde ich das Restaurant, welches mir am besten gefällt, als Zwischenziel in meine Route ein. Meine Freunde sind mit meiner Entscheidung sehr zufrieden.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion meines neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim Auswählen eines Restaurants unterstützen, indem sie **meine aktuellen Bedürfnisse und Interessen automatisch ermittelt** und mir fünf geeignete Restaurants heraussucht. Hierzu muss ich lediglich kurz die Sonderzielart auswählen. Das

Einstellen von Auswahlkriterien bleibt mir dabei erspart, da die ISA aus meinem bisherigen Restaurant-Auswahlverhalten **lernt** und zusätzlich über Daten zu meiner aktuellen Situation verfügt. Anhand dessen **stellt** sie meine Auswahlkriterien **automatisch ein**. Ich kann solange **in Ruhe** und **ohne große Ablenkung** meinen PKW über die Landstraße steuern. Die ISA **erkennt von ganz allein**, dass ich heute Fisch essen gehen möchte und dass die Restaurants ein faires Preis-Leistungs-Verhältnis und mindestens 80 Prozent Weiterempfehlungsrate haben sollten. Anhand dieser Kriterien **filtert** sie mir **fünf geeignete Fischrestaurants** aus und zeigt mir diese in einer Liste an. Während ich fahre, überfliege ich die zusätzlichen Informationen zu den Restaurants. Eines davon gefällt mir auf Anhieb besonders gut, so dass ich es in meine Route integriere.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutze ich zum Auswählen des Restaurants den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur meine Bedürfnisse und Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt mir zudem **eigenständig** ein Restaurant, welches er nach meiner Einwilligung auch gleich ansteuert.

Da der Sonderziel-Guide nahezu eigenständig arbeitet, kann ich mich **ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren**. Das Einzige, was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Essen“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide **empfiehlt** mir dann **automatisch ein** für mich **besonders geeignetes Restaurant** und fragt mich, ob er dieses als Ziel in meine geplante Route übernehmen soll. Welches Restaurant gerade besonders geeignet für mich ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus meinem bisherigen Restaurant-Auswahlverhalten und aus den Daten meiner aktuellen Situation. Mit einem kurzen Blick auf die Zusatzinformationen der Empfehlung stelle ich fest, dass das Fischrestaurant genau meiner heutigen Vorstellung entspricht. Es liegt direkt an der Elbe, hat ein faires Preis-Leistungs-Verhältnis und eine Weiterempfehlungsrate von 91 %. Kurzerhand **gebe** ich dem Sonderziel-Guide die **Erlaubnis**, das Restaurant anzusteuern. Daraufhin **integriert** der Sonderziel-Guide **automatisch** das Restaurant **in meine Route** und beginnt, mir den **Weg dorthin zu zeigen**. Ich lenke unterdessen **entspannt** meinen PKW über die Landstraße und **freue mich** gemeinsam mit meinen Freunden auf das vielversprechende Restaurant.

### Nutzungskontext II - Tankstellenauswahl im Jahre 2020

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagvormittag im Frühjahr 2020. Ich fahre mit drei Freunden in meinem neuen PKW zu einem Messebesuch nach Köln. Mein PKW ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches mich beim sicheren und komfortablen Auswählen von Sonderzielen während der Fahrt unterstützen soll.

Die Fahrt auf der Autobahn ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Während ich fahre, stelle ich fest, dass ich innerhalb der nächsten 100 Kilometer tanken muss. Da ich der Fahrer bin, bediene ich auch mein neues Navigationssystem, um eine Tankstelle

auszuwählen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms kann ich anhand **zahlreicher Kriterien selbst einstellen**, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenze ich die Menge an verfügbaren Tankstellen in meinem Umkreis auf ein **überschaubares Maß** ein.

Während ich einhändig mit 120km/h über die Autobahn fahre, gebe ich gleichzeitig mit der anderen Hand die Auswahlkriterien für die Tankstellen ein. Da Tankstellen etwas abseits der Autobahn erfahrungsgemäß günstiger sind, bin ich bereit, dafür einen Umweg von fünf Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stelle ich ein, dass mein Sonderzielprogramm mir möglichst günstige Tankstellen entlang meiner Route mit einer Abweichung von fünf Kilometern heraussuchen soll. Weiterhin muss ich auch noch einstellen, dass die Tankstelle den benötigten Kraftstoff meines Fahrzeuges anbietet. Während ich die Einstellungen vornehme, muss ich **gleichzeitig auf das Verkehrs-geschehen und meine Eingaben** im Sonderzielprogramm **achten**. Das **erfordert viel Konzentration**. Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, **wählt** das Sonderzielprogramm **fünf zutreffende Tankstellen aus** und stellt mir diese in einer Liste auf meinem Navigationssystem dar. Um eine Entscheidung treffen zu können, schaue ich mir, während ich fahre, die Preisinformationen und die geographische Lage zu drei Tankstellen aus der Liste an. Dabei drossle ich leicht meine Geschwindigkeit, um nicht aus Versehen von meiner Fahrspur abzuweichen. Nach kurzem Abwägen entscheide ich mich für eine günstige Tankstelle unweit der nächsten Abfahrt. Zuletzt binde ich die Tankstelle als Zwischenziel in meine Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion meines neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim Auswählen einer Tankstelle unterstützen, indem sie **meine aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt** und mir fünf geeignete Tankstellen raussucht. Hierzu muss ich lediglich kurz die Sonderzielart auswählen. Das Einstellen von Auswahlkriterien bleibt mir dabei erspart, da die ISA, basierend auf Daten meines Fahrzeuges und auf meinem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten, die Kriterien **automatisch einstellt**. Ich kann unterdessen **in Ruhe und ohne große Ablenkung** meinen PKW steuern. Die ISA **erkennt von ganz allein**, welchen Kraftstoff mein Fahrzeug benötigt und wo sich das Fahrzeug gerade befindet. Aus meinem bisherigen Nutzungsverhalten hat sie bereits **gelernt**, dass ich günstige Tankstellen etwas abseits der Autobahn bevorzuge. Anhand dieser Kriterien **filtert** sie mir **fünf günstige Tankstellen** heraus und zeigt mir diese in einer Liste mit Detailinformationen an. Während ich fahre, überfliege ich schnell die zusätzlichen Informationen zu den ersten drei Tankstellen. Eine davon liegt unweit der nächsten Abfahrt, so dass ich diese einfach in meine

Route integriere.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutze ich zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur meine Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt mir zudem eigenständig eine geeignete Tankstelle, welche er nach meiner Einwilligung auch gleich ansteuert. Da der Sonderziel-Guide nahezu **eigenständig** arbeitet, kann ich mich **ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren**.

Das Einzige, was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Tanken“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide **empfiehlt** mir dann automatisch eine **passende Tankstelle** und fragt mich, ob er diese als Ziel in meine geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus Daten meines Fahrzeuges und aus meinem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Mit einem kurzen Blick auf die Preisinformationen zu der Empfehlung stelle ich fest, dass die Tankstelle genau meiner Vorstellung entspricht. Sie liegt zwar etwas abseits der Autobahn, ist dafür aber wesentlich günstiger als die Tankstelle, die ich gerade passiere. Kurzerhand **gebe** ich dem Sonderziel-Guide die **Erlaubnis**, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin **integriert** der Sonderziel-Guide automatisch die Tankstelle in **meine Route** und beginnt, mir den **Weg dorthin zu zeigen**. Ich lenke unterdessen **entspannt** meinen PKW über die Autobahn und **freue mich** gemeinsam mit meinen Freunden auf einen interessanten Messebesuch.

### Nutzungskontext III - Parkplatzauswahl im Jahre 2020

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist Samstagabend im Jahre 2020 und ich bin mit meinem neuen PKW unterwegs, diesmal zu einem Theaterbesuch in Bremen. Zwei meiner Freunde begleiten mich.

Da ich aufgrund eines längeren Verwandtenbesuchs eine halbe Stunde zu spät losgefahren bin, habe ich es jetzt extrem eilig! Bis zum Beginn der Vorstellung sind es nur noch fünfzehn Minuten! Zu allem Überfluss fährt vor mir ein PKW extrem langsam! In der ganzen Hektik haben meine Freunde und ich uns auch noch nicht um eine geeignete Parkmöglichkeit am Theater gekümmert. Daher möchte ich jetzt eine Parkmöglichkeit mit meinem neuen Navigationssystem auswählen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Parkmöglichkeit benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms kann ich anhand **zahlreicher Kriterien selbst einstellen**, welche Parkmöglichkeiten ausgefiltert werden sollen. So grenze ich die große Menge an Parkplätzen auf ein schnell zu **überschauendes Maß** ein.

Zunächst überlege ich mir rasch, welche Auswahlkriterien aktuell für mich relevant sind. Heute suche ich wegen der knappen Zeit bis zum Vorstellungsbeginn möglichst

günstige und freie Parkmöglichkeiten, die maximal 700 Meter vom Theater entfernt liegen. Anschließend gebe ich, während ich meinen PKW zügig durch den Stadtverkehr steuere, meine aktuellen Auswahlkriterien in das Sonderzielprogramm ein. Dabei muss ich mich **gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und die Bedienung** des Programms **konzentrieren**. Bis zum Vorstellungsbeginn sind es nur noch **sieben Minuten!** Ich muss mich beeilen! Nachdem ich alle Kriterien eingegeben habe, **wählt** das Sonderzielprogramm sofort **fünf zutreffende Parkmöglichkeiten aus** und zeigt mir diese in einer Liste mit Detailinformationen auf meinem Navigationssystem an. Da es nur noch sechs Minuten bis zum Vorstellungsbeginn sind, habe ich keine Zeit mehr noch großartig abzuwägen, welches die beste Parkmöglichkeit sein könnte. Ich entscheide mich daher unverzüglich für ein freies Parkhaus in unmittelbarer Nähe zum Theater und binde dieses in meine Route ein. Hoffentlich schaffe ich es noch rechtzeitig bis zum Vorstellungsbeginn!

*Adaptive Filterassistenz:* Eine Funktion meines neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistenz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim **zügigen Finden eines Parkplatzes** unterstützen, indem sie meine aktuellen Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf freie Parkmöglichkeiten herausucht. Hierzu muss ich lediglich schnell die Sonderzielart auswählen. Das Einstellen von Auswahlkriterien bleibt mir dabei erspart, da die ISA aus meinem bisherigen Auswahlverhalten **lernt** und zusätzlich über Daten zu meiner aktuellen Situation verfügt. Anhand dessen **stellt** sie sofort meine aktuellen Auswahlkriterien **automatisch ein**. Ich kann unterdessen **problemlos** meinen PKW durch den Stadtverkehr steuern. Die ISA **erkennt von ganz allein**, dass ich gleich einen Termin im Theater habe und sehr **knapp in der Zeit** bin. Sie stellt daher von selbst ein, mir möglichst günstige Parkmöglichkeiten in unmittelbarer Nähe zum Theater rauszusuchen. Anhand dieser Kriterien **filtert** sie mir **fünf freie Parkmöglichkeiten aus** und zeigt mir diese in einer Liste an. Schnell überfliege ich, während ich fahre, die zusätzlichen Informationen zu den ersten beiden Parkmöglichkeiten. Nach kurzem Abwägen entscheide ich mich für ein günstiges Parkhaus direkt neben dem Theater, welches ich in meine Route integriere. Bis zum Vorstellungsbeginn sind es noch **dreizehn Minuten!** Das wird knapp!

*Adaptive Delegationsassistenz:* Da es heute schnell gehen muss, benutze ich zum Auswählen der Parkmöglichkeit den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur meine Parkplatz-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt mir zudem **umgehend** eine Parkmöglichkeit, welche er nach meiner Einwilligung auch sofort ansteuert. Der Sonderziel-Guide **arbeitet sehr schnell** und nahezu **eigenständig**, so dass ich sofort eine geeignete Parkmöglichkeit finde, **ohne** dass ich **vom Fahrgeschehen abgelenkt** werde.

Das Einzige, was ich dafür tun muss, ist, schnell die Sonderzielart „Parken“ zu bestim-

men. Der Sonderziel-Guide **empfiehlt** mir dann umgehend **einen passenden Parkplatz** und fragt mich, ob er diesen als Ziel in meine geplante Route übernehmen soll. Welche Parkmöglichkeit gerade besonders geeignet für mich ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus den Daten meiner aktuellen Situation und aus meinem bisherigen Parkplatz-Auswahlverhalten. Ein kurzer Blick auf die Informationen zu der Empfehlung genügt mir, um festzustellen, dass die Parkmöglichkeit genau meinen derzeitigen Anforderungen entspricht. Sie liegt direkt neben dem Theater und ist preislich überraschend günstig. Kurzerhand **gebe** ich dem Sonderziel-Guide die **Erlaubnis**, die Parkmöglichkeit anzu-steuern. Daraufhin **integriert** der Sonderziel-Guide diese **automatisch in meine Route** und beginnt, mir den **Weg dorthin zu weisen**. Ich lenke unterdessen **entspannt** meinen PKW durch den Stadtverkehr und **freue mich** gemeinsam mit meinen Freunden auf die Theatervorstellung. Bis zum Vorstellungsbeginn sind es noch gut **vierzehn Minuten**.

#### **Nutzungskontext IV - Tankstellenauswahl im Jahre 2020**

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Draußen schneit es ununterbrochen. Es ist Sonntagabend im Jahre 2020 und ich befinde mich mit drei Freunden in meinem neuen PKW auf der Fahrt vom Frankfurter Flughafen nach Hause.

Auf der Autobahn, die ich gerade befahre, herrscht durch den Schneefall extrem schlechte Sicht und ich muss mich stark auf den Verkehr konzentrieren. Zudem befinde ich mich gerade in einer Baustelle mit einer verengten linken Fahrbahnseite. Während ich fahre, ertönt plötzlich ein Warnsignal und erscheint ein Symbol in meinem Cockpit, die mich darauf hinweisen, dass meine Tankfüllung nicht mehr ausreicht und ich innerhalb der nächsten 40 Kilometer eine Tankstelle ansteuern muss. Da ich der Fahrer bin, bediene ich auch mein neues Navigationssystem, um eine Tankstelle auszuwählen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutze ich das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms kann ich anhand **zahlreicher Kriterien selbst einstellen**, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenze ich mir in schwierigen Fahrsituationen die große Anzahl an verfügbaren Tankstellen auf ein **überschaubares Maß** ein.

Zunächst ändere ich in meinem Sonderzielprogramm die Kriterien zur Tankstellenauswahl, während ich zugleich mit 70 km/h meinen PKW durch den Schneesturm lenke. Dabei muss ich mich **gleichzeitig auf die Straße und die Bedienung** des Sonderzielprogramms **konzentrieren**. Ich suche heute wegen der schlechten Witterung eine günstige Tankstelle, die möglichst direkt an meiner noch zu fahrenden Route liegt und die natürlich den Kraftstoff meines Fahrzeuges anbietet. Noch während ich das letzte Kriterium eingebe, taucht plötzlich neben mir ein LKW aus dem Schneegestöber auf, der immer dichter an meinen neuen PKW steuert! Durch schnelles Ausweichen auf den Begrenzungstreifen versuche ich, eine Berührung mit dem LKW zu vermeiden. Unter-

dessen wählt das Sonderzielprogramm entsprechend meiner Eingaben **fünf zutreffende Tankstellen** aus und stellt mir diese in einer Liste auf meinem Navigationssystem dar. Nachdem der LKW an mir vorbei gefahren ist und ich mich von meinem Schrecken erholte habe, werfe ich einen Blick auf die Preisinformationen und die geographische Lage zu drei Tankstellen aus der Liste. Dabei muss ich meine Geschwindigkeit stark drosseln, um gleichzeitig das Verkehrsgeschehen überblicken zu können. Nach kurzem Abwägen entscheide ich mich für eine Tankstelle hinter der nächsten Raststätte. Zuletzt binde ich diese Tankstelle als Zwischenziel in meine Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion meines neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch ISA genannt wird. Sie soll mich beim Auswählen einer Tankstelle in schwierigen Fahrsituationen unterstützen, indem sie meine aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt und mir fünf geeignete Tankstellen herausucht. Hierzu muss ich lediglich die Sonderzielart auswählen. Das Einstellen von Auswahlkriterien bleibt mir erspart, da die ISA aus meinem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten **lernt** und zusätzlich über Daten zu meiner aktuellen Situation verfügt. Anhand dessen **stellt** sie die Auswahlkriterien **automatisch ein**. In der Zeit kann ich mich **vollständig auf den Verkehr konzentrieren** und bemerke, wie ein LKW aus dem Schneegestöber auftaucht, der sich bedenklich meinem Fahrzeug nähert! Durch rechtzeitiges Ausweichen auf den Begrenzungstreifen vermeide ich eine Berührung mit dem LKW. Die ISA arbeitet währenddessen weiter. Sie **erkennt allein**, welchen Kraftstoff mein Fahrzeug benötigt, das die **Witterung sehr schlecht** ist und es **sicherer** ist, keine großen Umwege zu fahren. Anhand dieser Kriterien **filtert** sie mir **fünf geeignete Tankstellen heraus** und zeigt mir diese in einer Liste an. Nachdem der LKW an mir vorbei gefahren ist, überfliege ich kurz die zusätzlichen Informationen zu den ersten beiden Tankstellen. Eine davon liegt direkt an der nächsten Raststätte, so dass ich diese sofort in meine Route integriere.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Aufgrund der extremen Witterung benutze ich heute zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur meine Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt mir zudem **eigenständig** eine Tankstelle, welche er nach meiner Einwilligung auch gleich ansteuert.

Das Einzige, was ich tun muss, ist, die Sonderzielart „Tanken“ auf meinem Navigationssystem auszuwählen. Da der Sonderziel-Guide nahezu eigenständig arbeitet, kann ich meine **Aufmerksamkeit ganz auf die schwierige Fahrsituation richten**. So sehe ich auch im Rückspiegel meines Wagens, dass sich auf der Nebenfahrbahn ein LKW schlingend nähert. Vorsichtshalber weiche ich leicht auf den Begrenzungstreifen aus. Der Sonderziel-Guide hat mir inzwischen **eine passende Tankstelle empfohlen** und fragt mich, ob er diese als Zwischenziel in meine geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus den Daten meiner

aktuellen Situation und aus meinem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Dabei **berücksichtigt** er auch die **aktuelle Witterung** und empfiehlt mir eine Tankstelle direkt an meiner Route, die ich ohne Umwege erreichen kann. Ein kurzer Blick auf die Informationen zu der Empfehlung genügt mir, um die Tankstelle als sehr geeignet zu erachten. Kurzerhand **gebe** ich dem Sonderziel-Guide die **Erlaubnis**, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin **integriert** der Sonderziel-Guide diese **automatisch in meine Route** und beginnt, mir den **Weg dorthin zu weisen**. Ich lenke unterdessen **konzentriert** meinen PKW durch das Schneegestöber und **freue mich**, schon bald **sicher** Zuhause anzukommen.

## B.6 Ergebnisse der ergänzenden Szenariobefragung

Tabelle B.19: Korrelation der Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, ergänzende Szenariobefragung

	USF	EOU	CTR	TR	SN	RISK	AFF	BI
USF		.457***	.512***	.476***	.220	-.404***	.527***	.422***
EOU			.271*	.267*	.089	-.279*	.247*	.183
CTR				.651***	.253*	-.551***	.526***	.340**
TR					.520***	-.646***	.501***	.453***
SN						-.187	.315*	.244
RISK							-.631***	-.471***
AFF								.543***
Cornbach $\alpha$	0.73	0.82	0.67	-	-	0.86	0.79	0.83

*Anmerkungen.* Korrelation nach Pearson; Signifikanzniveaus (2-seitig):\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle B.20: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse für die Kontrollvariablen, ergänzende Szenariobefragung

	DC	CT	TA-EG	REAL
Cornbach $\alpha$	.88	0.89	0.86	.54

Tabelle B.21: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung, ergänzende Szenariobefragung

	Assistenzart 1					Assistenzart 2					Assistenzart 3				
	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>
USF	1	4.67	-0.71	-0.25	.92***	1	5	-1.41	4.38	.88***	2.33	5	-0.48	-0.23	.95**
EOU	1	5	-0.11	-0.73	.96*	1	5	-1.49	4.36	.81***	2	5	-0.89	10.37	.81***
CTR	2	5	-1.14	1.00	.94**	1	5	-.75	-0.31	.89***	1	5	-0.02	-0.91	.94**
TR	2	5	-0.34	-0.03	.84***	2	5	-0.53	-0.22	.83***	2	5	-0.10	-0.36	.85***
SN	1	5	0.07	-0.45	.91***	1	5	-0.31	0.11	.88***	2	5	0.22	-0.16	.85***
RISK	1.17	4	0.48	0.00	.96	1	3.67	0.37	-0.35	.87	1.33	3.67	0.68	0.23	.95**
AFF	1	6	-0.19	-0.32	.97	1	5	-0.92	0.40	.94**	2	5	-0.40	-0.41	.95*
BI	1	5	-0.48	-0.34	.97	2	6	-0.68	0.82	.92***	2.33	6	-0.33	0.18	.96

Anmerkungen. *Min*: Minimum, *Max*: Maximum, *Sch*: Schiefe, *Ex*: Exzess, *SW*: Shapiro-Wilk-Test; <sup>a</sup> Signifikanzniveaus (2-seitig): \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle B.22: Deskriptive Statistik der einzelnen Risiko-Facetten, ergänzende Szenariobefragung

	RFUNK		RPSY		RTIME		RFIN		RPRIV		RGES	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
A1	2.64	0.72	2.67	1.01	2.84	1.03	2.37	0.79	1.92	0.82	2.52	0.96
A2	2.50	0.91	2.31	0.91	2.03	0.78	2.19	0.71	2.14	1.07	2.30	0.75
A3	2.66	0.78	2.33	0.98	2.00	0.71	2.33	0.67	2.11	0.93	2.12	0.77

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle B.23: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für die Risiko-Facetten, ergänzende Szenariobefragung

Facette	Assistenzart	t	p	d <sub>Z</sub>
RPYS	A1>A2	2.51	.044	0.51
	A1>A3	2.16	.105	
	A2=A3	-0.13	>.999	
RTIME	A1>A2	5.33	<.001	0.67
	A1>A3	6.13	<.001	0.77
	A2=A3	0.33	>.999	
RGES	A1>A2	2.86	.312	
	A1>A3	1.65	.017	0.21
	A2=A3	-1.79	.234	

Anmerkungen. Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle B.24: Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zur Prüfung des Einflusses des Nutzungskontextes auf das Ranking der Assistenzarten, ergänzende Szenariobefragung

Assistenzart	Kontext 1		Kontext 2		Kontext 3		Kontext 4		Kruskal-Wallis-Test <sup>a</sup>	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	$\chi^2$	p
A1	1.88	0.24	1.47	0.18	1.47	0.19	1.43	0.20	2.67	.446
A2	2.06	0.23	2.37	0.16	2.27	0.15	2.64	0.13	4.14	.247
A3	2.06	0.14	2.16	0.18	2.27	0.23	1.93	0.20	1.92	.590

Anmerkungen. Kontext 1: dynamische Auswahlkriterien; Kontext 2: konstante Auswahlkriterien; Kontext 3: hoher Zeitdruck; Kontext 4: hohe Nebenaufgabenschwierigkeit; A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; <sup>a</sup>  $df = 3$ .

Tabelle B.25: Ergebnisse der MANOVAs zur Auswertung des Einflusses der Kontrollvariablen auf die Akzeptanz-Prädiktoren, ergänzende Szenariobefragung

Effekt	Geschlecht			Alter			KM/Jahr			TA-EG		
	F	p	$\eta_p^2$	F	p	$\eta_p^2$	F	p	$\eta_p^2$	F	p	$\eta_p^2$
KV	2.40	.028	.28	1.59	.090		1.20	.284		1.99	.022	.26
KV x Assistenz	1.01	.465		2.44	.001	.54	<1			1.18	.275	
KV x Kontext	1.13	.275		1.03	.377		1.61	.010	.20	<1		
KV x Kontext x Assistenz	<1			1.24	.097		1.05	.373		<1		
	KUT			REAL			DC					
	F	p	$\eta_p^2$	F	p	$\eta_p^2$	F	p	$\eta_p^2$			
KV	1.25	.275		1.42	.149		1.26	.237				
KV x Assistenz	<1			<1			<1					
KV x Kontext	1.13	.275		1.03	.377		<1					
KV x Kontext x Assistenz	<1			<1			<1					

Anmerkungen. KV: Kontrollvariable; Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der jeweiligen Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie die Interaktionseffekte zwischen der jeweiligen Kontrollvariable, Assistenzart und Nutzungskontext; MANOVAs wurden mit dem within-Faktor Assistenzart sowie den between-Faktoren Nutzungskontext und der jeweiligen Kontrollvariable berechnet; Abhängige Variablen waren USF, EOU, CTR, TR, SN, RISK, AFF und BI; KV:  $df=16$  (Geschlecht  $df=8$ ), KV x Assistenzart:  $df=32$  (Geschlecht  $df=16$ ), KV x Kontext:  $df=48$  (Geschlecht  $df=24$ ), KV x Kontext x Assistenz:  $df=96$  (Geschlecht  $df=48$ ; Weiterführende ANOVAs für Alter und KM/Jahr zeigten keine signifikanten Interaktionseffekte.

Tabelle B.26: Deskriptive Statistik zum Einfluss der Technologieaffinität auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		BI	
	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE
G1	3.57	0.14	3.64	0.14	3.55	0.16	3.48	0.14	3.12	0.16	2.45	0.12	4.08	0.16	3.23	0.15
G2	3.89	0.12	3.83	0.13	3.47	0.15	3.37	0.12	3.10	0.15	2.45	0.11	4.34	0.14	3.65	0.13
G3	3.86	0.12	3.86	0.13	3.92	0.14	3.82	0.12	3.37	0.14	2.12	0.10	4.62	0.14	4.13	0.13

Anmerkungen. G1: Vpn mit Technologieaffinität bis 3.46 ( $n = 21$ ); G2: Vpn mit Technologieaffinität zwischen 3.47 und 3.91 ( $n = 22$ ); G3: Vpn mit Technologieaffinität ab 3.92 ( $n = 21$ ).

Tabelle B.27: Ergebnisse der ANOVAs zur Analyse des Einflusses des between-Faktors Technologieaffinität auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

Prädiktor	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
USF	1.85	.167	
EOU	<1		
CTR	2.66	.080	
TR	3.61	.034	.11
SN	1.07	.350	
RISK	3.23	.048	.11
AFF	3.40	.041	.11
BI	10.80	<.001	.27

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der ANOVAs für den between-Faktor Technologieaffinität. Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet; G1: Vpn mit Technologieaffinität bis 3.46 ( $n = 21$ ); G2: Vpn mit Technologieaffinität zwischen 3.47 und 3.91 ( $n = 22$ ); G3: Vpn mit Technologieaffinität ab 3.92 ( $n = 21$ );  $df = 2$ .

Tabelle B.28: Post-hoc Test zur Analyse des Einflusses der Technologieaffinität auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

Prädiktor	Gruppe	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>S</sub></i>
TR	G1=G2	1.32	41	>.999	
	G1=G3	-1.62	40	.211	
	G2<G3	-3.02	41	.038	0.93
RISK	G1=G2	-0.35	41	>.999	
	G1=G3	1.96	40	.119	
	G2=G3	2.40	41	.496	
AFF	G1=G2	-0.76	41	.665	
	G1<G3	-2.26	40	.037	0.69
	G2=G3	-1.83	41	.459	
BI	G1=G2	-1.87	41	.113	
	G1<G3	-5.39	40	<.001	1.66
	G2<G3	-3.56	41	.039	1.09

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; G1: Vpn mit Technologieaffinität bis 3.46 ( $n = 21$ ); G2: Vpn mit Technologieaffinität zwischen 3.47 und 3.91 ( $n = 22$ ); G3: Vpn mit Technologieaffinität ab 3.92 ( $n = 21$ ).

Tabelle B.29: Deskriptive Statistik zum Einfluss des Geschlechtes auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

	USF		EOU		CTR		TR		SN		RISK		AFF		BI	
	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	<i>M</i>	<i>SE</i>
w	3.60	0.11	3.76	0.12	3.52	0.14	3.50	0.12	3.22	0.14	2.46	0.10	4.34	0.14	3.37	0.13
m	3.90	0.08	3.84	0.09	3.72	0.10	3.65	0.09	3.26	0.10	2.23	0.07	4.38	0.10	3.83	0.10

*Anmerkungen.* Weiblich:  $n = 23$ ; männlich:  $n = 41$ .

Tabelle B.30: Ergebnisse der ANOVAs zur Analyse des Einflusses des between-Faktors Geschlecht auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

Prädiktor	$F$	$p$	$\eta^2$
USF	4.56	.037	.08
EOU	<1		
CTR	1.30	.259	
TR	<1		
SN	<1		
RISK	3.60	.063	
AFF	<1		
BI	7.91	.007	.12

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der ANOVAs für den between-Faktor Geschlecht für unabhängige Stichproben; Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet; weiblich:  $n = 23$ ; männlich:  $n = 41$ ;  $df = 1$ .

Tabelle B.31: Post-hoc Test zur Analyse des Geschlechtereinflusses auf die Akzeptanzbewertung, ergänzende Szenariobefragung

Prädiktor	Gruppe	$t$	$df$	$p$	$d_S$
USF	m>w	2.64	62	.010	0.50
BI	m=w	1.98	62	.053	

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben; m: männlich; w: weiblich.



# C Prototypen

## Adaptierbare Filterassistenz - „Sonderzielprogramm“

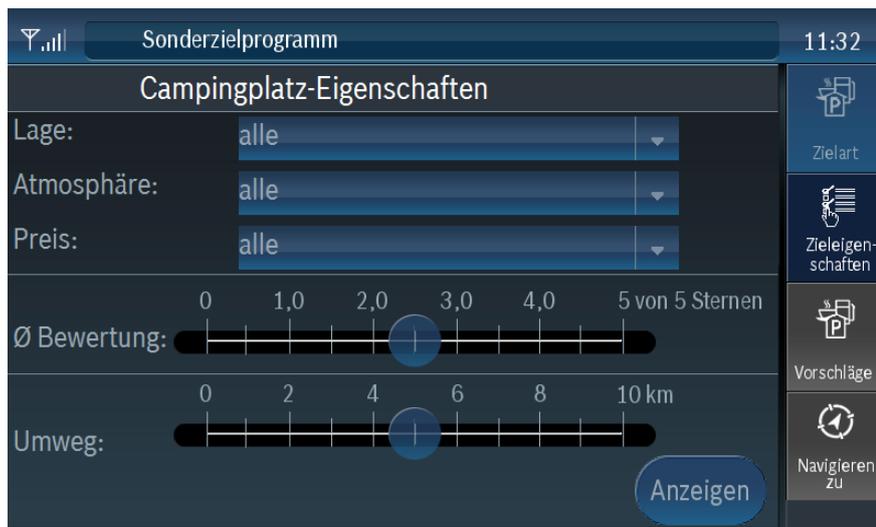


Abbildung C.1: Eingabe von Auswahlkriterien bei der adaptierbaren Filterassistenz

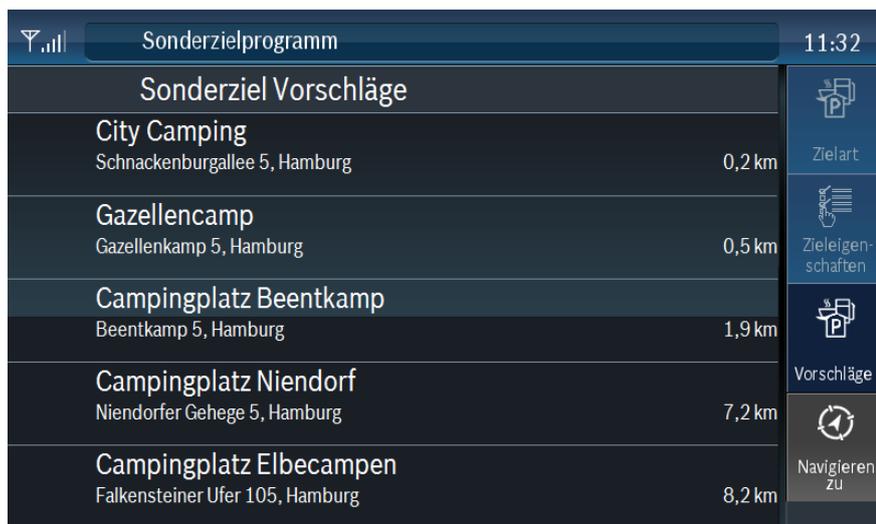


Abbildung C.2: Aufzistung von Sonderzielen bei der adaptierbaren Filterassistenz



Abbildung C.3: Detailansicht eines Sonderziels

#### Adaptive Filterassistenz - „Intelligente Sonderzielassistentz (INSA)“

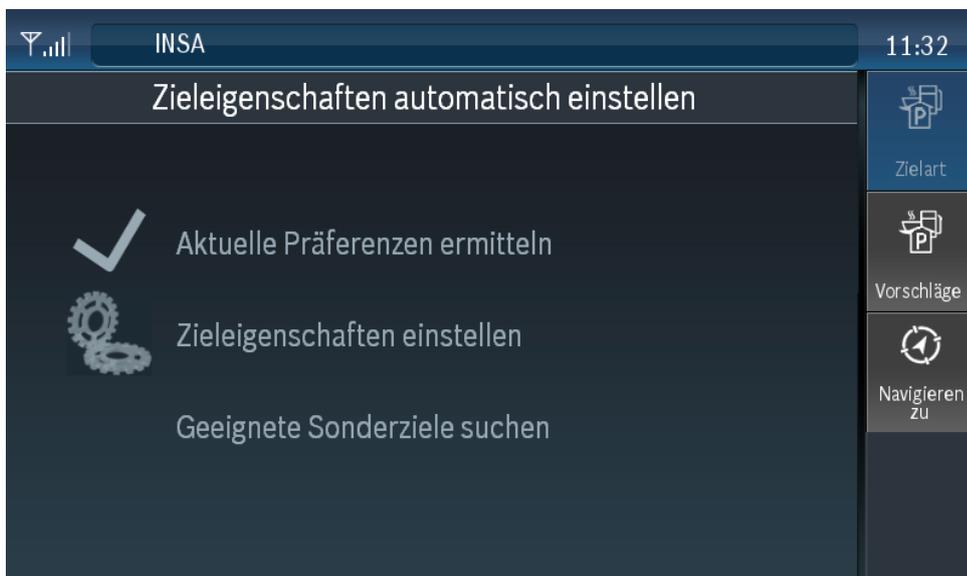


Abbildung C.4: Statusanzeige der adaptiven Assistenzarten



Abbildung C.5: Auflistung von Sonderzielen bei der adaptiven Filterassistentz

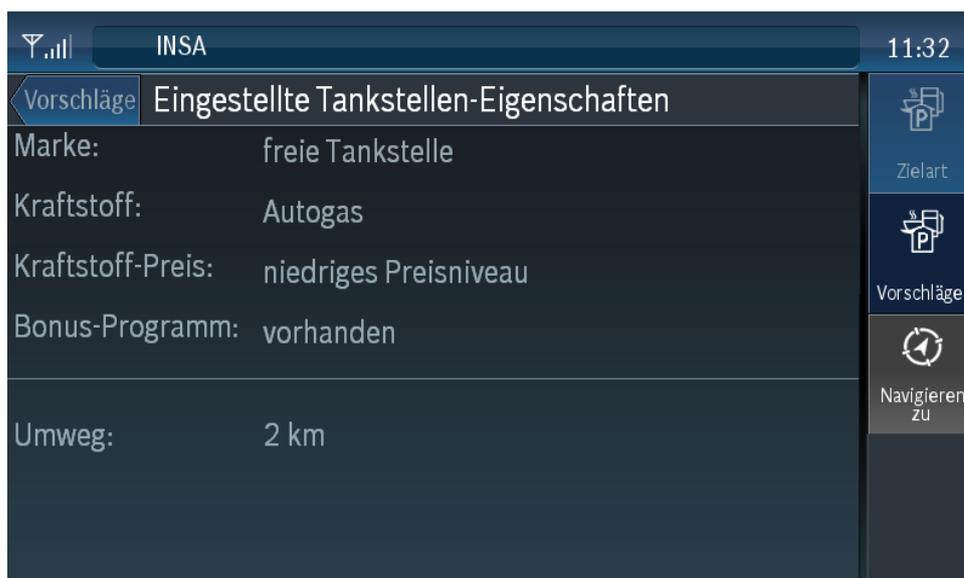


Abbildung C.6: Einsehbare Auswahlkriterien der adaptiven Assistenzarten

## Adaptive Delegationsassistentz - „Sonderziel-Guide“

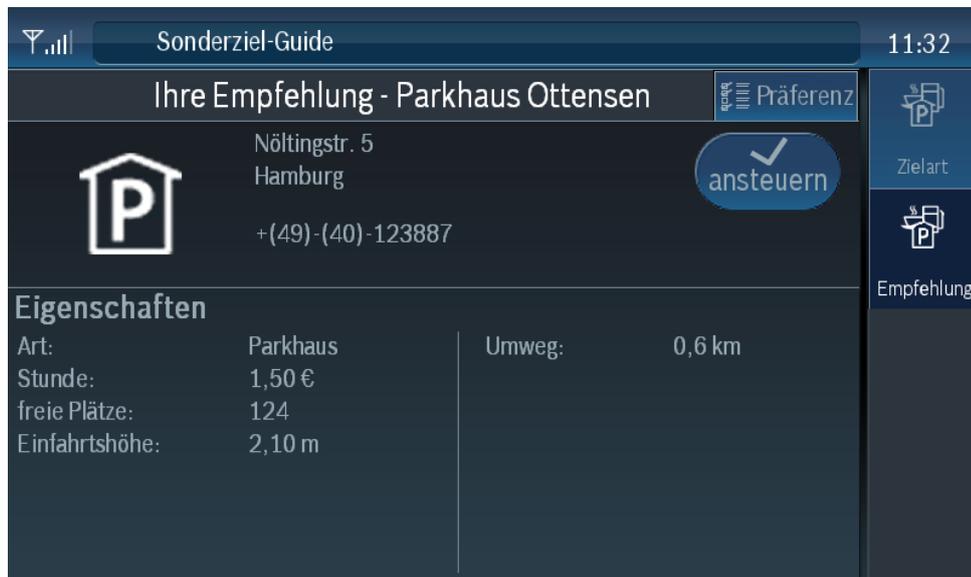


Abbildung C.7: Sonderzielempfehlung der Delegationsassistentz

# D Untersuchungen IV und V - Simulationsstudien

## D.1 Zukunftsszenarien der Simulationsstudien

### Nutzungskontext I: kein Zeitdruck, geringe Nebenaufgabenschwierigkeit

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Sie fahren gerade mit einem Mietwagen auf der A7 durch Hamburg. Ihr Ziel ist Strande, eine kleine Ortschaft bei Kiel, in der Sie Verwandte besuchen möchten. Ihr eigener Wagen steht leider in der Werkstatt, so dass Ihnen kostenlos ein brandneuer Mietwagen zur Verfügung gestellt wurde. Ihr Mietwagen ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches Sie beim sicheren und komfortablen Auswählen von Sonderzielen während der Fahrt unterstützen soll.

Die Fahrt auf der Autobahn ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Während Sie fahren, stellen sie fest, dass sie innerhalb der nächsten 100 Kilometer tanken müssen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutzen Sie das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms können Sie anhand zahlreicher Eigenschaften selbst einstellen, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenzen Sie die Menge an verfügbaren Tankstellen in ihrem Umkreis auf ein überschaubares Maß ein.

Während Sie einhändig mit 120km/h über die Autobahn fahren, geben Sie gleichzeitig mit der anderen Hand die Auswahlkriterien für die Tankstellen ein. Da Tankstellen etwas abseits der Autobahn erfahrungsgemäß günstiger sind, sind Sie bereit, dafür einen Umweg von zwei Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stellen Sie ein, dass Ihr Sonderzielprogramm Ihnen möglichst günstige Tankstellen entlang Ihrer Route mit einer Abweichung von zwei Kilometern heraussuchen soll. Weiterhin müssen Sie auch noch einstellen, dass die Tankstelle den benötigten Kraftstoff Ihres Fahrzeuges anbietet. Während Sie die Einstellungen vornehmen, müssen Sie gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und Ihre Eingaben im Sonderzielprogramm achten. Das erfordert viel Konzentration. Nachdem Sie alle Kriterien eingegeben haben, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Tankstellen aus und stellt Ihnen diese in einer Liste auf Ihrem Navigationssystem dar. Um eine Entscheidung treffen zu können, schauen Sie sich, während Sie fahren, die Preisinformationen und die geographische Lage zu drei Tankstellen aus der

Liste an. Nach kurzem Abwägen entscheiden Sie sich für eine günstige Tankstelle unweit der nächsten Abfahrt. Zuletzt binden Sie die Tankstelle als Zwischenziel in Ihre Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion Ihres neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch INSA genannt wird. Sie soll Sie beim Auswählen einer Tankstelle unterstützen, indem sie Ihre aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt und Ihnen fünf geeignete Tankstellen heraussucht. Hierzu müssen Sie lediglich kurz die Sonderzielart auswählen. Das Einstellen von Auswahlkriterien bleibt Ihnen dabei erspart, da die INSA, basierend auf Daten zu Ihrer aktuellen Situation und auf Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten, die Kriterien automatisch einstellt. Sie können unterdessen in Ruhe und ohne große Ablenkung Ihren PKW steuern. Die INSA erkennt von ganz allein, welchen Kraftstoff Ihr Fahrzeug benötigt und wo sich das Fahrzeug gerade befindet. Aus Ihrem bisherigen Nutzungsverhalten hat sie bereits gelernt, dass Sie günstige Tankstellen etwas abseits der Autobahn bevorzugen. Anhand dieser Kriterien filtert sie fünf günstige Tankstellen heraus und zeigt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen an. Während Sie fahren, überfliegen Sie schnell die zusätzlichen Informationen zu den ersten drei Tankstellen. Eine davon liegt unweit der nächsten Abfahrt, so dass Sie diese einfach in Ihre Route integrieren.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutzen Sie zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur Ihre Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt Ihnen zudem eigenständig eine geeignete Tankstelle, welche er nach Ihrer Einwilligung auch gleich ansteuert. Da der Sonderziel-Guide nahezu eigenständig arbeitet, können Sie sich ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren.

Das Einzige, was Sie tun müssen, ist, die Sonderzielart „Tanken“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide empfiehlt Ihnen dann automatisch eine passende Tankstelle und fragt Sie, ob er diese als Ziel in Ihre geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus Daten zu Ihrer aktuellen Situation und aus Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Mit einem kurzen Blick auf die Preisinformationen zu der Empfehlung stellen Sie fest, dass die Tankstelle genau Ihrer Vorstellung entspricht. Sie liegt zwar etwas abseits der Autobahn, ist dafür aber wesentlich günstiger als die Tankstelle, die Sie gerade passieren. Kurzerhand geben Sie dem Sonderziel-Guide die Erlaubnis, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin integriert der Sonderziel-Guide automatisch die Tankstelle in Ihre Route und beginnt, Ihnen den Weg dorthin zu zeigen. Sie lenken unterdessen entspannt Ihren PKW über die Autobahn.

## **Nutzungskontext II: Zeitdruck, geringe Nebenaufgabenschwierigkeit**

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Sie fahren gerade mit einem Mietwagen auf der A7

durch Hamburg. Ihr Ziel ist Strande, eine kleine Ortschaft bei Kiel, in der Sie Verwandte besuchen möchten. Ihr eigener Wagen steht in der Werkstatt, so dass Ihnen kostenlos ein brandneuer Mietwagen zur Verfügung gestellt wurde. Da der Mietwagen leider eine Stunde zu spät zugestellt wurde, haben Sie es jetzt extrem eilig! In der ganzen Hektik stellen Sie auch noch fest, dass sie innerhalb der nächsten 100 Kilometer tanken müssen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutzen Sie das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms können Sie anhand zahlreicher Eigenschaften selbst einstellen, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenzen Sie die Menge an verfügbaren Tankstellen in ihrem Umkreis auf ein überschaubares Maß ein.

Während Sie einhändig mit 120km/h über die Autobahn fahren, geben Sie gleichzeitig mit der anderen Hand die Auswahlkriterien für die Tankstellen ein. Da Sie knapp in der Zeit sind, sind Sie bereit, für eine Tankstelle einen Umweg von maximal zwei Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stellen Sie ein, dass Ihr Sonderzielprogramm Ihnen möglichst günstige Tankstellen entlang Ihrer Route mit einer Abweichung von zwei Kilometern herausuchen soll. Weiterhin müssen Sie auch noch einstellen, dass die Tankstelle den benötigten Kraftstoff Ihres Fahrzeuges anbietet. Während Sie die Einstellungen vornehmen, müssen Sie gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und Ihre Eingaben im Sonderzielprogramm achten. Das erfordert viel Konzentration und kostet wertvolle Zeit. Nachdem Sie alle Eigenschaften eingegeben haben, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Tankstellen aus und stellt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen dar. Sie entscheiden sich unverzüglich für eine Tankstelle in unmittelbarer Nähe und binden dieses in Ihre Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion Ihres neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch INSA genannt wird. Sie soll Sie beim zügigen Auswählen einer Tankstelle unterstützen, indem sie Ihre aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt und Ihnen fünf geeignete Tankstellen herausucht. Das Einstellen von Sonderzieleigenschaften bleibt Ihnen dabei erspart, da die INSA aus Ihrem bisherigen Auswahlverhalten lernt und zusätzlich über Daten zu Ihrer aktuellen Situation verfügt. Anhand dessen stellt sie sofort Ihre aktuellen Auswahlkriterien automatisch ein. Sie können unterdessen problemlos Ihren PKW steuern. Die INSA erkennt von ganz allein, dass Sie eine Verabredung mit Ihren Verwandten haben und knapp in der Zeit sind. Sie stellt daher von selbst ein, dass die Tankstelle maximal einen Umweg von zwei Kilometer erfordern darf. Anhand dieser Kriterien filtert sie umgehend fünf günstige Tankstellen heraus und zeigt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen an. Sie entscheiden sich unverzüglich für eine günstige Tankstelle in unmittelbarer Nähe, welche Sie in Ihre Route integrieren.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutzen Sie zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur Ihre Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt Ihnen zudem eigenständig eine geeignete Tankstelle, welche er nach Ihrer Einwilligung auch gleich ansteuert. Da der Sonderziel-Guide sehr schnell und nahezu eigenständig arbeitet, können Sie sich ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren.

Das Einzige, was Sie tun müssen, ist schnell die Sonderzielart „Tanken“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide empfiehlt Ihnen dann umgehend eine passende Tankstelle und fragt Sie, ob er diese als Ziel in Ihre geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus Daten zu Ihrer aktuellen Situation und aus Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Mit einem kurzen Blick auf die Detailinformationen zu der Empfehlung stellen Sie fest, dass die Tankstelle genau Ihrer Vorstellung entspricht. Sie ist schnell zu erreichen und ist wesentlich günstiger als die Tankstelle, die Sie gerade passieren. Kurzerhand geben Sie dem Sonderziel-Guide die Erlaubnis, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin integriert der Sonderziel-Guide automatisch die Tankstelle in Ihre Route und beginnt, Ihnen den Weg dorthin zu zeigen.

### **Nutzungskontext III: kein Zeitdruck, hohe Nebenaufgabenschwierigkeit**

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Sie fahren gerade mit einem Mietwagen auf der A7 durch Hamburg. Ihr Ziel ist Strande, eine kleine Ortschaft bei Kiel, in der Sie Verwandte besuchen möchten. Ihr eigener Wagen steht leider in der Werkstatt, so dass Ihnen kostenlos ein brandneuer Mietwagen zur Verfügung gestellt wurde. Ihr Mietwagen ist mit einem neuen Navigationssystem ausgestattet, welches Sie beim sicheren und komfortablen Auswählen von Sonderzielen während der Fahrt unterstützen soll.

Die Fahrt auf der Autobahn ist sehr entspannt, da kaum Verkehr herrscht. Während Sie fahren, stellen sie fest, dass sie innerhalb der nächsten 100 Kilometer tanken müssen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutzen Sie das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms können Sie anhand zahlreicher Eigenschaften selbst einstellen, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenzen Sie die Menge an verfügbaren Tankstellen in ihrem Umkreis auf ein überschaubares Maß ein.

Während Sie einhändig mit 120km/h über die Autobahn fahren, geben Sie gleichzeitig mit der anderen Hand die Auswahlkriterien für die Tankstellen ein. Da Tankstellen etwas abseits der Autobahn erfahrungsgemäß günstiger sind, sind Sie bereit, dafür einen Umweg von zwei Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stellen Sie ein, dass Ihr Sonderzielprogramm Ihnen möglichst günstige, freie Tankstellen entlang Ihrer Route mit einer Abweichung von zwei Kilometern heraussuchen soll. Weiterhin müssen Sie auch noch einstellen, dass die Tankstelle den benötigten Kraftstoff Ihres Fahrzeuges und

ein Bonusprogramm anbietet. Während Sie die Einstellungen vornehmen, müssen Sie gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und Ihre Eingaben im Sonderzielprogramm achten. Das erfordert viel Konzentration. Nachdem Sie alle Kriterien eingegeben haben, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Tankstellen aus und stellt Ihnen diese in einer Liste auf Ihrem Navigationssystem dar. Um eine Entscheidung treffen zu können, schauen Sie sich, während Sie fahren, die Preisinformationen und die geographische Lage zu drei Tankstellen aus der Liste an. Nach kurzem Abwägen entscheiden Sie sich für eine günstige Tankstelle unweit der nächsten Abfahrt. Zuletzt binden Sie die Tankstelle als Zwischenziel in Ihre Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion Ihres neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch INSA genannt wird. Sie soll Sie beim Auswählen einer Tankstelle unterstützen, indem sie Ihre aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt und Ihnen fünf geeignete Tankstellen heraussucht. Hierzu müssen Sie lediglich kurz die Sonderzielart auswählen. Das Einstellen von Auswahlkriterien bleibt Ihnen dabei erspart, da die INSA, basierend auf Daten Ihres Fahrzeuges und auf Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten, die Kriterien automatisch einstellt. Sie können unterdessen in Ruhe und ohne große Ablenkung Ihren PKW steuern. Die INSA erkennt von ganz allein, welchen Kraftstoff Ihr Fahrzeug benötigt und wo sich das Fahrzeug gerade befindet. Aus Ihrem bisherigen Nutzungsverhalten hat sie bereits gelernt, dass Sie günstige, freie Tankstellen, die ein Bonusprogramm anbieten und etwas abseits der Autobahn liegen, bevorzugen. Anhand dieser Kriterien filtert sie fünf günstige Tankstellen heraus und zeigt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen an. Während Sie fahren, überfliegen Sie schnell die zusätzlichen Informationen zu den ersten drei Tankstellen. Eine davon liegt unweit der nächsten Abfahrt, so dass Sie diese einfach in Ihre Route integrieren.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutzen Sie zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur Ihre Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt Ihnen zudem eigenständig eine geeignete Tankstelle, welche er nach Ihrer Einwilligung auch gleich ansteuert. Da der Sonderziel-Guide nahezu eigenständig arbeitet, können Sie sich ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren.

Das Einzige, was Sie tun müssen, ist, die Sonderzielart „Tanken“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide empfiehlt Ihnen dann automatisch eine passende Tankstelle und fragt Sie, ob er diese als Ziel in Ihre geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus Daten zu Ihrer aktuellen Situation und aus Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Mit einem kurzen Blick auf die Preisinformationen zu der Empfehlung stellen Sie fest, dass die Tankstelle genau Ihrer Vorstellung entspricht. Sie liegt in der Nähe der Autobahn, bietet Ihnen Kraftstoff sowie ein Bonusprogramm an und ist wesentlich günstiger als die Tankstelle, die Sie gerade

passieren. Kurzerhand geben Sie dem Sonderziel-Guide die Erlaubnis, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin integriert der Sonderziel-Guide automatisch die Tankstelle in Ihre Route und beginnt, Ihnen den Weg dorthin zu zeigen. Sie lenken unterdessen entspannt Ihren PKW über die Autobahn.

#### **Nutzungskontext IV: Zeitdruck, hohe Nebenaufgabenschwierigkeit**

*Bitte versuchen Sie, sich folgende Situation vorzustellen:* Es ist ein sonniger Samstagnachmittag im Frühjahr 2020. Sie fahren gerade mit einem Mietwagen auf der A7 durch Hamburg. Ihr Ziel ist Strande, eine kleine Ortschaft bei Kiel, in der Sie Verwandte besuchen möchten. Ihr eigener Wagen steht in der Werkstatt, so dass Ihnen kostenlos ein brandneuer Mietwagen zur Verfügung gestellt wurde. Da der Mietwagen leider eine Stunde zu spät zugestellt wurde, haben Sie es jetzt extrem eilig! In der ganzen Hektik, stellen Sie auch noch fest, dass sie innerhalb der nächsten 100 Kilometer tanken müssen.

*Adaptierbare Filterassistentz:* Für die Auswahl einer Tankstelle benutzen Sie das anpassbare Sonderzielprogramm. Mit Hilfe dieses Programms können Sie anhand zahlreicher Eigenschaften selbst einstellen, welche Tankstellen ausgefiltert werden sollen. So grenzen Sie die Menge an verfügbaren Tankstellen in ihrem Umkreis auf ein überschaubares Maß ein.

Während Sie einhändig mit 120km/h über die Autobahn fahren, geben Sie gleichzeitig mit der anderen Hand die Auswahlkriterien für die Tankstellen ein. Da Sie knapp in der Zeit sind, sind Sie bereit, für eine Tankstelle einen Umweg von maximal zwei Kilometern in Kauf zu nehmen. Dementsprechend stellen Sie ein, dass Ihr Sonderzielprogramm Ihnen möglichst günstige, freie Tankstellen entlang Ihrer Route mit einer Abweichung von zwei Kilometern herausuchen soll. Weiterhin müssen Sie auch noch einstellen, dass die Tankstelle den benötigten Kraftstoff Ihres Fahrzeuges und ein Bonusprogramm anbietet. Während Sie die Einstellungen vornehmen, müssen Sie gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und Ihre Eingaben im Sonderzielprogramm achten. Das erfordert viel Konzentration und kostet wertvolle Zeit. Nachdem Sie alle Eigenschaften eingegeben haben, wählt das Sonderzielprogramm fünf zutreffende Tankstellen aus und stellt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen dar. Sie entscheiden sich unverzüglich für eine Tankstelle in unmittelbarer Nähe und binden diese in Ihre Route ein.

*Adaptive Filterassistentz:* Eine Funktion Ihres neuen Navigationssystems ist die intelligente Sonderzielassistentz, die umgangssprachlich nur noch INSA genannt wird. Sie soll Sie beim zügigen Auswählen einer Tankstelle unterstützen, indem sie Ihre aktuellen Tankstellen-Präferenzen automatisch ermittelt und Ihnen fünf geeignete Tankstellen herausucht. Das Einstellen von Sonderzieleigenschaften bleibt Ihnen dabei erspart, da die INSA aus Ihrem bisherigen Auswahlverhalten lernt und zusätzlich über Daten zu Ihrer aktuellen Situation verfügt. Anhand dessen stellt sie sofort Ihre aktuellen Auswahlkrite-

rien automatisch ein. Sie können unterdessen problemlos Ihren PKW steuern. Die INSA erkennt von ganz allein, dass Sie eine Verabredung mit Ihren Verwandten haben und knapp in der Zeit sind. Aus Ihrem bisherigen Nutzungsverhalten hat sie bereits gelernt, dass Sie günstige, freie Tankstellen, die ein Bonusprogramm anbieten und etwas abseits der Autobahn liegen, bevorzugen. Sie stellt daher von selbst ein, dass die Tankstelle maximal einen Umweg von zwei Kilometern erfordern darf. Anhand dieser Kriterien filtert sie umgehend fünf günstige Tankstellen heraus und zeigt Ihnen diese in einer Liste mit Detailinformationen an. Sie entscheiden sich unverzüglich für eine günstige Tankstelle in unmittelbarer Nähe, welche Sie in Ihre Route integrieren.

*Adaptive Delegationsassistentz:* Heute benutzen Sie zum Auswählen der Tankstelle den selbstständigen Sonderziel-Guide. Er ermittelt nicht nur Ihre Tankstellen-Präferenzen voll automatisch, sondern empfiehlt Ihnen zudem eigenständig eine geeignete Tankstelle, welche er nach Ihrer Einwilligung auch gleich ansteuert. Da der Sonderziel-Guide sehr schnell und nahezu eigenständig arbeitet, können Sie sich ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren.

Das Einzige, was Sie tun müssen, ist, schnell die Sonderzielart „Tanken“ zu bestimmen. Der Sonderziel-Guide empfiehlt Ihnen dann umgehend eine passende Tankstelle und fragt Sie, ob er diese als Ziel in Ihre geplante Route übernehmen soll. Welche Tankstelle gerade geeignet ist, erkennt der Sonderziel-Guide aus Daten zu Ihrer aktuellen Situation und aus Ihrem bisherigen Tankstellen-Auswahlverhalten. Mit einem kurzen Blick auf die Detailinformationen zu der Empfehlung stellen Sie fest, dass die Tankstelle genau Ihrer Vorstellung entspricht. Sie ist schnell zu erreichen, bietet Ihren Kraftstoff sowie ein Bonusprogramm an und ist wesentlich günstiger als die Tankstelle, die Sie gerade passieren. Kurzerhand gebe Sie dem Sonderziel-Guide die Erlaubnis, die Tankstelle anzusteuern. Daraufhin integriert der Sonderziel-Guide automatisch die Tankstelle in Ihre Route und beginnt, Ihnen den Weg dorthin zu zeigen.

## D.2 Zusätzlich verwendete Fragebogen-Items in der Simulationsstudie

### Ihre erlebte Anstrengung

Je nach Stärke Ihrer gerade während der Aufgabe erlebten mentalen (= geistigen) Anstrengung, setzen Sie bitte ein Kreuz an entsprechender Stelle genau auf der Linie.

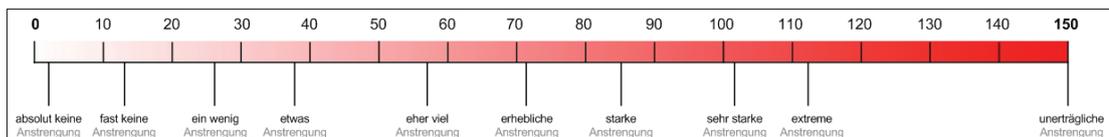


Abbildung D.1: Rating Scale Mental Effort (RSME) nach Nachtwei (2009)

Tabelle D.1: Items zur Erfassung von Strategie und Expertise in Experimenten (FESE-R) nach Nachtwei (2008)

Skala	Items
<b>Geschwindigkeitsorientierung<sup>a</sup></b>	
STRGS1	Ich teste gern meine Grenzen aus.
STRGS2	Wenn ich die Wahl hätte, würde ich eher ein Spiel wählen, bei dem der schnellere gewinnt.
STRGS3	Menschen, die mich kennen, würden mich als impulsiv beschreiben.
STRGS4	Um meine Ziele zu erreichen, scheue ich manchmal nicht vor dem Bruch von Konventionen zurück.
STRGS5	Ich handele nach der Devise „Man lebt nur einmal.“
STRGS6	Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenverkehr halte ich für übertrieben.
STRGS7	Ich bin ein Freund von schnellen Entscheidungen.
<b>Genauigkeitsorientierung<sup>a</sup></b>	
STRGN1r	Andere würden mich als besonnenen Menschen beschreiben.
STRGN2r	Wenn ich die Wahl hätte, würde ich eher eine Tätigkeit wählen, bei der es um Präzision geht.
STRGN3r	Bevor ich etwas beginne, plane ich sorgfältig.
STRGN4r	Ich würde mich als Menschen mit einem hohen Bedürfnis nach Sicherheit beschreiben.
STRGN5r	Ich arbeite lieber genau und liefere das Ergebnis dann entsprechend später ab.
STRGN6r	Ich vermeide Risiken, wenn dies möglich erscheint.
<b>Experiment</b>	
EXPEX1	Wie häufig haben Sie in den letzten 12 Monaten an Experimenten am Computer teilgenommen? (Antworten: gar nicht, 1-2 mal, 3-5 mal, mehr als 5 mal)
<b>Computer</b>	
EXPCO1	Wie viele Stunden verbringen Sie durchschnittlich pro Woche am Computer (privat + beruflich)? (Antworten: 0-10 Stunden, 11-20 Stunden, 21-30 Stunden, mehr als 30 Stunden)
EXPCO2	Wie vertraut ist Ihnen der Umgang mit der PC-Maus? (Antworten: sehr ungewohnt, ein wenig ungewohnt, komme zurecht, gehe routiniert damit um)
EXPCO3	Wie vertraut ist Ihnen der Umgang mit dem Joystick? (Antworten: sehr ungewohnt, ein wenig ungewohnt, komme zurecht, gehe routiniert damit um)
EXPCO4	Wie häufig spielen Sie Computerspiele? (Antworten: nie, weniger als 1 mal im Monat, 1-2 mal pro Woche, täglich)
<b>Fahrzeugführung</b>	
EXPPF1	Wie lange besitzen Sie den Führerschein? (Antworten: weniger als 2 Jahre, 2-5 Jahre, 6-10 Jahre, mehr als 10 Jahre, Falls kein Führerschein vorhanden, bitte hier ankreuzen)
EXPPF2	Wie würden Sie Ihre Fahrfähigkeit einschätzen? (Antworten: mäßig, durchschnittlich, gut, sehr gut, Falls kein Führerschein vorhanden, bitte hier ankreuzen)

Anmerkungen. <sup>a</sup> Vierstufige Likert-Skala: (1)trifft garnicht nicht zu, (2)trifft eher wenig zu, (3)trifft eher stark zu, (4)trifft sehr stark zu; r: umkodiert.

Tabelle D.2: Item zur Sonderzielakzeptanz

Skala	Item
S1BI	Stellen Sie sich jetzt vor, Sie würden in einer realen Nutzungssituation eine Tankstelle suchen. Wie wahrscheinlich wäre es, dass Sie die eben ausgewählte Tankstelle tatsächlich ansteuern?

*Anmerkungen.* Fünfstufige Likert-Skala: (1)sehr wahrscheinlich, (2)wahrscheinlich, (3)weder noch, (4)eher unwahrscheinlich, (5)sehr unwahrscheinlich; Die Formulierung des Items wurden hinsichtlich der jeweiligen Sonderzielart angepasst.

### D.3 Versuchsablauf der Simulationsstudie

Tabelle D.3: Permutation der Assistenzarten mit dem Lateinischen Quadrat, Simulationsstudie

	Gruppe		Reihenfolge der Tracks					
	1	2	Track 1	Track 2	Track 3	Track 4	Track 5	Track 6
Permutaion	1	2	Track 1	Track 2	Track 3	Track 4	Track 5	Track 6
pro	2	3	Track 6	Track 1	Track 2	Track 3	Track 4	Track 5
Nutzungs-	3	4	Track 5	Track 6	Track 1	Track 2	Track 3	Track 4
kontext	4	5	Track 4	Track 5	Track 6	Track 1	Track 2	Track 3
	5	6	Track 3	Track 4	Track 5	Track 6	Track 1	Track 2
	6		Track 2	Track 3	Track 4	Track 5	Track 6	Track 1

*Anmerkungen.* Permutation wurde in jedem der vier Nutzungskontexte durchgeführt. Pro Gruppe  $n = 2$  Vpn.

Tabelle D.4: Versuchsablauf der Simulationsstudie

Phase	Beschreibung	Aufzeichnungsmethode
0. Pre-Befragung	Erfassung von Alter, Geschlecht, KM/Jahr, Strategie und Expertise bis spätestens eine Stunde vor dem vereinbarten Termin	Online-Fragebogen
1. Einleitung	Einweisung der Vpn in Ablauf des Versuches und Hinweis auf Datenschutz	
2. Touchscreen Aufgabe	Einweisung in die Bedienung	
	Touchscreenaufgabe: Punkte anwählen	Log-Files
3. LCT-Fahrt	Touchscreenaufgabe: Regler einstellen	Log-Files
	Einweisung in die Bedienung der LCT-Simulation	
	Test der LCT-Simulation auf Track 1	
	Fahrt in der LCT-Simulation auf Track 2 (Baseline-Fahrt 1)	LCT
	Erfassung der subjektiven Beanspruchung bei Baseline-Fahrt 1	Papier-Fragebogen
4. Adaptierbare Filterassistenz (A1)	Vorlesen des Szenarios A1	
	Beschreibung der Benutzeroberfläche und testweise Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit Lautem Denken	Tonband
	Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit A1	Log-Files
	Erfassen der Sonderziel-Akzeptanz	Papier-Fragebogen
	Wiederholtes Lösen von Sonderzielauswahlaufgaben während der Fahrt in LCT-Simulation auf Track 3 (Fahrt-A1)	LCT, Log-Files
	Erfassung der subjektiven Beanspruchung bei Fahrt-A1	Papier-Fragebogen
	Erfassung der Akzeptanz zu A1	Online-Fragebogen
5. Adaptive Filterassistenz (A2)	Vorlesen des Szenarios A2	
	Beschreibung der Benutzeroberfläche und testweise Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit Lautem Denken	Tonband
	Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit A2	Log-Files
	Erfassen der Sonderziel-Akzeptanz	Papier-Fragebogen
	Wiederholtes Lösen von Sonderzielauswahlaufgaben während der Fahrt in LCT-Simulation auf Track 4 (Fahrt-A2)	LCT, Log-Files
	Erfassung der subjektiven Beanspruchung bei Fahrt-A2	Papier-Fragebogen
	Erfassung der Akzeptanz zu A2	Online-Fragebogen
6. Adaptive Delegationsassistenz (A3)	Vorlesen des Szenarios A3	
	Beschreibung der Benutzeroberfläche und testweise Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit Lautem Denken	Tonband
	Lösen einer Sonderzielauswahlaufgabe mit A3	Log-Files
	Erfassen der Sonderziel-Akzeptanz	Papier-Fragebogen
	Wiederholtes Lösen von Sonderzielauswahlaufgaben während der Fahrt in LCT-Simulation auf Track 5 (Fahrt-A3)	LCT, Log-Files
	Erfassung der subjektiven Beanspruchung bei Fahrt-A3	Papier-Fragebogen
	Erfassung der Akzeptanz zu A3	Online-Fragebogen
7. LCT-Fahrt	Fahrt in LCT-Simulation auf Track 6 (Baseline-Fahrt 2)	LCT
	Erfassung der subjektiven Beanspruchung bei Baseline-Fahrt 2	Papier-Fragebogen
8. Post-Befragung	Erfassung des Szenariorealismus	Online-Fragebogen
	Erfassung des Gesamturteils zu den drei Assistenzarten	Online-Fragebogen
	Erfassung der bevorzugten Anordnung der Auswahlkriterien	Online-Fragebogen

*Anmerkungen.* Die Phasen vier bis sechs sowie die Reihenfolge der Tracks wurden entsprechend der beschriebenen Permutationen variiert.

## D.4 Ergebnisse der Simulationsstudie

Tabelle D.5: Korrelation der Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, Simulationsstudie

	USF	EOU	CTR	TR	SN	RISK	AFF	BI
USF		.530***	.480***	.404**	.513***	-.489***	.550***	.586***
EOU			.097	.407**	.286*	-.361*	.262	.395**
CTR				.551***	.557***	-.483**	.289*	.323*
TR					.498***	-.562***	.287*	.502***
SN						-.610***	.510***	.516***
RISK							-.451***	-.556***
AFF								.5020***
Cornbach $\alpha$	0.75	0.86	0.75	-	-	0.88	0.86	0.81

Anmerkungen. Korrelation nach Pearson; Signifikanzniveaus (2-seitig):\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.6: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse für die Kontrollvariablen, Simulationsstudie

	DC	REAL	STRGS	STRGN
Cornbach $\alpha$	.86	.59	.66	.52

Tabelle D.7: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung der Akzeptanz-Prädiktoren, Simulationsstudie

	Assistenzart 1					Assistenzart 2					Assistenzart 3				
	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>
USF	1.33	5	-0.72	0.05	.94*	2	5	-1.18	1.61	.87***	1.67	4.67	-1.60	3.83	.85***
EOU	1.67	5	-0.76	0.42	.91***	1.67	5	-1.34	2.63	.86***	3	5	-0.50	0.51	.85***
CTR	1.5	5	-1.05	0.80	.88***	1.5	5	-0.48	-0.96	.89***	1	4.5	0.61	-0.65	.90**
TR	2	5	-1.0	1.45	.73***	1	5	-1.13	1.61	.78***	1	5	-0.81	0.64	.83**
SN	1	4	-0.49	-0.07	.86***	1	5	-0.15	-0.39	.89***	1	5	-0.18	0.01	.90***
RISK	1	3.83	0.17	-0.03	.98	1.14	4	0.19	0.18	.98	1.5	4.5	0.61	0.54	.96
AFF	1.33	6	-0.27	-0.24	.97	2	6	-0.88	1.02	.90**	1.67	6	-0.61	0.29	.96
BI	1.5	5	-0.69	0.67	.94*	2.25	5	-0.52	-0.30	.95*	1.5	5	-0.52	-0.05	.96

Anmerkungen. Min: Minimum, Max: Maximum, Sch: Schiefe, Ex: Exzess, SW: Shapiro-Wilk-Test; <sup>a</sup> Signifikanzniveaus (2-seitig):\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.8: Korrelation der Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie

	AZAUF	MSCHR	MZEIT
AZAUF		-.409**	-.848***
MSCHR			.334*

Anmerkungen. AZAUF: Anzahl gelöster Aufgaben; MSCHR: mittlere Anzahl an Bedienschritten pro Aufgabe; MZEIT: mittlere Bearbeitungszeit pro Aufgabe; Korrelation nach Pearson; Signifikanzniveaus (2-seitig):\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.9: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung der Spurbabweichung, der subjektiven Beanspruchung und der Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie

	Assistenzart 1					Assistenzart 2					Assistenzart 3				
	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>
MDEV	0.51	3.84	2.52	10.00	.78***	.46	1.47	0.43	-0.61	.96	0.44	1.80	1.26	1.74	.90***
MBEAN	38	114	-0.29	-0.91	.93**	13	102	0.13	-0.48	.95	13	112	0.59	0.05	.94*
AZAUF	1	5	0.18	-0.84	.89***	1	7	0.11	-0.63	.95*	1	9	-0.29	-0.09	.96
MSCHR	11	17	0.15	-0.96	.93**	5	10.33	1.93	3.21	.71***	3	6.50	2.49	7.47	.64***
MZEIT	21	136	1.56	2.31	.84***	12.57	132	2.63	9.42	.75***	10.11	71	2.04	4.73	.78***

	Baseline-Fahrt 1					Baseline-Fahrt 2				
	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>	Min	Max	Sch	Ex	SW <sup>a</sup>
MDEV	0.24	1.02	1.15	2.25	.93**	0.23	0.73	0.63	0.28	.96
MBEAN	3	85	0.32	-0.66	.94*	3	50	0.75	-0.17	.89***

Anmerkungen. *Min*: Minimum, *Max*: Maximum, *Sch*: Schiefe, *Ex*: Exzess, *SW*: Shapiro-Wilk-Test; MDEV: mittlere Spurbabweichung; MBEAN: mittlere subjektive Beanspruchung; AZAUF: Anzahl gelöster Aufgaben; MSCHR: mittlere Anzahl an Bedienschritten pro Aufgabe; MZEIT: mittlere Bearbeitungszeit pro Aufgabe; <sup>a</sup> Signifikanzniveaus (2-seitig): \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.10: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Assistenzart der Akzeptanz-Prädiktoren, Simulationsstudie

Prädiktor	Assistenzart	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
USF	A1<A2	-3.83	<.001	0.55
	A1<A3	-2.97	.017	0.43
	A2=A3	0.56	>.999	
EOU	A1<A2	3.08	.010	0.44
	A1<A3	6.03	<.001	0.87
	A2=A3	-2.44	.052	
CTR	A1>A2	8.62	<.001	1.24
	A1>A3	3.74	<.001	0.54
	A2>A3	6.75	<.001	0.97
RISK	A1=A2	-0.31	>.999	
	A1<A3	-2.82	.023	0.41
	A2<A3	-3.33	.007	0.48
AFF	A1<A2	-3.45	.003	0.50
	A1=A3	-1.77	.246	
	A2=A3	-0.79	.999	
BI	A1=A2	-1.40	.537	
	A1=A3	1.28	.635	
	A2>A3	-3.69	<.002	0.53

Anmerkungen. Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet;  $df=47$ ; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle D.11: Deskriptive Statistik der einzelnen Risiko-Facetten, Simulationsstudie

	RFUNK		RPSY		RTIME		RFIN		RPRIV		RGES	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	<i>M</i>	<i>SD</i>
A1	2.42	0.77	2.44	0.99	2.40	0.79	2.29	0.82	2.10	1.04	3.19	1.16
A2	2.77	0.83	2.58	1.05	2.02	0.73	2.44	0.92	2.65	1.23	2.75	0.76
A3	3.08	0.92	2.79	0.90	2.00	0.80	2.67	1.12	2.81	1.38	2.52	0.99

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle D.12: Ergebnisse ANOVAs zur Analyse des Einflusses der Assistenzarten auf die Risiko-Facetten, Simulationsstudie

Prädiktor	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
RFUNK	12.35	1.93	<.001	.21
RPSY	2.96	1.97	.056	
RTIME	6.74	1.74	.003	.13
RFIN	3.56	2.00	.032	.07
RPRIV	11.43	1.67	<.001	.20
RGES	9.19	1.85	<.001	.16

*Anmerkungen.* Tabelle stellt Ergebnisse von sechs einfaktoriellen ANOVAs für den Faktor Assistenzart dar. Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet.

Tabelle D.13: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für die Risiko-Facetten, Simulationsstudie

Facette	Assistenzart	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
RFUNK	A1<A2	-2.76	.024	0.40
	A1<A3	-4.54	<.001	0.66
	A2=A3	-2.46	.052	
RTIME	A1>A2	2.65	.033	0.38
	A1>A3	3.35	.005	0.48
	A2=A3	0.21	>.999	
RFIN	A1=A2	2.10	.038	
	A1<A3	-2.59	.038	0.37
	A2=A3	-1.63	.328	
RPRIV	A1<A2	-2.59	.010	0.44
	A1<A3	-3.08	<.001	0.62
	A2=A3	-1.43	.478	
RGES	A1>A2	4.21	.049	0.61
	A1>A3	2.49	<.001	0.36
	A2=A3	-1.67	.305	

*Anmerkungen.* Tabelle enthält Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; Effektstärken wurden lediglich für signifikante Effekte berechnet; *df*=47; A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle D.14: Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests zur Prüfung des Einflusses des Nutzungskontextes auf das Ranking der Assistenzarten, Simulationsstudie

Assistenzart	Kontext 1		Kontext 2		Kontext 3		Kontext 4		Kruskal-Wallis-Test <sup>a</sup>	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	$\chi^2$	p
A1	1.67	0.22	1.58	0.26	1.45	0.16	1.67	0.26	0.37	.946
A2	2.42	0.19	2.17	0.17	2.82	0.12	2.42	0.19	7.07	.070
A3	1.92	0.26	2.25	0.25	1.73	0.24	1.92	0.22	2.34	.505

*Anmerkungen.* Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; <sup>a</sup>  $df = 3$ .

Tabelle D.15: Ergebnisse zur Analyse der Akzeptanz verschiedener Sonderzielarten, Simulationsstudie

Kontext	Parkhaus		Grandhotel		Fischrestaurant	
	M	SD	M	SD	M	SD
1	4.42	1.24	4.08	1.00	3.917	1.00
2	4.58	1.16	3.92	1.24	4.25	0.97
3	4.67	0.49	4.17	1.19	3.58	1.31
4	4.50	1.00	4.00	0.95	3.67	1.37
Gesamt	4.54	0.99	4.04	1.07	3.85	1.17

**Ergebnisse ANOVA mit within-Faktor Sonderzielart und between-Faktor Nutzungskontext**

Sonderzielart:  $F(1.99, 95.83)=5.57, p=.005, \eta^2 = .11$

Kontext:  $F < 1$

Interaktion:  $F < 1$

**Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für Faktor Sonderzielart**

Parkhaus > Fischrestaurant:  $t(47)=3.23, p=.008, d_Z=0.47$

Parkhaus = Grandhotel:  $t(47)=2.50, p=.058$

Fischrestaurant = Grandhotel:  $t(47)=0.69, p>.999$

*Anmerkungen.* Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Tabelle D.16: Ergebnisse zur Analyse der Spurbabweichung pro Aufgabe, Simulationsstudie

Kontext	Fahrt-A1		Fahrt-A2		Fahrt-A3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	0.44	0.17	0.34	0.21	0.27	0.27
2	0.40	0.16	0.17	0.07	0.13	0.05
3	0.66	0.53	0.28	0.14	0.18	0.09
4	0.66	1.02	0.19	0.08	0.18	0.14
Gesamt	0.54	0.58	0.25	0.15	0.19	0.17

**Ergebnisse ANOVA mit within-Faktor Fahrt und between-Faktor Nutzungskontext**  
 Fahrt:  $F(1.07, 47.17) = 17.13, p < .001, \eta^2 = .27$   
 Kontext:  $F < 1$   
 Interaktion:  $F(3.22, 47.17) = 1.01, p = .401$

**Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für Faktor Fahrt**  
 A1>A2: ( $t(47) = 3.65, p = .002, d_Z = 0.53$ )  
 A1>A3: ( $t(47) = 4.70, p < .001, d_Z = 0.68$ )  
 A2>A3: ( $t(47) = 3.00, p = .014, d_Z = 0.43$ )

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Tabelle D.17: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Spurbabweichung errechnet mit dem normativen Modell, Simulationsstudie

Baseline 1		Baseline 2		A1-Fahrt		A2-Fahrt		A3-Fahrt	
<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1.09	0.27	1.10	0.29	1.68	0.56	1.45	0.38	1.41	0.34

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle D.18: Ergebnisse zur Analyse der subjektiven Beanspruchung pro Aufgabe, Simulationsstudie

Kontext	Fahrt-A1		Fahrt-A2		Fahrt-A3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	33.40	13.95	22.39	14.18	18.36	19.60
2	28.88	9.08	13.66	4.38	9.00	3.66
3	46.19	23.32	17.67	7.49	11.08	5.47
4	35.39	18.82	14.53	7.05	11.00	4.14
Gesamt	35.97	17.79	17.06	9.39	12.35	10.82

**Ergebnisse einer ANOVA mit within-Faktor Fahrt und between-Faktor Nutzungskontext**  
 Fahrt:  $F(1.57, 68.85) = 65.41, p < .001, \eta^2 = .56$   
 Kontext:  $F(3, 44) = 1.97, p = .133$   
 Interaktion:  $F(4.69, 68.85) = 2.32, p = .057$

**Ergebnisse von Bonferroni-korrigierte post-hoc Tests für den Faktor Fahrt**  
 A1>A2: ( $t(47) = 7.30, p < .001, d_Z = 1.05$ )  
 A1>A3: ( $t(47) = 9.15, p < .001, d_Z = 1.32$ )  
 A2>A3: ( $t(47) = 3.21, p = .009, d_Z = 0.46$ )

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Tabelle D.19: Signifikante Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Assistenzart der Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie

		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
Anzahl Schritte	A1>A2	-3.83	<.001	3.46
	A1>A3	36.07	<.001	5.21
	A2>A3	13.03	<.001	1.88
Bearbeitungszeit	A1>A2	8.55	<.001	1.23
	A1>A3	11.98	<.001	1.73
	A2>A3	5.54	<.001	0.80
Anzahl Aufgaben	A1<A2	9.032	<.001	1.30
	A1<A3	16.09	<.001	2.32
	A2<A3	6.24	<.001	0.90

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenz; A2: adaptive Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; *df*=47.

Tabelle D.20: Signifikante Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für die Faktoren Assistenzart und Nutzungskontext der Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie

		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>S</sub></i>
Anzahl Schritte	Kontext1<Kontext3	2.74	.006	1.12
	Kontext2<Kontext3	6.49	<.001	2.65
	Kontext2<Kontext4	8.02	<.001	3.28
Bearbeitungszeit	Kontext1>Kontext2	3.11	.006	1.27
	Kontext1<Kontext4	2.72	.015	1.11
Anzahl Aufgaben	Kontext1<Kontext2	3.54	<.001	1.44
	Kontext1<Kontext4	2.65	.025	1.08
	Kontext2>Kontext3	5.50	<.001	2.25
	Kontext4<Kontext3	4.36	.006	1.78

*Anmerkungen.* Kontext 1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; Kontext 3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; Kontext 4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; *df*=22.

Tabelle D.21: Status-Übergangsdiagramm mit durchschnittlichen Bearbeitungszeiten pro Schritt für die einzelnen Assistenzarten, Simulationsstudie

System-Status	Bedienschnitt	Bedienzeit pro Assistenzart [s]					
		A1		A2		A3	
		M	SD	M	SD	M	SD
Start-Ansicht	„Start“-Button drücken <sup>a</sup>						
Kategorien-Liste	„Essen & Trinken“ wählen	4.04	4.19	6.40	5.64	5.56	7.72
Subkategorien-Liste	„Restaurant“ wählen	3.40	3.55	4.25	2.82	3.25	2.73
Auswahlkriterien-Ansicht	„Art der Lokalität“ wählen	6.76	5.45				
	„Fischrestaurant“ einstellen	2.46	2.41				
Art der Lokalität eingestellt	„Art der Küche“ wählen	6.00	4.36				
	„deutsch“ wählen	2.63	2.46				
Art der Küche eingestellt	Regler auf 4,5 schieben	14.42	10.21				
Bewertung eingestellt	„Anzeigen“-Button drücken	k.A.					
Sonderziel-Liste	beliebiges Sonderziel wählen	6.37	10.10	7.24	6.68		
Detail-Ansicht zu Sonderziel	„navigiere zu“-Button drücken <sup>b</sup>	5.25	5.06	6.15	5.90	7.71	7.06
Sonderziel in Route	„Route berechnen“-Button drücken	3.54	3.64	3.98	3.54		
erste Navigationsanweisung							

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; <sup>a</sup>Bedienschnitt dient dem Beginn der Aufzeichnung und als „Einstieg“ in die Aufgabe; <sup>b</sup>bei A3 „ansteuern“-Button drücken; aufgrund eines Aufzeichnungsfehlers liegen zum Schritt „Anzeigen“-Button drücken keine Angaben vor.

Tabelle D.22: Ergebnisse der Analyse zur Anzahl Vpn, die Präferenzen über Präferenz-Button kontrolliert haben, Simulationsstudie

Präferenzen kontrolliert	A2 ohne LCT-Fahrt		Fahrt-A2		A3 ohne LCT-Fahrt		Fahrt-A3	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
	25	23	11	37	14	34	4	44
<b>Ergebnisse McNemar-Tests mit exaktem Test (zweiseitig)</b>								
A2 ohne LCT-Fahrt > Fahrt-A2: $p = .001$ , $w = .78$								
A3 ohne LCT-Fahrt > Fahrt-A3: $p = .013$ , $w = .71$								
A2 ohne LCT-Fahrt > A3 ohne LCT-Fahrt: $p = .043$ , $w = .44$								
Fahrt-A2 = Fahrt-A2: $p = .092$								

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Weiterhin zeigten exakte Test nach Fisher keinen Einfluss des Nutzungskontextes.

Tabelle D.23: Ergebnisse der Analyse zur Anzahl Vpn, die Sonderziele miteinander verglichen haben, Simulationsstudie

Sonderziele verglichen	A1 ohne LCT-Fahrt		Fahrt-A1		A2 ohne LCT-Fahrt		Fahrt-A2	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
	7	41	1	47	12	36	4	44

**Signifikante Ergebnisse der McNemar-Tests mit exaktem Test (zweiseitig)**  
A1 ohne LCT-Fahrt > Fahrt-A1:  $p = .031$ ,  $w = 1.00$   
A1 ohne LCT-Fahrt = A2 ohne LCT-Fahrt:  $p = .227$   
Fahrt-A1 = Fahrt-A2:  $p = .250$

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; Weiterhin zeigten exakte Test nach Fisher keinen Einfluss des Nutzungskontextes.

Tabelle D.24: Ergebnisse der Analyse zur Häufigkeit mit der Vpn Sonderziele an bestimmter Position in der Auflistung gewählt haben, Simulationsstudie

Position in Liste	Fahrt-A1				Fahrt-A2			
	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
1. Sonderziel	10	10	7	8	10	10	8	10
2. Sonderziel	2	0	3	1	0	2	1	1
3. Sonderziel	0	1	1	1	0	0	2	1
4. Sonderziel	0	0	1	0	1	0	1	0
5. Sonderziel	0	1	0	2	1	0	0	0

**Ergebnisse  $\chi^2$ -Tests mit exakter Signifikanz**

Unterschiede zwischen Position des gewählten Sonderziels bei A1:  $\chi^2(4, N = 48) = 85.33$ ,  $p < .001$ ,  $w = 1.48$

Unterschiede zwischen Position des gewählten Sonderziels bei A2:  $\chi^2(4, N = 48) = 105.54$ ,  $p < .001$ ,  $w = 1.34$

**Ergebnisse Friedman-Tests (zweiseitig) mit exakter Signifikanz**

A1-Fahrt = Fahrt-A2:  $\chi^2(1, N = 48) = 0.22$ ,  $p = .815$

**Ergebnisse Kruskal-Wallis-Tests (zweiseitig) mit exakter Signifikanz**

Keine Unterschiede zwischen Kontexten bei A1:  $\chi^2(3, N = 48) = 2.69$ ,  $p = .464$

Keine Unterschiede zwischen Kontexten bei A2:  $\chi^2(3, N = 48) = 1.63$ ,  $p = .703$

*Anmerkungen.* In die Auswertung ist jeweils die erste Aufgabe, welche die Vpn während der Fahrt gelöst haben eingeflossen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; K1: geringe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; K2: geringe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck; K3: hohe Aufgabenschwierigkeit, kein Zeitdruck; K4: hohe Aufgabenschwierigkeit, hoher Zeitdruck.

Tabelle D.25: Ergebnisse der MANOVAs zur Analyse des Einflusses der Kontrollvariablen auf die Akzeptanz-Prädiktoren, Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht		Alter		Strategie		Expertise		DC		REAL	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
KV	<1		1.30	.225	<1		1.65	.084	1.10	.372	<1	
KV x Assistenzart	1.06	.433	1.32	.143	1.14	.343	1.03	.461	1.00	.489	1.16	.324
KV x Kontext	1.15	.281	<1		1.03	.429	1.24	.156	<1		<1	
KV x Kontext x Assistenz)	1.01	.475	1.22	.136	1.04	.401	<1		<1		1.04	.405

Effekt	KM/Jahr		Anordnung		Auswahlkriterien	
	F	p	F	p	F	p
KV	1.03	.438	<1			
KV x Assistenzart	1.44	.081	<1			
KV x Kontext	<1		1.09	.341		
KV x Kontext x Assistenz	1.01	.468	<1			

Anmerkungen. KV: Kontrollvariable; Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie den Interaktionseffekten zwischen der Kontrollvariable, der Assistenzart und des Nutzungskontextes; MANOVAs wurden mit dem within-Faktor Assistenzart und der jeweiligen Kontrollvariable sowie dem Nutzungskontext als between-Faktoren berechnet; Abhängige Variablen waren USF, EOU, RISK, AFF, CTR, SNORM, TRUST, BI; KV:  $df=16$  (Geschlecht  $df=8$ ), KV x Assistenzart:  $df=32$  (Geschlecht  $df=16$ ), KV x Kontext:  $df=48$  (Geschlecht  $df=24$ ), KV x Kontext x Assistenz:  $df=96$  (Geschlecht  $df=48$ ).

Tabelle D.26: Ergebnisse der ANOVAs zur Analyse des Einflusses der Kontrollvariablen auf die mittlere Spurabweichung, Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht				Alter				Strategie			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	<1				7.03	2	.003	.28	<1			
KV x Assistenzart	<1				3.42	3.40	.018	.08	<1			
KV x Kontext	<1				1.36	6	.256		<1			
KV x Kontext x Assistenz	<1				2.00	10.19	.047	.15	<1			

Effekt	Expertise				Expertise Button				Expertise Slider			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	<1				<1				3.23	2	.051	
KV x Assistenzart	<1				<1				1.05	3.13	.382	
KV x Kontext	<1				<1				1.69	6	.151	
KV x Kontext x Assistenz	<1				<1				1.23	9.39	.293	

Effekt	KM/Jahr				Auswahlkriterien			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	1.16	2	.324		<1			
KV x Assistenzart	1.22	3.09	.311		<1			
KV x Kontext	<1				1.11	6	.379	
KV x Kontext x Assistenz	<1				<1			

Anmerkungen. KV: Kontrollvariable; Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie den Interaktionseffekte zwischen der Kontrollvariable und der Assistenzart; MANOVAs wurden mit den within-Faktor Assistenzart und der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor berechnet; Abhängige Variable ware die mittlere Spurabweichung.

Tabelle D.27: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests zur Untersuchung des Alterseinflusses auf die mittlere Spurabweichung, Simulationsstudie

Alters-Gruppe	A1		A2		A3	
	M	SD	M	SD	M	SD
G1	0.91	0.34	0.80	0.30	0.65	0.16
G2	1.12	0.44	0.86	0.27	0.97	0.27
G3	1.41	0.76	0.93	0.18	0.97	0.32

**Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für Faktor Alter**  
G1=G2:  $t(30) = -1.83, p = .302$   
G1>G3:  $t(32) = -3.18, p = .002, d_S = 1.08$   
G2=G3:  $t(28) = -1.23, p = .238$

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; G1: Vpn mit Alter bis 27 Jahre ( $n = 18$ ); G2: Vpn mit Alter zwischen 28 und 38 Jahre ( $n = 14$ ); G3: Vpn mit Alter ab 39 Jahre ( $n = 16$ ).

Tabelle D.28: Ergebnisse der ANOVAs zur Analyse des Einflusses der Kontrollvariablen auf die subjektive Beanspruchung, Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht				Alter				Strategie			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	<1				<1				4.21	2	.023	.19
KV x Assistenzart	1.42	1.94	.248		1.44	2	.230		1.12	3.92	.353	
KV x Kontext	1.05	3	.382		<1				1.12	6	.369	
KV x Kontext x Assistenz	<1				<1				<1			

Effekt	Expertise				Expertise Button				Expertise Slider			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	<1				<1				<1			
KV x Assistenzart	1.11	3.78	.356		1.57	3.87	.193		<1			
KV x Kontext	1.21	6	.326		<1				1.29		.288	
KV x Kontext x Assistenz	<1				1.08	6	.392		<1			

Effekt	KM/Jahr				Auswahlkriterien			
	F	df	p	$\eta^2$	F	df	p	$\eta^2$
KV	<1				<1			
KV x Assistenzart	<1				<1			
KV x Kontext	1.08	6	.395		<1			
KV x Kontext x Assistenz	<1				1.59	11.83	.115	

*Anmerkungen.* KV: Kontrollvariable. Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie den Interaktionseffekte zwischen der Kontrollvariable und der Assistenzart. MANOVAs wurden mit den within-Faktor Assistenzart und der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor berechnet. Abhängige Variable wäre die mittlere Spurabweichung.

Tabelle D.29: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests zur Untersuchung des Einflusses von Strategie auf die subjektive Beanspruchung, Simulationsstudie

Strategie-Gruppe	<i>M</i>	<i>SD</i>
G1	75.84	19.82
G2	58.49	16.73
G3	66.86	18.23

**Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für Faktor Strategie**  
 G1>G2:  $t(32) = 2.77, p = .020, d_S = 0.95$   
 G1=G3:  $t(27) = 1.27, p = .276$   
 G2=G3:  $t(31) = -1.37, p = .831$

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz; G1: Vpn mit Strategie bis  $M = 4.31$  ( $n = 15$ ); G2: Vpn mit Strategie zwischen  $M = 4.32$  und  $M = 4.71$  ( $n = 19$ ); G3: Vpn mit Strategie ab  $M = 4.72$  ( $n = 14$ ).

Tabelle D.30: Ergebnisse der MANOVAs zur Analyse des Einflusses der Kontrollvariablen auf die Güte der Aufgabenbearbeitung, Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht			Alter			Strategie			Expertise		
	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
KV	<1			2.06	.069		<1			<1		
KV x Assistenzart	<1			2.30	.017	.30	1.92	.048	.27	<1		
KV x Kontext	1.39	.202		<1			<1			<1		
KV x Kontext x Assistenz	1.44	.128		<1			1.42	.068		<1		

Effekt	Expertise Button			Expertise Slider			KM/Jahr			Auswahlkriterien		
	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
KV	1.33	.254		1.07	.389		1.11	.364		1.50	.192	
KV x Assistenzart	<1			<1			1.26	.262		1.66	.097	
KV x Kontext	<1			1.15	.313		1.37	.163		1.11	.355	
KV x Kontext x Assistenz	<1			<1			<1			1.75	.008	.23

*Anmerkungen.* KV: Kontrollvariable; Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie den Interaktionseffekte zwischen der Kontrollvariable und der Assistenzart; MANOVAs wurden mit den within-Faktor Assistenzart und der jeweiligen Kontrollvariable sowie dem Nutzungskontext als between-Faktoren berechnet; Abhängige Variablen waren die Anzahl an Bedienschritten, die Bearbeitungszeit und die Anzahl gelöster Aufgaben; KV:  $df=16$  (Geschlecht  $df=8$ ), KV x Assistenzart:  $df=32$  (Geschlecht  $df=16$ ), KV x Kontext:  $df=48$  (Geschlecht  $df=24$ ), KV x Kontext x Assistenz:  $df=96$  (Geschlecht  $df=48$ ).

## D.5 Beschreibung des Versuchsablaufes der ergänzenden Simulationsstudie

Tabelle D.31: Teilweise Permutation der Assistenzarten und des Nutzungskontextes, ergänzende Simulationsstudie

Gruppe	Reihenfolge der Assistenzarten und des Nutzungskontextes			
1	adaptierbare Filterassistenz ohne Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz mit Zeitdruck	Delegationsassistenz ohne Zeitdruck	Delegationsassistenz mit Zeitdruck
2	adaptierbare Filterassistenz mit Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz ohne Zeitdruck	Delegationsassistenz mit Zeitdruck	Delegationsassistenz ohne Zeitdruck
3	Delegationsassistenz ohne Zeitdruck	Delegationsassistenz mit Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz ohne Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz mit Zeitdruck
4	Delegationsassistenz mit Zeitdruck	Delegationsassistenz ohne Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz mit Zeitdruck	adaptierbare Filterassistenz ohne Zeitdruck

Anmerkungen. Pro Gruppe  $n = 3$  Vpn.

## D.6 Ergebnisse der ergänzenden Simulationsstudie

Tabelle D.32: Korrelation der Akzeptanz-Prädiktoren und Reliabilität, ergänzende Simulationsstudie

	USF	EOU	RISK	AFF	BI
USF		.600*	-.233	.245	.378
EOU			-.447	.714**	.651*
RISK				-.690**	-.650*
AFF					.591*
Cornbach $\alpha$	0.72	0.85	0.92	.96	.84

Anmerkungen. Korrelation nach Pearson; Signifikanzniveaus (2-seitig):\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.33: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse für die Kontrollvariablen, ergänzende Simulationsstudie

	STRGS	STRGN
Cornbach $\alpha$	.79	.74

Tabelle D.34: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung der Akzeptanz-Prädiktoren, ergänzende Simulationsstudie

	Assistenzart 1					Assistenzart 3				
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>
USF	1.83	5	-0.45	0.60	.81.**	2.67	5	-0.45	-.23	.94
EOU	1.67	5	-0.37	-0.462	.97	3.17	5	0.02	-0.78	.91
RISK	1.40	3.60	0.03	-0.37	.95	1.20	3.70	0.92	-0.16	.88
AFF	2	6	-0.26	0.18	.98	3.38	6	0.22	0.60	.92
BI	1.83	5	-0.45	0.68	.95	2.67	5	-0.45	-0.23	.95

Anmerkungen. *Min*: Minimum, *Max*: Maximum, *Sch*: Schiefe, *Ex*: Exzess, *SW*: Shapiro-Wilk-Test; <sup>a</sup> Signifikanzniveaus (2-seitig): \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.35: Ergebnisse zur Prüfung der Normalverteilung der mittlere Spurabweichung, der subjektiven Beanspruchung und der Variablen zur Güte der Aufgabenbearbeitung, ergänzende Simulationsstudie

	Assistenzart 1					Assistenzart 3				
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>
MDEV	0.53	1.62	2.13	5.96	.79**	0.38	1.03	1.00	1.58	.92
MBEAN	34	117.5	0.91	-0.51	.87*	14.50	92.50	0.63	-0.25	.95
MSCHR	11	17.5	1.70	4.11	.82**	3	4.50	0.27	-1.80	.76**
MZEIT	37.50	120	2.29	5.25	.68***	11.50	38.50	0.63	0.36	.94

	Baseline-Fahrt 1					Baseline-Fahrt 2				
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Sch</i>	<i>Ex</i>	<i>SW<sup>a</sup></i>
MDEV	0.34	0.83	0.92	-0.27	.88	0.25	0.74	0.72	0.30	.93
MBEAN	6	90	0.95	2.24	.93	3	71	1.50	3.44	.87*

Anmerkungen. *Min*: Minimum, *Max*: Maximum, *Sch*: Schiefe, *Ex*: Exzess, *SW*: Shapiro-Wilk-Test; <sup>a</sup> Signifikanzniveaus (2-seitig): \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

Tabelle D.36: Ergebnisse der einstichproben t-Tests gegen den Skalenmittelwert (3) für die Verhaltensintention, ergänzende Simulationsstudie

Assistenzart	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>S</sub></i>
A1 ohne Zeitdruck	3.82	.002	1.02
A1 mit Zeitdruck	2.03	.063	
A3 ohne Zeitdruck	5.70	<.001	1.52
A3 mit Zeitdruck	4.29	.001	1.15

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz; A2: adaptive Filterassistentz; A3: adaptive Delegationsassistentz;  $df=47$ .

Tabelle D.37: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Assistenzart der Akzeptanz-Prädiktoren, ergänzende Simulationsstudie

Prädiktor	Assistenzart	$t$	$p$	$d_Z$
USF	A1<A3	-2.90	.012	0.77
EOU	A1<A3	-2.90	.012	0.77
AFF	A1<A3	-3.54	.004	0.95

*Anmerkungen.* Signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz;  $df=13$ .

Tabelle D.38: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Nutzungskontext der Akzeptanz-Prädiktoren, ergänzende Simulationsstudie

Prädiktor	Nutzungskontext	$t$	$p$	$d_Z$
EOU	kein Zeitdruck > hoher Zeitdruck	3.66	.003	0.98
RISK	kein Zeitdruck < hoher Zeitdruck	-3.63	.003	0.97
AFF	kein Zeitdruck > hoher Zeitdruck	3.91	.002	1.04
BI	kein Zeitdruck > hoher Zeitdruck	2.28	.040	0.61

*Anmerkungen.* Signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben;  $df=13$ .

Tabelle D.39: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Fahrt der mittleren Spurabweichung, ergänzende Simulationsstudie

Fahrt	$t$	$p$	$d_Z$
Baseline 1 = Baseline 2	3.01	.060	
Baseline 1 < Fahrt-A1	-4.16	.003	1.12
Baseline 1 < Fahrt-A3	-2.14	.311	
Baseline 2 < Fahrt-A1	-5.28	.040	1.41
Baseline 2 < Fahrt-A3	-5.08	.040	1.36

*Anmerkungen.* Signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz;  $df=13$ .

Tabelle D.40: Mittelwerte und Standardabweichungen zur mittleren Spurabweichung vor und nach Beendigung der Nebenaufgabe errechnet mit dem normativen Modell, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	A1-Fahrt		A3-Fahrt	
	$M$	$SD$	$M$	$SD$
kein Zeitdruck	1.04	0.29	1.03	0.22
hoher Zeitdruck	1.01	0.19	1.04	0.18

*Anmerkungen.* A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; In die Auswertung flossen nur die Fahrtabschnitte mit ein, in denen die Vpn keine Nebenaufgabe lösten.

Tabelle D.41: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Spurbabweichung errechnet mit dem normativen Modell, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	Baseline 1		Baseline 2		A1-Fahrt		A3-Fahrt	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
kein Zeitdruck	1.60	0.21	1.60	0.25	1.79	0.28	1.70	0.28
hoher Zeitdruck					1.88	0.36	1.75	0.33

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

Tabelle D.42: Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten post-hoc Tests für den Faktor Fahrt der subjektiven Beanspruchung, ergänzende Simulationsstudie

Fahrt	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
Baseline 1 > Baseline 2	3.44	.026	0.92
Baseline 1 = Fahrt-A1	-2.38	.201	
Baseline 1 = Fahrt-A3	-0.90	>.999	
Baseline 2 < Fahrt-A1	-5.26	<.001	1.41
Baseline 2 < Fahrt-A3	-4.68	<.001	1.25

Anmerkungen. Signifikante Ergebnisse der t-Tests für abhängige Stichproben; A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; *df*=13.

Tabelle D.43: Ergebnisse von zwei ANOVAs mit post-hoc Tests für die Anzahl an Bediensritten und die Bearbeitungszeit, ergänzende Simulationsstudie

	Anzahl Bediensritte				Bearbeitungszeit			
	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Assistenzart:	298.47	1	<.001	.89	29.84	1	<.001	.61
Nutzungskontext:	3.01	1	.106		14.42	1	.002	.08
Assistenzart x Kontext:	1.16	1	.302		8.18	1	.013	.02
<b>Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für den Faktor Assistenzart</b>								
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
A1>A3:	17.19	13	<.001	4.59	5.44	13	<.001	1.45
<b>Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für den Faktor Nutzungskontext</b>								
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d<sub>Z</sub></i>
kein Zeitdruck < hoher Zeitdruck:					3.80	13	.002	1.01

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz.

Tabelle D.44: Ergebnisse zur Analyse der Anzahl zusätzlicher Bedienschritte, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	adaptierbare Filterassistentz		adaptive Delegationsassistentz	
	M	SD	M	SD
kein Zeitdruck	1.00	1.11	0.43	0.85
hoher Zeitdruck	2.36	3.15	0.71	1.20

**Ergebnisse ANOVA mit within-Faktoren Assistentzart und Nutzungskontext**  
 Assistentzart:  $F(1, 13) = 4.37, p = .057$   
 Kontext:  $F(1, 13) = 3.01, p = .106$   
 Interaktion:  $F(1, 13) = 1.16, p = .302$

Tabelle D.45: Ergebnisse zur Analyse der Bedienzeit pro Schritt ermittelt aus den Log-Files, ergänzende Simulationsstudie

Kontext	adaptierbare Filterassistentz		adaptive Delegationsassistentz	
	M	SD	M	SD
kein Zeitdruck	1.00	1.11	0.43	0.85
hoher Zeitdruck	2.36	3.15	0.71	1.20

**Ergebnisse ANOVA mit within-Faktoren Assistentzart und Nutzungskontext**  
 Assistentzart:  $F < 1$   
 Kontext:  $F(1, 13) = 28.63, p < .001, \eta^2 = .69$   
 Interaktion:  $F < 1$

**Ergebnisse Bonferroni-korrigierter post-hoc Tests für den Faktor Nutzungskontext**  
 kein Zeitdruck < hoher Zeitdruck:  $t(13) = 5.35, p < .001, d_Z = 1.43$

Tabelle D.46: Ergebnisse der Analyse zur Anzahl Vpn, die Präferenzen über Präferenz-Button kontrolliert haben, ergänzende Simulationsstudie

Präferenzen kontrolliert	A3 ohne Fahrt		Fahrt-A3 kein Zeitdruck		Fahrt-A3 hoher Zeitdruck	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein
	4	10	1	13	0	14

**Cochran-Test mit exaktem Test (zweiseitig):** Cochran's  $Q(2)=6.50, p = .074$

Anmerkungen. A3: adaptive Delegationsassistentz.

Tabelle D.47: Ergebnisse der Analyse zur Anzahl Vpn, die Sonderziele miteinander verglichen haben, ergänzende Simulationsstudie

Sonderziele verglichen	A1 ohne Fahrt		Fahrt-A1 kein Zeitdruck		Fahrt-A1 hoher Zeitdruck	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein
	2	12	2	12	0	14

**Cochran-Test mit exaktem Test (zweiseitig):** Cochran's  $Q(2)=2.67, p = .444$

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistentz.

Tabelle D.48: Ergebnisse der Analyse zur Häufigkeit mit der Vpn Sonderziele an bestimmter Position in der Auflistung gewählt haben, ergänzende Simulationsstudie

Position in Liste	A1 ohne Fahrt	Fahrt-A1 kein Zeitdruck	Fahrt-A1 hoher Zeitdruck
1. Sonderziel	4	9	10
2. Sonderziel	5	3	3
3. Sonderziel	2	1	1
4. Sonderziel	3	1	0
5. Sonderziel	0	0	0

**Ergebnisse von drei Friedmann-Test (zweiseitig)**  
A1 ohne Fahrt = Fahrt-A1 kein Zeitdruck:  $\chi^2(1, N = 14) = 3.60, p = .058$   
A1 ohne Fahrt  $\neq$  Fahrt-A1 hoher Zeitdruck:  $\chi^2(1, N = 14) = 8.00, p = .005, w = .33$   
Fahrt-A1 kein Zeitdruck = Fahrt-A1 kein Zeitdruck:  $\chi^2(1, N = 14) = 3.00, p = .083$

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz.

Tabelle D.49: Status-Übergangdiagramm mit durchschnittlichen Bearbeitungszeiten pro Schritt für die einzelnen Assistenzarten ohne Zeitdruck

System-Status	Bedienschnitt	Bedienzeit pro Assistenzart [s]			
		A1		A3	
		M	SD	M	SD
Start-Ansicht	„Start“-Button drücken <sup>a</sup>				
Kategorien-Liste	„Essen & Trinken“ wählen	4.64	3.30	5.21	2.94
Subkategorien-Liste	„Restaurant“ wählen	2.36	1.99	3.14	2.18
Auswahlkriterien-Ansicht	„Art der Lokalität“ wählen	9.14	5.92		
Art der Lokalität eingestellt	„Fischrestaurant“ einstellen	4.71	5.09		
	„Art der Küche“ wählen	7.54	5.47		
Art der Küche eingestellt	„deutsch“ wählen	2.50	2.28		
	Regler auf 4,5 schieben	12.71	5.74		
Bewertung eingestellt	„Anzeigen“-Button drücken	k.A.			
Sonderziel-Liste	beliebiges Sonderziel wählen	6.50	3.63		
Detail-Ansicht zu Sonderziel	„navigiere zu“-Button drücken <sup>b</sup>	4.79	3.51	8.57	6.45
	„Route berechnen“-Button drücken	5.50	5.45		
Sonderziel in Route					
erste Navigationsanweisung					

Anmerkungen. A1: adaptierbare Filterassistenz; A3: adaptive Delegationsassistenz; <sup>a</sup>Bedienschnitt dient dem Beginn der Aufzeichnung und als „Einstieg“ in die Aufgabe; <sup>b</sup>bei A3 „ansteuern“-Button drücken; aufgrund eines Aufzeichnungsfehlers liegen zum Schritt „Anzeigen“-Button drücken keine Angaben vor.

Tabelle D.50: Ergebnisse der MANOVAs zur Auswertung des Einflusses der Kontrollvariablen auf die Akzeptanz-Prädiktoren, ergänzende Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht		Alter		Strategie		Expertise	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
KV	<1	.534	1.89	.124	2.05	.097	<1	.651
KV x Assistenzart	<1	.591	1.49	.229	<1	.879	1.59	.196
KV x Kontext	3.63	.052	1.78	.235	1.28	.320	1.06	.444
KV x Kontext x Assistenzart	1.44	.308	1.09	.423	<1	.736	1.57	.204

*Anmerkungen.* KV: Kontrollvariable. Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der jeweiligen Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie die Interaktionseffekte zwischen der jeweiligen Kontrollvariable, Assistenzart und Nutzungskontext. MANOVAs wurden mit den within-Faktor Assistenzart, Nutzungskontext und der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor berechnet. Abhängige Variablen waren USF, EOU, RISK, BI und AFF. KV:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Assistenzart:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Kontext:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Kontext x Assistenzart:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ).

Tabelle D.51: Ergebnisse der MANOVAs zur Auswertung des Einflusses der Kontrollvariablen auf die mittlere Spurbabweichung, die subjektive Beanspruchung, die Anzahl an Bediensritten und die Bearbeitungszeit, ergänzende Simulationsstudie

Effekt	Geschlecht		Alter		Strategie		Expertise	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
KV	1.40	.308	1.42	.254	<1	.907	<1	.655
KV x Assistenzart	<1	.510	1.49	.229	1.03	.447	2.15	.085
KV x Kontext	<1	.704	1.20	.351	<1	.732	1.27	.321
KV x Kontext x Assistenzart	<1	.667	<1	.854	<1	.965	1.89	.124

*Anmerkungen.* KV: Kontrollvariable. Dargestellt sind jeweils die Ergebnisse der MANOVAs für den Haupteffekt der jeweiligen Kontrollvariable (z.B. Alter) sowie die Interaktionseffekte zwischen der jeweiligen Kontrollvariable, Assistenzart und Nutzungskontext. MANOVAs wurden mit den within-Faktor Assistenzart, Nutzungskontext und der jeweiligen Kontrollvariable als between-Faktor berechnet. Abhängige Variablen waren die mittlere Spurbabweichung, die subjektive Beanspruchung, die Anzahl an Bediensritten und die Bearbeitungszeit. KV:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Assistenzart:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Kontext:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ), KV x Kontext x Assistenzart:  $df=10$  (Geschlecht  $df=5$ ).

## D.7 Diskussion identifizierter Usability-Probleme der Assistenzarten

Neben den bereits diskutierten Ergebnissen wurden zusätzlich die Gesprächsnotizen und die Tonbandaufzeichnungen mit Kommentaren der Versuchspersonen aus den Simulationsstudien im Hinblick auf die Usability der Prototypen grob gesichtet. Die wesentlichen qualitativen Ergebnisse dieser Sichtung sollen an dieser Stelle nochmals kurz diskutiert werden.

In den Kommentaren der Probanden während der Versuche wurde deutlich, dass Versuchspersonen unter Zeitdruck von der Status-Anzeige der adaptiven Assistenzarten zum aktuellen Sonderzielauswahlprozess zunehmend genervt waren, da die Anzeige sie am schnellen auswählen eines Sonderziels hinderte. Wird diese Anzeige bei zukünftigen Assistenzsystemen jedoch weggelassen, besteht die Gefahr, dass die Funktionsweise des Systems für den Benutzer unklar bleibt. In den Prototypen wurden diese Anzeigen realisiert, um den Versuchspersonen transparent zu machen, welche Schritte das System gerade durchführt. Eine Möglichkeit kann darin bestehen, solche Anzeigen an den jeweiligen Benutzer mit seiner Aufgabe und seiner Benutzungsumgebung anzupassen, z.B. kann die Anzeige nur bei erstmaligen Verwendungen des Systems angezeigt werden. Deutlich wird an diesem Ergebnis auch die Wichtigkeit der sofortigen Systemrückmeldung im fahrzeugspezifischen Nutzungskontext. Lange Ladezeiten werden vermutlich zu Akzeptanzproblemen führen.

Weiterhin wurde ein Usability-Problem bei der Auswahl der Kategorie „Campingplatz“ in der Sonderziel-Kategorisierung deutlich. Einige Personen vermuteten die Subkategorie „Camping“ unter „Sport & Freizeit“, tatsächlich aber befand sie sich unter „Übernachten“. Das Problem der Kategorisierung von Sonderzielen, die nicht der Vorstellung der Benutzer entspricht, wurde bereits in der qualitativen Studie von Versuchspersonen beschrieben. Zu empfehlen ist hier, dass Kategoriensystem, sofern tatsächlich eines erforderlich ist, mit Benutzern zu evaluieren. Weitere Probleme mit der Kategorisierung der Sonderziele wurden in den Studie nicht festgestellt. In den Fahrversuchen fanden die Versuchspersonen zumeist auf Anhieb die entsprechenden Kategorien, obwohl sie diese zuvor noch nicht verwendet hatten. Dies bestätigt nicht nur die Kategorisierung der Sonderziele, sondern auch die Erkenntnisse von Totzke et al. (2004) zum Aufbau von Menüsystemen im Fahrzeug. Ein Weg, das Problem der Kategorisierung grundsätzlich zu umgehen, liegt in einer natürlich-sprachlichen Eingabe der Sonderzielart über eine Art Schlagwortsuche, wie z.B. von Ablasmeier, Poitschke und Rigoll (2006); Graf, Spiessl, Schmidt, Winter und Rigoll (2008) vorgeschlagen.

Ein weiterer Aspekt der hier nicht weiter untersucht wurde, ist das Ranking der Sonderziele in den Sonderzielaufstellungen. Ablasmeier et al. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass das wichtigste Ranking-Kriterium die persönlichen Präferenzen des Fahrers sind, gefolgt vom Ranking nach Entfernung und der alphabetischen Anordnung. Das Ranking

der Sonderziele in den Prototypen erfolgte immer nach dem erforderlichen Umweg, der gefahren werden musste, um das Sonderziel zu erreichen. Aus den Log-Files konnte ermittelt werden, dass während der Fahrt zumeist das erste Sonderziel dieser Auflistung gewählt, im parkenden Fahrzeug jedoch auch andere Sonderziele verwendet wurden. Als Begründung nannten die Versuchspersonen, dass das erste Sonderziel den geringsten Umweg erforderte. Aufschluss darüber, welches nach Meinung der Versuchspersonen die wichtigsten Kriterien zur Sonderzielauswahl waren und die damit auch für das Ranking in Frage kommen könnten, gab die Ranking-Aufgabe zur bevorzugten Anordnung der Auswahlkriterien. Die Ergebnisse zeigten, dass das Ranking in Abhängigkeit von der Sonderzielart variierte. So standen bei Parkplätzen der Preis und die Anzahl an freien Plätzen an erster Stelle, während bei Restaurants die Art der Lokalität und die Art der Küche vorrangig waren. Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass für das Ranking nicht nur ein Kriterium berücksichtigt werden sollte, wie der erforderliche Umweg, sondern dass mehrere Kriterien beachtet werden müssen. Ablasmeier et al. (2006) schlagen vor, hierzu die persönlichen Präferenzen des Fahrers zu berücksichtigen. Eine Lösung kann bspw. darin bestehen, die Eigenschaften der Sonderziele mit den aktuellen Präferenzen des Fahrers abzugleichen und daraus einen Wert zu errechnen, der angibt, wie gut ein Sonderziel den Präferenzen entspricht. Anhand dessen kann dann ein Ranking der Sonderziele erfolgen.

## D.8 Ergebnisse der Varianzanalysen zum UbiTAM

Tabelle D.52: Übersicht der Varianzaufklärung des TAM, UbiTAM, UbiTAM+

	Szenariobefragungen		Simulationsstudien	
	Haupts.	Ergänzs.	Haupts.	Ergänzs.
	$R^2$ (korr. $R^2$ )	$R^2$ (korr. $R^2$ )	$R^2$ (korr. $R^2$ )	$R^2$ (korr. $R^2$ )
<b>TAM</b>				
USF, EOU	<b>.335</b> (.334)	<b>.179</b> (.150)	<b>.353</b> (.325)	<b>.475</b> (.380)
<b>UbiTAM</b>				
TAM +CTR <sup>a</sup>	<b>.532</b> (.530)	<b>.373</b> (.287)	<b>.510</b> (.424)	<b>.657</b> (.505)
+AFF +RISK	$\Delta R^2=.190,$	$\Delta R^2=.194,$	$\Delta R^2=.156,$	$\Delta R^2=.182,$
+TRUST <sup>a</sup>	$F(6,1495)=100.00,$	$F(5,51)=3.16,$	$F(5,40)=5.94,$	$F(2,9)=4.32,$
+SNORM <sup>a</sup>	$p<.001, 1-\beta = .999$	$p=.015, 1-\beta = .838$	$p=.043, 1-\beta > .99$	$p=.147, 1-\beta = .18$
<b>UbiTAM + Kontrollvariablen</b>				
UbiTAM +DC	<b>.541</b> (.537)			
+Alter	$\Delta R^2=.016,$			
+Geschlecht	$F(7,1488)=7.34,$			
+Km-Leistung	$p<.001, 1-\beta = .970$			
+REAL +CT				
+TA-EG				
+NFC				
UbiTAM +DC		<b>.591</b> (.460)		
+Alter		$\Delta R^2=.217,$		
+Geschlecht		$F(7,44)=3.34,$		
+Km-Leistung		$p=.006, 1-\beta = .833$		
+REAL +CT				
+TA-EG				
UbiTAM +DC			<b>.606</b> (.439)	
+Alter			$\Delta R^2=.096,$	
+Geschlecht			$F(7,33)=3.63,$	
+Km-Leistung			$p=.356, 1-\beta = .99$	
+REAL				
+Strategie				
+Expertise				
UbiTAM				<b>.738</b> (.147)
+Alter				$\Delta R^2=.080,$
+Geschlecht				$F(5,4)=1.25,$
+Km-Leistung				$p=.923, 1-\beta = .07$
+Strategie				
+Expertise				

Anmerkungen. Haupts.: Hauptstudie; Ergänzs.: Ergänzungsstudie; <sup>a</sup>: Skalen wurden in der ergänzenden Simulationsstudie nicht erfasst.

