

**Lehrstuhl für Ergonomie
der Technischen Universität München**

**Gesamtheitliche Analyse des Bedienverhaltens
von Fahrzeugfunktionen in der täglichen Nutzung**

Heike Sacher

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen
der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigten Dissertation

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb, i.R.

2. Univ.-Prof. Dr.-Ing., Dr. phil. habil. Birgit

Spanner-Ulmer, Technische Universität Chemnitz

Die Dissertation wurde am 03. Juli 2008 bei der Technischen
Universität eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am
26.01.2009 angenommen.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen der Kooperation INI.TUM (Ingolstadt Institute der Technischen Universität München) am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Ergonomiekonzepte der AUDI AG.

Mein Dank gilt in erster Linie Prof. Dr. rer. nat Heiner Bubb, der mich stets sehr in meiner Arbeit unterstützte und mir dennoch genug Freiraum gab, meine eigenen Ideen umzusetzen. Die kritischen Diskussionen mit Prof. Dr. rer. nat Bubb halfen mir während der gesamten Zeit, die wissenschaftliche Sichtweise im Auge zu behalten und meine Studie immer wieder unter anderen Gesichtspunkten zu reflektieren.

Bei der gesamten Abteilung Ergonomiekonzepte der AUDI AG möchte ich mich ganz herzlich für die Unterstützung und die Aufnahme bedanken. Besonderer Dank gilt sowohl meinen Betreuern Gerhard Mauter und Wolfram Remlinger für die anregenden Diskussionen und die tatkräftige Unterstützung und als auch dem Abteilungsleiter Jürgen Meurle, dessen unbeirrter Beistand mir über alle Tiefschläge hinweghalf.

Bei den Verantwortlichen von INI.TUM, Herrn Dr.-Ing. Peter-Felix Tropschuh und Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing möchte ich mich für die Möglichkeiten einer solchen Kooperation bedanken- bei Prof. Dr.-Ing Heißing zusätzlich auch für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes. Ich freue mich auch sehr darüber, dass Frau Prof. Dr. Spanner-Ulmer die Aufgabe der Zweitgutachterin übernommen hat.

In allen Durststrecken, die in einem solchen Projekt üblich sind, konnte ich sowohl auf fachliche als auch moralische Hilfe meiner Kollegen von INI.TUM und des Lehrstuhls für Ergonomie zählen. Diese wertvolle Unterstützung hätte ich auf keinen Fall missen wollen und sie hat sicher zu dem Gelingen dieser Arbeit entscheidend beigetragen.

Ohne die Mithilfe meiner Studenten wäre es nicht möglich gewesen, eine solch umfangreiche Arbeit durchzuführen. Besonderer Dank gilt hierbei Orlando Rivera, Zhiliang Zhou, Andreas Nabholz, Michael Jall, Michael Peter, Franz Friedrich und Christoph Deleye.

Zusammenfassung

Analyse des gesamtheitlichen Bedienverhaltens von Fahrzeugfunktionen in der täglichen Nutzung

Ziel der Arbeit war die Erfassung der Nutzungshäufigkeit und –art aller Funktionen des Fahrerarbeitsplatzes im Alltag. Beschrieben werden die konzipierte Untersuchungsmethodik, Versuchsdurchführung und -auswertung. Grundlage des Versuchs war der Aufbau zweier Versuchsfahrzeuge, die die Interaktionen der Fahrer automatisiert aufzeichnen konnten. 72 an den Fahrzeugtyp gewohnte Probanden tauschten für eine Woche ihr eigenes Fahrzeug gegen ein Versuchsfahrzeug. Die Auswertung der Interaktionen ergab einen umfassenden Überblick über das gesamtheitliche Bedienverhalten in natürlichen Situationen.

Durchschnittlich werden jede Minute zwei Bedienvorgänge vorgenommen. Hierbei sind sekundäre und tertiäre Fahraufgaben zu gleichen Teilen vertreten. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Inter- und Intraindividualität der Probanden.

Abstract

Analysis of vehicle function usage in everyday driving situations

A study investigating the driver's usage of control elements in vehicles was made. This paper describes the developed method, test design and the results. Based on two vehicles fully equipped with a data logger the interactions of 72 test persons were tested and evaluated. Each driver had to change his own car with the test vehicle for a week. The analysis gave a broad overview of every day use of vehicle functions in natural driving situations.

On average every minute two vehicle functions are used. Fifty percent each of all interactions have to be assigned to the secondary and tertiary driving task. The results show a high inter- and intraindividuality of all test persons.

Abkürzungsverzeichnis

ACC	Adaptive Cruise Control System zur Längs- und Abstandsregelung im Fahrzeug
MMI	Multi-Media-Infotainment Navigations- und Entertainmentsystem im Audi A6 und Audi A8
INI.TUM	Ingolstadt Institute der Technischen Universität München
CAN-Bus	Control Area Network
MOST-Bus	Media Orientated Systems Transport
GPS	Global Position System
FAA	Fragebogen zur Arbeitsanalyse
PAQ	Position Analysis Questionnaire
VERA	Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen
RHIA	Regulationshindernisse in der Arbeitstätigkeit
KONTIV	Kontinuierliche Erhebung von Verkehrsverhalten

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	II
ZUSAMMENFASSUNG	III
ABSTRACT.....	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	IV
INHALTSVERZEICHNIS.....	V
1 MOTIVATION UND ZIELSETZUNG.....	1
1.1 Bedienkonzepte im Trend der Zeit.....	1
1.2 Allgemeine Gestaltungskriterien Bedienelemente	2
1.3 Gliederung der Fahraufgabe und mögliche Einflussfaktoren auf die Bedienung.....	4
1.3.1 Fahrerverhalten	4
1.3.2 Mögliche Einflussgröße Alter.....	6
1.3.3 Mögliche Einflussgröße Erfahrung	7
1.4 Wegeverhalten in Deutschland	9
2 VERSUCHSKONZEPT.....	11
2.1 Betrachtung möglicher Untersuchungsmethoden	11
2.1.1 Verfahren zur Bestimmung von Tätigkeiten	11
2.1.2 Der „natural driving“-Ansatz	12
2.1.3 Anforderungen an das Versuchsdesign	13
2.2 Versuchsablauf.....	14
2.2.1 Versuchsdesign	14
2.2.2 Objektive Datenerfassung	16
2.2.3 Subjektive Datenerfassung	19
2.2.3.1 Fragebogen	20
2.2.4 Ablauf Versuchsfahrten	21

2.3	Beschreibung der Stichprobe	21
2.3.1	Charakteristika der Stichprobe	21
2.3.2	Fahrthäufigkeiten und Fahrdauer	25
2.3.3	Kriterien für die Gruppierung der Probanden	28
2.4	Auswertungsvorgehen objektive Interaktionsdaten.....	33
2.4.1	Herausforderungen der Datenauswertung	33
2.4.2	Vorgehensweise Auswertungen	33
2.4.3	Möglichkeiten der Datennormierung	35
2.4.4	Ermittlung der gerade befahrenen Straßenart	36
2.5	Zusammenfassung Versuchsdesign.....	39
3	BEDIENVERHALTEN	41
3.1	Bedienverhalten im Alltag	42
3.1.1	Vorwissen der Probanden	42
3.1.2	Gemittelte Bedienhäufigkeiten aller Funktionen.....	43
3.1.3	Bedienverhalten zu Beginn und zu Ende einer Fahrt.....	48
3.1.4	Situations- und Präferenzanalyse	50
3.2	Sekundäre Fahraufgabe	52
3.2.1	Adaptive Cruise Control	52
3.2.2	Navigation.....	65
3.3	Tertiäre Fahraufgabe.....	72
3.3.1	Sitzeinstellung	72
3.3.2	Klimabedienung.....	74
3.3.3	Entertainment	77
4	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	87
4.1	Ermittelte Aspekte des Bedien- und Fahrerverhaltens	87
4.2	Bewertung der Versuchs- und Auswertemethodik.....	89
4.2.1	Versuchsdesign	89
4.2.2	Auswertungsvorgehen.....	90
4.2.3	Übertragbarkeit der Ergebnisse	91

4.3	Implikationen für Fahrzeugkonzepte.....	91
4.3.1	Anordnung und Kennzeichnung von Bedienelementen.....	91
4.3.2	Umsetzung von Assistenzfunktionen.....	92
4.3.3	Der Fahrer.....	93
5	LITERATURVERZEICHNIS	95
	ANHANG A: FRAGEBOGEN	101
	ANHANG B: INTERVIEW	114
	ANHANG C: FRAGEBOGEN ZUM FAHRERVERHALTEN UND ZUR EINSTELLUNG ZUM FAHRZEUG	118
	ANHANG D: STRAßENKLASSIFIZIERUNG.....	121
	ANHANG E: PROBANDENBEZOGENE ANZAHL DER FAHRTEN.....	122
	ANHANG F: DETAILLIERTE DARSTELLUNG GEFAHRENE KILOMETER UND STUNDEN.....	124
	ANHANG I: ERGÄNZENDE ERGEBNISSE ZUR NAVIGATIONSEINGABE....	125
	ANHANG K: ERGÄNZENDE ERGEBNISSE ZUR RADIOBEDIENUNG	127

1 Motivation und Zielsetzung

Im Rahmen der Entwicklung von Fahrzeugen stellt sich im Bereich des Interieurs oftmals die Frage, wie sich Fahrzeugführer im und mit dem Fahrzeug verhalten. Darüber ist in der gängigen Literatur jedoch keine Aussage zu finden. Untersuchungen zu einzelnen Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsystemen werden regelmäßig durchgeführt (siehe Kapitel 1.2), Experimente zur Nutzungshäufigkeit verschiedener Fahrzeugfunktionen im normalen Fahrgebrauch nicht.

Die Nutzung der Systeme im Alltag ist demzufolge weitgehend unerforscht. Der Fahrer und der Umgang mit seinem Fahrzeug ist in weiten Teilen eine unbekannte Größe.

Dieses Wissen ist für eine ergonomische Gestaltung des Fahrzeuginnenraums notwendig. Leider ist es nicht möglich, alle Bedienoptionen ergonomisch optimal zu platzieren, mit einem auf Anhieb verständlichen Symbol zu versehen und die Bedienlogik intuitiv zu gestalten, da unter Umständen konkurrierende Systeme den gleichen Platz beanspruchen.

Die wenigen experimentellen Untersuchungen zum Fahrerverhalten über einen längeren Versuchszeitraum hinweg sind überwiegend dem Bereich der Unfallforschung zuzuordnen. Hierbei sind aber nicht Bedieninteraktionen, sondern Unfälle und kritische Situationen von primärem Interesse. Die Reaktionen und das Verhalten der Fahrer werden in Bezug auf das Gefahrenpotenzial ausgewertet, das normale Fahrerverhalten wird nur am Rande betrachtet.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war die Erfassung und Beschreibung des alltäglichen Bedien- und Fahrerverhalten. Hierfür war es erforderlich, eine experimentelle Fahrstudie zu konzipieren und durchzuführen, die valide Aussagen über die Alltagsnutzung ermöglichte. Als Untersuchungsbereich wurde der gesamte Fahrerarbeitsplatz einschließlich sämtlicher Interaktionsmöglichkeiten mit dem Fahrzeug festgelegt.

1.1 Bedienkonzepte im Trend der Zeit

In der Automobilindustrie ist ein Trend zu einer wachsenden Anzahl von Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsystemen zu erkennen (Meroth & Tolg, 2007). Die Komplexität der Einzelsysteme nimmt zu (Geiger, 2003; Büdenbender & Winkler, 2006). Folgen davon sind unter anderem:

- Verringerung der Anzahl der Eingabelemente: Unterschiedliche Funktionen werden zu menügesteuerten Bedieneinheiten zusammengefasst. Durch ein zentrales Bedienelement mit unterschiedlichen Bewegungsrichtungen (Drehen, Drücken, Schieben) werden kontextabhängig verschiedene Funktionen an- und ausgewählt. Ein Display zeigt dem Nutzer die menüabhängigen Auswahlmöglichkeiten an und unterstützt beim Navigieren durch die Menüstruktur. Als gängige Beispiele in der Automobilindustrie sind I-Drive von BMW, Command von Mercedes und MMI von Audi zu nennen.
- Mehrfachbelegung der Bedienelemente: Taster und Schalter erfahren eine Mehrfachbelegung. Als Beispiel dient hier der Lautstärkeregler im MMI-System von Audi. Durch Drehen wird die Lautstärke verändert. Wird derselbe Regler kurz gedrückt, verstummt das Entertainmentsystem. Wird derselbe Regler lange gedrückt, wird das gesamte Infotainmentsystem ausgeschaltet. Die unterschiedlichen Funktionen sind anhand der Tastenbeschriftung hier nicht eindeutig zu erkennen.
- Kumulierter Funktionsort: Die gleiche Funktion kann an unterschiedlichen Stellen im Fahrzeug ausgeführt werden. Beispiel Auswahl des nächsten CD-Titels. Dies kann mittlerweile in vielen Fahrzeugen sowohl über das Lenkrad als auch über ein zentrales Bedienelement oder über separate Tasten in Mittelkonsole oder Schalttafel erfolgen.

Die aufgezeigten Entwicklungen gehen zu Lasten der Eindeutigkeit und steigern den Komplexitätsgrad der Bedienung. Aufgrund der wachsenden Zahl der Anzeige- und Bedienelemente hat der Fahrer die Möglichkeit, verschiedene Zweitaufgaben neben der eigentlichen Fahraufgabe auszuüben, sei es die Einstellung der Temperatur oder der Wechsel des Radiosenders. Dadurch steigt die kognitive Zusatzbelastung. Diese Sekundäraufgaben können zu einer Beeinträchtigung der Fahraufgabe führen. Wie bereits in der Einleitung beschrieben, ist nicht bekannt, wie häufig solche Nebenaufgaben während der Fahrt ausgeführt werden.

Über Nutzungshäufigkeiten gibt es meist so viele Meinungen wie Diskussionsteilnehmer, da fast alle Personen verschiedene Erfahrungen mit der eigenen Fahrzeugnutzung und der Nutzung anderer Fahrzeugführer gemacht haben. Diese Erfahrungen werden auf potenzielle andere Fahrer übertragen (Bandura & Walters, 1963; Bandura, 1976). Die eigene Fahrerfahrung, die Erlebnisse als Beifahrer und verschiedene Prozesse der Aufmerksamkeit und Wahrnehmung beeinflussen die eigene Einstellung bezüglich eines typischen Fahrerverhaltens (Nirschl, 1990). Bei der Einschätzung des typischen Bedienverhaltens spielt demnach immer die subjektive Einschätzung der verschiedenen Betrachter eine beeinflussende Rolle.

Obwohl in der Automobilindustrie ein Trend zur Schalterreduktion vorherrscht, ist in derzeitigen Fahrzeugen eine große Anzahl an verschiedenen Bedienelementen vorhanden. In Abbildung 1.1 wird eine beispielhafte Anzahl verschiedener Bedienelemente in ausgewählten Fahrzeugen dargestellt.

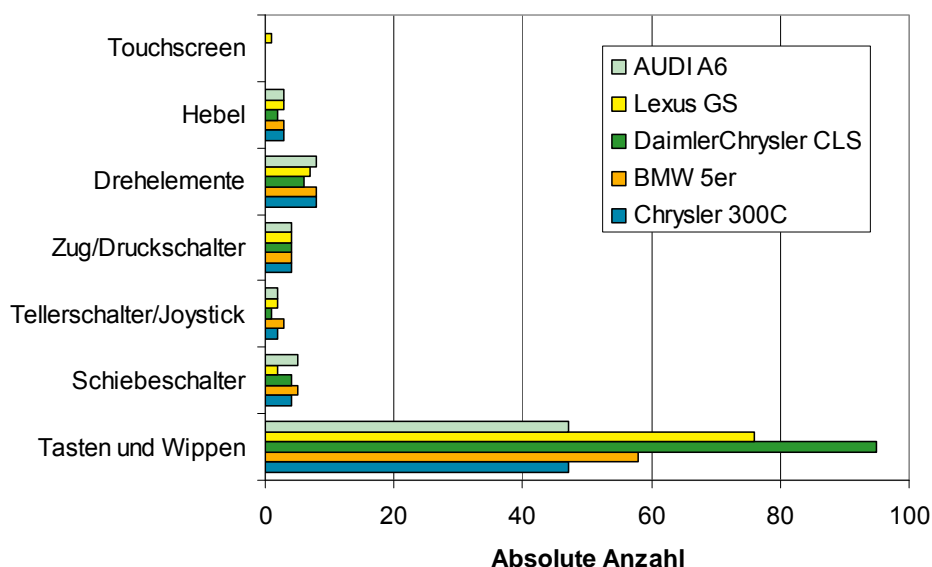


Abbildung 1.1: Anzahl der Bedienelemente in ausgewählten Fahrzeugen der Ober- und Mittelklasse (eigene Untersuchung)

1.2 Allgemeine Gestaltungskriterien Bedienelemente

Um die Bedienbarkeit im Fahrzeug möglichst intuitiv und ablenkungsarm zu gestalten, sind verschiedene Richtlinien sowohl bei der Gestaltung als auch bei der Validierung entstandener Konzepte notwendig.

Die ergonomische Konzeption von Bedien- und Anzeigeelementen ist für den Laien meist erst nach einem Praxistest verständlich. Was zu Beginn gut aussieht, muss nicht zwingend

gut bedienbar oder verständlich sein. Um den Fahrern die Möglichkeit zu geben, neue, unterstützende Systeme sinnvoll nutzen zu können, ist es notwendig, diese auch bei steigendem Funktionsumfang bedienfreundlich zu gestalten. Hierbei ist vor allem die Bedienung ganzheitlich zu betrachten (Büdenbender & Winkler, 2006).

Unter Gebrauchstauglichkeit oder Usability wird nach ISO 9241-11 „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen“ verstanden. Hervorgehoben sind bei dieser Definition der Mensch als Bediener und die Zielgerichtetheit der Bedienung.

Usability-Tests untersuchen mit wissenschaftlichen Methoden die Gebrauchstauglichkeit von Systemen. Diese werden oftmals im ersten Schritt im Fahrsimulator durchgeführt. Den Probanden werden Aufgaben gestellt, die diese in unterschiedlichen Situationen ausführen.

Parallel dazu werden Parameter der Fahrgüte erhoben. Die Aufgabenbearbeitung ist im Simulator zwar aufgrund des fehlenden realen Straßenverkehrs ungefährlicher, doch es besteht die Möglichkeit, dass die Probanden sich aufgrund des geringeren Gefahrenpotenzials im Simulator nicht so verhalten wie im normalen Straßenverkehr. Für eine endgültige Bewertung ist daher ein realer Fahrversuch unerlässlich.

Als mögliche Maße für die Güte einer Bearbeitung können sowohl bei Real- als auch Simulatorfahrt Blickabwendungszeit, benötigte Einzelschritte, Spurabweichung oder Abstand zum Vordermann gewertet werden. Als Kontrollaufgabe kann beispielsweise eine Standardaufgabe herangezogen werden oder ein Fahrtabschnitt, in dem nichts bedient wird und der als Baseline dient. Im Vergleich mit einer Baseline-Fahrt kann die Veränderung der Fahrgüte quantifiziert werden. Um Gewöhnungseffekte zu untersuchen, werden dieselben Aufgaben mehrmals in gewissen Zeitabständen durchgeführt.

Die Vorgehensweise einer solchen Studie ist zielführend, zeitaufwändig und kostenintensiv. Ein Kritikpunkt ist die Art der Aufgabenstellung. Man weiß nicht, ob sich die Probanden unter normalen Umständen auch so verhalten würden, da man die Aufgaben in einer bestimmten Situation vorgibt. Es kann aber auch sein, dass Fahrzeugführer beispielsweise ihre Navigationseingabe immer im Stand vornehmen, in einem Versuch aber aufgefordert sind, ein Navigationsziel bei einer Fahrtgeschwindigkeit von 60 km/h auszuwählen. Die gestellten Aufgaben werden die meisten Probanden ausführen, auch wenn sie normalerweise nicht auf diese Weise handeln würden, allein schon, um dem Versuchsleiter zu gefallen. Aufgrund von Effizienz- und Effektivitätsgründen ist eine andere Vorgehensweise jedoch schwerlich umsetzbar.

Zur Vorgehensweise von Usability-Untersuchungen siehe zum Beispiel die Untersuchungen von Neuss (2002), Schattenberg (2002), Theofanou (2002), Niedermaier (2003), Schweigert (2003) oder Müller (2004).

Es ist sinnvoll, die ersten Validierungsstufen im Simulator oder in Ergonomieprüfständen durchzuführen, bevor man Systeme im Realfahrzeug untersucht (Schneid, Sacher, Hummel & Bubb, 2006). Es gibt dazu im Großen und Ganzen zwei Wege. Zum einen können Expertentests mit einer geringen Anzahl an Experten durchgeführt werden. Zum anderen kann eine größere Anzahl an unerfahrenen Probanden als Stichprobe herangezogen werden. Bei letzterem ist eine Zahl von mindestens 30 Probanden einzuhalten (Bubb, 2003). Es bietet sich an, unerfahrene Nutzer zu untersuchen, da hier das Vorwissen dem des späteren Nutzers ähnlicher ist als das eines Experten. Idealerweise werden beide Methoden miteinander kombiniert.

Darüber hinaus gibt es Bestrebungen der EU nach einem einheitlichen Testverfahren von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen, die sicherstellen sollen, dass eine bestimmte Vorgehensweise beim Test derartiger Systeme eingehalten wird und allgemeine Prüfkriterien abgeleitet werden können. Hierbei sind im Bereich der Fahrerassistenzsysteme

vor allem der Code of practice oder im Bereich der Fahrerinformationssysteme die European Statements of Principle zu nennen.

Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Bedienkonzepte bereits in ihrer Entwicklungsphase auf überflüssige Bedienschritte oder mögliche Fehlerquellen zu untersuchen. Hier bietet sich beispielsweise die Durchführung einer systemergonomischen Analyse (Bubb, 1993) an. Ausgangspunkt ist die Aufgabenanalyse beziehungsweise die Tätigkeit des Menschen. Das Informationssystem muss der Handlungsweise des Menschen und der damit verbundenen kognitiven Repräsentation der Informationen möglichst nahe kommen beziehungsweise entsprechen. Ziel ist es, die Zeit, die eine Eingabe benötigt, möglichst gering zu halten, und unnötige Bedienschritte zu vermeiden. Eine wichtige Rolle spielt hierbei unter anderem, ob Aufgaben einem bestimmten vorgegeben zeitlichen Prozess unterliegen, oder ob die zeitliche Reihenfolge vom Nutzer selbst wählbar ist. Abgeleitet von diesem Modell sind beispielhaft die neun Regeln zur Gestaltung tertiärer Aufgaben von Rasmussen (2004) zu nennen, die bei der Entwicklung von Infotainmentsystemen angewandt werden sollten.

Eine weitere Möglichkeit zur Systemanalyse bietet das GOMS-Modell (Card, Moran & Newell 1980 und 1983), das zielgerichtetes Handeln abbilden soll. Das Modell unterscheidet vier Komponenten:

- Ziele (goals)
- Operatoren (operators)
- Methoden zum Erreichen des Ziels (methods) und
- Auswahlregeln zum Auswählen der Methoden (selection rules)

Im Vordergrund steht die Zielerreichung. Der Nutzer hat ein Ziel, das durch ein bestimmtes System erreichbar ist. Es stehen ihm Handlungsschritte (z.B. Wahrnehmung, kognitive Handlungen), also Operatoren, zur Verfügung. Durch Operatoren und Zwischenziele werden Methoden zur Zielerreichung möglich. Stehen verschiedene Lösungswege an, trifft der Nutzer anhand Selektionsregeln eine Auswahl.

Eine Erweiterung der Modelle und Umsetzung auf Fahrer-Dialogsysteme ist beispielsweise bei Nirschl (1990) zu finden. Mittlerweile sind verschiedene weiterentwickelte Derivate des GOMS-Modells zu finden. Nutzerfehler sind jedoch in dem Modell aufgrund des Aufbaus nicht abbildbar.

Die GOMS-Methode bietet sich an, um Nutzermodelle zu erstellen. Für die Überprüfung von Bedienkonzepten eignet sich jedoch die systemergonomische Analyse mehr, da der Praxisbezug größer ist.

1.3 Gliederung der Fahraufgabe und mögliche Einflussfaktoren auf die Bedienung

Die verschiedenen Funktionen, die der Fahrer im Fahrzeug bedienen kann, sind von unterschiedlicher Bedeutung für die Fahraufgabe. Ein Modell zur Einteilung der Funktionen wird im Folgenden kurz beschrieben. Im Anschluss daran werden kurz mögliche aus der Literatur bekannte Einflussfaktoren wie Alter, Fahrertyp und Erfahrung vorgestellt.

1.3.1 Fahrerverhalten

1.3.1.1 Drei-Ebenen-Modell der Fahraufgabe

Ein grundlegendes Modell zum Fahrerverhalten ist bei Geiser (1990) zu finden. Die Fahraufgabe wird in primäre, sekundäre und tertiäre Fahrtätigkeit unterteilt (siehe auch

Bubb, 1993; Wolf, Zoellner & Bubb, 2006). Hierbei werden die Tätigkeiten, die der Fahrer während einer Autofahrt vollziehen kann, auf drei verschiedenen Ebenen angeordnet (Abbildung 1.2).

- **Primäre Fahraufgabe:** Die primäre Fahraufgabe bezieht sich auf das eigentliche Fahren. Hierzu gehören die Quer- und Längsführung des Fahrzeuges, wie Bremsen und Lenken, aber auch beispielsweise das Navigieren des Fahrzeuges auf einem bestimmten Kurs.
- **Sekundäre Fahraufgabe:** Zu den sekundären Fahraufgaben zählen die Tätigkeiten des Fahrers, die von der primären Fahraufgabe abhängen. Hierzu gehört zum einen das Bedienen von Systemen, die den Fahrer bei der Ausführung der primären Fahraufgabe unterstützen sollen, wie beispielsweise das Einstellen des Navigationssystems oder das Aktivieren des Längs- und Abstandsregelungssystems. Zum anderen werden dazu die Interaktionen des Fahrers mit anderen Verkehrsteilnehmern, wie beispielsweise Blinken oder Hupen, gerechnet.
- **Tertiäre Fahraufgabe:** Die tertiäre Fahraufgabe umfasst alle Tätigkeiten des Fahrers, die nicht in direkter Verbindung mit dem Fahren an sich stehen. Hierzu gehören beispielsweise Bedienungen der Klimaanlage, der Musikanlage und der Audioeinstellungen.

	Beispiele
Primäre Fahraufgabe	Bremsen, Lenken
Sekundäre Fahraufgabe	Blinken, Hupen, Schalten, Aktivierung ACC, Kupplung, Zieleingabe
Tertiäre Fahraufgabe	Entertainment –und Klimabedienung

Abbildung 1.2: Einteilung der Fahraufgabe

Aus ergonomischer Sicht ist eine klare räumliche Unterteilung des Fahrzeuginnenraums bezüglich der Ebenen der Fahraufgabe, so dass keine Mischung der verschiedenen Fahraufgaben entsteht, sinnvoll. Der Bereich des Lenkrades sollte nur der primären und sekundären Fahraufgaben gewidmet sein. In den aktuellen Fahrzeugkonzepten ist jedoch eine Mischung der Bedienelemente zu erkennen. Dies liegt vor allem daran, dass dem Infotainment seitens der Automobilindustrie eine große Bedeutung zugewiesen wird und Teilfunktionen dessen mittlerweile auch im Lenkelement platziert werden.

1.3.1.2 Charakterisierung des Fahrerhaltens

In verschiedenen experimentellen und theoretischen Untersuchungen wurden Ansätze entwickelt, Fahrer nach bestimmten Kriterien ihres Fahrerhaltens zu klassifizieren. Hierbei wurden meist vordefinierte Versuchsstrecken mit der Möglichkeit zum freien Fahren zur Validierung herangezogen.

Es bleibt zu untersuchen, wie sich die Fahrer im normalen Alltag verhalten, da hier sehr unterschiedliche Situationen bezüglich Verkehrsaufkommen und –führung und persönlicher Variablen wie Zeitdruck oder Langeweile auftreten.

Die unterschiedlichen Einteilungen der Fahrertypen, die in der Literatur zu finden sind, unterscheiden sich vor allem bezüglich Differenzierungsgrad und Erhebungsart. Eine fünfstufige Einteilung anhand Fragebogen und Einschätzung eines Versuchsleiters verfolgen Winner & Fecher (2002) und Landau & Weiße (2002) im Rahmen des SANTOS-Projektes. Innerhalb des gleichen Projektes wird von Bubb, Marstaller & Sträter (2002), basierend auf dem Selbstbeurteilungsbogen von Assmann (1985), eine graduelle Abstufung des Fahrertyps ermittelt. Diese Abstufungen wurden mit fahrdynamischen Werten verglichen. Es

zeigte sich die Tendenz, dass von sportlichen Fahrern höhere Werte der Längs- und Querschleunigung akzeptiert werden.

Eine Charakterisierung des Fahrstils anhand fahrdynamischer Daten zeichnet sich vor allem durch eine geringere Anzahl an Typklassen aus. In der Literatur ist beispielsweise die Einteilung in ruhige und dynamische Fahrer anhand der Querkräfte nach Neumerkel, Rammelt, Reichardt, Stolzmann & Vogler (2002), in Normalfahrer und Versuchsfahrer nach Jürgenssohn (1997) oder die Einteilung von Bielaczek (1998) in normale Fahrer und sportliche Fahrer zu finden. Nach Fuchs (1993) erreichen sportliche Fahrer eine Querschleunigung bis sechs m/s^2 , vorsichtige Fahrer bis zu vier m/s^2 . Hierbei konnte ein Einfluss der Streckenführung festgestellt werden. Auch Hamberger (1999) konnte diese Abhängigkeit bestätigen. Laut Hamberger hängen die akzeptierten Querschleunigungen sowohl vom Fahrertyp als auch von der gefahrenen Geschwindigkeit ab.

Ebersbach (2005) leitet in Anlehnung an Marstaller, Mayser, Kohlhof & Bubb (2002) drei verschiedene Fahrertypen ab. Die Ermittlung der Typen erfolgt überwiegend über die Bestimmung von maximaler Längs- und Querschleunigung bzw. maximaler Längsverzögerung.

Fecher (2005) konnte eine Abhängigkeit des Abstandsverhaltens von Witterungsbedingungen nachweisen. Bei nasser Straße wurde tendenziell ein größerer Abstand als bei trockener Straße eingehalten, bei schlechter Sicht der gleiche Abstand wie bei trockener Straße.

Ein umfassender Überblick über verschiedene Ansätze zur Fahrertypisierung wurde von Deml, Freyer und Färber (2007) zusammengestellt.

Wie bereits erwähnt, wurden die meisten Ansätze zur Fahrertypisierung nicht im Alltagsgeschehen evaluiert. Doch schon in der Untersuchung von Nickel & Hugemann (2003) wurde festgestellt, dass im Alltag die Fahrer fahrdynamische Grenzen bei weitem nicht erreichen. Die Studie (100-Car-Study) von Neale, Klauer, Knipling, Dingus, Holbrook & Petersen (2002) und Dingus, Klauer, Neale, Petersen, Lee, Sudweeks, Perez, Hankey, Ramsey, Gupta, Bucher, Doerzaph, Jermeland & Knipling (2006)) zeigt, dass anhand der fahrdynamischen Daten im Alltag kaum Unterschiede zwischen normalem Fahren und unfallrelevanten Ereignissen vorhanden sind.

Es sind in den letzten Jahren verschiedene Bestrebungen zu verzeichnen, die sich mit der Modellierung des Fahrerverhaltens auseinandersetzen. Auf diese im Detail einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit verfehlen, doch es sollen beispielhaft zwei genannt werden. Diese Fahrermodelle beschäftigen sich beispielsweise mit innerstädtischem Fahrerverhalten (v. Garrel, 2003) oder mit dem Fahrerverhalten an sich (Krajzewicz & Wagner, 2004).

Es stellt sich die Frage, ob sich Unterschiede im Fahrerverhalten auf das Bedienverhalten im Fahrzeug niederschlagen. Dazu ist es notwendig, ein valides Messinstrument für das Fahrerverhalten anwenden zu können. Die Literaturergebnisse jedoch zeigen, dass dies nicht so einfach möglich ist.

1.3.2 Mögliche Einflussgröße Alter

Eine mögliche Einflussgröße auf das Bedienverhalten, die oftmals angeführt wird, ist das Alter des Bedienenden. Hierzu gibt es verschiedene Studien aus unterschiedlichen Bereichen. Beispielhaft wird eine Untersuchung zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle anhand des Beispiels Internet angeführt (Fukuda, 2003). Zwei Altersgruppen wurden verglichen, der Altersdurchschnitt der jüngeren Gruppe lag bei 22,54 Jahren, der Mittelwert der Seniorengruppe bei 67,15 Jahren. Es konnten vor allem Unterschiede in der Verarbeitungsgeschwindigkeit visueller Darbietungen aufgedeckt werden. Bezüglich der Bedieninteraktionen zeichnete sich die ältere Gruppe durch langsamere Bewegungen und

längere Fixierungen mit der Maus aus. Letzteres könnte auch eine Bedeutung bei Nutzung von Touchscreen - Systemen im Fahrzeug haben. Auch die Bestätigung von Eingaben durch die „linke Maus Taste“ führte zu einigen Problemen bei der älteren Versuchsgruppe. Dies könnte sich negativ auf Infotainmentsysteme im Fahrzeug, die durch ein zentrales Eingabeelement gekennzeichnet sind, auswirken, da auch hier häufig Zwischenschritte bestätigt werden müssen.

Bei der Navigation innerhalb der Menüs konnten nur wenige Unterschiede in der Strategiewahl festgestellt werden. Dennoch neigten ältere Probanden dazu, eine Strategie, die einmal zum Erfolg führte, immer wieder auszuführen. Das Explorationsverhalten war geringer ausgeprägt. Darüber hinaus wurden Eingaben, die einmal zum Misserfolg führten, konsequenter vermieden. Diese Ergebnisse reihen sich in ähnliche Resultate anderer Studien ein. Das verminderte Erkundungsverhalten kann zu einem umständlichen Lösungsweg führen (Willis, 1995), darüber hinaus ist der einmal gefundene, unter Umständen auch kompliziertere, Weg für Senioren schwer änderbar (Gilbert & Rogers, 1996).

1.3.3 Mögliche Einflussgröße Erfahrung

In der Studie von Fukuda (2003) konnte ein positiver Erfahrungseffekt nachgewiesen werden. Vor allem beim Navigieren innerhalb verschiedener Ebenen im Internet fanden geübte Probanden die gewünschte Information schneller. Erfahrene Nutzer übten auch mehr Kritik. Letzteres lässt den Schluss zu, dass erst durch Expertise eine valide Bewertung der Systeme und der Systemnutzung möglich ist.

Eine Fahrsimulatorstudie konnte Einflüsse von Fahrpraxis und Technikvertrauen auf die Bedienqualität nachweisen (Büdenbender & Winkler, 2006). In einer Studie mit 53 Probanden wurden drei verschiedene Bearbeiter-Typen definiert. Am schlechtesten schnitt hierbei die Gruppe der so genannten Aufgabenbearbeiter ab, die sich ganz auf die Bedienung des Fahrerinformationssystems einließen und den Straßenverkehr nicht weiter beachteten. Darüber hinaus gingen sie bei der Bedienung Umwege. Diese Gruppe war durch meist ältere Probanden (Alter 50 bis 65 Jahre) mit geringer Fahrpraxis und geringem Technikvertrauen gekennzeichnet.

Da es sich beim Autofahren nach einer gewissen Fahrerfahrung um eine hochgeübte Tätigkeit handelt, die in Standardsituationen automatisiert abläuft, könnte es sich hierbei um eine Expertentätigkeit handeln. Vor allem bei der primären und sekundären Fahraufgabe im eigenen Fahrzeug wird mit dem Fahrzeug interagiert, ohne über die einzelnen Schritte nachzudenken. Ab etwa sieben Jahre Fahrpraxis oder auch 100.000 km Fahrleistung ist ein starker Abfall der Unfallhäufigkeit zu verzeichnen (Huguenin, 1998).

1.3.3.1 Definition Expertise oder Erfahrungswissen

In der Expertiseforschung wird davon ausgegangen, dass acht bis zehn Jahre Erfahrung in einem Bereich notwendig sind, um Expertenwissen zu erlangen (Ericsson und Crutcher, 1990). Im Folgenden wird auf die Definition des Begriffs Experten genauer eingegangen.

Schwierigkeiten bei der Definition des Begriffs Experte ergeben sich daraus, dass die Bezeichnungen Experte, Sachverständiger oder Spezialist im Alltag sehr häufig gebraucht werden und dabei jeder Verwender verschiedene Vorstellungen davon hat, welche Kriterien erfüllt sein müssen, um jemanden als Experten bezeichnen zu können (Nothbaum, 1997). Unglücklicherweise wurden zu Beginn der Expertiseforschung keine klaren Begriffsklärung vorgenommen, sondern das Alltagsverständnis des Begriffes herangezogen (Nothbaum, 1997). Dieser Umstand hatte zur Folge, dass mit wachsendem Forschungsinteresse verschiedene Definitionen entstanden sind, die sich teilweise ergänzen und teilweise widersprechen.

Nach Dreyfus & Dreyfus (1987), die eine gängige Theorie vertreten, müssen vier Stufen durchlaufen werden, um danach als Experte gelten zu können. Zu Beginn das Stadium des Neuling (Novice), anschließend fortgeschrittener Anfänger (Advanced beginner), danach die Stufen Kompetenz (Competence) und Gewandtheit (Proficiency), um schließlich Expertentum (Expertise) zu erreichen.

Vor allem der Kontextzusammenhang ist bei Expertenwissen hervorzuheben. Mandl, Gruber & Renkl (1993) nennen dabei den Begriff der Kontextualisierung: Expertise ist immer auf eine bestimmte Domäne bezogen.

Nur durch Erfahrung bekommt das Wissen seinen Anwendungskontext und kann danach genutzt werden. Damit es zu Erfahrungen kommen kann, muss das Individuum selbst aktiv werden (Piaget, 1973), darüber hinaus sind Erfahrungen personengebunden (Fischer, 1996) und können deswegen nicht unabhängig von der einzelnen Person betrachtet werden. Notwendig für Erfahrungen sind sinnliche Auseinandersetzungen mit der Umwelt, die reflektiert werden und nach einem Abgleich mit bisherigen Erfahrungen schließlich in einem Anpassungsprozess münden. (Fischer, 1996). „Erfahrung ist insofern *Handlungswissen*“ (Fischer, 1996, S. 234). Erfahrung ist aufgrund des ständigen Abgleichens der neuen Sinneseindrücke mit den bereits gesammelten nie statisch, sondern immer in Veränderung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass als Experte eine Person gelten kann, die mindestens acht Jahre lang für einander ähnliche Problemstellungen in einem bestimmten Bereich überdurchschnittlich schnelle und gute Lösungen gefunden hat. Während des Problemlöseprozesses kann der Experte auf eine breite Wissensbasis zurückgreifen, die sich sowohl aus Erfahrungswissen, als auch auf domänenspezifischem Faktenwissen zusammensetzt und die Grundlage dafür bildet, dass die Lösungen nicht zufällig entstehen.

1.3.3.2 Erfassung von Expertenwissen

Schwierigkeiten bei der Erfassung von Expertenwissen treten vor allem deswegen auf, weil ein Teil des Wissens dem Bewusstsein nicht unmittelbar zugänglich ist (Hacker, 1996). Man unterscheidet die beiden Wissensformen deklaratives und prozedurales Wissen. Diese Einteilung geht zurück auf Ryle (1949). Er unterscheidet „knowing that“ (auch deklaratives Wissen oder Faktenwissen) und „knowing how“ (auch prozedurales oder Handlungswissen) (Ryle, 1949; Rothe, 1994; Wenninger, 2000; Wenninger, 2001).

Während die Literatur mit der Überlegung Ryles (1949) konform geht, dass deklaratives Wissen prinzipiell mitteilbar ist (z.B. Rothe, 1994), teilen nicht alle Autoren seine Überzeugung, dass prozedurales Wissen nicht oder nur in Teilen zu verbalisieren ist (z.B. Rothe und Schindler, 1996).

Tatsache ist, dass Experten Schwierigkeiten haben, ihr Erfahrungswissen in Worte zu fassen (Polanyi, 1966; Dreyfus, 1985; Dreyfus & Dreyfus, 1987). Daraus kann nicht der Schluss gezogen werden, dass Expertenwissen prinzipiell nicht verbalisierbar oder erfassbar ist (Fischer, Jungeblut & Römmermann, 1995), sondern lediglich, dass hierfür besondere Befragungstechniken notwendig sind. Es kann demnach sein, dass ein Fahrzeugführer auf die Frage, welche Funktion im Fahrzeug häufig bedient werden, keine beziehungsweise eine nicht korrekte Antwort geben kann.

Der Grad der Verbalisierbarkeit steht in engem Zusammenhang mit der Bewusstheit. Nicht verbalisierbares Wissen wird als implizites Wissen, verbalisierbares als explizites Wissen bezeichnet (Nonaka & Takeuchi, 1997). Gemäß der Definition von Ryle (1949) ist deklaratives Wissen explizites Wissen, und prozedurales Wissen implizites Wissen. Mittlerweile wird davon ausgegangen, dass prozedurales Wissen sich sowohl aus bewussten als auch unbewussten Teilen zusammensetzt, also nicht nur implizites Wissen ist, da manche Erfahrungen auch sehr gut verbal beschrieben werden können und auch sehr bewusst sein können, wie beispielsweise „Berühren der heißen Herdplatte tut weh“ (Pleskina, 2002). Deswegen bietet es sich an, implizites und explizites Wissen nicht

unbedingt als sich gegenseitig ausschließbare Gegensätze aufzufassen, sondern als Kontinuum mit den beiden Endpunkten explizites und implizites Wissen (Geser, 1998).

Bezogen auf die Fahrzeugführung kann man feststellen, dass als Experte für Fahrzeugführung Personen gelten können, die seit mindestens acht Jahren häufig Auto fahren, am besten sowohl Lang- als auch Kurzstrecken. Dabei fahren sie relativ sicher und beherrschen verschiedene Verkehrsgeschehen, haben Kenntnis von der Funktionsweise eines Fahrzeuges und können ihr Fahrerverhalten an verschiedene Umgebungs- und Fahrzeugsituationen anpassen.

Sicher kann man nicht davon ausgehen, dass jeder langjährige Fahrzeugführer ein Experte in Sachen Fahrkönnen ist. Doch man kann sicher sagen, dass die Voraussetzungen für Expertentum, nämlich langjährige Auseinandersetzung mit einer Sache mit ständig wechselnden Aufgabenstellungen, bei der Fahrzeugführung optimal gewährleistet ist. Bestimmte Probleme wie beispielsweise der Parkvorgang treten immer wieder in ähnlicher Art und Weise auf. Es ist auch deutlich, dass Fahranfänger bestimmte Situationen wie zum Beispiel den Parkvorgang nicht so effizient meistern wie erfahrene Autofahrer. Die Begeisterung für Fahrzeuge führt auch im Regelfall eine Auseinandersetzung mit der Funktionsweise nach sich.

Im Gespräch mit anderen Fahrzeugführern wird auch immer wieder ersichtlich, dass normale Fahrer kaum erklären können, wie man Auto fährt. Es tritt das Problem der Automatisierung und der schlechten Verbalisierbarkeit zu Tage.

Jedes neue Fahrzeug erfordert eine gewisse Eingewöhnungszeit, auch bei langjährigen Fahrern, bis sich der Fahrer mit dem Fahrzeug vertraut gemacht hat. Eine genaue Zeitangabe hierfür ist nicht bekannt, es ist jedoch eine Mindestzeit von vier Wochen anzunehmen (Weinberger, 2001).

1.4 Wegeverhalten in Deutschland

Nach Schafer (2000), der in einer Metastudie dreißig verschiedene Fragebogenstudien aus verschiedenen Nationen verglich, wurden im Jahr 1989 in Westdeutschland durchschnittlich ungefähr 28 Kilometer zurückgelegt, die tägliche mittlere Fahrtzeit betrug ungefähr eine Stunde. Eine einzelne Fahrt umfasste ungefähr 8 Kilometer, pro Tag wurden durchschnittlich drei Fahrten unternommen. Der Weg zur Arbeitsstelle von der Wohnstätte betrug durchschnittlich 12 Kilometer. Die Daten bezüglich Westdeutschlands wurden im Rahmen der KONTIV (Kontinuierliche Erhebungen zum Verkehrsverhalten) Studie erhoben (Kloas, Kunert & Kuhfeld, 1993).

Das Fahrerverhalten wird in der Metastudie als stabil innerhalb einer Nation bezeichnet, sowohl bezüglich der Fahrtzeit als auch der zurückgelegten Kilometer. Erlebt ein Land einen wirtschaftlichen Aufschwung, wächst auch die Zahl der Fahrten und der zurückgelegten Kilometer. Im Vergleich der Länder sind in Europa kaum Unterschiede des Fahrerverhaltens ersichtlich. Allein in den Vereinigten Staaten wird pro Tag mehr als die doppelte Fahrstrecke bei gleicher täglicher Fahrtzeit zurückgelegt. Der Grund für diesen Unterschied wird jedoch nicht näher beleuchtet.

Im Jahre 2002 wurde eine weitere KONTIV-Studie durchgeführt. Es wurde diesmal ganz Deutschland betrachtet und einige Befragungsinstrumente leicht verändert (Follmer, Engelhardt, Gilberg & Smid, 2003; Kunert, Kloas & Kuhfeld, 2004). Es wurden 25.000 Haushalte befragt. Ergebnis war, dass in 80 Prozent der deutschen Haushalte mindestens ein Fahrzeug vorhanden ist, pro Erwachsenen sind 0,7 Fahrzeuge zu verzeichnen.

Bezogen auf die Basis Automobilbesitzer werden pro Werktag inklusive Samstag durchschnittlich vier Fahrten unternommen, Sonn- und Feiertags weniger. Vor allem am Samstag wird das Fahrzeug häufig bewegt. Über das Jahr und Deutschland gerechnet werden 100 Milliarden Wege getätigt, hierbei ist eine Steigerungsrate zu der Erhebung von

1989 um zehn Prozent zu verzeichnen. Die Kilometersumme stieg um ungefähr 20 Prozent seit der Untersuchung Ende der achtziger Jahre.

Sechzig Prozent aller Wege werden mit dem Auto zurückgelegt (Zuwachs um 10 Prozent gegenüber 1989). Hierbei gibt es leichte Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland.

„Jeder zehnte mit dem Auto zurückgelegte Weg endet schon nach etwa einem Kilometer oder weniger. Nur etwa ein Drittel der Auto-Wege übertrifft eine Entfernung von mehr als zehn Kilometern. Bei sieben von zehn Pkw-Fahrten sitzt der Lenker allein im Auto.“ (Kunert et al., 2004, S. IV). Die durchschnittliche Wegelänge im Pkw beträgt 15 km.

Die hier vorgestellten Untersuchungen bilden eine gute Grundlage bezüglich des allgemeinen Fahrerverhaltens. Es zeigt sich, dass in den verschiedenen Industrienationen, ausgenommen die USA, nur wenige Unterschiede bestehen.

2 Versuchskonzept

In diesem Kapitel wird das Versuchskonzept beschrieben. Zuerst werden relevante theoretische Grundlagen dargestellt, auf welchen das Versuchsdesign basiert. Nach der Beschreibung der Versuchsdurchführung und der Stichprobe wird das Auswertungsvorgehen dargestellt.

2.1 Betrachtung möglicher Untersuchungsmethoden

Ziel war die Konzeption einer Untersuchungsmethodik zu Erfassung der Alltagsnutzung der Bedienelemente im Fahrzeug. Aufgrund der hohen Funktionsvielfalt in derzeitigen Ober- und Mittelklassefahrzeugen schien eine reine Befragung anhand Fragebogen und Interview nicht zielführend. Zudem läuft, wie bereits angeführt, wohl ein Teil der Handlungen im Fahrzeug automatisiert ab, so dass anzunehmen ist, dass der Fahrer nicht in der Lage ist, genau über seine Tätigkeiten zu berichten. Daher wurden verschiedene Möglichkeiten, Tätigkeiten zu analysieren, auf ihre Eignung in dem genannten Kontext überprüft und im Folgenden genauer beschrieben.

2.1.1 Verfahren zur Bestimmung von Tätigkeiten

Ein anerkanntes und oft angewandtes Verfahren zur Analyse von Tätigkeiten ist die Beobachtung. Man kann hierbei direkte und indirekte, quantitative und qualitative, teilnehmende und nicht teilnehmende Beobachtung unterscheiden (siehe bspw. Frieling & Sonntag, 1999). Eine wissenschaftliche Beobachtung zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass bestimmte Beobachtungskriterien vorab ausgewählt werden, die eine objektive Analyse der Beobachtungsdaten ermöglichen.

Meist werden diverse Beobachter eingesetzt, die die Kriterien bewerten. Anschließend wird anhand des Inter-Rater-Korrelationskoeffizienten die Güte der Beobachtung mithilfe des Grads der Übereinstimmung der Beobachter untersucht.

Beobachtungen haben durch die erforderlichen Tätigkeitsanalysen im Bereich der Arbeitspsychologie einen wichtigen Stellenwert. Ziel ist dort vor allem die Analyse der Einzeltätigkeiten verschiedener Berufe. Diese Beobachtungen dienen im zweiten Schritt einer Verbesserung des Arbeitsablaufs für den Ausführenden oder einer Optimierung des Zeitablaufs. Um verschiedene Tätigkeiten miteinander vergleichen und standardisiert bewerten zu können, wurden verschiedene Verfahren konzipiert. Es sollen hier exemplarisch nur zwei Verfahren genannt werden, eine umfassende Übersicht bietet beispielsweise Ulich (2005):

Unbedingt zu erwähnen ist beispielsweise der Fragebogen zur Arbeitsanalyse (FAA) von Frieling und Hoyos (1978), der über 200 Items umfasst und verhaltenstheoretisch begründet ist. Der FAA ist die deutsche Fassung des PAQ (Position Analysis Questionnaire) von McCormick, Jeanneret & Mecham (1972). Ein Beobachter teilt das Auftreten verschiedener Tätigkeiten anhand einer sechsstufigen Skala von „trifft nicht zu“ bis „häufig“ ein.

Das Verfahren kann in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden, die Itembeschreibung ist jedoch sehr abstrakt. Auf diese Weise wird die Belastung des Arbeitenden erfasst. Die Identifikation der Belastung ist notwendig, um eine mögliche Beanspruchung zu quantifizieren, da die Belastung in Abhängigkeit von der eigenen Leistungsfähigkeit zu einer Beanspruchung führen kann (Rohmert, 1973).

Das Verfahren ist vor allem für motorische Handlungen geeignet (Rosenstiel, 2000). Fastenmeier & Gstalter, 2003 übertrugen das Prinzip des Fragebogens zur Arbeitsanalyse

auf das Verkehrsgeschehen und die zu erfüllenden Aufgaben des Fahrers im Bereich der primären Fahraufgabe.

Sehr bekannt sind auch die handlungspsychologisch fundierten Verfahren VERA - Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen (Volpert, Oesterreich, & Gablenz-Kolakovic, 1983) und RHIA - Regulationshindernisse in der Arbeitstätigkeit (Leitner, Volpert, Greiner, Weber & Hennes, 1989).

Auch wenn die Methode Beobachtung viele Vorteile bietet, gibt es dennoch auch Nachteile. Vor allem bei der direkten Beobachtung kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Beobachtung an sich Effekte bei dem zu Beobachtenden hervorruft. Daher wird oftmals eine indirekte Beobachtung durchgeführt - die betroffenen Personen wissen nicht, dass sie beobachtet werden.

Die Auswahl der Beobungskriterien und der Kategorien beziehungsweise Zeichen, die angewendet werden, ist nicht einfach. Zum einen müssen relevante Handlungen ausgewählt werden, zum anderen darf die Vielfalt der Kriterien nicht zu groß werden, so dass der Beobachter noch den Überblick behält. Zum anderen muss sichergestellt werden, dass jeder Beobachter unter den Kriterien das gleiche versteht.

2.1.2 Der „natural driving“-Ansatz

Da die Alltagsnutzung der Bedienelemente untersucht werden soll, sind Fahrversuche im Realverkehr unerlässlich. In Kapitel 1.2 wurden bereits kurz das Vorgehen bei Usability-Fahrstudien angeführt. Wie dort bereits beschrieben wurde, lassen derartige Studien einen validen Schluss auf die Systembedienung an sich zu, sie geben jedoch keinen zwingenden Aufschluss über die tägliche Nutzung.

Es werden ausgewählte Situationen untersucht, die sich nicht mit dem normalen Fahrerverhalten decken müssen. Normales, alltägliches Fahren ist durch ein Ziel der Fahrt, Ablenkungen und ein soziales Gefüge mit den Mitfahrenden bestimmt (McCall, Achler, Trivedi, Haue, Fastrez, Forster, Hollan & Boer, 2004). All dies tritt im künstlichen Kontext nur teilweise auf.

Im Gegensatz zu Simulatorstudien bieten Fahrstudien dadurch, dass reale Umweltbedingungen vorliegen, eine höhere externe Validität. Dadurch bedingt kann die interne Validität sinken, da die externen Bedingungen schlecht kontrolliert werden können (Plaum, 1992, Bortz und Döring, 2002). Daher erfolgt bei der Konzeption von Bedien- und Anzeigesystemen oftmals eine Kombination der verschiedenen Studienarten.

Um das normale Fahrerverhalten abbilden zu können, entstand in den letzten Jahren ein angepasster Ansatz einer Feldstudie im Umkreis der Unfallforschung, genannt naturalistic driving study. Kennzeichen sind:

- Erfassung des Fahrerverhaltens
- im normalen Alltag der Fahrer
- über einen längeren Zeitraum hinweg
- ohne spezifische Aufgabenstellung.

Hierbei ist vor allem die 100-Car-Study zu nennen (Neale et al., 2002; Dingus et al., 2006). Die 100-Car-Study war als Pilotprojekt für größere nationale Studie geplant, die 5000-Car-Study.

Die gerade angesprochene 100-Car-Study nimmt für sich in Anspruch, die erste großangelegte Untersuchung mit dem Ziel, natürliche Fahrdaten zu sammeln, zu sein. Für die Studie wurden Versuchseinrichtungen angefertigt, die in jedes beliebige Fahrzeug eingebaut werden konnten. Diese ermöglichten eine automatisierte Datenerfassung, die Versuchsleitereingriffe nicht erforderte.

Es wurden fünf verschiedene Blickwinkel sowohl im Innen- als auch im Außenraum des Fahrzeuges auf Video aufgenommen, darüber hinaus wurden auch noch fahrdynamische Fahrzeugdaten protokolliert. Die Entwicklungszeit der Hard- und Software betrug 15 Jahre. Die einzelnen Subsysteme waren voneinander unabhängig, um Folgen möglicher Systemausfälle zu minimieren.

Die Fahrer nahmen die Versuchseinrichtungen bereits nach kurzer Zeit nicht mehr bewusst wahr, so konnten auch Situationen wie Fahren bei großer Müdigkeit und sehr riskantes Fahren erfasst werden.

Es wurden 100 Probanden in einem Versuchszeitraum von einem Jahr untersucht. 78 Prozent der Fahrer nutzten für die Studie ihr eigenes Fahrzeug. In dem genannten Zeitraum wurden über 2 Millionen Meilen gefahren, dies entspricht einer Fahrdauer von ungefähr 43000 Stunden. Die Studie wurde in Virginia durchgeführt und es wurden vor allem Fahrzeuge der Marken Toyota, Chevrolet und Ford ausgewählt und umgerüstet.

Ziel der Untersuchung war der Aufbau einer Datenbank, die eine Klassifizierung kritischer Ereignisse anhand verschiedener Parameter ermöglicht. Es konnten 69 Unfälle, 761 Beinahe-Unfälle und 8295 Vorfälle klassifiziert werden. Vor allem Beinahe-Unfälle und Vorfälle konnten bisher mit anderen Methoden nicht erfasst werden und sind für die Unfallforschung aufgrund des Unfallvermeidungsverhaltens der Testpersonen sehr wichtig.

Nach Aussage der Autoren ist die hohe externe Validität der größte Vorteil. Die Vielfalt an Situationen kann in Laboruntersuchungen nicht hergestellt werden.

Die Identifikation von Vorfällen wurde im Nachgang durch Beobachtung des Videomaterials durchgeführt. Allein anhand der aufgezeichneten fahrdynamischen Daten konnte keine nachträgliche Identifikation der Vorfälle innerhalb der Datenflut erfolgen. Nachträglich mussten Beobachter das Videomaterial auswerten. Die fahrdynamischen Daten bei Vorfällen unterschieden sich in den meisten Fällen von denen des normalen Fahrgeschehens nicht.

Es waren überproportional viele Fahrer bis zu einem Alter von 24 Jahren vorhanden. Diese Altersgruppe führt die Unfallstatistik an und wurde daher in der erwähnten Studie gezielt ausgewählt.

Dennoch wirft dieser Ansatz einige Schwierigkeiten auf. Die externen Variablen können nicht kontrolliert, sondern nur erfasst werden. Die Situationen, denen die Probanden ausgesetzt sind, entstehen nicht durch den Einfluss der Versuchsleiter, sondern können nur protokolliert werden. Daher ist eine Vergleichbarkeit der Situationen schwierig. Darüber hinaus kann die Anzahl der verschiedenen Einzelsituationen stark schwanken. Daher fällt es schwer, klare Abhängigkeiten zu eruieren, das Verfahren ist eher hypothesengenerierend einzuordnen.

2.1.3 Anforderungen an das Versuchsdesign

Wie bereits aufgezeigt, bietet die Beobachtung eine gute Möglichkeit, Tätigkeiten zu erfassen. Aufgrund der großen Anzahl an Bedienelementen im Fahrzeug und der möglichen Versuchsleitereffekten erschien es nicht sinnvoll, einen Beobachter im Fahrzeugfond zu platzieren, der die Interaktionen des Fahrers notiert. Daher war es erforderlich, eine Versuchseinrichtung zu konzipieren, die die Tätigkeiten des Fahrers protokolliert. Diese durfte für Fahrer und Beifahrer nicht sichtbar sein, damit sich der Fahrer nicht beobachtet fühlte. Dies setzte auch voraus, dass während der Versuchsfahrten kein Eingriff eines Versuchsleiters zur Datenerfassung und –speicherung erforderlich war. Der Versuchsaufbau wird in Kapitel 2.2.2.2 detailliert dargestellt. Es wurden zwei Versuchsfahrzeuge mit fest installiertem Datenlogger aufgebaut.

Die Untersuchung von Alltagsnutzung ist nur dann sinnvoll, wenn Fahrzeugführer über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Je länger der Zeitraum, desto valider sind die Ergebnisse. Im Rahmen der in den Vereinigten Staaten durchgeführten 100-Car-Study wurde jeder Fahrer über ein Jahr hinweg untersucht. Dies setzt eine Verfügbarkeit von 100

Fahrzeugen voraus. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie war es aufgrund der begrenzten Anzahl von zwei Versuchsfahrzeugen nicht möglich, die Fahrer jeweils ein Jahr zu untersuchen. Daher wurde ein Versuchszeitraum von sechs Tagen inklusive Wochenende festgelegt. Somit konnte sowohl das Verhalten am Wochenende als auch das unter der Woche erfasst werden. Wichtig war bei dem relativ kurzen Versuchszeitraum eine sorgfältige Auswahl der Versuchswoche. Diese sollte ein Abbild des normalen Fahrpensums sein.

Um den relativ geringen Versuchszeitraum auszugleichen, wurde als Bedingung für die Auswahl der Probanden festgelegt, dass nur geübte Fahrer als Versuchspersonen eingeladen wurden. Um als Proband an der Studie teilnehmen zu können, musste der Besitz eines Fahrzeuges nachgewiesen werden, welches einem der Versuchsfahrzeuge bezüglich Modell, Baureihe und Ausstattungsmerkmalen entsprach. Dies war wichtig, um eine Untersuchung der Gewöhnungseffekte an das Versuchsfahrzeug weitgehend auszuschließen.



Abbildung 2.1: Anforderungen an das Versuchsdesign

Meist ist eine Beobachtung aufschlussreich, aber ohne weitere Informationen kann es schwer fallen, die gewonnenen Daten richtig einzuordnen. Daher ist es sinnvoll, die Verhaltensdaten noch durch weitere Informationen zu ergänzen. Diese erhält man am besten über eine Befragung der Probanden, idealerweise in einem persönlichen Interview. Einige Auskünfte können jedoch auch über einen Fragebogen erfragt werden. Daher bietet sich ein sinnvoller Methodenmix an.

Abbildung 2.1 fasst die eben genannten Anforderungen an das Versuchsdesign zusammen.

2.2 Versuchsablauf

2.2.1 Versuchsdesign

Der im vorangegangenen Kapitel geforderte Methodenmix wurde wie folgt umgesetzt:

Als Basis der Untersuchung dienten die einwöchigen Alltagsfahrten mit dem Versuchsfahrzeug. Ausstattung und Aufbau der Fahrzeuge werden in Kapitel 2.2.2. beschrieben.

Neben der Erfassung der Nutzung der verschiedenen Eingabeelemente erschien es sinnvoll, Einstellungen, Präferenzen und Selbsteinschätzung der Fahrer zu betrachten, um auf die den Nutzungsgewohnheiten zugrunde liegenden Motive schließen und Auswerteartefakte minimieren zu können. Dies erfolgte über Fragebogen und Interview, die in Kapitel 2.2.3 dargestellt werden. Der Fragebogen wurde als Selbstausfüller konzipiert, das Interview wurde als Abschluss der Versuchswoche gestaltet.

Die verschiedenen Instrumente und die Untersuchungsintention teilen sich wie in Abbildung 2.2 gezeigt auf.

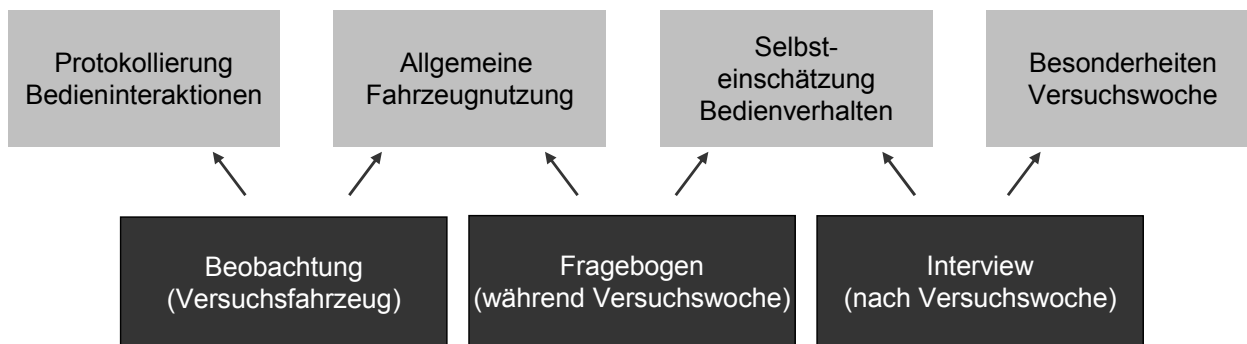


Abbildung 2.2: Methodenmix

Grundlage bildet die Protokollierung der Bedienungshäufigkeiten im Versuchsfahrzeug. Aufgrund dieser Daten kann auch auf die allgemeine Fahrzeugnutzung, wie Fahrten und Kilometer pro Tag, geschlossen werden. Um abschätzen zu können, wie typisch die Nutzung in der Versuchswoche für die alltägliche Nutzung ist, bot es sich an, einige Gewohnheiten in Fragebogen abzufragen. Dieser Fragebogen wurde auch genutzt, um eine Selbsteinschätzung des Bedienverhaltens und Fragen zur Person wie Alter und Familienstand beantworten zu lassen. Detaillierte Fragen zur Systemnutzung und zu Besonderheiten während der Versuchswoche lassen sich am besten im persönlichen Kontakt erfragen.

Der schematische zeitliche Ablauf der Untersuchung ist in Abbildung 2.3 dargestellt.

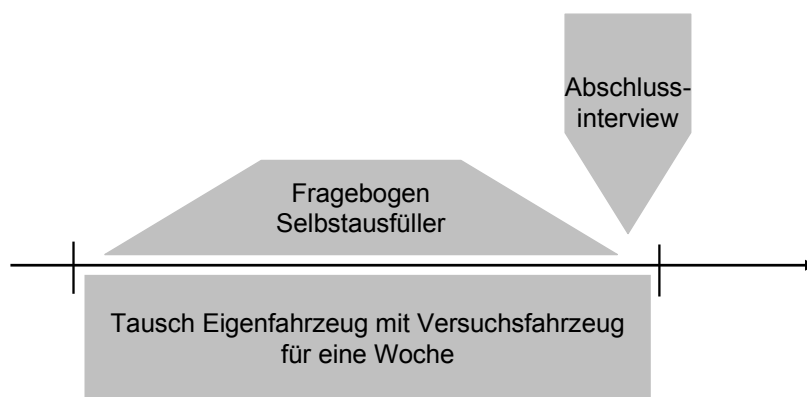


Abbildung 2.3: Überblick Versuchsablauf

Das Untersuchungskonzept wurde vor Beginn der Langzeituntersuchung mit drei verschiedenen Kurzzeitversuchen von ein bis zweistündiger Dauer validiert und verfeinert.

Im Fokus standen dabei Entertainment, Navigation und Adaptive Cruise Control. Hierfür wurden Versuchstrecken definiert, die die Probanden abfahren sollten. Teilweise waren bestimmte Aufgaben durchzuführen. Diese Fahrten dienten darüber hinaus der Optimierung der Datenaufzeichnung und –auswertung. Hierfür wurden die Versuchsfahrzeuge zusätzlich mit vier Kameras ausgestattet, die die Umgebung und die Ein- und Ausgabeelemente des Fahrzeuges filmten. Diese Untersuchungen werden auszugsweise ergänzend in den entsprechenden Kapiteln angeführt.

Beispielsweise war zu Beginn angedacht, alle Probanden eine bestimmte Normstrecke fahren zu lassen, um eine identische Strecke über alle Probanden hinweg vergleichen zu können. Ziel war die Identifikation bestimmter Fahrvorlieben beziehungsweise des Fahrertyps. Doch schon die Vorversuche zeigten, dass bei einer Strecke von ungefähr 40 km Länge vor allem die Verkehrssituation und nicht der Fahrertyp das entscheidende Merkmal für den Fahrstil ist. Darüber hinaus wurde auch bereits in Vorversuchen deutlich, dass für die Qualität der Untersuchungsergebnisse verschiedene Strecken und daher eine Verteilung über Deutschland hinweg sinnvoll sind. Eine gleiche oder auch sehr ähnliche Normstrecke in den verschiedenen Städten zu finden, war nicht möglich.

Zur Validierung des Versuchsdesigns wurden zu Beginn der Langzeituntersuchung auch neun ungeübte Probanden jeweils eine Woche lang untersucht. Die Ergebnisse dieser ungeübten Probanden sind aufgrund der geringen Stichprobengröße nur als Tendenz zu werten. Jedoch können in Kombination mit den Resultaten der Kurzzeitversuche zu Entertainment, Navigation und Adaptive Cruise Control einige Effekte beschrieben werden.

2.2.2 Objektive Datenerfassung

2.2.2.1 Ausstattung der Versuchsfahrzeuge

Als Versuchsfahrzeuge dienten zwei Serienfahrzeuge der Marke Audi, einen Audi A8 Limousine, Baujahr 2002, und einen Audi A6 Avant, Baujahr 2005. Beide Fahrzeuge wiesen eine ähnliche Innenraumausstattung auf, inklusive Infotainmentsystem und Adaptive Cruise Control (ACC). Das ACC regelt Geschwindigkeit und Abstand zum Vorderfahrzeug in dem Bereich von 30 bis 200 km/h.



Abbildung 2.4: Innenraum Audi A8 (links) und Audi A6 (rechts)
(Quelle: AUDI AG)

Abbildung 2.4 zeigt den Innenraum der ausgewählten Versuchsfahrzeuge, Abbildung 2.6 listet die Ausstattungen der Fahrzeuge auf. Aufgrund der hohen Ausstattungsrate der gewählten Fahrzeuge kann davon ausgegangen werden, dass weitere mobile Geräte kaum genutzt werden.

Das Multi-Media-Interface (MMI) besitzt acht Hauptmenüs und umfasst Navigationssystem, Radiomenü, CD-Menü, ein Informationssystem zur Verkehrslage, Adressbuch, Telefonbedienung und ein Setup Menü, das sich auf die jeweiligen anderen Hauptmenüs bezieht (siehe auch Abbildung 2.5). Darüber hinaus hatte der Audi A8 eine TV-Funktion und ein adaptives Luftfederungssystem. Beide Fahrzeuge waren mit einem Multifunktionslenkrad ausgerüstet, das es erlaubt, ausgewählte Funktionen des Infotainmentsystems auch über das Lenkrad auszuführen, beispielsweise die Lautstärkeregelung oder Wechsel des Radiosenders.

Die Bedienung des Infotainmentsystems geschieht auf folgende Weise. Zuerst wird ein Hauptmenü über fest belegte Taster in der Mittelkonsole aktiviert. Dann kann über einen Dreh-Drücksteller und menüabhängig belegte Tasten innerhalb der Menüpunkte navigiert und ausgewählt werden. Die Anzeige im Mitteldisplay zeigt die menüabhängigen Inhalte an. Bei der Bedienung der ausgewählten Funktionen über das Multifunktionslenkrad werden die Auswahllisten auch über das Fahrerinformationssystem im Kombiinstrument dargestellt.

In Abbildung 2.5 ist zur besseren Verdeutlichung das MMI-Bedienteil abgebildet.



Abbildung 2.5: MMI-Bedienteil
(Quelle: AUDI AG)

In beiden Fahrzeugen war eine Klimaautomatik verbaut, die analog zum Infotainmentsystem zu bedienen ist. Anhand von Tasten können die Funktionen Sitzheizung, Gebläsestufe und Luftverteilung gewählt werden. Über einen spezifischen Klima-Drehdrückregler können weitere Einstellungen getätigt werden.

Audi A8	Audi A6
<ul style="list-style-type: none"> Audi A8 Limousine Metallicblau BJ 2002 4,2 quattro Automatik Ausstattungsmerkmale <ul style="list-style-type: none"> ACC MMI high Multifunktionslenkrad mit Sprachbedienung Schiebedach TV Keyless entry 	<ul style="list-style-type: none"> Audi A6 avant Lichtsilber BJ 2005 2,7 TDI Handschalter Ausstattungsmerkmale <ul style="list-style-type: none"> ACC MMI high Multifunktionslenkrad ohne Sprachbedienung Schiebedach

Abbildung 2.6: Ausstattung der Versuchsfahrzeug

Die beiden Fahrzeuge sind in den meisten Punkten bezüglich Bedienung und Bedienlogik sehr ähnlich bis identisch, daher scheint es prinzipiell möglich, in der Auswertung beide Fahrzeuge zusammen zu betrachten.

2.2.2.2 Aufbau der Versuchsfahrzeuge

Aus den Ansprüchen an die Versuchsdurchführung lassen sich Anforderungen an den Aufbau der Versuchsträger ableiten. Oberste Priorität hatte die Protokollierung aller Bedieninteraktionen des Fahrzeugführers durch Versuchseinrichtungen, die dem Fahrer möglichst verborgen bleiben sollen.

In den ausgewählten Fahrzeugen erfolgte die Kommunikation der Steuergeräte über verschiedene Bus-Systeme wie CAN- und MOST- Bus, dies machte eine Erfassung der busfähigen Bedienelemente über einen Datenlogger möglich.

Bedienoptionen wie Sonnenblende oder Ablagefächer waren nicht über das Bus-System ansteuerbar, daher wurden hier Potentiometer eingebaut und die Signale nachträglich auf den CAN-Bus gelegt. Mit diesem Vorgehen konnten alle Eingabelemente des gesamten Fahrerarbeitsplatzes erfasst werden.

Um eine längere Versuchsdauer zu ermöglichen, musste eine energieoptimierte Möglichkeit zur Datenaufnahme gefunden werden, die auch längere Stillstandzeiten der Fahrzeuge verzeihen konnte. Der Start der Datenaufnahme wurde mit der Wake-up-Leitung des CAN-Busses gekoppelt, die bei der ersten Interaktion mit dem Fahrzeug aktiviert wurde. So konnte sichergestellt werden, dass keine Daten verloren gehen und das Energiegleichgewicht im Fahrzeug nicht gestört wird.



*Abbildung 2.7: Aufbau Versuchsfahrzeuge.
Gelbe Markierung: Protokollierte Funktionen
Grüne Markierung: Datenkanäle und –speicherung
Rote Markierung: Kamerawinkel (nur bei einem Versuchsfahrzeug)*

Auf den Einsatz von Mikrofonen oder Kameras in den Fahrzeuginnenraum wurde bei beiden Versuchsfahrzeugen verzichtet, um die Privatsphäre der Probanden zu ermöglichen. Nach dem Aufbau des ersten Fahrzeuges, dem Audi A8, erschien es sinnvoll, das zweite

Fahrzeug mit einer Umfeldkamera zu versehen. Somit sollten einige Bedieninteraktionen mit weiteren Umfeldinformationen belegt werden. Problematisch war, dass die Kamera nur bei circa fünfzehn Probanden zuverlässig funktioniert hatte und daher zu wenig Datenmaterial zum Auswerten vorhanden war. Es stellte sich darüber hinaus heraus, dass die Kamera für ungefähr vier Fünftel der Probanden ein Problem darstellte, da sie für den Fahrer sichtbar war und somit den Versuchscharakter verdeutlicht. Abbildung 2.7 zeigt schematisch die erfassten Funktionen und den Aufbau am Beispiel des zweiten Versuchsträgers.

Die Datenspeicherung im Audi A8 wurde über ein Notebook, das unauffällig im Kofferraum des Fahrzeuges angebracht war, gesteuert. Dies erwies sich vor allem bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt als suboptimale Lösung, daher wurde im Audi A6 eine Festplatte im Radkasten angebracht, diese stellte eine zuverlässige Datenspeicherung sicher. Zum Datenauslesen war hier ein separates Notebook erforderlich.

Durch den hier beschriebenen Versuchsaufbau konnten neben den Bedienelementen noch sämtliche fahrdynamische Daten, die auf dem CAN-Bus lagen, aufgezeichnet werden.

Der beschriebene Versuchsaufbau stellt nur einen geringen Eingriff in den Serienaufbau und die Serienelektronik des Fahrzeuges dar. Der Versuchsaufbau war für die Insassen nicht sichtbar, die Datenaufnahme funktionierte vor allem mit der Festplattenlösung als Datenspeicher sehr zuverlässig.

2.2.3 Subjektive Datenerfassung

Um die Häufigkeitsdaten der Fahrversuche zu ergänzen, wurden Befragungsinstrumente entwickelt, die Gewohnheiten, Vorlieben, belastende Situationen und spezifische Systemnutzungen erfassten. Die interessierenden Bereiche wurden wie in Abbildung 2.8 dargestellt auf Fragebogen und Interview aufgeteilt. Bei der Gestaltung der Befragungsinstrumente spielte der Zeitaufwand für die Probanden eine große Rolle. Dieser durfte nicht zu hoch sein, um genügend Versuchspersonen für die Studie gewinnen zu können.

Fragebogen	Interview
Fahrzeug-nutzung	Versuchs-woche
Systemkenntnis	Fahrverhalten
Technisches Interesse	Fahrzeug-einstellungen
Infotainment ACC	Infotainment ACC
Daten zur Person	Allgemeines

Abbildung 2.8: Übersicht Themengebiete im Fragebogen und im Interviewleitfaden

2.2.3.1 Fragebogen

Der Fragebogen wurde als Selbstausfüller konzipiert. Somit konnte er von den Probanden in der Versuchswoche eigenständig ausgefüllt werden. In dem Fragebogen wurden vor allem allgemeine Fragen gestellt. Der Bogen umfasst Fragen zur alltäglichen Nutzung des Fahrzeuges, die Nutzung bestimmter Systeme und zur Fahrzeugbedienung im Allgemeinen. Der gesamte Fragebogen ist in Anhang A zu sehen. Beispielsweise wurde die bevorzugte Fahrtgeschwindigkeit auf verschiedenen Straßen, die Gründe für eine Fahrzeugnutzung und die Verteilung der Streckenabschnitte in der Stadt, auf Landstraßen oder Autobahnen erfasst.

Antwortmöglichkeiten sind meist in geschlossener Form gegeben, nur wenige Fragen sind offen formuliert. Interessant sind hierbei vor allem die allgemeinen Fragen zur Fahrzeugnutzung, die eine Klassifizierung der Probanden möglich machen.

Darüber hinaus werden Technikinteresse, Einstellung zum Fahrzeug und Fahrertyp über einen Fragebogen erfasst, der im Rahmen verschiedener Studien entwickelt wurde (Sacher, Hummel & Bubb, 2007; Hummel, 2008). Die Fragen und die Gütekriterien des Fragebogens befinden sich im Anhang C. Im letzten Teil des Fragebogens werden verschiedene Daten zur Person erhoben. Der Fragebogen wurde so entwickelt, dass er auch für Simulatorstudien eingesetzt werden kann und wurde parallel im Fahrversuch und im Simulator validiert. Bei Bedarf können auch nur einzelne Teilbereiche verwendet werden.

Große Bedeutung haben die Fragen zur Systemnutzung von Adaptive Cruise Control und Infotainmentsystem. Diese wurden konzipiert, um die objektiven Daten, die anhand der Versuchsfahrzeuge erhoben wurden, mit den subjektiven Daten zu vergleichen. Weiterführende Fragen wurden auch im Interview gestellt. Es ist zu untersuchen, ob sich subjektive und objektive Ergebnisse unterscheiden.

Bei der Rückgabe des Versuchsfahrzeuges wurde der Fragebogen wieder dem Versuchsleiter übergeben. Hierbei konnten eventuell unklare Fragen noch geklärt werden.

Die Beantwortungszeit betrug ungefähr eine Stunde.

2.2.3.2 Interview

Bei der Rückgabe des Fahrzeuges wurden die Probanden anhand eines Interviewleitfaden detaillierter befragt. Während der Fragebogen eher die Beantwortung von Standardfragen verfolgte, war es das Ziel des Interviews, Bedienmotivation und –vorlieben genauer zu hinterfragen. Anhand des Leitfadeninterviews war sichergestellt, dass jedem Probanden die gleichen Fragen gestellt wurden. Es war Aufgabe der geschulten Interviewer, anhand der Leitfragen die Versuchspersonen detailliert zu befragen. Das gesamte Interview dauerte ungefähr eine Stunde.

Der wichtigste Teil des Interviews behandelte die vergangene Versuchswoche. Es wurde nach Besonderheiten gefragt, ohne deren Wissen die objektiven Fahrzeugdaten schwer interpretierbar waren, wie beispielsweise ein Wildtier auf der Straße oder ähnliches. Besonders interessant waren in diesem Frageblock die Fragen nach der Typikalität der Versuchswoche und nach besonderen Reisen. Die weiteren Fragen dienten dazu, die Fahrzeugnutzung und die Bewusstheit der Fahrzeugführer diesbezüglich zu analysieren. Darüber hinaus boten diese Fragen dem Versuchsleiter auch die Möglichkeit, den Befragten und seine Kenntnisse über sein Fahrzeug einzuschätzen. Die intensiveren Fragen zum Beispiel über Möglichkeiten der Einstellungen im Infotainmentsystem zeigten sehr schnell, wie tief der Proband in die Bedienlogik eingestiegen war und wie gut er sich mit seinem Fahrzeug auskannte. Der Leitfaden ist in Anhang B zu finden.

2.2.4 Ablauf Versuchsfahrten

Vor der Übergabe des Fahrzeuges wurden die Versuchsfahrzeuge getankt, gesäubert und in die neutrale Werkseinstellung versetzt, um allen Fahrern die gleichen Ausgangsbedingungen zu bieten.

Bei der Übergabe des Versuchsfahrzeuges wurde den Probanden der Fragebogen überreicht, der Fragen über die allgemeine Fahrzeugnutzung enthielt. Die Probanden bekamen auch ein Informationsblatt, in welchem die Grundzüge der Untersuchung erklärt wurden. Darüber hinaus wurden die Probanden auch darüber informiert, dass es sich um eine Untersuchung zur Nutzung der Bedienelemente handelt.

Die Probanden bekamen die Anweisung, ihr Fahrzeug gegen das Versuchsfahrzeug zu tauschen und das eigene Fahrzeug stehen zu lassen. Anstelle des Eigenfahrzeuges sollte nur das Versuchsfahrzeug genutzt werden. Es waren keine bestimmten Auflagen wie ein bestimmtes Fahrpensum zu bewältigen.

In dem Vorgespräch mit den Probanden wurde Wert darauf gelegt, eine möglichst typische Woche für den jeweiligen Probanden auszuwählen, um die Alltagsnutzung adäquat abbilden zu können. Leider gaben 20 Prozent der Befragten im Nachgang an, dass die Versuchswoche für sie aufgrund von Krankheit oder Urlaubszeit nicht typisch war. Die Probanden wurden bei der Fahrzeugübergabe gefragt, ob sie das Fahrzeug alleine oder gemeinsam mit anderen Personen nutzen würden. Es wurde darauf verzichtet, die Probanden ein Fahrtenbuch führen zu lassen, um das normale Verhalten zu Beginn und Ende der Fahrt nicht zu verändern.

2.3 Beschreibung der Stichprobe

2.3.1 Charakteristika der Stichprobe

Im Folgenden wird ein Überblick über die allgemeinen Stichprobendaten gegeben. Hierfür wurden die Fragen aus Fragebogen und Interview thematisch zusammengefasst. Spezifische Erkenntnisse zu bestimmten Systemen im Fahrzeug werden in den entsprechenden Kapiteln angeführt.

Sämtliche Fragen wurden ausgewertet. Ein großer Teil der Fragen diente der Überprüfung, ob die Probanden wirklich Audi A6 und Audi A8 Fahrer waren. Dies konnte bestätigt werden.

Der Versuchszeitraum pro Proband betrug mindestens sechs Tage inklusive vollständiges Wochenende. Insgesamt wurden 72 Fahrer untersucht, 34 Audi A8 Fahrer mit dem Zählwagen I und 38 Audi A6 Fahrer mit dem Zählwagen II. Dabei wurden verschiedene Gebiete Deutschlands abgedeckt. Zum einen der Großraum München-Ingolstadt in Süddeutschland mit beiden Fahrzeugen, im Westen Deutschlands der Raum Mannheim, Frankfurt und Düsseldorf mit dem Audi A8 und im Osten Deutschlands Dresden und Berlin mit dem Audi A6. Es wurden über 1900 Fahrten unternommen und dabei über 760 Stunden und über 42.000 km gefahren (Abbildung 2.9).

Zählwagen I (Audi A8)	Zählwagen II (Audi A6)
Stichprobe: 34 Fahrer	Stichprobe: 38 Fahrer
Versuchsdauer pro VP: 1 Woche	Versuchsdauer pro VP: 1 Woche
Fahrleistung: 21 755 km	Fahrleistung: 20 478 km
Fahrtzeit: 384 h	Fahrtzeit: 382 h
Fahrten: 829	Fahrten: 1078
München, Ingolstadt Mannheim, Düsseldorf	München, Ingolstadt Berlin, Dresden
Untersuchungszeitraum: Juli 2005 bis Mai 2006	Untersuchungszeitraum: Dez. 2005 bis Dez. 2006

Abbildung 2.9: Beschreibung Stichprobe

Kriterium	Fahrzeug	
	Audi A8	Audi A6
Probandenanzahl	n = 34	n = 38
Eigenes Fahrzeug	Audi A8	Audi A6
Geschlechterverteilung	Männlich: 82% Weiblich: 18%	Männlich: 80% Weiblich: 20%
Alterspektrum	35 bis 70 Jahre	25 bis 68
Altersdurchschnitt	m: 50,3 (s=10,33)	m: 43,4 (s=8,43)
Ausbildungsabschluss	60% abgeschlossenes Studium	80% abgeschlossenes Studium
Erwachsene im Haushalt (außer Fahrer)	80% zwei Erwachsene	85% zwei Erwachsene
Kinder im Haushalt (unter 18 Jahre)	50% keine Kinder im Haushalt	35% keine Kinder im Haushalt
Beschäftigtenverhältnis	50% sind selbständig	60% sind leitende Angestellte
Nutzung	83% Dienstwagen mit privater Nutzung	82% Dienstwagen mit privater Nutzung
Kilometerleistung im Jahr	50% über 30.000 km	38% über 30.000 km
ACC im eigenen Fahrzeug	50%	50%

Tabelle 2-1: Tabellarische Übersicht Stichprobendaten

In der Versuchswoche nutzten achtzig Prozent der Probanden das Fahrzeug als alleiniger Fahrzeugführer, bei den anderen war zumeist der Ehepartner am Wochenende mit dem Fahrzeug unterwegs. 90% der Probanden gaben im Fragebogen an, das Fahrzeug fast täglich zu bewegen, die restlichen zehn Prozent mindestens viermal in der Woche. In vier Fünftel der Fälle dient das Fahrzeug als Dienstwagen, der auch privat genutzt werden kann.

Die Probanden sind im Mittel zwischen 43 und 50 Jahre alt und überwiegend männlich. Dies entspricht auch dem Käuferprofil der Versuchsfahrzeuge. Ungefähr die Hälfte der Probanden besaß in ihrem eigenen Fahrzeug Adaptive Cruise Control (ACC).

Meistens war der untersuchte Fahrzeugtyp das Haupt- oder Erstfahrzeug, viele Probanden hatten noch mindestens ein weiteres Fahrzeug im Haushalt.

Die meisten Versuchspersonen nutzten Computer, Handy und Videorekorder mindestens häufig, ein Umgang mit MP3-Player dagegen war nicht selbstverständlich. Weitere Kriterien sind in Tabelle 2-1 aufgelistet.

Neunzig Prozent der Probanden im Audi A8 und achtzig Prozent der Probanden im Audi A6 berichteten, sich nicht wie in einem Versuchsfahrzeug gefühlt zu haben. Die zwanzig Prozent des Audi A6 erklärten sich durch die Kamera, die zehn Prozent des Audi A8 durch die Innenausstattung, die den Versuchspersonen aufgrund der Farbwahl ungewohnt vorkam. Die Kamera war für die Probanden demnach störend.

Im Mittel wurden pro Proband knapp 28 Fahrten und etwa 580 km gefahren (siehe Tabelle 2-2). Dabei wurden im Audi A8 tendenziell längere Fahrten getätigt. Im Durchschnitt wurden in der Woche 12 Stunden mit dem Fahrzeug verbracht. Nimmt man auch hier wieder Bezug auf die KONTIV 2002–Studie, in der angegeben wird, dass ungefähr 90 Minuten pro Tag im Fahrzeug verbracht werden, ist erkennbar, dass die in dieser Studie befragten Personen über dem Bundesdurchschnitt liegen (siehe Tabelle 2-2).

Fahrzeug	Variable	Kilometer (km)	Stunden (h)	Anzahl Fahrten
Audi A8	Mittelwert	629,90	14,69	28,03
	Standard-abweichung	445,75	11,69	11,56
Audi A6	Mittelwert	532,45	10,34	27,54
	Standard-abweichung	383,01	4,86	17,76
Insgesamt	Mittelwert	578,39	12,39	27,77
	Standard-abweichung	413,63	8,97	15,05

Tabelle 2-2: Gemittelte Werte (m) und Standardabweichung (s) der gefahrenen Kilometer, Stunden und Fahrten bezogen auf die Versuchswochen

Die Standardabweichung deutet an, dass hierbei eine große Varianz vorherrscht. Im Anhang E sind die Häufigkeiten der Fahrten detailliert dargestellt. Die Probanden unterscheiden sich daher auch bezüglich ihrer gefahrenen Kilometer stark (Tabelle 2-2 und Anhang F). Der Mittelwert der gefahrenen Kilometer pro Versuchswoche liegt bei 600 km beim Audi A8, und bei 500 km beim Audi A6. Analog unterscheidet sich die Zahl der gefahrenen Stunden. Die

Anzahl der Fahrten hingegen ist bei beiden Fahrzeugen gleich. Die leichte Tendenz zu einer höheren Zahl längerer Fahrten beim Audi A8 zeigt auch Abbildung 2.12.

Die Probanden wurden auch bezüglich ihrer Einschätzung der Wichtigkeit bestimmter Funktionen befragt (Abbildung 2.10). Die Kriterien waren im Fragebogen vorgegeben. Die Probanden sollten Punkte verteilen, wobei zehn Punkte den höchsten Wert darstellten. Hierbei zeigte sich, dass neben Radio und Navigation vor allem Kriterien eine Rolle spielen, die nicht dem Bereich Mensch-Maschine-Interaktion zuzurechnen sind.

Es ist ersichtlich, dass neben Radio und Navigationssystemen vor allem die Kriterien Motor, Karosserie und Fahrwerk für den Fahrzeugkauf wichtig sind. Fahrerassistenzsysteme liegen in der Wertung nicht so weit oben. Die Marke ist den Befragten ebenfalls entscheidend. Die Mittelwerte der beiden Gruppen unterschieden sich nur marginal. Somit ist eine prinzipielle Vergleichbarkeit der beiden Versuchsgruppen bezüglich der Einstellung zum Fahrzeug gegeben.

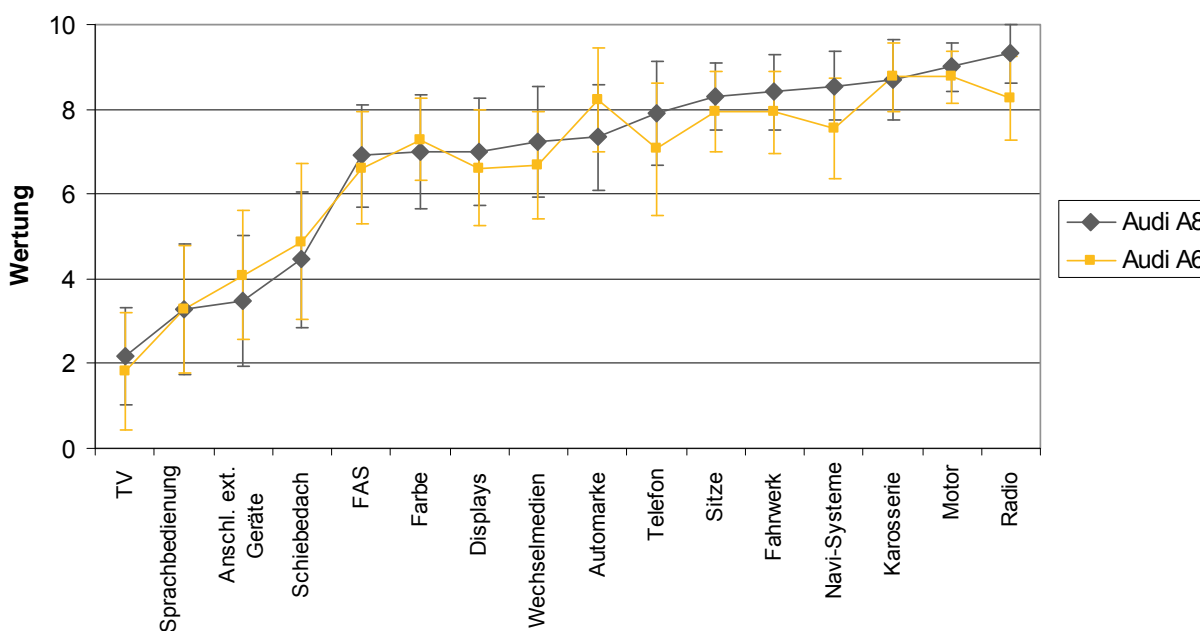


Abbildung 2.10: Subjektive Einschätzung der Wichtigkeit der Systeme beim Fahrzeugkauf
Wert 10: am wichtigsten; 0: überhaupt nicht wichtig

2.3.2 Fahrthäufigkeiten und Fahrdauer

Wie in Abbildung 2.11 ersichtlich, wurden vor allem kürzere Fahrten durchgeführt, zwei Drittel der Fahrten dauerten bis zu dreißig Minuten. Fahrten, die für bis zu zehn Minuten unterbrochen wurden, wurden als eine zusammenhängende Fahrt gewertet, da auch bei einer kurzen Pause, um beispielsweise zum Bäcker zu gehen, die Teilabschnitte für den Fahrer mental eine Einheit bilden. Die Verteilung war über beide Fahrzeugtypen hinweg sehr ähnlich. Dieses Verhalten wurde auch in den Interviewantworten und im Fragebogen bestätigt (Abbildung 2.14): Das Fahrzeug wurde vor allem zur Fahrt in die Arbeit oder zum Einkaufen genutzt. Längere Fahrten wurden vor allem am Wochenende oder vereinzelt auch im Rahmen von Dienstreisen unter der Woche unternommen. Zwei Drittel der Probanden machten während der Versuchswoche einen Ausflug bzw. eine Dienstreise mit dem Fahrzeug, gut die Hälfte davon unter der Woche, 44 Prozent am Wochenende. Ein Viertel derer, die mindestens eine Dienstreise oder einen Ausflug angetreten hatten, unternahmen eine weitere Kurzreise, nur ein Proband hatte drei Kurzreisen während der Woche zu verzeichnen.

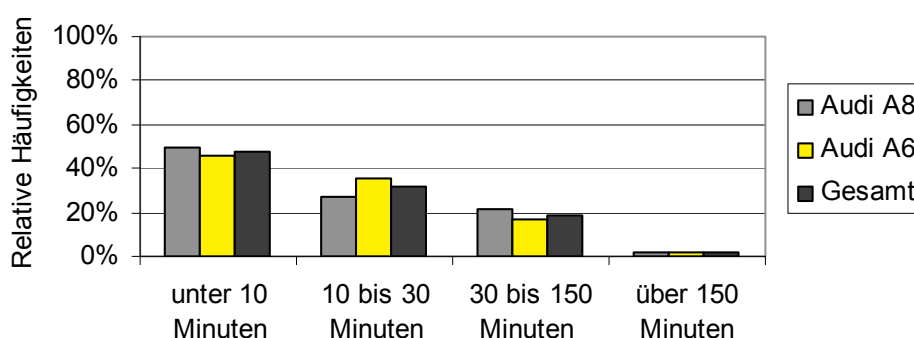


Abbildung 2.11: Relative Verteilung der Anzahl der Fahrten bezogen auf die gefahrene Zeit

Vergleicht man die hier ermittelten Fahrdauern mit den Daten der KONTIV 2002-Studie, in der angegeben wird, dass am Stichtag 70 Prozent der Fahrten eine Fahrdauer unter zwanzig Minuten aufwies, zeigt sich hier das gleiche Bild.

Die Anzahl der getätigten Fahrten reicht von acht Fahrten bis zu 90 Fahrten (siehe Anhang G) in der Versuchswoche. Der überwiegende Anteil von Fahrten von bis zu 30 Minuten bleibt über alle Probanden hinweg relativ konstant, es kann daher von einem typischen Verhalten ausgegangen werden. Durchschnittlich werden 4,5 Fahrten pro Tag unternommen. Die Anzahl der täglichen Fahrten mit dem Fahrzeug wird in KONTIV 2002-Studie im Schnitt mit vier Fahrten pro Tag angegeben.

Laut Aussagen der Probanden im Interview wird im normalen Alltag sowohl in der Stadt, auf der Autobahn und auf der Landstraße gefahren, wobei die Landstraße am seltensten befahren wird.

Wendet man den Algorithmus zur Klassifizierung von Straßenarten (siehe Kapitel 2.4.4) auf die Untersuchungsdaten an, ergibt sich folgendes Bild. Den größten Teil der Zeit im Fahrzeug verbrachten die Fahrer im Stadtverkehr, gefolgt von Autobahn und Landstraße (Abbildung 2.12). Auffallend ist, dass knapp ein Drittel der Fahrtzeit im Stillstand verbracht wird. Die meisten Kilometer dagegen wurden auf der Autobahn gefahren. Leichte Unterschiede zwischen den Versuchsfahrzeugen zeigen sich vor allem in den Bereichen der Landstraßen. Dieses Phänomen könnte durch die unterschiedlichen Versuchsorte erklärt werden. Die subjektive Einschätzung der Probanden wird durch die objektiven Daten bestätigt.

Der hohe Anteil an Stadtfahrten spiegelt die hohe Anzahl an Kurzstrecken wider. Es wird überwiegend im niedrigen Geschwindigkeitsbereich gefahren, eine zeitliche Betrachtungsweise vorausgesetzt (siehe Abbildung 2.12). Abbildung 2.13 zeigt die subjektive bevorzugte Geschwindigkeit der Probanden auf Autobahn und Landstraße. Es ist zu erkennen, dass auf der Landstraße regelkonformes Verhalten angegeben wird. Dies kann anhand der Fahrdaten nicht durchgängig bestätigt werden.

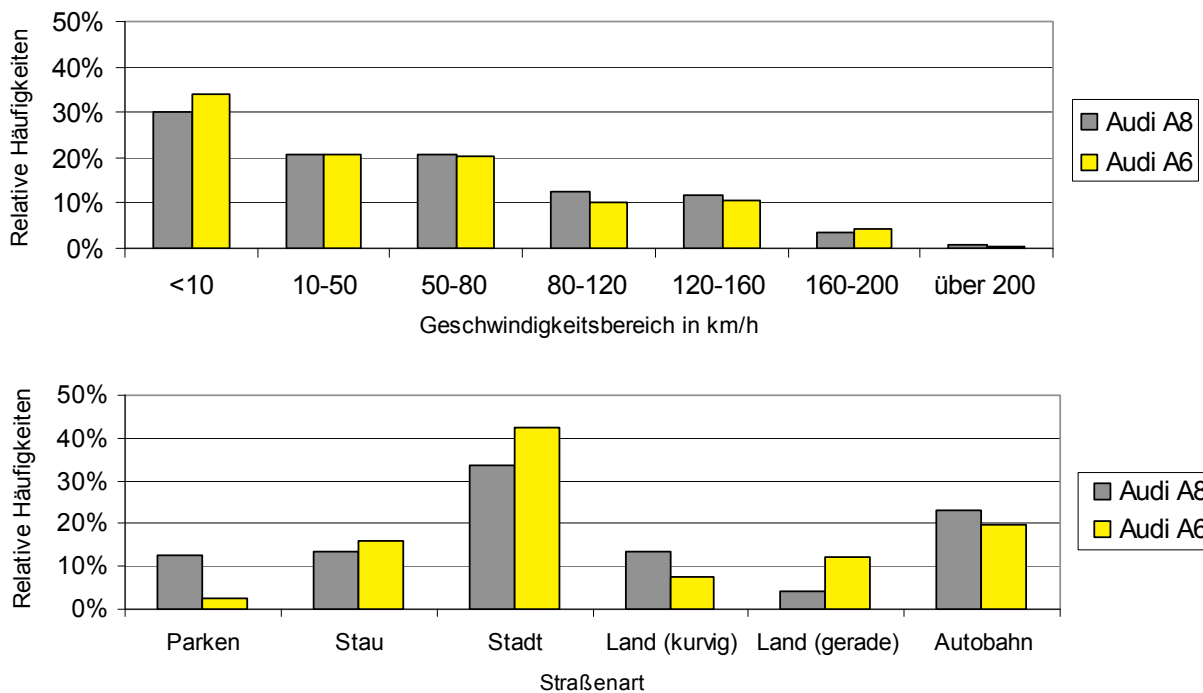


Abbildung 2.12: Verteilung der gefahrenen Stunden auf verschiedene Geschwindigkeitsbereiche (oben) und Straßenarten (unten)

Auf der Autobahn hingegen wird von der Audi A8 Stichprobe eine etwas höhere Geschwindigkeit als von der Audi A6 Stichprobe bevorzugt. Der Durchschnitt der gesamten Stichprobe liegt hier bei ungefähr 185 km/h. Die Auswertung der Fahrdaten hingegen zeigt, dass dieser Bereich in der Fahrpraxis eher selten erreicht wird. Zum einen bedingt durch viele Stadtfahrten, zum anderen durch den vorherrschenden Verkehr auf den Autobahnen. Die Stichprobe zeichnet sich aber durch eine hohe bevorzugte Geschwindigkeit auf der Autobahn aus.

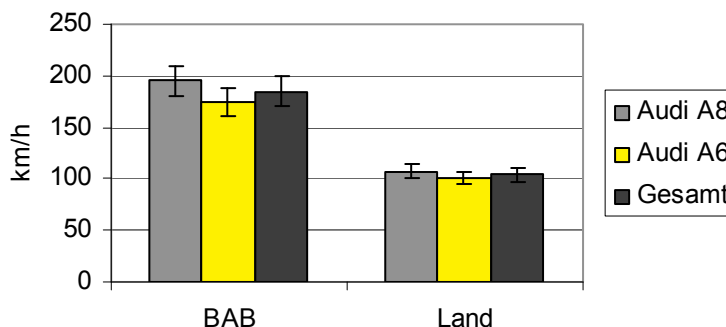


Abbildung 2.13: Bevorzugte Geschwindigkeit auf Autobahn und Landstraße

Aus den subjektiven Aussagen der Probanden geht hervor, dass das Fahrzeug überwiegend zur Fahrt zur Arbeit genutzt wird. Die Probanden wurden im Fragebogen gebeten, Rangplätze für den Fahrtzweck zu verteilen. Hierbei entsprach Rang eins der häufigsten Nutzung. An zweiter Stelle der Fahrzeugnutzung steht die Fahrt zum Einkaufen beziehungsweise die Ausflugsfahrt. Auch hier sind nur marginale Unterschiede zwischen den beiden Versuchsfahrzeugen vorhanden.

Vergleicht man diese Ergebnisse wiederum mit der KONTIV 2002–Erhebung, ist ein Unterschied festzustellen. Dieser Unterschied wurde auch durch die Aussagen im Interview bestätigt. In der KONTIV-Studie wird ein großer Teil der Fahrten getätigt, um Freizeitinteressen nachzugehen. Dies ist innerhalb der hier befragten Stichprobe nicht der Fall. Der dienstliche Charakter der Fahrten bzw. der hohe Stellenwert der Arbeit an sich wird von den Probanden hervorgehoben. Fahrten zur Arbeit oder Dienstreisen stehen an erster Stelle, gefolgt von privaten Erledigungen.

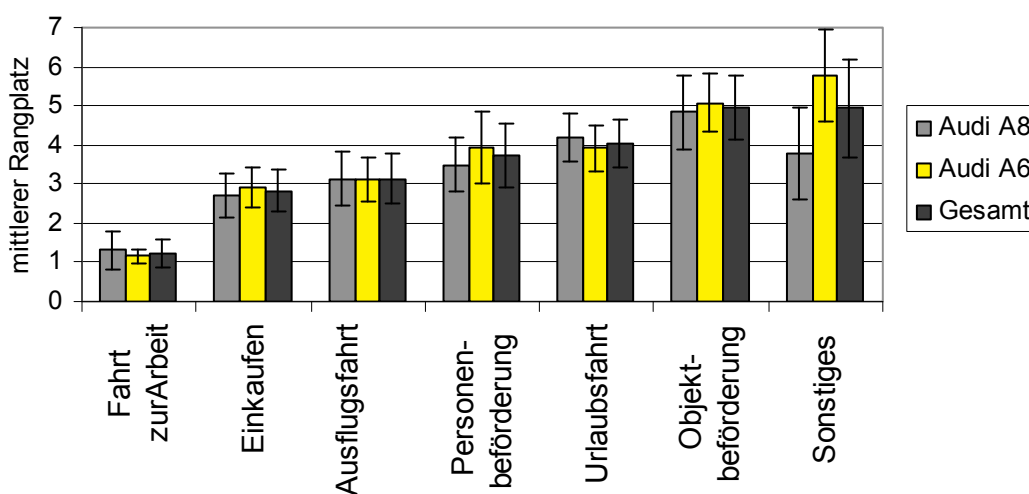


Abbildung 2.14: Fahrtzweck

Dieser Effekt ist auf die Stichprobenwahl zurückzuführen. Die meisten Oberklassefahrer sind beruflich stark eingebunden, die Fahrzeuge werden meist sowohl dienstlich als auch privat genutzt. Daher kann in diesem Fall nur eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Ober- und Mittelklassefahrer angenommen werden. Für das Untersuchungsziel war aber der Ausschluss von Eingewöhnungseffekten wichtiger als die generelle Übertragbarkeit auf alle Personengruppen.

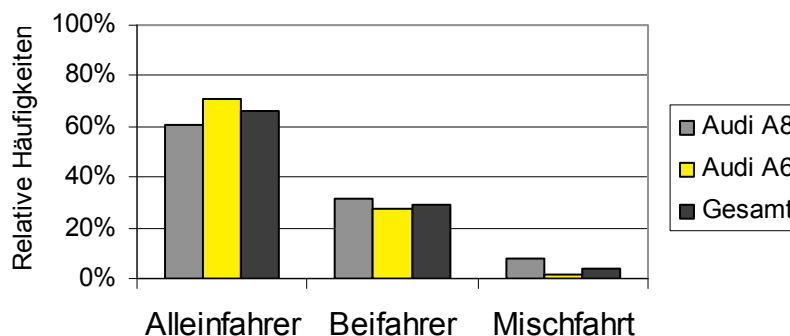


Abbildung 2.15: Relative Aufteilung in Fahrten mit und ohne Beifahrer

Bei der Betrachtung der Fahrten in Bezug auf vorhandene Beifahrer wird deutlich, dass sechzig bis siebenzig Prozent der Fahrten mit dem Fahrer als einzigen Insassen stattfinden (Abbildung 2.15). Dies bedeutet, nur in ca. 30% der Fahrten fährt ein Beifahrer mit. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen der KONTIV-Studie 2002. Bei einem kleinen Teil der Fahrten, der hier als Mischfahrt bezeichnet wurde, wird ein Teil der Fahrt mit, die andere Hälfte der Fahrt ohne Beifahrer durchgeführt, da der Beifahrer entweder zu- oder ausgestiegen ist.

2.3.3 Kriterien für die Gruppierung der Probanden

Für die Auswertungen wurden die Probanden in verschiedene Gruppen eingeteilt, die im Folgenden beschrieben werden. Bei der Einteilung der Gruppen war zu beachten, dass jede Gruppe für weitere Auswertungen ausreichend groß war.

Fahrzeuge:

Beide Versuchsfahrzeuge sind aufgrund ihrer Ausstattung und der Bedienphilosophie durchaus vergleichbar. Aufgrund der gemittelten Fahrprofile ist erkennbar, dass sich die beiden Stichproben sehr ähneln. Dennoch werden in bestimmten Bereichen, in denen sich die Systeme unterscheiden, wie zum Beispiel ACC, getrennte Auswertungen vorgenommen. Wenn eine gemeinsame Betrachtung der beiden Fahrzeuge angeführt ist, so wurden als erster Schritt getrennte Auswertungen vorgenommen und dann miteinander verglichen. Falls die Resultate der beiden Fahrzeuge vergleichbar waren, so wurde eine gemeinsame Auswertung im zweiten Schritt vorgenommen. Dies geschah beispielsweise im Bereich Navigation und Entertainment.

Alter:

Das Altersspektrum der Versuchspersonen beginnt bei 25 Jahren und geht bis 70 Jahre. Die Probanden wurden in drei Gruppen eingeteilt. Folgende Einteilung wurde vorgenommen:

- Jüngere Gruppe: Alter 25 bis 45 Jahre
- Mittlere Gruppe: Alter 45 bis 55 Jahre
- Ältere Gruppe: Alter ab 55 Jahre

In der jüngsten Gruppe waren nur fünf Probanden jünger als 35 Jahre. Die gesamte Stichprobe verteilt sich gleichmäßig über die gewählten Altersgruppen, wobei jedoch bei den Audi A8 Fahrern mehr Fahrer älter als 55 Jahre, bei den Audi A6 Fahrern vor allem Fahrer in der Altersgruppe bis 45 Jahren vorhanden sind. Die drei verschiedenen Altersgruppen unterscheiden sich hinsichtlich Kilometerleistung und Fahrzeit nicht.

Erfahrung mit Adaptive Cruise Control:

Bei beiden Versuchsfahrzeugen liegt der Prozentsatz der Probanden, die in ihrem eigenen Fahrzeug Adaptive Cruise Control besitzen, bei ungefähr 50 Prozent. Diese Probanden werden im Weiteren als ACC Experten bezeichnet, Probanden ohne Erfahrung mit dem Adaptive Cruise Control als Novizen. Da eines der beiden Versuchsfahrzeuge ein Handschalter, das andere dagegen ein Automatikfahrzeug ist, liegt die Annahme nahe, dass hier die Handhabung des ACC unterschiedlich sein könnte. Daher werden bezüglich ACC-Bedienung die Fahrzeuge getrennt ausgewertet. Probanden, die kein ACC-System verbaut hatten, besaßen eine Geschwindigkeitsregelanlage.

Einteilung in Viel- und Wenignutzer:

Für einige Auswertungen war eine Einteilung der Probanden in Viel- und Wenigfahrern notwendig. Anhand der angegebenen jährlichen Fahrleistungen der Probanden konnte als mittlere Fahrleistung pro Tag eine Obergrenze von 100 Kilometer ermittelt werden. In der Versuchswoche wurde als mittlerer Tageswert 96 Kilometer errechnet.

In der deutschlandweiten Erhebung KONTIV 2002 wurden am Stichtag durchschnittlich 59 Kilometer als werktägliche, 89 Kilometer als sonntägliche Tageskilometerleistung angegeben. Somit können ungefähr 420 Kilometer als wöchentliche Durchschnittsleistung erwartet werden. Bei Ober- und Mittelklassefahrzeugen tendiert die Kilometerleistung eher etwas höher. Es wird explizit eine höhere Fahrleistung besser verdienender Haushalte angegeben.

Daher wurde folgende Einteilung gewählt (bezogen auf Kilometer pro Woche):

- Hohe Kilometerleistung: ab 800 km
- Mittlere Kilometerleistung: zwischen 340 und 800 km,
- Niedrige Kilometerleistung: unter 340 km

In der Gruppe der hohen Kilometerleistung gab es einige Ausreißer mit deutlich höherer Kilometerleistung, auch wenn die meisten Probanden 900 bis 1000 km fuhren.

Einteilung in Viel- und Wenigbediener:

Die Angaben im Interview lassen erkennen, dass einige Probanden von häufigen, spielerischen Bedieninteraktionen berichten, andere Fahrer dagegen nur die notwendigen Eingaben tätigen. Aufgrund der normierten Bedienungshäufigkeiten (siehe Kapitel 2.4.3) im Bereich des Infotainmentsystems wurde daher eine Einstufung der Probanden in Viel- und Wenignutzer vorgenommen. Beim Vergleich der Nutzungshäufigkeiten und der Aussagen der Probanden wurde ersichtlich, dass die Selbsteinschätzung der Probanden mit den objektiven Daten nicht übereinstimmt. Daher war es nur möglich, die Probanden a posteriori in Gruppen anhand ihrer objektiven Nutzungshäufigkeiten einzuordnen.

Die Einteilung in Viel- und Wenignutzer wurde folgendermaßen vorgenommen. Für jeden Probanden wurden gemittelte Bedienungshäufigkeiten des Infotainmentbereichs berechnet. Anschließend wurde ein Mittelwert über alle Probanden berechnet.

Für die einzelnen Infotainmentfunktionen wurden nun die Werte eins und null vergeben. Den Wert eins bekam der Proband pro Funktion, wenn seine Bedienungshäufigkeit größer zwei Standardabweichungen über dem Mittelwert lag, da dieser Wert als überzufällig bewertet werden kann (Bortz, 2002). Der Wert Null wurde verteilt, wenn der Proband sich unter dieser Grenze befand. Anschließend wurde über alle Funktionen des Infotainments hinweg ein Summenscore für jeden Probanden und zusätzlich ein Mittelwert der Summenscores gebildet.

Alle Probanden, die unterhalb des so gebildeten Summenscore-Mittelwerts liegen, wurden als Wenigbediener eingeordnet, die darüber lagen, als Vielbediener (Abbildung 2.16). Kritisch an diesem Vorgehen ist, dass die Probandengruppe an sich selbst normiert wird. Angedacht war, die Selbsteinschätzung der Probanden als Bezugswert heranzuziehen, aber es war keine Übereinstimmung zwischen subjektiven und objektiven Werten feststellbar ($r=0,18$). Das lässt vermuten, dass sich die Probanden anhand ihrer Erfahrungen mit anderen Fahrzeugführern einstufen. Im Audi A8 waren mehr Vielbediener als im Audi A6 zu verzeichnen.

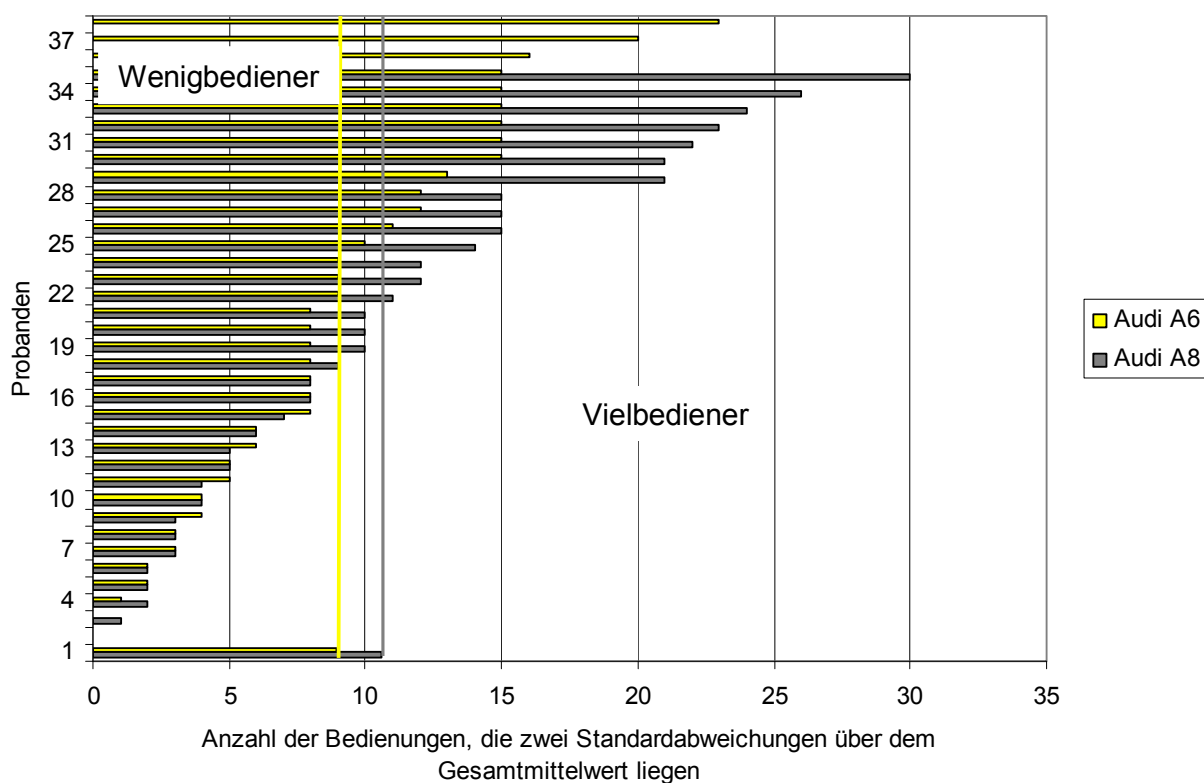


Abbildung 2.16: Einteilung in Viel- und Wenignutzer

Technikinteresse:

Die Probanden wurden anhand der Skala Technikinteresse (siehe Anhang C) in Personen mit hohem Technikinteresse und Personen mit niedrigem Technikinteresse eingeteilt. Es ergab sich, dass sechzig Prozent der Probanden ein ausgeprägtes Technikinteresse aufwiesen. Diese Einschätzung passt auch zu den angegebenen Berufen. Die Hälfte der Versuchspersonen übte einen technischen Beruf aus oder hatte eine technisch orientierte Ausbildung.

Diese Eingruppierung wurde mit der Einteilung in Viel- und Wenigbediener korreliert, um zu überprüfen, ob Fahrer mit hohem Technikinteresse überproportional häufig der Gruppe der Vielbedienern zuzuordnen waren. Diese Annahme konnte aufgrund eines Korrelationsfaktors von $r = 0,22$ keineswegs gehalten werden.

Fahrstil

Der Fahrstil im alltäglichen Verkehr ist von verschiedenen Kriterien geprägt. Die Probanden wurden im Interview befragt, welche Kriterien bei ihnen zu einer Veränderung des Fahrerverhaltens führen. Interessant dabei war, dass fast alle Probanden Gründe für eine Abweichung von dem aus ihrer Sicht normalen Fahrverhalten angaben. Vor allem Witterungsbedingungen, Mitfahrer und Telefonate führen laut Aussage der Stichprobe zu einer Veränderung des eigenen Fahrerverhaltens. Siehe dazu auch Tabelle 2-3.

Allein die subjektiven Aussagen lassen demnach den Schluss zu, dass nicht von einem durchgängigen Fahrstil ausgegangen werden kann.

	Kriterien zur Veränderung des Fahrerverhaltens
Häufigster Grund	<ul style="list-style-type: none"> • Witterungsbedingungen
Häufige Gründe	<ul style="list-style-type: none"> • Beifahrer • Telefonieren • Mitfahrende Kinder • Straßenart • Verkehrsdichte/ Verkehrsaufkommen • Kurvige Straße
Seltene Gründe	<ul style="list-style-type: none"> • Stimmung • Straßenbebauung • Zieleingabe • Eile • ACC Fahrt

Tabelle 2-3: Kriterien, die zu einer Veränderung des Fahrerverhaltens führen

Fraglich ist daher, ob ermittelte Fahrertypen auch während des Fahrens im Alltag Bestand haben können. Daher wurde auf verschiedene Weise eine Charakterisierung des Fahrers erstellt, die dann im Alltagsgeschehen überprüft wurde. Der Fahrstil wurde auf drei Arten erhoben:

- Fragebogen:
 - Selbsteinschätzung
 - Skala Fahrertyp des Fragebogens zum Fahrverhalten und zu Einstellung zum Fahrer (siehe Anhang C)
- Klassifikation anhand fahrdynamischer Daten

In der Selbsteinschätzung hatten die Probanden die Möglichkeit sich zwischen den folgenden Antwortmöglichkeiten zu entscheiden:

- sehr sportlich
- sportlich
- komfortorientiert und
- sehr komfortorientiert

Über die Hälfte der Fahrer bezeichnete sich selbst als sportlich, zehn Prozent sogar als sehr sportlich. Die restlichen vierzig Prozent schätzten ihren Fahrstil als komfortorientiert ein. Das Attribut sehr komfortorientiert wollte sich kein Proband zuordnen.

Die Items der Sportlichkeitsskala der Skala Fahrertyp des Fragebogens zum Fahrverhalten und zu Einstellung zum Fahrer (Hummel, 2008) teilen die Fahrer in die Gruppen sportlicher Fahrer und normaler Fahrer ein. Dieser Fragebogen wurde über andere Skalen zur Fahrertypisierung validiert (Sacher, Hummel & Bubb, 2007). Anhand einer Befragung an Extremgruppen wurden die trennscharfen Items ermittelt. Bezüglich des Fahrertyps konnten zehn Fragen extrahiert werden (siehe Anhang C), Anhand des Medians wird die Probandenstichprobe in sportliche und komfortorientierte Probanden geteilt.

Die Auswertung ergab, dass 60 Prozent der Probanden einen komfortorientierten Fahrstil pflegen. Die Korrelation zwischen der Selbsteinschätzung und der Kategorisierung durch den Fragebogen beträgt 0,51 (siehe Tabelle 2-5).

Anhand der fahrdynamischen Daten wurde eine Einteilung des Fahrstils versucht. Hierbei wurde in Anlehnung an verschiedene in der Literatur vorhandene Fahrertypisierungen (siehe

Kapitel 1.3.1.2) vor allem die Querdynamik betrachtet. Ziel war ebenfalls in Anlehnung an die Literatur die Extraktion von höchstens drei verschiedenen Fahrertypen, nämlich sportlich, normal und entspannt.

Aufgrund von experimentellen Versuchsfahrten wurden vier verschiedene Kennzahlen gebildet, die mit unterschiedlicher Gewichtung in die Klassifizierung einfließen. Im Validierungsprozess wurden die verschiedenen Variablen systematisch variiert. Anschließend wurden die Ergebnisse der Versuchsfahrten auf die Alltagsstrecken übertragen. Die Strecken im Alltag unterschieden sich naturgemäß stark. Differenzierende Kennwerte inklusive Wichtungsfaktor siehe Tabelle 2-4.

Kennzahl	Beschreibung	Wichtungsfaktor
Querdynamikkennzahl	Aus Gierrate und Querbearbeitung wird eine Kennzahl gebildet, die den Grad der Ausnutzung des Querbearbeitungspotentials anzeigt.	30
Fahrpedalstatus	Der Gradient der Gaspedalbetätigung wird als Maß für die Beschleunigungsabsicht gewertet.	10
Durchschnittsgeschwindigkeit	Durchschnittsgeschwindigkeit über die gesamte gefahrene Strecke.	2
Höchstgeschwindigkeit	Die erreichte Höchstgeschwindigkeit bezogen auf die gesamte Strecke.	0,5

Tabelle 2-4: Beschreibung der ermittelten Kennzahlen zur Klassifizierung des Fahrertyps im Alltag

Aus den angeführten Kennzahlen wurde eine Fahrertypkennzahl ermittelt. Die größte Gewichtung erhält die Querdynamikkennzahl. Für jede Fahrt des Probanden wird nun eine Fahrertypkennzahl ermittelt und den Bereichen sportlich, Komfort und entspannt zugewiesen. Nur Fahrten mit einer Dauer von über 15 Minuten werden in die Beurteilung einbezogen, da nur ab einer gewissen Fahrdauer ein Fahrstil erkennbar ist.

Die experimentelle Überprüfung zeigte, dass aufgrund des unterschiedlichen Fahrzeugcharakters keine harten Bereichsgrenzen der Fahrertypkennzahl angegeben werden können. Diese Grenzen müssen für jedes Fahrzeug individuell festgelegt werden.

Die gerade beschriebene Analyse des Fahrstils anhand fahrdynamischer Daten ohne Kenntnis der Beschaffenheit der Straße und der Verkehrssituation erwies sich bezüglich der Alltagsfahrten als nur bedingt tauglich.

Die Korrelation zwischen der Bewertung des Fahrstils anhand fahrdynamischer Daten und der Einstufung in dem Fragebogen betrug 0,45. Die Korrelation zwischen Selbstbeurteilungsbogen und Bewertung anhand der fahrdynamischen Daten ergab 0,18 (siehe Tabelle 2-5).

Die Korrelation zwischen den verschiedenen Erhebungsarten zeigt, dass die Erhebungsinstrumente lediglich eine Tendenz zum Fahrstil, nicht aber eine eindeutige Zuordnung erlauben. Darüber hinaus scheint die Skala Fahrertyp des Fragebogens zum Fahrverhalten und zu Einstellung zum Fahrer eine akzeptable Zuordnung zu erlauben. Die Korrelation zwischen fahrdynamischen Daten und Selbsteinschätzung zeigt, dass sich einige Fahrzeugführer bezüglich der Sportlichkeit ihres Fahrstils falsch einschätzen.

Korrelation	Skala Fahrertyp	Fahrdynamische Daten
Selbsteinschätzung	0,51	0,18
Skala Fahrertyp	-	0,45

Tabelle 2-5: Korrelation der verschiedenen gewählten Instrumente zur Fahrertypisierung

2.4 Auswertungsvorgehen objektive Interaktionsdaten

2.4.1 Herausforderungen der Datenauswertung

Bei Fahrversuchen, die im Stil des „natural driving“ Ansatzes durchgeführt wurden, entsteht eine große auszuwertende Datenmenge. Die Daten sind hierbei sehr unterschiedlich und daher schwer vergleichbar. Jeder Proband fährt unterschiedlich häufig auf verschiedenen Strecken. Es sind keine kontrollierten Faktoren, die als Ausgangspunkt für Auswertungen genutzt werden könnten, vorhanden. Darüber hinaus waren auch in einem Versuchsfahrzeug überhaupt keine, in dem zweiten nur vereinzelte Umfelddaten vorhanden. Die wenigen Umfeldfaktoren erwiesen sich bei der Auswertung als nicht einsetzbar.

Ziel der Auswertung war keine Einzelfallanalyse, sondern ein sinnvoller Überblick über die Alltagsnutzung. Für eine Analyse von Einzelfällen sind weitere Informationen wie Verkehrsaufkommen, Videoaufnahmen des Fahrzeuginnenraums und des gesamten Umfeldes, Kenntnis der Witterungsbedingungen und ähnliches notwendig.

Das zweite Problem neben der nicht kontrollierbaren Verkehrs- und Witterungsbedingungen ist die hohe Inter- und Intraindividualität der Bedieninteraktionen der Probanden. Die Probanden unterscheiden sich zum einen über die Versuchswoche hinweg sehr stark in ihren Bedienverhalten, zum anderen weisen die Fahrer nicht über den gesamten Versuchszeitraum das gleiche Verhalten auf.

Dies hängt zum einen davon ab, dass manche Einstellungen nur einmal getätigt werden müssen, wie beispielsweise die Sitzeinstellung, und andere Bedienhandlungen nur bei Bedarf ausgeführt werden. Die Ermittlung der jeweiligen Bedarfsituation im Speziellen war aufgrund des breit gefassten Untersuchungsobjektes jedoch nicht möglich. Hierfür wäre eine ständige Befragung der Probanden während der Fahrten oder eine Überwachung des Fahrzeuges mit Kameras im Fahrzeuginnenraum und der Umwelt notwendig. Selbst mit einer Videoüberwachung ist es jedoch oftmals nicht möglich, auf die Beweggründe der Probanden zu schließen.

2.4.2 Vorgehensweise Auswertungen

Um sowohl der Unterschiedlichkeit der Versuchswochen als auch der Versuchspersonen Rechnung zu tragen, wurde eine Auswertestrategie zur Berechnung der durchschnittlichen Bedienhäufigkeiten entwickelt (siehe Abbildung 2.17).

Um die interindividuellen Unterschiede hinreichend zu integrieren, werden die ersten Auswerteschritte probandenbezogen durchgeführt. Zuerst wird jeder Fahrer auf seine eigene Fahrleistung normiert. Hierzu bieten sich die gefahrenen Kilometer, die gefahrenen Stunden und die Anzahl der Fahrten an (siehe Kapitel 2.3.2). Nach der Normierung entsteht für jeden Probanden und jede Eingabemöglichkeit ein durchschnittlicher Bedienwert.

Anschließend werden pro Eingabemöglichkeit Mittelwert und Standardabweichung über die bereits normierten Bedienhäufigkeiten gebildet. Aufgrund der bereits angesprochenen

Unterschiede in den Interaktionen mit dem Fahrzeug sind die Standardabweichungen sehr hoch. Der Maximalwert liegt häufig über dem Mittelwert plus zweimal Standardabweichung. Die Standardabweichung ist manchmal höher als der Mittelwert an sich. Dies spricht für sehr unterschiedliche Aktionen der Probanden.

Der Extremste der normierten Einzelwerte wird als Maximalwert ausgewiesen. Der Maximalwert stellt damit den häufigsten normierten Wert pro Bedienelement dar und spiegelt das maximale Bedienverhalten eines Probanden über die Versuchswoche hinweg wider. Diese Maximalwerte werden in den Diagrammen in Kapitel 3 durchgängig mit einem Dreieck gekennzeichnet.

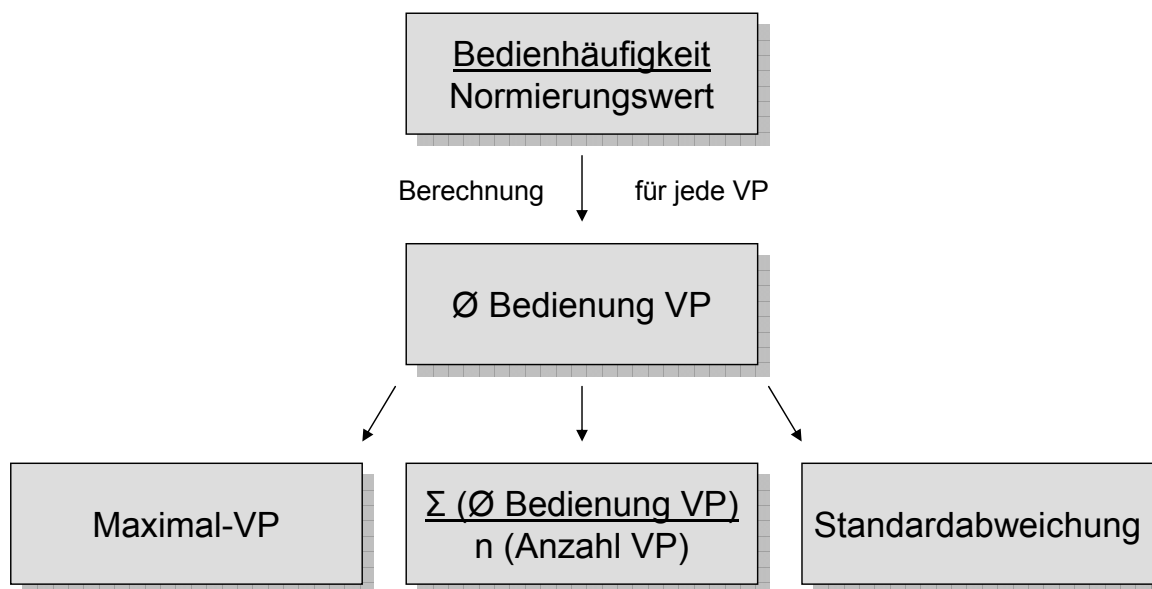


Abbildung 2.17: Übersicht probandenbezogenes Auswerteverfahren

Zur Minimierung der Varianzen werden die Probanden anhand verschiedener Kriterien in Gruppen eingeteilt (siehe Kapitel 2.3.3). Bei jeder Gruppierung der Probanden wird das gleiche Auswertevorgehen gewählt. Es ist darauf zu achten, dass in jeder Gruppe genügend Versuchspersonen vorhanden sind, um eine statistische Aussage treffen zu können.

Anders gestaltet sich die Auswertung der Fahrten nach dem Kriterium Streckenlänge. Hier wird eine Aufteilung in vier Gruppen, nämlich Fahrten mit einer Dauer von unter 10 Minuten, zehn bis dreißig Minuten, 30 bis 150 Minuten und über 150 Minuten angestrebt. Eine probandenbezogene Gruppierung war nicht möglich, da nicht jede Versuchsperson alle Fahrtarten verzeichnen kann bzw. längere Strecken wesentlich seltener als kürzere Fahrten vorkommen. Daher wird in diesem Fall auf die probandenbezogene Auswertung verzichtet und lediglich ein normierter Wert über jede Gruppe gebildet.

2.4.3 Möglichkeiten der Datennormierung

Die Probanden unterscheiden sich in Frequenz und Dauer der Fahrten, daher bedarf es einer Normierung der Bedieninteraktionen. Dafür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Die einfachste Möglichkeit bildet die Versuchswoche. Hierbei werden Bedienvorgänge auf die gefahrenen Wochen bezogen. Problematisch ist hier die unterschiedliche Fahrtenanzahl der Probanden.

Eine bessere Normierungsmöglichkeit bietet die Normierung auf die Anzahl der Fahrten, die der Proband jeweils in der Versuchswoche unternommen hat. Die Fahrten sind zwar von unterschiedlicher Länge (Abbildung 2.11) aber in beiden Fahrzeugen ist das Verhältnis der Fahrdauern bezogen auf die Gesamtanzahl der Fahrten ähnlich. Es gibt einige Bedienvorgänge, von denen anzunehmen ist, dass sie fahrtbezogen aktiviert werden, gleich welche Länge die Fahrt hat. Auswertungen bezogen auf die Fahrtenanzahl bieten sich an, um beispielsweise Türverriegelung, Öffnen der Tür, Sitzeinstellung oder auch Temperatureinstellungen zu untersuchen.

Einen anderen Weg bieten die gefahrenen Kilometer beziehungsweise die gefahrene Zeit. Beide Möglichkeiten sind interessant und bieten einen guten Ansatzpunkt zum Extrapolieren auf die Lebensdauer eines Fahrzeuges. Die Normierung auf die Fahrdauer bietet den Vorteil, dass niedrige und hohe Geschwindigkeiten gleich bewertet werden, während bei der Normierung auf die Kilometer die Bedienhäufigkeiten bei hohen Geschwindigkeiten im Gegensatz zu den niedrigen verzerrt werden, da bei niedrigen Geschwindigkeiten weniger Kilometer zurückgelegt werden können.

km/h	km/h	km/h	Km/h	km/h	km/h	km/h
0-10	10-50	50-80	80-120	120-160	160-200	über 200

Tabelle 2-6: Gewählte Geschwindigkeitsbereiche

Für eine differenziertere Betrachtung der Interaktionsanalyse wurden die Bedienungen auf verschiedene Geschwindigkeitsbereiche und Straßenarten bezogen. So kann eruiert werden, ob Fahrzeugführer auch bei hohen Geschwindigkeiten Bedienvorgänge im tertiären Bereich der Fahraufgabe vornehmen. Hierfür wurde die in Tabelle 2-6 vorgestellte Einteilung der Geschwindigkeitsbereiche vorgenommen.

Die niedrigen Geschwindigkeitsbereiche spiegeln Stillstand des Fahrzeuges und Stadtverkehr wider, die höheren Geschwindigkeiten differenzieren im Bereich der Autobahn und Landstraße.

Die Einteilung der Interaktionen in Bezug auf Geschwindigkeitsbereiche sind in Verbindung mit den Auswertungen bezogen auf die Straßenarten (siehe Tabelle 2-7) zu sehen. Bei beiden Auswertemöglichkeiten können die Interaktionen sowohl auf die Anzahl der Kilometer als auch auf die Zeit, die in dem Bereich gefahren wurde, bezogen werden. Letztere Möglichkeit ist sinnvoller, da in den Bereichen Parken bzw. bis zehn Kilometer pro Stunde keine oder so gut wie keine Kilometeranzahl erreicht wird, und daher die Ergebnisse verzerrt dargestellt würden.

Sowohl bei der Auswertung über Geschwindigkeitsbereiche als auch über Straßenarten ist zu beachten, dass sich die Fahrtabschnitte nicht gleichmäßig über die verschiedenen Geschwindigkeitsbereiche verteilen. Es ist zu sehen, dass der größte Teil der Fahrt in niedrigen Geschwindigkeitsbereichen bzw. im Stadtverkehr stattfindet. Den zweitgrößten zeitlichen Anteil nimmt die Autobahn ein. Bezogen auf die Kilometerleistung hat natürlich die Autobahn den größten Anteil. Über 200 Kilometer pro Stunde fahren nur sehr wenige Probanden (siehe Abbildung 2.11).

Auf die Maximalwerte wird sowohl in den Geschwindigkeitsbereichen als auch bei den Straßenarten verzichtet, um Auswerteartefakte bei geringer Fahrtdauer in einem bestimmten Geschwindigkeitsbereich zu vermeiden.

Aufgrund der unterschiedlich großen Anteile der Fahrtabschnitte ist auch ein Gewichtungsfaktor zu überlegen. Dies erschien in dieser Arbeit nicht sinnvoll, da durch einen Gewichtungsfaktor eine Wertung impliziert wäre, für weitere Auswertungen wäre dies jedoch durchaus denkbar.

2.4.4 Ermittlung der gerade befahrenen Straßenart

Um die Fahrdaten aus den Versuchsträgern einem bestimmten Straßenabschnitt zuordnen zu können, musste eine nachträgliche Klassifizierungsmöglichkeit der Daten generiert werden. Es war im Rahmen des Versuchsaufbaus nicht möglich, unauffällig GPS-Daten zu erfassen.

Nach Überprüfung möglicher Einteilungen nach Hennecke, Müller, Werner, Möser, Winkelmann & Kleinschmidt (1995) oder den Richtlinien des Straßenbauamts wurde festgestellt, dass diese Einteilungen für die Zielsetzung einen zu hohen Differenzierungsgrad aufweisen. Darüber hinaus ist es zum einen aus Erfahrungswerten offensichtlich, zum anderen auch wissenschaftlich belegt (siehe beispielsweise Steinbrecher, 1997), dass es zu Geschwindigkeitsüberschreitungen vor allem beim Übergang von einer Straßenart zur anderen kommt.

Daher wurde der Fokus nicht auf die gerade befahrene Straßenart, sondern auf den damit verbundenen Fahrstil gelegt. Als Basis dienten hierbei theoretische Überlegungen zu Lenkradwinkel und durchschnittlicher Geschwindigkeit auf verschiedenen Straßenarten und dem damit indizierten Fahrverhalten. Beispielsweise wird in der Stadt mit niedrigen Geschwindigkeiten und häufige, größere Lenkradwinkel zu rechnen sein. Eine gerade Landstraße dagegen zeichnet sich durch eine höhere Geschwindigkeit und wenige Lenkbewegungen aus.

Aufgrund dieser Überlegung wurden zuerst die möglichen Fahrtabschnitte Stau, Stadt, Landstraße und Autobahn identifiziert (siehe Tabelle 2-7). Experimentelle Untersuchungen ergaben, dass zwei weitere Klassifizierungsmöglichkeiten sinnvoll sind, zum einen der Zustand Parken/ stehendes Fahrzeug, zum anderen eine feinere Differenzierung im Bereich der Landstraße in kurvige und gerade Landstraße.

Nr.	Straßenart	Durchschnitts-geschwindigkeit	Zusatzbedingung
0	Parken/stehendes Fahrzeug	0 km/h	Gierrate = 0; Drehzahl = 0
1	Stau/stockender Verkehr	5 -10 km/h	
2	Stadtverkehr	10 -50 km/h	
3	Kurvige Landstraße	50 -100 km/h	Grenzwert Lenkradwinkel öfter als 7 x in der Minute
4	Gerade Landstraße	50 -100 km/h	Grenzwert Lenkradwinkel seltener als 7 x in der Minute
5	Autobahn	> 100 km/h	

Tabelle 2-7: Klassifizierbare Straßentypen

Die a posteriori Berechnung der Straßenarten wurde folgendermaßen vorgenommen: Überschreitet der Lenkradwinkel den Wert 45°, wird ab diesem Zeitpunkt eine Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet. Lenkradwinkeländerungen unter 45° werden nicht

weiter beachtet. Überschreitet der Lenkradwinkel wiederum den Wert von 45° , so wird eine neue Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet, die nach dem oben genannten Schema zugeordnet wird. Basis für dieses Vorgehen bietet die Überlegung, dass neue Straßenarten meist durch eine Art Zufahrt, wie beispielsweise Einbiegen auf die Autobahn, eingeleitet werden. Diese Annahme konnte auch experimentell überprüft werden. Auf diese Weise kann eine grobe Straßenkategorisierung erfolgen, die im Bereich der Landstraße noch differenziert wurde.

Im Bereich der Landstraße werden die Häufigkeiten der Lenkradwinkelveränderungen unter 45° gezählt. Liegt der Wert der Veränderungsfrequenz über 7mal pro Minute, wird der Abschnitt als kurvige Landstraße kalkuliert. Mit diesem einfachen Verfahren wird eine sehr gute Übereinstimmung zu den realen Straßenarten erzielt.

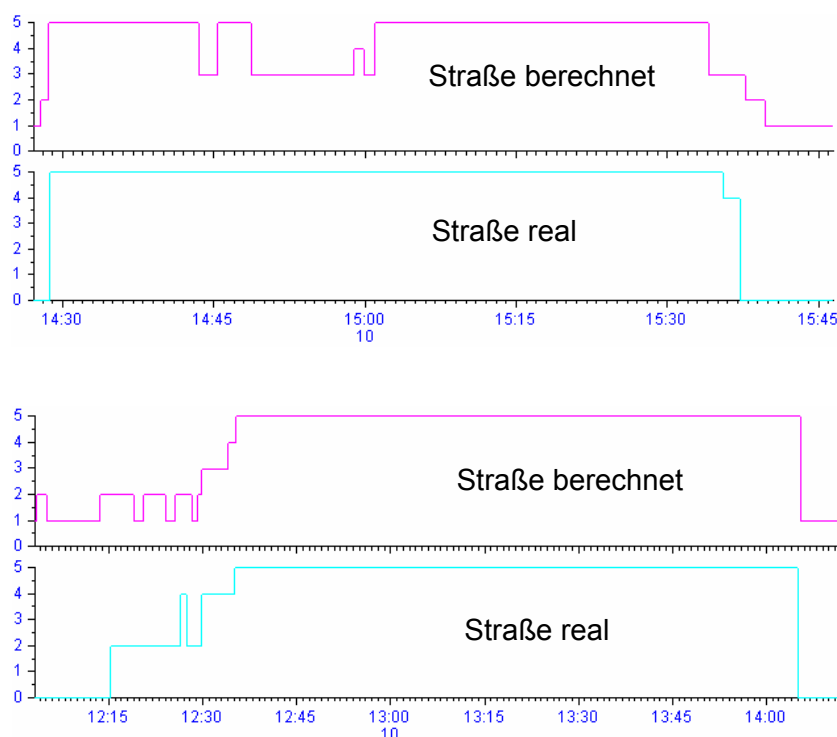


Abbildung 2.18: Vergleich der ermittelten Straßenart vs. der realen Straßenart. Bezeichnung der Straßenarten gemäß Tabelle 2-7

Die angegebenen Werte wurden theoretisch erschlossen und anschließend durch Experimente validiert und verfeinert. Abbildung 2.18 und Anhang D zeigen einen Vergleich der ermittelten Straßenarten und der Straße laut Navigationsausgabe.

In der ersten Darstellung der Abbildung 2.18 ist eine Autobahnfahrt abgebildet. Die obere, rosa Linie bezeichnet die berechnete Straßenart, die untere türkise Linie die reale Straßenart. Es zeigt sich, dass die berechnete Straßenart teilweise den Typ Landstraße zeigt. In diesen Abschnitten waren Geschwindigkeitsbegrenzungen vorhanden und die Fahrbahnbreite verringert, der Fahrer hatte die gleichen Fahrbedingungen wie auf einer zweispurigen Landstraße

Ein Vergleich der realen und der ermittelten Straßenarten zeigt, dass der ermittelte Straßentyp der Fahrweise recht gut entspricht.

Anhand der Fahrdaten wurden Histogramme der gefahrenen Geschwindigkeitsdaten über die ermittelten Straßentypen erstellt. Hierbei wurde eine Einteilung in zehn km/h-Schritte auf der Abszisse gewählt. Wie Abbildung 2.19 zeigt, ist in der Stadt kein klares Geschwindigkeitsprofil vorhanden. Auf der Landstraße und auf der Autobahn hingegen zeigt sich eine Normalverteilung, es ergibt sich ein klarer Verteilungsgipfel. Auf der Autobahn ist die häufigste Geschwindigkeit 130 Kilometer pro Stunde, dies entspricht der Richtgeschwindigkeit.

Obwohl viele der Probanden angaben, gerne um die 200 km/h zu fahren, und die Geschwindigkeitsdaten diese Vorliebe auch beweisen, scheint sich der Verkehr auf der Bundesautobahn im Ganzen dennoch auf die Richtgeschwindigkeit einzupendeln. Auf der geraden Landstraße wird tendenziell schneller als auf der kurvigen gefahren.

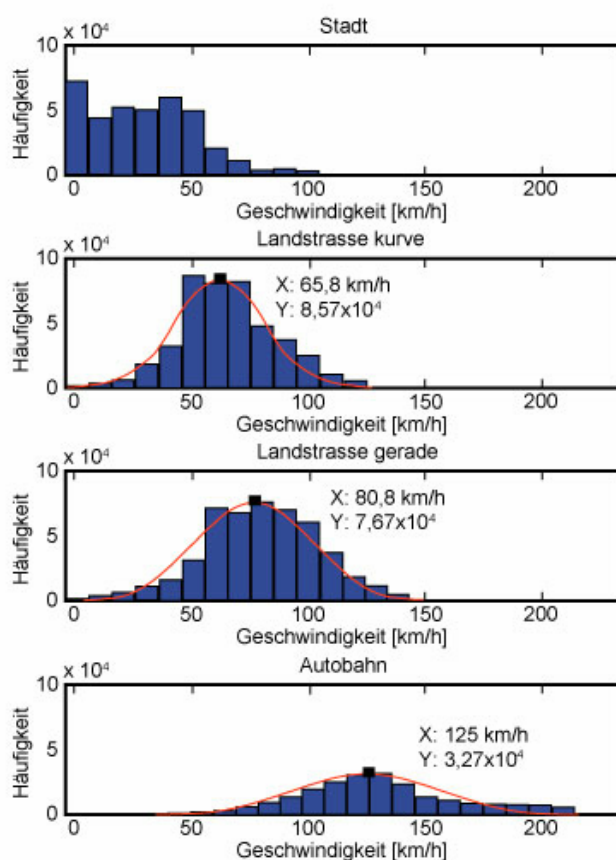


Abbildung 2.19: Histogramm der Geschwindigkeiten über Straßenarten

2.5 Zusammenfassung Versuchsdesign

Ziel war die Erfassung der Alltagsnutzung der Bedienelemente des Fahrerarbeitsplatzes. Hierfür wurden zwei Versuchsfahrzeuge aufgebaut, die die Interaktionen des Fahrers mit dem Fahrzeug protokollieren konnten. Mit den Versuchsträgern wurden Fahrversuche über einen längeren Zeitraum durchgeführt.

Probanden, die selbst das gleiche Fahrzeugmodell wie die Versuchsfahrzeuge fahren, tauschten ihr eigenes Fahrzeug für eine Woche mit dem Versuchsfahrzeug. Zusätzlich wurden die Testpersonen bezüglich ihrer Gewohnheiten befragt.

Der Vergleich der Stichprobendaten mit denen der KONTIV-2002 Studie ergab, dass die Probanden im Allgemeinen dem durchschnittlichen Nutzungsprofil in Deutschland entsprachen.

Für jedes Bedienelement wurde eine mittlere Nutzungshäufigkeit berechnet. Hierbei wurde ein Auswerteverfahren entwickelt, das die intra- und interindividuellen Unterschiede der Versuchspersonen berücksichtigte. Zur Minimierung der Varianz wurden die Probanden nach verschiedenen Kriterien in Gruppen unterteilt.

Mögliche Gruppenkriterien sind Alter, gefahrene Kilometer, Nutzungshäufigkeiten, Technikinteresse und Fahrertyp. Es wurden drei verschiedene Verfahren, den Fahrertyp zu bestimmen, ausprobiert. Es war jedoch mit keinem Verfahren möglich, den Fahrertyp im Alltag zuverlässig zu bestimmen.

Darüber hinaus wurden die Bedienhäufigkeiten innerhalb verschiedener Geschwindigkeitsbereiche berechnet. Es wurde ein Algorithmus entwickelt, der die Straßentypen anhand Geschwindigkeit, Lenkradwinkel und Motordrehzahl hinreichend genau abbilden kann. Somit konnten die Interaktionen auch auf bestimmte Straßentypen bezogen werden.

3 Bedienverhalten

In diesem Kapitel wird das Bedienverhalten im Alltag beschrieben. Zuerst wird in dem allgemeinen Teil ein Überblick über die Bedienhäufigkeiten aller Fahrzeugfunktionen gegeben. Anschließend werden Bedienvorgänge im Bereich der Navigation, des Adaptive Cruise Control, der Radiobedienung, der Sitzeinstellung und der Klimaautomatik detaillierter erläutert.

Schwerpunkt der Ergebnisdarstellung bilden die objektiven Bedienhäufigkeiten, die durch subjektive Aussagen der Probanden ergänzt werden. Auswertevorgehen und Gruppierung der Probanden wurden bereits in Kapitel 2 vorgestellt.

Der Fokus der Untersuchung bestand in der Interaktion des Fahrers mit den verschiedenen Bedienelementen im Fahrzeug. Daher wurden keine Elemente der primären Fahraufgabe ausgewertet. Zur primären Fahraufgabe werden alle Tätigkeiten des Fahrers gerechnet, die unmittelbar mit Kurswahl, Bremsen, Beschleunigen und Lenken zusammenhängen. Hierbei handelt es sich um das eigentliche Fahren. Es ist anzunehmen, dass bei langjährigen Fahrern in ihrem eigenen Fahrzeug diese Aktionen automatisiert ablaufen.

Zur sekundären Fahraufgabe zählen Aufgaben, die die primäre Fahraufgabe unterstützen. Hierzu rechnet man zum einen die Betätigung des Kupplungspedals und zum anderen die Gangwahl. Sowohl die Betätigung des Kupplungspedals als auch die des Gangwahlhebels (vor allem bei einem Automatikfahrzeug) laufen bei geübten Fahrern automatisiert ab, und wurden daher in die vorliegende Auswertung nicht aufgenommen.

Zur sekundären Fahraufgabe sind auch Bedienvorgänge zu zählen, die eine Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern ermöglichen, beispielsweise das Ankündigen der Richtungsänderung durch Blinksignale oder die Anzeige von ungewohnten, unüblichen Situationen durch Hupsignale oder durch die Warnblinkanlage. Diese Aufgaben sind durchaus hochgeübt, laufen aber dennoch nicht automatisch ab. Weiterhin wird die Aktivierung des Scheibenwischers oder die Lichtwahl zur sekundären Fahraufgabe gezählt. Darüber hinaus gehören Aktivierung oder Einstellung des ACC oder der Navigation zur sekundären Fahraufgabe, da beide Systeme den Fahrer bei der primären Fahraufgabe unterstützen.

Aufgrund der Ausstattung der Versuchsfahrzeuge ist bei Abblendlicht und Wischerhebel folgendes zu beachten. Beide Fahrzeuge waren mit einer aus Sicht der Probanden sehr gut funktionierenden Abblendlichtautomatik ausgerüstet, so dass es nur in seltensten Fällen zu einer Deaktivierung der Lichtautomatik kam. In einem der beiden Versuchsfahrzeuge wurde die aktuelle Lichteinstellung im Kombiinstrument angezeigt, dies wurde von den Probanden als sehr positiv bewertet. Die Anwahl des Abblendlichts erfolgte somit durch einen fahrzeuggetriggerten Automatismus und somit nicht manuell durch die Probanden.

Gegensätzlich verhält es sich mit der Regensensorik, die nach Probandenaussagen meist nicht wie gewünscht funktioniert, daher ist hier eine Nachregulierung durch den Fahrer häufig. Somit werden die Betätigungen des Wischerhebels in die Übersicht integriert.

In den Bereich der tertiären Fahraufgabe fallen alle Tätigkeiten des Fahrers, die nicht unmittelbar etwas mit dem Fahren an sich zu tun haben. Dazu zählen Radio- und CD-Bedienung, Telefon und auch Klimabedienung. Im Infotainmentsystem von Audi sind diese Funktionen (bis auf Klima) gemeinsam mit dem Navigationssystem im MMI-System zusammengefasst. Teilweise können verschiedene Bedienvorgänge auch in vereinfachter Form am Multifunktionslenkrad ausgeführt werden.

Das Fahrerinformationssystem in der von der AUDI AG umgesetzten Variante, angezeigt im Kombiinstrument und bedient über Lenkradfunktionen, kann nicht eindeutig der sekundären oder tertiären Fahraufgabe zugeordnet werden, da durchaus fahrrelevante Informationen dargeboten werden, wie beispielsweise Navigationspfeile, ACC-Zustand und Tankreichweite. Das Fahrerinformationssystem bietet aber auch Unterstützung bei tertiären Fahraufgaben wie Radiosenderauswahl oder Telefonanrufannahme. Die Anzeigen im Fahrerinformationssystem sind sowohl sekundärerer als auch tertiärer Fahraufgabe zuordbar, die Bedienung dennoch überwiegend der tertiären Fahraufgabe.

3.1 Bedienverhalten im Alltag

3.1.1 Vorwissen der Probanden

Obwohl nur mit den Fahrzeugen vertraute Fahrer als Versuchspersonen ausgewählt wurden, konnte schon in der direkten Befragung festgestellt werden, dass die meisten Probanden nur oberflächlich mit dem Infotainmentsystem vertraut waren.

Die Probanden wurden im Interview zu dem im Fahrzeug verbauten Infotainmentsystem befragt. Die Frage, ob die Funktionsweise und der Aufbau des Multimediainfotainments (MMI) verständlich sei, bejahten über 80 Prozent der Probanden. Im Gegensatz dazu geben knapp weniger als die Hälfte der Probanden zu, nicht immer zu wissen, wo bestimmte Einstellmöglichkeiten im MMI vorgenommen werden können. Unwissenheit herrscht meist im Bereich der Grundeinstellungen vor, die selten verändert werden, beispielsweise Klang- oder grundsätzliche Navigationseinstellungen.

Die Befragung ergab, dass die Bedienung der verschiedenen Systeme überwiegend durch Versuch und Irrtum erlernt wird. Ein einziger Proband gab an, die Bedienungsanleitung gelesen zu haben. Nach Aussagen der Probanden wird Bordliteratur vor allem bei Fehlermeldungen oder Warnanzeigen im Kombiinstrument zur Hilfe gezogen, da vielen Fahrern die Bedeutung und die Symbolik der Anzeigen nicht klar sind.

Der Grund für die Unkenntnis der Probanden kann auf folgende Ursachen zurückgeführt werden: Zeitmangel, häufig wechselnde Fahrzeuge, mangelnder Spieltrieb oder Desinteresse. Fahrzeuge der Ober – und oberen Mittelklasse werden häufig als Geschäftsfahrzeuge genutzt, die Fahrer haben wenig Zeit, sich mit den verschiedenen Systemen auseinanderzusetzen. Darüber hinaus werden die Fahrzeuge häufig gewechselt.

Die Befragung der Probanden bezüglich der Funktionsmenge im Infotainmentsystem ergab, dass über zwei Drittel der Befragten der Meinung waren, dass die angebotene Funktionsvielfalt sehr passend ist. Nur ein Fünftel der Probanden war der Meinung, dass zu viele Einstellmöglichkeiten vorhanden sind. Im Gegensatz zu dieser Aussage geben wiederum über zwei Drittel der Probanden an, dass es durchaus Funktionen im Infotainmentsystem gibt, die ihnen bekannt sind, welche aber nicht genutzt werden bzw. auch nicht genutzt wurden. Einige Versuchspersonen erzählten, dass es sinnvoll wäre, das Infotainmentsystem auf den Fahrer und seine Vorlieben anzupassen. Individualisierungsmöglichkeiten sind durchaus gewünscht. Das Infotainmentsystem ist durchgängig als gut beurteilt worden, ein Drittel der Stichprobe merkte jedoch an, dass das System dennoch verbesserungswürdig sei.

Im Interview stellte sich heraus, dass sich die Fahrer oftmals nicht so gut im Fahrzeug auskannten wie angegeben. Wird beispielsweise ein Drehsteller sowohl mit einer Dreh- als auch einer Drückfunktion belegt, wird meist die Drückfunktion nicht erkannt. Dies ist vor allem ein Problem, wenn zwei Funktionen durch ein kurzes und langes Drücken einer Taste unterschieden werden (siehe Lautstärkeregelungsknopf).

Es zeigt sich, dass von ungefähr einem Drittel der Probanden (siehe Abbildung 3.1) weitere Funktionen im Fahrzeug gewünscht werden. Die Fahrer befürchten vor allem beim E-Mail-Verkehr eine zu hohes Ablenkungspotenzial.

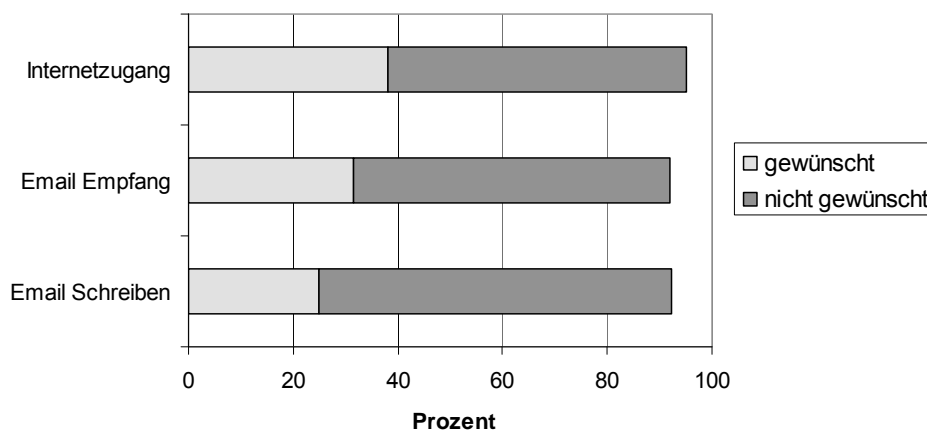


Abbildung 3.1: Wunsch nach gewohnten PC-Funktionen im Fahrzeug (Fragebogenergebnisse)

3.1.2 Gemittelte Bedienhäufigkeiten aller Funktionen

In diesem Kapitel wird ein Gesamtüberblick über die Interaktionen des Fahrers gegeben. Somit können die Funktionen bezüglich ihrer Bedienfrequenz zueinander in Beziehung gesetzt werden. Grundlage der Darstellung sind die gemittelten Bedienhäufigkeiten bezogen auf die gefahrene Zeit. Detaillierte Einzeldarstellungen der verschiedenen Funktionen sind in den entsprechenden nachfolgenden Kapiteln aufgeführt.

Bei den folgenden Angaben wird immer auf die Bedienhäufigkeit pro Stunde Bezug genommen. Dabei werden die Interaktionen sowohl im Stand als auch in der Fahrt gemeinsam betrachtet. Eine erste Untersuchung der Daten ergab, dass die meisten Interaktionen während der Fahrt vorgenommen werden. Dieses Ergebnis wird durch die subjektiven Aussagen der Probanden bestätigt.

Im Bereich der sekundären Fahraufgabe findet durchschnittlich 58,35-mal pro Stunde eine Bedienung statt (siehe Tabelle 3-1 und Abbildung 3.2).

Im Bereich der tertiären Fahraufgabe wurden alle Fahrzeugfunktionen ausgewertet. Hier findet durchschnittlich 59,33-mal pro Stunde eine Bedienung statt (siehe Tabelle 3-1 und Abbildung 3.2).

Ebene der Fahraufgabe	Bedienung pro Stunde (Mittelwert)	Anteil an Gesamtbedienung (Prozent)
Sekundäre Fahraufgabe	58,35	49,58
Tertiäre Fahraufgabe	59,33	50,42

Tabelle 3-1: Bedienhäufigkeiten bezogen auf die sekundäre und tertiäre Ebene der Fahraufgabe

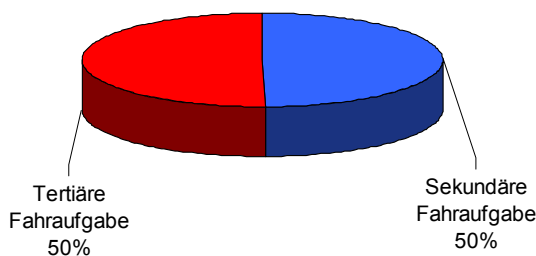


Abbildung 3.2: Bedienhäufigkeiten bezogen auf die sekundäre und tertiäre Ebene der Fahraufgabe

Bei der Betrachtung von Abbildung 3.2 wird deutlich, dass der Fahrer im Fahrzeug sehr viel und sehr häufig bedient. Pro Minute werden durchschnittlich zwei Bedienvorgänge vorgenommen. Hierbei sind sekundäre und tertiäre Bedienvorgänge gleichverteilt.

Abbildung 3.3 zeigt die Verteilung der verschiedenen Bedienkategorien im Überblick. Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 listen die mittleren Bedienhäufigkeiten pro Stunde auf.

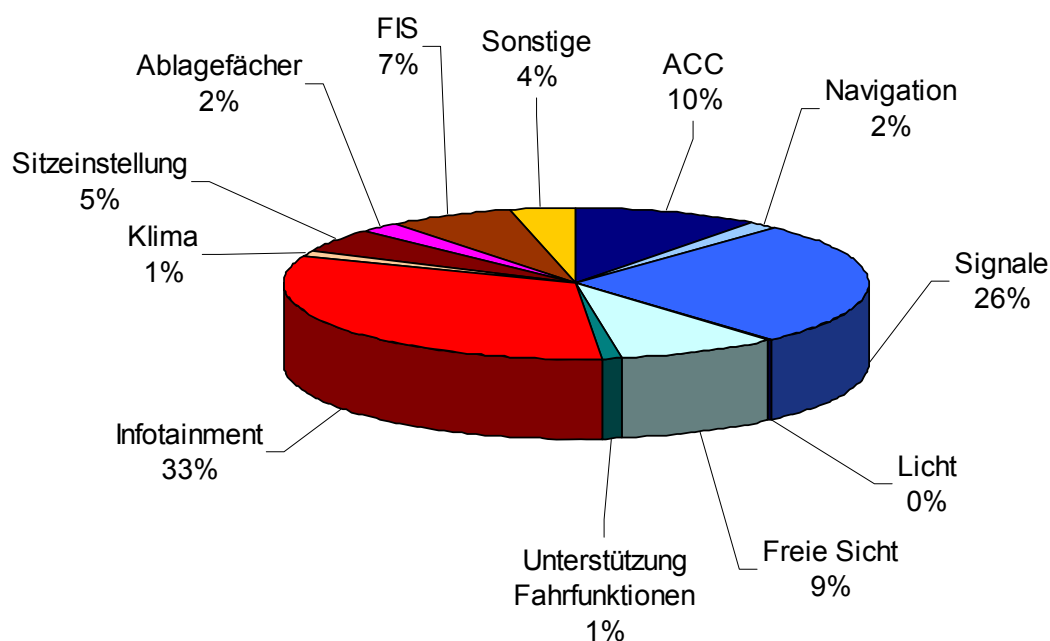


Abbildung 3.3: Prozentuale Häufigkeiten der Bedienfunktionen

Die verschiedenen Bedienfunktionen des Infotainmentsystems machen den größten Teil der Bedienvorgänge, nämlich ein Drittel aus, gefolgt von Elementen der Signalgebung, die ein Viertel der Gesamtbedienvorgänge beanspruchen. Bedienung des Adaptive Cruise Control und Aktivierung von Wischfunktionen nehmen jeweils ungefähr ein Zehntel der Alltagsbedienung ein. Deutlich unter diesen Häufigkeiten liegen Sitzeinstellungen, Fahrerinformationssystem und Navigation.

Die Blinkerbedienung macht den größten Teil der Signalfunktionen aus. Die Betätigung des Blinkerhebels ist mit über 29-mal pro Stunde die häufigste Einzelbedienung und erfolgt durchschnittlich alle zwei Minuten. Dennoch ist davon auszugehen, dass bei geübten Fahrern diese Interaktion keine großen mentalen Ressourcen beansprucht. Aufgrund der Fahrerfahrung wird der Blinker mehr oder weniger automatisch gesetzt, auch wenn ein kleiner Teil der Probanden auf die Bedienung des Blinkers, beispielsweise bei Überholvorgängen, bewusst verzichtet.

Die Bedienung des Adaptive Cruise Controls (siehe auch Kapitel 3.2.1) nimmt gemeinsam mit den Funktionen des Wischerhebels mit über zehn Prozent des Gesamtbedienungsanteils den dritten Platz ein. Hierbei sind alle Interaktionen mit dem ACC wie Geschwindigkeit setzen, Geschwindigkeit verändern und Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung zusammengefasst.

Hohe Bedienfrequenzen weisen auch Lautstärkeverstellung (5,85-mal pro Stunde) und Toggeln der Bordcomputerfunktionen (5,67-mal pro Stunde) auf. Die Bordcomputerfunktionen wurden im Interview nicht als häufige Bedienung genannt, dennoch lassen die objektiven Daten eine häufige Anwahl erkennen. Die Verstellhäufigkeit zeigt, dass das Toggeln durch das Fahrerinformationssystem ein beliebter Bedienvorgang während der Fahrt ist. Die Anzeige des vollständigen Bordcomputers ist neben dem Navigationspfeil die bevorzugte Darstellung im Display des Kombiinstrumentes.

Bereich	System	Bedienung pro Stunde (Mittelwert)	Anteil an Bedienung (Prozent)
ACC	Bedienung ACC-Funktionen	13,71	11,65
Navigation	Anwahl Navigationssystem	2,48	2,11
Signale	Blinker	29,44	25,01
	Lichthupe	0,54	0,46
	Hupe	0,23	0,20
	Warnblinklicht	0,14	0,12
Licht (Automatik für Abblendlicht)	Fernlicht	0,36	0,31
	Nebelscheinwerfer	0,01	0,01
	Nebenschlussleuchte	0,01	0,00
Freie Sicht	Wischerhebel	6,83	5,81
	Scheibenwaschen	3,28	2,79
Unterstützung Fahrfunktionen	Einparkhilfe	0,39	0,33
	ESP off	0,31	0,26
	Anwahl Spiegel	0,46	0,39
	Tankklappe entriegeln	0,16	0,13

Tabelle 3-2: Detaillierte Interaktionshäufigkeiten der sekundären Fahraufgabe

BEDIENVERHALTEN

Bereich	System	Bedienung pro Stunde (Mittelwert)	Anteil an Bedienung (Prozent)
Infotainment	Funktionsbestätigung durch Drücken DDS	15,82	13,44
	Funktionsauswahl durch Drehen des DDS	8,53	7,24
	Lautstärke	5,85	4,97
	Anwahl Radiofunktionen	2,39	2,03
	Returnfunktion (Infotainmentsystem)	2,01	1,71
	Fahrzeugeinstellungen	0,81	0,69
	Anwahl CD Funktionen	0,73	0,62
	Nächster Sender/Titel (Pfeiltasten)	0,5	0,42
	Auswahl Sprachbedienung	0,23	0,19
Klima	Temperatur	0,56	0,48
	Sitzheizung	0,32	0,27
	Luftverteilung	0,04	0,03
	Gebälsestufe	0,05	0,04
	Heckscheibenheizung	0,19	0,16
	Deaktivieren	0,23	0,19
	Defrost-Funktion	0,17	0,15
SitzEinstellung	Längseinstellung	1,53	1,30
	Höheneinstellung	1,32	1,12
	Rückenlehne	0,87	0,74
	Lordose	0,37	0,29
	Kopfstütze	0,38	0,32
	Oberschenkelauflage	0,26	0,22
	Lenkradverstellung	1,03	0,87
	Gurthöhenverstellung	0,20	0,17
Ablagefächer	Nutzung Ablagefächer und Cupholder	2,96	2,51
Fahrerinformations-system (FIS)	Anzeigenwechsel Fahrerinformationssystem	2,15	1,83
	Rückstelltaste Tageskilometer	0,13	0,11
	Toggeln Bordcomputer	5,67	4,81
Sonstige	Taste Kindersicherung	1,15	0,97
	Schiebedach öffnen	0,16	0,13
	Fensterheber (Fenster öffnen und schließen)	2,80	2,38

Tabelle 3-3: Detaillierte Interaktionshäufigkeiten der tertiären Fahraufgabe

Im Bereiche der Klimaautomatik (siehe auch Kapitel 3.3.2) werden vor allem Temperatur (0,56-mal pro Stunde) und Sitzheizung (0,32-mal pro Stunde) verstellt. Im Bereich der Sitzeinstellung (siehe auch Kapitel 3.3.1) werden vor allem Längs (1,53-mal pro Stunde)- und Höheneinstellung (1,32-mal pro Stunde) genutzt.

Im Bereich des Infotainmentsystems wird unterschieden zwischen der Anwahl eines Systems und der Bedienung innerhalb der Menüebenen. Innerhalb der Menüebenen können durch Drehen und Drücken des Drehdrückstellers (DDS) bestimmte Auswahlfunktionen getätigt und bestätigt werden. Wie Tabelle 3-3 zeigt, ist die Bestätigung einer Funktion die zweithäufigste Bedienung nach der Blinkerbetätigung. Halb so häufig wie gedrückt wird der Drehsteller gedreht. Drehbewegungen, die bis zu 30 Sekunden unterbrochen sein konnten, wurden als eine Drehaktion gewertet. Da bei Bedienungen während der Fahrt häufig kurze Unterbrechungen vorkommen können. Ein Wechsel der Menüebene oder das Drücken des Drehdrückstellers initiiert immer einen neuen Bedienschritt. Einige Menüpunkte können auch durch alleiniges Drücken des Menüstellers aufgerufen werden, ohne vorhergehendes Drehen des Drehstellers. Ein Beispiel hierfür ist die Aktivierung der Zielführung nach der Eingabe einer Adresse.

Vor allem das Drehen des Menüstellers hat ein hohes Ablenkungspotenzial, da für eine Auswahl von Untermenüs oder Einzelpunkten die Anzeige im Mitteldisplay beobachtet werden muss, dadurch kann der Blick von der Straße abgelenkt werden.

Bezüglich der Anwahl der verschiedenen Menüsysteme ist festzuhalten, dass an erster Stelle das Navigationssystem (siehe auch Kapitel 3.2.2) angewählt wird, das der sekundären Fahraufgabe zuzuordnen ist. Das Radiomenü (siehe auch Kapitel 3.3.3) wird fast ebenso häufig aufgerufen, die anderen Hauptmenüs sind weniger gefragt (siehe Tabelle 3-3). Die Nutzung der Ablagefächer und Cupholder nehmen zwei Prozent der Gesamtbedienung ein.

Signifikant häufige Bedienkombinationen konnten nicht festgestellt werden. Die häufigste Bedienkombination war das Aktivieren der Kartendarstellung nach einer Interaktion mit dem Infotainmentsystem, die nicht das Navigationssystem betraf. Das vorliegende System zeigt dann weiterhin den Inhalt an, der zuletzt gewählt wurde. Die Kartendarstellung wurde von den Probanden auch dann gewählt, wenn keine Zielführung aktiv war. Die zweithäufigste Kombination besteht aus Senderwahl und anschließender Regulierung der Lautstärke.

3.1.3 Bedienverhalten zu Beginn und zu Ende einer Fahrt

Bei jeder Funktion im Fahrzeug wurde geprüft, ob es sich um eine typische Einstiegsbeziehungsweise Ausstiegsfunktion handelt. Hierfür wurden die ersten zwei Minuten nach dem Aufschließen des Fahrzeuges dem Beginn der Fahrt zugerechnet, die letzten beiden Minuten vor dem Absperren des Fahrzeuges als Ende der Fahrt. Diese Einteilung wurde zuvor experimentell erarbeitet. Motorstart oder „Zündung an“ kann mental nicht mit Beginn der Fahrt gleichgesetzt werden, da viele Fahrer, um beispielsweise Energieversorgungsprobleme nicht aufkommen zu lassen, sofort nach dem Einstieg ins Fahrzeug den Motor starten, und dann erst Handlungen zu Fahrtbeginn tätigen. Auch die subjektive Meinung der Probanden wurde eingeholt (siehe Tabelle 3-4). Zusätzlich wurde die erste Fahrt eines jeden Probanden gesondert betrachtet, um typische Ersteinstellungen identifizieren zu können.

Die Ergebnisse zeigen, dass verhältnismäßig wenige Bedienvorgänge zu Beginn einer Fahrt ausgeführt werden. Die meisten Interaktionen werden während der Fahrt getätigt. Prinzipiell sind jedoch zwei Fälle von Anfangsbedienungen zu unterscheiden.

Zum einen Bedienungen nach dem Einstieg in ein Fahrzeug, das zuvor eine andere Person gefahren hat. Hierbei spielt das Einstellen des Sitzes die größte Rolle. Die

Sitzverstellung ist die häufigste Bedienung zu Beginn einer Fahrt, dies schließt jedoch nicht aus, dass der Sitz auch gerne während der Fahrt justiert wird (siehe Kapitel 3.3.1).

Es werden vor allem die Sitzhöhe und die Rückenlehne auf den Fahrer und seine Bedürfnisse angepasst. Die Verstellung in Fahrzeuginnenraum erfolgt vermehrt während der Fahrt. Das Lenkrad wird vor allem in der Höhe verstellt, seltener auch in Fahrzeuginnenraum. Die Außenspiegel werden, entgegen der Aussagen der Probanden im Interview, nicht zu Fahrtbeginn eingestellt.

Zum anderen gibt es Bedienungen, die zu Beginn einer jeden Fahrt auftreten, auch wenn zuvor kein Fahrerwechsel stattgefunden hat. Hier sind vor allem das Öffnen und Schließen des Ablagefachs der Fahrertür und die Wahl der Kartendarstellung im MMI-Display zu nennen. Nach dem Einstieg in das Fahrzeug ist es vielen Fahrern ein Bedürfnis, Utensilien im Fahrzeuginnenraum zu verstauen und sich die Karteninformationen anzeigen zu lassen. Dies ist nur anhand der Daten aus den Zählwagen, nicht aber durch die Aussagen der Probanden feststellbar. Laut Probandenaussage werden zu Fahrtbeginn vor allem Radio- und Navigationseinstellungen getätigt. Eine überzufällige Häufung dieser Aktionen zu Beginn der Fahrt anhand der Fahrzeugdaten konnte nicht festgestellt werden (siehe Tabelle 3-4).

Subjektive Aussagen	Nach Einstieg in das Fahrzeug	Vor/bei Ausstieg aus dem Fahrzeug
Häufige Bedienung	<ul style="list-style-type: none"> • Radio • Sitz • Innenspiegel • Navigation • Außenspiegel • Lenkrad 	<ul style="list-style-type: none"> • Gar nichts • Absperren
Seltene Bedienung	<ul style="list-style-type: none"> • CD • Klima • Telefon • Licht • Sitzheizung • Standheizung • Mittelarmlehne 	<ul style="list-style-type: none"> • Lenkradverriegelung • Telefon • Radio aus • Licht aus

Tabelle 3-4: Subjektive Aussagen der Probanden bezüglich Bedienung zu Fahrtbeginn und zum Ende der Fahrt. Nicht aufgeführte Funktionen wurden von den Probanden nicht genannt.

Subjektive und objektive Daten stimmen dagegen bezüglich der Interaktionen zum Ende der Fahrt überein. Hier wird überwiegend nichts bedient. Ausnahme bilden die Höhenverstellung des Lenkrades zur Erleichterung des Ausstiegs, die Spiegelverstellung beim Einparken und das Aktivieren des akustischen Einparksystems.

Die anfängliche Annahme, dass Fahrer sich ihr Fahrzeug nach der Übergabe über die verschiedenen Funktionen des Infotainmentsystems individuell einstellen, konnte in keiner Weise bestätigt werden. Demnach scheinen nicht bestimmte Gewohnheiten oder Vorlieben bezüglich individueller Standardeinstellungen, sondern situative Gegebenheiten die Bedienhandlungen der Probanden zu bestimmen.

Potenzial für eine erleichterte Bediensituation zu Beginn einer Fahrt bietet eine automatische Umschaltung auf die Kartendarstellung bei Motorstart. Darüber hinaus könnte ein Sitzeinstellassistent, am besten in Kombination mit einer automatisierten Spiegeleinstellung, den Fahrern eine Erleichterung vor allem bei Fahrzeugen, die einen häufigen Fahrerwechsel aufweisen, bieten. Das Abschließen der Fahrzeuge sollte mit einer deutlichen Rückmeldung an den Fahrer versehen sein.

3.1.4 Situations- und Präferenzanalyse

Betrachtet man die Drehbewegung des MMI-Drehdruckstellers über Geschwindigkeitsbereiche und Straßenarten (siehe Abbildung 3.4) als Merkmal für eine aktive Auswahl im Bereich der Navigation oder des Entertainments, so zeigt sich, dass bei Stillstand bzw. beim Parken des Fahrzeuges verhältnismäßig wenig bedient wird. Dagegen werden bei Geschwindigkeiten von zehn bis 50 km/h, also im Stadtverkehr, die meisten Auswahlfunktionen vorgenommen. Im Bereich von 80 bis 120 km/h wird ebenfalls häufig die Zeit genutzt, um eine Menüauswahl durchzuführen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Strecke kurvig oder gerade verläuft. Je schneller gefahren wird, desto weniger wird bedient.

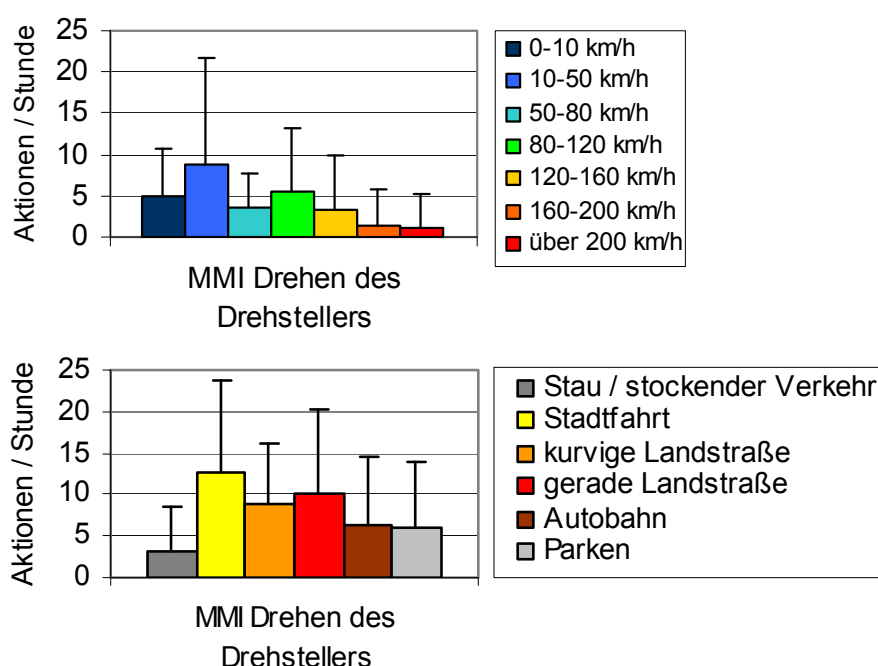


Abbildung 3.4: Drehen des MMI-Drehdruckstellers über Geschwindigkeitsbereiche (oben) und über Straßenarten (unten)

Die Probanden wurden befragt, in welchen Situationen sie bei der Fahrt normalerweise keine unbedingt notwendigen Funktionen im Fahrzeug bedienen (Tabelle 3-5). Im Anschluss daran wurde die Frage gestellt, was geschehen müsste, damit sie in einer solchen Situation trotzdem eine Einstellung vornehmen würden.

Vor allem bei hohen Geschwindigkeiten, schlechten Witterungsbedingungen und hohem Verkehrsaufkommen werden Bedienvorgänge im Fahrzeug prinzipiell vermieden. Kaum ein Proband verhält sich hierbei konsequent. Vor allem Änderungen des Zielorts oder der Routenführung erhöhen die subjektive Bediennotwendigkeit so stark, dass die Situation als weniger gefährlich eingestuft wird.

Auch die objektiven Bediendaten unterstützen diese Aussage. Selbst bei hohen Geschwindigkeiten kommt es beispielsweise zur Zieleingabe.

	Situationen, in denen Fahrer keine Einstellungen im Fahrzeug vornehmen	Einflüsse, durch die auch in solchen Situationen ein Bedienvorgang eingeleitet wird
Sehr häufig genannte Situationen	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Geschwindigkeit • Autobahn • Hohes Verkehrsaufkommen • Unübersichtliche Verkehrslage • Bei hoher erforderlicher Aufmerksamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn es die Verkehrssituation dennoch zulässt • Wenn es notwendig ist • Wenn äußere Faktoren es erfordern • Routenänderung, neues Ziel • Wenn etwas nervt • Wenn sich die Verkehrssituation beruhigt hat • Bei Eile
Häufig genannte Situationen	<ul style="list-style-type: none"> • Kurvenfahrten • Fahrspurwechsel • Überholvorgang • Abbiegevorgang • Viele Verkehrs- und Hinweisschilder • Stadtverkehr • Schlechte Straßenverhältnisse • Unbekannte Straßen • Stress • Stop and Go Verkehr • Wesentlich schneller Fahren als erlaubt • Regenwetter • Schlechte Sicht • Berufsverkehr • Kreuzung 	<ul style="list-style-type: none"> • An der Ampel • Im Stau • Unklare Wegführung • Telefonanruf • Bei Eingabefehlern • Bei störenden Einstellungen
Selten genannte Situationen	<ul style="list-style-type: none"> • Mitfahrer • Wohngebiete • Dunkelheit • Schnee • Einparken • Suchvorgang (genauer Zielort) • Sightseeing 	<ul style="list-style-type: none"> • Senderänderung • Neue Situationen

Tabelle 3-5: Situationen, in denen die Fahrer keine Einstellungen im Fahrzeug vornehmen und Einflüsse, die in diesen Situationen dennoch zu Einstellungen führen (Probandenaussage).

3.2 Sekundäre Fahraufgabe

In diesem Kapitel werden der Gebrauch des Adaptive Cruise Control und des Navigationssystems beschrieben. Beide Systeme sind der sekundären Fahraufgabe zuzurechnen. Zu Beginn werden beide Systeme kurz erklärt.

3.2.1 Adaptive Cruise Control

3.2.1.1 Funktionsweise Adaptive Cruise Control

Das Adaptive Cruise Control dient der Abstands- und Geschwindigkeitsregelung im Fahrzeug. Der Fahrer kann nach Aktivierung des Systems eine Wunschgeschwindigkeit einstellen. Darüber hinaus kann der Fahrer einen zweiten Parameter, nämlich den zeitlichen Abstand zum Vorderfahrzeug, wählen. Aufgrund der beiden Einstellungen regelt das Fahrzeug automatisch Geschwindigkeit und Abstand zum Vordermann. Der Gültigkeitsbereich betrug in den Versuchsfahrzeugen 30 km/h bis 200 km/h. Das System reagiert bezüglich des Abstandes nur auf bewegte Fahrzeuge.

Die Bedienung des Längs- und Abstandsregelsystems in den Versuchsfahrzeugen erfolgt über einen lenkstockfesten Hebel, der unterhalb des Blinkers angebracht ist (Abbildung 3.5).

Die Erstaktivierung erfolgt über das Drücken der Set-Taste am Hebel, dadurch wird die aktuell gefahrene Geschwindigkeit als Wunschgeschwindigkeit übernommen. Durch das Bewegen des Hebels in Z-Richtung kann die eingestellte Wunschgeschwindigkeit erhöht beziehungsweise verringert werden, dementsprechend reagiert das Fahrzeug und fährt automatisch schneller bzw. langsamer. Durch ein kurzes Antippen des Hebels wird die Wunschgeschwindigkeit um fünf (30 bis 80 km/h) beziehungsweise zehn km/h (ab 80 bis 200 km/h) verändert, durch ein längeres Antippen steigt bzw. fällt die Wunschgeschwindigkeit schneller.

Durch Bremsen oder durch Antippen des Hebels in Richtung fahrzeugvorne wird das System deaktiviert und fällt in den Standby-Betrieb (Cancel). In diesem Zustand kann eine Neuaktivierung des Systems mit der aktuell eingestellten Wunschgeschwindigkeit durch Ziehen des Hebels Richtung Fahrer erreicht werden (Resumefunktion).

Wird der Hebel über die Tipfunktion hinaus in Richtung Motorhaube gedrückt, fällt das System in eine gerastete Aus-Stellung.

Anhand eines Schalters auf dem ACC-Hebel kann die bevorzugte Distanzeinstellung zum Vordermann geregelt werden. Hierbei hat der Fahrer die Möglichkeit, den zeitlichen Abstand zum Vordermann zu wählen, zur Auswahl stehen vier verschiedene Einstellungen von einer bis zu 2,3 Sekunden.

Die gewählte Wunschgeschwindigkeit wird über eine Leuchtdiode im Tachokranz angezeigt. Darüber hinaus bildet eine Statusanzeige im Tachodisplay den aktuellen Zustand des ACC ab. Der Fahrer kann im Fahrerinformationssystem auch eine detaillierte Anzeige zum aktuellen ACC-Zustand wählen.

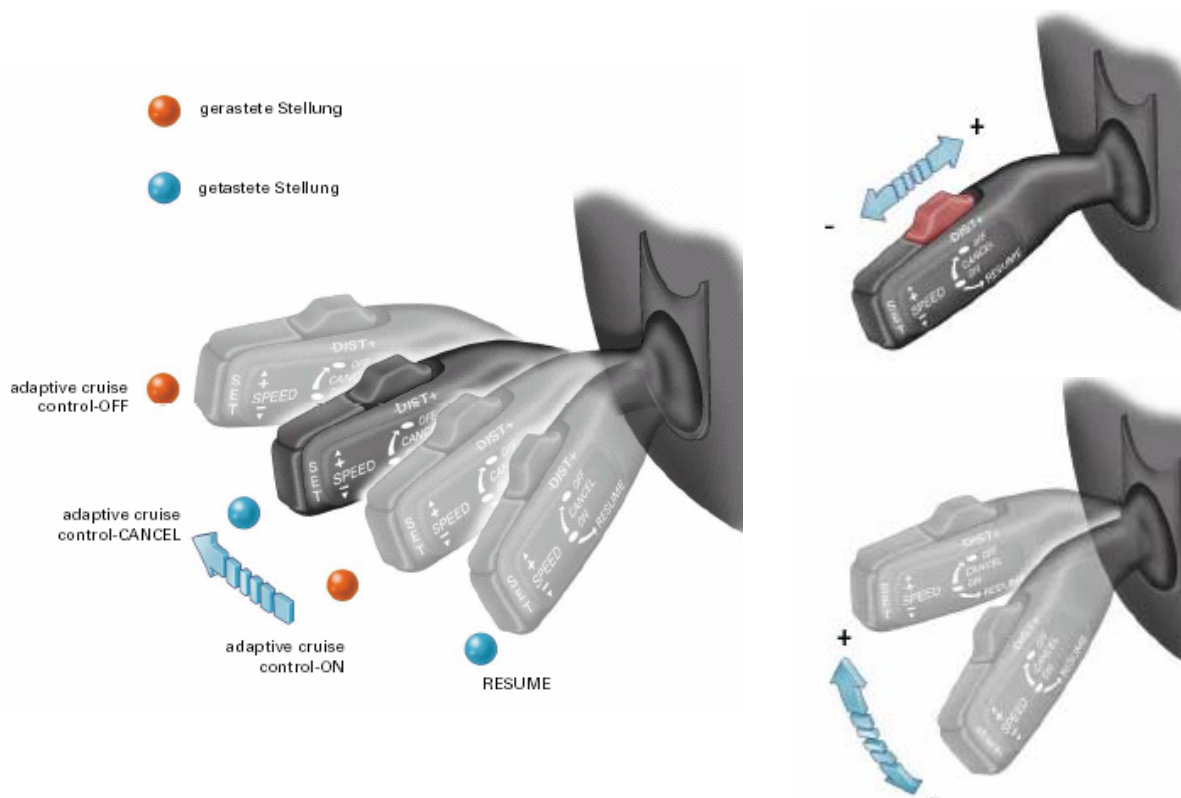


Abbildung 3.5: Eingabeelement ACC-Hebel.
 Abbildung links: Hebelfunktionen in X-Richtung: Aktivieren und Deaktivieren
 Abbildung rechts oben: Distanzeinstellung
 Abbildung rechts unten: Hebelfunktionen in Z-Richtung: Geschwindigkeit einstellen
 (Quelle: AUDI AG)

3.2.1.2 Vorversuch Adaptive Cruise Control

Ein Vorversuch wurde mit Fokus ACC-Nutzung durchgeführt. Es wurden 42 Probanden untersucht, die Hälfte der Probanden hatte keine Vorerfahrung mit dem System.

Die Strecke, die im Raum Ingolstadt von den Probanden abzufahren war, setzte sich, bezogen auf die Fahrzeit, zu gleichen Teilen Autobahn, Stadt und Landstraße zusammen. Der Versuch lief wie folgt ab. Den Probanden wurde das ACC-System im Allgemeinen und das Bedien- und Anzeigekonzept im Besonderen erläutert. Im Navigationssystem war eine einstündige Route gespeichert, welche die Versuchspersonen abfahren sollten.

Die Art und Weise der Nutzung des Systems war den Probanden freigestellt. Während der Strecke wurden die Probanden durch einen mitfahrenden Versuchsleiter anhand eines Interviewleitfadens zu ihren Nutzungsgewohnheiten beziehungsweise bei Novizen zu ihrem angenommenen Nutzungsverhalten befragt.

Sowohl bei den geübten als auch bei den ungeübten Probanden wurde das Adaptive Cruise Control innerhalb der einstündigen Fahrt zwischen zwei und 32 Minuten genutzt. Hauptsächliches Einsatzgebiet war die Autobahn. Beide Personengruppen nutzen das ACC zu geringem Teil auch während des Stadtverkehrs, das spiegeln auch die

subjektiven Daten wider. In der Stadt ist die Nutzung auf Ringstraßen und auf geschwindigkeitsbeschränkte Strecken begrenzt.

Die Experten gaben an, das System überwiegend bei Geschwindigkeitsbegrenzung und Kolonnenfahrten zu nutzen, darüber hinaus auf langen Fahrten. Kurvige Strecken dagegen bieten sich nach Probandenaussage nicht an. Die Hälfte der Probanden sagte aus, das System im dichten Verkehr zu nutzen, um mitfließen zu können. Auf Autobahnfahrten mit wenig Verkehr und Geschwindigkeitsbegrenzungen schützt ACC vor zu schnellem Fahren.

Häufigste Bedienung am ACC-Hebel war das kurze Antippen, um die Wunschgeschwindigkeit um einen Skalenstrich, das heißt um fünf beziehungsweise um zehn km/h zu erhöhen bzw. zu erniedrigen. Das lange Antippen, um einen größeren Sprung in der Wahl der Wunschgeschwindigkeit zu erlangen, wurde sehr selten verwendet. Die Veränderung wurde hierbei als zu unkontrolliert erachtet.

40% der Versuchspersonen gaben an, am liebsten mit der geringsten Zeitlückeneinstellung zu fahren. Dies bedeutet, dass das ACC den Abstand zum Vordermann so regelt, dass ein zeitlicher Abstand von einer Sekunde eingehalten wird. Jeweils 30% nutzten am häufigsten die Zeitlückeneinstellungen 1,3 Sekunden und 1,8 Sekunden. Die größte Zeitlückeneinstellung (2,3 Sekunden) wurde nicht genutzt. Darüber hinaus war in den Versuchsfahrten zu beobachten, dass die Fahrer dem Abstandsverhalten des ACC Vertrauen schenken, da es kaum zu vorzeitigen Bremsungen (vor der Fahrerübernahmeaufforderung) kam. Häufig war allerdings das manuelle Übertreten der Geschwindigkeiten bei Überholvorgängen zu beobachten, bis die eingestellte Wunschgeschwindigkeit wieder erreicht ist, da die Beschleunigung des Systems bei Überholvorgängen als zu gering und unnatürlich eingeschätzt wurde (Sacher, 2005).

Bezüglich des Vergleichs Experten und Novizen lässt sich folgendes feststellen. ACC Novizen aktivierten das System häufiger als ACC Experten, erhielten aber auch mehr Fahrerübernahmeaufforderungen, was die Zahl der Neuaktivierungen erklären könnte. Bezüglich der Häufigkeit der Fehlbedienung haben Experten und Novizen ähnliche Werte.

Abschließend lässt sich feststellen, dass wohl eine gewisse Nutzungsdauer erforderlich ist, um sich an das System zu gewöhnen. Durch eine Eingewöhnungszeit verändert sich das Fahrerverhalten mit dem ACC. Die Fahrer können besser einschätzen, in welchen Situationen das System Vorteile bietet und in welchem nicht. Dadurch erhöht sich die Akzeptanz.

Dass den Probanden die Systemnutzung freigestellt wurde, erwies sich in dem Versuch als sinnvoll. Die Probanden nutzen das Adaptive Cruise Control sehr differenziert. Obwohl das ACC im Fokus der Untersuchung stand, setzten manche Probanden das ACC kaum ein. Aufgrund der begrenzten Versuchsdauer war das Alltagsverhalten nicht ausreichend untersucht. Die kombinierte Methode aus freien Versuchsfahrten und Befragung eignete sich sehr gut zum Erforschen des Bedienverhaltens im Allgemeinen. Die Probanden werden durch die Versuchsfahrt angeregt, ihre Verhaltensweisen zu überdenken und können sie dadurch reflektiert wiedergeben.

3.2.1.3 Alltagsnutzung Adaptive Cruise Control

Da in den beiden Versuchsfahrzeugen verschiedene Generationen des Adaptive Cruise Control verbaut waren und der Audi A6 ein Handschalter war, wurden die Probanden für die Auswertungen nicht zwingend zu einer Gruppe zusammengefasst, da sich diese Prämissen in einem unterschiedlichen Nutzungsverhalten niederschlagen könnten.

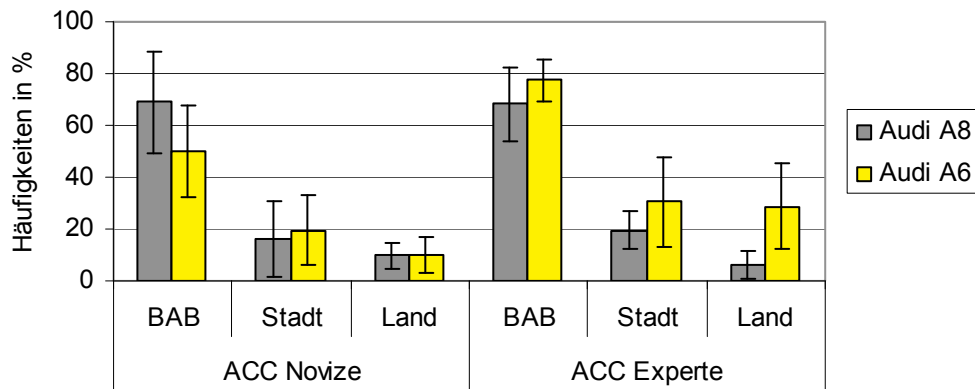


Abbildung 3.6: Subjektive ACC-Nutzungsverteilung auf Straßenarten (Mehrfachnennung möglich)

Die Voruntersuchung ließ vermuten, dass Unterschiede zwischen Novizen und Experten vorhanden sein könnten. Deswegen wurden die Probanden, die in ihrem eigenen Fahrzeug ein ACC-System besitzen, zu der Gruppe der Experten gerechnet, die anderen Fahrer, die in ihrem Fahrzeug lediglich eine Geschwindigkeitsregelanlage besitzen, zu den Novizen.

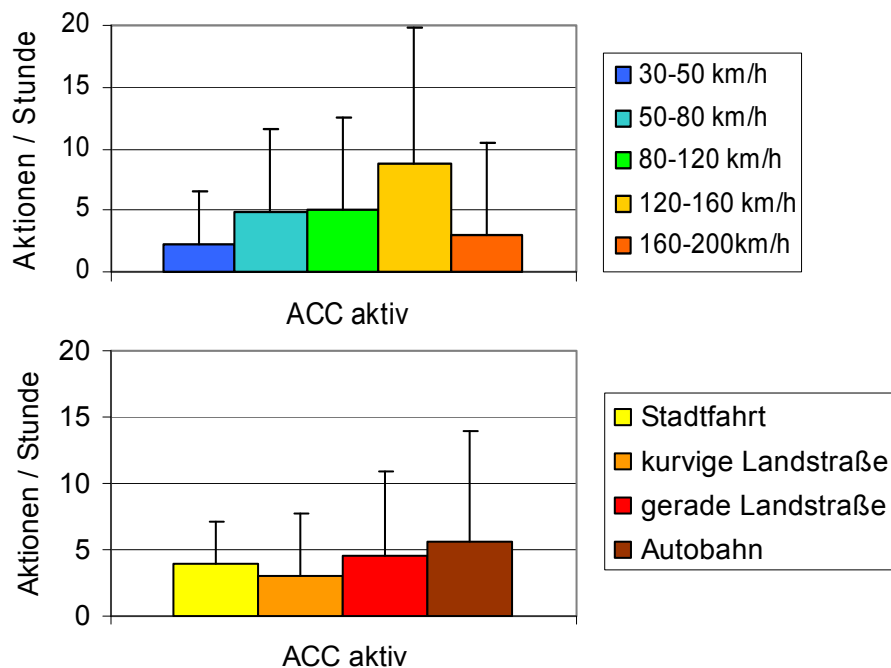


Abbildung 3.7: Häufigkeit aktiver Zustand ACC

Sowohl von ACC Experten als auch ACC Novizen wird angegeben, das System vor allem auf der Autobahn zu nutzen, in der Stadt und auf der Landstraße seltener (Abbildung 3.6). Experten liegen bezüglich der subjektiven Nutzungsrate tendenziell höher als die Novizen. Dies widerspricht den Ergebnissen der Kurzzeitversuche, in denen eine höhere Nutzungsrate auf Land- und Stadtstraßen angegeben wurde als im Langzeitversuch. Die Fragestellung war die gleiche, jedoch bestand die Stichprobe des Kurzzeitversuchs nur zur Hälfte aus Audi A8 bzw. Audi A6 Fahrern. Der Unterschied ist wahrscheinlich durch die Stichprobenszusammensetzung und den damit verbundenen Übungsgrad der Probanden zu deuten.

Die Häufigkeitsdaten bezüglich der ACC-Aktiv Zustände (siehe Abbildung 3.7) zeigen, dass vor allem im Bereich zwischen 120 und 160 km/h, also bei durchschnittlicher Autobahnfahrt, das ACC-System am häufigsten aktiviert wird. In der Stadt bzw. im niedrigen Geschwindigkeitsbereich ist die Aktivierungshäufigkeit am geringsten. Vor allem bei kurvigen Strecken wird das System seltener genutzt.

Abbildung 3.8 stellt die prozentuale Nutzungsdauer in dem Bereich zwischen 30 und 200 Kilometer pro Stunde, in dem das ACC prinzipiell nutzbar ist, dar. In 40 Prozent der Zeit, in der über 80 Kilometer pro Stunde gefahren wird, ist das ACC bei Novizen, in 60 Prozent bei den Experten aktiv. Experten verwenden das System deutlich häufiger. Bezogen auf die gesamte Fahrzeit zwischen 30 und 200 km/h wird das ACC von Fahrern ohne Vorerfahrung zu 25 Prozent, von geübten Fahrern zu 40 Prozent genutzt.

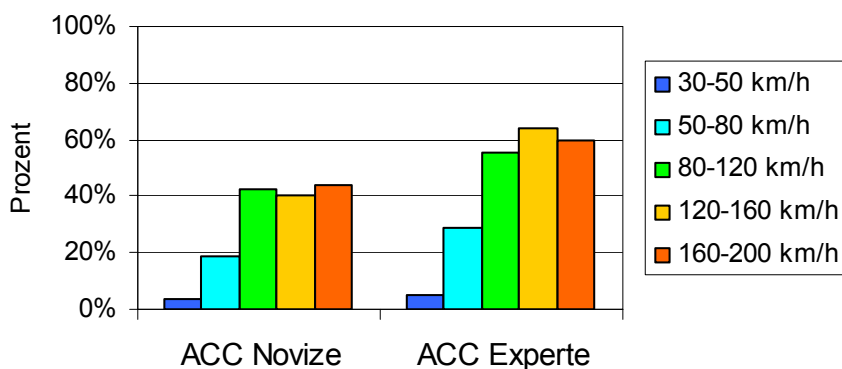


Abbildung 3.8: Prozentuale Nutzungsdauer ACC in den genannten Geschwindigkeitsbereichen bezogen auf die Gesamtfahrdauer in den jeweiligen Geschwindigkeitsbereichen

Bezüglich der durchschnittlichen Dauer der Aktiv-Zustände des ACC zeigen sich kaum Unterschiede zwischen Experten und Novizen. Jedoch unterscheiden sich durchschnittliche Aktivierungsdauer und maximale Dauer des Aktiv-Zustandes sehr stark (siehe Abbildung 3.9). Vor allem im Geschwindigkeitsbereich der Autobahn kann es zu deutlich längerer Aktivierung kommen.

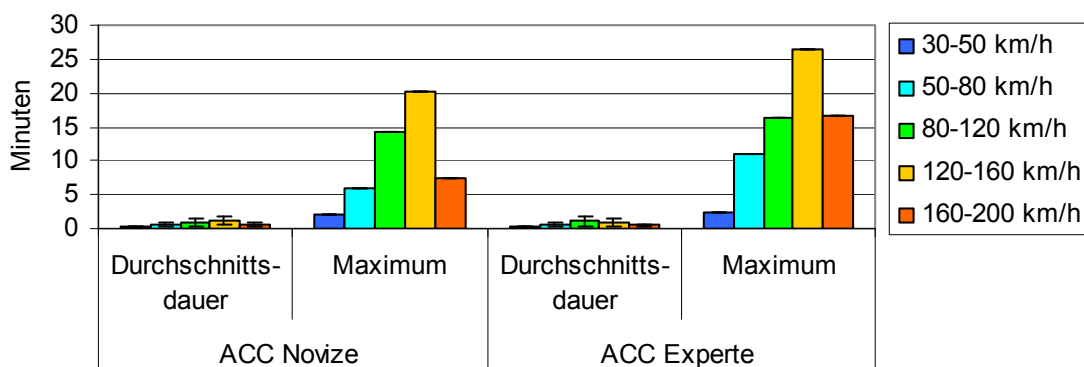


Abbildung 3.9: Durchschnittliche Dauer und Maximaldauer des Aktiv-Zustandes des ACC pro Aktivierung bezogen auf Geschwindigkeitsbereiche

Differenziert man noch weiter, zeigt sich, dass vor allem im Bereich zwischen 120 und 130 Kilometer pro Stunde eine Nutzungsspitze vorliegt. Dies wird unter anderem durch Geschwindigkeitsbegrenzungen auf der Autobahn initiiert. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten zeigt sich ein ähnlicher Effekt bei 60 km/h (Abbildung 3.10).

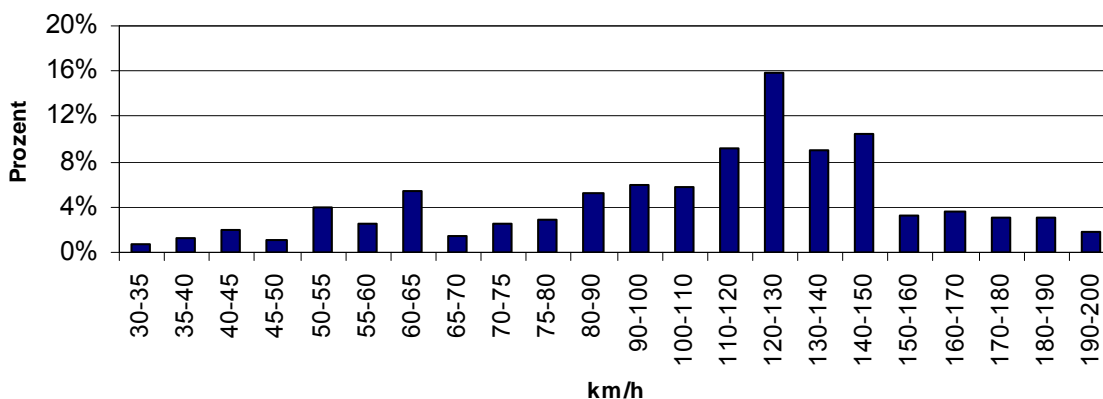


Abbildung 3.10: Verteilung Wunschgeschwindigkeiten

Vergleicht man beide Versuchsfahrzeuge, so zeigt sich, dass im Audi A6 die Set-Taste doppelt so häufig wie im Audi A8 gedrückt wird (Abbildung 3.11). Das Betätigen der Set Taste führt zu einer Übernahme der gerade gefahrenen Geschwindigkeit als Wunschgeschwindigkeit und zum Aktivierung der Längs- und Abstandsregelung des Fahrzeuges. Die Aktivierung des ACC im Audi A8 erfolgt nach der Erstaktivierung (Abbildung 3.11) häufiger als im Audi A6 über die Wiederaktivierungsfunktion mit gespeicherter Geschwindigkeit (resume), siehe dazu Abbildung 3.12. Im Audi A6 kommt es insgesamt zu häufigeren Aktivierungsvorgängen, eine Summierung der Erst- und Wiederaktivierungsvorgänge vorausgesetzt.

Diese Resultate weisen darauf hin, dass es bei einem Fahrzeug mit Schaltung komfortabler ist, erst die gewünschte Geschwindigkeit durch das Übertreten des Gaspedals zu erreichen, um dann mit dem ACC die Geschwindigkeit zu halten. Auch die leicht häufigere Betätigung der Cancel - Funktion weist darauf hin, dass beim Handschalter seltener über einen Bremsvorgang das ACC deaktiviert wird.

Das ACC ohne Automatikschaltung wird von den meisten Probanden als sehr schlecht bewertet, da hier die meisten Komfortaspekte, die das ACC bietet, nicht umgesetzt werden können.

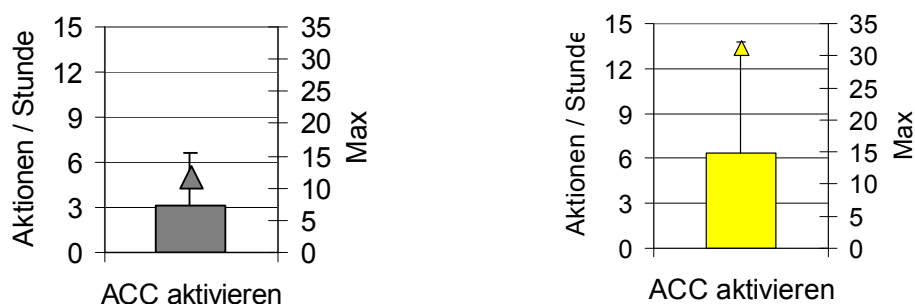


Abbildung 3.11: ACC Aktivierungsfunktion (ACC Set). Links Audi A8, rechts Audi A6 Maximalwerte gekennzeichnet durch Dreiecke, Skala Maximalwerte rechte Abszisse

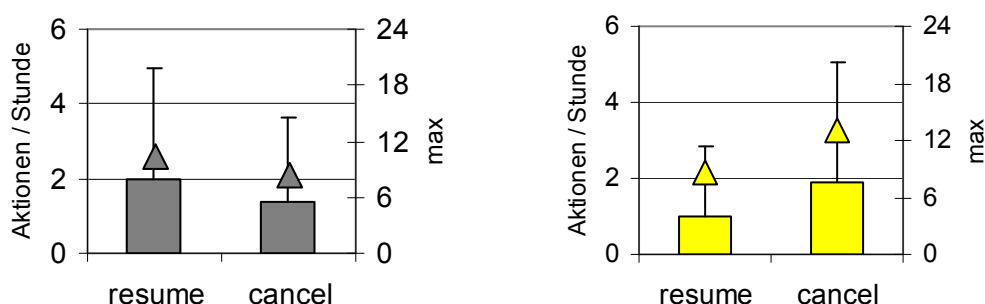


Abbildung 3.12: ACC-Hebel-Funktionen: Wiederaktivieren mit gespeicherter Wunschgeschwindigkeit (resume) und Deaktivieren (cancel) im Audi A8 (links) und Audi A6 (rechts), Dreiecke stellen Maximalwerte dar (Skala rechte Abszisse)

Aufgrund dieser Aussagen wurden die Interaktionen des Fahrers mit dem ACC im Automatikfahrzeug detaillierter betrachtet. Im Fokus stand dabei das Verlassen des aktiven Modus (Abbildung 3.14). Hierbei ergibt sich ein klarer Unterschied zwischen den Experten und den Novizen. Systemneulinge bedienen bevorzugt über den ACC-Hebel und verzichten überwiegend auf die Deaktivierung über den Bremsvorgang. Über alle Geschwindigkeitsbereiche hinweg wird das ACC überwiegend über die Hebelfunktionen deaktiviert, allein im Geschwindigkeitsbereich von 120 bis 160 Kilometer pro Stunde auch durch Bremsen. Im Gegensatz zu geübten Nutzern schalten sie das System unter Umständen sogar ganz aus (Zustand „gerastet aus“).

Experten hingegen nutzen die Hebeldeaktivierung nur sehr selten, hier wird vor allem über das Drücken des Bremspedals der aktive Modus verlassen. Oftmals kommt es auch zum Übertreten des ACC durch das Treten des Gaspedals, beispielsweise bei Überholvorgängen. Das Übertreten des Gaspedal konnte bei den Novizen nicht festgestellt werden.

Beide Probandengruppen lassen es nur selten zu einer Fahrerübernahmeaufforderung kommen. Häufigste Deaktivierungsvorgang ist das Drücken des Bremspedals, bei den Novizen vor allem bei höheren Geschwindigkeiten. Das Übertreten der Wunschgeschwindigkeit ist vor allem ein Verhalten erfahrener Systemnutzer.

Diese Ergebnisse lassen auf eine Lernphase mit dem System schließen. Im Laufe des Übungsprozesses verändert sich das Fahrerverhalten und wird auf die Funktionsweise des ACC angepasst. Das wird von den Probanden im Interview bestätigt.

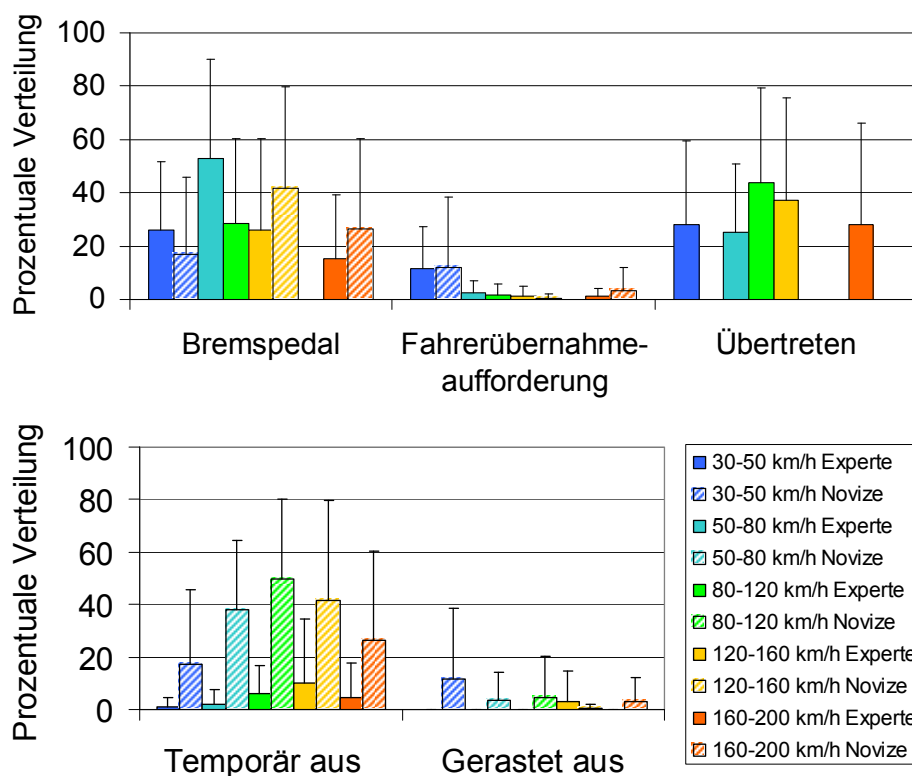


Abbildung 3.13: Prozentuale Verteilung Verlassen Aktiv-Modus; unterteilt in Geschwindigkeits-bereiche und Vorwissen der Probanden. „Temporär aus“ und „Gerastet aus“ sind Funktionen des ACC-Hebels.

Die häufigste Bedienung am ACC Hebel ist auch in den Langzeitversuchen zur Alltagsnutzung das Verstellen der Wunschgeschwindigkeit. Hierbei wird die Geschwindigkeit häufiger erhöht als verringert und das Konzept der kleinen Schritte eher bevorzugt als die rasche Erhöhung der Geschwindigkeit (Abbildung 3.14). Es waren keine Unterschiede zwischen Experten und Novizen festzustellen, sowohl Kurz- als auch Langzeitversuche kommen hier zum gleichen Ergebnis.

Die Probanden gaben an, durch die Erhöhung der Geschwindigkeit in kleinen Schritten eine bessere Kontrolle über die eingestellte Wunschgeschwindigkeit zu erreichen. Einige Probanden wünschen sich die Möglichkeit, die Geschwindigkeit in einzelnen km/h-Schritten verstellen zu können.

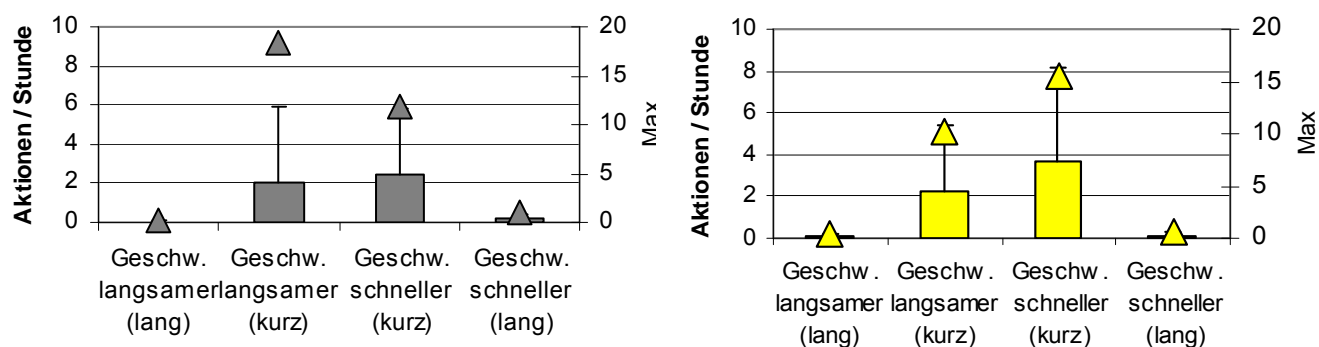


Abbildung 3.14: Nutzungshäufigkeiten Geschwindigkeit mit ACC-Hebel verstellen; Dreiecke kennzeichnen den Maximalwert (rechte Skala)

Eine weitere Einstellmöglichkeit neben der Geschwindigkeitsregelung bietet die Abstandsregelung. Der Wunschabstand zum Vorderfahrzeug kann in vier Stufen eingestellt werden. Pro Stunde wurde die Zeitlücke von den Experten 0,8-mal verändert, von unerfahrenen Testpersonen 0,6-mal (siehe Abbildung 3.15).

Es zeigte sich, dass Novizen die größte Zeitlückeneinstellung (2,3s) nicht nutzen, Experten nur sehr selten. Es wurden die voreingestellte Zeitlücke von 1,8 Sekunden als auch vor allem die kleinste Zeitlücke von einer Sekunde genutzt (siehe Abbildung 3.16). Das Konzept der geschwindigkeitsabhängigen Zeitlücke wird nur von wenigen Nutzern verstanden, die meisten Befragten dachten, es handle sich um feste Abstandswerte.

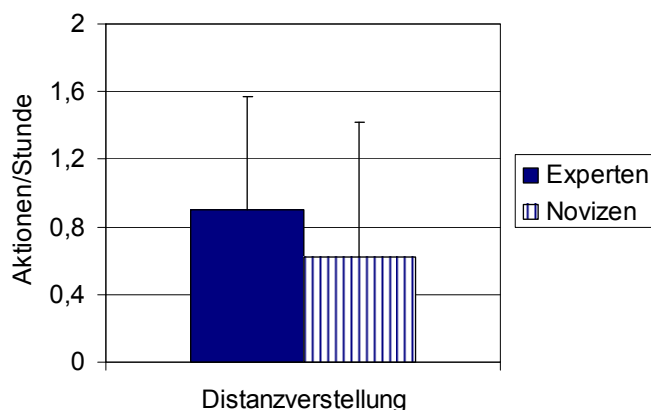


Abbildung 3.15: Zeitlückeneinstellung des Adaptive Cruise Control pro Stunde

Als Grund für die Wahl der kleinsten Zeitlücke geben die Probanden an, dass hierbei das Mitfließen im Verkehr möglich wäre, obwohl selbst bei dieser Einstellung oftmals andere Verkehrsteilnehmer einscheren würden. Bei der Wahl einer größeren Zeitlücke wäre der Effekt des Einscherens noch verstärkt.

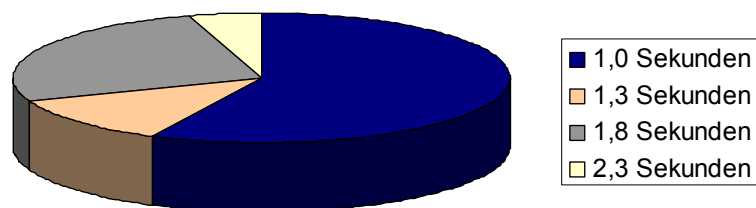


Abbildung 3.16: Dauer Zeitlückeneinstellung (nach Stunden)

Aufgrund der Position des ACC-Bedienhebels unterhalb des Blinkerhebels ist eine Verwechslungsgefahr mit dem Blinker bzw. mit der Lichthupe gegeben. Darüber hinaus ereignet es sich nach Probandenaussage häufig, dass das ACC außerhalb des Verfügbarkeitsbereiches zu aktivieren versucht wird (Abbildung 3.17), das heißt unter einer Geschwindigkeit von 30 km/h oder über 200 km/h.

Es wurde untersucht, wie häufig diese Verwechslungen während der Fahrt auftreten. Darüber hinaus wurden die Probanden gebeten, subjektiv ihre Fehlbedienungshäufigkeiten einzuschätzen. Die Aktivierung außerhalb der Verfügbarkeit ist die häufigste Fehlbedienung, sowohl subjektiv als auch objektiv. Diese ist zwar für den Fahrer durchaus ärgerlich, es werden aber keine falschen Signale an andere Verkehrsteilnehmer gegeben. Mit einem größeren Einsatzbereich des ACC kann dies behoben werden.

Abbildung 3.17 zeigt die prozentuale Verteilung der Fehlbedienungen. Ein Aktivierungsversuch außerhalb der Verfügbarkeit des ACC war aufgrund der Anzeige im Kombiinstrument einfach zu detektieren, Basis für die prozentuale Angabe ist die Zahl der Aktivierungsversuche über alle Geschwindigkeiten hinweg.

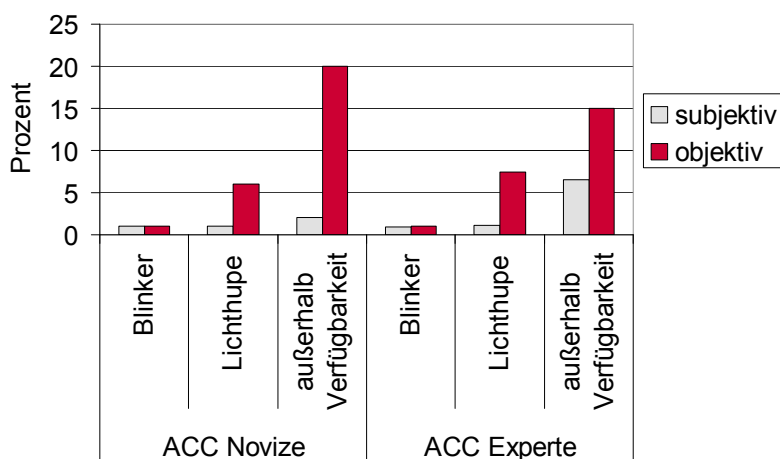


Abbildung 3.17: Subjektive und objektive (real) Fehlbedienungshäufigkeit

Bei der Betrachtung der Verwechslung Blinkerhebel und ACC-Hebel ist die Datenlage nicht so eindeutig, da hierfür keine Fehlermeldung im Kombiinstrument angezeigt werden kann. Anhand der Vorversuche wurde festgestellt, dass ein zeitlicher Zusammenhang bei der Bewertung ausreichend ist. Wird beispielsweise erst Blinkerhebel und innerhalb der folgenden zwei Sekunden der ACC-Hebel bedient, kann man davon ausgehen, dass es sich um eine Fehlbedienung handelt. Die Verwechslungshäufigkeiten wurden auf die durchschnittlichen Bedienhäufigkeiten bezogen, um eine prozentuale Angabe zu berechnen.

Wie die objektiven Daten zeigen, kann sich das Fahrverhalten durch das ACC-System verändern. Auch die subjektiven Aussagen der Probanden bestätigen dies. Die Probanden geben an, ihre Fahrweise der Funktionsweise des Systems anzupassen. Es kann nicht unbedingt bestätigt werden, dass die Fahrer das ACC als wirkliche Unterstützung bereits akzeptieren.

Daher wurde dieser Aspekt im Besonderen untersucht. Als belastende Aufgabe im Fahrzeug wurde das Drehen des Drehdrückstellers gewertet. Das Drehen des Drehdrückstellers kann aufgrund der Tatsache, dass der Proband hierbei die Anzeigen im Mitteldisplay wenigstens zeitweise beobachten muss, als Aufgabe bezeichnet werden, die vom Fahrer kognitive Ressourcen erfordert (siehe Kapitel 3.1). Es wurde untersucht, wie häufig eine Auswahl mit Drehdrücksteller im Infotainmentsystem bei aktivem oder inaktivem ACC getätigt wird, bezogen auf verschiedene Geschwindigkeitsbereiche (siehe Abbildung 3.18).

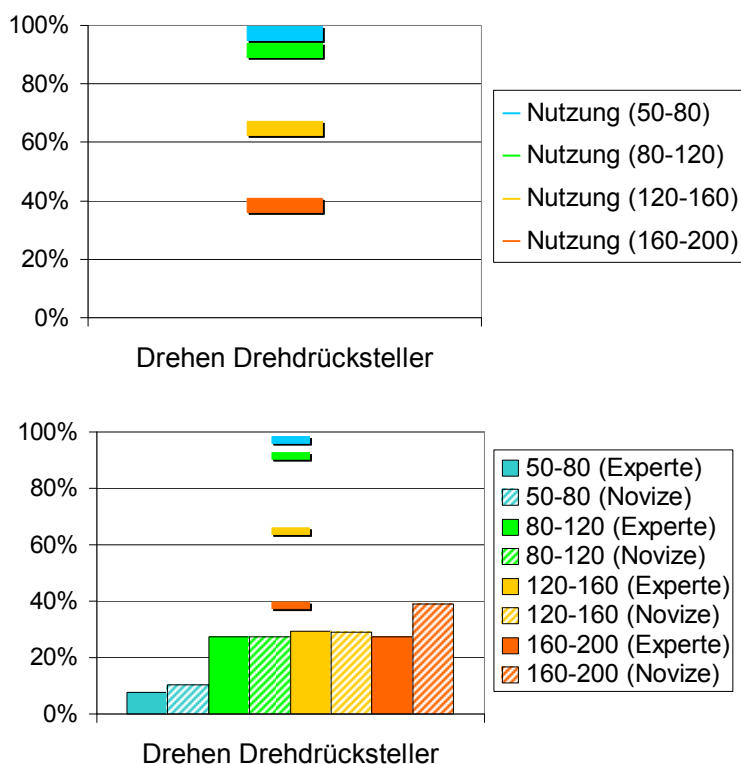


Abbildung 3.18: Auswahlfunktion im MMI mit gleichzeitiger Unterstützung der primären Fahraufgabe durch aktives ACC, unterteilt in ACC-Experten und –Novizen.

Legende bezieht sich auf km/h-Bereiche.

Die waagrechten Striche geben den Prozentsatz der Probanden an, die überhaupt in dem entsprechenden Geschwindigkeitsbereich den DDS drehen.

Die Balken geben den Prozentsatz an, zu dem das Drehen des Drehdrückstellers (DDS) bei aktivem ACC stattfand.

Es muss dabei beachtet werden, wie viel Prozent der Probanden überhaupt in den entsprechenden Geschwindigkeitsbereich eine Auswahlfunktion über das MMI vornehmen. Diesen Prozentsatz gibt die obere Abbildung 3.18 an. Bis 120 km/h bedienten über 90 Prozent der Probanden mindestens einmal in der Versuchswoche im MMI über den Drehdrücksteller Menüinhalte.

Wie Abbildung 3.18 zeigt, wird bei einer solchen Aufgabe nur in durchschnittlich 30 Prozent der Fälle auf die Unterstützung der Fahraufgabe durch das ACC zurückgegriffen. Die Erklärung der Probanden hierfür ist der erhöhte Kontrollaufwand, der für das Fahren mit ACC notwendig ist. Es zeigen sich hierbei kaum Unterschiede zwischen Experten und Novizen.

In Interview und Fragebogen zeigte sich weit mehr Kritik zur Funktionsweise des Adaptive Cruise Controls als zur Bedienphilosophie. Die den Probanden abrupt und nicht vorausschauend erscheinende Fahrweise wird als schlecht beurteilt, ebenso wie die Fehlerkennung von Fahrzeugen anderer Fahrspuren bei kurvigen Strecken. Sowohl Experten als auch Novizen deklarieren die Systemgrenzen als wenig durchschaubar.

Das ACC wird meist in Situationen, die sich durch geringes Verkehrsaufkommen und wenig Überholvorgänge auszeichnen, genutzt. Viele Probanden äußerten den Wunsch nach einer unabhängigen Tempomatfunktion für Situationen mit höheren Verkehrsaufkommen, da hier das ACC den Nutzer zu einer unregelmäßigen, holperigen Fahrweise zwingt. Die Fahrer befürchten, dass ihre Fahrweise mit ACC bei anderen Verkehrsteilnehmern auf wenig Verständnis aufgrund der häufigen Bremsvorgänge stößt

Größter Kritikpunkt seitens der Probanden bezüglich des ACC ist die unnatürliche Fahrweise, die nicht der jeweils eigenen Fahrweise entspricht. Daher wird das System zwar akzeptiert, dennoch mit einer gewissen Skepsis beobachtet und sehr gezielt eingesetzt.

Kommt es in der Testphase zu einigen Fehlalarmen, sinkt die Akzeptanz stark. Der Vergleich zwischen ACC Experten und ACC Novizen lässt vermuten, dass häufiges Fahren mit ACC das eigene Fahrerverhalten verändert. Die Fahrer passen sich dem System an. Dies wird aber nicht von allen Probanden befürwortet. Sie präferierten eine Anpassung des ACC an die eigene Fahrweise.

Die meisten Fahrer sehen das System in der derzeitigen Umsetzung noch nicht als wirkliche Unterstützung bei der Fahraufgabe an. Der Verfügbarkeitsbereich sollte nach Probandenwunsch sowohl bis zum Stillstand als auch bis deutlich über 200 km/h ausgedehnt werden.

3.2.1.4 Akzeptanz eines automatisiertes System zur Längs- und Querregelung

Im Interview wurden noch einige offene Fragen bezüglich der aktuellen Einstellung der Probanden zu einer automatischen Längs- und Querregelung gestellt. Das Antwortverhalten teilt die Probanden in zwei Gruppen gleicher Größe. Lediglich eine Hälfte der Probanden könnte sich weiterführende Systeme vorstellen. Mögliche Situationen wären vor allem auf der Autobahn, bei Stau oder in der Stadt (siehe Tabelle 3-6).

Einige Probanden konnten sich ein solches System vor allem bei hohen Geschwindigkeiten vorstellen, da sie annehmen, dass die Umfeldbedingungen überschaubarer sind, andere Versuchspersonen gehen davon aus, dass ein derartiges System nur bei niedrigen Geschwindigkeiten eingesetzt werden sollte, da die Folgen von Fehlern geringer sein müssten.

Einige Testpersonen wünschten sich ein System, welches sie bei Müdigkeit von der Fahraufgabe befreit. Für die Haltung gegenüber einem automatisiertem System kann kein Einfluss der Erfahrungen mit dem ACC geltend gemacht werden. Der häufigste Grund für eine Ablehnung besteht im fehlenden Technikvertrauen und in der gefühlten Einschränkung des Fahrerlebnisses (Tabelle 3-7). Darüber hinaus sehen einige Probanden das Fahrzeug als individuellen Rückzugsraum bedroht.

Einschätzung der Probanden	Situationen, in welchen ein System zur automatisierten Längs- und Querregelung von den Probanden als sinnvoll angesehen wurde
Beste Einsatzmöglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ein Selbstfahrmodus vorhanden ist • Auf der Autobahn
Bedingte Einsatzmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Im Stau • Niedrige Geschwindigkeiten • In der Stadt • Bei hohen Geschwindigkeiten • Bei Müdigkeit

Tabelle 3-6: Situationen, in denen automatisches Fahren nach Probandenaussagen vorstellbar erscheint

Ein großer Teil der Probanden (sowohl Befürworter als auch Probanden mit ablehnender Haltung) können sich nur ein begrenztes Einsatzgebiet vorstellen. Wichtig sei vor allem, dass weiterhin ein Selbstfahrmodus vorhanden ist, der den Erlebnisfaktor des Autofahrens unterstreicht.

	Pro	Contra
Hauptgrund	<ul style="list-style-type: none"> • Volles Vertrauen in Technik 	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Vertrauen in Technik
Häufige Gründe	<ul style="list-style-type: none"> • Weniger Unfälle 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrerlebnis • Kontrollverlust
Seltene genannte Gründe	<ul style="list-style-type: none"> • Bequemlichkeit • Andere Beschäftigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einschränkung Individualität

Tabelle 3-7: Gründe für und gegen automatisches Fahren (Probandenaussagen)

Aufgrund eines solchen Systems würde sich die Rolle des Fahrers verändern. Während einige Fahrer ausschließlich positive Auswirkungen, wie die Möglichkeit zur Beschäftigung mit anderen Dingen aufgrund verminderter nötiger Aufmerksamkeit, sehen, haben andere Fahrer die negativen Folgen im Sinn. Sie befürchten, dass der Überwachungsaufwand umso größer würde, und das eigene Eingreifen aufgrund des Übungsverlustes und möglicher Konzentrationsproblemen schwieriger würde (Tabelle 3-8).

	Positiv	Negativ
Hauptsächliche Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> Beschäftigung mit anderen Sachen 	<ul style="list-style-type: none"> Überwachung
Wichtige Auswirkung	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Aufmerksamkeit gefordert 	<ul style="list-style-type: none"> Handling bei eigenem Eingreifen im Notfall Konzentrationsproblem Individuelle Eisenbahn (Fahrgastgefühl)
Weitere Auswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> Entspannung 	<ul style="list-style-type: none"> Einschränkung Individualität Gewissensbisse Trainingsproblem

Tabelle 3-8: Auswirkungen automatisches Fahren auf den Fahrer (Probandenaussagen)

Auch wenn solche Fragen sehr theoretisch und die Inhalte für die Probanden sehr schwer vorstellbar sind, zeigen sich Tendenzen. Deutlich wird die Befürchtung vor undurchsichtigen Systemgrenzen und möglichem Kontrollverlust.

3.2.2 Navigation

3.2.2.1 Funktionsweise Navigationssystem

Das Navigationssystem in den Versuchsfahrzeugen wird über das Multimediasystem bedient. Über das Drücken des Hardkeys Navigation (siehe Abbildung 2.5) kommt der Nutzer in das Hauptmenü Navigation. Innerhalb des Hauptmenüs kann über verschiedene Zwischenschritte ein Ziel eingegeben und aktiviert werden.

Darüber hinaus stehen dem Nutzer vier weitere Funktionsmenüs über Softkeys zur Verfügung, nämlich

- Speicher
- Route
- Nav-Info (Informationen zum Ziel- und Standort) und
- Anwahl der Karte.

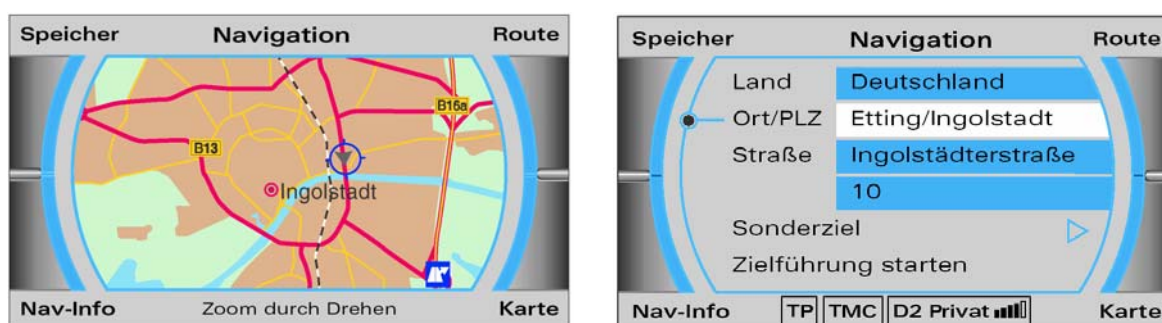


Abbildung 3.19: Abbildung Navigationsmenü: Kartendarstellung (links) und Zieleingabe (rechts) (Quelle: AUDI AG)

Im Menü Speicher befinden sich die Menüpunkte letzte Ziele, Laden aus dem Adressbuch und gespeicherte Ziele. Im Menü Route können Routenkriterien eingestellt werden bzw. eine Routenführung über Zwischenziele angewählt werden. Über den separaten Setup

Hardkey können Karteninhalt, Kreuzungszoom und Kartenfarben eingestellt werden. Bei aktiver Routenführung wird im Mitteldisplay automatisch die Karte mit der Routenführung und im Fahrerinformationssystem die Pfeildarstellung angezeigt.

3.2.2.2 Vorversuche Navigationssystem

Es wurde im Vorfeld der Langzeituntersuchung ein Fahrversuch zur Erfassung möglicher Bedienproblematiken des Navigationssystems durchgeführt. 24 Probanden, welche zum Teil geringe oder keine Kenntnisse von Navigationssystemen hatten, fuhren eine vorgegebene Route in der Gegend von Garching mit Hilfe des Navigationssystems in dem Versuchsfahrzeug I (Audi A8) ab. Die Fahrten und die Bedienschritte der Fahrer wurden zusätzlich noch mit vier verschiedenen Kameras festgehalten. Dieser Vorversuch hatte zum primären Ziel, die Auswerteroutinen im Bereich der Navigation zu entwickeln und zu validieren.

Im Gegensatz zu dem Vorversuch zur ACC-Nutzung hatten die Probanden in dieser Untersuchung bestimmte Aufgaben zu bearbeiten. Zuerst musste ein Ziel eingegeben werden. Den Probanden war es freigestellt, die Zieleingabe über die Eingabe eines Straßennamens, über die letzten Ziele, über Postleitzahl oder Sonderziele zu tätigen. Vor dem Versuch wurden den Probanden die verschiedenen Möglichkeiten kurz dargestellt. Aus Sicherheitsgründen wurden die Zieleingaben im Stand vorgenommen, da es sich hierbei um Probanden handelte, die das Fahrzeug nicht gewohnt waren. Es stellte sich heraus, dass die langsame aber zuverlässige Eingabe mit Buchstaben gerne verwendet wird, allerdings tendieren erfahrene Nutzer zu alternativen Methoden, wie der Eingabe mit Postleitzahlen. Über den Verlauf der Untersuchung ergab sich eine Zunahme der schnelleren Nutzung der Einträge im Speicher.

Ein weiteres Ergebnis dieser Studie war, dass das Eingeben eines Ziels über die manuelle Eingabe dreimal so lange dauert wie die Sonderzieleingabe oder das Abrufen aus dem Speicher. Darüber hinaus brauchen Laien ungefähr eineinhalb Mal so viel Zeit wie Experten, um ein Ziel einzugeben, gleich bei welcher Art der Zieleingabe. Hier ist zu beachten, dass unter Experten Probanden zu verstehen sind, die selbst in ihrem Fahrzeug ein Navigationssystem besitzen. Kein Proband hatte schon Erfahrung mit dem Audi-Navigationssystem.

Darüber hinaus ergab sich noch weiteres Verbesserungspotenzial durch eine systemergonomische Betrachtung:

- Nach Fertigstellen der Eingabe des Zielortes ist der zusätzliche Schritt der Bestätigung der Zieleingabe überflüssig.
- Bei aktiver Routenführung sollte das Kartenmenü automatisch nach anderen Eingaben in das MMI-System aktiviert werden.
- Der Zugriff auf das Untermenü Speicher sollte einfacher möglich sein und vielleicht schon in das Hauptmenü integriert werden.
- Der Menüpunkt Route und die hier vorhandene Möglichkeit, zwischen Route mit und ohne Zwischenziel zu wählen, ist für die Fahrer schwer nachvollziehbar.
- Die manuelle Zieleingabe ist zu kompliziert.

3.2.2.3 Alltagsnutzung Navigationssystem

Sowohl die Befragung der Probanden als auch die Fahrzeugdaten lassen erkennen, dass die Navigation für die Fahrer eine sehr wichtige Funktion darstellt. Abbildung 3.20 stellt den Prozentsatz der Probanden dar, die während der Versuchswoche mindestens einmal die entsprechenden Menüpunkte angewählt haben. Über neunzig Prozent der Probanden

haben mindestens einmal die Zieleingabe gewählt. Über zwei Drittel der Probanden aktivierten mindestens einmal manuell die Kartendarstellung.

Die meisten Fahrer sind mit den Grundzügen der Navigation sehr gut vertraut, Sondereinstellungen über das Setup-Menü werden selten genutzt. Die Probanden geben an, dort die entsprechende Einstellung suchen zu müssen.

Hauptkritikpunkt der Probanden im Bereich der Navigation ist die schlechte Datenübertragbarkeit zu anderen Systemen wie Outlook, Handy oder PDA. Darüber hinaus ist auch für einige Probanden die Sicherheit der Daten vor fremdem Zugriff ein Thema, beispielsweise bei Diebstahl der Fahrzeuge.

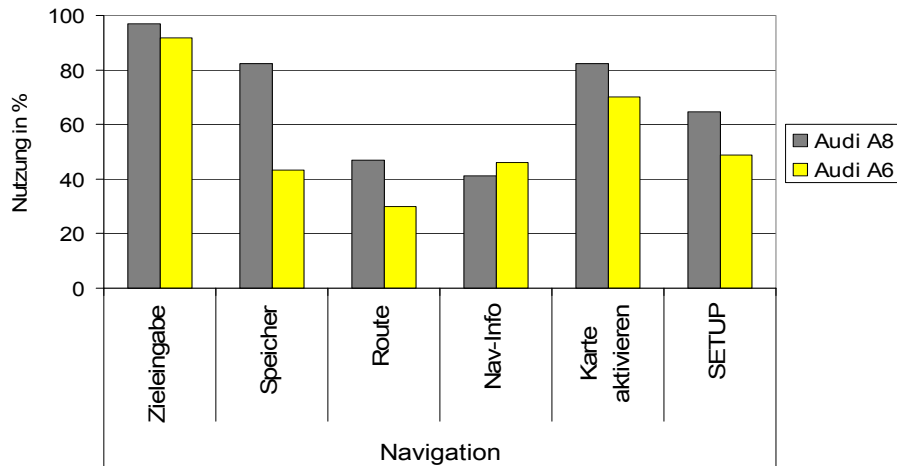


Abbildung 3.20: Prozentsatz der Probanden, die die Menüebene mindestens einmal in der Versuchswoche angewählt hatten.

Die Navigation wird im Bereich des Infotainments am häufigsten angewählt. Abbildung 3.21 zeigt, dass pro Stunde, die im Fahrzeug verbracht wird, die Zieleingabe knapp 1,4-mal angewählt wird.

Der Maximalwert ist bei viermal pro Stunde zu finden. Die recht hohe Standardabweichung zeigt, dass einige Probanden sehr häufig ein neues Ziel eingeben. Die Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aus der Situation. Fahrzeugführer, die oftmals neue Ziele anzufahren haben, nutzen das System häufiger.

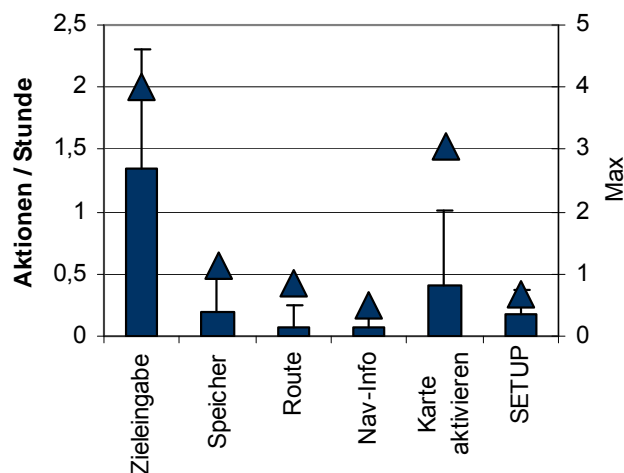


Abbildung 3.21: Aktivierungshäufigkeiten Navigationsmenüebene über MMI-Bedienteil. Dreiecke kennzeichnen den Maximalwert, Skala der Maximalwerte rechte Abszisse

Das Navigationssystem wird aber nicht nur bei unbekanntem Streckenführungen genutzt, sondern vor allem auch bei bekannten Strecken, um über Ankunftszeit und möglichen Verkehrsstörungen informiert zu sein. Die Karte dagegen wird auch häufig bei deaktivierter Routenführung genutzt, da Umweltinformationen abgebildet werden und die Kartendarstellung als dekorativ geschätzt wird. Die Fahrer wünschen sich einen direkten Link zur Heimadresse. Je länger die Fahrten dauern, desto häufiger wird, bezogen auf die Fahrdauer, mit Zieleingabe gefahren (siehe Abbildung 3.22). Bei kürzeren Fahrten, deren bekanntes Ziel in der Nähe liegt, wird eine Aktivierung der Navigation oftmals als nicht lohnenswert angesehen. Interessant ist, dass so gut wie keine Unterschiede zwischen Fahrten mit und ohne Beifahrer zu erkennen sind. Die Fahrten mit Beifahrer machen nur ein Drittel der Fahrten aus, ein Beifahrer wirkt sich auf die Bedienung der Navigation nicht aus. Im Interview gaben die meisten Fahrer an, dass eine Zieleingabe durch den Beifahrer nicht gewünscht ist.

Bedienhäufigkeiten pro Stunde		Fahrdauer			
		Bis 10 Minuten	10 bis 30 Minuten	30 bis 150 Minuten	Über 150 Minuten
Zieleingabe	Mit Beifahrer	1,13	1,39	1,96	2,51
	Alleinfahrt	1,10	1,48	2,13	2,24

Abbildung 3.22: Bedienhäufigkeiten pro Stunde der Zieleingabe bezogen auf Alleinfahrten und Fahrten mit Beifahrer von unterschiedlicher Länge

Im Fragebogen gaben die Versuchspersonen an, Navigationseingaben hauptsächlich bei der Fahrt zu tätigen. Bereits die subjektiven Aussagen verweisen darauf, dass eine Zieleingabe, die zu den komplexesten Tätigkeiten im Fahrzeug zählt, vor allem während der Fahrt durchgeführt wird. Weniger als ein Sechstel der Probanden gab an, nur oder vor allem im Stand das Navigationssystem zu bedienen (siehe Abbildung 3.23).

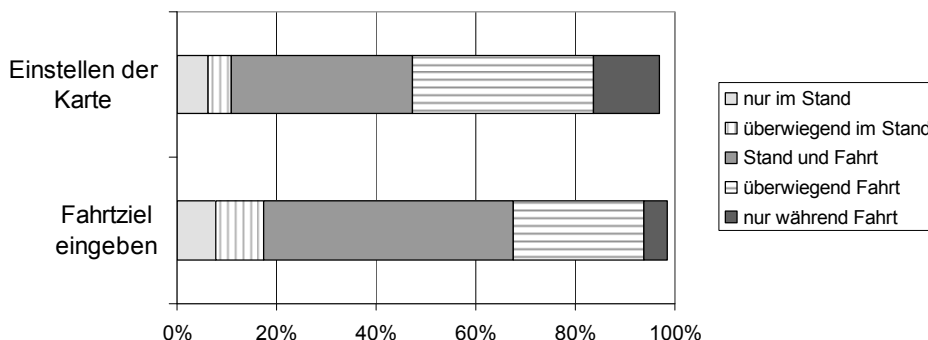


Abbildung 3.23: Subjektive Einschätzung der Probanden zu Fahrzieleingabe und Kartenverstellung vor oder während der Fahrt

Die subjektiven Aussagen der Probanden werden auch durch die objektiven Daten widerspiegelt (siehe Abbildung 3.24). Im Stillstand wird die Zieleingabe verhältnismäßig wenig aufgerufen. Die Bedienfrequenz ist im niedrigen und mittleren Geschwindigkeitsbereich am größten. Dennoch kommen auch Zieleingaben bei einer Geschwindigkeit von über 200 km/h vor. Auch wenn den meisten Fahrern bewusst ist, dass eine Zieleingabe während der Fahrt nicht ganz unproblematisch ist, führen verschiedene Faktoren wie Zeitdruck, Stau auf der Strecke und Ungeduld dazu, dass vor allem während der Fahrt die Routenführung aktiviert oder geändert wird.

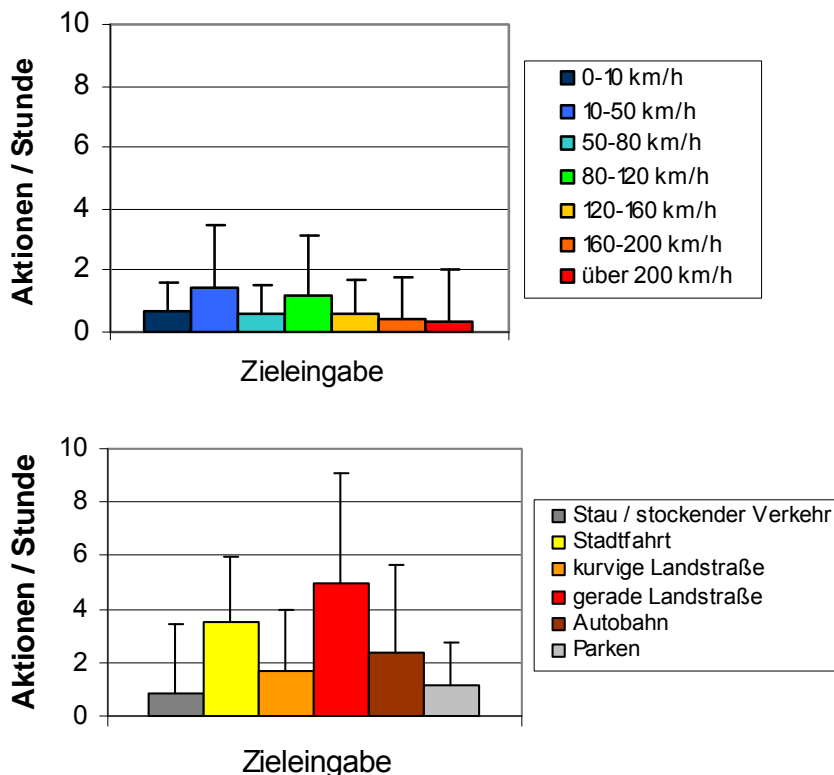


Abbildung 3.24: Anwahl des Menüs Zieleingabe bezogen auf die gefahrenen Geschwindigkeitsbereiche (oben) und auf die Straßenarten (unten)

Für eine durchschnittliche Zieleingabe braucht der Fahrer 30 Sekunden (Abbildung 3.25), genauso lange dauert es, bis im Setup Menü die richtige Einstellung gefunden wurde. Dagegen dauert das Einstellen der passenden Kartendarstellung durchschnittlich nur zehn Sekunden, ähnlich dem Aufruf einer Adresse, die im Speichermenü vorhanden ist. In der vorliegenden Untersuchung waren im Speichermenü vor allem die letzten angefahrenen Ziele für die Probanden interessant. Nach Aussagen der Versuchspersonen werden aufgrund der fehlenden Synchronisationsmöglichkeiten auch in den eigenen Fahrzeugen kaum Adressen gespeichert, da die wichtigsten Adressen meist unter dem Stichwort „letzte Ziele“ zu finden sind.

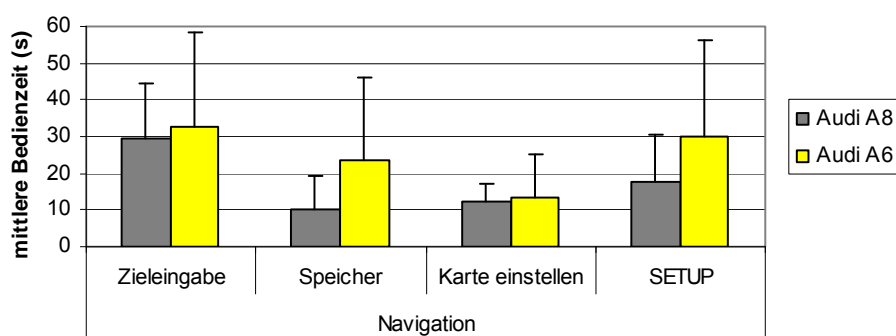


Abbildung 3.25: Mittlere Bedienzeit für ausgewählte Menüpunkte

Betrachtet man verschiedene Nutzergruppen, so ist zu erkennen, dass sich bei der Navigationsbedienung bezüglich Alter, Technikinteresse und allgemeiner persönlicher Nutzfrequenz keine Unterschiede zeigen (siehe Anhang I). Selbst Probanden, die allgemein wenig bedienen, weisen hohe Werte in der Zieleingabe auf.

Allein die Kilometerleistung während der Versuchswoche bewirkt einen Unterschied. Je mehr gefahren wird, desto häufiger werden Zieleingaben betätigt. Dies zeigt wiederum, dass vor allem die Situation das Navigationsverhalten bestimmt. Auf längeren Strecken ist die Wahrscheinlichkeit von Verkehrsbehinderungen oder das Anfahren von unbekanntem Zielen höher als bei kurzen Fahrten.

Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Menüeinstellungen zu Beginn der Fahrt (siehe Abbildung 3.26) sowie die prozentuale Verteilung der Anzeigendauer im Mitteldisplay während der Fahrt (siehe Abbildung 3.27), spiegelt sich wider, dass vor allem das Navigationshauptmenü und das Hauptmenü Radio, in welchem die Radiosender eingestellt werden können, zu Beginn der Fahrt gewählt werden. Während der Fahrt hingegen wird meist das Kartenmenü angezeigt. Die Kartendarstellung wird auch bei nicht aktiver Zielführung gewählt, da es laut Probanden das informativste Menü ist.

Dass während der Fahrt über alle Versuchspersonen hinweg die Kartendarstellung als attraktivster Menüinhalt bewertet wurde, hebt die Bedeutung des Navigationsmenüs bei der Unterstützung der primären Fahraufgabe hervor.

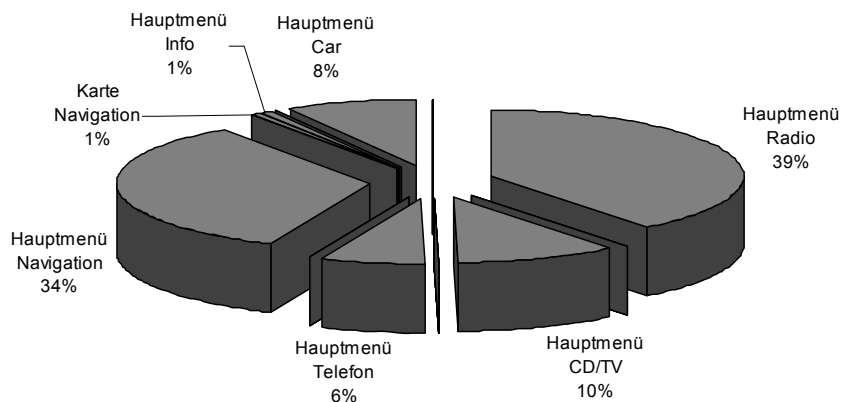


Abbildung 3.26: Prozentuale Verteilung Startmenü

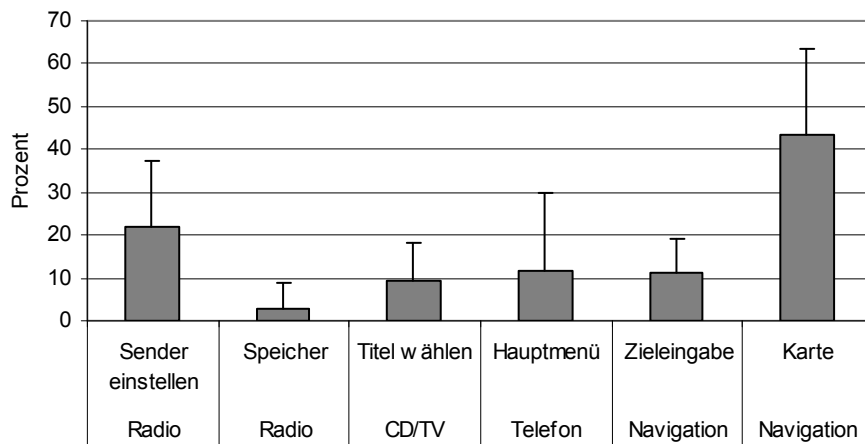


Abbildung 3.27: Prozentuale Verteilung der Anzeigedauer der häufigsten Anzeige im Mitteldisplay

3.3 Tertiäre Fahraufgabe

3.3.1 Sitzeinstellung

3.3.1.1 Möglichkeiten zur Einstellung des Fahrersitzes

Die Bedienelemente zur Sitzeinstellung befanden sich in beiden Versuchsfahrzeugen am Sitz. Abbildung 3.28 zeigt die Bedienelemente und die Möglichkeiten zur Sitzeinstellung, die in den Versuchsfahrzeugen vorhanden waren. Längs- und Höheneinstellung werden mit demselben Element umgesetzt, zur Längseinstellung muss das Element in X-Richtung, zur Höheneinstellung in z-Richtung bewegt werden. Eine ähnliche Doppelbelegung beinhaltet der Knopf, der die Verstellung der Lehnenneigung und der Kopfstützenhöhe regelt. Bei der Lordose können Position und Stärke der Lendenwirbelstütze variiert werden. Die Position der Bedienelemente am Sitz wird von den meisten Probanden positiv bewertet, allein die mangelnde Einsehbarkeit wurde von zwei Probanden bemängelt.

Bei den hier aufgezeigten Ergebnissen ist zu bedenken, dass während der Versuchswoche nur selten ein Fahrerwechsel durchgeführt wurde. Dies wurde von den Probanden als typisches Verhalten genannt.

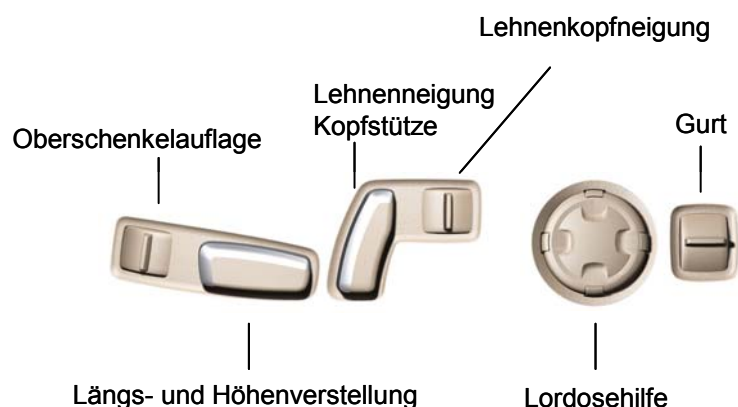


Abbildung 3.28: Möglichkeiten der Sitzeinstellung
(Quelle AUDI AG)

3.3.1.2 Alltagsnutzung Sitzfunktionen

Wie bereits Abbildung 3.3 zeigt, haben die Sitzeinstellungen einen Anteil von fünf Prozent an der Gesamtbedienung. Dies hat verschiedene Gründe. Zum einen ist die elektrische Verstellung des Sitzes relativ langsam. Somit wird die Längsverstellung oftmals in zwei Schritten vorgenommen. Zum anderen bietet die elektrische Sitzverstellung im Gegensatz zur mechanischen die Möglichkeit, auch während der Fahrt die Sitzposition zu modifizieren.

Bei den Sitzeinstellungen spielen die Längs- und Höheneinstellung der Sitzfläche die größte Rolle (siehe Tabelle 3-3). Durchschnittlich werden Längsverstellung 1,5-mal pro Stunde und Höhenverstellung 1,3-mal pro Stunde aufgerufen. Die Standardabweichungen bei der Sitzeinstellung sind sehr hoch, bis zu einer Höhe des zweifachen Mittelwerts. Dies wird verursacht durch das Verhalten einiger Probanden, in kleinen Schritten die Sitzeinstellung nachzukorrigieren.

Betrachtet man die verschiedenen Sitzeinstellungen bezogen auf die verschiedenen Geschwindigkeitsbereiche (Abbildung 3.29), ist ersichtlich, dass die Sitzeinstellungen im Gegensatz zu den meisten anderen Bedienvorgängen zum überwiegenden Teil im Stillstand vorgenommen werden.

Dennoch wird auch in durchaus in den höheren Geschwindigkeitsbereichen nachjustiert. Die Fahrer scheinen in den niedrigen Geschwindigkeitsbereichen, beziehungsweise zu Beginn der Fahrt, eine Grobeinstellung bezüglich der Sitzposition vorzunehmen, die dann im Laufe der Fahrt den Bedürfnissen angepasst wird. Dies entspricht den Aussagen der Probanden, bei längeren Fahrten aus Komfortgründen die Position der Rückenlehne anzupassen.

Bezogen auf die gesamte Fahrdauer aller Fahrten wird die Längsverstellung durchschnittlich in zwei Drittel der Fahrten angepasst. Da zum Ende der Fahrt hin die Häufigkeit der Sitzeinstellung zum Wert Null tendiert, ergibt sich, dass die Hälfte aller Sitzeinstellungen während der Fahrt getätigt wird.

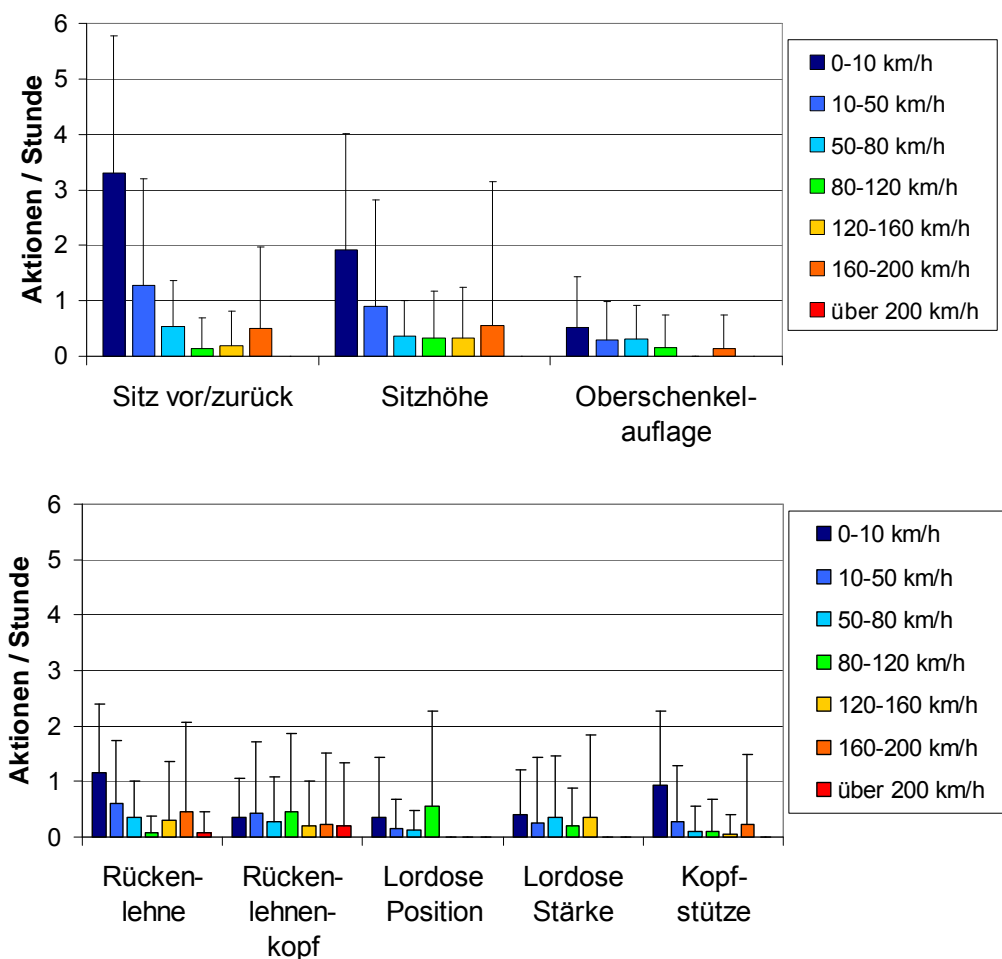


Abbildung 3.29: Sitzbedienungen bezogen auf Geschwindigkeitsbereiche, Lehneneinstellung (unten), Sitzflächeneinstellung (oben)

Abbildung 3.30 zeigt die durchschnittliche Häufigkeit der Sitzflächeneinstellung pro Fahrt. Es ist ersichtlich, dass zu Beginn der ersten Fahrt knapp ein Fünftel der Fahrer vor dem Anfahren den Sitz einstellt. Betrachtet man die Anfangsbedienungen aller Fahrten, ist die Häufigkeit etwas höher. Dies heißt, dass nicht immer bei der ersten Fahrt der Sitz eingestellt wird - es kommt wahrscheinlich auf die Länge der Fahrt an.

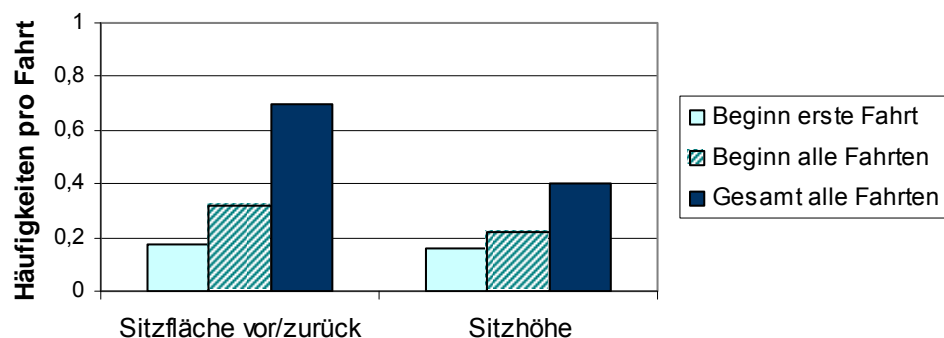


Abbildung 3.30: Mittelwerte der Sitzflächenverstellung pro Fahrt

3.3.2 Klimabedienung

3.3.2.1 Funktionsweise Klimaautomatik

Beide Versuchsfahrzeuge waren mit einer Klimavollautomatik ausgestattet. Über zwei Drehregler ist es möglich, die Fahrer- bzw. Beifahrer-temperatur in 0,5-Grad-Schritten zu verstellen. Neben den Drehreglern ist auf einem kleinen Display die aktuelle Einstellung zu erkennen, während des Bedienvorgangs wird die aktuelle Anzeige im Mitteldisplay durch das Klima-Menü überblendet.

Auf vier Tasten, um die Temperaturregler angeordnet, befinden sich die Einstellmöglichkeiten für Gebläse, Luftverteilung, Sitzheizung und Sitzkühlung. Diese Funktionen müssen über einen Tastendruck angewählt werden, um mit dem Temperaturregler die gewünschte Einstellung vornehmen zu können (siehe Abbildung 3.31). Die möglichen einzustellenden Inhalte erscheinen sowohl auf dem Mitteldisplay als auch auf dem kleinen integrierten Display.



Abbildung 3.31: Klimavollautomat Audi A8; rechts Anzeige im MMI-Display (Quelle AUDI AG)

Weiterhin sind Tasten für Automatikmodus, Ausschalten der Klimaanlage, Heckscheibenheizung, Scheibengebläse, Umluft und Klima-Setup im direkten Zugriff. Im Klima-Setup verbergen sich beispielsweise Umluftautomatik, Synchronisation und Economy - Modus. Durch langes Drücken des Temperaturreglers erfolgt eine Synchronisation der Temperatur des Fahrers und des Beifahrers.

Seitens einiger Fahrzeugführer wird bemängelt, dass sich die Sitzheizung nicht im direkten Zugriff befindet. Darüber hinaus wirkt es auch störend, dass bei jeder Bedienung, vor allem seitens des Beifahrers, des Klimabediengerätes die aktuelle Anzeige im Mitteldisplay überblendet wird, da bereits auf dem kleinen Display die wichtigsten Informationen dargestellt werden.

3.3.2.2 Alltagsnutzung Klimafunktionen

In den beiden Versuchsfahrzeugen waren Klimaautomaten eingebaut, daher ist der Wert der manuellen Luftverteilung und der manuellen Gebläseeinstellung gering (siehe Tabelle 3-3). Hauptbedienung ist die Verstellung der Temperatur (siehe Abbildung 3.32). In über zwei Drittel der Fahrten ist der Fahrer allein im Fahrzeug. Da die meisten Fahrer in diesem Fall mit synchronisierter Temperaturverteilung fahren, wird parallel zur Fahrertemperatur auch die Beifahrertertemperatur verstellt. Dies erklärt den hohen Wert der Beifahrertertemperaturwahl.

Die Temperatur wird überwiegend in dem Bereich von 19°C bis 25°C eingestellt, bevorzugt in dem Bereich 21°C bis 23°C (Abbildung 3.33).

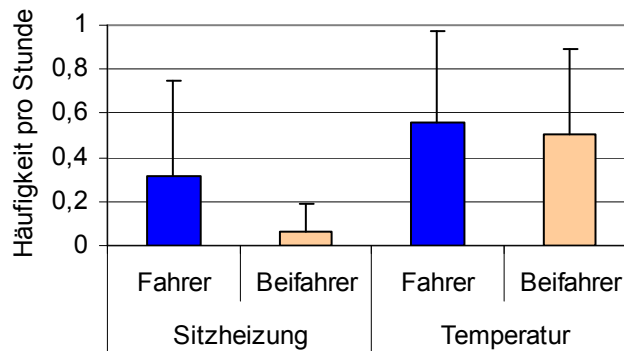


Abbildung 3.32: Durchschnittliche Verstellung Sitzheizung und Temperatur im Fahrzeug

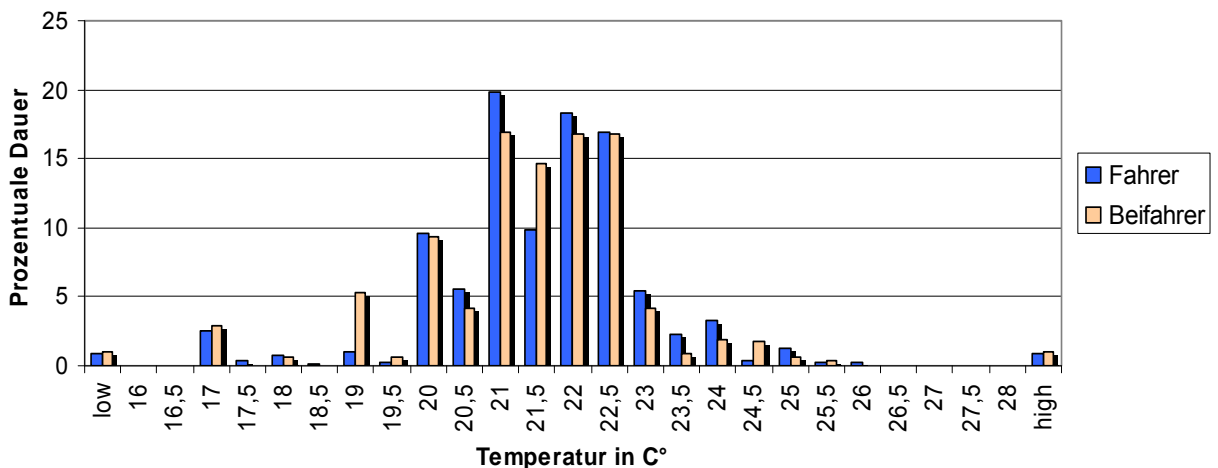


Abbildung 3.33: Prozentuale Verteilung der Dauer der Temperatureinstellungen

Die Sitzheizung ist die zweithäufigste Bedienung im Bereich der Klimautomatik. Der geringere Wert der Beifahrersitzheizung ist aufgrund der Tatsache, dass nur bei jedem Drittel der Fahrten ein Beifahrer anwesend ist, nicht verwunderlich. Wie eine detaillierte Auswertung der Sitzheizungsdaten zeigt, wird die Erwärmung der Sitzfläche vor allem kurzzeitig eingestellt, und anschließend wieder auf den Wert 0 heruntergeregelt (Abbildung 3.34). Zwei Drittel der Fahrzeit ist die Sitzheizung für den Fahrersitz deaktiviert.

Es gibt zwei verschiedene Fraktionen bezüglich Klimaeinstellungen. Ungefähr zwei Drittel der Stichprobe sind mit dem Einstellen der Temperatur und den davon abhängigen Gebläsestufen und –zonen vollauf zufrieden.

Ein Drittel der Probanden regelt lieber manuell nach und verstellt während der Fahrt die Temperatur häufiger. Dabei konnte keine Tendenz bezüglich des Geschlechts nachgewiesen werden. Dies ist aber schon aufgrund der überwiegend männlichen Stichprobenzusammensetzung schwer möglich. Die Ergebnisse sind altersunabhängig.

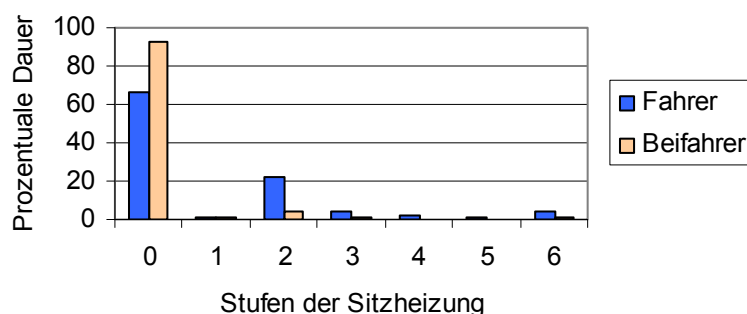


Abbildung 3.34: Prozentuale Verteilung der Dauer der Sitzheizungseinstellung: 0 bedeutet keine Sitzheizung angewählt, Wert 6 ist der höchste Wert der Sitzheizungseinstellung

Temperatur- und Sitzheizungseinstellung können aufgrund der objektiven Auswertungsdaten nicht zu den typischen Einstellungen bei Fahrtantritt gezählt werden, auch wenn zehn Prozent der Probanden die Temperatureinstellung als typische Bedienung zu Beginn der Fahrt nannten.

Für einen Teil der Stichprobe war die Trennung zwischen Klima- und MMI nicht konsequent genug. Der andere Teil der Versuchspersonen bedauerte, dass die Sitzheizung nicht im direkten Zugriff liegt, sondern zuerst das entsprechende Menü angewählt werden muss, um mit dem Klimadrehsteller die Stufe der Sitzheizung anwählen zu können.

3.3.3 Entertainment

3.3.3.1 Funktionsweise Radio- und CD-Menü

Sowohl Radio als auch CD können durch einen Hardkey im MMI direkt ausgewählt werden, auch hier stehen wieder verschiedene Funktionen über Softkeys zur Verfügung (siehe Abbildung 3.35). Im Radio-Hauptmenü sind die empfangbaren Sender in einer Liste angeordnet, im CD-Hauptmenü die Titel.

Auch über das Multifunktionslenkrad können Teilbereiche des Entertainments bedient werden. Durch Drücken der linken Lenkradtaste können die Auswahllisten auch im Kombidisplay angezeigt werden. Durch Drehen der Lenkradwalze kann daraufhin ein anderer Sender bzw. anderer Titel gezielt ausgewählt werden.

Darüber hinaus können der nächste Sender bzw. der nächste Titel über Pfeiltasten in der Mittelkonsole direkt ausgewählt werden (siehe Abbildung 2.5). Es handelt sich hierbei um zwei Tasten, die mit Pfeilen gekennzeichnet sind. Durch Drücken der Tasten wird der nächste Sender/ Titel bzw. der vorletzte Sender/Titel ausgewählt. Im Gegensatz zu den anderen beiden Möglichkeiten hat der Fahrer hier keine echte Auswahlfunktion, da nur der nächste/ der letzte Sender ausgewählt werden kann.

Der Fahrer kann die Lautstärke des Entertainments auf zwei verschiedene Weisen verändern. Zum einen über einen Lautstärkeregler, der sich ebenfalls in der Mittelkonsole befindet, zum anderen über die rechte Lenkradwalze.

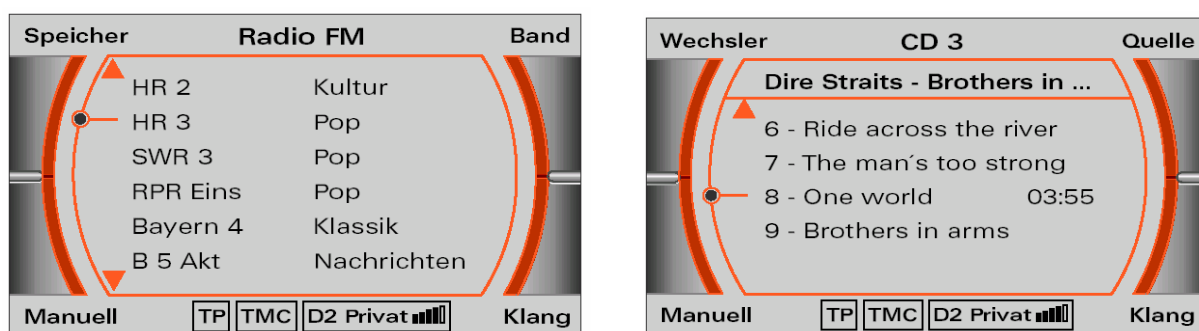


Abbildung 3.35: Abbildung Radiomenü (links) und CD-Menü (rechts)
(Quelle AUDI AG)

3.3.3.2 Vorversuche Entertainment

Das Entertainment des Audi A8 wurde in den Bereichen Radio und CD mit 20 ungeübten Personen im Raum Rosenheim getestet. Es waren alltägliche Aufgaben wie zum Beispiel das Wechseln des Radiosenders auf einer festgelegten Teststrecke von den Versuchspersonen zu bewältigen.

Versuchspersonen, die älter als 60 Jahren alt waren, hatten größere Schwierigkeiten, sich in der Menüstruktur zurechtzufinden. Auch war eine teilweise sehr vorsichtig geprägte Auseinandersetzung mit dem Bediensystem bei weiblichen Versuchspersonen zu beobachten, junge Männer hingegen hatten mit Abstand am wenigsten Probleme, die erforderlichen Bedienschritte zur erfolgreichen Aufgabenbewältigung zu finden.

Als problematisch stellte sich bei dieser Untersuchung heraus, dass die Probanden mit der Menüstruktur keine Erfahrung hatten. Beispielsweise ist das Einstellen des Verkehrsfunks für die meisten Autofahrer bei einem gängigen Autoradio aufgrund des gleichartigen Aufbaus über Fahrzeuggenerationen hinweg meist nicht schwer, bei dem MMI-System aber schon. Darüber hinaus konnten noch einige Verbesserungsmöglichkeiten eruiert werden:

Nach Veränderung gewisser Einstellungen, beispielsweise Klangeinstellungen, wäre ein automatisches Zurückspringen des Systems in das Ausgangsmenü (nach circa fünf Minuten) eine sinnvolle Neuerung, da nach einer gewissen Zeit davon ausgegangen werden kann, dass der Benutzer keine weiteren Änderungen vornehmen will. Für einige Untermenüs wie das Menü der manuellen Sendersuche sollte dieser Vorgang nicht automatisiert werden, da hier meist noch weitere Eingaben vom Nutzer getätigt werden und die Zeitabstände zwischen zwei Aktionen in diesem Fall größer sein könnten.

Das MMI-Bedienfeld ist gerade für kleinere Personen durch die nahe Sitzposition am Lenkrad schwer zu erreichen und ein Blick zu den Tasten muss über die Schulter erfolgen, was dazu führt, dass die derzeitige Verkehrssituation vom Fahrer nicht beobachtet werden kann. Auch der durchschnittlich große Fahrer findet die Funktionstasten nicht ohne auf das Bedienfeld zu blicken, der Drehregler hingegen kann gut ertastet werden. Eine Positionierung des Bedienfeldes direkt an der Armlehne mit Auflage des Handgelenkes oder weiter vorne im Blickfeld des Fahrers wäre hier sehr zu empfehlen.

Die Tasten am Multifunktionslenkrad wurden als zu klein empfunden und waren dadurch nicht immer leicht zu bedienen, besonders die linke Rolltaste ist durch die zusätzliche Drückoperation nur schlecht zu handhaben. Trotzdem ist gerade das Multifunktionslenkrad eine große Hilfe bei einfachen Bedienschritten wie Lautstärke einstellen oder Sender wechseln und wurde vom Großteil der Versuchspersonen gerne genutzt.

3.3.3.3 Alltagsnutzung Radiofunktionen

Einstellen des Senders

Wie Abbildung 3.36 zeigt, wird von über neunzig Prozent der Probanden mindestens einmal in der Versuchswoche ein Sender über das Radiomenü verstellt. Dagegen wird nur von der Hälfte der Probanden die Sendereinstellung über das Multifunktionslenkrad genutzt (siehe Abbildung 3.37). Hierbei ist ein Unterschied zwischen den Probanden des Audi A8 und des Audi A6 zu erkennen.

Das Einstellen des Senders über das MMI-Menü wird durchschnittlich jede Stunde einmal angewählt, der Maximalwert liegt bei dreimal pro Stunde (Abbildung 3.38). Vergleicht man

die Aktivierungshäufigkeiten mit Abbildung 3.36, so zeigt sich, dass einige Funktionen, wie beispielsweise die Klangeinstellung, die von über der Hälfte der Probanden mindestens einmal in der Versuchswoche angewählt wurde, nach der ersten Einstellung so belassen wird. Über die gesamte Versuchswoche betrachtet ist hier eine sehr geringe Häufigkeit vorhanden.

Die Senderwahl über das Lenkrad wird pro Stunde 0,3-mal bedient, der Maximalwert der Bedienung ist derselbe wie bei der Senderwahl über das Infotainmentsystem. Beide Möglichkeiten werden demnach von den Fahrern genutzt, auch wenn die Bedienung am MMI-System überwiegt.

Die Frequenz der Infotainmentbedienung ist über unterschiedliche Fahrtenlängen betrachtet relativ konstant. Dabei spielt es auch keine Rolle, ob ein Beifahrer im Fahrzeug anwesend ist oder nicht. Allein bei kurzen Fahrten mit Beifahrer wird nicht so häufig Radio gehört als bei Alleinfahrten. Wahrscheinlich wird hier das Gespräch mit dem Beifahrer vorgezogen (Tabelle 3-9).

Bedienhäufigkeiten pro Stunde		Fahrtdauer			
		Bis 10 Minuten	10 bis 30 Minuten	30 bis 150 Minuten	Über 150 Minuten
Senderwahl	Mit Beifahrer	1,08	1,39	1,1	0,86
	Alleinfahrt	1,65	1,4	1,18	1,12

Tabelle 3-9: Senderwahl bezogen auf Alleinfahrten und Fahrten mit Beifahrer von unterschiedlicher Länge

Die bereits angesprochenen Pfeiltasten werden ungefähr von einem Drittel der Probanden mindestens einmal in der Versuchswoche genutzt. Die Bedienfrequenz beträgt 0,25 pro Stunde mit einem Maximalwert von 6-mal in der Stunde. Die Standardabweichung erreicht einen Wert, der 5-mal so hoch wie der gemittelte Wert ist. Dies deutet darauf hin, dass es einige Nutzer gibt, die diese Art des Senderwechsels, die an die herkömmliche Art bei Autoradios erinnert, ausgiebig nutzen, andere hingegen gar nicht.

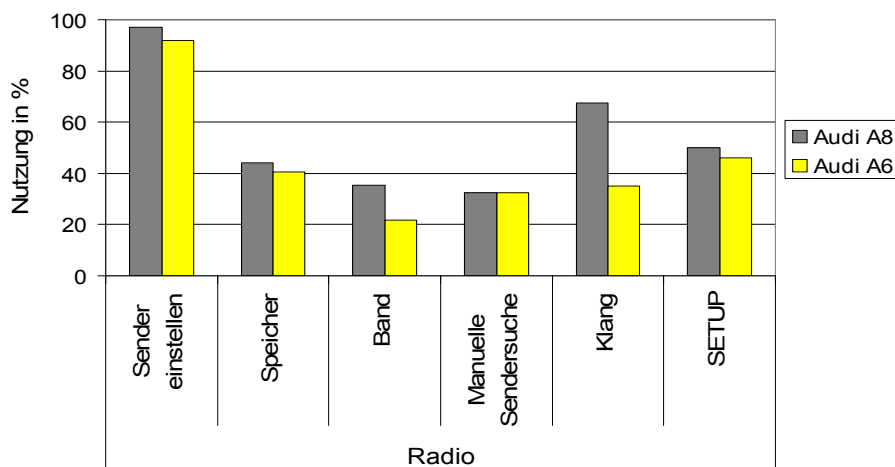


Abbildung 3.36: Prozentsatz der Probanden, die die Menüebene mindestens einmal in der Versuchswoche angewählt hatten.

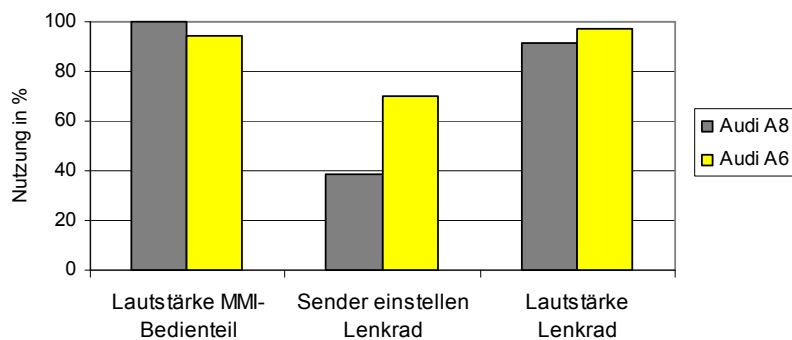


Abbildung 3.37: Prozentsatz der Probanden, die die Menüebene mindestens einmal in der Versuchswoche angewählt hatten

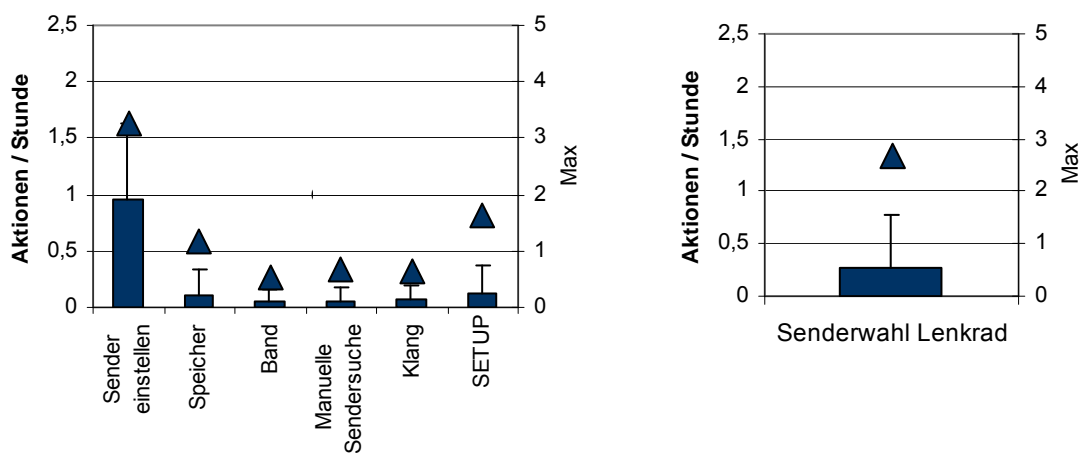


Abbildung 3.38:
links: Aktivierungshäufigkeiten Radio über MMI-Bedienteil;
rechts: Senderwahl über Lenkrad
Dreiecke kennzeichnen den Maximalwert, Skala rechte Abszisse

Für die Menüpunkte, die eine ausreichende Nutzungshäufigkeit aufweisen, wurde eine mittlere Bedienzeit innerhalb der verschiedenen Radiomenüs berechnet (siehe Abbildung 3.39). Hierbei wurden alle Bedienschritte, die innerhalb einer Menüebene stattfinden, zusammengefasst. Nach einer Unterbrechung, die länger als fünf Sekunden dauerte, wurde eine zweite Bediendauer errechnet. Der Wert von fünf Sekunden stammt aus der beschriebenen Voruntersuchung.

Senderwahl und Aufrufen eines Senders aus dem Speicher dauern durchschnittlich zehn Sekunden, analog zu den Bedienzeiten des Speicheraufrufs des Navigationssystems. In diesen Fällen handelt es sich um eine einfache Listenauswahl. In den Menüpunkten Klangeinstellung und Setup werden deutlich mehr Einstellmöglichkeiten geboten, somit steigt auch die durchschnittliche Bedienzeit an. Vergleicht man Eingabedauer von Radio- und Navigationssystem, so zeigt sich, dass die Standardabweichungen des Radiomenüs geringer sind als die der Navigation. Dies liegt vor allem an den Adresseingaben, die eine unterschiedliche Länge und Komplexität aufweisen.

Das Verhältnis Senderwahl am MMI-Bedienteil zu Senderwahl am Lenkrad beträgt drei zu eins (siehe Abbildung 3.38). Während die Sendersuche in der Mittelkonsole mit zunehmender Geschwindigkeit abnimmt, steigt die der Lenkradbedienung leicht an. Im Bereich von 80 bis 160 km/h überwiegt die Suche über das Lenkrad leicht. Dennoch ist die Standardabweichung bei letzterer wesentlich höher, dieses Verhalten variiert über die Probanden stärker (siehe Abbildung 3.40). Vor allem in der Stadt und im Stau wird über das MMI-Bedienteil die Sendersuche vorgenommen. Auf der Autobahn im mittleren Geschwindigkeitsbereich wird die Senderwahl hauptsächlich über das Lenkrad vorgenommen (siehe Abbildung 3.41).

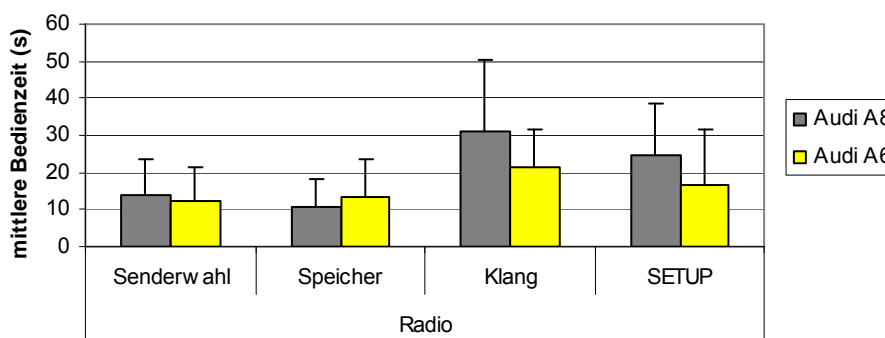


Abbildung 3.39: Mittlere Bedienzeit für ausgewählte Menüpunkte

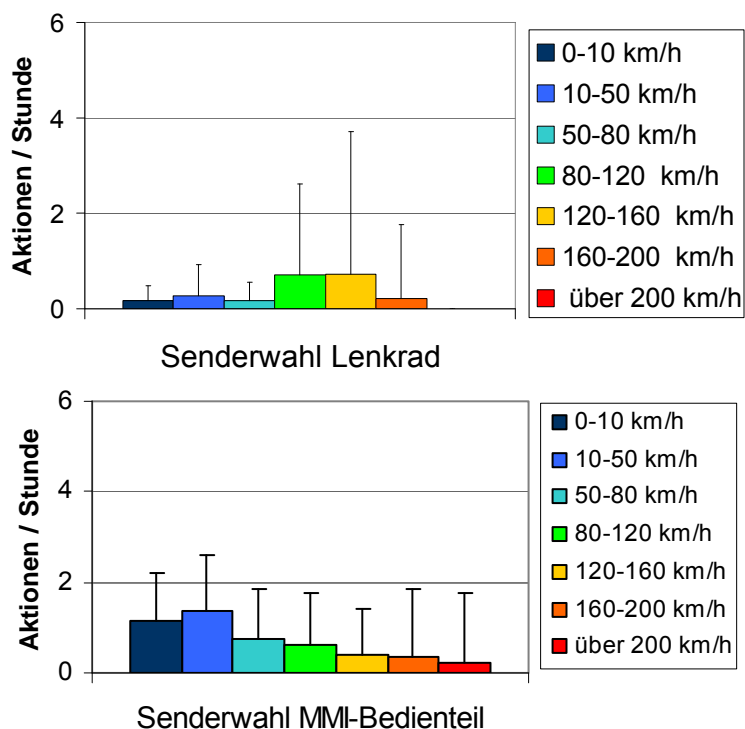


Abbildung 3.40: Senderwahl am Lenkrad (oben), am MMI-Bedienteil (unten) bezogen auf Geschwindigkeitsbereiche

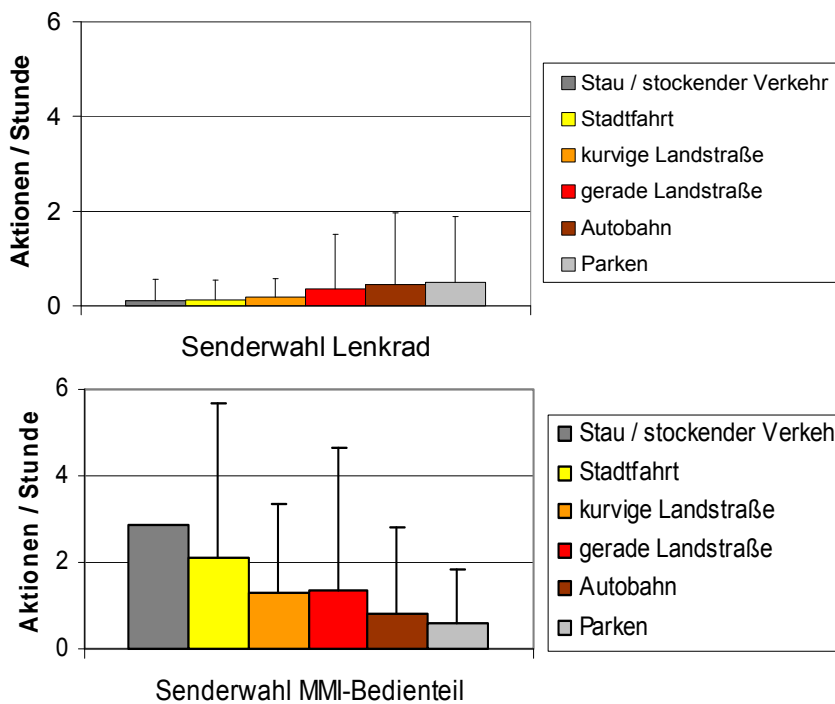


Abbildung 3.41: Senderwahl am Lenkrad (oben), am MMI-Bedienteil (unten) bezogen auf Straßenarten

Verstellung der Lautstärke

Zum Bereich des Entertainments gehört auch die Verstellung der Lautstärke. Obwohl in dem Fahrzeug eine der Geschwindigkeit angepasste Lautstärkeeinstellung integriert ist, gaben einige Probanden an, die Lautstärke oftmals zu verstellen, beispielsweise bei einem beliebtem Lied im Radio, aus Langeweile oder bei einem Wechsel von Nachrichten auf Musik oder umgekehrt.

Die Lautstärke wird zu gleichen Teilen am MMI-Bedienteil und am Lenkrad verstellt. Vor allem bei höheren Geschwindigkeiten (ab 80 km/h) wird die Einstellung über das Lenkrad bevorzugt (Abbildung 3.42).

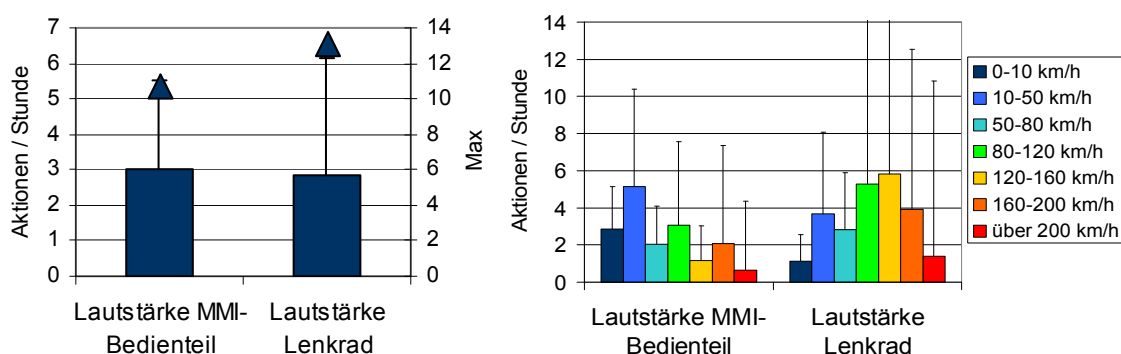


Abbildung 3.42: Verstellung der Lautstärke am MMI Bedienteil und am Lenkrad gesamt (links) und über Geschwindigkeitsbereiche (rechts); Dreiecke kennzeichnen den Maximalwert

Vergleicht man die objektiven Häufigkeitsdaten bezüglich der Einstelhäufigkeiten am Lenkrad bzw. an der Mittelkonsole mit den subjektiven Aussagen der Probanden (Abbildung 3.43), so zeigt sich, dass die Probanden ihre Präferenz zur Lenkradbedienung leicht überschätzen.

Das gleiche Bild ergibt sich auch bei der Senderauswahl am Lenkrad bzw. über den Hardkey Radio. Hier ist das Verhältnis in den subjektiven Aussagen zwei zu eins, bei den objektiven Daten drei zu eins. Subjektive und objektive Daten stimmen in diesem Punkt nicht überein. Dafür gibt es verschiedene Gründe.

Die Platzierung der Entertainmenteinheit in der Schalttafel ist für die Fahrzeugführer seit Jahren der gewohnte Ort. Bedienelemente am Lenkrad sind erst seit wenigen Jahren im Fahrzeug verbaut. Daher könnten Einstellungen am Lenkrad aufgrund des größeren Neuheitsgrades einen höheren kognitiven Aufwand erfordern.

Ein anderer Grund könnte die Gestaltung der Bedienelemente am Lenkrad sein, die den Anforderungen des Bedienvorganges nicht gerecht werden. Somit wird bei einer Lenkradbedienung der Vorgang bewusster ausgeführt.

Da aber am MMI-Bedienteil vor allem bei niedrigen Geschwindigkeiten bzw. in der Stadt bedient wird, ist es auch möglich, dass hier bei kurzen Zwischenstopps wie nebenbei am Multimediainterface gespielt wird, und somit der eigentliche Bedienvorgang nicht wirklich ins Bewusstsein gerät.

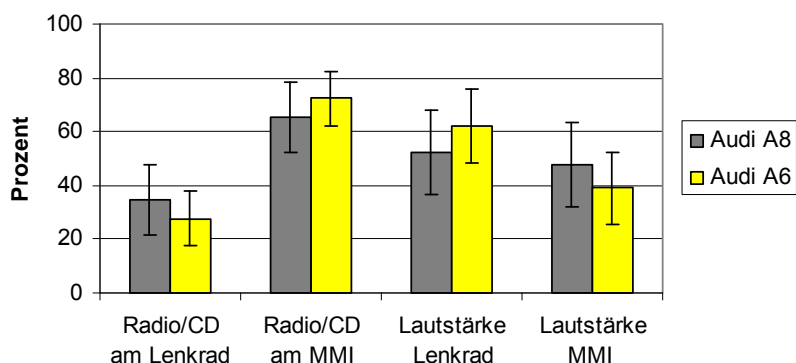


Abbildung 3.43: Aussagen der Probanden zur subjektiven Verteilung der Lautstärke- und Radio-Bedienung am Lenkrad bzw. am MMI-Bedienteil

Im Bereich der Lenkradbedienung sind Alterseffekte zu verzeichnen. Ältere Probanden (über 55 Jahre) bedienen lieber am MMI-Bedienteil. Dafür gibt es zwei Gründe. Zum einen empfinden ältere Fahrer die Menüwalzen am Lenkradbedienteil als zu klein. Dies erklärt sich unter anderem über die Abnahme der haptischen Differenzierungsfähigkeit im Alter. Zum anderen ist für Ältere die Umstellung auf ein neues Bedienelement möglicherweise nicht so einfach, da Gewohnheiten überwiegen. Insgesamt betrachtet wird die Lautstärke von jüngeren Probanden häufiger verstellt.

Die Maximalwerte zeigen an, dass die Streuung in der älteren Probandengruppe größer ist als in der jüngeren. Es gibt sehr wohl Fahrer über 55 Jahre, die die Lenkradbedienung überdurchschnittlich häufig nutzen.

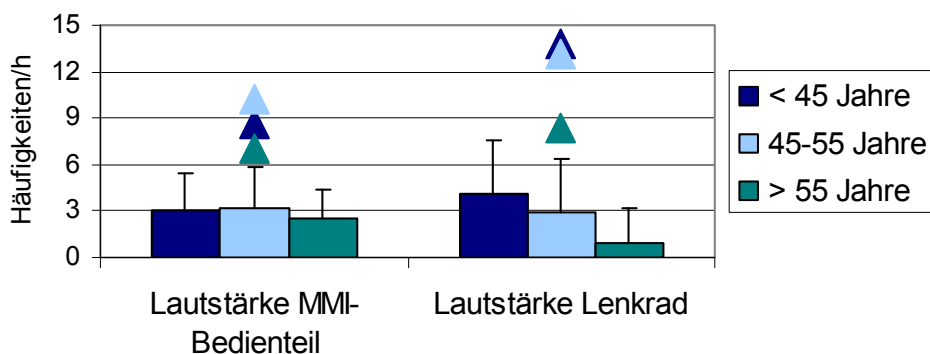


Abbildung 3.44: Bedienungshäufigkeiten nach Altersgruppen, Dreiecke kennzeichnen den Maximalwert.

Das Ergebnis der Langzeitstudie entspricht nicht den Ergebnissen der Vorversuche. In den Vorversuchen wurde ein Unterschied in der Systemnutzung älterer und jüngerer Probanden festgestellt. Zwar war hierbei die jüngere Probandengruppe im Mittel um ungefähr 15 Jahre jünger als in der Langzeitstudie, doch es ist anzunehmen, dass es sich hierbei um einen Übungseffekt handelt. Dies bedeutet, dass ältere Fahrer nach einer Eingewöhnungszeit keine großen Unterschiede in der Systemnutzung aufweisen, ausgenommen bei der Lenkradbedienung. Bei der älteren Probandengruppe spielt jedoch die Eingewöhnungszeit eine weit größere Rolle.

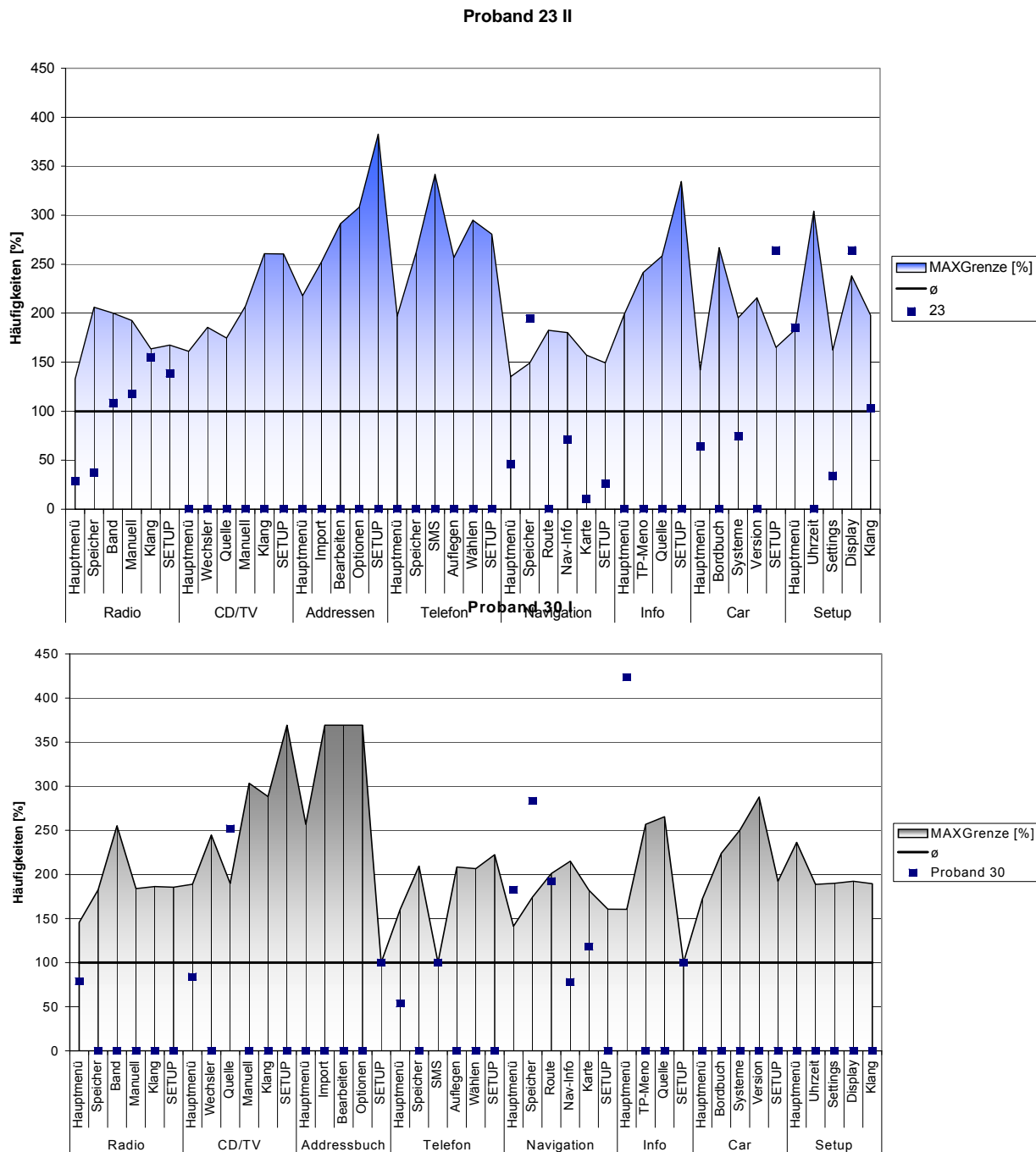


Abbildung 3.45. Beispiel für Einzelprofil Audi A8 (oben) und Audi A6 (unten)

In Anhang K ist die Radiobedienung nach weiteren Gruppenmerkmalen sortiert aufgezeigt. Es konnte bis auf den bereits gezeigten Alterseffekt keine weiteren Effekte nachgewiesen werden. Interessant ist der nur leichte Unterschied zwischen Viel- und Wenignutzer. Dies weist darauf hin, dass eine hohe Interindividualität des Bedienverhaltens vorliegt.

Um dies zu überprüfen, wurde eine Einzelfallanalyse für den Bereich des Infotainments erstellt, die die Unterschiede in den Bedienvorlieben wiedergibt. Hierfür wurde der allgemeine Mittelwert gleich 100 Prozent gesetzt. Die Standardabweichung wurde prozentual auf den Mittelwert bezogen und als MAX-Grenze angetragen. Die Bedienung des einzelnen

Probanden wird als Punktwert dargestellt. Zwei Beispiele für dieses Vorgehen sind in Abbildung 3.45 zu sehen.

Anhand der Darstellung konnte festgestellt werden, dass sich die Probanden untereinander im Bereich des Infotainments stark unterscheiden, es konnten jedoch neben der Einteilung in Viel- und Wenignutzer keine klaren Tendenzen bezüglich bestimmter individueller Bedienvorlieben eruiert werden. Die Unterschiede zwischen den Probanden waren zu groß bzw. die Stichprobe für diesen Auswertezweck zu klein. Jeder Proband wies ein anderes Nutzungsprofil auf.

Ungewohnte Nutzer bedienen wesentlich häufiger, der Faktor liegt ungefähr bei 1,5 über alle Funktionen hinweg. Besonders interessant ist, dass ungeübte Nutzer ein deutliches Explorationsverhalten aufweisen und Funktionen wie Bordbuch oder Uhrzeit anwählen, die dem Fahrer lediglich Versionszustände rückmelden, aber keine wirkliche Auswahl bieten. Auf derartige Eingaben verzichten geübte Fahrer.

Die Tasten des Infotainmentsystems sind während des Fahrbetriebs auch nach einer Gewöhnung an das System für einige Fahrer schwer erkennbar, daher wurde der Wunsch nach einer haptischen Codierung der Tasten geäußert.

4 Zusammenfassung und Ausblick

4.1 Ermittelte Aspekte des Bedien- und Fahrerverhaltens

Fahrtdauer: In über zwei Drittel der Fahrten ist der Fahrer der einzige Insasse im Fahrzeug, ebenfalls zwei Drittel der Fahrten weisen lediglich eine Dauer bis zu dreißig Minuten auf. Bezogen auf die im Fahrzeug verbrachte Zeit wird vor allem in der Stadt gefahren, gefolgt von Fahrten auf der Autobahn. Betrachtet man die gefahrenen Kilometer, überwiegen die Autobahnfahrten. Die vorliegende Stichprobe kann bezüglich ihres Fahrerverhaltens als typisch für Deutschland eingeordnet werden, wie der Vergleich mit der KONTIV-2002 Studie zeigt. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich aber in der Fahrintention. Die untersuchten Probanden weisen einen im Gegensatz zum Rest von Deutschland überhöhten Gebrauch des Fahrzeuges für Arbeitszwecke auf. Dies liegt wohl auch daran, dass ein Großteil der Probanden das Fahrzeug sowohl geschäftlich als auch privat nutzen konnte. Obwohl der Bereich um die 200 km/h von den Probanden als bevorzugte Geschwindigkeit angegeben wurde, wurde in diesem Geschwindigkeitsbereich relativ selten gefahren (Kapitel 2.3.2).

Übersicht über Bedienhäufigkeiten aller Funktionen: Die Ergebnisse zeigen, dass sekundäre und tertiäre Bedientätigkeiten zu annähernd gleichen Teilen in die Gesamtbedienung einfließen. Im Bereich der sekundären Fahrtätigkeit beansprucht das Setzen des Blinkers den größten Anteil, im tertiären Bereich das Infotainmentsystem. Eine Gesamtübersicht über sämtliche Funktionen des Fahrzeuginnenraums wurde erarbeitet, die gemittelten Bedienhäufigkeiten pro Funktion und den Anteil an der Gesamtbedienung wurden in Kapitel 3 dargestellt. Hieraus ergab sich, dass pro Minute durchschnittlich zwei Bedieninteraktionen stattfinden.

Anfangs- und Endbedienungen: Die ursprüngliche Annahme, dass es eine besondere Häufung der Bedienung zu Beginn der Fahrt gibt, konnte nicht bestätigt werden. Es zeigte sich, dass die Fahrer nach dem Einstieg in ihr Fahrzeug erst losfahren, und meist erst während der Fahrt Einstellungen vornehmen. Dieses Verhalten ist wohl zum einen durch die Vertrautheit der Probanden mit den Versuchsfahrzeugen bedingt, spiegelt aber die Realität wider. Zudem weisen Aussagen im Interview darauf hin, dass auch bei einem Neu- oder Mietfahrzeug erst nach dem Losfahren die Funktionen im Fahrzeug gesucht werden. Dies zeigt die Bedeutung einer intuitiven Bedienung, da auch ungeübte Nutzer meist nur wenig Zeit darauf verwenden, sich vor Fahrtbeginn mit dem Fahrzeug vertraut zu machen (Kapitel 3.1.3).

Bedienvorgänge bei hohen Geschwindigkeiten: Es zeigte sich, dass über alle Geschwindigkeitsbereiche und alle Straßenarten hinweg verschiedene Bedieninteraktionen durchgeführt werden. Zumeist werden in niedrigen Geschwindigkeitsbereichen oder auf der Autobahn zwischen 80 und 120 km/h Einstellungen vorgenommen. Vor der Fahrt bzw. im Stand kommt es selten zu Eingaben, da Zeitdruck meist eine Rolle spielt. Das Alter hatte keinen Einfluss auf die Bedienhäufigkeit im Bereich des Infotainments, ausgenommen die seltenere Nutzung der Lenkradbedienung bei den Probanden über 55 Jahre (Kapitel 3).

Infotainmentnutzung: Im Bereich des Infotainmentsystems werden vor allem Zieleingabe und Senderwechsel genutzt. Im Bereich der Senderwahl zeigt sich, dass sowohl die Einstellung über das MMI-Menü, als auch über das Multifunktionslenkrad und über die direkten Anwahltasten gebraucht wird. Meist wird vor allem im niedrigen Geschwindigkeitsbereich eine Einstellung über das MMI-Bedienteil genutzt. Die Verstärkung der Lautstärke ist, obwohl eine automatische Anpassung an die Geschwindigkeit in den Fahrzeugen gegeben war, eine der häufigsten Einzelbedienungen im Fahrzeug und erfolgt sowohl über den Regler im MMI-Bedienteil als auch über die Walze im Lenkrad. Bei

zunehmenden Geschwindigkeiten nimmt die Häufigkeit der Lenkradbedienung zu, vor allem bei der jüngeren Probandengruppe (Kapitel 3.2.2.3 und 3.3.3.3).

Mehrfachlokalisationen von Funktionen: Bezug nehmend auf eine der eingangs beschriebenen Fragen, scheinen die Fahrzeugführer durch die unterschiedliche Lokalisation derselben Einstellmöglichkeit nicht negativ beeinflusst. Je nach Situation wird zwischen den verschiedenen Positionen Gebrauch gemacht. Ein eindeutiger Trend ist hierbei nicht zu erkennen. Für weiterführende Untersuchungen wäre es interessant, den Einfluss von Bediengewohnheiten früherer Fahrzeuge auf die Nutzung der Einstellmöglichkeiten detailliert zu untersuchen. Die Antworten im Interview zeigten, dass Bedienmöglichkeiten, die nicht offensichtlich durch die Form des Bedienelementes erkennbar sind, meist nur durch Zufall entdeckt werden (Kapitel 3).

Doppelbelegung von Bedienelementen: Sowohl subjektive als auch objektive Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Doppelbelegung von Drehstellern oder Walzen von den Nutzern nur schwer erkannt wird. Die Drückfunktionen sind oftmals nicht bekannt. Sind darüber hinaus unterschiedliche Systemzustände über ein langes oder kurzes Drücken der Drehsteller zu erreichen, ist dies für den normalen Nutzer nicht durchsichtig. Eine Mehrfachbelegung von Schaltern, Tasten und Walzen muss daher negativ beurteilt werden, da diese für den Fahrer nicht erkennbar ist und er keine weiteren Funktionen der Bedienelemente erwartet (Kapitel 3).

Kenntnis des Funktionsumfangs: Die Antworten im Interview und im Fragebogen wie auch die anschließenden Fragen der Probanden zeigten deutlich, dass ein Großteil der Probanden nur einen kleinen Teil der Funktionalitäten, die im Fahrzeug vorhanden sind, kennt. Dies hat verschiedene Gründe. Nur ein Proband gab an, die Bedienungsanleitung gelesen zu haben. Die Fahrer lernen das System durch Versuch und Irrtum kennen- die Menütiefe, die der Fahrer exploriert, ist demnach abhängig von dem Bedarf des Fahrers. Nur wenige Fahrer versuchen, das ganze System kennen zu lernen. Haben Untermenüs ähnlich klingende Namen, steigt die Verwechslungshäufigkeit, die Nutzer empfinden bei der Eingabe eine gewisse Unsicherheit (Kapitel 3.1.1).

Nutzung ACC-System: Das Adaptive Cruise Control wird von den Nutzern ambivalent beurteilt. Ein solches System in Kombination mit einem Handschalter erscheint nicht sinnvoll, da hier die Funktionalität stark eingeschränkt ist. Durchschnittlich wird in dreißig Prozent der nutzbaren Zeit mit aktivem ACC gefahren, auf der Autobahn kann bei den erfahrenen Nutzern der Nutzungsanteil bis zu sechzig Prozent ansteigen. Die Funktionsweise des ACC war nur für einen kleinen Teil der Probanden durchsichtig, daher ist nur ein geringer Grad an Fehlerakzeptanz gegeben. Das System wurde wohl dosiert eingesetzt. Für die Fahrzeugführer ähnelt das Beschleunigungs- und Bremsverhalten dem eigenen Fahrstil zu wenig. Beim Beschleunigen fehlt der Spaßfaktor und das langsame Überholmanöver wird kritisiert. Der Bremsvorgang erfolgt zu abrupt, die Fahrweise wird als wenig vorausschauend bezeichnet. Vor allem die mögliche Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer durch einen inkonsequent erscheinenden Fahrstil erscheint negativ. Es zeigte sich ein Unterschied in der Bedienung zwischen ACC Experten und Novizen. Bei Akzeptanz des Systems und nach einer Eingewöhnungszeit, die anhand der vorliegenden Studie nicht näher spezifiziert werden kann, setzt ein anderer Fahrstil mit Nutzung des ACC-Systems ein. Die Probanden beginnen, sich an das System zu gewöhnen und mit den Grenzen zu spielen, beispielsweise durch Übertreten der Geschwindigkeit bei Überholvorgängen. Es zeigte sich eine deutliche Tendenz zu geringem Abstand zum Vordermann (Kapitel 3.2.1.3).

Individualität der Bediengewohnheiten: Eines der Hauptergebnisse der vorliegenden Studie ist der Nachweis einer hohen Intra- und Interindividualität der Bediengewohnheiten. Dies zeigen die hohen Standardabweichungen und die hohen, bereits normierten, Extremwerte, die das Verhalten eines Probanden innerhalb der Versuchswoche abbilden (3.3.3.3). Daher fällt die Ableitung eines allgemeinen Bedienmodells der Fahrzeugführer recht schwer. Es wurden verschiedene Aspekte wie Kilometerleistung, Fahrertyp,

technisches Interesse, Bedientyp und Alter untersucht. Es zeigen sich bezüglich der Gruppen unterschiedliche Tendenzen, dennoch konnten keinen klaren Abhängigkeiten extrahiert werden. Technisches Interesse oder die Einordnung bezüglich allgemeiner Nutzerfrequenz schlug sich nicht in den gemittelten Gruppenwerten nieder. Die Extremwerte sind nie nur einem Probanden zuzuordnen, sondern stets verschiedenen Fahrern. Dies weist darauf hin, dass es für jede Versuchsperson unterschiedliche Präferenzen der Bedienung gibt. Diese Präferenzen sind vor allem durch die Situation bedingt, beispielsweise die Anzahl der Reisen, die mit dem Fahrzeug unternommen werden, der Wohnort, die familiäre Situation und ähnliches.

Stellenwert der Erfahrung: Es zeigte sich durch die Vorversuche ein signifikanter Effekt der Erfahrung mit dem Fahrzeugtyp. Ungewohnte Fahrzeugführer weisen ein deutlich anders Nutzungsprofil auf. Die Unterschiede sowohl privater, beruflicher als auch situativer Natur der Probanden und die daraus resultierende Variabilität im Bereich der primären und tertiären Fahraufgabe machte die Identifikation eines Fahrermodells nicht möglich (Kapitel 3).

Fahrstil im Alltag: Ein probandenbezogener durchgängiger Fahrstil konnte nicht beobachtet werden. Es zeigte sich, dass sich die Fahrzeugführer bezüglich ihrer Fahrweise durchaus unterschieden, aber dass überwiegend die Verkehrssituation den allgemeinen Fahrstil beeinflusst. Dies spiegeln auch die Aussagen der Probanden wider. Einzig die erreichten Spitzen der Querbearbeitung konnten einen Hinweis auf eine sportliche Fahrweise geben. Da jedoch unterschiedliche Strecken gefahren wurden, konnte keine eindeutige Bewertung vorgenommen werden (2.3.3).

Einfluss von Langstreckenfahrten: Die Einteilung der Probanden nach gefahrenen Kilometer in der Versuchswoche zeigt auf, dass Vielfahrer eher mehr bedienen als Fahrer auf kurzen Strecken. Dieses Verhalten kann als erwartungsgemäß eingestuft werden, da auf längeren Fahrten zum einen eher Langeweile aufkommen kann wird, zum anderen weil auf längeren Strecken beispielsweise Navigationsinformationen eine größere Bedeutung erfahren.

4.2 Bewertung der Versuchs- und Auswertemethodik

4.2.1 Versuchsdesign

Insgesamt betrachtet bietet das konzipierte Versuchdesign einen guten Weg zur Analyse der Alltagsnutzung von Bedienelementen. Die Kombination von Versuchsfahrzeug, Interview und Fragebogen erwies sich als effizient und sinnvoll.

Die Versuchsfahrzeuge wirkten nach außen wie normale Serienfahrzeuge, so dass sich die Probanden nach einer kurzen Eingewöhnungszeit wie im eigenen Fahrzeug fühlten. Die Probanden empfanden sich durch den Versuchsaufbau nicht beobachtet, allein die Kamera im Audi A6 erinnerte einige Probanden an die Untersuchung. Die Versuchsdauer von einer Woche inklusive Wochenende erwies sich als ausreichende Versuchszeit zur Erhebung von Bedienhäufigkeiten, auch wenn anzunehmen ist, dass eine längere Versuchszeit durchaus sinnvoll wäre.

Das Interview nach der Versuchswoche erwies sich als wichtiger Baustein, um den Versuchszeitraum bewerten zu können und die Anforderungen und Bedarfe der Fahrer kennen zu lernen. Der Fragebogen erwies sich als sinnvoll, um allgemeine Fragen abzuklären oder Kritik zu äußern- dies fiel manchen Fahrern in einem anonymen Fragebogen leichter als im direkten Gespräch.

Wie der Vergleich der subjektiven Aussagen und der objektiven Versuchsdaten zeigt, ist eine Interpretation der Daten allein anhand der Bedienhäufigkeiten schwer möglich, da

Hintergrundwissen und Einstellungen der Fahrer nicht ersichtlich sind. Oftmals geben aber die Aussagen der Probanden in Interview und Fragebogen nur eine Tendenz bezüglich der Bedienhäufigkeit an, da viele Handlungen ohne bewusste Wahrnehmung oder Intention stattfinden. Viele Bedienungen ergeben sich aus der Situation, ohne dass der Fahrer davon ausdrücklich Kenntnis nimmt. Den Fahrzeugführern fällt es sehr schwer über ihre Handlungen während der Fahrt zu reflektieren.

Als Hilfestellung dient dazu die durch das Interview initiierte Erinnerung an die Versuchswoche, somit werden die abstrakten Fragen anhand verschiedener Fahrsituationen für den Befragten konkret fassbar.

Die Annahme, dass erfahrene Fahrzeugführer im Umgang mit einem gewohnten Fahrzeug das Wissen um die Interaktion nur schwer konkret beschreiben können, kann somit als zutreffend bezeichnet werden. Da Übungseffekte, aber kaum Alterseffekte nachgewiesen werden könnten, ist anzunehmend, dass es sich hierbei um eine Art Expertenwissen handeln könnte, auch wenn sicher nicht alle Kriterien für Expertenwissen gelten, beispielsweise werden keine acht Jahre notwendig sein, um im eigenen Fahrzeug als Experte der Bedienung gelten zu müssen. Eher scheinen die Begriffe Erfahrungswissen und Übungsgrad treffender zu sein als Expertise.

Die hier umgesetzte Variante des natural driving Ansatzes erwies sich als gute Methodik zur Erfassung der Alltagsnutzung von Bedienelementen des gesamten Fahrerarbeitsplatzes. Dennoch war der Durchführungs- und Auswerteaufwand im Gegensatz zu einer gebräuchlichen Usability Untersuchung sehr viel höher, da keine definierten unabhängigen Variablen vorhanden waren. Daher sollte der Einsatz einer solchen Studie gut überlegt sein.

4.2.2 Auswertungsvorgehen

Durch die entwickelte Auswertemethodik konnte die Varianz in Anzahl und Länge der Versuchsfahrten und der unterschiedlichen Bedienvariablen minimiert werden, ohne das individuelle Bedienverhalten in den Hintergrund zu drängen. Da das Ziel der vorliegenden Arbeit darin bestand, einen allgemeinen Überblick über die Bedienhäufigkeiten zu vermitteln, wurde auf eine Analyse der verschiedenen Einzelfälle, ausgenommen der Bereich Infotainment, verzichtet.

Betrachtet man die allgemeinen Bedienhäufigkeiten, so macht es keinen Unterschied, ob auf gefahrene Zeit oder gefahrene Kilometerleistung normiert wird. Will man jedoch die allgemeinen Häufigkeiten mit den Bedieninteraktionen in bestimmten Geschwindigkeitsbereichen oder Straßenarten vergleichen, so ist die gleiche Einheit notwendig. Daher ist Basis gefahrene Stunden am sinnvollsten.

Eine weitere Möglichkeit zur Ergänzung der ermittelten Resultate besteht in einer durchgängigen Videoaufnahme des Fahrzeuginnen- und außenraums. Hierbei ist allerdings die Akzeptanz bei den Probanden fraglich. Den Aussagen der Probanden nach zu urteilen wäre eine Teilnahme an Versuchen mit einer Aufnahme des Innenraums nur schwer vorstellbar. Der Auswerteaufwand wäre sehr viel höher. Es könnten aber detaillierte Informationen über den Fahrer und seine Handlungen während der Fahrt aufgezeigt werden, beispielsweise Essen, Trinken und Rauchen. Durch weitere Kameraperspektiven könnte eine bessere Analyse von Einzelfällen möglich werden. Der Aufwand, geeignete Einzelsituationen in einer derart umfassenden Datenmenge zu extrahieren und zu vergleichen, erscheint sehr groß. Daher ist bei einem solchen Vorgehen eine genaue Zielsetzung notwendig, beispielsweise Analyse aller Zieleingaben und deren Verkehrsbedingungen.

Bei einer längeren Versuchsdauer und einer größeren Stichprobenanzahl wäre eine Analyse verschiedener Situationen bezüglich Belastung und Beanspruchung eine lohnenswerte Ergänzung, vor allem bei Vorlage detaillierter Umfeldbedingungen. Als Anhaltspunkt für die Ermittlung sinnvoller Situationen sollten die Aussagen der Probanden zu Situationen, in

denen Einstellungen normalerweise vermieden werden, herangezogen werden. Diese Selbsteinschätzung der Probanden lässt erkennen, dass die meisten Fahrer ein Bewusstsein über die den Kritikalitätsgrad von Situationen über die Jahre der Fahrpraxis hinaus entwickelt haben. Dies zu untersuchen wäre sicher sehr interessant. Hierbei wären der Aspekt der Ermittlung kritischer Fahrsituationen und deren Auswirkungen von Interesse.

Weiterhin lohnenswert erscheint eine Analyse der Lernkurve im Alltag. In dieser Untersuchung war ein wichtiges Kriterium der Probandenauswahl die Übung mit dem Fahrzeug, es wurden nur Versuchspersonen zugelassen, die selbst das gleiche Fahrzeugmodell nutzen. Bei Probanden, die nicht an das Fahrzeug gewohnt waren, zeigte sich ein offensichtliches Explorationsverhalten. Bei einer Erhöhung der Versuchsdauer pro Proband auf ungefähr sechs Wochen könnte eine Lernkurve ermittelt werden und die ersten Interaktionen jedes Systems mit den späteren geübten verglichen werden. Wie jedoch schon die Schätzung der notwendigen Versuchszeit auf ungefähr sechs Wochen zeigt, ist bei einem solchen Versuchsdesign mit einer längeren Gesamtuntersuchungszeit zu rechnen.

4.2.3 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind wohl auf Deutschland oder gar auf Europa übertragbar, auf Länder mit einem anderen kulturellen Hintergrund wie beispielsweise Asien oder auf Länder mit einer anderen Topografie wie beispielsweise die Vereinigten Staaten wohl eher nicht. Daher wäre es sinnvoll, eine ähnliche wie hier beschriebene Studie in verschiedenen Ländern durchzuführen, um die Ergebnisse zu validieren und kulturelle Unterschiede sichtbar zu machen.

Der Aspekt der Abhängigkeit der Funktionsnutzung von der Funktionsumsetzung könnte durch ein Versuchsdesign vermieden werden, in welchem verschiedene Fahrzeuge verschiedener Hersteller miteinander verglichen würden. Hierbei wäre es zum einen interessant, nur jeweils geübte Fahrer für die verschiedenen Modelle als Probanden zuzulassen, zum anderen wäre es spannend, jedem Probanden jedes Fahrzeug für einen bestimmten Versuchszeitraum zur Verfügung zu stellen. Bei letzterem Design würde sich wiederum die Versuchsdauer erhöhen, um Gewöhnungseffekte ausschließen oder Lerneffekte untersuchen zu können. Als Versuchsfahrzeuge könnten auch verschiedene Fahrzeugklassen dienen.

4.3 Implikationen für Fahrzeugkonzepte

4.3.1 Anordnung und Kennzeichnung von Bedienelementen

- Häufigkeit der Funktionsnutzung: Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen keinen eindeutigen Schluss bezüglich der Notwendigkeit der verschiedenen Bedienelemente im Fahrzeug zu. Dennoch können die Bedienhäufigkeiten bei der Konzeption des Fahrzeuginnenraums einen wertvollen und wichtigen Beitrag liefern. Je häufiger eine Funktion genutzt wird, desto einfacher sollte der Fahrer auf die Funktion zugreifen können. Sicherheitsrelevante Funktionen, wie beispielsweise der Taster der Warnblinkanlage, müssen selbstverständlich immer einen prominenten Platz im Fahrzeug erhalten.
- Eindeutige Funktionsbezeichnung: Die Bedienung sollte darüber hinaus möglichst einfach, und die Funktionen klar und eindeutig gekennzeichnet sein. Werden Funktionen mit ähnlich klingenden Bezeichnungen versehen, erhöht sich die Verwechslungsgefahr. In den Versuchsfahrzeugen sind hierbei vor allem die Menüpunkte Setting und Setup zu nennen.

- Funktionsumfang- und -darstellung: Auch wenn die Fahrzeugführer nur einen geringen Teil der angebotenen Funktionen der Fahrzeuge nutzen, legen die Fahrzeugführer auf die einen großen Funktionsumfang Wert. Dennoch ist ihnen eine einfache Bedienung wichtiger. Daher ist eine Möglichkeit zu suchen, dem Fahrer Wahlmöglichkeiten zu bieten, ohne ihn zu überfordern. Angewandt auf das Audi MMI wäre eine Neugestaltung der Menüebenen sinnvoll. Wie die Nutzungsanalyse zeigte, sind auch in der heutigen Gestaltung die am häufigsten genutzten Funktionen in den Hauptmenüs untergebracht. Dennoch sind Menüpunkte wie Setup oder Route schwer verständlich. Eine Separierung von Novizen- und Expertenmenüebenen könnte den kognitiven Aufwand der Probanden minimieren. Darüber hinaus sollte, wenn einmal ein Navigationsziel eingegeben wurde, die Zielführung ohne weiteren Zwischenschritt der Bestätigung aktiviert werden. Bei aktiver Zielführung sollte die Kartendarstellung nach Eingaben in das Infotainment automatisch wieder aktiviert werden.
- Vermeidung von Doppelbelegung: Eine Doppel- und Dreifachbelegung der Tasten und Drehsteller wird von den meisten Fahrern nur durch Zufall erkannt. Im Besonderen Kombinationen von Drücken und Drehen von Walzen, wie beispielsweise die Möglichkeit, am Multifunktionslenkrad die Lautstärke der Navigationsansage zu verstellen, kennen die Fahrer nicht und nutzen diese Funktion daher nicht. Diese so genannten Shortcuts führen bei Wissen um die Funktion zu einer deutlich schnelleren Bedienung, sind jedoch nicht gekennzeichnet.
- Bedeutung des Ablenkungspotenzial: Die Bedienhäufigkeiten zeigen, dass bei hohen Geschwindigkeiten und in kritischen Situationen Bedienvorgänge im tertiären Bereich der Fahraufgabe vorgenommen werden. Die Auswertungen zeigen, dass zwar bevorzugt im Bereich der niedrigen Geschwindigkeit bedient wird, aber auch durchaus bei einer Fahrt über 200 km/h eine Änderung des Navigationsziels durchgeführt wird. Daher ist auf ein geringes Ablenkungspotenzial bei der Konzeption des Infotainmentsystems zu achten. Den meisten Fahrern ist durchaus bewusst, dass die Nutzung von Eingabeelementen in bestimmten Situationen unangepasst ist. Daher sollten die Systeme auch auf diesen Fall angepasst sein.

4.3.2 Umsetzung von Assistenzfunktionen

- Systemgrenzen: Es zeigte sich, dass ein Großteil der Fahrzeugführer, obwohl an das Fahrzeug gewöhnt, wenig Verständnis für die Systemgrenzen von Fahrerassistenzsystemen aufbringt, da der Fokus der Kunden nicht die technische Umsetzung, sondern das normale Fahrverhalten ist. Dies wird vor allem bei der Funktionsweise des Adaptive Cruise Control deutlich. Die Fahrzeugführer haben nur wenig Verständnis für die Systemgrenzen beispielsweise bei Kurvenfahrt und unter 30 km/h, daher erscheint das System vielen Fahrern undurchsichtig und beliebig. Vor allem eine vorausschauende Fahrweise wird vermisst. Der Unterschied zwischen manueller, herkömmlicher Fahrweise und einer Fahrt mit Fahrerassistenz sollte möglichst gering sein. Anzeigen über die Stati von Fahrerassistenzsystemen werden als Hilfestellung angenommen, Hinweise über Systemgrenzen jedoch kaum verstanden.
- Veränderung des Fahrverhaltens durch Fahrerassistenzsysteme: Fahrzeugführer, die das Adaptive Cruise Control positiv bewerten und häufig nutzen, passen ihre Fahrweise dem Assistenzsystem an, um die Potenziale des Systems ausschöpfen zu können. Diese Anpassung benötigt zum einen Zeit, zum anderen sollte dieser Aspekt genauer untersucht werden.
- Sitzeinstellassistenz: Die verschiedenen Möglichkeiten zur Sitzeinstellung, die zwar ergonomisch richtig am Sitz platziert sind, dadurch aber schwer sichtbar sind, führen zur Verwirrung. Hier könnte ein Sitzeinstellassistent helfen, die Unsicherheit bei dem Umgang mit den verschiedenen Möglichkeiten der Sitzeinstellung zu minimieren,

idealerweise kombiniert mit Lenkrad- und Innenspiegelverstellung, bezogen auf verschiedene Fahrer.s

- Automatismen: Eine subjektiv empfundene Bevormundung des Fahrers durch automatisch angepasste Systemeinstellungen sollte vermieden werden bzw. für den Fahrer unauffällig vorgenommen werden. Die meisten Probanden stehen diesem eher negativ gegenüber. Der Fahrer hat den Anspruch, den Zustand des Fahrzeuges genau zu kennen und bei Bedarf beeinflussen zu können. Da in den objektiven Daten keine signifikant häufigen Bedienkombinationen gefunden wurden, konnten keine zwingend notwendigen Potenziale für Automatismen extrahiert werden, auch wenn diese im Einzelfall sinnvoll sein können.

4.3.3 Der Fahrer

- Hoher Anteil an Kurzstrecken: Die Ergebnisse zeigen, dass die Fahrzeuge überwiegend auf Kurzstrecken bewegt werden.
- Hoher Anteil an Alleinfahrten: In über zwei Drittel der Fahrten ist der Fahrer alleiniger Insasse im Fahrzeug.
- Alterseffekte: Alterseffekte sind bei geübten Probanden weit seltener als zu Beginn der Untersuchung angenommen. Der Effekt der Übung scheint eine größere Rolle zu spielen. Sind Bedienelemente jedoch nicht altersgerecht ausgeführt, das heißt beispielsweise zu klein oder schwer ertastbar, werden sie von älteren Fahrern als nicht sinnvoll wahrgenommen und daher wenig genutzt.
- Bedeutung des Faktors Übung: Es wurde gezeigt, dass Übung einen wichtigen Einfluss auf die Qualität der Bedienvorgänge hat. Dies hebt die Bedeutung eines durchgängigen Bedienkonzeptes, idealerweise über verschiedene Baureihen und Fahrzeughersteller, hervor. Ein Bedienkonzept muss sowohl für geübte als auch für ungeübte Fahrer nutzbar sein.
- Den Fahrer gibt es nicht. Die hohe Intra- und Interindividualität der Fahrzeugführer, gepaart mit situativen Bedienbedarfen, zeigt, dass es den Fahrer und das Bedienverhalten nicht gibt. Die Fahrer unterscheiden sich bezüglich ihrer Bedienung vor allem im tertiären Bereich der Fahraufgabe sehr stark. Die Einteilung in Fahrergruppen nach bestimmten Kriterien zeigt, dass, auch wenn Gruppen möglich sind, dennoch die Individualität der Probanden der entscheidende Faktor ist.

5 Literaturverzeichnis

- Assmann, E.(1985). *Untersuchung über den Einfluss einer Bremsweganzeige auf das Fahrverhalten*. Technische Universität München: Dissertation
- Bandura, A. (1976). *Lernen am Modell*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bandura, A.& Walters, R.H. (1963). *Social Learning and personality developement*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bielaczek, C (1998). *Untersuchungen zur Auswirkung einer aktiven Fahrerbeeinflussung auf die Fahrsicherheit beim PKW-Fahren im realen Straßenverkehr*. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 357, Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bubb, H (1993). Systemergonomie. In H. Schmidtke (Hrsg.). *Ergonomie*, München: Hanser, 305-458
- Bubb, H., Marstaller, R. & Sträter, O. (2002). *Abschlussbericht S.A.N.T.O.S des Lehrstuhles für Ergonomie (Ife)*. Technische Universität München: Schlussbericht
- Bubb, H. (2003). Wie viele Probanden braucht man für allgemeine Erkenntnisse in Fahrversuchen? In K. Landau und H. Winner (Hrsg.). *Fahrversuche mit Probanden: Nutzwert und Risiko*. Fortschritts- Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 557, Düsseldorf: VDI- Verlag.
- Büdenbender, T., Winkler, R. (2006). *Systematische Entwicklung eines nutzergerechten ganzheitlichen Fahrerinformationssystems- Wie bedienfreundlich ist das System?* VDI-Berichte Nr. 1946, Düsseldorf: VDI-Verlag, 225-234
- Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A. (1980). *The Keystroke of User Performance Time with Interactive Systems*, Communication of the ACM, Vol 23, Nr. 7, 396-410
- Card, S., Moran, T. & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., G.T., Petersen, A. Lee, S.E., Sudweeks, J., Perez, M.A., Hankey, J., Ramsey, D., Gupta, S., Bucher, C., Doerzaph, Z.R., Jermeland, J., Knippling, R.R. (2006): *The 100 car naturalistic driving study. Phase II-Results of the 100 car field study, Report Nummer DOT HS 810 593*. Washington: NHTSA
- Dreyfus, H.L. & Dreyfus, S.E. (1987). *Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition*. Reinbeck: Rowohlt.
- Dreyfus, H.L. (1985). *Die Grenzen der künstlichen Intelligenz. Was Computer nicht können*. Königstein: Athenäum.
- Deml, B., Freyer, J. & Färber, B. (2007). Ein Beitrag zur Prädiktion des Fahrstils. In VDI (Hrsg.): *Der Fahrer im 21. Jahrhundert*, Düsseldorf: VDI-Verlag,

- Ebersbach, D. (2006). *Entwurfstechnische Grundlagen für ein Fahrerassistenzsystem zur Unterstützung des Fahrers bei der Wahl seiner Geschwindigkeit*. Technische Universität Dresden: Dissertation
- Ericsson, K.A. & Crutcher, R.J. (1990). The nature of exceptional performance. In P.B. Baltes, D.L. Featherman & R.M. Ferner (eds.). *Life-span development and behavior*. (Vol 10). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 187-217.
- Fastenmeier, W., Gstalter, H. (2003). Entwicklung und Anwendung einer neuen Methodik zur Fahreraufgabenanalyse. In VDI (Hrsg.): *Der Fahrer im 21. Jahrhundert*, Düsseldorf: VDI-Verlag, 197-213.
- Fecher, N. (2005). *Analyse des stationären Folgeverhaltens von Pkw-Fahrzeugführern unter Berücksichtigung von Nässe und einhergehender Sichtbehinderung*. Technische Universität Darmstadt: Dissertation
- Fischer, M. (1996). Überlegungen zu einem arbeitspädagogischen und –psychologischen Erfahrungsbegriff. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 92, 227-244.
- Fischer, M., Jungeblut, R. Römmermann, E.(1995). „Jede Maschine hat ihre eigenen Marotten!“ *Instandhaltungsarbeit in der rechnergestützten Produktion und Möglichkeiten technischer Unterstützung* (Schriftenreihe berufliche Bildung-Wandel von Arbeit und Technik). Bremen: Donat Verlag.
- Follmer, R., Engelhardt, K., Gilberg, R., Smid, M. (2003). Mobilität in Deutschland. Kontinuierliche Erhebung von Verkehrsverhalten. Endbericht. Projektnummer 70.0681/2001; http://daten.clearingstelle-verkehr.de/196/07/mid2002_projektbericht.pdf
- Frieling, E. & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie*, Verlag Hans Huber, Bern
- Frieling, E.; Hoyos, C. Graf (1978). *Fragebogen zur Arbeitsanalyse (FAA)*. Fragenheft. Bern: Huber
- Fuchs, J. (1993). *Beitrag vom Verhalten von Fahrer und Fahrzeug bei Kurvenfahrt*. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Fukuda, R. (2003). *Ergonomische Gestaltung der Webauftritte-Analyse des menschlichen Verhaltens bei der Webnutzung und darauf basierende nutzerspezifische Vorschläge*, Technischen Universität München: Dissertation
- Geiger, M. (2003). *Berührungslose Bedienung von Infotainment-Systemen im Fahrzeug*, Technischen Universität München: Dissertation
- Geiser, G. (1990). *Mensch-Maschine-Kommunikation*. München: Oldenbourg
- Geser, H. (1998). *Wissensstrukturen und Berufsstrukturen im gesellschaftlichen Wandel, Der funktional- morphologische Ansatz als neuer Zugang zur Soziologie der Arbeitswelt*. http://socio.ch/arbeit/t_hgeser3.htm.
- Gilbert, D.K., Rogers, W.A. (1996). Age-related differences in perceptual learning, *Human Factors*, 38 (3), 417-424
- Hacker, W. (1996). Diagnose von Expertenwissen: Von Abzapf- (Broaching-) zu Aufbau ((Re-) construction-) Konzepten, *Sitzungsberichte der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Philologisch-historische Klasse*, 134 (6). Berlin: Akademie Verlag.

- Hamberger, W (1999). *Verfahren zur Ermittlung und Anwendung von prädiktiven Streckendaten für Assistenzsysteme in der Fahrzeugführung*. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Hennecke, F., Müller, G., Werner, H., Möser, M., Winkelmann, M., Kleinschmidt, P. (1995). *Handbuch Ingenieurvermessung*. Band 7: Verkehrsbau-Straßenbau, Verlag Wichmann Herbert
- Huguenin, R.D. (1988). *Fahrerverhalten im Straßenverkehr*. Braunschweig: Rot-Gelb-Grün
- Hummel, S. (2008). *Akzeptanzentwicklung bei multimedialen Bedienelementen*, Technische Universität München: Dissertation
- ISO 9241-11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit
- Jürgensohn T. (1997). *Hybride Fahrermodelle*, Pro Universitate Verlag
- Kloas, J., Kunert, U. und Kuhfeld, H.. (1993). *Vergleichende Auswertungen von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982, 1989)*. Gutachten im Auftrage des Bundesministers für Verkehr. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
- Krajzewicz, D., Wagner, P. (2004). *Ansätze zur kognitiven Simulation eines Autofahrers*, MMI-Interaktiv, Nr. 7.
- Kunert, U., Kloas, J., Kuhfeld, H. (2004). *Mobilität in Deutschland*. Ergebnisbericht; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; www.kontiv2002.de
- Landau, H. & Weiße, J. (2002). *Abschlussbericht S.A.N.T.O.S des Instituts für Arbeitswissenschaft (IAD)*. Technische Universität Darmstadt: Schlussbericht
- Leitner, K., Volpert, W., Greiner, B., Weber, W.G. & Hennes, K. (unter Mitarbeit von Oesterreich, R., Resch, M.E. & Krogoll, T.). (1987). *Analyse psychischer Belastung in der Arbeit. Das RHIA-Verfahren*. Köln: Verlag TÜV-Rheinland.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1993). *Kontextualisierung von Expertise*. In H. Mandl, M. Dreher & H.-J. Konradt (Hrsg.). *Entwicklung und Denken im kulturellen Kontext*. Göttingen: Hogrefe, 207-227
- Marstaller, R., Mayser, C., Kohlhof, S., Bubb, H. (2002). *Akzeptanzuntersuchungen zu einer automatischen Längsregelung im Kfz*. In R. Marzi, V. Karavezyris, H.-H. Erbe & K.-P. Timpe (Hrsg.): *Bedienen und Verstehen*. Berlin: ZMMS Spektrum
- McCall, J.C., Achler, O., Trivedi, M.M., Haue, J.-B., Fastrez, P., Forster, D., Hollan, J.D., Boer, E. (2004). *A collaborative Approach for Human-Centered Driver Assistance Systems*. 7th IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems
- McCormick, E.J., Jeanneret, P.R., & Mecham, R.C. (1972). *A study of job characteristics and job dimensions as based on the Position Analysis Questionnaire (PAQ)*. *Journal of Applied Psychology Monograph*, 56, 347-368
- Meroth, A. & Tolg. B. (2007). *Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug*. Wiesbaden: Vieweg Verlag
- Müller, M. (2004). *Evaluationswerkzeuge für Bedienkonzepte von Fahrzeug-Cockpits*. Universität der Bundeswehr München: Dissertation

- Neale, V.L., Klauer, S.G., Knipling, R.R., Dingus, T.A., Holbrook, G.T., Petersen, A. (2002). *The 100 car naturalistic driving study. Phase I-experimental design*, Report Nummer DOT HS 809 536, Washington: NHTSA
- Neumerkel, D., Rammelt P., Reichardt, D., Stolzmann, W., Vogler A. (2002). „Fahrermodelle – Ein Schlüssel für unfallfreies Fahren?“ *Künstliche Intelligenz*, 3/02, 34 – 36
- Neuss, R. (2001). *Usability Engineering als Ansatz zum Multimodalen Mensch-Maschine-Dialog*. Technischen Universität München: Dissertation
- Nickel, M., Hugemann, W. (2003). *Längs- und Querbesehleunigungen im Alltagsverkehr*, Vortrag auf der 12. EVU-Jahrestagung, Zürich
- Niedermaier, F.B. (2003). *Entwicklung und Bewertung eines Rapid-Prototypen Ansatzes zur multimodalen Mensch-Maschine-Interaktion im Kraftfahrzeug*. Technischen Universität München: Dissertation
- Nirschl, G. (1990). *Verfahren zur integrierten Gestaltung und Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen im Kraftfahrzeug, basierend auf einem Entwicklermodell des Fahrerwissens*, Fortschrittsbericht VDI Reihe 10 Nr. 142, VDI-Verlag: Düsseldorf
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1997). *Die Organisation des Wissens- wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt: Campus-Verlag.
- Nothbaum, N. (1997). *Experten-Entscheidung unter Unsicherheit*. Kognitive Didaktik und situative Rahmung bei der Erhebung von Verteilungswissen. Frankfurt am Main: Lang.
- Piaget, J. (1973). *Einführung in die genetische Erkenntnistheorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Plaum, E. (1992). *Psychologische Einzelfallarbeit. Einführendes Lehrbuch zu den Voraussetzungen einer problemorientierten Praxistätigkeit*. Stuttgart: Enke
- Pleskina, S. (2002). *Explikation von Wissen - Mehrung von Erfahrungswissen im Unternehmen*. Dissertation, München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre
- Polanyi, M.(1967). *The tacit dimension*. Garden City, New York: Doubleday,
- Rassl, R. (2004). *Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im PkW - Systemergonomische Analyse und Prognose*. Technischen Universität München: Dissertation
- Rohmert, W. (1972). Psychische Beanspruchung. In: H. Schmidtke (Hrsg.). *Ergonomie I*. München, 225-255
- Rosenstiel, L.v. (2000). *Grundlagen der Organisationspsychologie*. Stuttgart: Schäffer-Pöschel Verlag
- Rothe, H.J. & Schindler, M. (1996). Expertise und Wissen. In H. Gruber & G. Ziegler (Hrsg.). *Expertiseforschung, theoretische und methodische Grundlagen*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 35-57.

- Rothe, H.J. (1994). Erfassung und Modellierung von Fachwissen als Grundlage für den Aufbau von Expertensystemen: Teil I: Ausgangsbedingungen und Konzeption. *Zeitschrift für Psychologie*, 202, 201-215.
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. London: Academic press.
- Sacher, H. (2005): *Fahrerassistenzsysteme- Komfort oder Sicherheit? Eine Beurteilung aus Fahrersicht*. Vortrag, Artikel in Tagungsband; risk.tech; Prag
- Sacher, H. (2006). *Nutzungshäufigkeiten von Funktionen in High-End Fahrzeugen*; Vortrag; 52. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften;
- Sacher, H., Bubb, H. (2006). *Was bedient der Fahrer? Feldversuche zur Erfassung der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion*. MMI Interaktiv, Nr. 11
- Sacher, H., Hummel, S.; Bubb, H. (2007). *Skalenkonstruktion zur Ermittlung der Technikaffinität für die Automobilentwicklung*. Tagungsband des 53. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
- Sacher, H., Bubb, H. (2008). *Fahrzeugbedienung im Alltag – eine gesamtheitliche Betrachtung*. Tagungsband des 54. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
- Schafer, A. (2000). Regularities in Travel Demand: An International Perspective. *Journal of Transportation and Statistics* 3, 1-31.
- Schattenberg, K. (2002): *Untersuchungen zur sicherheitsoptimierten Gestaltung und Positionierung von Anzeige- und Bedienkomponenten im Kraftfahrzeug*. RWTH Aachen: issertation;
- Schneid M., Hummel, S., Sacher, H., Bubb, H. (2006). Ergonomischer Prozess bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fahrzeug. In VDI (Hrsg.): *Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme*, Düsseldorf: VDI-Bericht
- Schweigert, M. (2003). *Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben*. Technischen Universität München: Dissertation
- Steinbrecher, J. (1997): *Fahrverhalten im Übergangsbereich von der freien Strecke zur geschlossenen Ortschaft*. Universität Wuppertal: Dissertation
- Theofanou, D. (2002): *Maße zur Erfassung von visueller Ablenkung bei verschiedenen komplexen Straßenabschnitten*. Universität Regensburg: Dissertation
- Ulich, E. (2005). *Arbeitspsychologie*. München: Schäffer-Pöschel
- v. Garrel, U. (2003). *Adaptive Modellierung des fertigkeitsbasierten Fahrerverhaltens durch konstruktives und evaluierendes Lernen*. Universität der Bundeswehr München: Dissertation
- Volpert, W.; Oesterreich, R.; Gablenz-Kolakovic, S. (1983). *Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA)*. Köln: Verlag TÜV Rheinland
- Weinberger, M. (2001). *Einfluss von ACC-Systemen auf das Fahrverhalten*. Technische Universität München: Dissertation

- Wenninger, G. (Red.) (2000). *Lexikon der Psychologie in fünf Bänden* (Band I). Heidelberg: Spektrum, Akademischer Verlag.
- Wenninger, G. (Red.) (2001). *Lexikon der Psychologie in fünf Bänden* (Band III). Heidelberg: Spektrum, Akademischer Verlag
- Willis, S.L. (1995). Everyday problem solving. In: Birren, J.E., Schale, K.W. (Hrsg.): *Handbook of the psychology of ageing*, Academic press, San Diego (CA), 287-307
- Winner, H. & Fecher, N. (2002). *Abschlussbericht S.A.N.T.O.S des Instituts für Kraftfahrzeugtechnik (fzd)*, Schlussbericht, Technische Universität Darmstadt, 2002
- Wolf, H., Zoellner, R., Bubb, H. (2006). *Ergonomischer Lösungsansatz für die gleichzeitige Rückmeldung von Fahrerassistenzsystemen*. Tagung "Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz"

Anhang A: Fragebogen



PROJEKT ANALYSE VON FAHRER-FAHRZEUG-INTERAKTIONEN



Versuchspersonennummer: _____

Fragebogen Studie Analyse von Fahrer-Fahrzeug- Interaktionen



Im Folgenden werden Ihnen einige Fragen zu Ihrer persönlichen Fahrzeugnutzung gestellt. Bitte beantworten Sie alle Fragen. Falls Ihnen Fragestellungen unklar sind, wenden Sie sich bitte an den Versuchsleiter.

**Selbstverständlich werden all Ihre Angaben
streng vertraulich behandelt!!**

1

Dipl.-Psych. M. Sc. Heike Sacher



I. Fragen zur Fahrzeugnutzung

1. **Bitte geben Sie an, wie sich Ihre Fahrten in etwa auf die folgenden Straßenarten aufteilen.** Die Angaben sollten insgesamt 100% ergeben.

- Autobahn: _____ %
- Landstraße: _____ %
- Stadtverkehr: _____ %

2. **Bitte geben Sie an, wie sich ihre Fahrten in Bezug auf Alleinfahrt bzw. Fahrt mit weiteren Personen aufteilen..**

- Fahrt als Einzelperson: _____ %
- Fahrt mit Beifahrer: _____ %
- Fahrt mit Kind/ Kindern: _____ %
- Fahrt mit mehr als einer erwachsenen Person: _____ %

3. **Welche Geschwindigkeit bevorzugen Sie auf folgenden Straßen?**

- Autobahn: _____ km/h
- Landstraße: _____ km/h

4. **Zu welchem Zweck nutzen Sie Ihr Fahrzeug?**

Bitte vergeben Sie an die folgenden aufgeführten Nutzungszwecke Ränge (1=hufigster Fahrtzweck, 2= zweithäufigster Fahrtzweck usw.). Wenn Sie Ihr Fahrzeug zu bestimmten Zwecken gar nicht oder nur sehr selten nutzen, vergeben Sie bitte keinen Rang.

- Fahrt zur Arbeit Rang: _____
- Fahrt zum Einkaufen Rang: _____
- Urlaubsfahrt Rang: _____
- Ausflugsfahrt Rang: _____
- Beförderung anderer Personen Rang: _____
- Beförderung von Objekten Rang: _____
- Sonstige Rang: _____

5. **Bitte kreuzen Sie die Antwortmöglichkeit an, die für Sie am ehesten zutrifft.**

- Ich bin ein sehr sportlicher Fahrer _____
- Ich bin ein eher sportlicher Fahrer _____
- Ich bin ein eher komfortorientierter Fahrer _____
- Ich bin ein sehr komfortorientierter Fahrer _____



II. Fragen zur Nutzung bestimmter Systeme im Fahrzeug

II.a ACC-System

6. **Wie oft haben Sie das ACC schon benutzt?**

Sehr oft	Oft	Mal ausprobiert	Noch nie
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. **Wo nutzen Sie das ACC und wie oft (Mehrfachnennung möglich)?**

	Nutzung	Häufigkeit in %
Autobahn	<input type="radio"/>	
Landstraße	<input type="radio"/>	
Stadtverkehr	<input type="radio"/>	

8. **Wie hoch schätzen Sie Ihre Fehlbedienungen bei der ACC Bedienung ein und was sind die häufigsten Auswirkungen?**

Anzahl Fehlfunktionen	%
Blinkerbetätigung	<input type="radio"/>
Lichthupenbetätigung	<input type="radio"/>
Aktivierungsversuch außerhalb der Verfügbarkeit	<input type="radio"/>
Sonstiges	
Sonstiges	



9. **Welche Distanzeinstellung verwenden Sie am häufigsten und in welchen Situationen/ auf welchen Straßen?** 1=häufigster Nutzung, 2= zweithäufigster Nutzung usw.). Wenn Sie manche Distanzeinstellungen nicht nutzen, vergeben Sie bitte keinen Rang.

	Rang	Situation
Distanz 1		
Distanz 2		
Distanz 3		
Distanz 4		

10. **Haben Sie weitere Wünsche oder Anregungen bezüglich der ACC-Anzeigen- und Bedienungen? Was stört Sie oder welche Funktionen sollten noch geboten sein?**



II.b MMI

11. **Wie oft haben Sie das MMI schon benutzt?**

Sehr oft	Oft	Mal ausprobiert	Noch nie
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. **Bitte geben Sie Ihren derzeitigen Eindruck vom MMI bezüglich der folgenden Punkte an.**

	sehr	etwas	Eher nicht	Überhaupt nicht
Intuitiv verständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logisch aufgebaut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verleitet zu Fehlbedienungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ist zu kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ist zu komplex	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hat zu viele Funktionen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sieht gut aus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wirkt edel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. **Zu wie viel Prozent bedienen Sie MMI-Funktionen, die auch über das Lenkrad bedienbar sind (z.B. Auswahl Radiosender) über das Lenkrad bzw. MMI?**

Lenkrad	MMI
%	%

14. **Zu wie viel Prozent benutzen Sie die Lautstärkeregelung am Lenkrad im Gegensatz zum Lautstärkeknopf in der Mittelkonsole?**

Lenkrad	Mittelkonsole
%	%



15. **Was stört Sie an der derzeitigen MMI-Bedienung und was müsste Ihrer Meinung nach noch vorhanden sein?**

III. Fragen zur Fahrzeugbedienung

16. **Welche Erfahrung haben Sie mit folgenden Systemen? (gleichgültig ob in Ihrem eigenen oder anderen Fahrzeug)**

		keine Erfahrung	schon ausprobiert	nutze ich hin und wieder	nutze ich regelmäßig	kenne ich nicht
a.	Tempomat (GRA)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
b.	Tempomat mit Abstandsregelung (ACC)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
c.	Infotainment mit zentralen Bedienelementen (MMI)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
d.	Einparkhilfe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
e.	Navigationssystem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
f.	Automatikgetriebe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

17. **In welchen Situationen vermeiden Sie Einstellungen an Entertainment, Navigation und Kommunikation während der Fahrt?**



18. **Unter welchen Umständen nehmen Sie dann während der Fahrt doch Einstellungen an Entertainment, Navigation und Kommunikation vor?**

19. **Welche der folgenden Funktionen sind in Ihrem Fahrzeug bereits vorhanden bzw. von Ihnen gewünscht?**

Funktion	gewünscht	nicht gewünscht	schon vorhanden
CD-Wechsler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TV	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
festeingebautes Telefon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navigationssystem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bordcomputer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zum Empfang von SMS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zum Schreiben von SMS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zum Empfang von E-Mails	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zum Schreiben von E-Mails	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internetzugang	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Fahrwerkseinstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges			



IV. Weiterführende Fragen

20. **Nutzen Sie die folgenden technischen Geräte oder Anwendungen?
Wenn ja, wie häufig nutzen Sie sie im Allgemeinen?**

		nutze ich			sehr selten	selten	teils teils	oft	sehr oft
a.	Computer	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b.	Internet	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c.	Handy	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d.	SMS	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e.	MP3-Player	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f.	PDA, Organizer (z.B. Palmpilot)	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g.	Stereoanlage	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h.	DVD-Rekorder	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
i.	Videorekorder	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein	falls ja, wie häufig:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



21. Wie wichtig sind Ihnen persönlich folgende Merkmale beim Autokauf?

Bitte vergeben Sie für jedes Merkmal einen Punktwert zwischen 0 und 10!
 0 = „überhaupt nicht wichtig“ bis 10 „überaus wichtig“

	Merkmal	Wert 0 bis 10
a	Motor	
b	Karosserie	
c	Farbe	
d	Fahrwerk	
e	Sitze	
f	Fahrerassistenzsysteme	
g	Navigationssystem	
H	Radio	
I	Wechselmedien (CD, Kasette)	
J	TV	
K	Displays	
L	Automarke	
M	Schiebedach	
N	Telefon	
O	Sprachbedienung	
P	Anschlussmöglichkeit externer Geräte (z.B. PDA)	



22. **Im Folgenden sind in der linken Spalte bestimmte Aussagen zu Auto und Technik im Allgemeinen angetragen. Bitte geben Sie an, inwiefern sie mit den Aussagen übereinstimmen.**

	Stimme voll und ganz zu	Stimme zu	Stimme überwiegend zu	Sehe ich neutral	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Ich bin ein technisch sehr interessierter Mensch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin bereit, für die Lösung eines technischen Problems mehrere Stunden zu investieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In meinem Bekanntenkreis rede ich oft über technische Dinge.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oft habe ich Ideen, wie man technische Produkte verbessern könnte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich baue gerne alles auseinander, was ich in den Händen halte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich will immer wissen, wie etwas funktioniert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich lese sehr gerne Autozeitschriften.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mir bei kleinen Pannen mit meinem Fahrzeug gut selbst helfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich liebe es, die Kraft des Motors zu spüren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Von meinem Fahrzeug verlange ich, dass es meine sportliche Fahrweise ideal unterstützt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oft wünschte ich mir, ich hätte ein paar PS mehr.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motorleistung ist für mich wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich muss oft wegen anderen Fahrzeugen stark bremsen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuche stets, möglichst Kraftstoff sparend zu fahren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich beschleunige mein Auto sehr stark.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich denke, dass ich im Vergleich zu den anderen Autofahrern mein Fahrzeug sehr gut beherrsche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fahre in der Regel sehr gern schnell und sportlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich reagiere schneller als der Durchschnitt der Autofahrer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



	Stimme voll und ganz zu	Stimme zu	Stimme überwiegend zu	Sehe ich neutral	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Geschwindigkeitsbeschränkungen halte ich stets ein .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autofahren betrachte ich als notwendiges Übel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Auto ist ein reiner Gebrauchsgegenstand.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn es auf den Straßen sehr hektisch zugeht und das Verkehrsaufkommen sehr groß ist, fühle ich mich im Auto eigentlich nicht sehr wohl.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autofahren ist für mich der reine Stress.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technische Geräte verunsichern mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oft habe ich weder Zeit, noch Lust mich mit technischen Problemen auseinander zu setzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

V. Fragen zu Ihrer Person

23. **In welchem Jahr sind Sie geboren?** 19____

24. **Sind Sie?**

weiblich männlich

25. **Was ist Ihr Familienstand?**

ledig verheiratet geschieden verwitwet

26. **Wieviele Personen leben in Ihrem Haushalt?**

Erwachsene: _____

Kinder: _____

27. **Sind Sie ...?**

Linkshänder Rechtshänder beides

28. **Wie groß sind Sie?** _____ cm



29. **Benutzen Sie eine Sehhilfe?**

- nein
- ja

6.a. **Falls ja, tragen Sie überwiegend eine ...?**

- Brille
- Kontaktlinsen
- Brille und Kontaktlinsen zu gleichen Teilen

6.b. **Falls ja, zu welchen Gelegenheiten nutzen Sie Ihre Sehhilfe?**

- Autofahren
- Lesen
- immer

30. **Was ist Ihr höchster Ausbildungsabschluss?**

- Hauptschulabschluss
- Fachhochschulabschluss
- Hochschulabschluss
- Mittlere Reife
- Abitur
- Promotion

31. **Welche Art von Berufsausbildung/Studium haben Sie abgeschlossen?**

32. **Welche Tätigkeit üben Sie derzeit aus?**

VI. Fragen zur Fahrzeugnutzung allgemein

33. **Welches Auto fahren Sie zurzeit?**

Bei mehreren Fahrzeugen bitte das am häufigsten genutzte angeben.

Marke: _____ Modell: _____
Baujahr: _____ im Besitz seit: _____

34. **Ist Ihr Fahrzeug ein ...?**

- Neuwagen/Vorfürswagen
- Jahreswagen
- Gebrauchtwagen



35. Ist Ihr Fahrzeug ein ...?

- Privatfahrzeug
- reiner Dienstwagen
- Dienstwagen, der auch privat genutzt wird

36. Welche der folgenden Ausstattungen haben Sie in Ihrem Fahrzeug?

	Serien- ausstattung	Ausstattungs- paket	Sonder- ausstattung
Klimaanlage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ACC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MMI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatikgetriebe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempomat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. Zu welchen Anteilen wird das oben angegebene Fahrzeug von Ihnen und anderen Personen genutzt?

ich selbst: _____ % andere Personen: _____ %

38. An wie vielen Tagen pro Woche nutzen Sie ihr Fahrzeug?

- 5-7 Tage pro Woche
- 3-4 Tage pro Woche
- 1-2 Tage pro Woche
- weniger als 1 Tag pro Woche

39. Wie viele km fahren Sie durchschnittlich pro Jahr?

- bis 5.000 km
- 5.001 – 10.000 km
- 10.001 – 20.000 km
- 20.001 – 30.000 km
- 30.001 – 40.000 km
- mehr als 40.000 km

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens!

Hier noch Gelegenheit für Bemerkungen und Kritik!

Anhang B: Interview



PROJEKT ANALYSE VON FAHRER-FAHRZEUG-INTERAKTIONEN



Versuchspersonennummer _____

Interview:

Datum _____ Uhrzeit: von _____ bis _____

Versuchswoche:

von Datum: _____ Wochentag _____ Uhrzeit _____

Bis Datum: _____ Wochentag _____ Uhrzeit _____

Strukturiertes Interview zur Nachbefragung nach Versuchswoche



**Selbstverständlich werden all Ihre Angaben
streng vertraulich behandelt!!**

Dipl.-Psych. M. Sc. Heike Sacher

1



I. Fragen zur Versuchswoche

1. **Wie war denn Ihre Versuchswoche? Gab es Besonderheiten?**
(z.B. Mitfahrer, die am Cockpit gespielt haben, Unfall, Reh auf der Straße, plötzlicher Schneefall, Ausfall ACC wegen Regen, etc. ...)
2. **Gibt es Beschwerden über das Fahrzeug?**
3. **Hatten Sie das Gefühl, in einem Versuchsfahrzeug zu fahren?**
(„kamen Sie sich beobachtet vor?“)
4. **Gab es Systeme, die Sie davor nicht gekannt haben?**
5. **Gab es Systeme, die Ihr Fahrzeug bietet und das Versuchsfahrzeug nicht hat?**
6. **Gibt es eine Hausstrecke, die Sie während dieser Woche öfter gefahren sind? Wenn ja, wo ist Start- und Endpunkt? (meist Wohnung -Arbeit)**
7. **Wie war denn die Wetterlage in Ihrer Versuchswoche?**
8. **Haben Sie Ausflüge/ besondere Fahrten/ Dienstreisen gemacht? Wenn ja, wohin und wann (Wochenende vs. Unter der Woche)?**
9. **Welche Straßenart sind Sie vor allem während der Versuchswoche gefahren? (Prozente bezogen auf zeitliche Einteilung, wenn VP das nicht können, bitte Rangangabe).**
10. **War diese Versuchswoche für Sie eine „typische“ Fahrwoche? Wenn nicht, warum? Was ist sonst anders?**
11. **Wer war hauptsächlich Fahrer? Wenn nicht Sie gefahren sind, wer dann und warum?**
12. **Sind Sie während dieser Woche vor allem alleine, zu zweit oder mit mehreren Personen gefahren? Haben Sie bestimmte Dinge transportiert während dieser Woche?**



II. Fahrzeugeinstellungen

13. **Welche Einstellungen nehmen Sie normalerweise vor, wenn Sie in Ihr Fahrzeug steigen (was sind die ersten Bedienungen, und wie nehmen Sie diese vor?)**
14. **Bedienen Sie manche Sachen nur im Stand?**
15. **Welche Einstellungen nehmen Sie normalerweise vor, wenn Sie das Fahrzeug verlassen**
16. **Welche Funktionen bedienen Sie am häufigsten? (Ausgenommen fahrrelevante Funktionen), wenn es mehrere Bedienmöglichkeiten gibt, wo ist die häufigste Bedienung? Bitte recht genau aufschreiben!**
17. **Nutzen Sie bestimmte Funktionen nur auf bestimmten Straßenarten?**
18. **Gibt es bestimmte Bedienkombinationen, die Sie oft oder gerne hintereinander ausführen? (z.B. Senderwahl und Lautstärke)**
19. **Gibt es Funktionen, die Sie kennen, aber nicht nutzen? Warum?**
20. **Welche Darstellung wählen Sie normalerweise auf Ihrem Kombidisplay(zwischen Tacho und Drehzahlmesser)? Hängt das von bestimmten Bedingungen ab?**

III. Fahrverhalten

21. **Welche Faktoren führen bei Ihnen zu einer Veränderung des Fahrverhaltens (im gleichen Fahrzeug)? In welche Richtung und warum?**

IV. MMI-Bedienung

22. **Was sind die ersten Bedienungen während einer Fahrt, die Sie am MMI einstellen? (Bitte alle Möglichkeiten aufschreiben und genau beschreiben. Bei Bedarf Rangliste angeben)**
23. **Ist Ihnen die Funktionsweise und der Aufbau des MMI immer klar?**
24. **Wissen Sie immer, wo Sie bestimmte Einstellmöglichkeiten im MMI vornehmen können?**
25. **Finden Sie, dass das MMI zu viele Funktionen bietet?**
26. **Wie finden Sie die Bedienung des MMI? Was könnte man daran noch verbessern?**



V. ACC-Bedienung

27. ***Wann und wie nutzen Sie das ACC? Ist das von der Straßenart abhängig?***
28. ***Was fehlt Ihnen am ACC? Welche Funktionen sollte es noch bieten?***
29. ***Bis zu welchem Grad könnten Sie sich vorstellen, dem Fahrzeug das Fahren zu überlassen?***
30. ***Wie würde sich Ihrer Meinung nach die Aufgabe als Fahrzeugführer verändern?***

VII. Allgemeines

31. ***Welche Bedienelemente würden Sie verändern und warum (z.B. Logik, Größe, etc.)***
32. ***Welche Anzeigen im Fahrzeug finden Sie nicht so gut und was würden Sie daran verändern wollen?***
33. ***Welche Funktionen und Möglichkeiten sollte Ihr Fahrzeug Ihrer Meinung nach noch bieten?***

Anhang C: Fragebogen zum Fahrerverhalten und zur Einstellung zum Fahrzeug

Tabelle A1: Itemstatistik – Skala Technikinteresse

Itemkorrelationsmatrix Technikinteresse		Itemnummer									
Crombachs Alpha: 0,91		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Oft habe ich Ideen, wie man technische Produkte verbessern könnte (4)	1	0,66	0,71	0,53	0,53	0,59	0,43	0,59	0,72	0,56
2	Ich bin bereit, für die Lösung eines technischen Problems mehrere Stunden zu investieren (2)		1	0,66	0,45	0,63	0,63	0,46	0,67	0,71	0,51
3	In meinem Bekanntenkreis rede ich oft über technische Dinge (3)			1	0,48	0,58	0,56	0,48	0,70	0,75	0,58
4	Technische Geräte verunsichern mich (25)				1	0,36	0,32	0,30	0,42	0,58	0,39
5	Oft habe ich weder Zeit, noch Lust mich mit technischen Problemen auseinander zu setzen (26)					1	0,53	0,44	0,53	0,72	0,40
6	Ich baue gerne alles auseinander, was ich in den Händen halte (5)						1	0,43	0,57	0,62	0,38
7	Ich kann mir bei kleinen Pannen mit meinem Fahrzeug gut selbst helfen (8)							1	0,36	0,53	0,45
8	Ich will immer wissen, wie etwas funktioniert (6)								1	0,71	0,42
9	Ich bin ein technisch sehr interessierter Mensch (1)									1	0,60
10	Ich lese sehr gerne Autozeitschriften (7)										1
Veränderung von Crombach's Alpha ohne dieses Item		0,90	0,90	0,90	0,92	0,91	0,91	0,92	0,91	0,90	0,92

Tabelle A2: Itemstatistik – Skala Fahrertyp

Itemkorrelationsmatrix Sportlichkeit		Itemnummer									
Crombachs Alpha: 0,92		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ich muss oft wegen anderen Fahrzeugen stark bremsen (13)	1	0,53	0,45	0,48	0,59	0,54	0,43	0,51	0,31	0,30
2	Von meinem Fahrzeug verlange ich, dass es meine sportliche Fahrweise ideal unterstützt (10)		1	0,53	0,65	0,69	0,66	0,52	0,58	0,54	0,67
3	Ich denke, dass ich im Vergleich zu den anderen Autofahrern mein Fahrzeug sehr gut beherrsche (16)			1	0,57	0,55	0,46	0,78	0,42	0,48	0,57
4	Ich liebe es, die Kraft des Motors zu spüren (9)				1	0,57	0,60	0,42	0,61	0,42	0,61
5	Ich fahre in der Regel sehr gern schnell und sportlich (17)					1	0,79	0,52	0,52	0,40	0,52
6	Ich beschleunige mein Auto sehr stark (15)						1	0,39	0,54	0,42	0,60
7	Ich reagiere schneller als der Durchschnitt der Autofahrer (18)							1	0,31	0,30	0,37
8	Oft wünschte ich mir, ich hätte ein paar PS mehr (11)								1	0,33	0,62
9	Ein Auto ist ein reiner Gebrauchsgegenstand (22)									1	0,59
10	Motorleistung ist für mich wichtig (12)										1
Veränderung von Crombach's Alpha ohne dieses Item		0,91	0,89	0,91	0,90	0,90	0,90	0,91	0,90	0,91	0,90

ANHANG C: FRAGEBOGEN ZUM FAHRERVERHALTEN UND ZUR EINSTELLUNG ZUM FAHRZEUG

Tabelle A3: Itemstatistik – Skala Ängstlichkeit

Itemkorrelationsmatrix Ängstlichkeit		Itemnummer									
Crombachs Alpha: 0,71		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Autofahren ist für mich der reine Stress (24)	1	0,48	0,58	0,47	0,12	0,03	0,13	0,29	0,33	0,37
2	Wenn es auf den Straßen sehr hektisch zugeht und das Verkehrsaufkommen sehr groß ist, fühle ich mich im Auto eigentlich nicht sehr wohl (23)		1	0,26	0,46	0,15	0,10	0,17	0,27	0,26	0,28
3	Autofahren betrachte ich als notwendiges Übel (21)			1	0,25	-0,01	0,01	0,12	0,35	0,20	0,25
4	Technische Geräte verunsichern mich (25)				1	0,12	0,04	0,17	0,17	0,33	0,51
5	Ich vermeide prinzipiell jedes Risiko im Straßenverkehr (19)					1	0,53	0,33	0,02	-0,04	0,07
6	Geschwindigkeitsbeschränkungen halte ich stets ein (20)						1	0,39	0,03	0,03	0,05
7	Ich versuche stets, möglichst Kraftstoff sparend zu fahren (14)							1	0,01	-0,07	0,06
8	Ich denke, dass ich im Vergleich zu den anderen Autofahrern mein Fahrzeug sehr gut beherrsche (16)								1	0,17	0,17
9	Ich kann mir bei kleinen Pannen mit meinem Fahrzeug gut selbst helfen (8)									1	0,48
10	Ich bin ein technisch sehr interessierter Mensch (1)										1
Veränderung von Crombach's Alpha ohne dieses Item		0,66	0,67	0,69	0,67	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,67

T = Technikaffinität

S = Sportlichkeit

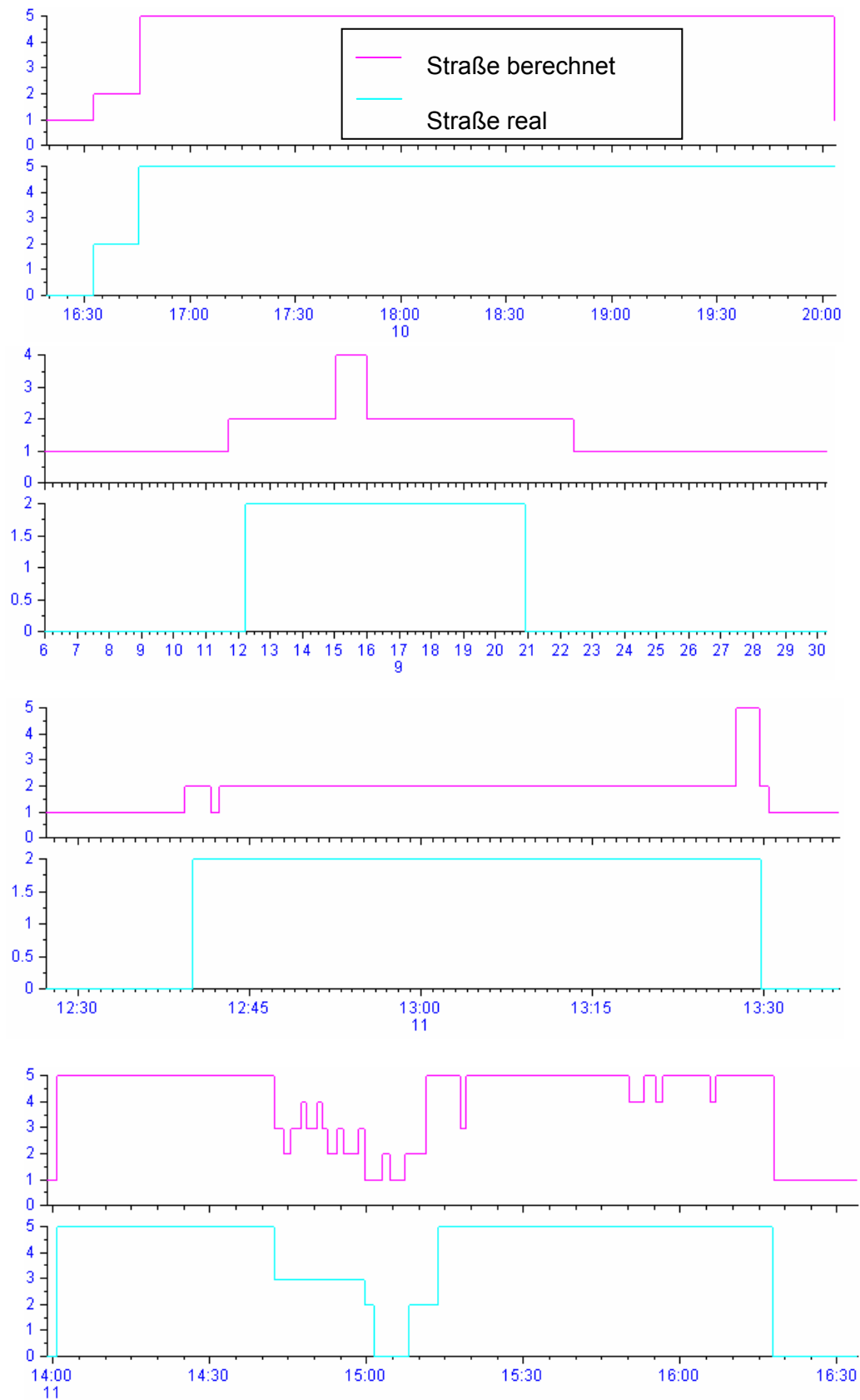
A = Ängstlichkeit

ANHANG C: FRAGEBOGEN ZUM FAHRERVERHALTEN UND ZUR EINSTELLUNG ZUM FAHRZEUG

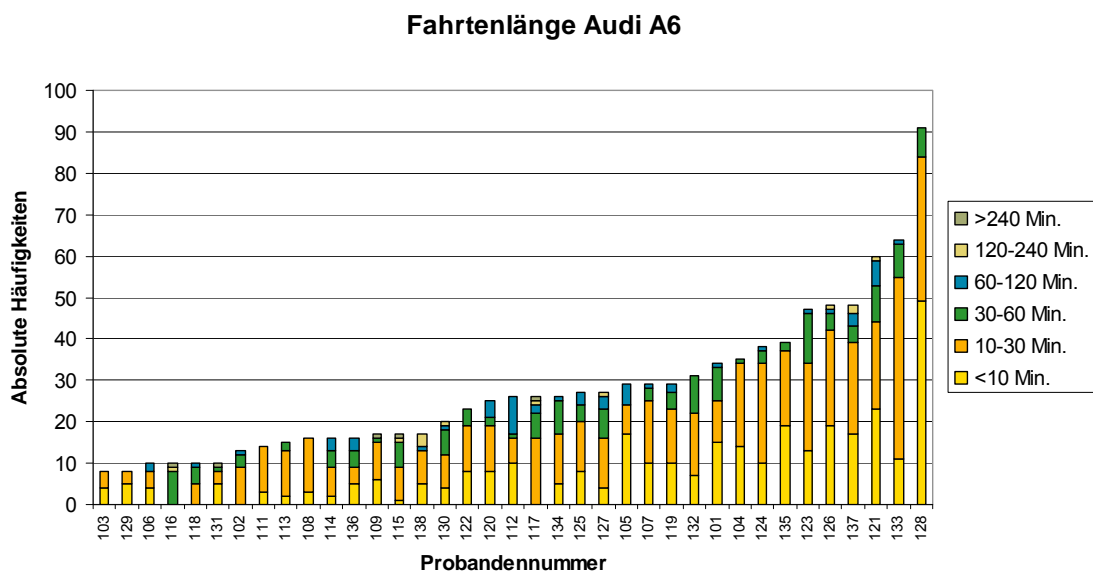
Tabelle A4: Ladungen der Items auf die 3 Komponenten der Faktorenanalyse

Rotierte Komponentenmatrix (Varimax)		Komponente		
		T	S	A
1	Ich bin ein technisch sehr interessierter Mensch	0,867	0,114	-0,211
2	Ich bin bereit, für die Lösung eines technischen Problems mehrere Stunden zu investieren,	0,823	0,079	-0,059
3	In meinem Bekanntenkreis rede ich oft über technische Dinge,	0,832	0,053	-0,067
4	Oft habe ich Ideen, wie man technische Produkte verbessern könnte,	0,813	0,184	-0,085
5	Ich baue gerne alles auseinander, was ich in den Händen halte,	0,753	0,228	0,104
6	Ich will immer wissen, wie etwas funktioniert	0,751	0,248	-0,174
7	Ich lese sehr gerne Autozeitschriften	0,691	0,181	-0,205
8	Ich kann mir bei kleinen Pannen mit meinem Fahrzeug gut selbst helfen	0,538	0,041	-0,226
9	Ich liebe es, die Kraft des Motors zu spüren	0,440	0,663	-0,223
10	Von meinem Fahrzeug verlange ich, dass es meine sportliche Fahrweise ideal unterstützt,	0,405	0,778	-0,043
11	Oft wünschte ich mir, ich hätte ein paar PS mehr	0,311	0,697	0,013
12	Motorleistung ist für mich wichtig	0,323	0,652	-0,212
13	Ich muss oft wegen anderen Fahrzeugen stark bremsen	0,097	0,726	0,050
14	Ich versuche stets, möglichst Kraftstoff sparend zu fahren,	0,098	-0,371	0,236
15	Ich beschleunige mein Auto sehr stark,	0,040	0,847	-0,055
16	Ich denke, dass ich im Vergleich zu den anderen Autofahrern mein Fahrzeug sehr gut beherrsche,	0,086	0,684	-0,365
17	Ich fahre in der Regel sehr gern schnell und sportlich	0,047	0,868	-0,099
18	Ich reagiere schneller als der Durchschnitt der Autofahrer,	0,065	0,595	-0,200
19	Ich vermeide prinzipiell jedes Risiko im Straßenverkehr	0,007	-0,356	0,218
20	Geschwindigkeitsbeschränkungen halte ich stets ein,	0,008	-0,541	0,004
21	Autofahren betrachte ich als notwendiges Übel,	-0,093	-0,315	0,708
22	Ein Auto ist ein reiner Gebrauchsgegenstand,	-0,212	-0,528	0,157
23	Wenn es auf den Straßen sehr hektisch zugeht und das Verkehrsaufkommen sehr groß ist, fühle ich mich im Auto eigentlich nicht sehr wohl,	-0,226	-0,260	0,623
24	Autofahren ist für mich der reine Stress	-0,264	-0,152	0,841
25	Technische Geräte verunsichern mich,	-0,612	0,133	0,547
26	Oft habe ich weder Zeit, noch Lust mich mit technischen Problemen auseinander zu setzen,	-0,699	-0,018	-0,040
Anfängliche Eigenwerte				
Gesamt		9,74	4,09	1,73
% der Varianz		36,09	15,14	6,42
Kumulierte %		36,09	51,23	57,65

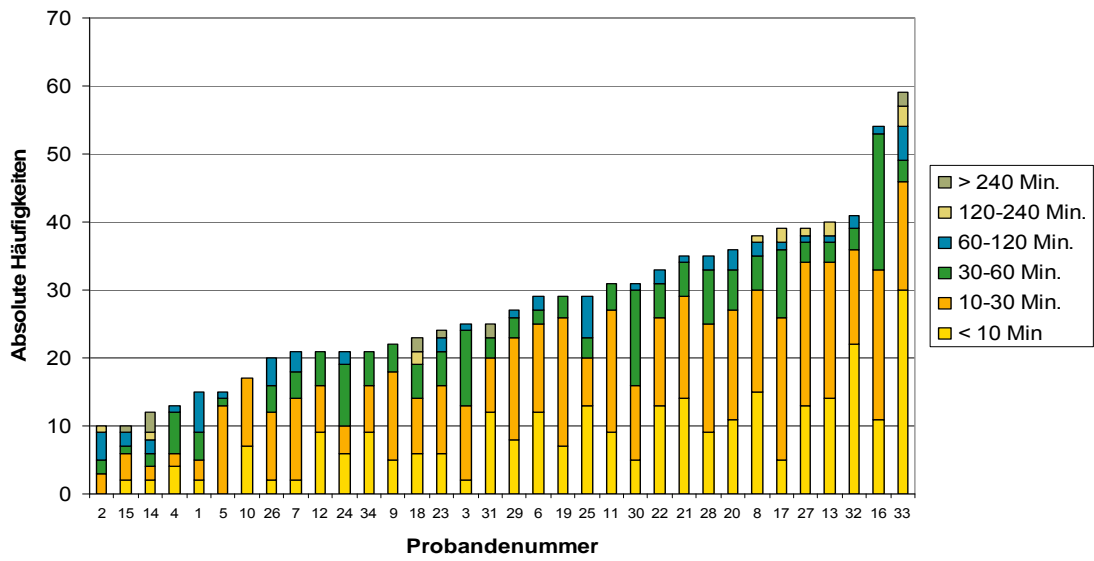
Anhang D: Straßenklassifizierung



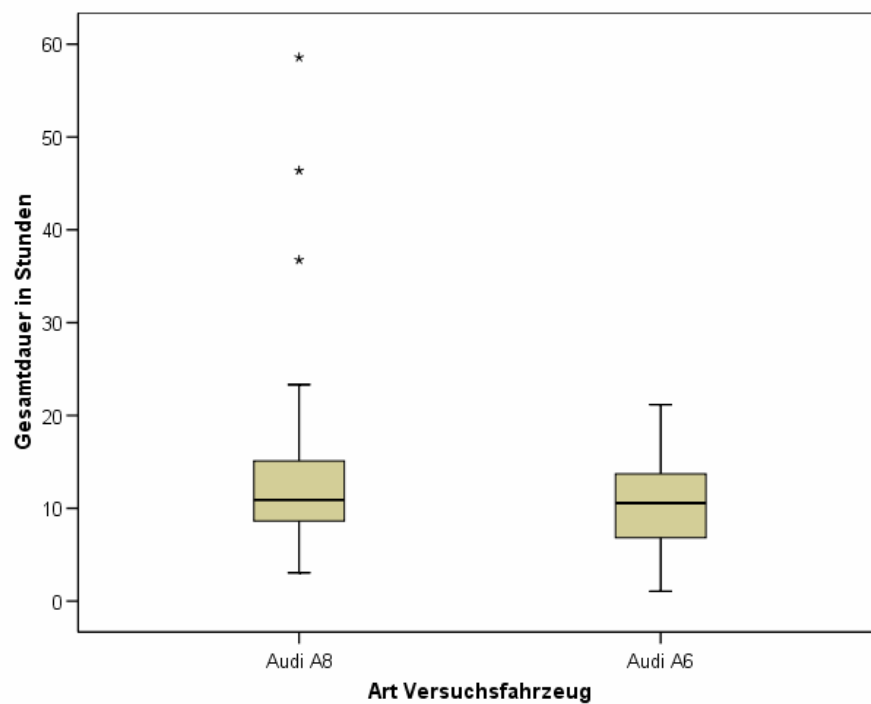
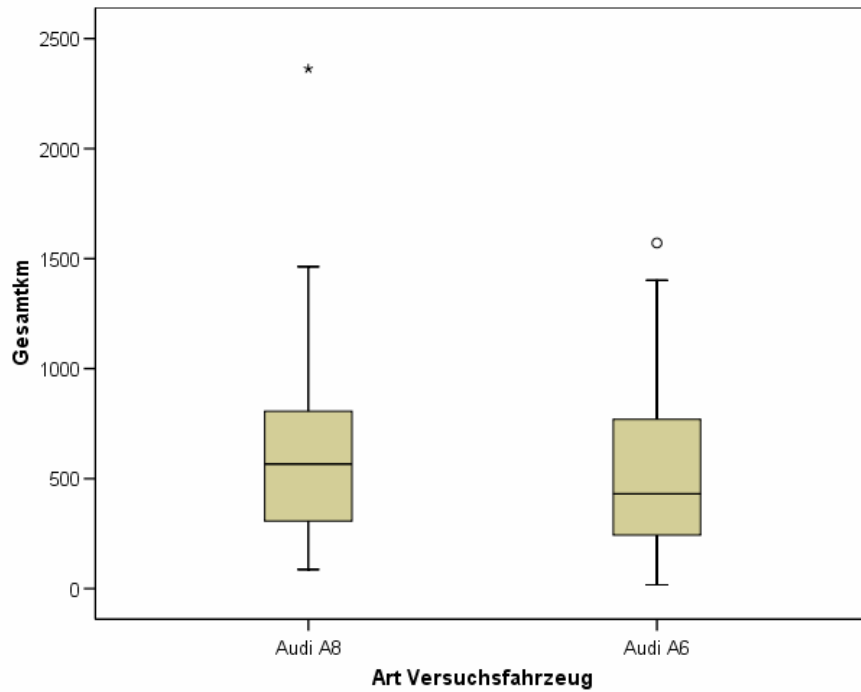
Anhang E: Probandenbezogene Anzahl der Fahrten



Fahrtenlänge Audi A8

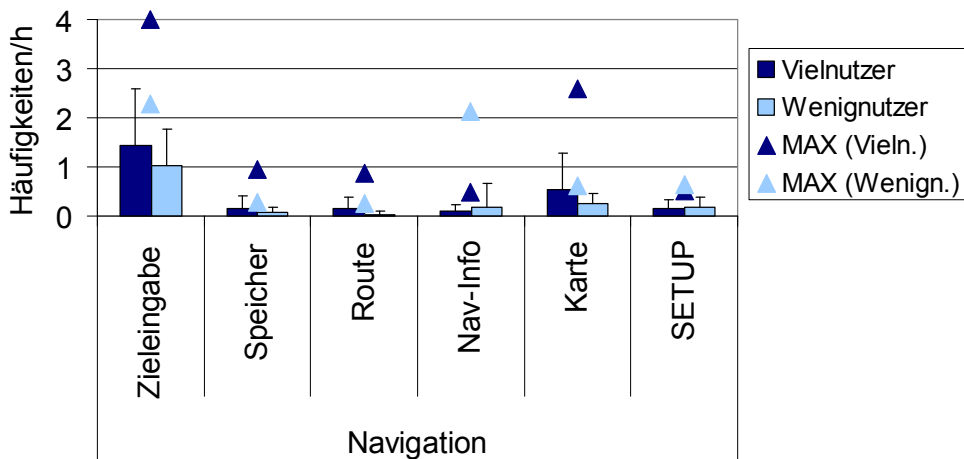


Anhang F: Detaillierte Darstellung gefahrene Kilometer und Stunden

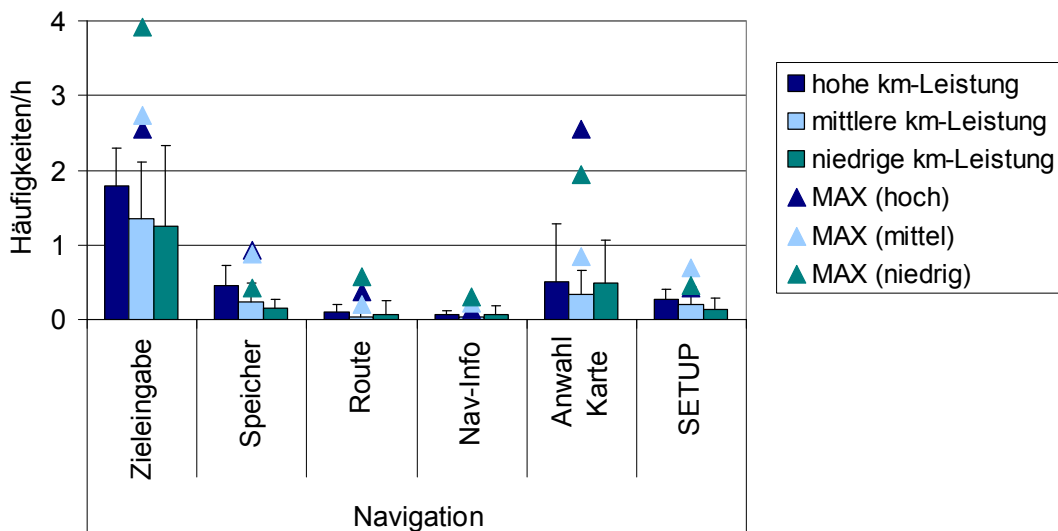


Anhang I: Ergänzende Ergebnisse zur Navigationseingabe

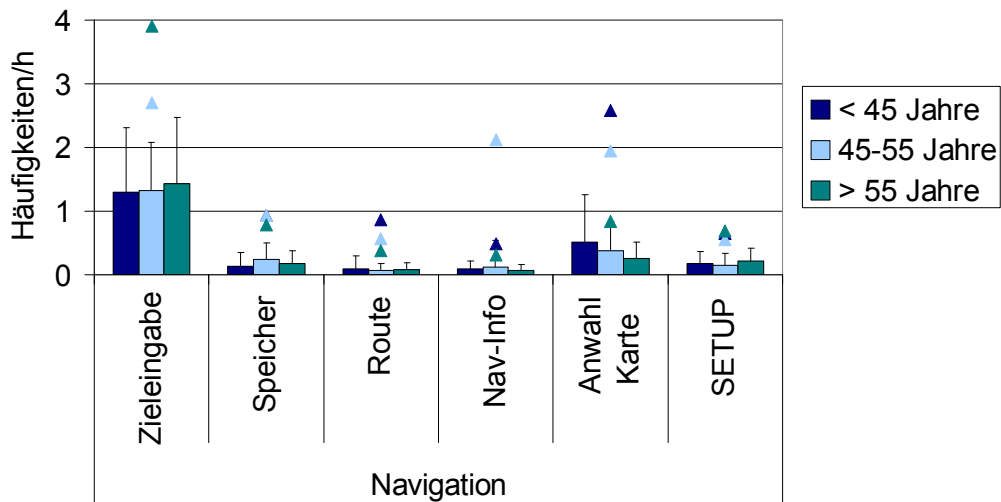
Unterscheidung in Viel- und Wenignutzer:



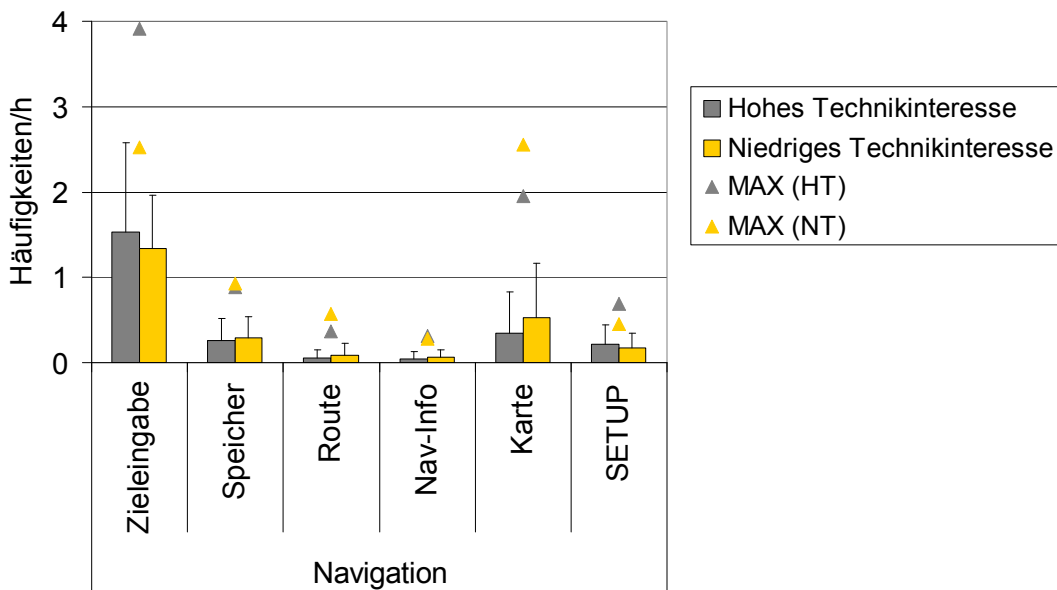
Unterscheidung in Viel- und Wenigfahrer:



Unterscheidung nach Altersgruppen:

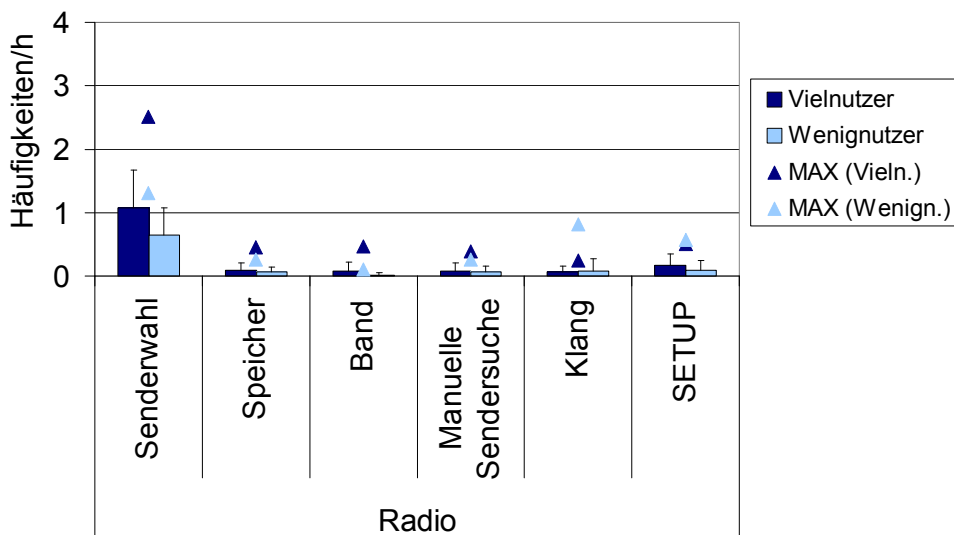


Unterscheidung nach Ausprägung des Technikinteresses

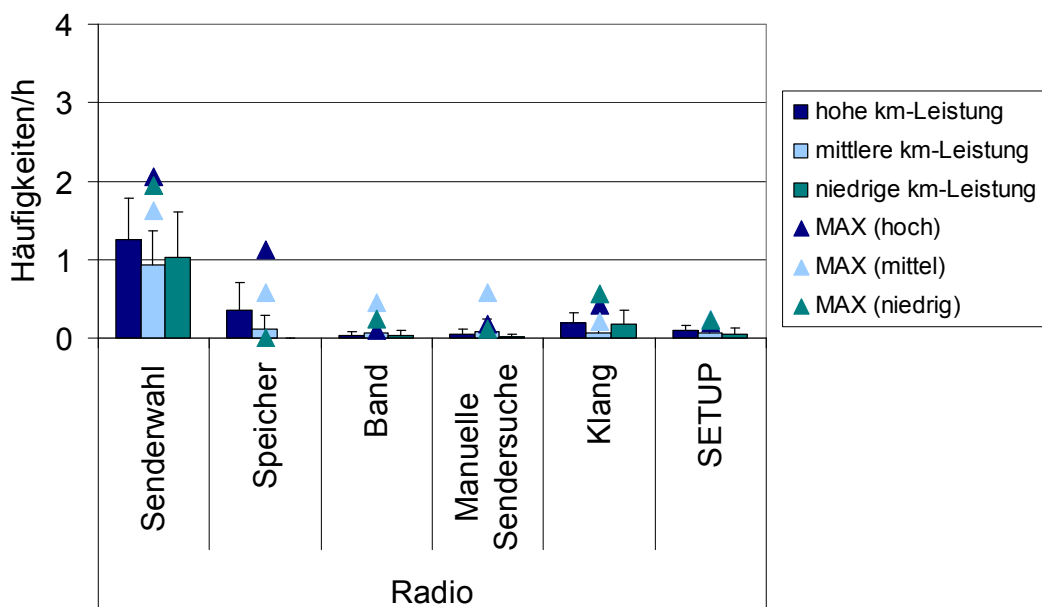


Anhang K: Ergänzende Ergebnisse zur Radiobedienung

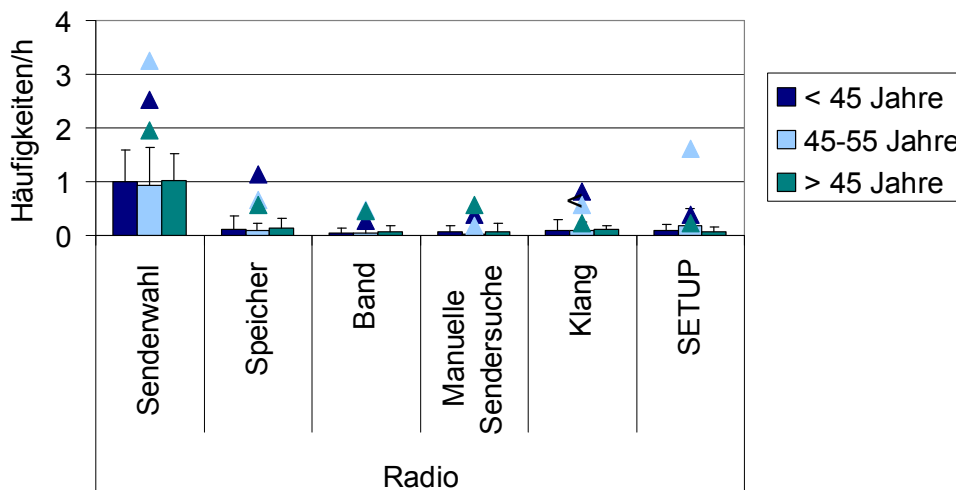
Unterscheidung in Viel- und Wenignutzer:



Unterscheidung in Viel- und Wenigfahrer:



Unterscheidung nach Altersgruppen:



Unterscheidung nach Ausprägung des Technikinteresses

