



Bachelorarbeit

im Studiengang User Experience Design
Fakultät Elektrotechnik und Informatik

Automatisiertes Fahren für Senioren: Konzeptentwicklung unter Anwendung von User-Centered Design

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Bachelor of Science

angefertigt von: **Laura Aigner**

Erstprüfer: Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener

Zweitprüfer: Prof. Ingrid Stahl

ausgegeben am: 06.09.2017

abgegeben am: 06.02.2018

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Ingolstadt, _____

Laura Aigner

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meines gesamten Studiums und im Rahmen meiner Bachelorarbeit begleitet und unterstützt haben.
Ein herzliches Dankeschön an

Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener – Studiengangleiter UXD

für die hervorragende Leitung des Studiengangs und Unterstützung bei Fragen bezüglich des Studiums. Des Weiteren möchte ich mich bei Ihnen für die Betreuung bei der Anfertigung der Bachelorarbeit bedanken.

Prof. Ingrid Stahl – Studienfachberaterin UXD

für die gesamte Unterstützung während des Studiums. Zusätzlich möchte ich mich bei Ihnen für das übermittelte, essentielle Wissen im Bereich Grafik und Design danken.

Bachelorarbeit Betreuerin Anna-Katharina Frison

für die grandiose Unterstützung bei der Durchführung der Studie und für die Beantwortung sämtlicher Fragen während der gesamten Anfertigung der Bachelorarbeit.

Bachelorarbeit Betreuer Philipp Wintersberger

für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie.

Studienkommilitonin Sandra Welser

für die Beantwortung und Unterstützung bei sämtlichen Fragen bezüglich LaTeX.

Kurzfassung

Eine wichtige Voraussetzung für die Durchsetzung des automatisierten Fahrens im breiten Spektrum ist die Akzeptanz und das Vertrauen der Nutzer gegenüber dieser Innovation. Mit Hilfe eines benutzerzentrierten Designansatzes sollen Anforderungen und Bedürfnisse von älteren Nutzern im Vergleich zu den Jüngeren ermittelt werden. Es wurde eine Benutzerstudie ($N = 27$) mit zwei verschiedenen Altersgruppen (20 – 35 Jahre und 65 – 80 Jahre) im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA in Ingolstadt durchgeführt. Eine dritte Gruppe von jungen Probanden trug während der gesamten Studie einen Age Simulation Suit, um sowohl die Einflussfaktoren der Technikaffinität von jüngeren Nutzern als auch die körperlichen Einschränkungen von älteren Nutzern zu berücksichtigen. Während der Studie wurden verschiedene Methoden angewandt, um Erkenntnisse hinsichtlich Erwartung (Qualitatives Interview), Erleben (Think Aloud) und Reflexion (UX-Curve, Qualitatives Interview, PANAS) zu gewinnen. Während einer vollautomatisierten Simulationsfahrt in drei verschiedenen Umgebungsszenarien (Autobahn, Landstraße und Stadt) wurden die Probanden durch einen integrierten Take-Over Request (TOR) aufgefordert, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen und diese dann zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder abzugeben. Mit dieser Arbeit soll geklärt werden, ob sich mit zunehmendem Alter die Benutzerakzeptanz und das Vertrauen hinsichtlich dieser Technologie, bei einem Automatisierungsgrad von 3 und 4, verändern. Die Ergebnisse unserer Simulationsstudie zeigen, dass es keinen signifikanten Akzeptanz Unterschied zwischen jüngeren und älteren Probanden gibt und somit das Vertrauen mit steigendem Alter gegenüber automatisierten Fahrzeugen nicht sinkt. Durch die gewonnenen Erkenntnisse dieser Benutzerstudie können relevante Handlungsempfehlungen beim automatisierten Fahren sowohl für jüngere als auch ältere Nutzer abgeleitet werden.

Abstract

An important prerequisite for the enforcement of automated driving in the broad spectrum is the acceptance and the trust of the users in relation to this innovation. A user-centered design approach will identify the needs of older users compared to the younger ones. A user study (N = 27) with two different age groups (20-35 years and 65-80 years) was conducted at the CARISSMA research and testing center in Ingolstadt. A third group of young subjects wore an Age Simulation Suite throughout the study to consider both the drivers of technology affinity of younger users and the physical limitations of older users. During the study, various methods were used to gain insights into expectation (qualitative interview), experience (Think Aloud) and reflection (UX-Curve, qualitative interview, PANAS). During a fully automated simulation journey in three different environmental scenarios (motorway, country road and city), the subjects were asked by an integrated Take-Over Request (TOR) to take control of the vehicle and then return it at a certain time. With this work it should be clarified, whether with increasing age the user acceptance and the trust regarding this technology, with a degree of automation 3 and 4, change. The results of our simulation study show that there is no significant difference concerning the acceptance between younger and older subjects, and therefore the confidence in automated vehicles does not decrease with a rising age of the target groups. Based on the results of this user study, relevant recommendations for automated driving can be derived for both – younger and older users.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	I
Danksagung	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
1 Problemstellung und Motivation	2
1.1 Generation 60+	2
1.1.1 Der demographische Wandel in Deutschland	3
1.1.2 Auswirkungen des demographischen Wandels	5
1.2 Mobilität 2030	6
1.2.1 Entwicklung der Mobilität von Senioren im Straßenverkehr	6
1.2.2 Mobilitätsverhalten der älteren Verkehrsteilnehmer	7
1.2.3 Altersbedingte körperliche Einschränkungen	9
1.2.4 Betrachtung der Verkehrsunfallstatistiken	11
1.3 Mobilität der Zukunft: Automatisiertes Fahren	13
1.3.1 Technologieentwicklung	13
1.3.2 Geeignete Assistenzsysteme	15
1.3.3 Automatisierungsgrad von Fahrzeugen	16
1.3.4 Chancen und Herausforderungen	18
1.4 Senioren als lukrative Zielgruppe für automatisierte Fahrzeuge	20
1.5 Relevanz für die eigene Arbeit	21
1.6 Formulierung der Fragestellungen und Hypothesen	22
2 Verwandte Arbeiten	24
2.1 User-Centered Design für automatisiertes Fahren	24
2.2 User-Centered Design für Senioren	26
2.3 Relevanz für die eigene Arbeit	28
3 Studienplanung und Durchführung	30
3.1 Studiensetting	30
3.1.1 Beschreibung der Stichprobe	30
3.1.2 Aufbau der Studie	31
3.1.3 Konzeption und Darstellung des Take-Over Requests	33
3.1.4 Age Simulation Suite	34
3.2 Methoden zur Nutzerforschung	35
3.2.1 Erwartung	35
3.2.2 Erleben	35
3.2.3 Reflexion	35
3.3 Ablauf der Studie	36

4	Studienergebnisse	41
4.1	Erwartung	44
4.2	Erleben	46
4.3	Reflexion	48
5	Diskussion	63
6	Zusammenfassung	67
6.1	Einschränkungen	68
6.2	Ausblick	68
	Abbildungsverzeichnis	V
	Tabellenverzeichnis	VI
	Literaturverzeichnis	VII
A	Anhang	VIII



1

MOTIVATION

1 Problemstellung und Motivation

"Das automatisierte Fahren ist die größte Mobilitätsrevolution seit der Erfindung des Automobils. Dafür schaffen wir jetzt das modernste Straßenverkehrsrecht der Welt. Wir stellen Fahrer und Computer rechtlich gleich. Das heißt: Automatisierte Systeme im Auto dürfen die Fahraufgabe komplett übernehmen." [7], legte CSU Politiker Alexander Dobrindt zum Anlass des in Kraft tretenden Gesetzes zum automatisierten Fahren dar. Sowohl er als auch viele weitere Politiker des Bundesrates sind davon überzeugt, dass uns das Thema des automatisierten Fahrens auch in Zukunft noch erheblich beschäftigen wird und ein zentraler Aspekt für die Entwicklung der Mobilität sein wird [34]. Doch auch für die Gesellschaft wird die Technologieentwicklung eine gewisse Umstellung mit sich bringen. Vor allem für die Zielgruppe der Senioren werden durch automatisierte Fahrzeuge eine uneingeschränkte Mobilität [12] und viele weitere Vorteile prognostiziert. Doch wie reagiert die Zielgruppe der älteren Menschen auf diese neue Technologieentwicklung und wird sie diesen Fortschritt annehmen? Gibt es Unterschiede hinsichtlich der Technologieaffinität bzw. Technologieakzeptanz der heutigen älteren Menschen und der Senioren von morgen?

In der vorliegenden Bachelorarbeit werden die Bedürfnisse von Senioren hinsichtlich automatisierten Fahrzeugen näher analysiert und mit Hilfe einer Studie untersucht. Dabei wird näher auf die altersbedingten, körperlichen Einschränkungen dieser Zielgruppe eingegangen.

1.1 GENERATION 60+

In Deutschland leben derzeit 17,3 Millionen Menschen, die 65 Jahre oder älter sind und somit zu der Bevölkerungsgruppe der Senioren zählen. Mit einem Anteil von 18,9 % bilden diese fast 1/5 der Gesamtbevölkerung und zählen somit zu einer wichtigen Altersgruppe, auf die hinsichtlich der Technologieentwicklung besonders geachtet werden muss [42]. Zu allererst sollte die Definition des Begriffes Alter eindeutig geklärt werden. Dazu bedarf es nach Meier und Schröder eine multidimensionale Betrachtung. Unter dem Begriff „Alter“ versteht man „ein statisches Konzept zur Beschreibung eines Mitmenschen“. Hingegen beschreibt der Begriff des „Alterns“ den „dynamischen Aspekt der Entwicklung und Reifung ohne definierte Einschnitte und Zäsuren“ [31, S. 21 f.]. Nach Malwitz-Schütte [31, S. 22] würde eine Kategorisierung des Alters wie folgt aussehen:

55-/60- bis unter 70-jährige = ältere Menschen
über 70- bis 75-Jährige = alte Menschen
über 75-Jährige = betagte Menschen
über 80-Jährige = hochbetagte Menschen

„Erfolgreiches Altern“ spielt in der heutigen Gesellschaft eine wichtige Rolle. Haverkamp und Rüdiger verstehen unter dem Begriff den Wunsch nach einem erfolgreichen Leben im Alter. Demnach müssen Kriterien wie zum Beispiel Lebensqualität, soziale Integration und gesellschaftliche Teilhabe erfüllt werden, um ein erfolgreiches Altern zu gewährleis-

ten. Falls eine oder mehrere Kriterien im Alter nicht erfüllt werden, kann dieser Prozess sogar als Misserfolg beurteilt werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium, das einen wesentlichen Anteil zum erfolgreichen Altern beiträgt, ist die Mobilität [23, S. 11]. Dazu wird im Folgenden der Arbeit noch näher eingegangen. Da die „Lebensqualität im Alter“ [31, S. 44] zu einem zentralen Aspekt der Lebensführung geworden ist und sich diese zu „einem bestimmenden globalen Megatrend entwickeln [wird]“ [31, S. 44], wird die stetige Ausdehnung der Lebensspanne als Folge zu kennzeichnen sein [31, S. 44]. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, wird der Anteil der älteren Menschen an der Gesamtbevölkerung von circa 18 % im Jahre 2000 auf gut 33 % im Jahre 2050 stetig wachsen. Der kontinuierliche Anstieg des Anteils an älteren Menschen in der Gesamtbevölkerung führt dazu, dass die Bedürfnisse und Wertvorstellungen dieser Zielgruppe stärker in den Fokus rücken [31, S. 44 f.].

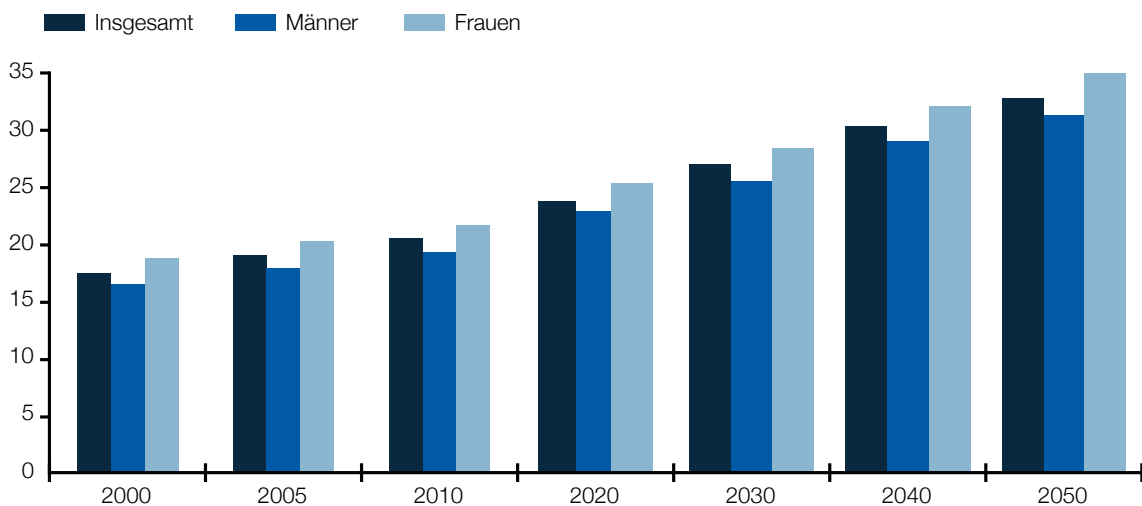


Abbildung 1.1: Die Generation 50+ weltweit, eigene Darstellung – angelehnt an [31, S. 45]

1.1.1 DER DEMOGRAPHISCHE WANDEL IN DEUTSCHLAND

Wie bereits in Abbildung 1.1 zu sehen ist, wird die Anzahl der älteren Menschen weltweit kontinuierlich steigen. Es werden jedoch nicht nur Veränderungen in diesem Altersspektrum zu erkennen sein. In Deutschland und vielen weiteren Ländern findet derzeit ein demographischer Wandel und eine damit verbundene Verschiebung der Altersstrukturen statt.

Szenario	2020	2030	2040	2050	2060	absolut	relativ
G1,2-W100k	79,6	76,6	72,5	67,4	61,8	-19,7	-24,2 %
G1,2-W200k	80,2	78,2	75,4	71,5	67,1	-14,4	-17,7 %
G1,4-W100k	79,9	77,4	73,8	69,4	64,7	-16,8	-20,7 %
G1,4-W200k	80,4	79,0	76,8	73,6	70,1	-11,4	-14,0 %
G1,6-W100k	80,3	78,5	75,8	72,4	68,8	-12,7	-15,5 %
G1,6-W200k	80,8	80,2	78,8	76,7	74,5	- 7,0	- 8,6 %

Tabelle 1.1: Entwicklung der Bevölkerung bis zum Jahr 2060, eigene Darstellung – angelehnt an [26, S. 43]

Diese „Veränderungen in den Bevölkerungsentwicklungen sind Folgen und Zeichen eines langen sozialen Wandels“ [31, S. 40]. Nicht nur in der Politik und Wissenschaft, sondern auch in der Gesellschaft wird das Thema des demographischen Wandels immer essentieller [31, S. 40]. Franz Xaver Kaufmann und Walter Krämer beschreiben den demographischen Wandel wie folgt: „Die Bevölkerung in Deutschland wird älter, bunter und weniger. Der Anteil der alten Menschen nimmt zu. Durch die fortgesetzte Zuwanderung aus kulturell unterschiedlichen Ländern verändert sich die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Herkunft, Präferenzen und Einstellungen. Und infolge der seit nunmehr vierzig Jahren niedrigen Geburtenhäufigkeit beginnt in naher Zukunft ein sich fortsetzender Bevölkerungsrückgang.“ [26, S. 11] Die demographische Entwicklung zeichnet sich durch eine steigende Lebenserwartung und eine abnehmende Geburtenrate ab. Somit müssen vor allem die wohlhabenden Länder mit sozioökonomischen und technischen Veränderungen rechnen [31, S. 41]. Beeinflusst wird der demographische Alterungsprozess nach Meier und Schröder durch drei Faktoren. Zum Ersten wird die Fertilität genannt. Diese beschreibt die zu erwartende Anzahl von Lebendgeborener je Frau. Sie wird als der wichtigste Aspekt für die Berechnung der Altersstruktur angesehen. Des Weiteren gilt die Mortalität als ein wichtiger Faktor, dessen Ausmaß Auskunft über die Todesfälle im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gibt. Die demographische Alterung wird einerseits durch die abnehmende Fertilität, die Verringerung des Sterberisikos als auch durch den medizinisch-technischen Fortschritt bedingt [31, S. 41]. Beide Aspekte wirken sich auf die Struktur der Bevölkerung im Ausgangszustand aus [26, S. 42]. Als dritten Faktor wird die Migration genannt [31, S. 41]. Auch Kaufmann beschreibt diese verschiedenen Faktoren und prognostiziert unter verschiedenen Annahmen von Geburtenziffer und dem jährlichen Wanderungssaldo die Entwicklung der Bevölkerung bis zum Jahr 2060 [26, S. 43].

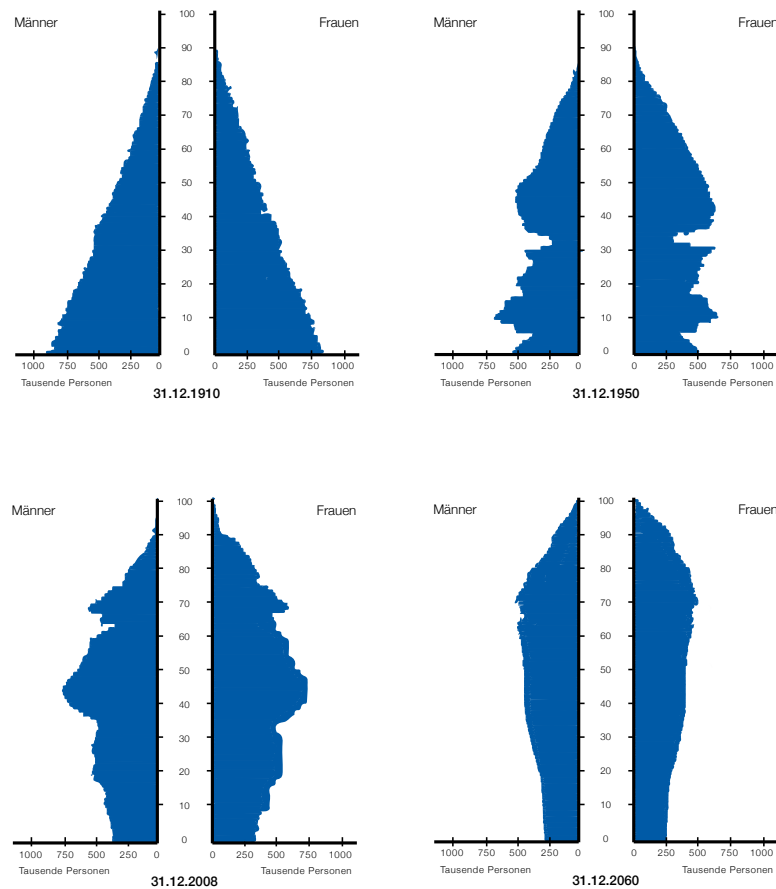


Abbildung 1.2: Altersaufbau der Bevölkerung, eigene Darstellung – angelehnt an [8]

1.1.2 AUSWIRKUNGEN DES DEMOGRAPHISCHEN WANDELS

Die folgenschweren Verschiebungen der Altersstrukturen und die steigende Zahl der älteren Menschen werden sich in Zukunft auf viele Sektoren des Lebens auswirken. Beispielsweise werden die Veränderungen sowohl im Bereich Familie und Gesellschaft, Wirtschaft und Arbeit, Finanzen und Verwaltung als auch im Bereich Infrastruktur und Mobilität spürbar sein [17]. Auf Letzteres soll im Folgenden noch näher eingegangen werden. Für die Zukunft wird eine besonders hohe Anzahl an Verkehrsteilnehmern im höheren Alter erwartet, die als Kraftfahrzeugführer aktiv am Straßenverkehr teilnehmen [39, S. 38]. Eine solche Prognose bringt die Notwendigkeit mit sich, Mobilität bis ins hohe Alter zu erhalten, um eine funktionierende Grundversorgung und eine angemessene Lebensqualität sicherstellen zu können [23, S. 20]. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass die Generation von heute wesentlich aktiver hinsichtlich der Mobilität im Straßenverkehr ist, als es früher noch der Fall war [15]. Dies bestätigt auch eine Statistik bezüglich der Personen mit Führerschein im Alter von über 65 Jahren. Waren es im Jahre 1974 nur etwa 20 %, hat sich dies bis zum Jahre 2005 mit 58 % fast verdreifacht [30, S.7]. Aktuell liegt die Zahl bei 58 % und bis zum Jahre 2030 wird der Wert auf über 80 % steigen. Somit werden die Senioren auch in Zukunft für ein höheres Verkehrsauskommen als bisher sorgen [30, S.11 f.]. Aufgrund

solcher Zahlen muss in Zukunft stärker auf die Bedürfnisse dieser Zielgruppe eingegangen und die Senioren stärker in die Verkehrsplanung und -entwicklung mit einbezogen werden. Ziel wird sein, „komplexe Verkehrsstrukturen beim Strassenverkehr zu reduzieren, damit die Zahl von gefährlichen Situationen und Unfällen nicht zunimmt“ [30, S.12].

1.2 MOBILITÄT 2030

Die Zahl älterer Verkehrsteilnehmer wird aufgrund des eben erläuterten demographischen Wandels in Zukunft immer weiter ansteigen. Angesichts dieser Entwicklung erscheint es unausweichlich, dass älteren Menschen die Möglichkeit besitzen, bis ins hohe Alter mobil zu bleiben. Mobilität steht vor allem für die Zielgruppe der älteren Personen nicht nur für eine funktionierende Grundversorgung und eine angemessene Lebensqualität [23, S. 20] sondern auch für ein menschliches Grundbedürfnis, Ausdruck von Lebenskraft sowie persönlicher Autonomie und Freiheit [29, S.25]. Zunächst sollte die Definition und Bedeutung des Begriffes „Mobilität“ geklärt werden. Der Begriff wird „als raum-zeitliche Beweglichkeit von Dingen und Lebewesen, da heißt als generelle Möglichkeit zur Ortsveränderung“ [37] bezeichnet. Darüber hinaus lässt sich der Ausdruck sowohl in eine räumliche als auch in eine soziale Mobilität untergliedern. Letztere steht für die „Veränderungen von Positionen im gesellschaftlichen Raum“ [37, S. 20] und kann wiederum in vertikale und horizontale Mobilität unterteilt werden. Die räumliche Mobilität hingegen beschreibt die „Wohnstandortverlagerungen (bei Wanderungen) und kurzfristige Ortswechsel im Rahmen der zirkulären Mobilität“ [37, S. 20]. Im Folgenden Teil der Arbeit werden ausschließlich Aspekte bezüglich der räumlichen Mobilität behandelt.

1.2.1 ENTWICKLUNG DER MOBILITÄT VON SENIOREN IM STRASSENVERKEHR

Nachfolgend soll nun mit Hilfe von Langzeittrends die Entwicklung der Mobilität von Senioren genauer untersucht werden. Dabei wird vor allem der Anteil älterer Autofahrer und die Verkehrsmittelnutzung von Senioren genauer betrachtet. Ein Aspekt, der diese Betrachtung maßgeblich erschwert, ist der rasche Übergang einer Senioren und Seniorinnen Generation zur Nächsten [28]. Im Allgemeinen wurde in einer Studie herausgefunden, dass „ältere Menschen in Zukunft gegenüber den heutigen Senioren vielfältigere und insgesamt mehr Aktivitäten unternehmen und dabei längere Wege zurücklegen werden, [...]“ [37, S. 63]. Des Weiteren soll dieser Aspekt unter Zuhilfenahme einer Langzeitstudie [19, S. 108] näher untersucht werden. Die folgende Grafik, Abbildung 1.3, zeigt die steigende Anzahl an Autofahrern der 65- bis 85- Jährigen.

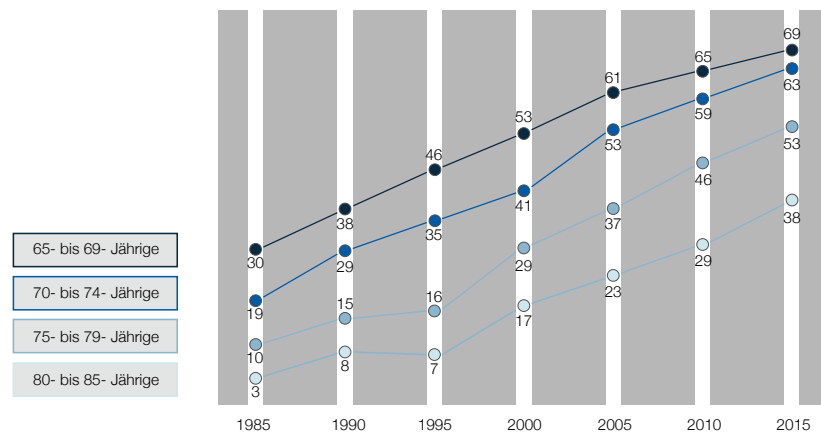


Abbildung 1.3: Anzahl der Autofahrer in den älteren Generationen, eigene Darstellung – angelehnt an [19, S. 108]

Die Anzahl der 65- bis 85-Jährigen, welche selbst Auto gefahren sind, war in den 1980er Jahren noch sehr überschaubar. Doch binnen 30 Jahren hat sich der Wert in sämtlichen Altersbereichen der älteren Generation vervielfacht. Vor allem der Anteil der 80- bis 85-Jährigen hat sich mehr als verzehnfacht. Dieser ist von 3 % in den 1985er-Jahren auf 38 % im Jahr 2015 gestiegen. Auch im Alterssegment der 75- bis 79-Jährigen ist der Wert im gleichen Zeitraum von 10 % auf 53 % gestiegen und hat sich somit mehr als verfünffacht. Auch in den beiden letzten Altersstufen von 70- bis 74- Jahren hat sich der Anteil von 19 % auf 65 % mehr als verdreifacht und bei den 65- bis 69-Jährigen von 30 % auf 69 % mehr als verdoppelt. Somit ist im Bereich des Autofahrens eine deutlich steigende Mobilität der älteren Generationen feststellbar, welche im Laufe der nächsten Jahre noch weiter zunehmen wird [19, S. 109]. Des Weiteren soll die aktuelle Verkehrsmittelnutzung von älteren Personen sowie deren künftige Entwicklung näher betrachtet werden. Wie Abbildung 1.3 zeigt, wird bei mehr als der Hälfte der Wege der MIV genutzt. 46,5 % darunter als Fahrer und 9,0 % nutzen dieses Verkehrsmittel als Beifahrer. 32,3 % der Wege werden zu Fuß zurückgelegt, 10,3 % mit dem Fahrrad und dagegen nur 2,0 % mit den Öffentlichen Verkehrsmitteln [37, S. 128 f.]. Auch andere Studien belegen, dass ältere Personen ihre Wege zu einem geringen Anteil zu Fuß oder mit dem Fahrrad [47, S. 18] sondern vor allem mit dem PKW zurücklegen [41, S. 38]. Somit zeigt sich, dass auch für die Zielgruppe der Senioren das Autofahren eine wichtige Mobilitätsform darstellt und für die Zukunft eine weitere Zunahme der Nutzung von PKWs als Verkehrsmittel prognostiziert wird [29, S. 188].

1.2.2 MOBILITÄTSVERHALTEN DER ÄLTEREN VERKEHRSTEILNEHMER

Viele Tätigkeiten unseres Alltags müssen beim Erlernen durch Training eingeübt und eingeschliffen werden. Beispiele dafür sind gehen, Rad fahren, lesen oder mit Instrumenten zu musizieren. Auch das Führen eines Fahrzeugs gehört zu den Aktivitäten, die bei regelmäßiger Übung bis ins hohe Alter erhalten bleiben und es wird somit ein Zustand des subbewussten Handelns erreicht. Das Befinden des subbewussten Fahrens wird allerdings erst nach sieben Jahren mit 100.000 km Fahrstrecke erzielt. Danach erlangen Fahrzeugführer den siebenten Sinn für das Verkehrsgeschehen, nämlich das Erahnen von Gefahrensituationen und das Vorauserkennen von kritischen Straßenzuständen [18, S. 16 f.]. Älteren Nutzern fällt das Autofahren demnach leichter, wenn diese möglichst früh mit dem Fahren

begonnen haben „und je mehr sie in Übung geblieben sind. Dagegen werden die unter uns, die ihren Führerschein erst später gemacht haben, wenig gefahren sind oder ihre Fahrpraxis längere Zeit unterbrochen haben, abnehmende Leistungsfähigkeit im Alter viel stärker empfinden, und sie müssen wohl auch früher mit dem Fahren aufhören“ [18, S. 17]. Aus diesen Gründen ist es nicht sinnvoll, erst in der dritten Lebensphase den Führerschein zu erwerben und mit dem Fahren zu beginnen [18, S. 17]. In Hinblick auf das Verhalten der älteren Verkehrsteilnehmer ist anzuführen, dass Senioren durch einen sehr defensiven Fahrstil im Verkehr auffallen. Dies macht sich durch Halten eines größeren Abstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug oder das Meiden von risikoträchtigen Verkehrssituationen, zum Beispiel Fahren bei dichtem Nebel, bemerkbar [41, S. 39]. Des Weiteren fahren diese im Gegensatz zu jüngeren Verkehrsteilnehmern tendenziell langsamer und reduzieren frühzeitiger die Geschwindigkeit [28, S. 5]. Somit gelten Senioren als erfahrene und verantwortungsvolle Verkehrsteilnehmer, denn „besonders bei gefährlichen vorsätzlichen Verstößen wie zu schnelles Fahren, dichtes Auffahren oder Fahren unter Alkoholeinfluss schneiden Senioren sehr günstig ab [...]“ [5, S. 26].

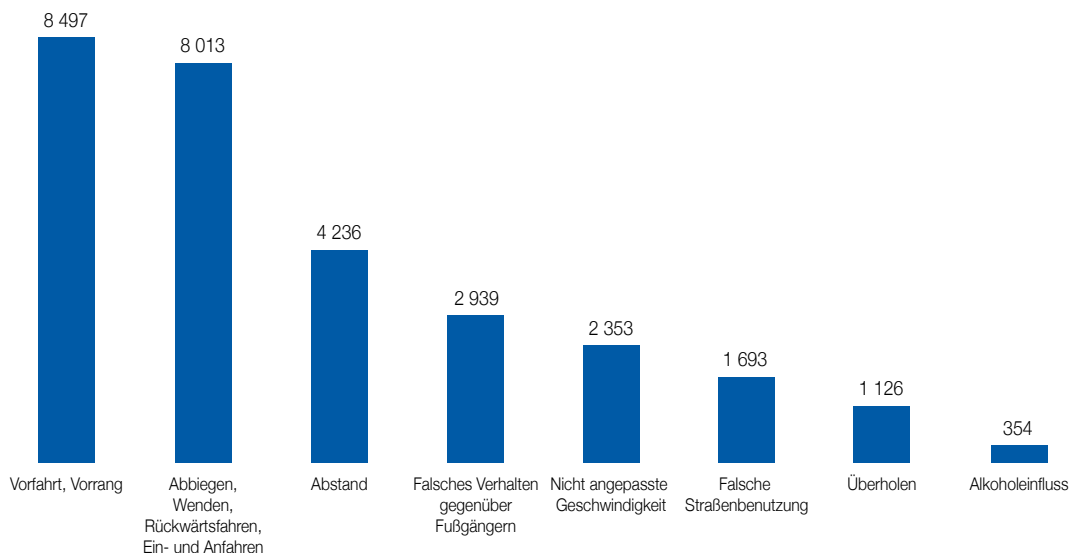


Abbildung 1.4: Fehlverhalten der Senioren als Fahrer von Personenkraftwagen, eigene Darstellung – angelehnt an [43, S. 12]

Da Rentnerinnen und Rentner gegenüber anderen Altersgruppen mehr Freizeit zur Verfügung haben, können diese ihren Tagesablauf individuell gestalten [30, S. 8] und „vermeiden gezielt Stress-Fahrten zu Stoßzeiten, bei schlechter Witterung oder in der Dunkelheit“ [5, S. 26]. Senioren sind somit am häufigsten zwischen 9 und 11 Uhr sowie zwischen 14 und 16 Uhr mit dem Fahrzeug unterwegs. Aufgrund deren körperlichen Einschränkungen, auf die im nächsten Kapitel noch näher eingegangen wird, verändern Senioren ihr Verkehrsteilnahmeverhalten und kompensieren somit ihr nachlassendes sensorisches, motorisches und kognitives Leistungsvermögen [28, S. 9].

1.2.3 ALTERSBEDINGTE KÖRPERLICHE EINSCHRÄNKUNGEN

Im Alter von etwa 18 bis 20 Jahren befindet sich jedes Individuum „auf dem Höhepunkt seines körperlichen und geistigen Leistungsvermögens“ [28, S. 4]. Doch im Laufe des Lebens eines Menschen nehmen sowohl das Leistungsvermögen [28, S. 4], als auch die motorischen, sensorischen und mentalen Fähigkeiten kontinuierlich ab [18, S. 6]. Doch genau diese Fähigkeiten werden durch die komplexe Tätigkeit, dem Autofahren, erfordert [39, S. 92].

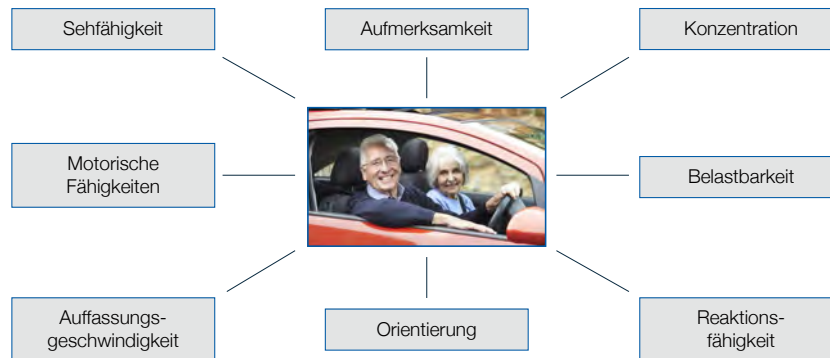


Abbildung 1.5: Kognitive und sensomotorische Fähigkeiten älterer Menschen mit Fahreignungsrelevanz, eigene Darstellung – angelehnt an [39, S. 39]

Die Fähigkeiten und Funktionen können sich im Laufe des Lebens mit zunehmendem Alter verschlechtern [39, S. 92] und wirken sich somit auf die Fähigkeit aus, aktiv am Verkehrsgeschehen mitzuwirken und kann somit die Gefährdung der Sicherheit aller Teilnehmer zur Folge haben [47, S. 21]. Die Tabelle 1.2 zeigt, dass sich altersbedingte, körperliche Veränderungen im Alter in drei Bereiche einteilen lassen: Sicht und Akustik, Körperkraft und Beweglichkeit und Aufmerksamkeit und Wahrnehmung.

Bereiche	Veränderungen im Alter
Sicht und Akustik	<ul style="list-style-type: none"> · Nachtsichtigkeit vermindert · Alterskurzsicht – 90 % der über 50-jährigen tragen bifokale Brillen · Verminderte akustische Wahrnehmung
Körperkraft und Beweglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> · Probleme beim Ein- und Ausstieg · Verminderte taktile Fähigkeiten · Verminderte Rotationsfähigkeit von Hals und Rumpf
Aufmerksamkeit und Wahrnehmung	<ul style="list-style-type: none"> · Verlangsamtes Reaktionsvermögen · Abnehmende Fähigkeit, Dinge gleichzeitig zu tun · Verarbeitung komplexer Informationen wird langsamer

Tabelle 1.2: Veränderungen im Alter, eigene Darstellung – angelehnt an [41, S. 275]

Diese drei Aspekte können einerseits durch technische Aufrüstungen [41, S. 275], andererseits durch die Fahrerfahrung und einen defensiven Fahrstil durch die Senioren kompensiert werden [39, S. 70], welche im vorherigen Kapitel bereits dargelegt wurden. Im Folgenden sollen nun die einzelnen Bereiche näher erläutert werden. Bezüglich der Sehleistung eines Menschen gibt es verschiedene Fähigkeiten, die im Laufe des Lebens mit zunehmenden

Alter abnehmen. Dazu zählen Sehschärfe, Sehfeldgröße, Dämmerungssehen, Blendung, Hell-Dunkel-Anpassung (Adaption) Nah-Fern-Anpassung (Akkommodation) und Farbtrennscheidungsvermögen. Lediglich die verschlechterte Sehschärfe kann durch das Tragen einer Brille wieder angemessen angepasst werden. Bei allen anderen Leistungseinbußen betreffend der Sicht ist es notwendig, dass die Technik mehr Unterstützungen bietet [18, S. 20]. Etwa ab einem Alter von 45 bis 50 Jahren setzt der Zustand der Altersweitsichtigkeit bei fast allen Menschen ein. Im Alter von circa 65 Jahren erreicht diese gesundheitliche Einschränkung ihren Höhepunkt. Zusätzlich kommt es vom 60. bis 90. Lebensjahr zur einer Abnahme der Kontrastempfindlichkeit. Somit fällt es schwerer, Hell-Dunkel bzw. Dunkel-Hell Unterschiede wahrzunehmen [4]. Ältere Fahrer müssen sich bewusst sein, dass beispielsweise nur noch $1/3$ der Lichtmengen eines Objektes die Netzhaut erreichen. Senioren können diesem Defizit mit einer Verringerung der Geschwindigkeit entgegenwirken. Aufgabe der modernen Technik im Fahrzeug ist es, „jeden Lichtverlust vor dem Auge zu vermeiden und andererseits die eigene Straßenausleuchtung wie auch das rückwärtige Signalbild zu verdeutlichen. Minimierung des Lichtverlustes vor dem Auge heißt Optimierung der Lichttransmission der Frontscheibe und gegebenenfalls der Brille“ [18, S. 21]. Um dies zu verbessern, sind folgende Umsetzungen notwendig: „Hohe Lichtdurchlässigkeit des Verbundglases der Windschutzscheibe, steile Scheibe (auch wenn dabei der Luftwiderstand etwas größer wird), Optimierung der Scheibenreinigung, ganz wichtig dabei ist eine leichte Reinigungsmöglichkeit der Scheiben innen“ [18, S. 21]. Weitere Unterstützungsmöglichkeiten durch die Technik gibt es für die Adaption und Akkommodation. Adaption beschreibt, dass „das Auge [...] die auf die Netzhaut fallende Lichtmenge durch die Öffnung der Pupille [regelt]“ [18, S. 21]. Bei der Akkommodation hingegen „reagiert [das Auge] auf verschiedene Entfernungen der Objekte durch Veränderung der Krümmung der Augenlinse“ [18, S. 21]. Reaktionen bei beiden Zuständen verlangsamen sich bei älteren Fahrer mit zunehmenden Alter. Auch dieser Schwäche kann durch unterstützende Technik entgegengewirkt werden. Eine totale Abdunkelung aller Innenlichter im Fahrzeug muss möglich sein, mit nur einigen Ausnahmen, wie zum Beispiel der Warnblickschalter [18, S. 23]. Ein weiteres Problem, dass das Fahren von älteren Menschen im Fahrzeug erschwert, ist die Blendung und damit eine Behinderung der Wahrnehmung. „Neben der Beeinträchtigung durch die frontale Blendung, [...] macht sich im Alter eine zusätzliche Störung durch seitlichen Lichteinfall bemerkbar“ [18, S. 23 f.]. Somit müssen bei diesem Aspekt vor allem die älteren Fahrer durch angepasste Technik unterstützt werden. „Stumpfe Motorhauben gegen Frontalblendung bei tiefstehender Sonne und ein einstellbares Rollo mindestens für das Fenster auf der Fahrerseite, das aber nur die obere Scheibenhälfte abdecken darf, damit der Außenspiegel sichtbar bleibt, abblendbare Außenspiegel, vor allem auf der Fahrerseite wären weiter erwünscht“ [18, S. 24]. Neben den Informationen, die man über dem visuellen Sinn wahrnimmt, sind auch Meldungen über das Gehör von Bedeutung. Mit zunehmenden Alter lässt auch die Hörfähigkeit nach, wobei auch hier die schleichende Entwicklung sehr gefährlich werden kann [5, S. 47]. Eines der häufigsten gesundheitlichen Erkrankungen von Senioren ist die Altersschwerhörigkeit. Im Alter von etwa 65 Jahren ist schon die Hälfte aller Menschen und im 90. Lebensjahr bereits 90 % betroffen [4]. Des Weiteren werden Signaltöne von Polizei, Feuerwehr und Rettungswägen erst sehr spät bemerkt, da hohe Töne im Alter schlechter gehört werden. Damit verbunden leidet auch das Richtungshören mit steigendem Alter. Älteren Menschen fällt es schwerer wahrzunehmen, aus welcher Richtung sich beispielsweise ein Fahrzeug nähert oder ein Signal ertönt [5, S. 47]. Neben dem Bereich Sicht und Akustik gibt es auch den Aspekt der Körperkraft und Beweglichkeit, der sich mit zunehmendem Alter verschlechtert. Durch die Abnahme der Knochenmasse

kommt es zu einer eingeschränkten Beweglichkeit. Folglich kann es zu einer Versteifung der Wirbelsäule kommen, welches drastische Folgen für das Führen eines Fahrzeuges mit sich bringt. Da das freie Drehen des Kopfes nicht mehr möglich ist, ist der rasche Blick in den Rück- oder Außenspiegel, über die Schulter nach hinten und nach links eingeschränkt. Des Weiteren kommt es zur Einschränkung der Beweglichkeit der Schultergelenke. Somit sind Hände und Arme beim schnellen Lenken und Schalten beeinträchtigt [5, S. 31 f.].

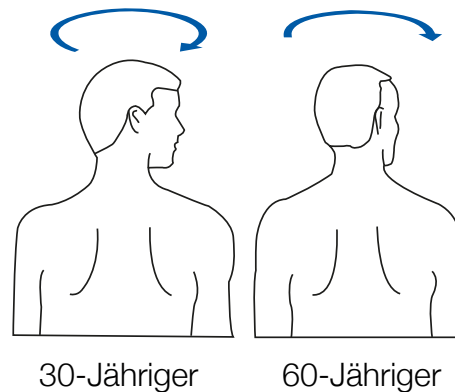


Abbildung 1.6: Bewegungsradius der Halswirbelsäule, eigene Darstellung – angelehnt an [5, S. 33]

Ältere Personen haben deshalb oft Schwierigkeiten beim Rangieren, Rückwärtsfahren, beim Einparken in enge Lücken und auch beim Angurten [18, S. 11]. Um jüngeren Personen die Möglichkeit zu bieten, diese körperlichen Einschränkungen von älteren Menschen nachzuempfinden und erlebbar zu machen, wird häufig ein ASS verwendet, welcher auch in unserer Studie zum Einsatz kam, siehe 3.1.4 [36]. Bezüglich des dritten Bereiches, Aufmerksamkeit und Wahrnehmung, lässt mit zunehmenden Lebensalter die Leistungsfähigkeit nach. Dieses Defizit ist schon ab dem mittleren Lebensalter bemerkbar und somit haben 50-Jährige bereits eine deutlich längere Reaktionszeit als 30-Jährige. Des Weiteren müssen ältere Personen auch mit einem Nachlass des Leistungstempos rechnen. Dies ist vor Allem bei komplexen Aufgaben bemerkbar. Beispiele hierfür wären das Orientieren an unübersichtlichen Einmündungen oder das Spurwechseln bei dichtem Verkehr. Zudem leidet auch die geistige Spannkraft unter dem zunehmenden Alter. Dies ist vor allem daran erkennbar, dass ältere Personen schneller ermüden und sich nicht mehr so lange konzentrieren können [5, S. 27]. Durch diese eben dargelegten Defizite, unter welchen ältere Menschen mit zunehmenden Alter leiden, gelten Senioren als ein hohes Risiko für die Verkehrssicherheit. Sie stellen nicht nur eine Gefahr für sich selbst, sondern auch für andere Verkehrsteilnehmer dar. Somit zählen Senioren zu einer relevanten Zielgruppe für automatisiertes Fahren.

1.2.4 BETRACHTUNG DER VERKEHRSunFALLSTATISTIKEN

Wie bereits in Kapitel 1.2.2 behandelt, verhalten sich meist ältere Autofahrer regelgetreuer an Straßenverkehrsregeln als jüngere Fahrer [23, S. 183]. Auch die im Laufe des Lebens gesammelte Erfahrung und Umsicht, wirken sich positiv im Verkehr aus, welches sich auch in amtlichen Statistiken bemerkbar macht [5, S. 26]. Doch im Gegensatz dazu steht die

beeinträchtigte Informationsaufnahme und –verarbeitung, durch alters- und krankheitsbedingte Leistungseinschränkungen [47, S. 21]. Doch wie machen sich diese Aspekte in den Verkehrsunfallstatistiken bemerkbar? Viele Studien „attestieren den älteren Menschen [eine] geringe Fahrtüchtigkeit und ein größeres Unfallrisiko“ [47, S. 21]. Nach Roland Mnilk [33] wird ein „deutliche[r] Anstieg bei Meldungen über ältere Verkehrsteilnehmer [verzeichnet], die nicht mehr in der Lage sind, sicher Auto zu fahren.“

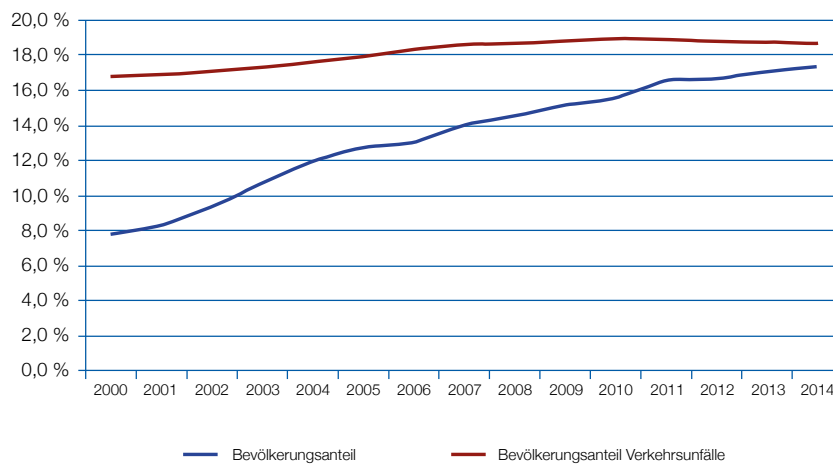


Abbildung 1.7: Entwicklung der Seniorenunfälle (Hauptverursacher), eigene Darstellung – angelehnt an [27, S. 85]

Die Abbildung 1.7 zeigt eine Gegenüberstellung der Bevölkerungsentwicklung und der Unfallbeteiligung von Personen über 64 Jahren. In den Jahren 2010 und 2011 ist der Bevölkerungsanteil von 18,9 % auf 18,7 % gesunken, während die Beteiligung an einem Verkehrsunfall mit 15,5 % im Jahre 2010 auf 17,4 % im Jahr 2014 anstieg. In einem Vergleich dieser Entwicklung mit dem Jahr 2000 mit einem Anteil der über 64-Jährigen mit 16,8 % und deren Unfallbeteiligung von etwa 7,8 % hat der Bevölkerungsanteil um 1,9 % zugenommen, während sich der Anteil als Unfallverursacher mehr als verdoppelt hat [27, S. 85]. Dennoch muss man bei Betrachtung dieser Werte beachten, „dass ältere Menschen [...] generell seltener als PKW-Fahrer unterwegs sind und deshalb absolut gesehen deutlich weniger Unfälle (15.700) verursachen als junge PKW-Fahrer (41.300) [13].

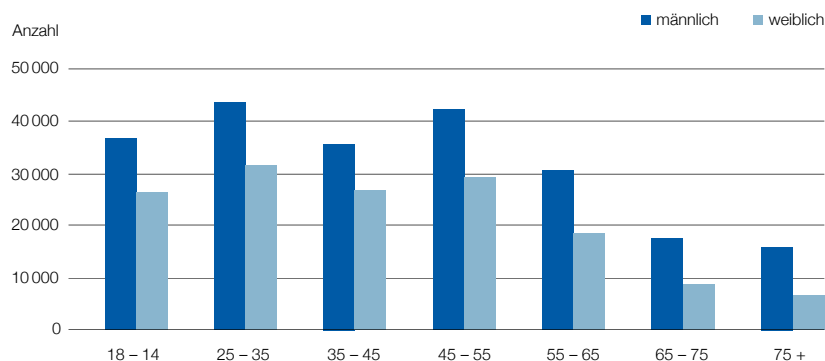


Abbildung 1.8: Unfällen mit Personenschaden 2016, eigene Darstellung – angelehnt an [43, S. 11]

Um diese Zahlen in Zukunft zu minimieren, werden „aus [diversen] Forschungen zur Sicherheit älterer Menschen im Straßenverkehr [...] verschiedene Vorschläge abgeleitet“ [47, S. 22]. Zum einen gibt es Forderungen für eigene Strategien von der Verkehrsplanung [47, S. 22] und zum anderen an Autohersteller, Fahrzeuge umzurüsten [15] und die Autofahrten durch Assistenzsystemen zu unterstützen [47, S. 22].

1.3 MOBILITÄT DER ZUKUNFT: AUTOMATISIERTES FAHREN

Durch die eben aufgeführten Herausforderungen und Veränderungen durch den demographischen Wandel vor allem im Bereich der Mobilität bedarf es für die Zukunft neuer innovativer Lösungen. Durch das enorme Bevölkerungswachstum und die Urbanisierung würden in Zukunft lebenswerte Aspekte wie zum Beispiel Wohlstand und Teilhabe darunter leiden [44, S. 7]. Schon jetzt ist in der Presse und auch in der Fachliteratur von dem nächsten großen Evolutionssprung zu lesen: dem Autonomen Fahren [34]. Vorstandsvorsitzender der Daimler AG, Dieter Zetsche, ist von einer Zukunft mit autonomen Fahrzeugen überzeugt: „Durch das autonome Fahren gewinnen wir Freiheit, die Zeit unterwegs so zu nutzen, wie wir es wollen. Das ist die Zukunft des automobilen Luxus“ [24].

Doch zunächst soll der Begriff des „autonomen Fahrens“ näher betrachtet werden. Der Begriff „Autonomie“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet im Deutschen so viel wie „Unabhängigkeit“ oder „Selbständigkeit“ [34, S. 9]. Der Begriff des autonomen Fahrens wird als „[...] selbständige[s], zielgerechte[s] Fahren eines Fahrzeugs im realen Verkehr, ohne Einfluss des Fahrers bezeichnet“ [11].

Im Folgenden soll nun sowohl auf die Entwicklung dieser Technologie als auch auf passende Assistenzsysteme eingegangen werden. Des Weiteren werden die fünf unterschiedlichen Automatisierungsgrade dargelegt und demonstriert, welche Stufen der Automatisierung zu welchem Zeitpunkt erwartet werden könnte. Abschließend werden die Chancen und Herausforderung des automatisierten Fahrens aufgezeigt.

1.3.1 TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Vor circa 150 Jahren nutzten die Menschen noch Pferdekutschen oder die Eisenbahn als Fortbewegungsmittel [48]. Der Gedanke an ein eigenes, motorisiertes Fortbewegungsmittel unterlag aller Vorstellungskraft. Doch der 29. Januar 1886 gilt als die Geburtsstunde des Automobils, als Carl Benz sein „Fahrzeug mit Gasmotorenbetrieb“ zum Patent anmeldete [10]. Ein weiterer, wichtiger Meilenstein in der Geschichte des Automobils galt Henry Ford, als er begann, Autos am Fließband zu produzieren und dieses zum Massenprodukt zu entwickeln. Seither steht das Automobil für Flexibilität, Unabhängigkeit und persönliche Freiheit [3]. Heutzutage zählt Deutschland zu den weltweiten Marktführern im Bereich der Automobilbranche [44, S. 11]. Auch nach über 130 Jahren später wird das Kraftfahrzeug in Deutschland mit 6700 Patentanmeldungen pro Jahr immer wieder neu erfunden. Investitionen von weltweit jährlich 30 Milliarden Euro fließen in Forschung und Entwicklung, um diese Spitzenposition weiter auszubauen [44]. Derzeit, im 21. Jahrhundert, steht der Automobilbereich vor einem weiteren zukunftsweisenden Fortschritt. „Das autonome Fahren ist nach der Erfindung des Automobils die wohl weitreichendste Revolution in der dynamischen Mobilitätsgeschichte des Menschen“ [32, S. 7].

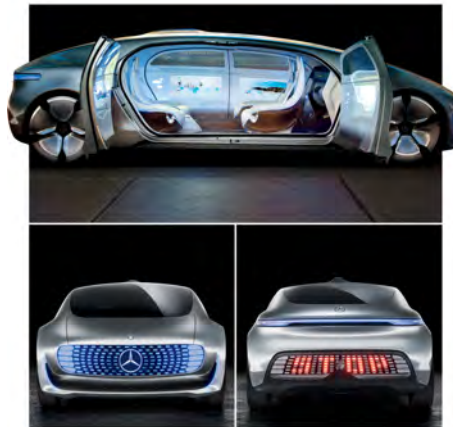


Abbildung 1.9: Luxuslimousine F 015 Luxury in Motion von Mercedes Benz [2]

Weltweit beschäftigen sich derzeit alle nennenswerten Autohersteller mit der Entwicklung des autonomen Fahrens [32, S. 11]. Die Daimler und Benz Stiftung versucht in ihrem zwei-jährigen Projekt „Autonomes Fahren – Villa Ladenburg“ alle Bereiche dieser Thematik näher zu untersuchen. Dazu zählen sowohl ethische, soziale, juristische, psychologische als auch verkehrstechnische Rahmenbedingungen [32, S. 7]. Ziel dieses Projektes mit diversen Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Disziplinen ist es, ein Fachbuch zu veröffentlichen, „mit allen wichtigen Aspekten des autonomen Fahrens [...], entscheidende Fragen zu stellen und zu den notwendigen Diskussionen anzuregen“ [32, S. 13]. Erste teilweise oder voll autonome Fahrzeuge werden bereits heute von anerkannten Automobilherstellern entwickelt und vorgeführt [32, S. 57]. Beispielsweise präsentierte Daimler seine autonom fahrende Luxuslimousine F 015 Luxury in Motion auf der International Consumer Electronic Show 2015 in Las Vegas. Mit dieser Innovation zeigt Daimler die Wandlung eines „Auto[s] vom Fahrzeug hin zum privaten Rückzugsraum“ [21].

	EVOLUTION	REVOLUTION	TRANSFORMATION
Hauptbetreiber	Automobilindustrie (Hersteller, Zulieferer)	automobilfremde Technologiefirmen	Firmengründungen in Hochtechnologie
Zielsetzung	Festigung der Marktposition, Steigerung von Sicherheit und Komfort	Erkundung neuer Geschäftsmodelle, Erweiterung des Kerngeschäfts	Schaffung neuer Dienstleistungen für Stadtmobilität
Kompetenz, Eigenarten	Versuch und Absicherung, Produktion, Vertrieb, Marketing/Verkauf, Betrieb, Instandhaltung	künstliche Intelligenz, digitale Karten, öffentlicher Versuch, unkonventionelle Produkte, Online-Dienste, neue Geschäftsmodelle	Bildverarbeitung, Sensortechnologie, neue Produkte und Geschäftsmodelle, schlanke, unkonventionelle Prozesse

Tabelle 1.3: Szenarien für die Markteinführung von autonomen Fahrzeugen [32, S. 67]

1.3.2 GEEIGNETE ASSISTENZSYSTEME

Ein wichtiger Schritt in der Entwicklung zum autonomen Fahren ist der Einsatz von Fahrerassistenzsystemen. Bereits heute sind in den meisten Fahrzeugen Assistenzsysteme integriert [34, S. 4] und in Zukunft sollen diese auf dem Weg zum automatisierten Fahren noch verstärkt eingesetzt werden. Die Aufgabe von den elektronischen Systemen im Fahrzeug ist es, den Fahrzeugführer während seiner Fahrt zu unterstützen und zu entlasten. Die Abbildung 1.10 zeigt, dass diese Systeme verschiedene Aufgabenfelder besitzen und somit „eine wichtige Schnittstelle zwischen Fahrendem, Fahrzeug und Umfeld gebildet [wird] [34, S. 4].“

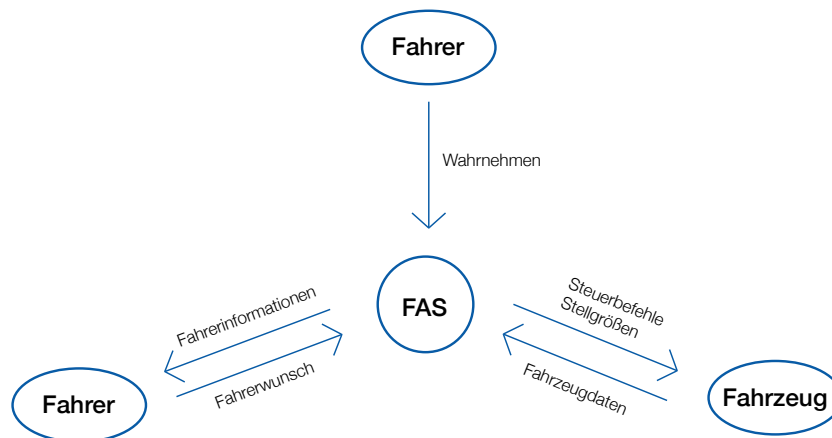


Abbildung 1.10: Aufgabenfelder der Fahrerassistenzsysteme, eigene Darstellung – angelehnt an [34, S. 5]

Die drei eben genannten Bereiche werden durch ein Fahrerassistenzsystem überwacht und bei Bedarf durch eine Warnfunktion oder ein tatsächliches Eingreifen regulierend unterstützt [34, S. 4]. Vorteile der Systeme sind vor allem im Bereich der Verkehrssicherheit von großer Bedeutung. Diese „[leisten] einen Beitrag zur aktiven und passiven Sicherheit beim Fahren [...], ohne dass der Fahrer die Assistenz bewusst wahrnehmen oder bedienen muss, [...]“ [23, S. 180]. Fahrerassistenzsysteme unterstützen somit den Fahrer sowohl bei sämtlichen Fahraufgaben als auch bei der Bedienung des Fahrzeugs [44, S. 11]. Des Weiteren bieten diese Hilfe in kritischen Situationen [44, S. 12] und tragen zur Entlastung der Fahrzeugführer bei [23, S. 180]. Zusammenfassend steuern Fahrerassistenzsysteme einen erheblichen Beitrag zur „Steigerung der Sicherheit, des Komforts oder der Ökonomie des Fahrens“ [34, S. 4] bei. Neben Systemen, die als nützlich für die Fahrzeugausstattung gesehen werden, gibt es auch Systeme, welche als unverzichtbar für ein sicheres Auto gelten [5, S. 17].

Im Folgenden werden die von Bonk et al. [5] als unverzichtbar eingestuften Fahrerassistenzsysteme kurz vorgestellt. Neben einem Antiblockiersystem (ABS), das das Blockieren der Räder beim Bremsen verhindert, gehört unerlässlich auch das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) zu der Standardausstattung jedes Fahrzeugs [1]. Letztgenanntes erkennt instabile Fahrzustände, wie unter- oder übersteuern und hält das Fahrzeug auf sicherem Kurs. Des Weiteren zählt die Automatische Stabilitätskontrolle zu einem unersetzlichen FAS. Dieses hilft beim Anfahren auf glatten Fahrbahnen und verhindert ein Durchdrehen

der Antriebsräder. Systeme, die auch essentiell zu jedem Fahrzeug gehören, sind Einparkhilfe, Front- und Seitenairbags sowie Kopfstützen. Es gibt weitere Systeme, die nicht zu einer Standardausstattung gehören, aber auch wichtige Aspekte mit sich bringen, die für verbesserten Komfort und Sicherheit sorgen [5, S. 17]. Auch diese nützlichen Assistenzsysteme von Bonk et al. [5, S. 20 f.] sollen nun dargelegt werden. Das Automatikgetriebe zählt zu solch einem nützlichen FAS, denn diese hoch entwickelten, elektronisch gesteuerten Schaltsysteme sind perfekt auf das Fahrzeug abgestimmt, passen sich den Fahrerwünschen an und bieten ein Höchstmaß an Komfort und technischer Perfektion. Des Weiteren ist die Geschwindigkeitsregelung zu nennen. Dieses FAS ermöglicht das Einstellen einer gewünschten Geschwindigkeit, die dann vom Fahrzeug gleich gehalten wird. Es entlastet den Fahrer auf langen Abschnitten mit Geschwindigkeitsbegrenzung. Des Weiteren zählt auch die Klimaanlage zu einem nützlichen Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug. Es gestattet eine Kühlung des Innenraums und somit ergibt sich ein Sicherheitsgewinn für den Fahrer, da seine Konzentration nicht so schnell nachlässt. Des Weiteren reduziert dieses das Beschlagen der Scheiben, da die einströmende Luft getrocknet wird. Als weitere nützliche Systeme für Fahrzeuge gelten Navigationssysteme, Regensensor, Sitzheizung, Zentralverriegelung und viele Weitere. Besonders für ältere Kraftfahrer erscheinen viele Assistenzsysteme als große Erleichterung bezüglich dem Autofahren [23, S. 180]. „[...] Technische[n] Systeme können so bis zu einem gewissen Grad Verluste in Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Verkehrsteilnahme kompensieren und auf diese Weise zur Steigerung der Verkehrssicherheit und zur Unfallreduktion beitragen“ [23, S. 180], was vor allem für ältere Autofahrer sehr von Bedeutung ist. Somit ist eine geeignete Wahl des Ausstattungsumfangs eines Fahrzeugs notwendig, um bestimmte körperliche Einschränkungen und Fähigkeiten von Senioren im Fahrzeug auszugleichen [6, S. 37]. Brenner [6] verglich in seiner Dissertationsreihe die vom ADAC e.V. vorgestellten Zusatzausstattungen mit dem Ausstattungsangebot von Mercedes Benz für mobilitätseingeschränkte Kunden und nannte zusammenfassend „folgende Ausstattungen als besonders hilfreich für ältere Fahrzeugführer“ [6, S. 37]: Automatisierte Getriebe bzw. Automatikgetriebe, Standheizung, Garagentoröffner, Reifen mit Notlaufeigenschaften, elektrischer Fensterheber, Servoschließung sowohl für Türen als auch automatische Heckklappe und Sitze mit Memory-Funktion. Letztgenanntes speichern individuelle Sitzeinstellungen verschiedener Fahrer, die auf Tastendruck abgerufen werden können. Doch viele dieser eben genannten Systeme, die vor allem für die älteren Fahrzeugführer hilfreich wären, sind heutzutage noch sehr teuer und sind deswegen in den jetzigen Modellen noch nicht integriert und nur gegen Aufpreis zu erhalten [18, S. 18]. Otto Wulff, Chef der CDU-Senioren Union, appelliert dennoch an die Hersteller, dass bei dieser großen Anzahl an Fahrerassistenzsystemen, die für seniorengeeignete Fahrzeuge essentiell wären, darauf geachtet wird, dass die Zielgruppe der Senioren durch technische Innovationen nicht zu sehr beansprucht werden [15].

1.3.3 AUTOMATISIERUNGSGRAD VON FAHRZEUGEN

Auch in Zukunft werden die eben aufgeführten Fahrerassistenzsysteme in den Fahrzeugen vermehrt zu finden sein. Diese „werden [nicht nur] immer komplexer, [sondern] sind zunehmend in der Lage, neben Stabilisierungsaufgaben auch Fahrkompetenzen auf der Führungsebene zu übernehmen“ [34, S. 7]. Aufgrund dieser verschiedenen übernommenen Funktionen der Systeme können diverse Automatisierungsgrade bezüglich der Fahraufgaben unterschieden werden [44, S. 14]. Die im Folgenden näher betrachteten Automatisierungsgrade unterscheiden sich dahingehend, in wieweit FAS dem Fahrer während der Fahrt lediglich Unterstützung bieten, bis hin zur teilweisen und vollständigen Übernahme

des Fahrens durch das System [34, S. 7]. Die folgenden sechs Stufen der Automatisierungsgrade, Abbildung 1.11, zeigen sowohl die Aufgaben für das System auf, als auch Aufgaben, die an den Fahrer gestellt werden. Diese beziehen sich auf den Verband der Automobilindustrie e.V. [44, S. 14].

Es werden folgende Stufen unterschieden:

Stufe 0 · keine automatisierten Fahrfunktionen

- Fahrer führt allein die Längsführung (Geschwindigkeit halten, Gas geben und Bremsen) und Querführung (=Lenken) aus
- keine eingreifenden, sondern lediglich warnende Systeme

Stufe 1 · System übernimmt entweder Längs- oder Querführung des Fahrzeugs

- Fahrer führt dauerhaft die jeweils andere Aktivität aus

Stufe 2 · entspricht der Teilautomatisierung

- Fahrer kann Längs- und Querführung an das System in einem bestimmten Anwendungsfall übergeben
- Fahrer überwacht das Fahrzeug und den Verkehr während der Fahrt fortlaufend
- Fahrer muss jederzeit dazu in der Lage sein, sofort die Steuerung des Fahrzeug übernehmen zu können

Stufe 3 · System erkennt selbstständig die Systemgrenzen (Punkt, an dem Umgebungsbedingungen nicht mehr dem Funktionsumfang des Assistenzsystems entsprechen)

- Fahrzeug fordert in diesem Fall den Fahrer zur Übernahme der Fahraufgabe auf
- Fahrer muss Längs- und Querführung des Fahrzeugs nicht mehr dauerhaft überwachen
- Fahrer muss jedoch in der Lage sein, nach Aufforderung durch das System mit einer gewissen Zeitreserve die Fahraufgabe wieder zu übernehmen

Stufe 4 · Fahrer kann komplette Fahraufgabe an das System in spezifischen Anwendungsfällen übergeben

- Anwendungsfälle beinhalten Straßentyp, Geschwindigkeitsbereich und Umfeldbedingungen

Stufe 5 · entspricht dem fahrerlosen Fahren

- Fahrzeug kann vollumfänglich auf allen Straßentypen, in allen Geschwindigkeitsbereichen und unter allen Umfeldbedingungen die Fahraufgabe vollständig allein durchführen

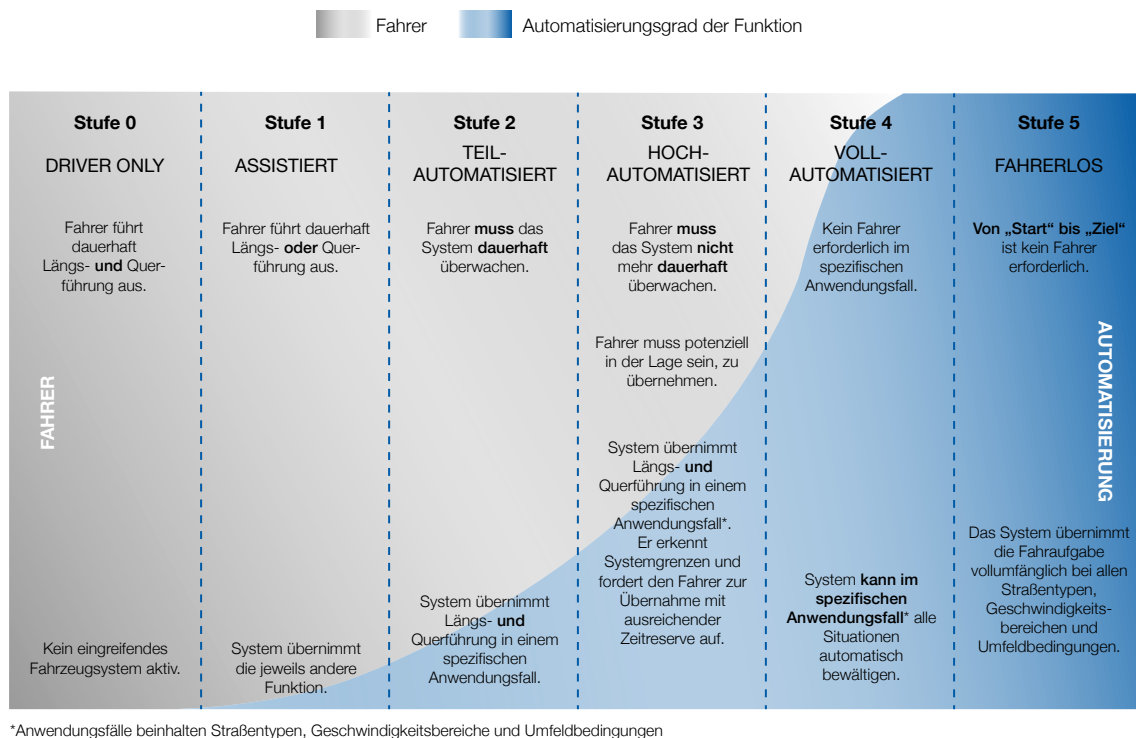


Abbildung 1.11: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens, eigene Darstellung – angelehnt an [44, vgl. S. 15]

1.3.4 CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Nachdem nun die verschiedenen Automatisierungsstufen näher betrachtet wurden, die in Zukunft Schritt für Schritt realisiert werden sollen, besteht die Frage, welche Konsequenzen nicht nur für die Bevölkerung und den Verkehr, sondern auch für viele weitere Bereiche resultieren werden. Für die Zukunft des automatisierten und autonomen Fahrens resultieren auf der einen Seite viele Herausforderungen und technische, gesellschaftliche, ethische und politische Fragen, die bis zum Eintritt der einzelnen Stufen geklärt werden müssen [32, S. 7]. Auf der anderen Seite bringt das automatisierte und autonome Fahren viele Vorteile mit sich und hat das Potenzial, unsere Mobilität grundlegend zu verändern [32, S. 12]. Es wird zunächst auf die Herausforderungen eingegangen, die eine Markteinführung von automatisierten Fahrzeugen mit sich bringt. Ohl [34, S. 28] untergliedert diese in technische, gesellschaftliche und rechtliche Herausforderungen, welche im Folgenden näher erläutert werden sollen. Bezüglich der technischen Probleme, die diese neue Technologie mit sich bringt, ist die Zuverlässigkeit ein wichtiger Aspekt. Viele der bereits in Fahrzeugen eingebauten Fahrerassistenzsysteme sind in deren Technik sehr gut ausgereift und können zum Großteil ohne größere Fehler verwendet werden. Doch da schon in naher Zukunft immer mehr Systeme in Fahrzeugen integriert werden sollen, wird davon ausgegangen, dass es auch zu einem Anstieg der technischen Mängel kommen wird [34, S. 29 ff.]. Um die Sicherheit und damit auch Zuverlässigkeit der Fahrzeuge garantieren zu können, sind für die Zukunft „weitere zeit- und kostenintensive Test- und Entwicklungsphasen unerlässlich“ [34, S. 31]. Neben dem Datenschutz und der Datensicherheit, welche sich vor allem mit der Frage beschäftigen, welche Daten gesammelt werden und an wen diese weitergeleitet

werden [32, S. 17], ist vor allem das Problem der sogenannten Dilemma-Situationen sehr umstritten. Systeme müssen hierfür in der Lage sein, bei einem unvorhergesehenen Ereignis mit potentiell Personenschaden, in Sekundenbruchteilen die passende Entscheidung zu treffen, um den Schaden möglichst minimal zu halten [34, S. 32]. Des Weiteren gibt es noch Herausforderungen im gesellschaftlichen Bereich, welche sich vor allem auf die Aspekte der Akzeptanz, dem Mobilitätswandel und der Ethik belaufen [34, S. 34]. Letztgenanntes steht in engem Bezug zu den bereits erläuterten Dilemma-Situationen. Als dritten Bereich nennt Ohl [34, S. 40] die rechtlichen Herausforderungen, welche die Aspekte der Zulassung und der Haftung beinhalten.

Nachdem nun ausführlich auf die Herausforderungen eingegangen wurde, die die Entwicklung des automatisierten Fahrens mit sich bringt, soll nun das Potential und die Chancen dieser Innovation erläutert werden. Ohl [34, S. 20] nennt auch hier verschiedene Bereiche, die durch diese Technologieentwicklung profitieren. Großes Potenzial wird der Steigerung der Verkehrssicherheit zugeschrieben. Wie schon in Kapitel 1.2.4 beschrieben, gehen nach aktuellen Studien 93,5 % der Unfälle auf menschliches Versagen zurück. Durch verkehrsrechtliche Regelungen und durch die Integration von passiven und aktiven Fahrerassistenzsystemen kann die Sicherheit gesteigert werden [32, S. 20 f.]. Auch Abbildung 1.12 zeigt, in Abhängigkeit von der Schwere eines Unfalls, welche und wie viele Unfälle theoretisch durch automatisierte Fahrzeuge vermieden werden könnten [32, S. 141].

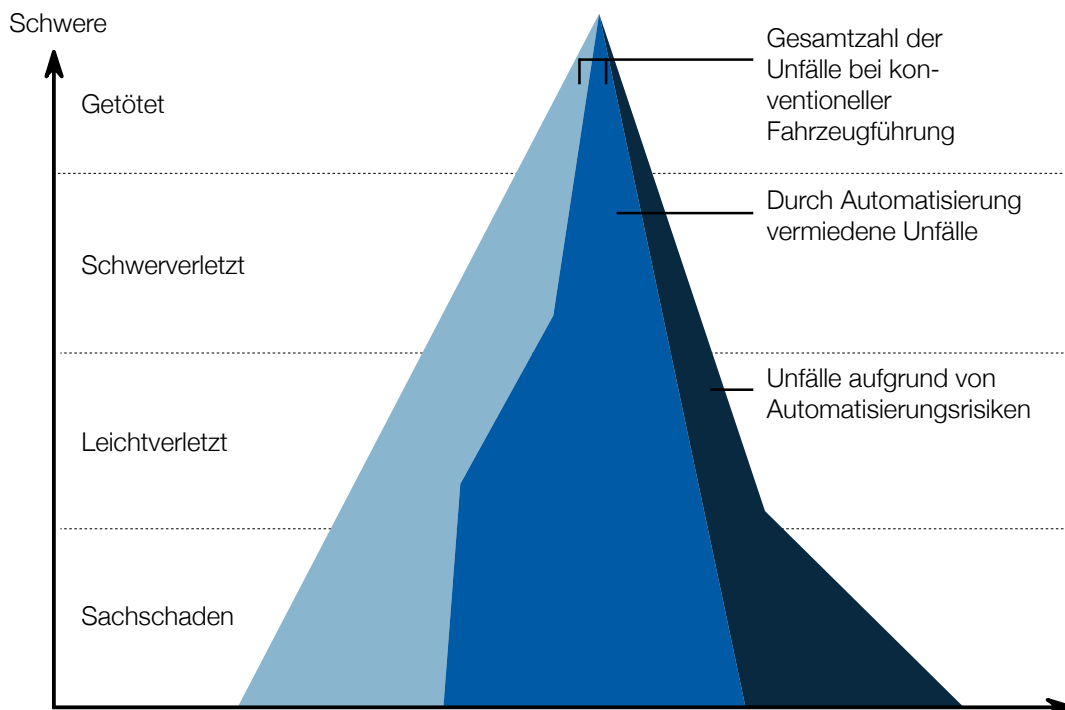


Abbildung 1.12: Vermiedene Unfälle durch automatisiertes Fahren, eigene Darstellung – angelehnt an [32, S. 141]

Somit besteht ein großes Potential für den Bereich der Verkehrssicherheit, dass Unfälle, die durch menschliches Versagen zustande kommen, durch selbstständig lernende Systeme minimiert werden können [34, S. 21 f.]. Auch hinsichtlich der Flexibilität und des Komforts bieten automatisierte Fahrzeuge viele Vorteile. Laut einer Studie verbringen 1,2 Milliarden

Autofahrende im Durchschnitt 50 Minuten am Tag im Auto. Diese Zeit kann in automatisierten Fahrzeugen vollständig individuell nutzbar gemacht werden [34, S. 23]. Bereits vorliegende Untersuchungen [32, S. 19], welche die Beschäftigungen in öffentlichen Verkehrsmitteln analysierten, ergeben, dass sich fast alle der befragten Nutzer die Landschaft anschauen, sich unterhalten, Musik hören oder lesen. Hingegen „ist die Anzahl derer, die autonomes Fahren dafür schätzen, künftig im Auto arbeiten zu können, relativ gering“ [32, S. 19]. Die dargelegten Erkenntnisse zeigen, dass der Bereich der Flexibilität und des Komforts durch die Entwicklung des automatisierten Fahrens erheblich verbessert werden kann [34, S. 23]. In Bezug auf die Zielgruppe der älteren Personen hat die Entwicklung des automatisierten Fahrens ebenso einerseits Nachteile, doch auf der anderen Seite signifikante Vorteile aufzuweisen. Die Senioren werden vor allem zu Beginn der innovativen Technologie mit Überforderung und Ablenkung zu kämpfen haben, wenn die Warnungen der Systeme zu häufig erfolgen. Auch besteht die Gefahr von einem weiteren Verlust der Übung und Erfahrung, wenn den Systemen Fehler unterkommen [23, S. 181]. Trotz dieser eben genannten Herausforderungen für Senioren bezüglich des automatisierten Fahrens, weist die Technologie bedeutsame Vorteile für diese Zielgruppe auf, denn „Fahrcomputer können Älteren ermöglichen, länger mobil zu sein“ [32, S. 9].

1.4 SENIOREN ALS LUKRATIVE ZIELGRUPPE FÜR AUTOMATISIERTE FAHRZEUGE

Durch die eben aufgeführten Potenziale dieses technischen Fortschritts zeigt sich, dass vor allem die Zielgruppe der älteren Fahrzeugführer vom automatisierten Fahren profitieren wird. Weltweite Autohersteller und Konzerne sehen Rentner und Rentnerinnen als Nutzergruppe für automatisierte Fahrzeuge und arbeiten deshalb schon längere Zeit an einem Roboterauto für Senioren [14]. Allein im letzten Jahr wurden 1,2 Millionen und somit 35 % aller Neuwägen an ältere Fahrzeugführer über 60 Jahre verkauft. Doch das Fahren mit dem Auto wird älteren Menschen im Laufe der Zeit, vor allem durch deren körperliche Einschränkungen, zu gefährlich und trauen sich somit nicht mehr so oft hinters Steuer [9]. Der US-Rentnerverband AARP bezeichnet diese Innovation als „Geschenk des Himmerls“ [9] und auch Google prophezeit ein „perfektes Vehikel für Rentner“ [14]. Den Senioren soll es schon bald möglich sein, zum Einkaufen, zum Arzt oder zu Freunden zu fahren, ohne auf fremde Hilfe angewiesen zu sein und somit erhalten auch Menschen mit eingeschränkter Fahrkompetenz ihre eigenständige Mobilität [9]. Der Konzern Google arrangierte sogar eine Testfahrt, siehe Abbildung 1.13, mit seinem entwickelten, selbstfahrenden Auto und einer 94-Jährigen, welche begeistert von dieser Technologie schien: „Man hat nicht richtig gelebt, bevor man einmal in so einem Auto mitgefahren ist. [...] Ich habe mich komplett sicher gefühlt. [...] Ich konnte nicht glauben, dass das Auto reden konnte“ [14].



Abbildung 1.13: Testfahrt einer 94-Jährigen in einem selbstfahrenden Fahrzeug von Google [25]

Doch nicht alle Senioren besitzen eine solche Technikbegeisterung und -affinität wie die 94-Jährige, denn die meisten Repräsentanten dieser Zielgruppe tendieren dazu, die Innovation genauestens zu hinterfragen, um Vertrauen aufbauen zu können. „Geräte, über deren Funktion sie wenig bis keine Kontrolle haben, lösen in älteren Menschen nur wenig Enthusiasmus aus“ [14]. Des Weiteren nimmt im höheren Alter die Bereitschaft, Gewohnheiten zu ändern, ab [22]. Somit ist es nun die Aufgabe der Hersteller und Konzerne, das nötige Vertrauen bei dieser Zielgruppe herzustellen und automatisierte Fahrzeuge zu entwickeln, welche von der Nutzergruppe der Senioren angenommen wird. Nur so können künftige automatisierte Fahrzeuge den älteren Menschen helfen, mobil zu bleiben [22].

1.5 RELEVANZ FÜR DIE EIGENE ARBEIT

Durch die eben dargelegten Erkenntnisse zeigt sich, dass das Thema des automatisierten Fahrens für Senioren in Zukunft eine wichtige Rolle sowohl in der Gesellschaft als auch in der Politik einnehmen wird. Da die Anzahl von älteren Menschen in den nächsten Jahrzehnten weltweit ansteigen wird, besteht die Notwendigkeit, in Zukunft mehr auf die Anforderungen und Bedürfnisse dieser Zielgruppe einzugehen. Des Weiteren rückt das automatisierte Fahren noch weiter in den Fokus. Durch die Verknüpfung dieser beiden Forschungsbereiche sollen in einer Benutzerstudie wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, um die Mobilität von älteren Autofahrern durch seniorenrechtliches automatisiertes Fahren aufrecht erhalten zu können.

1.6 FORMULIERUNG DER FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

Bereits existierende Studien, die sich mit der Akzeptanz und dem Vertrauen ältere Menschen in automatisierten Fahrsystemen befassen, weisen einige Herausforderungen bei der Anwendung von User-Centered Design Methoden auf. Daher wird folgende Forschungsfrage postuliert:

RQ Kann ein Akzeptanz Unterschied zwischen jüngeren und älteren Autofahrern beim automatisierten Fahren festgestellt werden?

Es wird angenommen, dass sich die Akzeptanz und das Vertrauen hinsichtlich unterschiedlichen Alters der Nutzer unterscheidet. Folglich werden folgende Hypothesen aufgestellt:

H1 Die Akzeptanz von jüngeren Nutzern ist höher als die der Älteren.

H2 Aufgrund der beschränkten Technikaffinität von älteren Nutzern besitzen diese ein geringeres Vertrauen in automatisiertes Fahren.

H3 Angesichts der körperlichen Einschränkungen bei älteren Fahrzeugführern besitzen diese einen deutlich bemerkbareren Wunsch zum automatisierten Fahren.

H4 Aufgrund der reduzierten körperlichen Fähigkeiten der älteren Nutzer benötigen diese multimodale Signale beim TOR.

Um diese Fragestellung zu beantworten und die Hypothesen zu prüfen, werden die Unterschiede bei der Akzeptanz und dem Vertrauen von älteren und jüngeren Probanden in einem „between-subjects-Design“ untersucht.



2

VERWANDTE
ARBEITEN

2 Verwandte Arbeiten

Automatisiertes Fahren gilt derzeit als eines der meistdiskutierten Themen in Forschung, Wirtschaft und Politik. Viele Automobilhersteller und Konzerne arbeiten an der Vision der vollständigen Automatisierung des Automobils [16]. Um einen Überblick über den Stand der Forschung zu bekommen, sollen im Folgenden einige Studien dargelegt werden, welche sich sowohl mit der Thematik des automatisierten Fahrens als auch mit der Zielgruppe der Senioren beschäftigen.

2.1 USER-CENTERED DESIGN FÜR AUTOMATISIERTES FAHREN

Die Autoren Rödel et al. beschäftigten sich in deren Paper [40] mit der Frage, inwiefern sich User Acceptance und User Experience bezüglich den verschiedenen Automatisierungsstufen verändern. Dazu untersuchten sie sowohl User Acceptance als auch User Experience Faktoren wie wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, Einstellung zur Verwendung des Systems, wahrgenommene Verhaltenskontrolle, Verhaltensabsicht ein System zu benutzen, Vertrauen und Spaß. Die Studie basiert auf den fünf verschiedenen Ebenen, siehe Abbildung 2.1, der National Highway Traffic Safety Administration.






NHSTA's five level of autonomy	Our driving scenarios as used in the study	
<p>NHSTA-Level 0</p> <p><i>No-Automation:</i> The driver is in complete and sole control of the primary vehicle controls - brake, steering, throttle, and motive power-at all times.</p>		<p>Scenario 1985</p> <p>The driver's first task is to find the route to a friend's new apartment by means of a paper map. He reverses the car without external help out of the parking space and drives a part of the route. Only then he realizes that he has exceeded the speed limit, as the car does not have a cruise control. Stop-and-go traffic and a novice in front make constant gear shifting necessary in the rush hour, as an automatic transmission is not available. Arriving at the destination the driver parks the car again without external help.</p>
<p>NHSTA-Level 1</p> <p><i>Function-specific Automation:</i> Automation at this level involves one or more specific control functions. Examples include electronic stability control or precharged brakes, where the vehicle automatically assists with braking to enable the driver to regain control of the vehicle or stop faster than possible without assistance.</p>		<p>Scenario 2000</p> <p>The driver enters the address of the friend's new apartment into the navigation system which leads him during the route. A parking assist helps the driver with auditive feedback out of the parking space. During the ride the driver exceeds the speed limit, not being aware of that, as the car does not have a cruise control. Due to the deployed automatic transmission the stop-and-go traffic and the novice driver in front bother the driver only marginally. Arriving at the destination the driver parks the car with support by the parking assist.</p>
<p>NHSTA-Level 2</p> <p><i>Combined Function Automation:</i> This level involves automation of at least two primary control functions designed to work in unison to relieve the driver of control of those functions. An example of combined functions enabling a level 2 system is adaptive cruise control in combination with lane centering.</p>		<p>Scenario 2015</p> <p>The driver enters the address of the friend's new apartment into the navigation system which leads him during the route. To maneuver out of the parking space the driver only accelerates and brakes, while steering is handled automatically by the vehicle. Exceeding the speed limit is prevented by a cruise control. In the stop-and-go traffic the speed and the distance to the car in front are controlled by an active cruise control. Arriving at the destination the driver parks the car with support by the parking assist.</p>
<p>NHSTA-Level 3</p> <p><i>Limited Self-Driving Automation:</i> Vehicles at this level of automation enable the driver to cede full control of all safety-critical functions under certain traffic or environmental conditions. In those conditions to rely heavily on the vehicle to monitor for changes in those conditions requiring transition back to driver control. The driver is expected to be available for occasional control, but with sufficiently comfortable transition time. The Google car is an example of limited self-driving automation.</p>		<p>Scenario 2030</p> <p>The driver enters the address of the friend's new apartment into the navigation system which leads him during the route. To maneuver out of the parking space the driver is supported by the parking assist. The car is manually controlled by the driver up to the highway, where it is switched to autonomous mode and now handles accelerating, steering and braking completely autonomously. When reaching the highway exit, the car requires that the driver takes back control. Arriving at the destination the automatic parking system finds a parking space and supports the driver with maneuvering in parking.</p>
<p>NHSTA-Level 4</p> <p><i>Full Self-Driving Automation:</i> The vehicle is designed to perform all safety-critical driving functions and monitor roadway conditions for an entire trip. Such a design anticipates that the driver will provide destination or navigation input, but is not expected to be available for control at any time during the trip. This includes both occupied and unoccupied vehicles.</p>		<p>Scenario 2045</p> <p>The driver gives the car the order to navigate to the address of the friend's new apartment. The car pulls out of the parking spot autonomously. During the ride the car operates within the speed limits, accelerates, brakes and steers fully autonomously, while the driver may be engaged in other activities than driving. In the case of a suddenly appearing obstacle the car avoids it independently of the driver. Arriving at the destination the car locates a space and parks autonomously.</p>

Abbildung 2.1: **Links:** Beschreibung der fünf NHSTA-Stufen der Fahrzeugautonomie – **Rechts:** Entsprechende Visualisierung und Beschreibung der Fahrscenarien [40]

PEU	Perceived Ease of Use is defined as the degree to which the user believes that using a particular system would be free of physical and mental effort [4].
ATT	Attitude Towards using the system refers to the degree to which a person has a favorable or unfavorable evaluation or appraisal of the behavior in question [1].
PBC	Perceived Behavioral Control is the individual's perception of the extent to which performance of the behavior is easy or difficult, and is conceptualized to capture perceived/actual resources and opportunities [1].
BI	Behavioral Intention to use the system is the strength of ones intention to perform a specified behavior [9].
T	Trust is defined as the attitude that an agent will help achieve an individuals goals in a situation characterized by uncertainty and vulnerability [16].
F	Fun is the extent to which the activity of using a specific system is perceived to be enjoyable in it's own right, aside from any performance consequences resulting from system use [5].

Abbildung 2.2: Gezielte Faktoren für Akzeptanz und Benutzererfahrung

Es wurde eine Umfrage anhand eines Online Fragebogens mit insgesamt 336 Probanden durchgeführt, in welchem demographische Daten, Informationen über die Fahrfrequenz und Vorerfahrung mit erweiterten Fahrassistenzsystemen abgefragt wurden. Des Weiteren wurden fünf verschiedene Szenarien, welche einen kurzen Fragebogen enthielten, gezeigt, wobei jedes Szenario eine Automatisierungsstufe repräsentiert. Um User Acceptance und User Experience Faktoren zu untersuchen, verwendeten Rödel et al. verschiedene Konstrukte, siehe Abbildung 2.2. Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass sich User Acceptance und User Experience hinsichtlich verschiedener Automatisierungsstufen signifikant unterscheiden. Bezüglich der Benutzerfreundlichkeit gibt es keinen Anstieg bei einem höheren Grad der Automatisierung. Dies erklären sich Rödel et al. dadurch, dass die Interaktion mit einer steigenden Anzahl von Fahrerassistenzsystemen auch die Komplexität beim Autofahren erhöht. Somit nehmen User Acceptance und User Experience mit steigendem Automatisierungsgrad ab.

In einer Pilotstudie von Ingrid Pettersson und I.C. MariAnne Karlsson [35] wurde in zwei verschiedenen qualitativen Ansätzen die Nutzererwartung für die zukünftige Automobiltechnologie untersucht. Im Paper werden diese beiden Studien näher beschrieben und auch die Ergebnisse vorgestellt.

Study A – drawing and collaging future automotive experiences

Insgesamt neun Teilnehmern wurde die Aufgabe gestellt, aus einem Collagenmaterial eine Art von Auto zu wählen, welches ihre Vision von einem autonomen Fahrzeug repräsentiert. Des Weiteren wurden sie ermutigt, Aktivitäten, Autodesigns und Stadtänderungen zu zeichnen, welche die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen mit sich bringt. Ein semistrukturiertes Interview stellte darüber hinaus Fragen zu der Wertschätzung von autonomen Fahrzeugen, Sorgen, Aktivitäten und erwartete Designänderungen. Ergebnisse der Studie war, dass sich alle Teilnehmer außer einer, drehbare Sitze im Fahrzeug wünschen. Insgesamt sollte das Fahrzeuginnere ein futuristisches Design besitzen und sich deutlich von den jetzigen Fahrzeugen abheben.

Study B – ‘setting the stage’ for future automotive experiences

Die Studie, an der ebenfalls neun Probanden beteiligt waren, wurde auf einem Parkplatz durchgeführt. Die Teilnehmer wurden ermutigt, aus Stühlen und Kreide ein autonomes Fahrzeug zu entwerfen, siehe Abbildung 2.3.



Abbildung 2.3: Beispielszenarios aus Studie B [35]

Es wurde ein halbstrukturiertes Interview durchgeführt, um die erwarteten Aktivitäten im Fahrzeug, die Bedenken und die Veränderungen im Fahrzeug abzufragen. Ergebnisse dieser Studie waren zum einen, dass sich die Mehrheit das autonome Fahrzeug als „ausgedehntes Wohnzimmer“ vorstellen. Beschäftigungen, die während der Fahrt vorstellbar wären, sind mit der Familie zu entspannen, einen guten Film zu genießen und leichte Arbeitsaufgaben durchzuführen. Somit wird das Fahrzeug zu einem Platz für andere Aktivitäten und kein Ort mehr für Aufsicht und Kontrolle. Dennoch wurde erwartet, dass traditionelle Fahrinformationen fortwährend existieren, um dem Fahrzeug mehr vertrauen zu können und Kontrolle über die Situation zu besitzen.

2.2 USER-CENTERED DESIGN FÜR SENIOREN

Im Bereich der Technikakzeptanz von Senioren untersuchten Renaud und Biljon mit deren Paper [38] angelehnt an diversen Akzeptanzfaktoren die Annahme von Mobiltelefone durch ältere Menschen. Eine Teilmenge dieser Faktoren wurden bestätigt, indem Erkenntnisse aus der Forschung von älteren Mobiltelefonnutzern, inklusive deren Bedürfnisse und Beschränkungen, mit einbezogen wurden. Die Faktoren wurden durch ein qualitatives Interview mit Senioren überprüft, welche die Verwendung von Szenarien und eine Handy-Design Aktivität beinhalten. Aus den Ergebnissen entwickelten Renaud und Biljon das Senior Technology Acceptance and Adoption model for Mobile technology (STAM). Durch eine Probandenstudie sollen die Faktoren bestätigt werden und festgestellt werden, ob zusätzlich weitere Faktoren beteiligt sind. Bei der Untersuchung wurde ein halbstrukturiertes Interview durchgeführt. Ein Fragebogen erfasste die demographischen Daten, beschrieb verschiedene Szenarien, welche typischerweise im alltäglichen Leben auftreten

und gab Aufschluss über diverse Technologieakzeptanzfaktoren. Beispielsweise ist bei den verschiedenen Szenarien abgefragt worden, auf welche Weise man Informationen zu dem Mobiltelefon erhält oder ob das Mobiltelefon eine Hilfe bei Notfällen, wie zum Beispiel bei einem Schlaganfall, wäre. Insgesamt nahmen 34 Senioren im Alter zwischen 60 bis 92 Jahren an der Studie teil. Basierend auf einer Literaturstudie zu Technologieakzeptanzmodellen, einer Untersuchung des Kontexts des älteren Nutzers und den Ergebnissen des Interviews wurde das *Senior Technology Acceptance and Adoption Model (STAM)* entwickelt, welches in Abbildung 2.4 dargestellt ist.

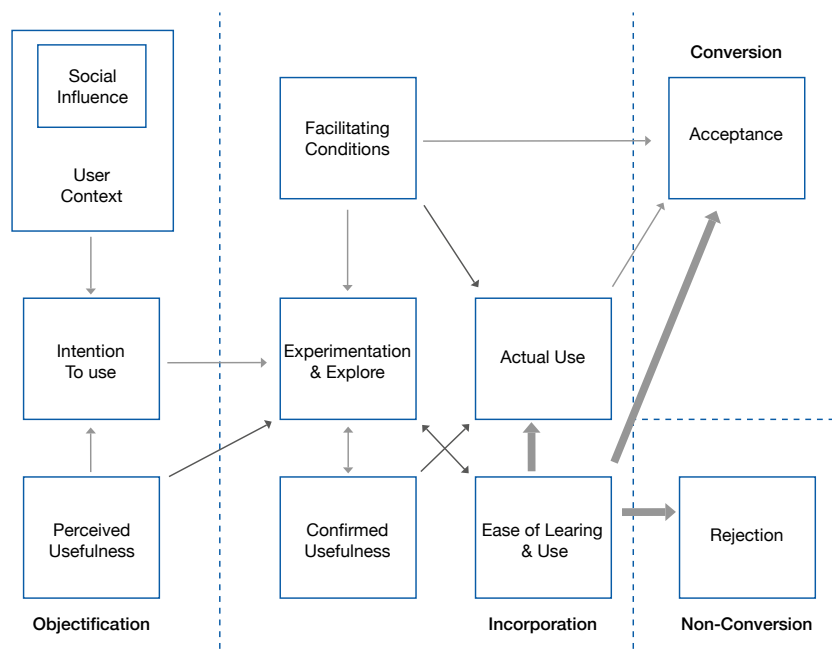


Abbildung 2.4: Senior Technology Acceptance and Adoption Model (STAM) [38]

An den Themen des automatisierten Fahrens und der Zielgruppe von Senioren forschten auch Gold et al. [20]. Untersucht wurde, wie die Erfahrung des automatisierten Fahrens das Vertrauen in die Automatisierung und die Einstellung des Fahrers zur Automatisierung verändert. Dazu wurde ein Fahrsimulator-Experiment mit insgesamt 72 Teilnehmern zwischen 19 und 79 Jahren durchgeführt. Das Durchschnittsalter der Jüngeren beträgt 23,28 Jahre und das der älteren Gruppe 66,67 Jahre. Die Probanden füllten einen Fragebogen vor und einen nach der automatisierten Fahrt aus, um die Veränderung des Vertrauens zu der Technik analysieren zu können. Während der Studie wurde auch das Blickverhalten der Teilnehmer aufgezeichnet, um einen Vertrauenswandel durch eine Veränderung des Scanverhaltens zu messen. Die Teilnehmer absolvierten eine ca. 15 – 20-minütige Fahrt auf einer dreispurigen Autobahn mit einer Geschwindigkeit von 120 km/h. Da das Vertrauen durch kritische Situationen beeinträchtigt wird, wurden drei TOR miteingebaut, bei welchen die Teilnehmer die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen müssen. Dieser wurde mit einem roten Symbol und einem akustischen Signal vermittelt. Die Übernahmen wurden durch ein Unfallfahrzeug auf der eigenen Spur ausgelöst. Die Probanden wurden sieben Sekunden vor der Kollision gewarnt und mussten durch eigenes lenken und bremsen die Spur wechseln, um die Kollision zu vermeiden. In Abbildung 2.5 werden die Ergebnisse der beiden Fragebögen, aufgegliedert in jüngere und ältere Probanden, verdeutlicht. Die

Entlastung des Fahrers durch Automatisierung und der Sicherheitsgewinn unterscheiden sich signifikant zwischen dem ersten und dem zweiten Fragebogen. Dabei sind die Werte der jüngeren Probanden höher als die der Älteren. Der Vertrauensaspekt ist nahezu signifikant und identisch zwischen den beiden Altersgruppen.

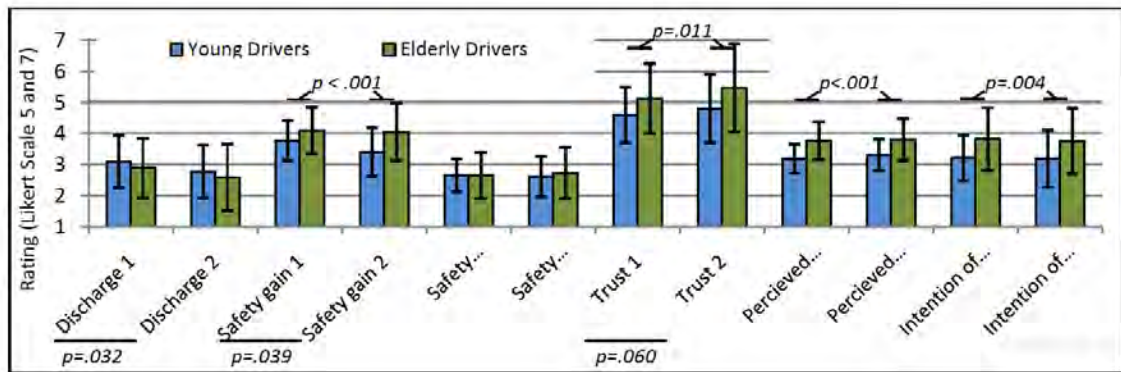


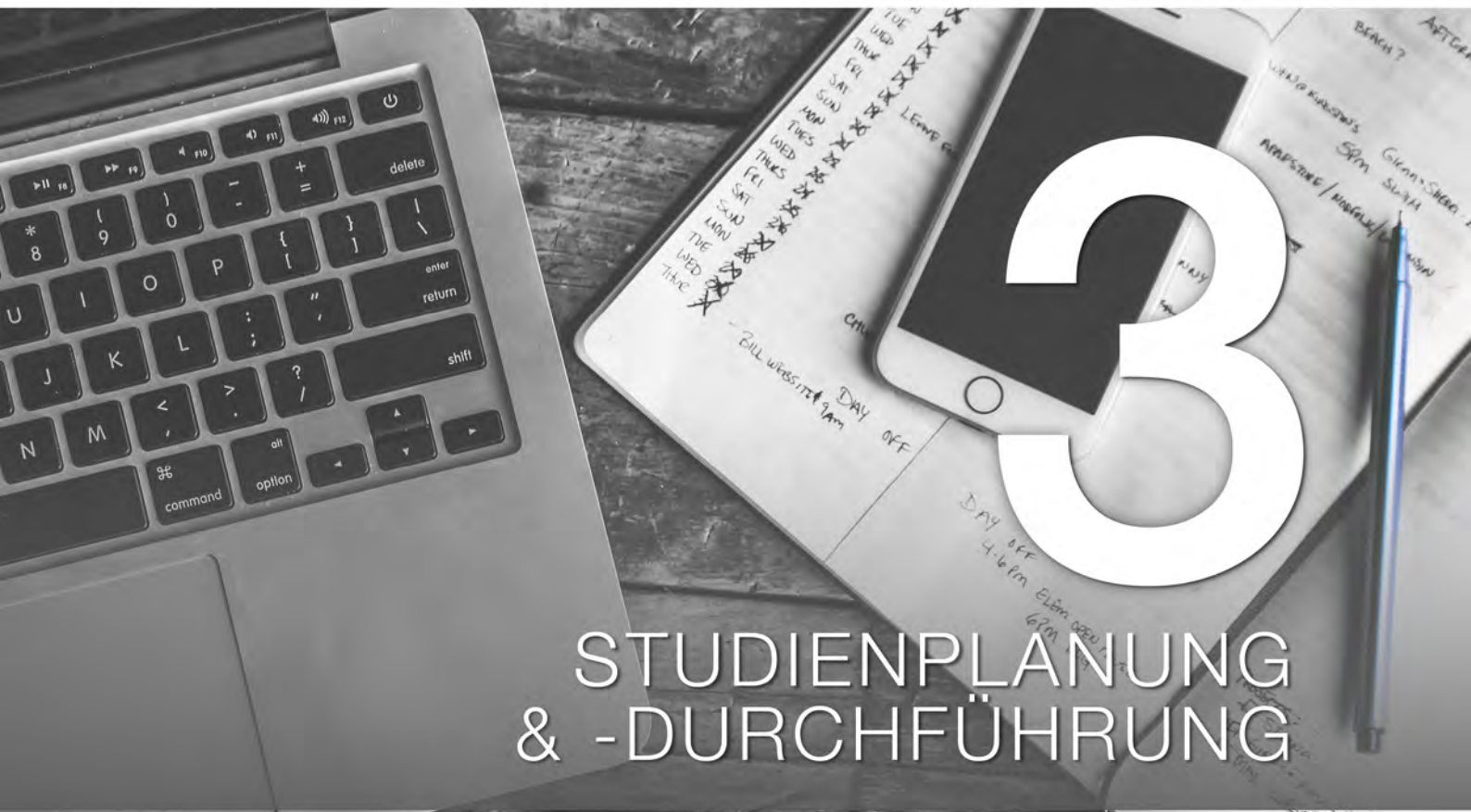
Abbildung 2.5: Mittelwerte der Fragebogenergebnisse mit Standardabweichung [20]

Im Allgemeinen zeigten ältere Personen eine positivere Bewertung des Systems und ein höheres Vertrauen als die jüngere Gruppe. Zusätzlich berichteten ältere Fahrer von einem höheren Sicherheitsgewinn und einer höheren Nutzungsabsicht.

2.3 RELEVANZ FÜR DIE EIGENE ARBEIT

Durch die eben dargelegten Studien zu den Themen automatisiertes Fahren und die Zielgruppe der Senioren, zeigt sich, dass nur wenige Forschungen beide Bereiche miteinander in Verbindung bringen. Somit besteht für die Zukunft eine Notwendigkeit, diese Altersgruppe noch mehr in den Fokus zu setzen, indem weitere Studien durchgeführt werden. In der Studie von Gold et al. wurde die Zielgruppe der Senioren mit jüngeren Probanden hinsichtlich deren Vertrauen zur Technik getestet. Die automatisierte Fahrt wurde jedoch nur auf der Autobahn durchgeführt, hingegen in unserer Studie drei verschiedene Szenarien verwendet wurden, um somit mögliche Unterschiede bezüglich der Umgebungssituation zu erforschen. Bezüglich dem TOR wurde dieser in der Untersuchung von Gold et al. sowohl durch eine akustische als auch eine visuelle Warnung vermittelt. In unserer Studie wurde auch ein multimodales Feedback durch ein akustisches und visuelles Signal verwendet, um somit eine unserer Forschungsfragen zu beantworten, ob ältere Nutzer aufgrund von körperlichen Einschränkungen ein zusätzliches Signal benötigen.

Im Folgenden wird nun der gesamte Studienaufbau und -ablauf dargelegt.



STUDIENPLANUNG & -DURCHFÜHRUNG

3 Studienplanung und Durchführung

3.1 STUDIENSETTING

Um die Akzeptanz und das Vertrauen von divergenten Altersgruppen zu testen, wurde eine Benutzerstudie im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA in Ingolstadt durchgeführt.

3.1.1 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Die Benutzerstudie wurde mit insgesamt 27 Probanden durchgeführt, welche in drei Gruppen unterteilt waren, siehe Tabelle 3.1. Jede Gruppe besteht aus 9 Teilnehmern, um eine Randomisierung der Szenarien in der Studie zu ermöglichen. Somit hat sich bei jedem Teilnehmer die Reihenfolge der abgespielten Szenarien unterschieden.

Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3	
Männer N = 4	Frauen N = 5	Männer N = 5	Frauen N = 4	Männer N = 4	Frauen N = 5
22 – 27 Jahre		65 – 72 Jahre		21 – 29 Jahre	
Ø 23,8 Jahre		Ø 67,8 Jahre		Ø 25,0 Jahre	

Tabelle 3.1: Stichprobe der Studie

Gruppe 1 bestand aus 9 Studenten von der TH Ingolstadt, darunter vier Männer und fünf Frauen im Alter zwischen 22 und 27 Jahren. Allesamt besitzen einen gültigen Führerschein. Gruppe 2 setzt sich aus 5 Senioren und 4 Seniorinnen im Alter zwischen 65 und 72 Jahren zusammen. Diese haben sich auf eine Zeitungsannonce gemeldet, welche Probanden im Alter von 65 – 80 Jahren für diverse Studien an der Hochschule ermittelte. Auch hier besitzen alle Probanden einen gültigen Führerschein. In Gruppe 3 waren es 4 Männer und 5 Frauen im Alter von 21 und 29 Jahren. Einen gültigen Führerschein besitzen auch in dieser Gruppe alle Teilnehmer.

Abbildung 3.1 zeigt, wie lange die Probanden schon Auto fahren, aufgeteilt in den verschiedenen Gruppen. In der Gruppe der jüngeren Probanden liegt der Wert zwischen 0 und 10 Jahren, in der Gruppe der Älteren fahren alle Teilnehmer schon mehr als 40 Jahre mit dem Auto.



Abbildung 3.1: Nutzung des Autos in Jahren

In einer weiteren Grafik, Abbildung 3.2, wird veranschaulicht, wie oft die Teilnehmer pro Woche deren Fahrzeug benutzen. In Gruppe 1 verwendet ein Proband sein Auto weniger als zwei Mal die Woche, zwei zwischen zwei und vier Mal und der größte Anteil mit sechs Teilnehmern nutzt ihr Fahrzeug mehr als fünf Mal pro Woche. Die gleichen Werte ergeben sich in Gruppe 2.

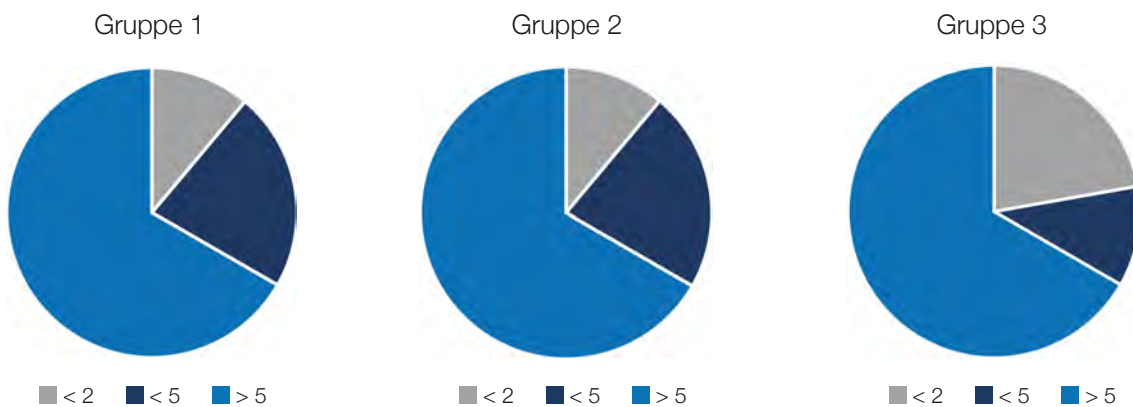


Abbildung 3.2: Nutzung des Autos pro Woche

3.1.2 AUFBAU DER STUDIE

Die Benutzerstudie wurde im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA in Ingolstadt durchgeführt. In der Mitte einer kleinen Nische des Zentrums wurde ein Audi Q5 platziert, in welchem die Simulation einer automatisierten Fahrt stattfand. Auf dem Fahrzeug wurde ein Projektor angebracht, welche verschiedene Videoaufnahmen auf die Wand vor dem Auto projiziert. Dieser ist durch ein Kabel mit einem Laptop verbunden, von welchem die verschiedenen Aufnahmen abgespielt wurden. Im Fahrzeug befand sich des Weiteren eine Lautsprecherbox, welche mit dem Laptop verbunden ist, um die Audiosignale von den Videos im Fahrzeug abspielen zu können. Eine GoPro-Kamera wurde im Cockpit platziert, um die Reaktion des Probanden während der Studie aufzuzeichnen. Des Weiteren befand sich im Raum ein Tisch, an welchem zu Beginn der Studie bei jedem Probanden der Fragebogen ausgefüllt und das qualitative Interview zur Erwartung durchgeführt wurde.

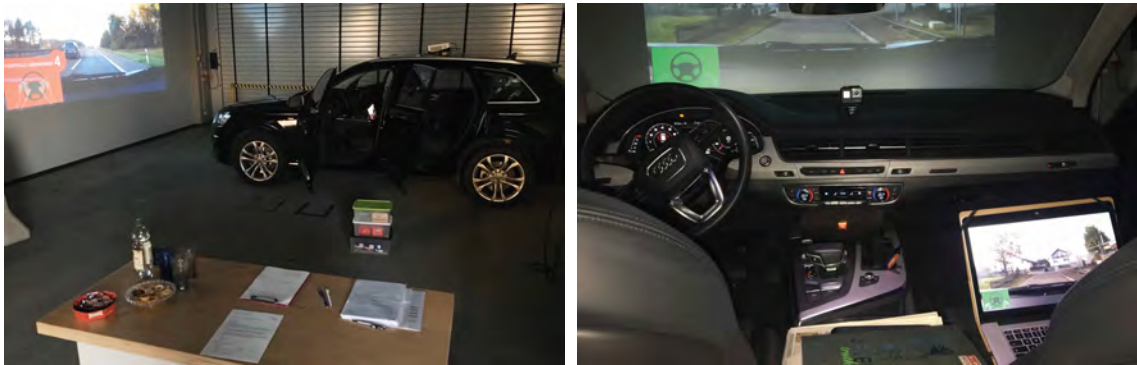


Abbildung 3.3: Aufbau der Studie im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA; **Links:** Aufnahme Aufbau außen – **Rechts:** Aufbau im Fahrzeug

Videoaufzeichnungen

Für die Simulation einer automatisierten Fahrt wurden den Teilnehmern drei verschiedene Videoaufnahmen gezeigt. Diese zeigen eine Fahrt auf der Autobahn, eine Fahrt auf dem Land und eine Stadtfahrt, um ein möglichst großes Spektrum von verschiedensten Umgebungen abzudecken, siehe Abbildung 3.4 und Anhang A.5. Die Videos wurden während der Planung der Studie mit einer GoPro in der Umgebung von Ingolstadt aufgenommen. Die Länge einer Videoaufnahme beträgt zwischen fünf und neun Minuten.

Die vollständigen Videos sind unter folgenden Links aufrufbar:

Autobahn: www.youtube.com/watch?v=fUjCCsmoBOI

Landstraße: www.youtube.com/watch?v=GvVdPo7pL6s

Stadt: www.youtube.com/watch?v=2MA3i1Gpc98

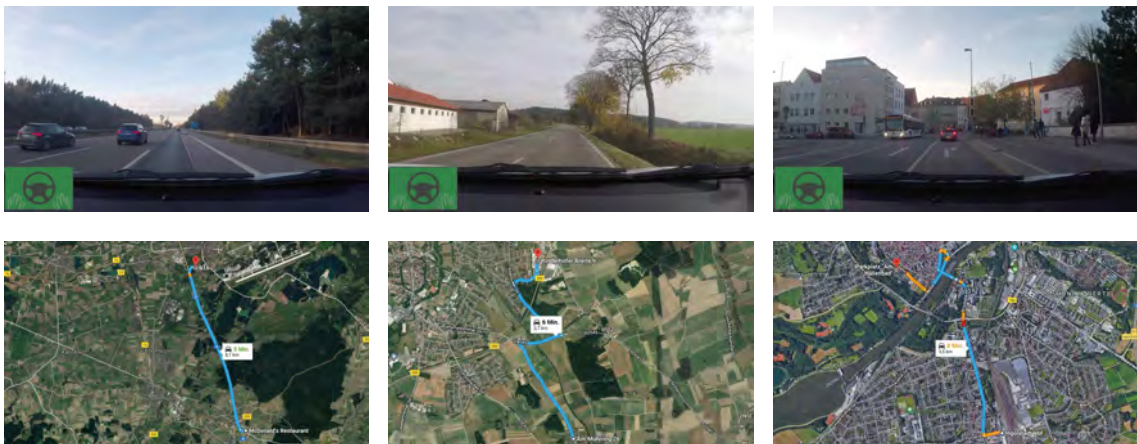


Abbildung 3.4: Darstellung der drei verschiedenen Szenarien – Autobahn, Landstraße, Stadt; **Oben:** Szene aus Videoaufnahmen – **Unten:** Google Maps Auszüge

Material und Utensilien

Es wurden *drei Boxen* mit unterschiedlichen Gewichten von 1 kg, 2 kg und 3 kg bereitgestellt, welche mit Lebensmitteln gefüllt waren. Diese mussten die Probanden vor der Fahrt im Fahrzeug verstauen. Dadurch wurden die verschiedenen körperlichen Verfassungen der drei Probandengruppen miteinander in Relation gesetzt. Des Weiteren wurden für die

Durchführung der Simulationsfahrt verschiedene *Non-driving-related Tasks* im Fahrzeug zur Verfügung gestellt. Während der automatisierten Fahrt konnten die Probanden sich somit anderweitig mit den verschiedenen Gegenständen beschäftigen. Hierfür wurde ein Buch, Zeitung und ein Handy ins Fahrzeug gelegt. Dadurch konnte getestet werden, inwiefern sich das Vertrauen zum automatisierten Fahrzeug während den drei verschiedenen Szenarien steigert.

3.1.3 KONZEPTION UND DARSTELLUNG DES TAKE-OVER REQUESTS

Da in der Benutzerstudie die Automatisierungsstufen 3 und 4 simuliert wurden, wurde ein Konzept für den TOR erstellt, um diesen in die drei verschiedenen Szenarien zu integrieren. Platziert wurde die Anzeige an der linken unteren Ecke der Videos, sodass der Fahrer es jederzeit im Blick hat, es aber dennoch die Sicht auf die Fahrbahn nicht einschränkt. Es wurde ein multimodales Konzept entwickelt, welches dem Fahrer über ein visuelles und ein auditives Signal den Take-Over übermittelt. Im Folgenden wird nun das visuelle Signal dargelegt. Das Konzept besteht aus zwei verschiedenfarbigen Screens, siehe Abbildung 3.5.



Abbildung 3.5: Darstellung der Konzeption des Take-Over Request; **Links:** Übernahme der Kontrolle– **Rechts:** Abgabe der Kontrolle an des Fahrzeug

Der erste Screen teilt dem Fahrer mit, dass er nun die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen muss. Diese Anzeige wird in der Farbe Rot dargestellt, da es sich um eine Warnfarbe handelt [46]. Ein weiterer Screen übermittelt, dass die Kontrolle jetzt wieder an das Fahrzeug übergeben werden kann. Dieser wird in Grün dargestellt, da diese als Signalfarbe für etwas Positives steht und in etwa "freie Fahrt" bedeutet [45]. Als Symbol auf den beiden Anzeigen werden ein Lenkrad und zwei Hände dargestellt. Bei der Übernahme bewegen sich die Hände auf das Lenkrad zu, was dem Fahrer zu verstehen gibt, dass er die Hände ans Lenkrad nehmen soll, um das Fahrzeug zu übernehmen. Bei der Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug bewegen sich die Hände vom Lenkrad weg. Zur besseren Verständlichkeit wird zusätzlich ein Wording benutzt, welches über dem Symbol erscheint. Bei der Übernahme erscheint „KONTROLLE ÜBERNEHMEN!“ und bei der Abgabe: „KONTROLLE ABGEBEN!“. Im rechten oberen Eck der Screens befindet sich ein Countdown, welcher von zehn rückwärts auf null zählt, um dem Fahrer mitzuteilen, wie viel Zeit er noch für die Übernahme beziehungsweise Abgabe zur Verfügung hat. Zusätzlich zum visuellen Signal wird dem Fahrer durch eine auditives Stimme der TOR mitgeteilt. Diese spricht bei der Übernahme zum Fahrer: „Übernehmen Sie jetzt die Kontrolle über das Fahrzeug!“. Bei der Abgabe der Kontrolle hingegen lautet das Signal: „Die Fahrzeugkontrolle kann jetzt abgegeben werden!“.

Im Video wird eine etwas kleinere Anzeige am linken unteren Rand integriert, welches dem Fahrer während der ganzen Fahrt mitteilt, ob die Kontrolle gerade beim Fahrzeug oder beim Fahrer liegt, siehe Abbildung 3.6. Das Fahrzeug fährt bei allen drei Szenarien zu Beginn der Fahrt automatisiert. Somit erscheint hier die grüne Anzeige. Während die Kontrolle beim Fahrer liegt, wird der rote Screen dargestellt.



Abbildung 3.6: Darstellung der Konzeption des Take-Over Request

Bei einer Übernahme der Kontrolle während der Fahrt verschwindet der kleinere Screen und die etwas größere Anzeige mit Countdown wird sichtbar, siehe Abbildung 3.7. Der Fahrer hat nun zehn Sekunden Zeit, das Fahrzeug zu übernehmen. Bei Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug erscheint die grüne Anzeige. Auch hier hat der Fahrer zehn Sekunden Zeit.

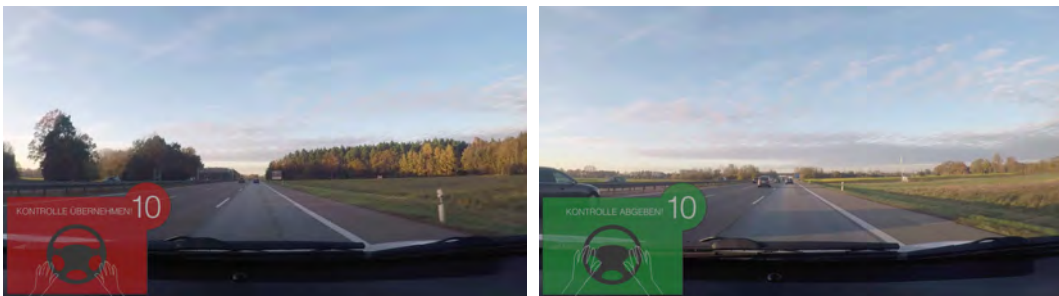


Abbildung 3.7: Darstellung der Konzeption des Take-Over Request in einer Aufnahme;
Links: Übernahme der Kontrolle– **Rechts:** Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug

3.1.4 AGE SIMULATION SUITE

Der dritte Teil der Probandenstudie wurde mit jüngeren Probanden durchgeführt, welche während der gesamten Untersuchung einen Age Simulation Suite getragen haben, um dieser Zielgruppe einen empathischen Einblick zu gewähren, wie sich Ältere beim automatisierten Fahren fühlen. Somit können sowohl die Technikaffinität der Jüngeren als auch die körperlichen Einschränkungen von älteren Nutzen in diesem Studienteil untersucht werden. Die Abbildung 3.8 zeigt die wichtigsten Bestandteile eines Alterssimulationsanzuges.



Abbildung 3.8: Ausstattung eines Age Simulations Suite, eigene Darstellung

3.2 METHODEN ZUR NUTZERFORSCHUNG

3.2.1 ERWARTUNG

Qualitatives Interview

Zu Beginn der Studie wurde ein qualitatives Interview, darunter fünf Fragen, mit den Probanden durchgeführt, um deren Erwartungshaltung gegenüber dem automatisierten Fahren zu analysieren, siehe Anhang A.2. Die Fragen zielten darauf ab, was die Teilnehmer von einem automatisierten Fahrzeug und einer Fahrt erwarten. Desweiteren wurde die Kaufbereitschaft ermittelt und wo sich die Probanden im Falle eines Kaufes informieren würden.

3.2.2 ERLEBEN

Think-Aloud

Die Probanden wurden zu Beginn der Simulationsfahrt aufgefordert, alles laut auszusprechen, was sie denken, fühlen und was ihnen während des Szenarios auffällt.

Qualitatives Interview

Während jedem Szenario wurde ein qualitatives Interview zum Erleben durchgeführt. Dazu wurden die Probanden gefragt, wie es ihnen während dieser Fahrt geht, ob sie Bedenken haben und ob sie sich vorstellen können, das System in diesem Szenario zu verwenden.

3.2.3 REFLEXION

Situation Awareness

Nach jedem Szenario wurden den Probanden eine Frage zur Fahrt gestellt, welches Aufschluss über das Situationsbewusstsein der Teilnehmer geben soll. Bei dem Autobahn Szenario wurde die Frage gestellt, wie oft man ein anderes Fahrzeug überholt hat. Bei der

Landstraße fragte man nach der Anzahl von Personen auf, beziehungsweise neben der Fahrbahn. In der Stadt wurde nach der Anzahl von Ampeln, an denen man gehalten hat, gefragt. Dabei wurde zusätzlich nachgefragt ob sie sich bewusst daran erinnern konnten.

UX-Curves

Nach jedem der drei Szenarien haben die Probanden eine Kurve gezeichnet, um zu beschreiben, wie sie sich während der Fahrt gefühlt haben und wie sich dieses Gefühl während der Zeit verändert hat, siehe Anhang A.3. Die horizontale Achse stellt die Zeitachse dar, auf welcher die Übernahme und Abgabe der Kontrolle eingezeichnet war. Die vertikale Achse stellt die positive Stimmung nach oben, beziehungsweise negative Stimmung nach unten dar. Beim Zeichnen haben die Probanden die Think-Aloud Methode angewandt.

PANAS

Anschließend an allen drei Szenarien füllten die Probanden einen Fragebogen aus, welcher die Affektlage erfasst. Die Teilnehmer kreuzten bei sowohl positiven als auch negativen Affekten an, wie sie sich, auf einer Skala 1 (gar nicht) bis 5 (äußerst) nach allen drei Szenarien gefühlt haben.

Qualitatives Interview

Ein abschließendes qualitatives Interview zur Reflexion wurde außerhalb vom Fahrzeug durchgeführt. Dabei wurden die Probanden unter anderem gefragt, ob die Fahrt ihre Erwartungen erfüllt hätten. Des Weiteren wurde erfragt ob sie sich vorstellen könnten, ein automatisiertes Fahrzeug zu kaufen, beziehungsweise was noch verbessert werden müsste, damit diese noch mehr davon überzeugt wären. Probanden der Gruppe drei mit einem ASS wurden zusätzlich gefragt, welche Einschränkungen für sie beim automatisierten Fahren am störendsten waren und ob sie im Alter aufgrund der körperlichen Einschränkungen ein automatisiertes Fahrzeug nutzen würden.

3.3 ABLAUF DER STUDIE

In Abbildung 3.9 ist der Ablauf der Studie dargestellt, welcher im Folgenden erläutert wird.

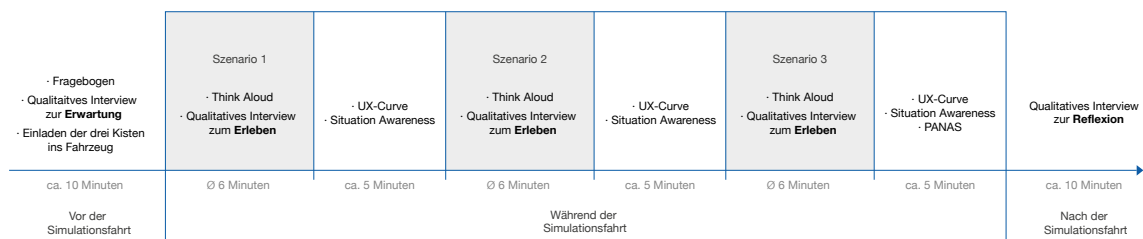


Abbildung 3.9: Ablauf der Probandenstudie

Die Probandenstudie, mit insgesamt 27 Teilnehmern, wurde an fünf Tagen durchgeführt, wobei für jeden Probanden eine Stunde eingeplant war. Für den dritten Teil der Studie, den jüngeren Nutzern mit einem Age Simulation Suite, wurden 1 Stunde und 30 Minuten einberechnet, da diese Probanden zusätzlich am Anfang einen kleinen Parkour durchlaufen haben, um sich mit dem Alters Simulations Anzug vertraut zu machen, siehe Abbildung 3.10.



Abbildung 3.10: Reihenfolge und Aufgaben des Parkours

Aufgabe im Parkour war es, zweimal um das Fahrzeug zu gehen und dabei vor dem Fahrzeug über drei Kisten zu steigen. Danach sollten sich die Probanden auf einen Stuhl setzen und wieder aufstehen. Die letzte Aufgabe war es, eine Wasserflasche vom Boden aufzuheben, diese zu öffnen und wieder zu verschließen. Während der gesamten Studie wurden Foto-, Sprach- und Videoaufnahmen angefertigt. Danach haben die Probanden einen Fragebogen ausgefüllt, siehe Anhang A.1, auf welchem diese auch der Aufzeichnung von Aufnahmen zustimmten. Abgefragt wurden hierbei demographische Daten, Fragen bezüglich körperlichen Beschwerden und der Einstellung zum Autofahren. Folglich wurde mit den Probanden ein qualitatives Interview durchgeführt, welches die Erwartung bezüglich des automatisierten Fahrens abfragte. Bei den Probanden mit dem Alters Simulationsanzug wurde zusätzlich abgefragt, inwiefern der Anzug die körperlichen Leistungen einschränkt. Bevor die Simulationsfahrt begann, wurde den Teilnehmern das Szenario erklärt, welches besagt, dass man zusammen auf dem Weg zu Freunden sei, um diesen drei Kisten mit Lebensmitteln zu bringen. Die Behälter müsse man vor der Fahrt ins Fahrzeug räumen. Die Entscheidung, ob diese in den Kofferraum oder auf der Rücksitzbank platziert werden, lag beim Probanden. Dadurch sollen erkennbare Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen und den Probanden mit einem Age Simulation Suite festgestellt werden. Nachdem die Kisten im Fahrzeug verstaut wurden, setzten sich die Probanden ins das Auto und nahmen auf dem Fahrersitz Platz. Die Studienleiter befanden sich auf dem Beifahrersitz und auf einem der Rücksitze. Zu Beginn der Simulationsfahrt wurde erklärt, dass die Fahrt zu den Freunden aus drei verschiedenen Szenarien bestand, nämlich aus einer Fahrt auf der Autobahn, auf dem Land und einer Stadtfahrt. Des Weiteren wurde erläutert, dass die Methode des *Think Alouds* während der ganzen Studie angewandt wird, weshalb die Probanden ab sofort all ihre Gedanken, Gefühle und was ihnen auffällt laut aussprechen sollen. Während der automatisierten Fahrt dürfen sich die Teilnehmer

mit sogenannten *Non-driving-related Tasks* beschäftigen. Dafür wurden im Fahrzeug ein Buch, Zeitung und ein Handy zur Verfügung gestellt. Die drei verschiedenen Szenarien Autobahn, Landschaft und Stadt wurden randomisiert abgespielt, um einen möglichen Gewöhnungseffekt in Betracht ziehen zu können. Wie schon in 1.3.3 beschrieben handelt es sich bei der Automatisierungsstufe 3 um das hochautomatisierte Fahren. Der Fahrer muss hierbei das System nicht mehr dauerhaft überwachen, dieser muss aber potenziell in der Lage sein, die Kontrolle zu übernehmen [44]. In allen drei verschiedenen Szenarien fährt das Fahrzeug am Anfang der Fahrt automatisiert. Von Beginn an werden dem Probanden Fragen sowohl über deren Wohlbefinden gestellt und ob man sich vorstellen könne in diesem Szenario automatisiert zu fahren. Ab einem bestimmten Zeitpunkt erscheint der Take-Over Request. Sowohl über ein visuelles als auch über ein auditives Signal wird dem Fahrer mitgeteilt, dass er das Fahrzeug nun übernehmen muss. Somit hat dieser für eine gewisse Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug, siehe Abbildung 3.11.

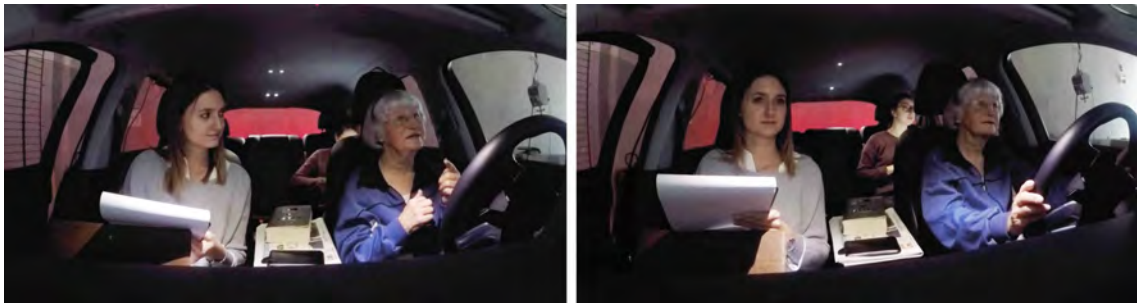


Abbildung 3.11: Seniorin während der automatisierten Fahrt; **Links:** Kontrolle liegt beim Fahrzeug – **Rechts:** Kontrolle liegt beim Fahrer

Auch die Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug wird über das visuelle und auditive Signal gemeldet. Danach wurden Fragen bezüglich des Gefühls und des Verständnisses hinsichtlich dem Take-Over Request gestellt. Bis zum Ende des Szenarios haben Probanden die Möglichkeit, sich mit den zur Verfügung gestellten Utensilien zu beschäftigen. Nach jedem Szenario wurde von den Probanden eine UX-Curve gezeichnet, siehe Abbildung 3.12. Dazu wurden ihnen Fragen gestellt, wie sie sich während der Fahrt gefühlt haben, welche Bedenken sie hatten und ob sie in dieser Umgebung lieber selbst oder automatisiert gefahren wären.



Abbildung 3.12: Probanden beim Zeichnen der UX-Curve

Zusätzlich wurde den Probanden nach jedem Szenario eine Frage bezüglich der Fahrt gestellt, um deren Situationsbewusstsein zu testen. Nachdem alle drei Szenarien absolviert wurden, füllten die Teilnehmer einen PANAS Fragebogen zur Erfassung der Affektlage aus. Nach der Simulationsfahrt wurde das semistrukturierte Interview zur Reflexion außerhalb des Fahrzeugs durchgeführt. Bei den Probanden mit einem Alters Simulationsanzug wurde zusätzlich abgefragt, welche körperlichen Einschränkungen sich beim Autofahren am stärksten auswirken und ob sie sich vorstellen können, aufgrund von diesen Einschränkungen ein automatisiertes Fahrzeug im Alter zu kaufen. Erst nachdem das Interview zur Reflexion beendet wurde, konnten die Probanden der dritten Gruppe den ASS ablegen.

4

STUDIENERGEBNISSE



4 Studienergebnisse

Im Folgenden wird nun eine detaillierte Analyse der erhobenen Daten vorgestellt.

Demographischer Fragebogen

In dem demographischen Fragebogen, welcher zu Beginn der Studie von den Probanden ausgefüllt wurde, wurde unter anderem abgefragt, was ihnen beim Autofahren schwerfällt, siehe Abbildung 4.1 und Anhang A.6.

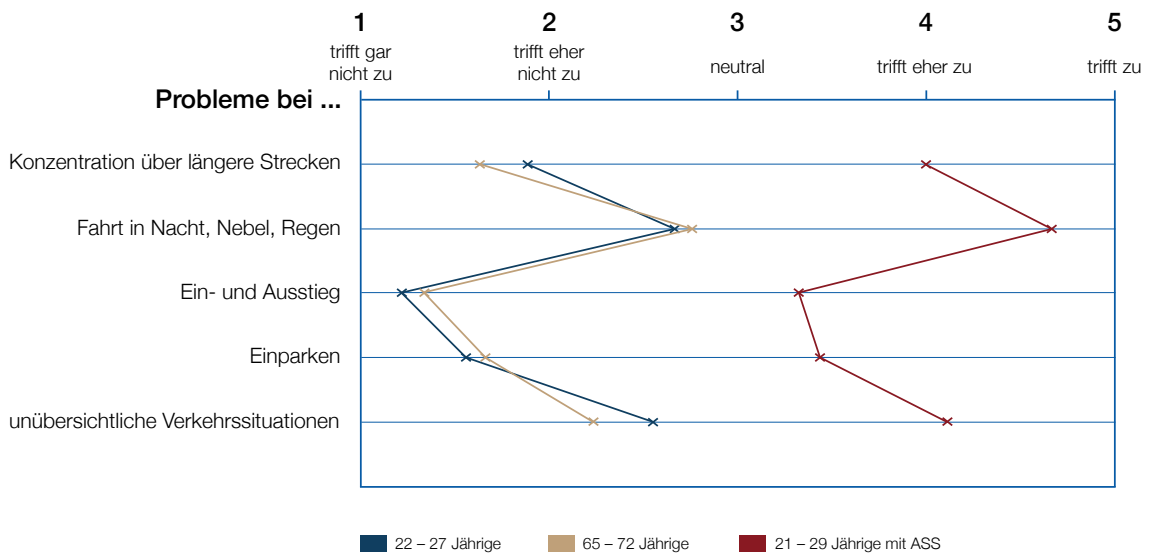


Abbildung 4.1: Schwierigkeiten beim Autofahren

Der Graph der jüngeren Probanden ist fast identisch mit dem der Senioren. Konzentration über längere Strecken (Mittelwert $M = 1,89$) und unübersichtliche Verkehrssituationen ($M = 2,56$) fallen den jüngeren Probanden etwas schwerer als den älteren Teilnehmern ($M = 1,67$, $M = 2,22$). Dagegen fallen alle Fahrten in Nacht, Nebel und Regen ($M = 2,78$), Ein- und Ausstieg ($M = 1,33$) und das Einparken ($M = 1,67$) den Senioren minimal schwerer als den Jüngeren ($M = 2,67$, $M = 1,22$, $M = 1,56$). Die Gruppe der Jüngeren mit einem ASS sollten sich die abgefragten Tätigkeiten mit deren gerade empfunden körperlichen Einschränkungen vorstellen. Der Graph besitzt in etwa die gleiche Form jedoch positiv verschoben in x-Richtung. Vor allem die Konzentration über längere Strecken ($M = 4,00$) und unübersichtliche Verkehrssituationen ($M = 4,11$) würden dieser Gruppe zu schaffen machen. Stark ausgeprägt ist hierbei der Wert bei Fahrten in der Nacht sowie bei Nebel und Regen ($M = 4,67$). Somit fallen alle abgefragten Variablen den jüngeren Teilnehmern mit ASS im Vergleich mit den anderen beiden Gruppen am schwersten.

Des Weiteren wurde gefragt, ob die Probanden gerne auf der Autobahn, auf dem Land und in der Stadt fahren, siehe Abbildung 4.2 und Anhang A.7.

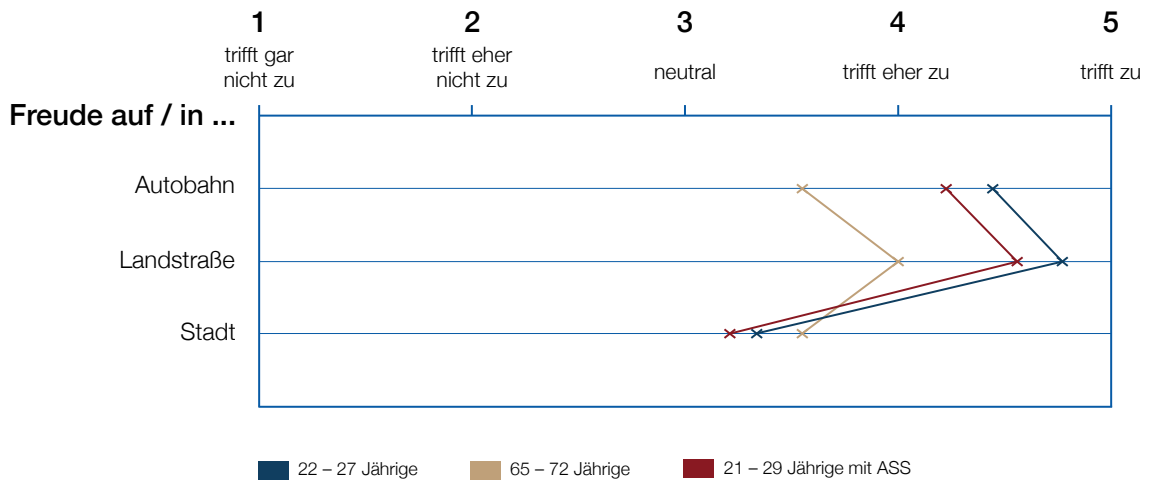


Abbildung 4.2: Freude bei Fahrten auf Autobahn, Landstraße und in der Stadt

Hierbei zeigt die Gruppe der jüngeren Personen ohne ASS und die Gruppe mit ASS einen nahezu parallel verlaufenden Graphen. Dabei ist der Graph der 21 – 29-Jährigen mit ASS bei Autobahn ($M= 4,22$), Landstraße ($M= 4,56$) und Stadt ($M= 3,22$) etwas in negativer x-Richtung verschoben. Denn bei den jüngeren Probanden ohne ASS liegen die Werte für Autobahn ($M = 4,44$), Landstraße ($M = 4,78$) und Stadt ($M= 3,33$) etwas höher. Bei den Senioren ist der Wert der Autobahn ($M = 3,56$) und Landstraße ($M = 4,00$) niedriger und von der Stadt ($M = 3,56$) höher im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen.

Eine weitere Grafik zeigt die körperlichen Beschwerden der verschiedenen Gruppen, siehe Abbildung 4.3 und Anhang A.8.

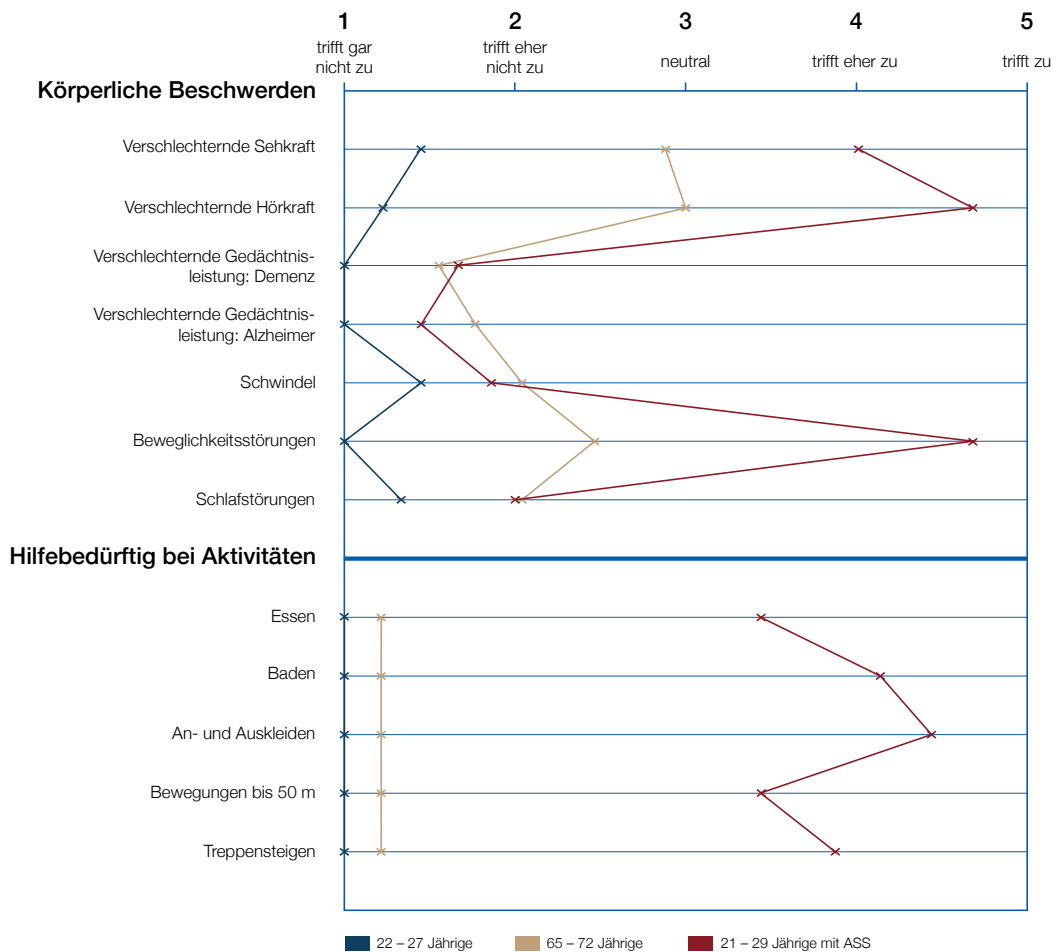


Abbildung 4.3: **Oben:** Körperliche Beschwerden – **Unten:** Hilfebedürftigkeit bei verschiedenen Aktivitäten

Bei Gruppe 1 sind diese körperlichen Beschwerden sehr gering ausgefallen. Diese haben keinerlei Beschwerden hinsichtlich Demenz ($M = 1$), Alzheimer ($M = 1$) oder Beweglichkeitsstörungen ($M = 1$). Verschlechternde Sehkraft ($M = 1,44$), Hörkraft ($M = 1,22$), Schwindel ($M = 1,44$) und Schlafstörungen ($M = 1,33$) sind gering ausgeprägt. Bei den Senioren sind Demenz ($M = 1,56$) und Alzheimer ($M = 1,78$) gering und Schwindel ($M = 2,11$), Beweglichkeitsstörungen ($M = 2,44$) und Schlafstörungen ($M = 2,11$) erhöht ausgeprägt. Die meisten Beschwerden besitzen Senioren hinsichtlich der verschlechternden Sehkraft ($M = 4,11$) und Hörkraft ($M = 4,78$). Darüber hinaus wurde, angelehnt am Bewertungsverfahren des Barthel-Index, abgefragt, ob die Teilnehmer bei verschiedenen Alltagsaktivitäten Hilfe benötigen oder diese selbstständig durchzuführen. Die jungen Probanden benötigen bei allen Aktivitäten keinerlei Hilfe ($M = 1,00$). Auch die Werte der Senioren sind bei allen Aktivitäten gleichbleibend ($M = 1,22$), dennoch etwas höher gelegen als bei Gruppe 1. Die jüngeren Probanden mit einem ASS weisen die höchsten Werte auf. Das Essen ($M = 3,44$), Bewegungen bis 50 m ($M = 3,44$) und das Treppensteigen ($M = 3,89$) zeigen hohe Werte. Am höchsten ausgeprägt sind die Aktivitäten Baden ($M = 4,11$) und An- und Auskleiden ($M = 4,44$).

4.1 ERWARTUNG

Nachdem der demographische Fragebogen ausgefüllt worden ist, wurden den Probanden insgesamt fünf Fragen zur Erwartung gestellt. Den Teilnehmern der Gruppe drei wurde noch zusätzlich die Frage über deren Gefühlszustand bezüglich deren körperlichen Einschränkungen aufgrund des ASS gestellt. Die erste Frage handelt von den Erwartungen bezüglich einer automatisierten Fahrt und eines automatisierten Fahrzeugs. Die jüngeren Teilnehmer ohne ASS erwarten, dass diese sicher von A nach B kommen. Zum einen spielt hier die Sicherheit eine große Rolle, zum anderen der pragmatische Aspekt, ein Ziel automatisiert zu erreichen. Auch erwarten die jüngeren Probanden ein gewisses Maß an Komfort und Unterhaltungselektronik. Vor allem bei längeren Fahrten möchte man sich, zum Beispiel durch Spiele spielen oder einen Film ansehen, anderweitig beschäftigen. Wichtig für die Probanden war, dass während der Fahrt unter keinen Umständen Langeweile entsteht. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist für Gruppe 1, dass sie selber die Entscheidungsmöglichkeit besitzen, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen oder abzugeben. Der wichtigste Punkt, den fast alle Probanden aus Gruppe 1 geäußert haben, ist das Vertrauen zum automatisierten Fahrzeug, welches von Anfang an gegeben sein soll. Für die älteren Probanden ist es vor allem wichtig, dass einem das Fahrzeug Entlastung und Unterstützung bietet im Hinblick auf die körperlichen Einschränkungen. Ein wichtiger Aspekt spielt hier auch die Bequemlichkeit. Es wurde gewünscht, dass man nicht immer beide Füße an den Pedalen haben muss und so auch andere Sitzpositionen einnehmen kann. Viele Senioren äußerten die Vorstellung, dass man durch das automatisierte Fahren zum Beifahrer wird. Auch wurde es mit einem Bus verglichen, indem man auch aus dem Fenster schauen und die Landschaft genießen kann. Für viele scheint es unbegreiflich, gruselig und auch beängstigend, wie schnell sich die Technik verändert. Eine Seniorin äußerte dieses Bedenken: „Wie blöd bin ich und wie klug sind die, die dies entwickeln.“ Die dritte Gruppe mit den jüngeren Teilnehmern mit einem ASS äußerten übereinstimmende Erwartungen wie Gruppe 1. Als wichtigsten Punkt wird hier Sicherheit und Vertrauen geäußert. Des Weiteren möchte man sich nicht um das Fahren kümmern, sondern sich anderweitig im Fahrzeug beschäftigen können. Vorstellbar hierfür wären Tätigkeiten wie lesen, chatten und fernsehen. Ein Proband äußerte den Wunsch nach einer Wohnzimmeratmosphäre. Die nächste Frage war, was ein Auto für die Probanden können muss, ob automatisiert oder nicht. Für Gruppe 1 spielt auch hier die Sicherheit wieder eine große Rolle. Des Weiteren waren Komfort, genügend Stauraum, Leistung, Unterhaltungsmöglichkeiten wichtige Aspekte. Auch für die älteren Teilnehmer war Sicherheit und Schutz eins der wichtigsten Punkte. Oft äußerten die Senioren den Wunsch nach einem kleinen und wendigen Fahrzeug, damit man in jede Parklücke kommt. Auch sollte das Fahrzeug sparsam im Verbrauch sein. Das Fahrzeug stellt keinerlei Statussymbol oder Prestige für diese Zielgruppe dar, sondern im Gegenteil schrecken größere Fahrzeuge eher ab. Ein weiterer wichtiger Wunsch, den viele Probanden in dieser Gruppe äußerten, ist das Verständnis zum Fahrzeug. Ältere Menschen fühlen sich mit der neuesten Technik und neuesten Funktionen oft zu überfordert und verstehen die Anleitungen nicht. Des Weiteren melden die Fahrzeuge Warnungen, mit denen sie nicht umgehen können. Die jüngeren Probanden nannten zudem oftmals die Freude am Fahren im Gegensatz aber dazu den Wunsch sich anderweitig im Fahrzeug zu beschäftigen, vor allem bei längeren Fahrten. Im Gegensatz zu den Senioren wünschen sich die jüngeren Fahrer viele und mehr FAS, um die Fahrt so angenehm wie möglich zu machen.

Als nächstes wurde ermittelt, welche Aspekte den Probanden am wichtigsten sind um die Kaufbereitschaft eines automatisierten Fahrzeugs zu erhöhen. Gruppe 1 wäre zu einem Kauf erst bereit, wenn automatisierte Fahrzeuge schon ein paar Jahre auf dem Markt wären und so viele Tests durchgeführt wurden, sodass sie sicher sein können, dass die Technik ausgereift ist. Des Weiteren spielte der Preisaspekt noch eine große Rolle, da viele vermuten, dass automatisierte Fahrzeug deutlich teurer sein werden und man sich dies in jungen Jahren noch nicht leisten kann. In etwa die gleichen Aspekte halten auch die älteren Fahrzeugnutzer für wichtig, um sich ein automatisiertes Fahrzeug anzuschaffen. Viele würden sich bei der Markteinführung noch keines kaufen, da die „Kinderkrankheiten“ erst behoben werden sollten. Hinsichtlich des finanziellen Aspekts sollte man sich ein Fahrzeug leisten können, „ohne dass es ein Luxus ist“. Für die jüngeren Teilnehmer mit ASS sollte es die Möglichkeit geben, nicht nur automatisiert zu fahren, sondern auch die Möglichkeit zu besitzen manuell zu fahren, da dieser Zielgruppe das Autofahren Spaß macht. Grundsätzlich hat auch diese Gruppe die Erwartung, dass das automatisierte Fahren durch viele Untersuchungen und Tests zu 100 % sicher ist und dass alle Straßen dafür ausgebaut sind. Des Weiteren sollte ein automatisiertes Fahrzeug mehr Vorteile gegenüber einem herkömmlichen Fahrzeug bieten.

Bei der Frage, ob die Teilnehmer auf Steuerelemente wie Lenkrad und Pedale verzichten wollen beziehungsweise können, fielen die Meinungen in allen drei Gruppen sehr unterschiedlich aus. Zum einen könne man sich nicht vorstellen, nur automatisiert zu fahren, da vor allem in Gruppe 1 und 3 noch die Freude am Fahren besteht und „man selbst gern auch die Pedale drücken will“. Des Weiteren würde es das Sicherheitsgefühl steigern, wenn die Möglichkeit bestünde, bei kritischen Situationen selbst noch eingreifen zu können. Andererseits können sich die jüngeren Fahrer gut vorstellen, auf Steuerelemente zu verzichten und ganz auf das Fahrzeug zu vertrauen, da der Mensch als der größere Risikofaktor gesehen wird. Die jüngeren Probanden können sich aber gut vorstellen, diese Technik im Alter, welches von körperlichen Einschränkungen geprägt ist, zu verwenden. Die älteren Teilnehmer betonen zusätzlich, dass bisher der Übergang noch fehlt und dass man erst noch langsam mit der Technik vertraut gemacht werden muss. Des Weiteren äußerte eine Seniorin den Gedanken, dass man es sich vorstellen könnte, falls es nicht ihr eigenes Auto wäre, da man es dann nicht so oft benutzen würde.

Als letzte Frage wurde den Probanden gestellt, wo sie sich bei einem Autokauf informieren würden. Hierbei haben alle drei Gruppen identische Antworten geliefert. Die Meisten würden sich zuerst im Internet über verschiedene Fahrzeugmodelle und Funktionen informieren. Dabei sind vor allem Rezensionen, Erfahrungsberichte und Bewertungen von Bedeutung. Bei einem ernsthaften Interesse ist der Autohändler die nächste Wahl, da man persönlichen Kontakt mit den Händlern schätzt und dort auch Probefahrten in Anspruch nehmen möchte.

Die jüngeren Teilnehmer mit ASS wurden zusätzlich noch nach ihrem Gefühlszustand gefragt, da sie ja bereits schon den Eingewöhnungsparkour und das Ausfüllen des Fragebogens mit dem ASS gemeistert haben. Allgemein fühlten sich die Teilnehmer sehr in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt und jede kleinste Bewegung wurde zur Herausforderung. Primär belasten die Sicht- und Gehöreinschränkungen, da man sich insgesamt viel mehr konzentrieren müsse, um alles zu verstehen und mit zu bekommen. Durch die Gewichte fühlen sich alle Gliedmaßen sehr schwer und ungelinkig an. Dadurch hatte man Probleme, beim Überwinden der Kisten und Setzen auf den Stuhl. Durch das Fehlen des Feingefühls an den Händen und Fingern hatte man beim Öffnen und Schließen der Wasserflasche Probleme, da man nicht wusste, ob diese schon geöffnet beziehungsweise geschlossen ist.

4.2 ERLEBEN

Think Aloud und qualitatives Interview

Während den gesamten drei Szenarien wurden die Probanden aufgefordert, alles laut auszusprechen was diese denken, fühlen und was ihnen während der Fahrt auffällt. Um mehr Informationen zu erhalten, wurde zusätzlich ein qualitatives Interview durchgeführt, siehe Anhang A.2. Die Probanden aus Gruppe 1 bauten schon während der Studie Vertrauen zu dem Fahrzeug und der Technik auf und denken, dass dieses Sicherheits- und Vertrauensgefühl noch weiter zunehmen wird. Einige äußerten das Bedenken bei „blöden Situationen“ im Straßenverkehr, bei dem ein anderes Fahrzeug Vorfahrt hätte, der Fahrer einem jedoch mit einer Geste zu verstehen gibt, dass er auf sein Vorfahrtsrecht verzichtet. Dieses menschliche Denken fehle dem Fahrzeug und man wisse nicht, wie das Fahrzeug hier reagieren würde. Des Weiteren äußerten die Teilnehmer das Gefühl, beim automatisierten Fahren nicht so schnell voranzukommen, als wenn man selber fahren würde. Die Senioren betonten deren ausgeglichenen Fahrstil, welchen sie durch das automatisierte Fahren auf jeden Fall beibehalten möchten. Somit sparen diese Fahrer Stress und Kraftstoff für sich und ihre Mitfahrer. Des Weiteren wollen diese selbst Herrscher und Entscheider über die Technik sein. Man möchte selbst entscheiden, wann das Fahrzeug beginnt zu fahren und welche Strecken das Fahrzeug wählt, um ans Ziel zu gelangen. Das Vertrauen ist auch nach den drei Fahrten gegeben, aber nur, wenn man noch die Möglichkeit besitzt, einzugreifen. Oft wird das automatisierte Fahren mit einem Zug verglichen, in welchem man ja auch dem Lockführer das Vertrauen schenkt. Die dritte Gruppe mit einem ASS äußerte während den Szenarien häufig Bedenken aufgrund der körperlichen Einschränkungen. Da man zu Beginn der Fahrten noch kein allzu großes Vertrauen zum Fahrzeug und der Technik aufgebaut hatte, möchte man gerne das KFZ mitkontrollieren. Dabei ist aber vor allem der Schulterblick schwierig durchzuführen. Des Weiteren würde man auch beim Eingreifen länger brauchen, um mit den Füßen zu den Pedalen zukommen. Insgesamt fällt es den Probanden auch sehr schwer, aufgrund des eingeschränkten Gehörs und der Sicht, alle Umgebungsgeräusche wahrzunehmen.

Autobahn

Die jüngeren Teilnehmer ohne ASS äußerten in diesem Szenario häufig den Wunsch, selbst über die Geschwindigkeit entscheiden zu können. Auch hinsichtlich der Spur, auf welcher das Fahrzeug fährt, möchte man mitentscheiden können. Denn viele empfinden es als nervig, mit der Richtgeschwindigkeit die ganze Zeit hinter einem Lastwagen herzufahren. Bedenken in diesem Szenario haben die Probanden in dieser Gruppe vor allem bei Spurverengungen, Geisterfahrer, schlechter Sicht und Gefahrensituationen, zum Beispiel einem Unfall. Die Senioren haben gleich zu Beginn der Fahrt die Witterungsbedingungen analysiert. Da es sich bei dieser Fahrt um schönes Wetter und guten Fahrbahnbedingungen handelte, fühlten sich die Probanden von Anfang an wohler. Auch die älteren Fahrer besitzen den Wunsch, selbst über die Geschwindigkeit entscheiden zu können. Eine Seniorin fährt im Schnitt 150 – 160 km/h und versteht andere Fahrzeugführer nicht, welche sich einen Mercedes gekauft haben, aber dann nur 100 km/h fahren. Auch über die eingelegten Pausen möchten die Probanden in dieser Gruppe selbst entscheiden können wann und wo diese eingelegt werden. Auffallend in dieser Gruppe war, dass viele der Älteren die Fahrt und das Fahrzeug mitkontrollierten. Sie beobachteten die Umgebung, den Fahrstil und auch die anderen Verkehrsteilnehmer, obwohl von Anfang an eine Vertrauensbasis vorhanden war. Bei den jüngeren Nutzern mit ASS könnte man dieses Kontrollverhalten auch

sehr stark beobachten. Gleich zu Beginn der Fahrt möchte man durch einen Schulterblick mit überprüfen, ob das Fahrzeug auf die Autobahn fahren kann. Auch durch die gedämpften Geräusche wurde die Auffahrt zu einem Problem, da oft das heranfahrende Geräusch eines Autos von hinten ein Indiz dafür sein kann, dass die Fahrbahn zum Auffahren auf die Autobahn noch nicht frei ist. Diese halten die Fahrt auf der Autobahn für sehr gefährlich, da man schneller bei Gefahrensituationen reagieren muss und da dies durch die körperlichen Einschränkungen nur sehr bedingt möglich ist. Weitere Bedenken gibt es in diesem Szenario bei plötzlichem Abbremsen, langsamen LKWs, Stausituationen, zu hohen Geschwindigkeiten, gefährlichen Überholmanövern und bei Risikofahrern.

Landstraße

In diesem Szenario fühlten sich die jüngeren Nutzer allgemein wohler, als auf der Autobahn, da weniger Verkehr herrscht und man solche Strecken oft privat fährt. Aufgrund der Tatsache, dass man auf Landstrecken oft nur kurze Wege zurücklegt, könnten sich einige Teilnehmer gut vorstellen, auf das automatisierte Fahren zu verzichten und den Fahrspaß auf teilweise engen Straßen zu genießen. Andere hingegen genießen den Ausblick auf das Land und würden hier automatisiert fahren. Bedenken hätten die Teilnehmer von Gruppe 1 in diesem Szenario bei Personen auf der Fahrbahn, Radfahrern, Gegenverkehr und in Wohnvierteln mit spielenden Kindern. Die älteren Probanden äußerten in diesem Szenario deutlich mehr Bedenken und Unwohlsein. Zum einen ist die Geschwindigkeit für viele Senioren zu hoch, da die Straßen oft sehr unübersichtlich sind. Auch in der 30er Zone ist die Geschwindigkeit zu hoch gewählt, „da man sich in einem Wohngebiet befindet und jederzeit unerwartete Situationen eintreten können“. Von einem weiteren Senioren wird die zu hohe Geschwindigkeit in dem Wohnviertel als ein Systemfehler empfunden. Zum anderen äußerten die meisten Senioren Bedenken, als man Fußgänger überholte beziehungsweise passierte. Der Abstand beim Überholen sei zu gering und die Geschwindigkeit zu hoch. In solchen Gefahrensituationen herrschte besondere Wachsamkeit bei den Probanden, welche teilweise aufhörten zu reden, um die Situation überwachen zu können. Weitere Bedenken haben die Probanden bei engen Straßen, Abbiegungen, Wohnsiedlungen, Spielstraßen, Tieren auf der Fahrbahn und landwirtschaftlichen Geräten. Die jüngeren Probanden mit ASS besitzen in diesem Szenario gemischte Gefühle. Einerseits ist den meisten auch die Geschwindigkeit zu hoch, da man viele Situationen aufgrund der körperlichen Einschränkungen recht spät bemerkt. Des Weiteren äußerte man viele Bedenken hinsichtlich Gegenverkehr, Radfahrern, scharfe Kurven, Kindern auf der Straße, parkende Fahrzeuge, Tiere auf der Fahrbahn und Hofausfahrten. Eine Probandin äußerte zusätzlich das Bedenken, dass sie beim automatisierten Fahren Bekannte auf der Straße, welche einen grüßen, übersehen könnte, da man zu sehr abgelenkt ist. Positiv sehen die Teilnehmer, dass es abgesehen von den Menschen auf der Fahrbahn, auf dem Land nicht so viele Gefahrensituationen gibt. Da man selbst sehr viel auf dem Land unterwegs ist, würde man dem automatisierten Fahrzeug vertrauen.

Stadt

In diesem Szenario äußerte Gruppe 1 die meisten Bedenken, da sich in der Stadt sehr viele Gefahrensituationen ergeben. Bedenken gibt es hier bei komplexeren Situationen, in denen das Fahrzeug abbiegt und Personen gleichzeitig über die Straße gehen, aber auch bei Ampeln, Schulkindern, Gegenverkehr und Baustellen. Problematisch bei Fußgängern wird der fehlende Augenkontakt genannt, da man ihnen zum Beispiel durch Gesten nicht mitteilen kann, dass diese zuerst die Straße überqueren können, da die Entscheidungsmacht beim

Fahrzeug liegt. Positiv erwähnen Probanden aus Gruppe 1, dass die Geschwindigkeit und der Fahrstil sehr angenehm sind, sodass man immer mehr Vertrauen in die Technik entwickelt. Durch das Meistern von komplexen Verkehrssituationen durch das automatisierte Fahrzeug wird das Vertrauen zusätzlich enorm gesteigert. Die Senioren aus Gruppe 2 äußerten hinsichtlich der vielen komplexen Verkehrssituationen die gleichen Bedenken wie die Probanden aus Gruppe 1. Doch aufgrund dieser Bedenken, können sich die Senioren gut vorstellen in der Stadt automatisiert zu fahren, da man selbst nicht so schnell auf die Situationen reagieren kann. Trotzdem behält man das Fahrzeug und die Umgebung, vor allem bei Ampeln und Fußgängern, im Auge und möchte das Fahrzeug mitkontrollieren, bis man völliges Vertrauen besitzt. Auch die jüngeren Teilnehmer mit ASS äußerten die Bedenken bei den vielen komplexen Verkehrssituationen. Eine Teilnehmerin äußerte den Vergleich zu einem Fahrlehrer, da man sehr auf den Fahrstil achtet und jederzeit bremsbereit ist. Einige würden aufgrund der schwierigen Situationen die Kontrolle gerne abgeben. Andere fühlen sich wohler, wenn sie die Kontrolle über das Fahrzeug selbst besitzen.

4.3 REFLEXION

Situation Awareness

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse zu dem Situationsbewusstsein der Teilnehmer dargestellt, siehe Anhang A.9. Im Szenario auf der Autobahn konnten sich vier jüngere Probanden ohne ASS bewusst daran erinnern, wie viele Fahrzeug überholt wurden. Zwei konnten sich nicht bewusst daran erinnern. Die restlichen drei Teilnehmer der ersten Gruppe konnten die Frage nicht beantworten. In dem gleichen Szenario konnten sich zwei Senioren bewusst daran erinnern, drei nahmen kein überholtes Fahrzeug bewusst wahr, meinten aber, sich an ein Auto erinnern zu können und vier Probanden aus Gruppe 2 konnten die Frage nicht beantworten. In Gruppe 3 nahmen drei Teilnehmer das überholte Fahrzeug bewusst wahr, eine Person nahm das Fahrzeug nicht bewusst wahr und fünf der jüngeren Probanden mit ASS konnten die Frage nicht beantworten. Auf der Landstraße konnte ein Teilnehmer der Gruppe 1 die Frage bewusst beantworten, wie viele Personen sich auf beziehungsweise neben der Fahrbahn befanden. Sechs Probanden in dieser Gruppe haben die Frage zwar beantwortet, nahmen die Menschen aber nicht bewusst wahr und zwei konnten die Frage nicht beantworten. Drei Senioren nahmen die Menschen auf der Fahrbahn bewusst wahr, fünf haben diese nicht bewusst wahrgenommen und ein Proband aus Gruppe 2 konnte die Frage nicht beantworten. Im gleichen Szenario nahmen zwei Teilnehmer aus Gruppe 3 die Personen auf beziehungsweise neben der Fahrbahn bewusst wahr, sechs nahmen diese nicht bewusst wahr und ein Teilnehmer konnte auch hier die Frage nicht beantworten. Im Szenario in der Stadt nahmen zwei Teilnehmer aus Gruppe 1 die Anzahl der Ampeln, an denen man gestanden ist, bewusst wahr, fünf nahmen diese nicht bewusst wahr und die restlichen zwei Teilnehmer der jüngeren Probanden ohne ASS konnten die Frage nicht beantworten. Drei der Senioren nahmen die Ampeln bewusst wahr, vier unbewusst und zwei konnten keine Antwort geben. In der Gruppe der jüngeren Teilnehmern mit ASS nahmen fünf Probanden die Ampeln bewusst wahr, drei unbewusst und ein Teilnehmer konnte keine Antwort auf die Frage geben.

UX-Curves

Anschließend werden die Ergebnisse der UX-Curves, gegliedert nach den drei verschiedenen Szenarien und Gruppen, dargelegt, siehe Anhang A.10. Zunächst werden die Ergebnisse aus dem Szenario auf der Autobahn dargestellt, des Weiteren die Landstraße und die Stadtfahrt.

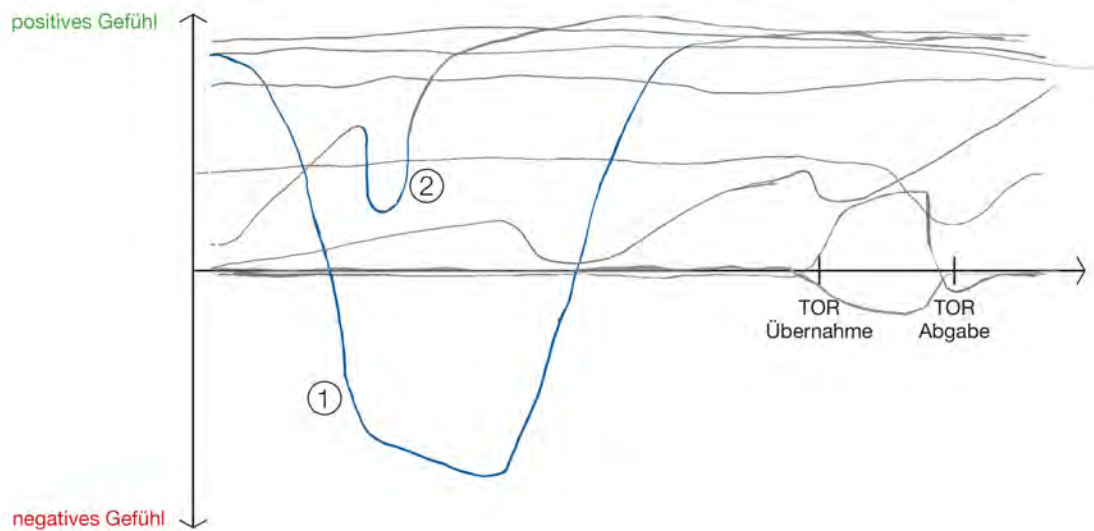


Abbildung 4.4: UX-Curve Szenario Autobahn – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)

Auf der Autobahn hatten sechs Teilnehmer der Gruppe 1 ein generell positives Gefühl, ein Proband ein negatives Gefühl. Bezüglich der Steigung der Kurven hatten drei keine Steigung und drei Probanden haben eine Kurve mit negativ-positiver Steigung gezeichnet. Ein Teilnehmer zeichnete die Kurve (1) sehr weit ins Negative, da dort die Auffahrt auf die Autobahn stattgefunden hat. Etwa in gleicher x-Position gab es auch bei einem weiteren Probanden (2) eine Senkung der Kurve, da man in diesem Szenario hinter einem Wohnwagen gefahren ist und diesen überholt hatte.

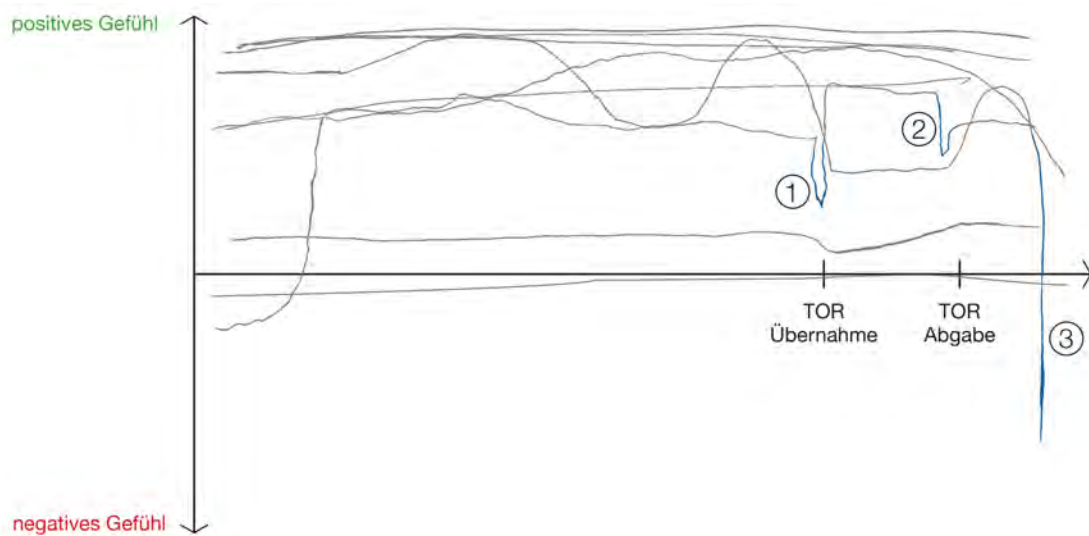


Abbildung 4.5: UX-Curve Szenario Autobahn – Gruppe 2 (ältere Probanden)

Sechs Senioren hatten auf der Autobahn generell ein positives Gefühl. Ein Teilnehmer zeichnete ein positiv-negatives Gefühl und zwei Probanden dieser Gruppe ein negativ-positives Gefühl. Bezüglich der Steigung hatten sechs der Kurven keine Steigung. Ein Proband zeichnete eine Senkung der Kurve (1) bei der Übernahme der Kontrolle und eine weitere Senkung (2) bei der Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug. Eine Seniorin zeichnete am Ende eine sehr starke Senkung der Kurve (3), welche sich bis ins Negative erstreckte. Die Probandin störte hierbei die Pause auf dem Parkplatz, da sie gerne selbst entscheiden möchte, wo das Fahrzeug Halt macht.

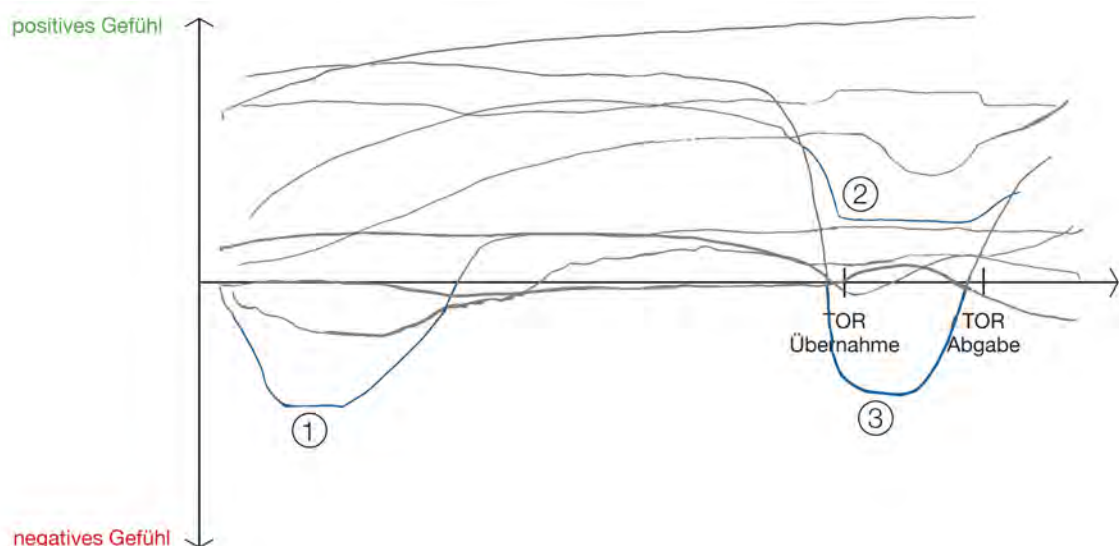


Abbildung 4.6: UX-Curve Szenario Autobahn – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)

Vier jüngere Teilnehmer mit ASS hatten generell auf der Autobahn ein positives Gefühl. Jeweils zwei Teilnehmer ein negativ-positives und positiv-negativ-positives Gefühl. Be-

zätzlich der Steigung zeichneten vier Probanden eine negativ-positive Steigung und zwei Teilnehmer eine positiv-negative Steigung. Ein Proband zeichnete eine negative Kurve zu Beginn (1) welche im Laufe der Zeit ins Positive hin anstieg, da der Teilnehmer zuerst ein ungewohntes Gefühl bezüglich der Fahrt hatte und er sich bei der Auffahrt auf die Autobahn unangenehm gefühlt hatte. Eine weitere junge Teilnehmerin aus Gruppe 3 zeichnete bei ihrer Kurve (2) eine Senkung bei der Übernahme der Kontrolle, da sie sich ab diesem Zeitpunkt wieder mehr konzentrieren musste und nicht mehr so entspannt war. Bei der Abgabe der Kontrolle stieg die Kurve wieder ein bisschen, da sie sich dann keinen Gedanken über die Verkehrslage mehr machen muss. Eine ähnliche Senkung der Kurve (3) bei der Übernahme der Kontrolle gab es bei einem weiteren Teilnehmer. Die Probandin zeichnete diese bei der Übernahme der Kontrolle bis ins Negative und erst ab der Abgabe der Kontrolle wurde die Kurve wieder ins Positive gezeichnet.

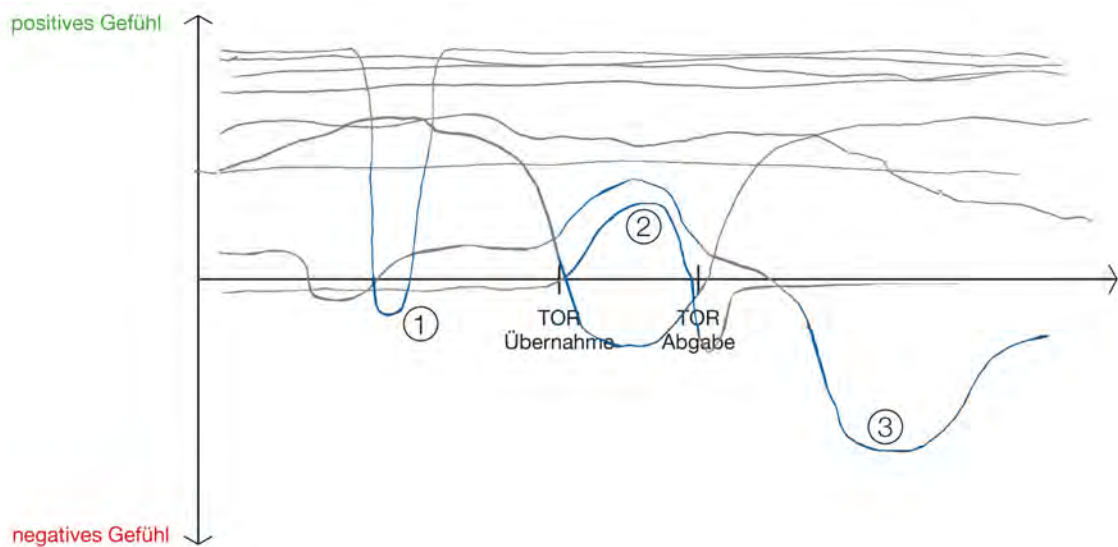


Abbildung 4.7: UX-Curve Szenario Landstraße – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)

Im nächsten Szenario auf der Landstraße hatten fünf Probanden aus Gruppe 1 ein positives Gefühl. Bezüglich der Steigung haben vier Probanden eine Kurve ohne Steigung gezeichnet und ein Teilnehmer eine negative Steigung. Bei einem Probanden gab es eine steile Senkung der Kurve (1), welche sich bis ins Negative erstreckte, da sich zu diesem Zeitpunkt eine Frau mit Kinderwagen auf der Fahrbahn befand und man nicht wusste, wie das Fahrzeug in einer solchen Situation reagieren würde. Bezüglich der Übernahme und Abgabe der Kontrolle zeichneten zwei Probanden eine positiv steigende Kurve und ein Proband eine fallende Kurve bis ins Negative während des TOR (2). Letzterer war in diesem Szenario zum ersten Mal mit dem TOR konfrontiert und wusste somit noch nicht wie die Übernahme und Abgabe der Kontrolle abläuft. Die zwei anderen Probanden zeichneten im gleichen Abschnitt zwischen der Übernahme und der Abgabe eine steigende Kurve, da diese schon etwas mehr vertraut waren mit dem TOR und ich somit entspannter fühlten. Einer dieser Probanden zeichnete im Verlauf eine stark ins negativ fallende Kurve (3), da hier das Fahrzeug abgebogen ist und gleich hintern einem anderen Fahrzeug zum Stehen kam.

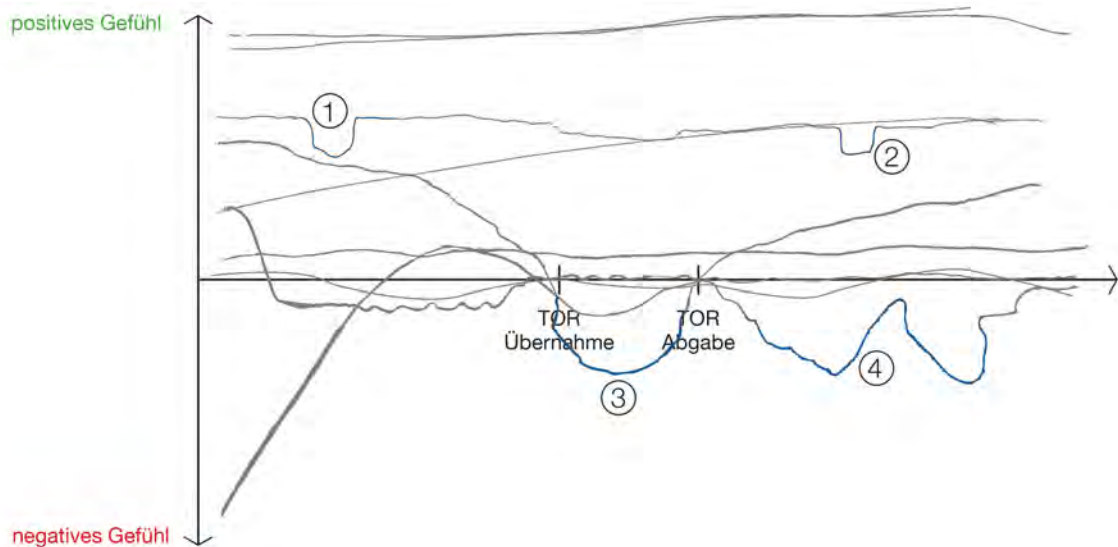


Abbildung 4.8: UX-Curve Szenario Landstraße – Gruppe 2 (ältere Probanden)

Auf der Landstraße hatten fünf Senioren ein positives Gefühl und zwei weitere ein positiv-negativ-positives Gefühl. Bezüglich der Steigung gab es bei vier Kurven keine und bei zwei eine positive Steigung. Ein Proband zeichnete gleich zu Beginn eine kleine Senkung der Kurve ein (1), da sich hier die Frau mit Kinderwagen auf der Fahrbahn befand und eine weitere Senkung gegen Ende des Szenarios (2), da sich ein weiterer Fußgänger neben der Fahrbahn befand. Bei der Übernahme der Kontrolle zeichnete ein weiterer Proband eine Senkung der Kurve (3) ein, welche sich bis ins Negative erstreckte, da der Teilnehmer den TOR zum ersten Mal erlebte und nicht wusste, ob er das richtigmachen würde. Ab dem Zeitpunkt der Abgabe, hatte der Proband das Stadium der Unsicherheit überwunden und somit stieg die Kurve wieder ins Positive an. Ein Weiterer Teilnehmer zeichnete nach der Abgabe der Kontrolle zwei Senkungen der Kurve im negativen Bereich (4) ein, da viele Kurven und Abbiegungen im Szenario stattgefunden haben.

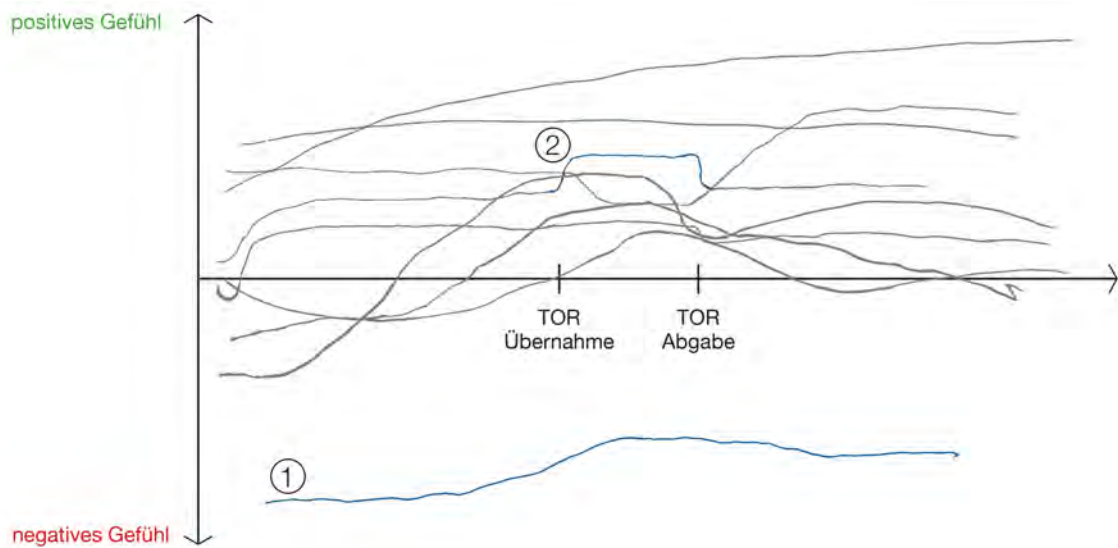


Abbildung 4.9: UX-Curve Szenario Land – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)

Auf der Landstraße hatten ebenfalls vier Teilnehmer ein positives und jeweils zwei Probanden ein negativ-positives und positiv-negativ-positives Gefühl. Bezüglich der Steigung gab es jeweils drei mal ein positive und positiv-negative Steigung in dieser Gruppe. Auffallend hier ist eine Kurve, welche sich komplett im negativen Bereich befindet (1). Der Proband äußerte in diesem Szenario viele Bedenken, wie zum Beispiel enge Straßen, parkende Autos und Fußgänger auf der Fahrbahn, welche zu einem durchgehend negativen Gefühl geführt hatten. Ein Proband zeichnete eine steigende Kurve während der Übernahme der Kontrolle, welche nach der Abgabe wieder ein wenig abflacht (2), da man sich während der Kontrolle über das Fahrzeug sicherer gefühlt hat.

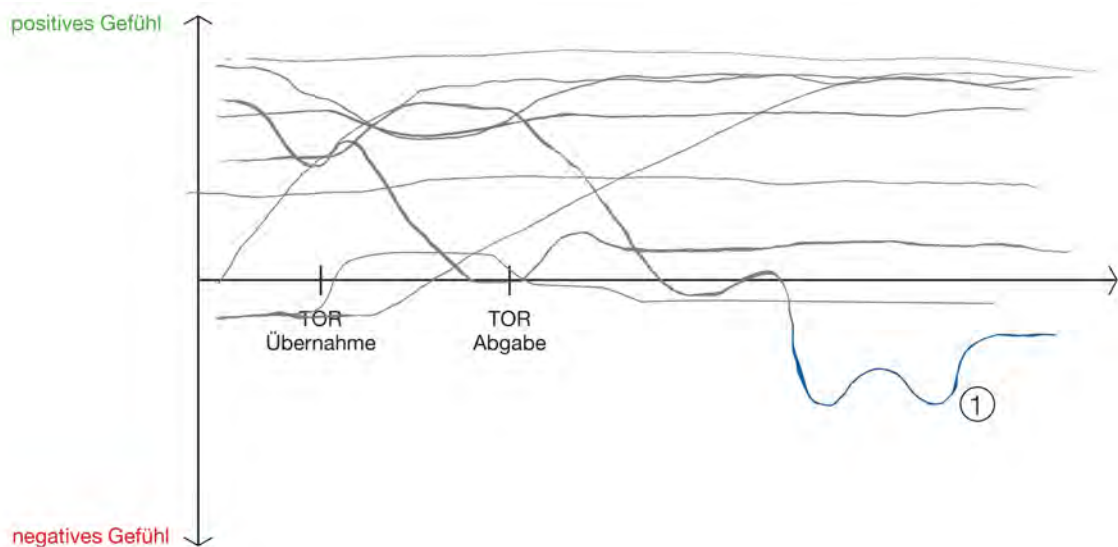


Abbildung 4.10: UX-Curve Szenario Stadt – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)

In der Stadt hatten sechs der jüngeren Teilnehmer ohne ASS ein positives Gefühl. Bezüglich der Steigung waren jeweils zwei ohne, zwei positiv und zwei negativ-positiv. Auffallend in diesem Szenario in Gruppe 3 ist eine Kurve (1), welche gegen Ende des Szenarios ins Negative abwechselnd steigend und fallend gezeichnet wurde. Der Proband erläuterte die Abflachung ins Negative durch die Ampel, an welcher gebremst werden musste. Als die Ampel auf Grün geschaltet hatte, hätte man lieber selbst gelenkt.

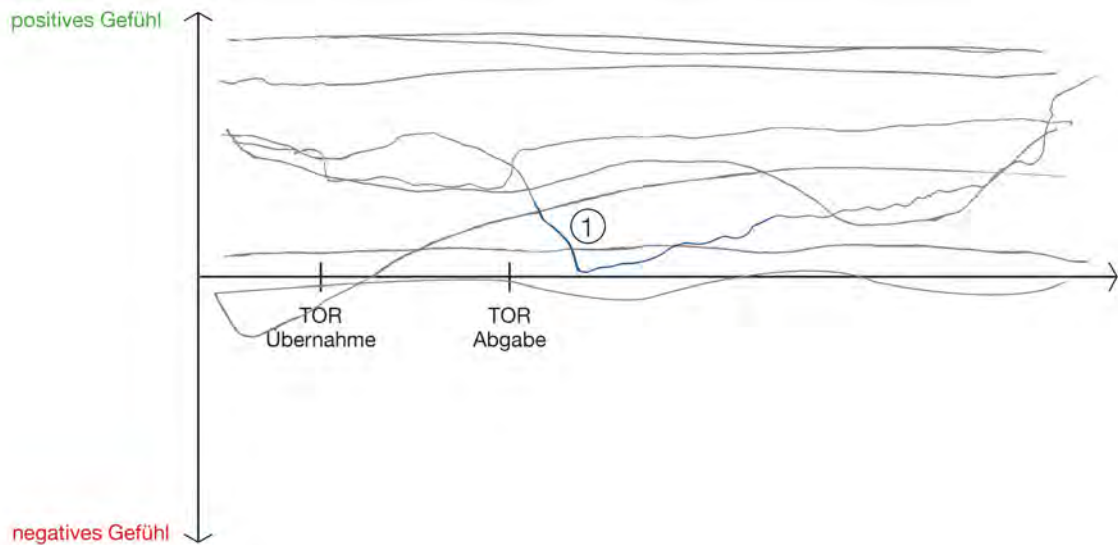


Abbildung 4.11: UX-Curve Szenario Stadt – Gruppe 2 (ältere Probanden)

In der Stadt hatten sieben der Teilnehmer der Gruppe zwei ein positives Gefühl und damit die höchste Anzahl verglichen mit den beiden anderen Szenarien. Der gleiche Wert wurde auch bei keiner Steigung der Kurven dieser Gruppe ermittelt. Eine Probandin zeichnete eine Kurve, welche ab der Abgabe der Kontrolle stark abflachte (1), da diese sich beim Zeichnen der UX-Curve nicht mehr an die Abgabe der Kontrolle erinnern konnte.

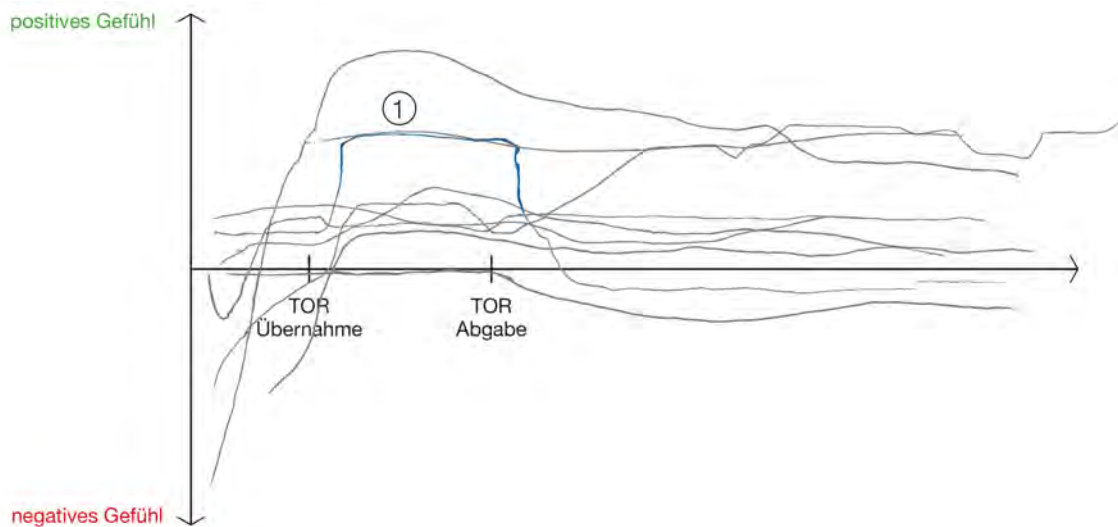


Abbildung 4.12: UX-Curve Szenario Stadt – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)

In der Stadt zeichneten vier der Teilnehmer aus der dritten Gruppe ein negativ-positives Gefühl und drei ein positives Gefühl. Bezüglich der Steigung gab es jeweils zwei Teilnehmer mit keiner, positiv-negativen und positiv-negativ-positiven Steigung. Ein Proband zeichnete in diesem Szenario eine steigende Kurve ab der Übernahme der Kontrolle, welche nach der Abgabe wieder bis ins Negative stark abflachte (1). Der Teilnehmer fühlte sich in der Stadt am sichersten, wenn er selbst die Kontrolle über das Fahrzeug hat, da es in der Stadt zu viele unübersichtliche Situationen gibt. Der Proband ist der Meinung, dass bevor man ständig aufgefordert wird, das Fahrzeug zu übernehmen, man gleich selbst fahren kann.

Positive And Negative Schedule

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse des Fragebogens PANAS dargelegt, um relevante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen aufzuzeigen.

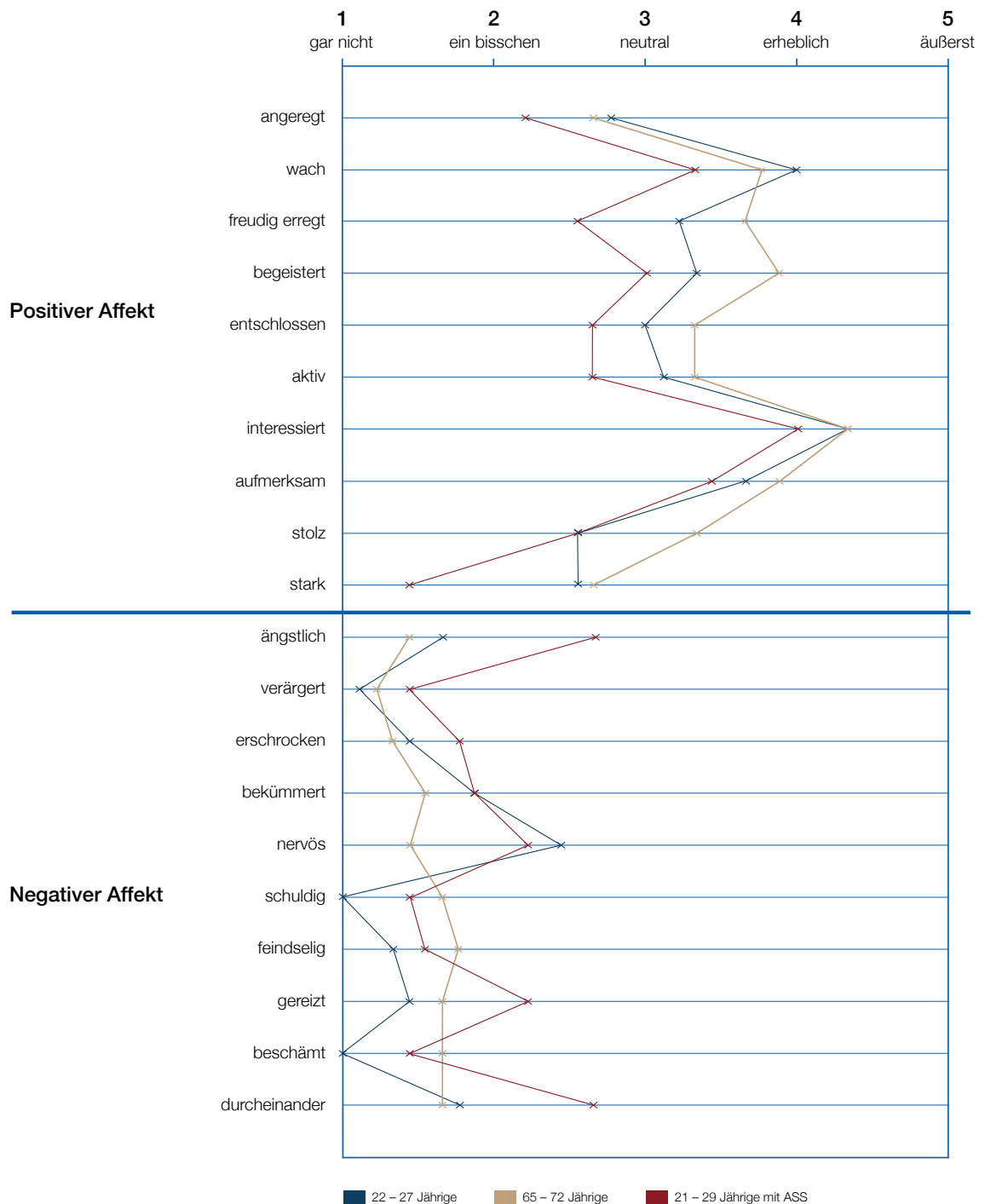


Abbildung 4.13: Auswertung Positive And Negative Affect Schedule (PANAS)

Abbildung 4.13 zeigt die Ausprägungen der positiven und negativen Affekte gegliedert nach den drei Gruppen. Bei den positiven Affekten zeigt sich eine fast symmetrische Darstellung der jüngeren Probanden ohne ASS und den jüngeren Teilnehmern mit ASS, wobei diese der Probanden mit ASS in negative x-Richtung verschoben ist. Die Werte von zum Beispiel wach ($M = 3,33$), freudig erregt ($M = 2,56$), begeistert ($M = 3,11$) und aktiv ($M = 2,67$) der Jüngeren mit ASS liegen immer unter den Werten von den jüngeren Studienteilnehmern ohne ASS. Diese haben bei wach einen Wert von $M = 4,00$ und bei freudig erregt einen Wert von $M = 3,22$. Begeistert liefert den Wert von $M = 3,33$ und aktiv den Wert $M = 3,11$. Die Werte der Senioren liegen bei wach mit einem Wert von $M = 3,78$ zwischen den Werten von Gruppe 1 und 3. Bei diversen anderen positiven Affekten wie zum Beispiel freudig erregt ($M = 3,67$), begeistert ($M = 3,89$), entschlossen ($M = 3,33$) und stolz ($M = 3,33$) liegen die Werte dieser Gruppe über den Werten der beiden anderen Gruppen. Der positive Affekt interessiert liefert für die Gruppe der jüngeren Probanden ohne ASS und der Senioren den gleichen Wert ($M = 4,33$).

Bei den negativen Affekten liefert die Gruppe der jüngeren Probanden mit ASS bei den Affekten wie ängstlich ($M = 2,78$), verärgert ($M = 1,44$), gereizt ($M = 2,22$) und durcheinander ($M = 2,67$) die höchsten Werte. Die Senioren zeigen bei den Affekten ängstlich ($M = 1,44$), erschrocken ($M = 1,33$), bekümmert ($M = 1,56$), nervös ($M = 1,44$) und durcheinander ($M = 1,67$) die niedrigsten Werte.

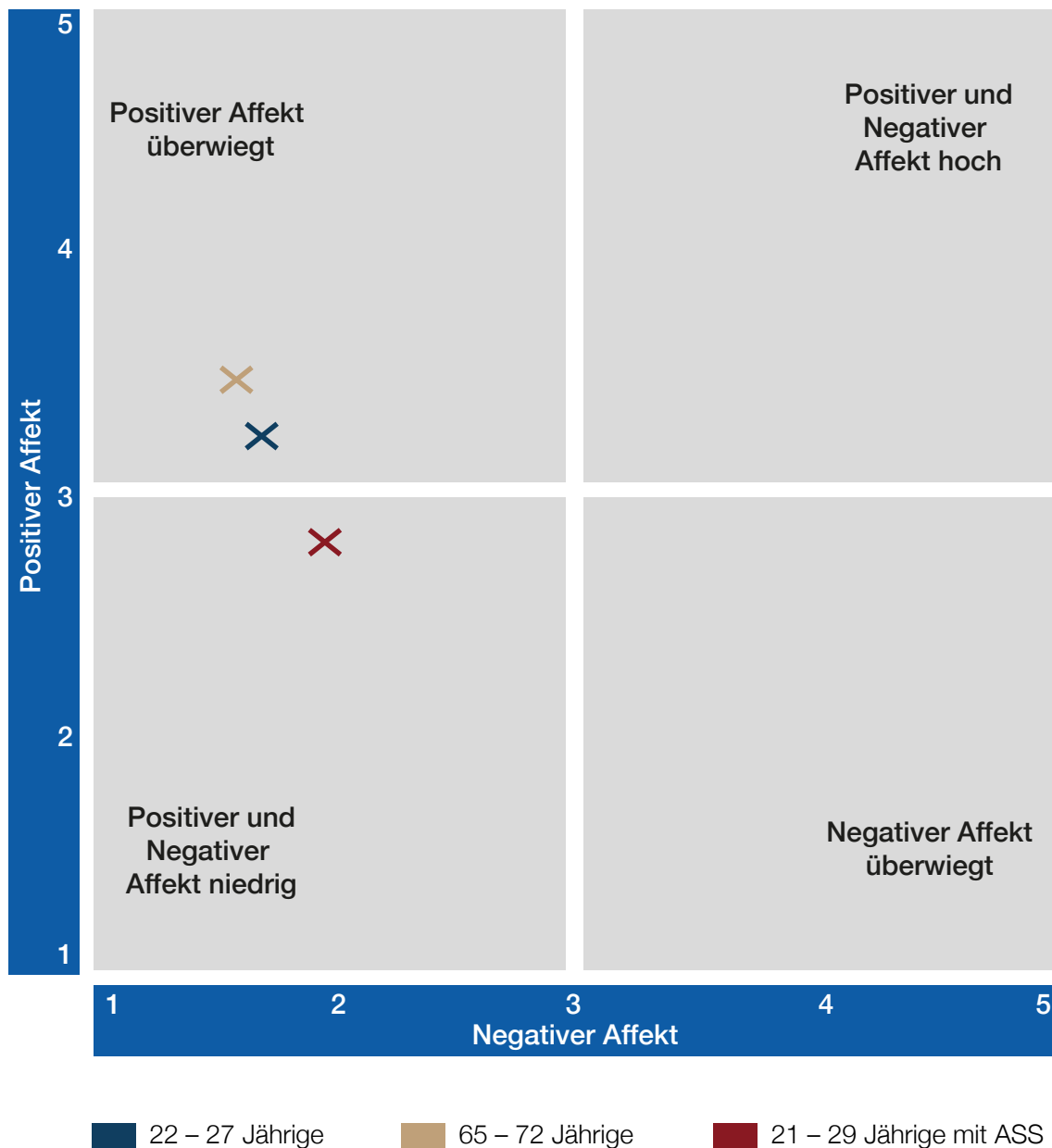


Abbildung 4.14: Auswertung Positive And Negative Affect Schedule (PANAS) – Portfolio Darstellung

Wie in Abbildung 4.14 zu sehen ist, liegt der Positive Affekt (PA) der Senioren mit einem Wert von $M = 3,489$ am höchsten. Der Negative Affekt (NA) ist im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen, mit einem Wert von $M = 1,545$, am niedrigsten. Die Gruppe der 22 – 27-Jährigen ohne ASS haben den zweithöchsten PA Wert mit 3,256. Auch deren NA liegt im Vergleich mit den anderen beiden Gruppen im Mittelfeld mit einem Wert von 1,655. Den höchsten NA weist die Gruppe der 21 – 29-Jährigen mit einem Wert von $M = 1,944$. Der PA ist in dieser Gruppe mit einem Wert von $M = 2,811$ am niedrigsten.

Qualitatives Interview

Nach der Simulationsfahrt wurde mit den Probanden außerhalb des Fahrzeugs ein qualitatives Interview zur Reflexion durchgeführt. Die erste Frage, ob die Simulationsfahrt die Erwartungen erfüllt hätte, haben die Teilnehmer von Gruppe 1 mehrheitlich mit "Ja" beantwortet. Die meisten jüngeren Personen in dieser Gruppe fanden die Fahrt sehr realitätsnah. Noch besser wäre diesbezüglich ein Rundumbild und eine Anzeige, damit man weiß wohin man fährt. Viele sind der Meinung, dass die Erwartungen, welche sie zu Beginn der Studie geäußert haben, erfüllt worden sind. Auch die Gruppe der älteren Probanden äußerte, dass die Erwartungen erfüllt worden sind. Dennoch spielt hier die Sicherheit und das Vertrauen eine große Rolle, welche zunächst aufgebaut werden müsse. Vor allem bei den ersten Fahrten besteht eine gewisse Unsicherheit, welche aber ziemlich schnell verschwand. Eine Senioren war sehr überrascht, dass sie sich während der Fahrt sogar unterhalten hat, obwohl sie dies beim manuellen Fahren unterbindet. Auch die Erwartungen der jüngeren Probanden mit ASS wurden weitgehend erfüllt. Dennoch wünschen sie ein paar der Teilnehmer aus dieser Gruppe mehr Platz im Innenraum des Fahrzeugs, da man sehr eingeschränkt war.

Als nächstes wurde den Probanden die Frage gestellt, ob diese sich vorstellen können ein automatisiertes Fahrzeug zu kaufen. Grundsätzlich stehen die Teilnehmer aus Gruppe 1 dem Kauf eines automatisierten Fahrzeugs positiv gegenüber, da es stressfreier und entspannter ist. Auch die Möglichkeit sich anderweitig zu beschäftigen ist ein wesentlicher Aspekt in dieser Gruppe. Des Weiteren spielt aber der Geldfaktor eine große Rolle, da sich junge Menschen nicht vorstellen können, sich ein eigenes automatisiertes Fahrzeug leisten zu können. Viele weitere Faktoren, zum Beispiel wie viele Strecken schon zugelassen sind oder wie viele Menschen schon ein automatisiertes Fahrzeug benutzen, spielen beim Kauf eines automatisierten Fahrzeugs eine Rolle. Auch die Zielgruppe der Senioren haben eine positive Haltung gegenüber dem Kauf eines automatisierten Fahrzeugs. Wichtig ist ihnen hierbei, dass die Technik vollständig ausgereift ist und einige Jahre seit der Markteinführung vergangen sind, sodass mögliche "Kinderkrankheiten" bereits behoben worden sind. Viele ältere Nutzer sehen das automatisierte Fahren als eine Erleichterung und als eine Lösung, um bis ins hohe Alter mobil bleiben zu können. Viele würden es eher benutzen als mit dem Bus oder der Bahn zu fahren. Dennoch spielt auch in dieser Gruppe der Preisaspekt eine wesentliche Rolle, da viele nicht dazu bereit wären, ein großes und teures automatisiertes Fahrzeug zu kaufen. Ein Senior äußerte den Gedanken, dass es noch eine lange Zeit dauern würde, bis es automatisierte Fahrzeuge zu einem erschwinglichen Preis geben würde. Die Mehrheit der jüngeren Probanden mit ASS können sich auf jeden Fall vorstellen sowohl im jungen als auch im hohen Alter ein automatisiertes Fahrzeug zu kaufen. In jungen Jahren ist man meist so viel beschäftigt, da man die Zeit während der automatisierten Fahrt sinnvoll nutzen kann. Eine Probandin äußerte den Gedanken, dass eine Reise nach Hamburg mit einem automatisierten Fahrzeug einen ganzen Arbeitstag ersetzen könnte. Auch im Alter sehen die Teilnehmer aus dieser Gruppe viele Vorteile. Das Fahren könnte sehr erleichtert werden und man wäre sehr unabhängig, da man nicht mehr auf andere angewiesen wäre.

Als drittes wurde von den Probanden erfragt, welche Verbesserungsvorschläge sie bezüglich der automatisierten Simulationsfahrt haben. Die jungen Probanden ohne ASS aus Gruppe 1 wünschten sich bezüglich dem TOR ein ansprechenderes Design. Des Weiteren wünsche man sich zusätzlich zu dem akustischen und visuellen Signal ein haptisches Feedback. Viele benötigen auch eine höhere Zeitdauer bis zur Übernahme der Kontrolle. Ein Proband wünsche sich ein Warnsignal circa zwei Minuten vor der Übernahme und einen

zusätzlichen Countdown von zehn Sekunden. Bei intensiveren Beschäftigungen schlug ein weiterer Proband eine Dauer von ein bis zwei Minuten vor. Bei der Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug sollte die Farbe des Designs zunächst noch rot sein. Sobald der Countdown abgelaufen ist, sollte die Farbe auf grün geändert werden. Des Weiteren wünschte sich ein Proband selbst entscheiden zu können, wann die Kontrolle beim Fahrzeug liegen soll und wann der Fahrer die Kontrolle gerne selbst besitzen will. Die Senioren wünschen sich vor allem ein weiteres haptisches Signal beim TOR, da sich einige Probanden in dieser Gruppe vorstellen können, diesen zu übersehen bzw. zu überhören falls sich mehrere Menschen im Fahrzeug befinden. Denkbar wären hierbei abgedunkelte Scheiben oder mechanische Reize. Einige ältere Teilnehmer äußerten den Wunsch, die Anzeige weiter in die Mitte und auf Augenhöhe zu rücken. Der wichtigste Punkt in dieser Gruppe ist es, langsam an diese neue Technik herangeführt zu werden und ausreichend Vertrauen aufzubauen, um auch komplexere Situationen zu meistern. Dazu benötigen ältere Nutzer zusätzliche Fahrzeuginformationen in Form einer visuellen Darstellung. Auch die Gruppe der jungen Probanden mit ASS äußerten essentielle Aspekte, um das Vertrauen im Fahrzeug noch mehr zu steigern. Dazu benötigen diese einen Rückspiegel, um auch den Verkehr hinter sich beobachten zu können und somit auch die Möglichkeit zu besitzen, bei komplexeren Verkehrssituationen das Fahrzeug kontrollieren zu können. Bezüglich dem TOR äußerte ein Proband den Wunsch, diesen persönlicher zu gestalten, da dadurch auch das Vertrauen gesteigert werden kann. Durch die körperlichen Einschränkungen benötigen viele Teilnehmer aus dieser Gruppe mehr Platz im Innenraum des Fahrzeugs. Eine Probandin betonte den Wunsch, dass es in autonomen Fahrzeugen auch die Möglichkeit gäbe, die Füße hoch zu legen, da diese nach einiger Zeit sehr schwer werden. Insgesamt konnten sich die Probanden aus Gruppe 3 alle möglichen Beschäftigungen in Fahrzeug vorstellen und wünschten sich mehr eine Wohnzimmeratmosphäre.

Die vorletzte Frage beschäftigt sich damit, ob automatisierte Fahrzeuge für die Probanden ein Grund wäre, sich ein neues Auto zu kaufen. Für die jüngeren Probanden ohne ASS aus Gruppe 1 ist dies noch eine reine Zukunftsvision. Einige Probanden äußerten diverse Aspekte, welche zuvor noch geklärt werden müssen, bevor man sich Gedanken über einen Kauf machen würde. Dabei stehen vor allem rechtliche Angelegenheiten / Standpunkte im Vordergrund. Einige Probanden würden nach der Markteinführung noch einige Zeit abwarten. Ein Teilnehmer äußerte den Gedanken, sicher eher ein automatisiertes Fahrzeug leasen zu wollen als eins zu kaufen, da man sehr gespannt auf die neue Technik ist aber sich aufgrund der finanziellen Situation noch kein automatisiertes Fahrzeug leisten könne. Auch bei den Senioren spielt der finanzielle Aspekt eine große Rolle. Doch einige ältere Teilnehmer denken auch an deren Zukunft, wenn diese durch körperliche Einschränkungen immer mehr immobil werden, können sie sich gut vorstellen auf ein automatisiertes Fahrzeug umzusteigen. Ein paar Teilnehmern aus dieser Gruppe versprechen sich durch die Bequemlichkeit und Erleichterung große Vorteile. Die Probanden mit ASS aus Gruppe 3 sehen in ihren jungen Jahren noch keinen Bedarf sich ein automatisiertes Fahrzeug zuzulegen, da einige noch Spaß am Fahren haben und die Entwicklung dieser Technik noch nicht so weit fortgeschritten ist. Doch bis diese da hohe Alter erreichen, können sie sich gut vorstellen, dass die Technik ausgereift ist. Des Weiteren fallen viele Aktivitäten beim Autofahren aufgrund der körperlichen Einschränkungen im Alter sehr schwer und somit das könne das automatisierte Fahren die Mobilität im hohen Alter erhalten.

Als letzte Frage wurden den Probanden gestellt, welche Aspekte das automatisierte Fahren zu einem besonderen Erlebnis machen. Für die jüngeren Teilnehmer ohne ASS aus Gruppe 1 sind es hauptsächlich die diversen Beschäftigungsmöglichkeiten während der

automatisierten Fahrt. Einige stellen sich ihr eigenes automatisiertes Fahrzeug sogar als zweites Wohnzimmer vor. Die Senioren hingegen sind fasziniert von der neuen, technischen Innovation und erstaunt von der Entwicklung, dass die Maschinen in Zukunft Tätigkeiten übernehmen, für welche Jahrzehnte lang der Mensch verantwortlich war. Auch die Aspekte der Hilfestellung durch das Fahrzeug und die Möglichkeit der Entspannung machen das automatisierte Fahren für die Senioren zu einem besonderen Erlebnis. In Gruppe 3 spielen sowohl die Faszination gegenüber der neuen Technik als auch die Möglichkeit sich entspannen zu können, eine große Rolle. Des Weiteren sehen die jungen Probanden mit ASS die vielen Beschäftigungsmöglichkeiten als einen besonders großen Vorteil beim automatisierten Fahren.

Zusätzlich zu diesen Fragen, welche allen drei Gruppen gestellt wurden, gab es noch zwei zusätzliche Fragen für die jungen Teilnehmer mit ASS aus Gruppe 3. Zuerst erkundigte man sich nach den Einschränkungen, welche während der Simulationsfahrt sich als äußerst unangenehm und störend empfunden wurden. Am häufigsten wurden hier die Sicht- und Hörprobleme genannt. Einer Probandin ist vor allem das Gehör auf der Autobahn besonders wichtig und verglich dies mit der Aussage: „Man muss beim Rückwärtsfahren den Radio leiser drehen, sonst sieht man nichts.“ Somit habe durch das eingeschränkte Hören auch die Sicht darunter gelitten. Durch diese beiden Einschränkungen müsse man sich noch mehr konzentrieren, da man sich zusätzlich noch darauf konzentrieren muss zu sehen und zu hören. Des Weiteren wurden die Gewichte am ganzen Körper als sehr störend empfunden, da zum Beispiel die Hände nach einiger Zeit sehr schwer wurden und somit das Halten des Lenkrads immer schwerer gefallen ist. Durch die Gelenke an den Füßen wäre bei längerer Fahrt das Kuppeln sehr anstrengend geworden.

Als letzte Frage wurde den Teilnehmer aus Gruppe 3 gestellt, ob diese aufgrund der körperlichen Einschränkungen im Alter bereit wären, sich ein automatisiertes Fahrzeug zu kaufen. Alle jüngeren Probanden mit ASS sind sich einig, das automatisierte Fahren für ältere Nutzer einen großen Vorteil bietet und es für diese Zielgruppe auf jeden Fall geeignet ist. Die Teilnehmer würden im hohen Alter mit diesen Einschränkungen Hilfe benötigen, um die Fahrt angenehmer zu machen. Ein Proband äußerte den Gedanken, dass ein Fahrzeug mit vielen FAS ausreichend wäre. Eine weitere Teilnehmerin würde sich kein eigenes automatisiertes Fahrzeug zulegen wollen, sondern automatisierte Gemeinschaftsfahrzeuge nutzen wollen.



5

DISKUSSION

5 Diskussion

Die dargelegten Ergebnisse zeigen, dass ein Teil unserer Hypothesen nicht bestätigt werden kann. Es kann kein signifikanter Akzeptanz Unterschied in Bezug auf automatisiertes Fahren zwischen jüngeren und älteren Autofahrern festgestellt werden. Bezüglich unserer Hypothesen **H1** und **H2** kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bezogen auf den PANAS Fragebogen besitzen die Senioren insgesamt sogar einen höheren positiven Affekt als die jüngeren Probanden mit und ohne ASS und gleichzeitig einen geringeren negativen Affekt wie die beiden anderen Gruppen mit jüngeren Teilnehmern. Eine geringere Technikaffinität der älteren Probanden kann gegenüber den Jüngeren, welches Auswirkungen auf die Akzeptanz und das Vertrauen bezüglich des automatisierten Fahrens hätte, nicht nachgewiesen werden. In Hinblick auf den positiven Affekt *interessiert* besitzen die älteren Probanden sogar den gleichen Wert wie die jungen Probanden ohne ASS ($M = 4,33$). Bei dem positiven Affekt *begeistert* besitzen die Senioren den höchsten Wert mit $M = 3,89$. Auch unsere Hypothese **H3** konnte durch die Studie nicht bestätigt werden. Die älteren Senioren verspüren keinen signifikant größeren Wunsch nach automatisiertem Fahren als die jüngeren Autofahrer. In Zukunft muss zuerst noch das Vertrauen von beiden Altersgruppen zum automatisierten Fahren gesteigert werden. Da die körperlichen Einschränkungen von unseren älteren Teilnehmern gering ausgeprägt waren, haben diese keinen deutlichen Wunsch zum automatisierten Fahren aufgrund ihrer körperlichen Einschränkungen geäußert. Die jungen Probanden mit ASS aus Gruppe 3 können sich hingegen sehr gut vorstellen, ein automatisiertes Fahrzeug aufgrund der auftretenden körperlichen Einschränkungen im Alter zu benutzen. Unsere Hypothese **H4** kann aufgrund unserer Studienergebnisse bestätigt werden. Vor allem die Senioren benötigen und wünschen sich zusätzlich zum akustischen und visuellen Signal ein haptisches Feedback beim TOR. Da einige Probanden aus dieser Gruppe die Übernahme beinahe verpasst hätten, ist ein zusätzliches Feedback dringend notwendig. Viele der Senioren haben im Gegensatz zu den jüngeren Probanden weniger auf die Vibration im Sitz gesetzt, sondern auf Alternativen. Vorstellbar für ein weiteres Signal für die Übernahme wären für älteren Nutzer Leuchten im Fahrzeug, welche einem durch bestimmte Farben zeigen, wann die Kontrolle übernommen werden soll oder auch ein Blitz- beziehungsweise Blinklicht. Ein Proband konnte sich auch eine „brutale Methode“ vorstellen, indem die Scheiben abgedunkelt werden und man somit nach vorne nichts mehr sieht und dadurch die Aufmerksamkeit gesteigert wird. Bei intensiveren Beschäftigungen zum Beispiel beim Schlafen äußerte ein Proband den Gedanken, verkabelt zu sein und dadurch einen körperlichen Impuls zu bekommen. Vielen älteren Nutzern würde auch schon eine erhöhte Intensität des akustischen Signals ausreichen.

Im Folgenden sollen nun, klassifiziert nach den verschiedenen Gruppen, diverse Handlungsempfehlungen für automatisiertes Fahren ausgesprochen werden.

Gruppe 1 äußerte während der Fahrten den Wunsch, zwischen zwei Modi wechseln und dementsprechend selbst entscheiden zu können, wann man das automatisierte System verwenden möchte. Insgesamt benötigen die Teilnehmer mehr Informationen zu der Fahrt. Zusätzlich zu allen Benachrichtigungen, welche dem Fahrer in einem normalen Fahrzeug schon zur Verfügung stehen, wünsche man sich Angaben über die Fahrtzeit und der Umgebung. Auch hier könne man sich vorstellen, verschiedene Modi anzubieten, beispielsweise: „Mach mit den Sebastian Vettel“. Um die eigenen Bedürfnisse hinsichtlich der Geschwindigkeit und der Wahl der Spur, könne man sich vorstellen, dies dem Fahrzeug durch Spracheingabe mitzuteilen: „Benutze die linke Spur, da ich schneller am Ziel ankommen möchte“ beziehungsweise „Auto, geh mal bitte vom Gas runter“. Bezüglich des Fahrstils äußerte ein Proband den Wunsch, dass sich System und Fahrzeug dem eigenen Fahrstil anpassen können. Des Weiteren betont diese Zielgruppe die Wichtigkeit, selbst Herrscher und Entscheider über die Technik zu sein.

Auch die älteren Probanden wünschen sich verschiedene Fahrmodi, sodass sich der Fahrer mit dem Fahrstil identifizieren kann. Das Fahrzeug sollte sich dem Fahrstil von älteren Autofahrern anpassen. Hier wird auch ein Powermodus gewünscht, welcher auch gerne benutzt werden würde, solange kein Unfall entstehen kann. Man möchte selbst entscheiden, zum Beispiel durch Knopfdruck, Spracheingabe oder Bewegung an den Pedalen, wann das Fahrzeug starten soll. Auch möchte man selbst entscheiden können, welche Strecken das Fahrzeug bis zum Erreichen des Ziels fährt. Um Vertrauen aufbauen zu können wünschen die ältere Autofahrer eine Anzeige der gefahrenen Strecke, vergleichbar mit einer Navigation aber mit einer besseren Usability, da diese von Senioren oftmals nicht benutzt werden kann.

Die jüngeren Probanden mit ASS aus Gruppe 3 äußerten den Wunsch nach einem Multi-Mediacenter welches im Fahrzeug integriert wird und dem Fahrer zeigt, was hinter einem passiert. Auch diese Teilnehmer benötigen mehr Informationen bezüglich der Fahrtzeit und deren Umgebung, welche nicht im Cockpit erwünscht sind, sondern im Head-Up-Display. Ein Proband äußerte den Wunsch nach einer intelligenten Windschutzscheibe mit transparenter Objekterkennung, welches dem Fahrer die erkannten Objekte mitteilt, indem es diese durch zum Beispiel ein Quadrat umrandet. Hierbei bedarf es aber einer Ein- und Ausschaltfunktion, damit der Fahrer die Möglichkeit hat zu entscheiden. Eine weitere junge Probandin mit ASS nannte den Gedanken eine App mit automatisierten Fahrzeugen, ähnlich wie „Uber“, zu entwickeln, um sich somit ein Fahrzeug zu bestellen und das Fahrzeug zu einem kommt um es dann zu benutzen. Demzufolge müsse man sich kein eigenes automatisiertes Fahrzeug kaufen und könnte so zuerst Vertrauen aufbauen. Auch für Menschen, welche das Fahrzeug nicht so oft benutzen, wäre dies eine rentable Möglichkeit automatisiert zu fahren.

Anschließend wird nun, aufgrund der erlangten Erkenntnisse durch die Studie, ein überarbeitetes Konzept des TOR dargelegt.

Ein Großteil der Studienteilnehmer hat das Konzept des TOR als verständlich und übersichtlich empfunden. Bezüglich des Designs hat sich ein Proband eine höherwertigere Anzeige gewünscht, welche letztendlich auch zum Corporate Design der jeweiligen Marke passen soll. Die Platzierung der Anzeige war für die kleine Anzeige passend, für die größere bei der Übernahme und Abgabe wünschen sich viele Probanden, dass die Anzeige in die Mitte geschoben wird. Auch die Symbolik auf der Anzeige wurde als gut verständlich

empfunden. Eine Probandin äußerte den Wunsch, dass sich das Lenkrad bei der größeren Anzeige bei der Übernahme und Abgabe der Kontrolle mitbewegen würde. Eine Senioren hatte ein Verständnisproblem mit dem Symbol, da sie meinte, man müsse die Hände lediglich auf das Lenkrad legen, doch sie würde es lieber fest umgreifen. Auch greifen die Hände bei der Übernahme von unten auf das Fahrzeug zu, bei der Abgabe gehen diese nach unten. Eine Probandin äußerte hier den Wunsch, dass die Hände sich bei der Abgabe seitlich vom Lenkrad entfernen. Auch bei der Farbgebung der Anzeige haben es die Mehrheit der Probanden als verständlich empfunden. Probleme würde es hier aber bei Menschen mit einer Rot-Grün-Sehschwäche geben. Eine Probandin verwirrten die Farben, da es die gleichen wie bei einer Ampel sind. In Bezug auf die kleine Anzeige, welche permanent an der Seite zu sehen ist, bei grüner Farbe angibt, dass die Kontrolle beim Fahrzeug liegt und bei Rot, dass die Kontrolle beim Fahrer liegt, wurden auch ein paar Verbesserungswünsche geäußert. Die grüne Anzeige sei vor allem bei längeren Fahrten zu permanent und zu auffällig. Auch die rote Anzeige wurde von einem Probanden als komisch empfunden, da das Gefühl entstand, dass etwas mit der Technik nicht stimmt. Als beste Lösung hierfür wurde von einer Probandin geäußert, statt einer rot / grünen Anzeige ein Wording mit *Autopilot (nicht) aktiv* zu benutzen. Viele Unstimmigkeiten gab es bezüglich des Countdowns bei der Übernahme der Kontrolle. 10 Sekunden würden bei vielen Studienteilnehmern ausreichen. Doch bei intensiveren Beschäftigungen oder wenn die Sitze im Fahrzeug gedreht sind, reichen diese nicht aus und es wird mehr Zeit benötigt. Ein Proband könnte sich vorstellen, dass das System die Beschäftigung erkennt und individuell die Zeit im Countdown verändert. Ein weiterer Teilnehmer äußerte den Wunsch, dem Fahrzeug per Sprach- oder Gestensteuerung mitteilen zu können, dass man länger für die Übernahme der Kontrolle braucht. Als beste Lösung hat sich hierbei ergeben, dass es zunächst keinen Countdown bei der Übernahme der Kontrolle gibt, da verschiedene Beschäftigungen kombiniert mit unterschiedlichen Reaktionszeiten der Nutzer zu einem differierenden Countdown führt, der benötigt wird. Somit soll die Aufforderung zur Übernahme dem Nutzer mitgeteilt werden und sobald dieser die Hände am Lenkrad hat, bekommt der Nutzer einen Countdown von fünf Sekunden bis man komplett das Fahrzeug selbst steuert. Falls der Fahrer die Hände in einer bestimmten Zeit nicht am Lenkrad hat, bekommt er eine erneute Aufforderung gegeben Falls mit einer höheren Intensität. Falls der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug nicht übernimmt, bleibt das Fahrzeug beim nächstmöglichen Möglichkeit stehen. Auch bei der Abgabe der Kontrolle kam es zu einigen Schwierigkeiten und Verständnisproblemen bezüglich der Abgabezeit. Die Mehrheit der Teilnehmer war sich unsicher, wann sie die Hände vom Lenkrad entfernen darf, da das akustische Feedback nicht mit der visuellen Anzeige übereinstimmt. Ein Proband schlug vor, die Anzeige zunächst noch rot zu lassen und sobald der Countdown auf null runtergezählt hat, die grüne Anzeige zu zeigen. Viele Teilnehmer haben den Countdown von zehn Sekunden als zu lang empfunden. Als beste Lösung hat sich hier gezeigt, dass der Countdown bei der Abgabe der Kontrolle nicht benötigt wird, da man aktiv bei der Sache ist und sofort in der Lage ist, die Kontrolle abzugeben. Bezüglich eines weiteren Feedbacks neben dem akustischen und visuellen, hat sich die Mehrheit der Studienteilnehmer ein haptisches Feedback in Form von einer Vibration im Sitz gewünscht.



6

ZUSAMMENFASSUNG

6 Zusammenfassung

In dieser Studienarbeit wurden die Akzeptanz und das Vertrauen hinsichtlich automatisierten Fahrens bei sowohl jüngeren als auch älteren Nutzern getestet. Durch das Zusammentragen relevanter Literatur und dem Vergleichen von verschiedenen Untersuchungen zu diesem Thema wurde mit Hilfe eines benutzerzentrierten Designansatzes eine Benutzerstudie ($N = 27$) entwickelt. Diese wurde mit zwei verschiedenen Altersgruppen (20 – 35 Jahre und 65 – 80 Jahre) durchgeführt. Eine dritte Gruppe von jungen Probanden trug während der gesamten Studie einen Age Simulation Suite, um sowohl die Einflussfaktoren der Technikaffinität von jüngeren Nutzern als auch die körperlichen Einschränkungen von älteren Nutzern zu berücksichtigen. Verschiedene Methoden, welche während der Studie angewendet wurden, haben relevante Erkenntnisse bezüglich Erwartung (Qualitatives Interview), Erleben (Think Aloud) und Reflexion (UX-Curve, Qualitatives Interview, PANAS) der Nutzer hinsichtlich automatisierten Fahrens ergeben. Während einer vollautomatisierten Simulationsfahrt in drei verschiedenen Umgebungsszenarien (Autobahn, Landstraße und Stadt) wurden die Probanden durch einen integrierten Take-Over Request (TOR) aufgefordert die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen und diese dann zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder abzugeben. Zusätzlich hatten die Studienteilnehmer auch die Möglichkeit sich während der Fahrt mit diversen, zur Verfügung gestellten Utensilien zu beschäftigen. Ergebnisse der Benutzerstudie zeigen, dass es keinen signifikanten Akzeptanz Unterschied zwischen jüngeren und älteren Nutzern in Bezug auf automatisiertes Fahren gibt. Die Senioren erzielten bezüglich des Interesses den gleichen Wert wie die Gruppe der jüngeren Studienteilnehmer ohne einen Alterssimulationsanzug. Bei dem positiven Affekt der Begeisterung erreichte diese Altersgruppe sogar den höchsten Wert im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen. Des Weiteren wurden aus dieser Benutzerstudie relevante Handlungsempfehlungen beim automatisierten Fahren für sowohl jüngere Nutzer als auch Senioren abgeleitet. Für beide Altersgruppen ist es essentiell notwendig, dass mehrere Fahrmodi angeboten werden, um sich selbst mit dem Fahrstil identifizieren zu können. Des Weiteren wünschen sich beide Gruppen mehr Informationen sowohl über die gefahrene Strecke als auch über die Umgebung. Speziell für ältere Nutzer eines automatisierten Fahrzeugs wäre ein Infotainmentcenter sinnvoll, welches unter Anderem anzeigt, was hinter einem passiert. Da viele Senioren ihr Auto nicht mehr so oft benutzen im Vergleich zu Jüngeren, wäre es sinnvoll eine App, ähnlich wie „Uber“, mit automatisierten Fahrzeugen zu entwickeln, um sich bei Bedarf ein automatisiertes Fahrzeug bestellen zu können. Somit kann vor allem zu Beginn dieser neuen Technologie zuerst Vertrauen aufgebaut werden, bevor sich Senioren dazu entscheiden, ein eigenes zu kaufen. Des Weiteren könnte das Vertrauen durch eine intelligente Windschutzscheibe mit transparenter Objekterkennung gesteigert werden, da dadurch alle Objekte gekennzeichnet werden, welche das Fahrzeug registriert.

6.1 EINSCHRÄNKUNGEN

Unsere Studie wurde mit einer relativ kleinen Stichprobe von $N = 27$ durchgeführt. Dabei wurden hauptsächlich junge Studenten von der technischen Hochschule für die Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS) und Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS) einbezogen. Für Gruppe 2 (ältere Probanden) wurden eher technikaffine Senioren einbezogen, da diese sich auf eine Zeitungsannonce gemeldet haben, um bei einer Studie im Bereich des automatisierten Fahrens mitmachen zu können. Für zukünftige Studien soll ein breiteres Spektrum an Studienteilnehmern mit unterschiedlicher Bildung, kulturellem Hintergrund und Technikaffinität herangezogen werden. Während der Simulationsfahrt wurden den Probanden drei verschiedene Szenarien mit wenig Verkehr gezeigt. Die Verkehrslage sollte aber in den unterschiedlichen Szenarien variieren und somit auch Situation wie Stop & Go im Berufsverkehr oder Stau zeigen. Darüber hinaus sollten auch, nach einer Eingewöhnungsphase und einer bereits vorhandenen Akzeptanz zum System, komplexere Situationen in den Videosimulationen vorkommen, um auch das Vertrauen in gefährlicheren Verkehrslagen bei den Teilnehmern testen zu können. Des Weiteren hat sich der TOR für viele Probanden nur als Teilkontrolle angefühlt. Durch den Versuchsaufbau war es nicht möglich, das Lenkrad oder die Pedale zu bedienen, wodurch die Teilnehmer nur die Hände ans Lenkrad legen sollten und sich die Kontrolle über das Fahrzeug vorstellen mussten. Viele der Probanden waren der Meinung, dass der Versuchsaufbau sehr realistisch umgesetzt wurde. Dennoch sollte man für zukünftige Studien ein Rundumbild verwenden, sodass die automatisierte Fahrt noch realistischer wirkt. Auch eine funktionstüchtige Anzeige im Kombiinstrument sollte im Fahrzeug vorhanden sein, um einen noch realistischeren Versuchsaufbau zu erzeugen.

6.2 AUSBLICK

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass die Akzeptanz und das Vertrauen sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Nutzern gegeben sind. Da das Thema des automatisierten Fahrens schon für die nahe Zukunft prognostiziert wird, können sich beide Altersgruppen von dieser Technik Vorteile verschaffen. Doch für alle Generationen ist es relevant, dass diese langsam an die neue, technische Innovation herangeführt werden und somit das Vertrauen steigern zu können. Studien mit langsam steigender Komplexität fördert das Aufbauen von Akzeptanz zu diesem System. Komplexere Verkehrssituationen wie zum Beispiel das Entstehen von Unfällen sollen in den ersten Studien der Teilnehmer vermieden werden, um somit das bereits aufgebaute Vertrauen nicht zu zerstören. Des Weiteren müssen weitere Studien auch in Hinblick auf die Innenraumgestaltung der Fahrzeuge durchgeführt werden, um auch hier die Bedürfnisse von Senioren abzufragen. Durch eine Umgestaltung des Innenraums nach den Wünschen dieser Zielgruppe kann das Vertrauen noch mehr gesteigert werden. Diese Erkenntnisse sollen bis zur Markteinführung des automatisierten Fahrens umgesetzt werden, sodass sich die Senioren mit möglichst hoher Akzeptanz und Vertrauen gegenüber dem Fahrzeug an allen Vorteilen erfreuen können.

Abbildungsverzeichnis

1.1	Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung, in Prozent	3
1.2	Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland in den Jahren 1910, 1950, 2008 und 2060	5
1.3	Anzahl der Autofahrer in den älteren Generationen in den Jahren 1985 bis 2015	7
1.4	Fehlverhalten der Senioren im Alter von 65 und älter als Fahrer von Personenkraftwagen 2016	8
1.5	Kognitive und sensomotorische Fähigkeiten älterer Menschen mit Fahreignungsrelevanz	9
1.6	Bewegungsradius der Halswirbelsäule bei 30- und 60-Jährigen	11
1.7	Steigende Mobilität – Entwicklung der Seniorenunfälle (Hauptverursacher) .	12
1.8	Beteiligte Pkw-Fahrer an Unfällen mit Personenschaden 2016 nach Altersgruppen und Geschlecht	12
1.9	autonom fahrende Luxuslimousine F 015 Luxury in Motion auf der International Consumer Electronic Show 2015 in Las Vegas	14
1.10	Aufgabenfelder der Fahrerassistenzsysteme	15
1.11	Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens	18
1.12	Anzahl und Schwere der Unfälle, welche theoretisch vermieden werden könnten, wenn Fahrzeuge selbstständig fahren	19
1.13	94-Jährige nach einer Testfahrt in einem selbstfahrenden Fahrzeug von Google	21
2.1	Links: Beschreibung der fünf NHSTA-Stufen der Fahrzeugautonomie – Rechts: entsprechende Visualisierungen und Beschreibungen der Fahrszenarien	24
2.2	Gezielte Faktoren für Akzeptanz und Benutzererfahrung	25
2.3	Beispielszenarios aus Studie B	26
2.4	Senior Technology Acceptance and Adoption Model (STAM)	27
2.5	Mittelwerte der Fragebogenergebnisse mit Standardabweichung	28
3.1	Nutzung des Autos in Jahren, aufgeteilt nach Gruppen	31
3.2	Nutzung des Autos pro Woche aufgeteilt, nach Gruppen	31
3.3	Aufbau der Studie im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA; Links: Aufnahme Aufbau außen – Rechts: Aufbau im Fahrzeug	32
3.4	Darstellung der drei verschiedenen Szenarien – Autobahn, Landstraße, Stadt; Oben: Szene aus Videoaufnahmen – Unten: Google Maps Auszüge der Wege	32
3.5	Darstellung der Konzeption des Take-Over Request; Links: Übernahme der Kontrolle– Rechts: Abgabe der Kontrolle an des Fahrzeug	33
3.6	Darstellung der Konzeption des Take-Over Request	34

3.7	Darstellung der Konzeption des Take-Over Request in einer Aufnahme; Links: Übernahme der Kontrolle– Rechts: Abgabe der Kontrolle an das Fahrzeug	34
3.8	Ausstattung eines Age Simulations Suite	35
3.9	Ablauf der Probandenstudie	36
3.10	Reihenfolge und Aufgaben des Parkours	37
3.11	Seniorin während der automatisierten Fahrt; Links: Kontrolle liegt beim Fahrzeug – Rechts: Kontrolle liegt beim Fahrer	38
3.12	Probanden beim Zeichnen der UX-Curve	39
4.1	Schwierigkeit beim Autofahren, aufgeteilt nach Gruppen	41
4.2	Freude bei Fahrten auf Autobahn, Landstraße und in der Stadt	42
4.3	Oben: Körperliche Beschwerden – Unten: Hilfebedürftigkeit bei verschiedenen Aktivitäten	43
4.4	Auswertung UX-Curve des Szenarios Autobahn – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)	49
4.5	Auswertung UX-Curve des Szenarios Autobahn – Gruppe 2 (ältere Probanden)	50
4.6	Auswertung UX-Curve des Szenarios Autobahn – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)	50
4.7	Auswertung UX-Curve des Szenarios Landstraße – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)	51
4.8	Auswertung UX-Curve des Szenarios Landstraße – Gruppe 2 (ältere Probanden)	52
4.9	Auswertung UX-Curve des Szenarios Landstraße – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)	53
4.10	Auswertung UX-Curve des Szenarios Stadt – Gruppe 1 (junge Probanden ohne ASS)	53
4.11	Auswertung UX-Curve des Szenarios Stadt – Gruppe 2 (ältere Probanden) .	54
4.12	Auswertung UX-Curve des Szenarios Stadt – Gruppe 3 (junge Probanden mit ASS)	55
4.13	Auswertung Positive And Negative Affect Schedule (PANAS) nach den unterschiedlichen Gruppen	56
4.14	Auswertung Positive And Negative Affect Schedule (PANAS) nach den unterschiedlichen Gruppen – Portfolio Darstellung	58

Tabellenverzeichnis

1.1 Entwicklung der Bevölkerung bis zum Jahr 2060	4
1.2 Altersbedingte, körperliche Leistungseinbußen eingeteilt in drei Bereichen . .	9
1.3 Haupttreiber, Ziele und Strategien für die Markteinführung von autonomen Fahrzeugen nach den unterschiedlichen Szenarien	14
3.1 Stichprobe der Studie	30

Literaturverzeichnis

- [1] AUTOHAUS24: *Unfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme.* autohaus24, Sept. 2016. – Abgerufen am: 20.11.2017, unter <https://www.autohaus24.de/ratgeber/fahrerassistenzsysteme>
- [2] BERK, B. : *If the Self-Driving Mercedes-Benz F 015 Is the Future of Automobiles, We Want a Ride.* März 2015. – Abgerufen am: 17.11.2017, unter <https://www.vanityfair.com/culture/2015/03/mercedes-benz-f-015-self-driving-car>
- [3] BERLIN.DE: *125 Jahre Auto: Eine Erfindung verändert die Welt.* dpa, Jan. 2012. – Abgerufen am: 17.11.2017, unter <https://www.berlin.de/special/auto-und-motor/nachrichten/1613915-2301467-125jahreautoeinerfindungver>
- [4] BETZ, G. ; RENZ-POLSTER, H. ; SCHÄFFLER, A. : *Sinnesorgane und Körperwahrnehmung im Alter.* März 2016. – Abgerufen am: 11.12.2017, unter <http://www.apotheken.de/gesundheitsheute-news/article/sinnesorgane-und-koerperwahrnehmung-im-alter/>
- [5] BONK, H. ; BRUMMER, M. ; HUTH, O. ; KÜHL, C.-H. ; LAUB, G. ; MEYER, R. ; WERNER, A. ; BONK, H. (Hrsg.): *Autofahren für Aktive : Tipps für die Generation 50 plus.* Landesverkehrswacht Bayern, 2005
- [6] BRENNER, M. : *Altersspezifische Ergonomie im Fahrzeug.* Cuvillier Verlag, 2013 (Audi-Dissertationsreihe). – ISBN 9783954044733
- [7] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR: *Bundesrat stimmt Gesetz zum automatisierten Fahren zu – Dobrindt: Modernstes Straßenverkehrsrecht der Welt.* Mai 2017. – Abgerufen am: 23.10.2017, unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/065-dobrindt-gesetz-automatisiertes-fahren.html>
- [8] BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG: *Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland.* – Abgerufen am: 21.10.2017, unter <http://www.bpb.de/politik/grundfragen/deutsche-verhaeltnisse-eine-sozialkunde/139206/materialien-zum-kapitel-bevoelkerung?show=image&k=11>
- [9] CRAIN COMMUNICATIONS GMBH: *Selbstfahrende Autos: Senioren als lukrative Zielgruppe.* Jul. 2016. – Abgerufen am: 19.12.2017, unter <https://www.automobilwoche.de/article/20160719/AGENTURMELDUNGEN/30719993/selbstfahrende-autos-senioren-als-lukrative-zielgruppe>
- [10] DAIMLER AG: *Unternehmensgeschichte – Benz Patent-Motorwagen: Das erste Automobil (1885–1886).* DAIMLER AG, . – Abgerufen am: 17.11.2017, unter <https://www.daimler.com/konzern/tradition/geschichte/1885-1886.html>
- [11] DAIMLER AG: *Definition „Autonomes Fahren“.* DAIMLER AG, 2015. – Abgerufen am: 11.11.2017, unter <https://www.daimler.com/innovation/autonomes-fahren/special/definition.html>

- [12] DEKRA E.V.: *Autonome Autos bieten Senioren uneingeschränkte Mobilität.* Aug. 2016. – Abgerufen am: 28.10.2017, unter <http://dekra-resolutions.com/2016/08/autonome-autos-bieten-senioren-uneingeschraenkte-mobilitaet/>
- [13] DVR: *Unfallstatistik 2015. Es kommt auf das Alter an.* Jul. 2016. – Abgerufen am: 10.10.2017, unter <https://www.welt.de/motor/news/article156991316/Unfallstatistik-2015.html>
- [14] ECKL-DORNA, W. : *Seniorin testet selbst fahrendes Google-Auto: Googles Roboter-auto - perfektes Vehikel für Rentner?* März 2016. – Abgerufen am: 19.12.2017, unter <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/google-sieht-in-senioren-moegliche-zielgruppe-fuer-roboterauto-a-1080736.html>
- [15] ENGELHARDT, E. : *Höchstes Sterberisiko für Fahranfänger und Rentner.* WeltN24 GmbH, Jul. 2013. – Abgerufen am: 14.11.2017, unter <https://www.welt.de/politik/deutschland/article117904453/Hoehchstes-Sterberisiko-fuer-Fahranfaenger-und-Rentner.html>
- [16] FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT: *Autonomes Fahren.* 2017. – Abgerufen am: 19.12.2017, unter <https://autonomes-fahren.fraunhofer.de/>
- [17] FREISTAAT SACHSEN: *Demografische Entwicklung – Folgen.* Sächsische Staatskanzlei, Okt. 2006. – Abgerufen am: 14.11.2017, unter <http://www.demografie.sachsen.de/5405.htm>
- [18] FÖRSTER, H.-J. : *Autoführen im Alter – Mobilität im Alter.* Fink-Kümmerly + Frey Fachverlag, 1991
- [19] GENERALI DEUTSCHLAND AG (Hrsg.): *Generali Altersstudie 2017 – Wie ältere Menschen in Deutschland denken und leben.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2017
- [20] GOLD, C. ; KÖRBER, M. ; HOHENBERGER, C. ; LECHNER, D. ; BENGLER, K. : Trust in Automation – Before and After the Experience of Take-over Scenarios in a Highly Automated Vehicle. In: *Procedia Manufacturing* Bd. 3, 2015, S. 3025–3032
- [21] GROENEVELD, K. : *Weltpremiere des Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion auf der CES: Revolution der Mobilität.* DAIMLER AG, Jan. 2015. – Abgerufen am: 17.11.2017, unter <http://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Weltpremiere-des-Mercedes-Benz-F-015-Luxury-in-Motion-auf-der-CES-Revolution-der-Mobilitaet.xhtml?oid=9920141>
- [22] HANDELSBLATT GMBH: *Rentner im Roboterauto – Macht Computersteuerung Senioren mobil?* Mai 2017. – Abgerufen am: 19.12.2017, unter <http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/rentner-im-roboterauto-macht-computersteuerung-senioren-mobil/19796270.html>
- [23] HAVERKAMP, N. ; RUDINGER, G. : *Mobilität 2030: Zukunftsszenarien für eine alternde Gesellschaft.* transcript Verlag, Bielefeld, 2016 (Alter(n)skulturen)

- [24] HOWE, J. ; WALTERS, S. ; SACKMANN, H. : *Dr. Dieter Zetsche vor der Hauptversammlung: „Wir gehen neue Wege zu neuer Stärke.“*. DAIMLER AG, Apr. 2015. – Abgerufen am: 10.11.2017, unter <http://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Dr-Dieter-Zetsche-vor-der-Hauptversammlung-Wir-gehen-neue-Wege-zu-neuer-Staerke.xhtml?oid=9920188>
- [25] HULL, D. ; HYMOWITZ, C. : *Google Thinks Self-Driving Cars Will Be Great for Stranded Seniors*. März 2016. – Abgerufen am: 19.12.2017, unter <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-03-02/google-thinks-self-driving-cars-will-be-great-for-stranded-seniors>
- [26] KAUFMANN, F. ; KRÄMER, W. : *Die demografische Zeitbombe: Fakten und Folgen des Geburtendefizits*. Ferdinand Schöningh, 2015
- [27] KURZTHALER, I. ; DEFRANCESCO, M. ; KEMMLER, G. ; FLEISCHHACKER, W. W.: *Fahrverhalten im höheren Lebensalter*. In: *Fahren und Gehirn im Kontext des demographischen Wandels*, 2016
- [28] LIMBOURG, M. : *Mobilität im Alter: Probleme und Perspektiven*. In: *Seniorinnen und Senioren als Kriminalitäts- und Verkehrsunfallopfer*, 1999
- [29] LIMBOURG, M. ; MATERN, S. : *Mobilität und Alter*. Bd. 04: *Erleben, Verhalten und Sicherheit älterer Menschen im Straßenverkehr: Eine qualitative und quantitative Untersuchung (MOBIAL)*. TÜV Media GmbH Köln, 2009. – ISBN 9783824912612
- [30] MARCONI, D. : *Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Mobilität – Das Verkehrsverhalten der heutigen und der künftigen Senioren / Bundesamt für Raumentwicklung ARE*. 2008. – resreport
- [31] MEIER, B. ; SCHRÖDER, C. : *Altern in der modernen Gesellschaft: Leistungspotenziale und Sozialprofile der Generation 50-Plus*. Deutscher Instituts-Verlag GmbH Köln, 2007
- [32] MINX, E. ; DIETRICH, R. : *Autonomes Fahren*. Minx, Eckard P. W Dietrich, Rainer, 2015. – ISBN 9783492973991
- [33] MÜLLER, K. : *Senioren im Straßenverkehr – Wenn das Autofahren zur Gefahr wird*. Apr. 2014. – Abgerufen am: 16.12.2017, unter <https://www.shz.de/regionales/schleswig-holstein/panorama/wenn-das-autofahren-zur-gefahr-wird-id6205971.html>
- [34] OHL, L. : *Zukunft des autonomen Fahrens: Eine systematische Bewertung der Rahmenbedingungen und Herausforderungen einer Markteinführung*. BoD - Books on Demand, 2017
- [35] PETTERSSON, I. ; KARLSSON, I. M.: *Setting the stage for autonomous cars: a pilot study of future autonomous driving experiences*. In: *IET Intelligent Transport Systems*, 2014, S. 694–701
- [36] PRODUKT UND PROJEKT WOLFGANG MOLL: *GERontologischer Testanzug GERT*. – Abgerufen am: 08.01.2018, unter <http://www.produktundprojekt.de/alterssimulationsanzug/>

- [37] RAUPRICH, D. : *Alltagsmobilität älterer Menschen im suburbanen Raum – Möglichkeiten und Grenzen einer ökologisch nachhaltigen Gestaltung durch eine geänderte Verkehrsmittelnutzung*. Asgard-Verlag, 2008 (Bonner geographische Abhandlungen ; Heft 121). – ISBN 9783537876713
- [38] RENAUD, K. ; BILJON, J. van: Predicting Technology Acceptance and Adoption by the Elderly: A Qualitative study. In: *Proceedings of the 2008 annual research conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT research in developing countries: riding the wave of technology*, 2008, S. 210–219
- [39] RESCHKE, K. ; KRANICH, U. : Training kognitiver und sensomotorischer Fähigkeiten älterer Kraftfahrer am Beispiel des Trainingsprogramms "Mobil 65 +". In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit – Fahren und Gehirn im Kontext des demographischen Wandels* (2016), März, Nr. 3, S. 38 – 41. – ISSN 0044–3654
- [40] RÖDEL, C. ; STADLER, S. ; MESCHTSCHERJAKOV, A. ; TSCHELIGI, M. : Towards Autonomous Cars: The Effect of Autonomy Levels on Acceptance and User Experience. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 2014, S. 11:1–11:8
- [41] SCHLAG, B. ; MEGEL, K. ; SCHLAG, B. (Hrsg.) ; MEGEL, K. B. S. . K. M. (Hrsg.): *Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter*. Kohlhammer, 2002 (Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend). – ISBN 9783170179905
- [42] STATISTA: *Statistiken zu Senioren*. – Abgerufen am: 28.10.2017, unter <https://de.statista.com/themen/172/senioren/>
- [43] STATISTISCHES BUNDESAMT: *Verkehrsunfälle – Unfälle von Senioren im Straßenverkehr*. Statistisches Bundesamt (Destatis), Sept. 2017
- [44] VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE: *Automatisierung – Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren*. Verband der Automobilindustrie e. V., Sept. 2015
- [45] VIVERSUM REDAKTION: *Bedeutung und Wirkung der Farbe Grün*. Mai 2016. – Abgerufen am: 30.12.2017, unter <http://www.viversum.de/online-magazin/bedeutung-der-farbe-gruen>
- [46] VIVERSUM REDAKTION: *Bedeutung und Wirkung der Farbe Rot*. Jul. 2016. – Abgerufen am: 30.12.2017, unter <http://www.viversum.de/online-magazin/bedeutung-der-farbe-rot>
- [47] WILDE, M. ; GATHER, M. (Hrsg.) ; KAGERMEIER, A. (Hrsg.) ; KESSELRING, S. (Hrsg.) ; LANZENDORF, M. (Hrsg.) ; LENZ, B. (Hrsg.) ; WILDE, M. (Hrsg.): *Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung*. Bd. 25: *Mobilität und Alltag – Einblicke in die Mobilitätspraxis älterer Menschen auf dem Land*. Springer Fachmedien Wiesbaden <https://books.google.de/books?id=3wbHBAAQBAJ>. – ISBN 9783658038182
- [48] ZWEITES DEUTSCHES FERNSEHEN: *Die Geschichte des Automobils*. Zweites Deutsches Fernsehen, Jun. 2017. – Abgerufen am: 17.11.2017, unter <https://www.zdf.de/kinder/logo/geschichte-automobil-100.html>

A Anhang

A.1 FRAGEBOGEN ZUR STUDIE „AUTOMATISIERTES FAHREN“

Nummer Studienteilnehmer:



Fragebogen zur Studie „Automatisiertes Fahren“

1) Einführung

Herzlich willkommen!

Vielen Dank für die Teilnahme an dieser Studie.

Im Auftrag der Technischen Hochschule Ingolstadt soll in Form einer Bachelorarbeit „Automatisiertes Fahren für Senioren: „Konzeptentwicklung unter User-Centered Design“ die Erwartungen, das direkte Erleben als auch die Reflexion dieser neuen Technologie untersucht werden.

Ich stimme zu, dass meine Angaben für eine Auswertung im Rahmen einer Untersuchung der Technischen Hochschule Ingolstadt verwendet werden dürfen.
Es wird zugesichert, dass dabei alle persönlichen Daten anonymisiert werden.

Ich bin damit einverstanden, dass Foto-, Ton- und Videoaufnahmen von mir angefertigt werden. Diese werden ausschließlich für die Studie und die Anfertigung der Bachelorarbeit verwendet und sicher vor unbefugten Zugriffen aufbewahrt.

Name: _____

Unterschrift: _____

2) Demographische Daten

1) Alter: _____

2) Geschlecht: Weiblich Männlich

3) Welchen Beruf haben Sie / haben Sie zuletzt ausgeübt?

4) Welche Hobbies und Interessen haben Sie? _____

3) Körperliche Beschwerden

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft zu
Verschlechternde Sehkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verschlechternde Hörkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verschlechternde Gedächtnis- leistung: Demenz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verschlechternde Gedächtnis- leistung: Alzheimer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwindel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beweglichkeitsstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlafstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilfebedürftig bei folgenden Aktivitäten:					
Essen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An- und Auskleiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewegungen bis 50 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4) Fragen bezüglich dem Autofahren

1) Sind Sie Besitzer eines Führerscheins? Ja Nein

Wenn ja, weiter mit Frage 2:

2a) Fahren Sie Auto? Ja Nein

2b) Wie lange fahren Sie schon Auto? (in Jahren)

0 – 5 6 – 10 11 – 20 21 – 30 31 – 40 > 40

2c) Wie häufig fahren Sie Auto (pro Woche) ?

< 2 x < 5 x > 5 x

2d) Wofür benutzen Sie Ihr Auto?

Einkaufen Arzt Termine Familie und Freunde besuchen
 Ausflüge und Urlaub In die Arbeit fahren

2e) Trauen Sie sich längere Strecken (über 1 Stunde) zu?

Ja Bekannte Strecken Nein

		stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme zu
2f)	Ich fahre gerne Autobahn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2g)	Ich fahre gerne Landstraße.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2h)	Ich fahre gerne in der Stadt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2i) Was fällt Ihnen beim Autofahren schwer?

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft zu
über längere Strecken konzentriert zu bleiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrt in der Nacht, Nebel oder im Regen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein- und Ausstieg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einparken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unübersichtliche Verkehrssituationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn nein, weiter mit Frage 3:

3a) Sind Sie schon mal Auto gefahren? Ja Nein

3b) Bis zu welchem Alter sind Sie Auto gefahren? _____

3c) Warum fahren Sie nicht (mehr) Auto?

Körperliche Beschwerden Angst vor komplexen Situationen

Präferieren von öffentlichen Verkehrsmittel

Sonstiges: _____

3d) Welche Verkehrsmittel verwenden Sie stattdessen? _____

4) Sind Sie lieber Fahrer oder Beifahrer im Auto? Fahrer Beifahrer

5) Wo sitzen Sie im Auto am liebsten? _____

6) Fahren Sie gerne alleine im Auto oder lieber mit mehreren Personen zusammen?

Alleine Zu zweit Mit mehreren Personen zusammen

A.2 FRAGENKATALOG ZUR STUDIE „AUTOMATISIERTES FAHREN“

Qualitatives Interview zur **Erwartung**:

- Was erwarten Sie von der Fahrt, in diesem automatisierten Fahrzeug?
- Was muss ein Auto für Sie können?
- Welche Aspekte muss ein automatisiertes Fahrzeug erfüllen, damit Sie zu einem Kauf bereit wären?
- Würden Sie, wenn das Fahrzeug einwandfrei funktioniert, auf Steuergeräte verzichten können?
- Wo würden Sie sich beim Autokauf informieren?

zusätzliche Fragen für Probanden mit ASS, nach Eingewöhnungsparkour:

- Wie fühlen Sie sich?
- Welche Einschränkungen sind für Sie am störendsten?

Qualitatives Interview zum **Erleben**:

- Wie fühlen Sie sich während der Fahrt?
- Haben Sie Bedenken in diesem Szenario? Wenn ja, welche?
- Können Sie sich vorstellen, in diesem Szenario (Autobahn, Land- und Stadtfahrt) automatisiert zu fahren?
- Würden Sie hier das System nutzen?

Fragen zum Take-Over Request:

- Wie war der Take Over jetzt für Sie? Wie haben Sie sich gefühlt?
- Hätten Sie eine Idee, wie man den Take-Over Request anders / besser gestalten könnte?
- Welche Risiken sehen Sie bei einem Take-Over Request in diesem Szenario?

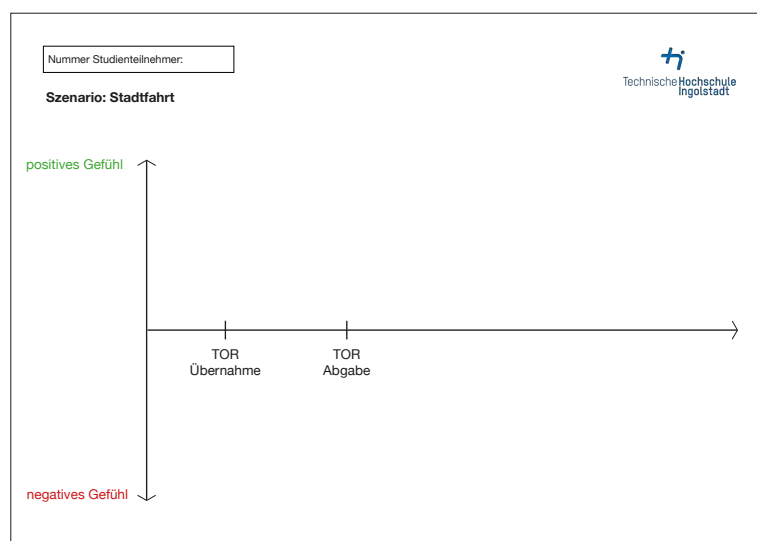
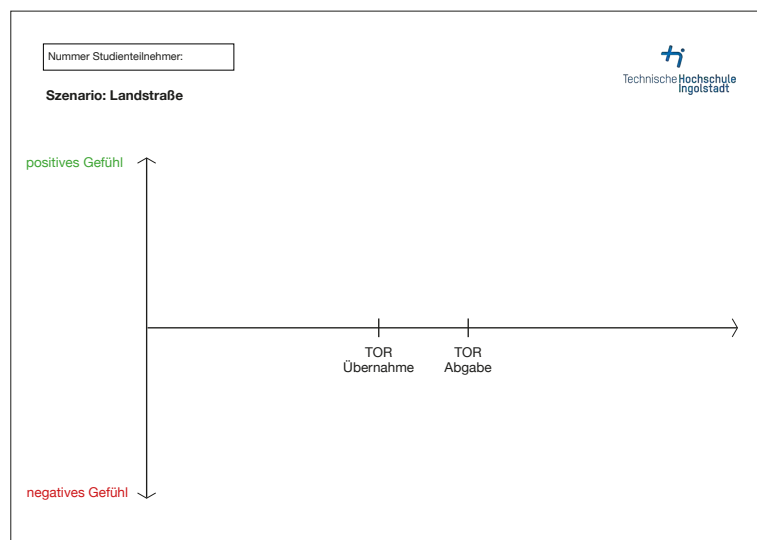
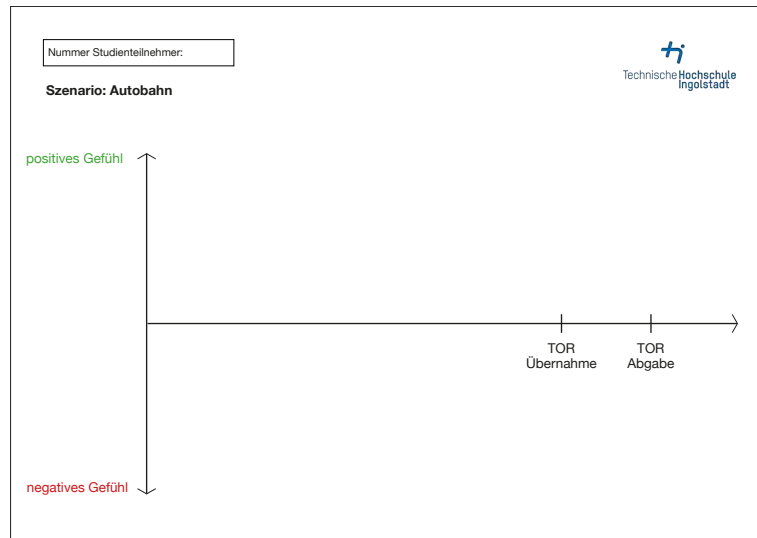
Qualitatives Interview zur **Reflexion**:

- Hat die Fahrt Ihre Erwartungen erfüllt?
- Können Sie sich vorstellen, ein automatisiertes Fahrzeug zu kaufen?
- Was müsste noch verbessert werden, damit Sie mehr davon überzeugt wären?
- Wäre automatisiertes Fahren ein Grund für Sie ein neues Auto zu kaufen?
- Was macht das Erlebnis in einem automatisierten Fahrzeug zu einem besonderen Erlebnis?

zusätzliche Fragen für Probanden mit ASS:

- Welche Einschränkungen waren für Sie beim Autofahren am störendsten?
- Würden Sie im Alter aufgrund der körperlichen Einschränkungen ein automatisiertes Fahrzeug nutzen?

A.3 UX-CURVES DER DREI VERSCHIEDENEN SZENARIEN



A.4 POSITIVE AND NEGATIVE AFFECT SCHEDULE (PANAS)

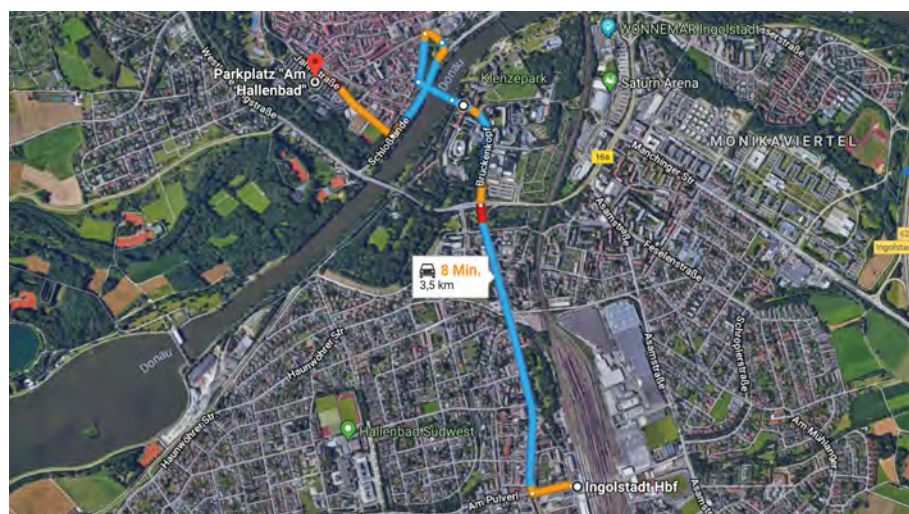
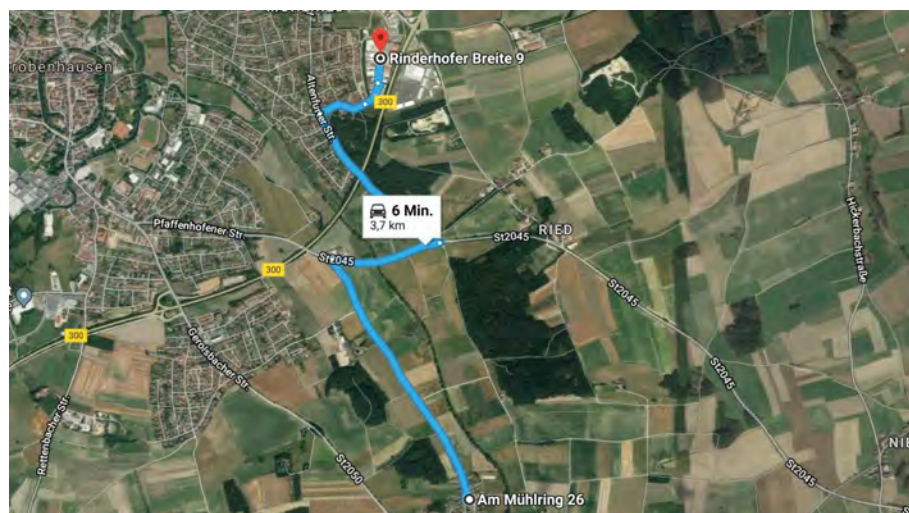
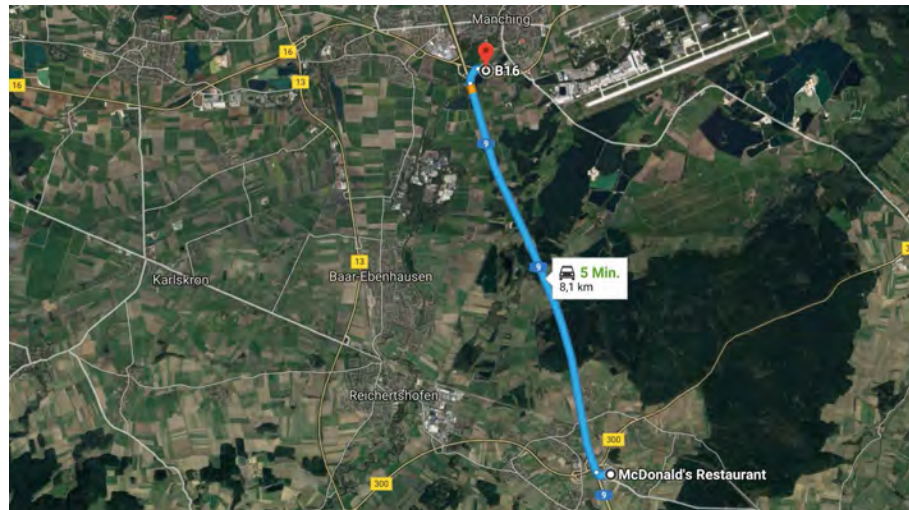
Nummer Studienteilnehmer:



Wie haben Sie sich während der Fahrt im automatisierten Fahrzeug gefühlt?

	gar nicht	ein bisschen	neutral	erheblich	äußerst
angeregt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ängstlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
wach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
freudig erregt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
verärgert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
begeistert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erschrocken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
bekümmert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
entschlossen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nervös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aktiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
interessiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
schuldig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aufmerksam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
feindselig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stolz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gereizt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
beschämt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durcheinander	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A.5 GOOGLE MAPS AUSZÜGE DER DREI SZENARIEN AUTOBAHN, LAND- UND STADTFAHRT



A.6 AUSWERTUNG DEMOGRAPHISCHER FRAGEBOGEN – WAS FÄLLT BEIM AUTOFAHREN SCHWER?

Was fällt beim Autofahren schwer?					
	Konzentration über längere Strecken	Fahrt in Nacht, Nebel, Regen	Ein- und Ausstieg	Einparken	unübersichtliche Verkehrssituationen
<u>Studenten</u>					
1	1	2	1	1	1
2	1	2	1	1	1
3	1	1	1	1	2
4	4	4	3	3	3
5	2	4	1	3	5
6	2	2	1	2	2
15	1	1	1	1	4
16	3	4	1	1	3
17	2	4	1	1	2
	1,89	2,67	1,22	1,56	2,56
<u>Senioren</u>					
7	3	4	1	3	4
8	2	3	1	1	1
9	3	2	2	3	3
10	1	4	1	1	2
11	2	3	1	1	3
12	1	2	1	1	1
13	1	2	3	3	3
14	1	1	1	1	1
18	1	4	1	1	2
	1,67	2,78	1,33	1,67	2,22
<u>ASS</u>					
19	5	5	5	3	4
20	2	5	1	1	3
21	2	4	1	3	3
22	4	4	2	2	4
23	5	5	5	5	5
24	4	4	4	4	4
25	5	5	4	4	5
26	4	5	4	5	4
27	5	5	4	4	5
	4,00	4,67	3,33	3,44	4,11

A.7 AUSWERTUNG DEMOGRAPHISCHER FRAGEBOGEN – FAHREN SIE GERNE
 AUTOBAHN, LANDSTRASSE UND IN DER STADT?

Freude beim Fahren in verschiedenen Umgebungen

	Freude auf Autobahn	Freude auf Landstraße	Freude in Stadt
<u>Studenten</u>			
1	5	5	2
2	5	5	4
3	5	5	5
4	4	4	3
5	4	5	4
6	5	5	4
15	5	5	2
16	5	5	4
17	2	4	2
	4,44	4,78	3,33
<u>Senioren</u>			
7	4	3	3
8	1	2	2
9	2	5	3
10	5	3	3
11	5	5	5
12	2	5	3
13	5	5	5
14	5	5	5
18	3	3	3
	3,56	4	3,56
<u>ASS</u>			
19	5	5	1
20	5	4	3
21	5	5	4
22	3	4	2
23	3	5	5
24	3	4	2
25	4	4	3
26	5	5	5
27	5	5	4
	4,22	4,56	3,22

A.8 AUSWERTUNG DEMOGRAPHISCHER FRAGEBOGEN – KÖRPERLICHE BESCHWERDEN

Körperliche Beschwerden							
	Verschlech- ternde Sehkraft	Verschlech- ternde Hörkraft	Verschlech- ternde Gedächtnis- leistung / Demenz	Verschlech- ternde Gedächtnis- leistung / Alzheimer	Schwindel	Beweglich- keits- störungen	Schlafstörungen
<u>Studenten</u>							
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	3	1	1	1	1	3
5	1	1	1	1	2	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1
17	5	1	1	1	4	1	1
	1,44	1,22	1,00	1,00	1,44	1,00	1,33
<u>Senioren</u>							
7	4	5	1	2	4	1	2
8	1	1	1	1	1	1	1
9	4	1	1	1	1	4	3
10	3	3	1	1	1	1	1
11	2	2	2	2	2	2	2
12	2	1	1	1	1	2	2
13	3	5	2	3	3	4	3
14	4	5	3	3	3	3	2
18	3	4	2	2	3	4	3
	2,89	3,00	1,56	1,78	2,11	2,44	2,11
<u>ASS</u>							
19	4	5	3	3	3	5	3
20	2	4	1	1	1	5	3
21	5	5	1	1	1	4	1
22	5	5	1	1	2	5	3
23	4	5	3	3	1	5	1
24	3	5	1	1	1	5	1
25	5	4	1	1	1	4	1
26	4	5	1	1	3	5	1
27	5	5	3	1	4	5	4
	4,11	4,78	1,67	1,44	1,89	4,78	2,00

A.9 AUSWERTUNG SITUATION AWARENESS

	Autobahn	Landstraße	Stadt
Proband			
Jüngere ohne ASS			
1	/	0	/
2	1	0	0
3	0	0	1
4	/	/	/
5	1	/	0
6	0	0	1
15	1	1	0
16	1	0	0
17	/	0	0
	3x/, 2x0, 4x1	2x/, 6x0, 1x1	2x/, 5x0, 2x1
Senioren			
7	/	1	/
8	/	0	1
9	0	0	0
10	1	1	/
11	/	0	0
12	1	0	1
13	0	/	0
14	/	0	0
18	0	1	1
	4x/, 3x0, 2x1	1x/, 5x0, 3x1	2x/, 4x0, 3x1
Jüngere mit ASS			
19	1	1	/
20	0	/	0
21	/	0	0
22	1	0	1
23	1	0	1
24	/	0	1
25	/	1	1
26	/	0	1
27	/	0	0
	5x/, 1x0, 3x1	1x/, 6x0, 2x1	1x/, 3x0, 5x1

A.10 AUSWERTUNG UX-CURVES

Studenten		Generelle Erfahrung							
		positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ	positiv-negativ-positiv-negativ	negativ-positiv-negativ-positiv
A		6	1	1	0	1	0	0	0
L		5	0	1	0	2	0	1	0
S		6	0	0	1	0	1	1	0
A		66,66%	11,11%	11,11%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%
L		55,55%	0,00%	11,11%	0,00%	22,22%	0,00%	11,11%	0,00%
S		66,66%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	11,11%	11,11%	0,00%

Senioren		Generelle Erfahrung							
		positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ	positiv-negativ-positiv-negativ	negativ-positiv-negativ-positiv
A		6	0	1	2	0	0	0	0
L		5	0	1	0	2	0	0	1
S		7	0	0	1	0	1	0	0
A		66,66%	0,00%	11,11%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
L		55,55%	0,00%	11,11%	0,00%	22,22%	0,00%	0,00%	11,11%
S		77,77%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%

ASS		Generelle Erfahrung							
		positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ	positiv-negativ-positiv-negativ	negativ-positiv-negativ-positiv
A		4	0	0	2	2	1	0	0
L		4	1	0	2	0	1	0	1
S		3	1	1	4	0	0	0	0
A		44,44%	0,00%	0,00%	22,22%	22,22%	11,11%	0,00%	0,00%
L		44,44%	11,11%	0,00%	22,22%	0,00%	11,11%	0,00%	11,11%
S		33,33%	11,11%	11,11%	44,44%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Studenten Steigung										
	no	positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv	positiv-negativ-positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv-negativ	
A	3	0	0	1	3	1	0	1	0	
L	4	0	1	0	1	2	1	0	0	
S	2	2	0	1	2	1	1	0	0	
A	33,33%	0,00%	0,00%	11,11%	33,33%	11,11%	0,00%	11,11%	0,00%	
L	44,44%	0,00%	11,11%	0,00%	11,11%	22,22%	11,11%	0,00%	0,00%	
S	22,22%	22,22%	0,00%	11,11%	22,22%	11,11%	11,11%	0,00%	0,00%	

Senioren Steigung										
	no	positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv	positiv-negativ-positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv-negativ	
A	6	1	0	1	0	0	0	0	1	
L	4	2	0	0	1	1	1	0	0	
S	7	1	0	0	1	0	0	0	0	
A	66,66%	11,11%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	
L	44,44%	22,22%	0,00%	0,00%	11,11%	11,11%	11,11%	0,00%	0,00%	
S	77,77%	11,11%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

ASS Steigung										
	no	positiv	negativ	positiv-negativ	negativ-positiv	positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv	positiv-negativ-positiv-negativ-positiv	negativ-positiv-negativ-positiv-negativ	
A	1	1	0	2	4	1	0	0	0	
L	1	3	0	3	1	1	0	0	0	
S	2	1	1	2	1	2	0	0	0	
A	11,11%	11,11%	0,00%	22,22%	44,44%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	
L	11,11%	33,33%	0,00%	33,33%	11,11%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	
S	22,22%	11,11%	11,11%	22,22%	11,11%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%	

A.11 MENSCH UND COMPUTER 2017 PAPER – SENIOR DRIVERS: USING THE BENEFITS OF AUTOMATED DRIVING FOR THE ELDERLY

Senior Drivers: Using the Benefits of Automated Driving for the Elderly

Anna-Katharina Frison^{1,2}, Laura Aigner¹, Andreas Riener^{1,2}, Philipp Wintersberger^{1,2}

Technische Hochschule Ingolstadt (THI), Ingolstadt, Germany¹
Johannes Kepler University, Linz, Austria²

Abstract

Since the commercial launch of vehicles, life expectancy in Western countries almost doubled, and this trend is expected to continue. By 2060, some 30% of the society will be elderly people (aged 65+). It is obvious that the elderly will become an important target group for manufacturers of automated driving systems and that vehicle designers will have to deal with their special needs and requirements. This is further underpinned by the fact that most purchaser of (premium) vehicles are over 50. In this work, we discuss relevant aspects of the target group 65+ in the context of (highly) automated driving and propose a research method to identify how future interfaces for automated vehicles should look like. By performing a user-centered design process composed of different methods (user studies in driving simulators, think-aloud, and UX-curves), we hypothesize that the requirements of elderly people can be assessed adequately. The final result of this project should be a better understanding of critical issues for senior driver-passengers in terms of UX, user acceptance, and trust in technology.

1 Introduction

Mobility is a valuable asset for the entire society. Two out of three German retirees use their car daily (Automobilwoche, 2016). However, with increasing age also discomfort and health restrictions come along. Impaired vision and hearing, together with reduced concentration ability, are main reasons why the elderly are at high risk for road safety. The broad availability of automated driving is thus highly relevant and useful for this age group. Due to the demographic change, the share of elderly people is increasing and the age distribution in society will be shifted. It is expected that in 2060, 33% of the German population will be aged 65+ (DESTATIS, 2015). This is the same time automated vehicles are predicted to be capable and comprehensively established on the market (Litman, 2017), even though vehicles with lower levels of automation (SAE level 3) may come to market earlier (SAE, 2014). Furthermore,

Platzhalter für DOI und ggf. Copyright Text. (Bitte nicht entfernen).

Name, Vorname (2017): Titel. Mensch und Computer 2017 – Tagungsband. Gesellschaft für Informatik. / Workshopband. Gesellschaft für Informatik. / Usability Professionals. German UPA. DOI: xxxxxx

elderly people often have more purchasing power and are already an important target group for vehicle manufacturers. Only 6.8% of today's over 65 years old people cannot afford an own vehicle (DESTATIS, 2015) and the average age of purchaser of new vehicles is above 52 years (Markenartikel Magazin, 2017). Based on the estimations of the demographic change, the importance of this market will be even higher than previously. Therefore, the special needs and requirements of the elderly have to be specifically considered when designing driving systems and interfaces for the future. In particular, issues like health-related problems, trust in the technology, user experience/usability, and general acceptance need to be investigated in detail. The problem is, that the current generation of seniors will not be the driver-passengers of the future, and the users of the future do not yet have empathic insights into requirements of elderly people. So how to design for a target group which is not yet available? With this work we want to assess how we can create user experiences for the elderly by applying a user-centered design process. As the development of automated vehicles already started, this topic is highly relevant for further investigation. We present existing studies to examine the acceptance of automated driving in general and critically review their capability for the aim of this research project. We further propose a method for investigating acceptance and special requirements of elderly people in the context of automated driving systems.

2 Related Work

The relevance of automated vehicles for elderly people was already addressed by several studies. (Fluhr, 2013) investigated their acceptance and trust in automated vehicles and concluded, that about half of the participants liked the concept. Looking on the acceptance of automated driving systems (ADS) from a driver or passenger perspective, (Wintersberger et al., 2016) could show with a driving simulator study that there are no differences concerning subjects affect and emotion. The study was, however, conducted with younger subjects (age range 20+) and therefore, results potentially not applicable for the senior generation. Another study from 2016 about automated vehicles in general shows that many people are concerned about security issues. (Schiller, 2016) reports that 90% of the subjects do not trust the technology and would like to still be able to intervene in ADS. In the same study, participants were asked about preferred side activities during automated driving. Answers show that 50% of the subjects would like to talk to other passengers in the car, or use Email, mobile phones and social media for communication. Back in 2014, already 57% of people over 65 years used a computer and 45% were using the Internet – an increase of about 8% since the 2010 numbers (DESTATIS, 2015). An up-to-date study of (Wendel, 2017) shows, that for 88% of today's elderly people it is already common to use digital technologies. Only 9% are afraid of the technology due to privacy problems. So if acceptance of digital technology arrived already for the older people,

the same can be expected for automated systems like ADS – especially when we consider that the younger generation of today will be the older generation of tomorrow. Applying a user-centered design process for developing automated driving systems which meet users’ expectations and needs is challenging anyway. It is still hardly possible to evaluate concepts in a real settings as highly automated vehicles do not yet exist. Driving simulators and low-fidelity prototypes can help to get initial results. (Pettersson & Karlsson, 2015) investigated subjects’ interactions with imagined vehicles using chairs and the outline of a car painted on a parking space. Preferred activities were collected with interviews and probes. Subjects had the possibility to draw on the floor or re-arrange the chairs to generate a new interior design (lying on the floor was also possible). Such a methodology can help to get insights in early stages of the development process, but to do this in the same way with elderly people seems to be unrealistic. Decreased mobility and health problems would reduce the methodical abilities and so also the expressiveness of such a study. Contrary, doing the same with younger subjects while considering them as the elderly of tomorrow is hardly an option, as they do not know about the requirements, challenges, and needs of elderly people. (One approach could be use of age suits, such as the “age simulation suit GERT”¹.)

3 Research Questions

Existing studies that address elderly people’s acceptance in automated driving systems show several challenges for applying user-centered design methods. Therefore, we postulate the following research questions:

- RQ 1 How is acceptance and trust in automated driving influenced by the age of potential users?
- RQ 2 How can user needs be investigated and requirements of elderly people be derived by applying a user-centered design approach?
- RQ 3 What are needs and requirements of tomorrow’s elderly people?
- RQ 4 How can the resulting insights be utilized to create valuable vehicle interfaces for elderly people?

4 Methodology

To answers these research questions, we want to evaluate differences in elderly people’s acceptance of and trust in ADS using a between-subjects design:

¹ <http://www.age-simulation-suit.com/>, Retrieved July 12 2017.

- Group 1: elderly people of today
- Group 2: elderly people of tomorrow
- Group 3: elderly people of tomorrow wearing an age simulation suit (GERT or similar) to experience the requirements of elderly people

4.1 Preliminary Considerations

Before actually executing this study, the following questions need to be answered:

- For which level(s) of automation do we want to design for?
- What means to be “old” in the context of investigation?

To identify needs and requirements of elderly people, we first have to decide which level of automation, described by the SAE, should be targeted by future vehicles interfaces (SAE, 2014). Each level of automation might have certain requirements – in semi-automated driving (level 3 and 4) requires users’ attention as they are required to drive by themselves in some situations. Moreover monitoring tasks need concentration ability and proper vision. Based on the selected level of automation, a target group needs to be defined. Lower levels (level 2 and 3) are already, or will be, available in nearer future than higher levels (level 4 and 5) (Litman, 2017). Further, to decide which subjects (age range) should be invited for the study, it has to be defined what “old” means in this context. In 1975 in Britain the Friendly Societies Act defined old age as 50+, now there is no clear definition but the UN agrees with the general understanding from being old at any age after 60 (World Health Organization, 2017). So society is changing as well as people’s mindsets and physical conditions due to potential improvements in health care. Golden agers of today are different to the generation 10 or 20 years before. Looking into the future, this development will keep going on, and the sample needs to be selected carefully.

4.2 User Study

After selecting the subjects for the test groups, the following user study will be conducted (discussed in the following in the context of semi-automated driving): as this level of automation is expected to be on the market in the next 10 to 20 years we will invite subjects in the age range 70-80 years for the group “elderly people of today (group 1)” and subjects in the age range of 50-60 years for the groups “tomorrows elderly people (group 2)” and “tomorrows elderly people, wearing an age simulation suite (group 3)”. Subjects have to experience a drive with a driving simulator (moveable platform). The trip includes different stages: manual driving (1), handover (2), automated driving, handback (3), manual driving (4). While driving, think aloud is used in combination with semi-structured interviews to get insights into thoughts, problems and internal desires of subjects. By using psychophysiological measures, mental and physical effort will be investigated. After the experiment subjects will

mark their experiences on paper using a UX curve to identify critical points during the trip. We do not suggest further scales to keep subjects' effort minimal.

4.3 Analysis and Deviation of Design Opportunities

Analyzing the collected data from the user study might reveal important issues of elderly people. By comparing the groups we can see which challenges and opportunities elderly people have due to a general acceptance, as well as physical and cognitive limitations (caused by subjects' age). By creating an insight matrix (Table 1), observed challenges, opportunities, and insights can be derived for the different groups. Afterwards, established methods of design thinking and user-centered design can be used to develop such an interface.

		Group 1	Group 2	Group 3
Challenges	Acceptance			
	Physical Limitations			
Opportunities	Acceptance			
	Physical Limitations			

Table 1: Insight matrix to derive design opportunities

5 Conclusions & Future Work

As the presented methodology is not yet validated, we would like to discuss the concept with other researchers during the workshop. Furthermore, we want to learn from the experience of others, who are already familiar in working with, and designing for elderly people. In this position paper, we have discussed several arguments why elderly people are an important user group to be targeted by vehicle manufacturers in the context of (highly) automated driving. We have further proposed a research methodology allowing to evaluate the emerging requirements. By using a user-centered design approach, best practices and guidelines for designing in-vehicle interfaces for the respective target group can be derived.

Acknowledgements

We'd like to thank Katharina Diepold and Kerstin Götzl for their inspiring work in the undergraduate seminar "Fun/ Pleasure of Automated Driving" at THI.

References

- Automobilwoche. (2017). *Selbstfahrende Autos: Senioren als lukrative Zielgruppe*. *Automobilwoche.de*. Retrieved 11 June 2017, from <http://www.automobilwoche.de/article/20160719/AGENTURMELDUNGEN/307199993/selbstfahrende-autos-senioren-als-lukrative-zielgruppe>
- DESTATIS (2015). *Die Generation 65+ in Deutschland*. *Destatis.de*. Retrieved 26 June 2017, from https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2015/generation65/Pressebrochure_generation65.pdf?__blob=publicationFile
- Fluhr, D. (2017). *Senioren und Fahrassistenten | Studie | Autonomes Fahren & Co*. *Autonomes-fahren.de*. Retrieved 12 June 2017, from <http://www.autonomes-fahren.de/fahrassistenten-bei-senioren-beliebt/>
- Georgieff, P. (2009): Aktives Alter(n) und Technik, Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zur Erhaltung und Betreuung der Gesundheit älterer Menschen zu Hause, im Rahmen des Strategiefondsprojektes "Deomografie und Innovation", *Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung*, Karlsruhe.
- Litman, T. (2017). Autonomous vehicle implementation predictions. In *Traffic Technology International*, 36-42
- Markenartikel Magazin, und Horizont, und WirtschaftsWoche. (2017). *Durchschnittsalter von Neuwagenkäufern in Deutschland von 1995 bis zum Jahr 2017 (in Jahren)*. Retrieved July 12, 2017 from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/215576/umfrage/durchschnittsalter-von-neuwagenkaeufern/>
- Pettersson, I., & Karlsson, I. M. (2015). Setting the stage for autonomous cars: a pilot study of future autonomous driving experiences. *IET intelligent transport systems*, 9(7), 694-701.
- SAE On-Road Automated Vehicle Standards Committee (2014). Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems.
- Schiller, T. (2017). *Autonomes Fahren in Deutschland | Deloitte Deutschland | C&IP*. *Deloitte Deutschland*. Retrieved 11 June 2017, from <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/autonomes-fahren-in-deutschland.html>
- Wendel, M. (2017). *Senioren zeigen sich neuer Technik gegenüber aufgeschlossen - Heim 4.0 statt Altersheim*. *Homeandsmart.de*. Retrieved 11 June 2017, from <https://www.homeandsmart.de/best-ager-studie-senioren-und-technik>
- Wintersberger, P., Riener, A., & Frison, A. K. (2016, October). Automated Driving System, Male, or Female Driver: Who'd You Prefer? Comparative Analysis of Passengers' Mental Conditions, Emotional States & Qualitative Feedback. In *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 51-58). ACM.
- World Health Organization. (2017). Proposed working definition of an older person in Africa for the MDS Project. World Health Organization. Retrieved 26 June 2017, from <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>