# Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Mensch und Sicherheit Heft M 352

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

# Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre

von

Melanie Karthaus, Stephan Getzmann, Edmund Wascher
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo)

Georg Rudinger, Fabian Graas
Umfragezentrum Bonn – Prof. Rudinger GmbH (uzbonn GmbH)

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Mensch und Sicherheit Heft M 352

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der BASt, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung: https://bast.opus.hbz-nrw.de

# Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 82.0649
Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre

Fachbetreuung:
Hardy Holte

Referat:
Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:
MedienMélange:Kommunikation

Druck, Verlag und Produktsicherheit:
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 0 | E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9315 | ISBN 978-3-95606-828-7 | https://doi.org/10.60850/bericht-m352

Bergisch Gladbach, Februar 2025

# Kurzfassung · Abstract

## Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre

Es gibt Hinweise auf ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko älterer Autofahrer und -fahrerinnen, die jedoch wenig Aussagen über altersbegleitende Veränderungen des individuellen Unfallrisikos zulassen. Ziel der Studie war es, die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter und mobilitätsbezogener Personenmerkmale von Senioren und Seniorinnen längsschnittlich zu erfassen und kritische Einflussfaktoren zu identifizieren, die mit einer Abnahme der Fahrkompetenz mit dem Alter einhergehen.

Es wurden Daten von 260 aktiven Autofahrern und -fahrerinnen im Alter von 66 bis 81 Jahren analysiert, die an mindestens 3 Untersuchungen im Abstand von 12 bis 30 Monaten teilgenommen haben. Bei jeder Untersuchung wurden per Fragebogen verkehrssicherheitsrelevante Personenmerkmale erfasst und mithilfe einer psychometrischen Testbatterie die kognitive Leistungsfähigkeit getestet. Es folgte eine etwa 35 Kilometer lange Fahrt in einem Fahrsimulator, die für Ältere kritische Verkehrssituationen enthielt. In Anlehnung an das auch bei Realfahrten zur Beurteilung des Fahrverhaltens eingesetzte TRIP-Protokoll (Test Ride for Investigating Practical fitness to drive) wurde aus dem Fahrverhalten der Probanden und Probandinnen automatisiert verschiedene Fahrverhaltensparameter extrahiert. Diese wurden zu einer Zielvariable zusammengefasst, die als Risikoindex im Sinne eines Unfallrisikos interpretiert wurde. Zur Bestimmung potentieller Einflussfaktoren auf den Risikoindex wurden die Daten mittels hierarchischer linearer Mehrebenenmodelle analysiert.

Es ergaben sich keine Hinweise auf eine generelle Verschlechterung der Fahrkompetenz über den betrachteten Altersbereich, jedoch beträchtliche Unterschiede im Fahrverhalten zwischen den Probanden und Probandinnen. Die Entwicklung der Fahrkompetenz über den betrachteten Zeitraum hing im Wesentlichen von zwei Gruppen von Einflussfaktoren ab. Diese waren zum einen Veränderungen in der Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness), Flexibilität beim Aufgabenwechsel sowie der Konzentrations- und Inhibitionsfähigkeit, zum anderen spezifische Überzeugungen. Hier zeigte sich, dass eine hohe positive Selbsteinschätzung und eine damit einhergehende Tendenz zu einem risikofreudigen Fahrstil mit einer Verschlechterung des Fahrverhaltens einhergingen. Keine Unterschiede ergaben sich zwischen den Geschlechtern.

Die Ergebnisse legen nahe, dass es ein bestimmtes kritisches Lebensalter für eine abnehmende Verkehrssicherheit nicht gibt, wohl aber zunehmende Unterschiede im Fahrverhalten älterer Autofahrer und -fahrerinnen. Dabei ist zu beachten, dass es mit Blick auf die hier untersuchte Stichprobe noch offen ist, inwieweit sich die Ergebnisse auf die Gesamtheit der Gruppe der älteren Autofahrer und -fahrerinnen in Deutschland übertragen lassen. Empfohlen wird die Entwicklung zielgruppenadäquater Angebote für gefährdete Gruppen älterer Autofahrer und Autofahrerinnen. Diese sollten zum einen (Trainings-)Maßnahmen zum Erhalt der Fahrkompetenz und verkehrssicherheitsrelevanter kognitiver Funktionen enthalten, zum anderen aber auch psychoedukative Maßnahmen einschließen, die der Aufklärung und Sensibilisierung gegenüber den möglichen Folgen altersbegleitender Veränderungen für die Verkehrssicherheit dienen.

# The development of road safety relevant personal characteristics of senior citizens: A longitudinal study over five years

There is evidence for an increased driving performance-related accident risk of older drivers, but this evidence does not allow conclusions to be drawn about age-related changes in individual accident risk. The aim of this study was to longitudinally assess the development of traffic safety-related and mobility-related personal characteristics of seniors and to identify critical influencing factors associated with a decrease in driving competence with age.

Data were analyzed from 260 active male and female drivers aged 66 to 81 years who participated in at least 3 examinations at intervals of 12 to 30 months. At each examination, questionnaires were used to record personal characteristics relevant to traffic safety and a psychometric test battery was used to test cognitive performance. This was followed by an approximately 35-kilometer drive in a driving simu-lator, which included traffic situations that considered critical for the elderly. Various driving behavior parameters were automatically extracted from the driving behavior of the participants, based on the TRIP protocol (Test Ride for Investigating Practical fitness to drive), which is also used to assess driving behavior in real-life driving situations. These were combined into a target variable, which was interpreted as a risk index in the sense of accident risk. To determine potential factors influencing the risk index, the data were analyzed using hierarchical linear multilevel models.

There was no evidence of a general deterioration of driving behavior over the age range considered, but considerable differences in driving behavior between the participants. The development of driving competence over the studied period mainly depended on two groups of influencing factors. These were changes in alertness, flexibility in task switching as well as in attention and inhibition on the one hand, and specific beliefs on the other. Here it was found that a high positive self-assessment and an associated tendency toward a risk-taking driving style were associated with a deterioration in driving behavior. There were no differences between the sexes.

The results suggest that there is no specific critical age for declining traffic safety, but that there are increasing differences in the driving behavior of older drivers. It should be noted that with regard to the sample studied here, it is still to be seen to what extent the results can be transferred to the entire group of older drivers in Germany. It is recommended to develop target group appropriate offers for endangered groups of older drivers. On the one hand, these should include (training) measures to maintain driving competence and cognitive functions relevant to traffic safety. On the other hand, they should include psychoeducational measures that serve to inform older people and raise awareness of the possible consequences of age-related changes for traffic safety.

# Summary

## The development of road safety relevant personal characteristics of senior citizens: A longitudinal study over five years

### Objective

Demographic change in Germany is accompanied by a continuous increase in the proportion of older people in the total population. This means that the number of older road users is also increasing, for whom private motorized transport is of particular importance. There is evidence in the literature of an increased driving performance-related accident risk among older drivers, but this is largely based on accident statistics and cross-sectional analyses and allows little to be said about the individual accident risk. The accident risk depends on numerous influencing factors, which differ in their effects profoundly between individuals and can also develop very differently with age. The most important factors include sensory, motor and cognitive functions, state of health and medication, but also personal characteristics, driving habits and the living situation of an elderly person. Longitudinal studies with older drivers over a longer period of time are necessary to clarify how these individual factors are interrelated and what influence they and their age-related changes have on driving competence and thus on the risk of accidents. The aim of the present DoBoLSiS study was to determine the development of traffic safety-relevant and mobility-related personal characteristics of seniors and to identify influencing factors and/or age ranges that are associated with an increased accident risk. Particular attention was paid to detecting changes in these areas and their effect on driving behavior and accident risk.

### Methods

This longitudinal study was aimed at active male and female drivers between 67 and 76 years of age at the beginning of the study. They took part in up to four identical examinations at intervals of at least 12 months. In each of these examinations, a questionnaire was used to record a wide range of personal characteristics relevant to traffic safety, and cognitive performance was assessed with the aid of a comprehensive psychometric test battery. In addition, a driving behavior test was completed in a driving simulator, in which neurocognitive parameters were recorded by means of an electroencephalogram (EEG) in addition to the driving behavior data. The driving scenario comprised a route of approximately 35 kilometers, which was based on specifications for the design of driving behavior tests for driver fitness assessments. It consisted of a selection of realistic driving situations on freeways, rural and urban roads to ensure a high transfer to a driving behavior test in real traffic. The driving route was of average difficulty overall, but also included traffic situations that are assumed to be critical for older drivers, such as obeying the right of way and turning left at complex intersections or merging into flowing traffic. From the driving simulation data, different driving behaviors were automatically extracted and combined into a target variable, which was interpreted as a risk index in the sense of accident risk, following the TRIP protocol also used in real driving to assess driving behavior. In addition, the number of significant traffic violations was recorded, which included, for example, running a red light. Hierarchical linear multilevel models were used for the statistical analysis of the data. A total of 483 participants from the 1941 to 1950 birth cohorts took part in the initial survey. Data from 260 participants who had completed at least three of the four repeated examinations were included in the longitudinal analysis, resulting in an age range of 66 to 81 years for all persons examined.

### Results

Over the survey period, no overall deterioration in driving behavior occurred with increasing age. According to the rating scheme based on the TRIP protocol, the average driving behavior was good to adequate, but there were considerable differences in driving behavior between the participants. The number of significant traffic violations also did not increase. As factors influencing the development of driving competence, two areas in particular turned out to be significant. First, changes in cognitive performance and functions that are considered to be particularly relevant for traffic safety: Declining performance in reaction speed (responsiveness) and attention and inhibition, as well as changes in flexibility in task switching (derived from the Test Battery for Attention Assessment - Mobility Version, TAP-M)

proved to be predictors for a deterioration in driving behavior. A second area was related to personality characteristics, and specifically to beliefs and to the assessment of one's own fitness to drive. Here it was found that a high positive self-assessment and an associated tendency toward a risk-taking driving style were associated with a deterioration in driving behavior. In addition, higher scores in neuroticism, indicative for a personality trait of emotional lability, were associated with poorer driving behavior. No differences were found between the sexes.

**Conclusions**

The results of the study suggest that a generalized questioning of the road safety of senior drivers does not seem appropriate. Similarly, the derivation of specific age ranges as a critical limit for a decline in driving competence cannot be substantiated. With regard to the sample studied here and potential selection effects it must be emphasized that it is still an open question to what extent the results of the study can be transferred to the entire group of older drivers in Germany. In view of the areas of influence on the development of fitness to drive found in the study, however, targeted measures for particularly vulnerable groups of older people appear to make sense. On the one hand, these should include (training) interventions aimed at maintaining and improving cognitive performance and specifically adapted to the needs and concerns of road safety. On the other hand, the development of target group-appropriate measures for older drivers who unrealistically assess their driving abilities and their age-related changes seems to make sense. On the one hand, these should include specific education and sensitization to traffic safety-relevant consequences of age-related changes. On the other hand, psycho-educational recommendations and measures seem to be useful, which aim at an increase of the acceptance of these relationships and serve an adjustment of the own expectation of driving competence and thus of the driving behavior.

## Inhalt


**1 Einleitung** . . . . . 10

**2 Demografischer Wandel und Mobilität im Alter** . . . . . 11

2.1 Demografischer Wandel in Deutschland . . . . . 11

2.2 Bedeutung und Veränderungen der Mobilität im Alter . . . . . 11

**3 Ältere Autofahrer und Autofahrerinnen** . . . . . 12

3.1 Unfallrisiko im höheren Lebensalter. . . . . 13

3.2 Alterstypische Unfallschwerpunkte und Unfallursachen . . . . . 14

**4 Altersbedingte Veränderungen verkehrssicherheitsrelevanter Funktionen** . . . . . 15

4.1 Sensorik . . . . . 15

4.2 Motorik . . . . . 16

4.3 Kognition . . . . . 17

4.4 Gesundheitszustand . . . . . 18

4.4.1 Altersbedingte Erkrankungen . . . . . 19

4.4.2 Medikamenteneinnahme. . . . . 21

**5 Weitere verkehrssicherheitsrelevante Personenmerkmale und mögliche Veränderungen im Alter** . . . . . 22

5.1 Persönlichkeitseigenschaften . . . . . 22

5.2 Selbstbild . . . . . 23

5.3 Kompensationsstrategien . . . . . 24

5.3.1 Kompensation auf der Mikro-Ebene (Neurophysiologie) . . . . . 24

5.3.2 Kompensation auf der Makro-Ebene (Verhalten) . . . . . 25

5.4 Objektive Lebenssituation . . . . . 26

**6 Empirische Studie: Das Projekt DoBoLSiS** . . . . . 27

6.1 Stichprobe . . . . . 27

6.1.1 Stichprobenstruktur und Design . . . . . 28

6.1.2 Demografische Merkmale . . . . . 29

6.2 Erhebungsinstrumente . . . . . 30
6.2.1 Psychometrische Tests . . . . . 31
6.2.2 Fragebögen . . . . . 35
6.2.3 Fahrsimulator . . . . . 39
6.2.4 Neurophysiologie (EEG) . . . . . 44
6.2.5 Untersuchungsablauf . . . . . 45
6.3 Die Zielvariable: Risikoindex . . . . . 46
6.3.1 Definition und Operationalisierung der Zielvariable I (ZV I) als Risikoindex via TRIP-Mittelwert . . . . . 47
6.3.2 Zielvariable I (ZV I): Hochrechnung des Risikoindexes . . . . . 51
6.3.3 EXKURS: Erhebliche Verstöße . . . . . 58
6.4 Ergebnisse . . . . . 63
6.4.1 Stichprobenstruktur nach gefahrener Strecke im Fahrsimulator . . . . . 63
6.4.2 Deskriptive Ergebnisse . . . . . 69
6.4.3 Längsschnittanalysen . . . . . 92
6.4.4 Basismodell . . . . . 95
6.4.5 Exploratives Variablen-/Modell-Clustering . . . . . 99
6.4.6 Finales Modell . . . . . 104
6.4.7 EXKURS: Neurophysiologie (EEG) . . . . . 109

**7 Diskussion** . . . . . 114
7.1 Kognition . . . . . 115
7.2 Persönlichkeitsmerkmale, Überzeugungen und Selbstbild . . . . . 117
7.3 Einflüsse von Demografie, Lebensumgebung und Gesundheit . . . . . 118
7.4 Limitationen . . . . . 119

**8 Zusammenfassung, Empfehlungen und Ausblick** . . . . . 122

**Literatur** . . . . . 125

**Tabellen** . . . . . 139

**Bilder** . . . . . 141

**Anlagen** . . . . . 143

Anhang A: Fragebogen zum Fahrverhalten . . . . . 144

Anhang B: Ergebnis der Faktorenanalyse aus den Items des Bereichs Kompensationsstrategien (aus KARTHAUS et al., 2023) . . . . . 189

Anhang C: Basismodell . . . . . 191

Anhang D: Cluster I (Allgemeine demografische Angaben) . . . . . 193

Anhang E: Cluster II (Psychometrische Tests) . . . . . 196

Anhang F: Cluster III (Fragebögen) . . . . . 201

Anhang G: Finales Modell . . . . . 207

Anhang H: Finales Modell inkl. Interaktion . . . . . 215

Anhang I: 42 Variablen-Modell . . . . . 219

Anhang J: Finales Modell – AMOS.Pfadanalyse . . . . . 224

# 1 Einleitung

Mit dem demografischen Wandel in Deutschland und anderen westeuropäischen Ländern steigt der Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung seit einigen Jahrzehnten kontinuierlich an. Damit nimmt auch die Zahl älterer Verkehrsteilnehmer und -teilnehmerinnen zu, für die vor allem der motorisierte Individualverkehr von großer Bedeutung ist. Denn das Auto bzw. Autofahren ist – gerade für ältere Menschen – nicht nur eine Mobilitätsform, sondern ein Symbol für Unabhängigkeit und Selbstbestimmung. Eine (unfreiwillige) Aufgabe des Autofahrens in höherem Alter kann mit vielen negativen Folgen verbunden sein, die von einem Verlust des Selbstvertrauens und/oder der gesellschaftlichen Teilhabe bis hin zu gesundheitlichen Problemen reichen können (CHIHURI et al., 2016). Um dies zu verhindern, ist es wichtig, die Fahrkompetenz und Fahrtüchtigkeit und damit auch die Mobilität älterer Personen so lange wie möglich zu erhalten und die individuelle und allgemeine Verkehrssicherheit zu verbessern.

In der Literatur finden sich Hinweise auf ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko älterer Autofahrer und Autofahrerinnen ab etwa 75 Jahren (z. B. LANGFORD, METHORST & HAKAMIES-BLOMQVIST, 2006), die jedoch auf Unfallstatistiken und Querschnittsanalysen basieren. Als alleiniger Prädiktor für die Unfallwahrscheinlichkeit, Fahrkompetenz oder Fahrtüchtigkeit eignet sich das kalendarische Alter jedoch nicht (HOLTE, 2018; POTTGIESSER et al., 2012; WELLER, SCHLAG, RÖSSGER, BUTTERWEGGE & GEHLERT, 2015), denn diese Parameter werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die zudem eine große inter- und intraindividuelle Varianz aufweisen. Hierzu gehören vor allem sensorische, motorische und kognitive Funktionen, aber auch der Gesundheitszustand und die Einnahme bestimmter Arzneimittel sowie andere Personenmerkmale wie Persönlichkeitseigenschaften, das Selbstbild, Einstellungen zum Autofahren, Fahrgewohnheiten und die objektive Lebenssituation. Wie diese einzelnen Faktoren miteinander zusammenhängen und welchen Einfluss sie im Rahmen altersbedingter Veränderungen auf das konkrete Fahrverhalten (und damit auch auf das Unfallrisiko) haben, ist jedoch noch weitgehend ungeklärt.

Die Längsschnittstudie DoBoLSiS[1] (Laufzeit 2016-2023) hat die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter und mobilitätsbezogener Personenmerkmale von Senioren und Seniorinnen aus den Geburtsjahrgängen 1941 bis 1950 über einen Zeitraum von fünf Jahren untersucht. Dazu wurden im Abstand von jeweils mindestens 12 Monaten vier Messungen durchgeführt.[2] Bei jeder Messung wurden mittels Fragebögen und kognitiven Leistungstests verschiedene Personenmerkmale der Probanden und Probandinnen erfasst, die eine Fahrverhaltensprobe in einem Fahrsimulator absolvierten, bei der neben den (Fahr-)Verhaltensdaten auch neurophysiologische Parameter über das Elektroenzephalogramm (EEG) erfasst wurden. Aus den Fahrsimulationsdaten wurden in Anlehnung an das – auch bei Realfahrten zur Beurteilung des Fahrverhaltens eingesetzte – TRIP-Protokoll (Test Ride for Investigating Practical fitness to drive; DE RAEDT & PONJAERT-KRISTOFFERSON, 2001) verschiedene Fahrverhaltensweisen extrahiert und zu einer Zielvariable zusammengefasst, die als Risikoindex (erhöhtes Unfallrisiko) interpretiert werden kann.

Ziel der DoBoLSiS-Studie ist es zum einen, mögliche Merkmalskonstellationen und/oder Altersbereiche zu identifizieren, die mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen. Zum anderen sollen mögliche Einflüsse von Veränderungen in diesen Bereichen auf das Fahrverhalten bzw. Unfallrisiko aufgedeckt werden. So sollen Prädiktoren gewonnen werden, mit denen sich im Idealfall zukünftige Veränderungen verkehrsbezogener Aspekte voraussagen lassen, um bei Bedarf möglichst frühzeitig Präventionsmaßnahmen einleiten zu können, die dem Erhalt und der Verbesserung der Fahrkompetenz und Verkehrssicherheit dienen.

---

[1] DoBoLSiS = **Do**rtmunder/**Bo**nner **L**ängsschnittstudie zur Entwicklung verkehrs-**Si**cherheitsrelevanter Personenmerkmale von **S**eniorinnen und Senioren und ihre Einflussfaktoren

2 Die während der Projektlaufzeit aufgetretene COVID-19-Pandemie hatte auch einen Einfluss auf die Datenerhebung. Aufgrund der staatlich angeordneten Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie konnten die Messungen nicht durchgängig, wie ursprünglich geplant, im Abstand von 12-15 Monaten, durchgeführt werden. Die notwendige Verschiebung der Erhebungstermine führte dazu, dass sich der Abstand zwischen den Erhebungen bei einigen Probanden und Probandinnen auf bis zu 30 Monate verlängerte. Die pandemiebedingten Folgen für das Projekt und mögliche daraus resultierende Limitationen sind in Kapitel 7.4 beschrieben.

# 2 Demografischer Wandel und Mobilität im Alter

Die Untersuchung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale und ihre möglichen Veränderungen im höheren Lebensalter muss vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der Bedeutung der individuellen Mobilität für ältere Menschen betrachtet werden. Im Folgenden soll die aktuelle demografische Entwicklung in Deutschland beschrieben und die Bedeutung der Mobilität im Allgemeinen und des Autofahrens im Speziellen im höheren Lebensalter dargestellt werden.

## 2.1 Demografischer Wandel in Deutschland

In Deutschland wie auch den meisten anderen westlichen Industriestaaten steigt der Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung seit Jahren kontinuierlich an. So machte die Altersgruppe der Personen ab 65 Jahre im Jahr 2021 schon einen Anteil von über 22 % (STATISTA, 2023). Angesichts der steigenden Lebenserwartung und anhaltend sinkender Geburtenraten wird prognostiziert, dass der Anteil älterer Menschen in den nächsten Jahren immer größer wird und sich diese Entwicklung bis etwa zum Jahr 2060 fortsetzt. Basierend auf den Schätzungen der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland wird der Bevölkerungsanteil der über 65-Jährigen bis zum Jahr 2040 auf 25-27 % und der über 80-Jährigen auf 9-13 % steigen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2019).

Mit dem zunehmenden Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung und der steigenden Lebenserwartung nimmt auch die Zahl der Menschen zu, die auch noch im höheren Lebensalter über viele Jahre hinweg mobil sind bzw. sein möchten oder sogar müssen. Dies hat verschiedene Gründe: Zum einen ist die Zahl der älteren Personen, die eine Fahrerlaubnis besitzen, in den letzten Jahren deutlich gestiegen. So besitzen laut einer von der BASt durchgeführten Repräsentativbefragung auf Basis einer Einwohnermeldestichprobe inzwischen 88,9 % aller Personen die Fahrerlaubnis für Pkw, wobei der Anteil derer im Besitz einer Pkw-Fahrerlaubnis in der Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen bei 89,5 % und in der Gruppe der Personen ab 75 Jahren bei 79,0 % liegt (HOLTE, 2021a). Insbesondere der Anteil der Frauen ab 85 Jahren, die im Besitz einer Pkw-Fahrerlaubnis sind, ist in den letzten Jahren stark gestiegen – von 18 % im Jahr 2002 auf 37 % im Jahr 2017 (INFAS, DLR, IVT & INAS 360, 2019). Diese Entwicklung wird sich vermutlich fortsetzen, sodass anzunehmen ist, dass ihr Anteil in den nächsten 30 Jahren das Niveau jüngerer Frauen erreichen wird.

Gleichzeitig ist der Erhalt der Mobilität über das 65. Lebensjahr hinaus aufgrund gesellschaftspolitischer Entwicklungen wie der Verlängerung der Erwerbstätigkeit und des daraus resultierenden späteren Rentenbeginns („Rente mit 67“) fast zwangsläufig erforderlich. Gleichzeitig haben die Menschen dank ihrer höheren Lebenserwartung auch nach der Verrentung heute mehr Zeit und Gelegenheit für eine aktive und mobile Gestaltung des Ruhestands.

Das spiegelt sich auch in dem Vergleich verschiedener Altersgruppen wider, der einen überproportional starken Anstieg der Tagesfahrstrecke in den höheren Altersgruppen in den letzten Jahren zeigt: Von 2002 bis 2017 stieg die täglich zurückgelegte Entfernung über alle Altersgruppen hinweg um 18 %, bei den Personen ab 50 Jahren jedoch um mehr als 30 % und in der Gruppe der über 80-Jährigen um rund 50 % (INFAS et al., 2019) an. In der Gruppe der über 75-Jährigen war von 2008 bis 2017 sogar ein Zuwachs der Fahrleistung von rund 95 % zu verzeichnen (HOLTE, 2021b). Die noch vor einigen Jahren beobachtete altersbedingte Abnahme der Mobilität hat sich demnach in ein deutlich höheres Alter verschoben.

## 2.2 Bedeutung und Veränderungen der Mobilität im Alter

Mobilität gehört zu den Grundbedürfnissen und damit auch zu den wichtigsten Lebensbereichen des Menschen, deren Bedeutung mit zunehmendem Alter noch zuzunehmen scheint (HAVERKAMP & RUDINGER, 2016). Das mag unter anderem daran liegen, dass Mobilität für junge Menschen relativ einfach zu erfahren ist, mit zunehmendem Alter jedoch häufig mit zusätzlichem Aufwand oder Mühe verbunden ist (BLUME, FOLLMER, KALINOWSKA & KLOAS, 2005).

Mobilität wird oftmals mit Unabhängigkeit und Selbstständigkeit assoziiert, denn sie stellt eine wichtige Voraussetzung für die gesellschaftliche Teilhabe und den Erhalt sozialer Beziehungen dar – auch oder gerade nach dem Berufsleben. Auch die aktive Freizeitgestaltung oder ein besonderes Engagement (z. B. Ehrenamt) außer Haus setzt häufig Mobilität voraus (MOLLENKOPF & ENGELN, 2008). Unfreiwillige Einschränkungen der Mobilität können mit einer Verringerung oder sogar dem Verlust sozialer Kontakte einhergehen und ein Gefühl eingeschränkter Unabhängigkeit und Selbstbestimmung hervorrufen, was sich negativ auf das Selbstwertgefühl (ENGELN & SCHLAG, 2008), die allgemeine Lebenszufriedenheit und die erlebte Lebensqualität auswirken kann (HARRISON & RAGLAND, 2003; KOCHERSCHEID & RUDINGER, 2005).

Bei der Mobilität im Alter kommt dem motorisierten Individualverkehr und speziell dem Autofahren eine besonders wichtige Rolle zu. Dies gilt in besonderem Maße für ländliche Gebiete, in denen der öffentliche Personennahverkehr weniger gut ausgebaut ist und es kaum Alternativen für die (überdurchschnittlich vielen) Senioren und Seniorinnen[3] gibt, die dort leben. Aber auch in Städten, in denen dank gut ausgebautem öffentlichen Personennahverkehr viele Ziele auch ohne Pkw vergleichsweise einfach zu erreichen wären, bevorzugen viele Senioren und Seniorinnen das Auto. Hier fühlen sie sich sicherer und geschützt vor Belästigungen oder Kriminalität (SCHLAG, 2008).

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Autofahrens ist Spaß. Autofahren ist auch Selbstzweck (HIEBER MOLLENKOPF, KLOÈ & WAHL, 2006) und das gilt keineswegs nur für jüngere Menschen. So gaben in einer Studie mit knapp 400 Senioren und Seniorinnen mehr als 94 % der Befragten an, dass sie gerne Auto fahren, und für mehr als 20 % bedeutete Autofahren explizit Freude und Erholung (KARTHAUS, WILLEMSSEN, JOIKO & FALKENSTEIN, 2015).

All das können Gründe dafür sein, dass der Anteil der Senioren-Haushalte mit Pkw-Besitz (mindestens 1 Pkw) im Zeitraum von 2002 bis 2017 von rund 50 % auf 72 % gestiegen ist, während im gleichen Zeitraum der Anteil der jungen Haushalte (jünger als 35 Jahre, ohne Kinder) mit Pkw-Besitz von 71 % auf 57 % sank (INFAS et al., 2019). Mit der zunehmenden Verfügbarkeit eines Autos änderte sich auch die Nutzung: Von 2002 bis 2017 nahm die Pkw-Nutzung bei Rentnern und Rentnerinnen für verschiedenste Wegezwecke, vom Einkauf (+10 %) über Erledigungen (+8 %) bis hin zu Freizeittätigkeiten (+4 %) zu, was sich auch in einem Anstieg der insgesamt mit dem Pkw zurückgelegten Fahrstrecke widerspiegelt (INFAS et al., 2019).

Die große Bedeutung des Autofahrens im höheren Lebensalter ist nicht zu unterschätzen. Studien zeigen, dass die (unfreiwillige) Aufgabe des Autofahrens negative Auswirkungen auf den allgemeinen Gesundheitszustand der Betroffenen haben (EDWARDS, LUNSMAN, PERKINS, REBOK & ROTH, 2009) und zum Beispiel eine depressive Symptomatik verstärken kann (FONDA, WALLACE & HERZOG, 2001). Unabhängig von anderen Einflussfaktoren wie dem allgemeinen Gesundheitszustand fanden sich Zusammenhänge zwischen der Aufgabe des Autofahrens und einer Verschlechterung kognitiver Fähigkeiten (CHIHURI et al., 2016), einem fünffach höheren Risiko für eine dauerhaft notwendige Betreuung (FREEMAN, GANGE, MUNOZ & WEST, 2006) sowie einem erhöhten 3-Jahres- bzw. 5-Jahres-Mortalitätsrisikos (EDWARDS, PERKINS, ROSS & REYNOLDS, 2009; O'CONNOR, EDWARDS, WATERS, HUDAK & VALDÉS, 2013).

Aus diesen Gründen ist es wichtig, unter Berücksichtigung der individuellen und allgemeinen Verkehrssicherheit, die Fahrkompetenz älterer Menschen zu fördern und gegebenenfalls zu verbessern, um diese so lange wie möglich zu erhalten.

# 3 Ältere Autofahrer und Autofahrerinnen

Zur Beurteilung der Fahrkompetenz einer bestimmten Altersgruppe wird häufig das Unfallrisiko dieser Altersgruppe herangezogen, das auf der Basis der offiziellen Unfallstatistiken ermittelt wird. Bei der Interpretation dieser Statistiken und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Fahrkompetenz ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei Unfällen um sehr seltene Ereignisse

[3] In dem vorliegenden Bericht bezieht sich der Begriff „Senioren und Seniorinnen“ auf Personen ab einem Alter von 65 Jahren.

handelt, deren Auftreten von zahlreichen Zufallsbedingungen abhängt (BUKASA & UTZELMANN, 2009). So konnte in früheren Studien nur im geringen Ausmaß das von den Unfallbeteiligten berichtete generelle Fahrverhalten - sowohl die Anzahl der Unfälle (4,2 %; HOLTE, 2012) als auch die Unfallbeteiligung (11,2 %; HOLTE, 2018) betreffend - erklärt werden. Und nicht zuletzt gehen naturgemäß nur offiziell gemeldete Unfälle und hier meist nur solche mit Personenschaden[4] in die altersgruppenspezifischen Statistiken ein, während alle anderen Unfälle, insbesondere solche mit Bagatellschäden, nicht berücksichtigt werden.

Für ein umfassenderes und präziseres Bild der Fahrkompetenz älterer Autofahrer und Autofahrerinnen, ist es deshalb sinnvoll, neben den Unfallstatistiken auch alterstypische Unfallschwerpunkte und Unfallursachen zu betrachten. Zudem lohnt sich eine Betrachtung von Fahrfehlern, die in dieser Altersgruppe gehäuft auftreten (SCHADE & HEINZMANN, 2008), und die – wenngleich sie nicht zwangsläufig zu einem Unfall führen – dennoch das Unfallrisiko erhöhen.

## 3.1 Unfallrisiko im höheren Lebensalter

Dem Statistischen Bundesamt zufolge waren im Jahr 2021 – unabhängig von der Art der Verkehrsteilnahme – insgesamt 66.812 ältere Menschen (d.h. 65 Jahre und älter) an Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Das entspricht einem Anteil von 13,9 % aller Unfallbeteiligten (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2022), was im Vergleich zu ihrem Bevölkerungsanteil von 22 % eine unterproportional niedrigere Unfallbeteiligung bedeutet. Ein Grund hierfür könnte die – trotz des zuletzt kontinuierlichen Anstiegs – vergleichsweise geringere Kilometerleistung älterer Menschen sein, die vor allem auf den Wegfall des Arbeitsweges zurückzuführen ist.

Nach den jüngsten Ergebnissen der Erhebung „Mobilität in Deutschland“ (MiD 2017; INFAS, DLR, IVT & INFAS 360, 2018) scheint der Anteil der Wenig-Fahrer in der Gruppe der Senioren und Seniorinnen tatsächlich höher zu sein als in anderen Altersgruppen. So gaben im Jahr 2017 etwa 22 % der befragten älteren Alleinlebenden an, weniger als 5.000 Kilometer pro Jahr mit dem Pkw zu fahren. Im Vergleich dazu gaben nur 4 % der jungen Alleinlebenden und nur 9 % der Alleinlebenden mittleren Alters eine so geringe Jahreskilometerleistung an. Von den Personen, die in einem Zweipersonenhaushalt leben, gehören 13 % der älteren Befragten nach eigenen Angaben zu den Wenig-Fahrern (< 5.000 km), aber nur 5 % der Jüngeren und nur 7 % der Befragten mittleren Alters.

Wird die Kilometerleistung in die Berechnung der Unfallwahrscheinlichkeit einbezogen, so zeigt sich, dass letztere bei Personen über 75 Jahren etwa auf dem gleichen Niveau liegt wie die der Anfang 30-Jährigen (z.B. SCHUBERT, GRÄCMANN & BARTMANN, 2018). Allerdings zeigt sich ein erhöhtes Unfallrisiko auch in dieser Altersgruppe (ab 75 Jahren) nur bei Personen mit einer Jahreskilometerleistung von weniger als 3.000 Kilometern (LANGFORD, METHORST & HAKAMIES-BLOMQVIST, 2006; RUDINGER, 2012). Aktuellere Zahlen zeigen, dass das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko, als Pkw-Fahrer an einem Unfall mit Personenschaden als Hauptverursacher beteiligt zu sein, bei den Fahranfängern (18-20 Jahre) am höchsten ist, mit zunehmendem Alter sinkt und ab einem Alter ab 65 Jahren wieder ansteigt. Bei Personen ab 75 Jahren ist dieses Risiko etwa genauso hoch wie bei der Altersgruppe der 21- bis 24-Jährigen (HOLTE, 2018; BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN, 2020).

Unabhängig von der Jahreskilometerleistung war die Mehrheit der älteren Menschen, die im Jahr 2021 an einem Unfall mit Personenschaden beteiligt war, laut Statistischem Bundesamt dabei mit dem Auto unterwegs (58,8 %) und nur seltener mit dem Fahrrad (25,1 %) oder zu Fuß (8,0 %). Von den an einem Unfall mit Personenschaden beteiligten Senioren und Seniorinnen, die im Pkw unterwegs waren, trugen 58,6 % der 65- bis 70-Jährigen und 64,9 % der 70- bis 75-Jährigen die Hauptschuld an dem Unfall. Bei den über 75-Jährigen waren es 75,9 %, das ist der höchste Anteil aller Altersgruppen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2022).

[4] Zu den Unfällen mit Personenschaden gehören alle Unfälle, bei denen Personen verletzt oder getötet wurden (unabhängig von der Höhe des Sachschadens).

Ältere Personen sind in besonderem Maße im Straßenverkehr gefährdet. So lag die Zahl der im Straßenverkehr getöteten Senioren und Seniorinnen (ab 65 Jahren) im Jahr 2021 bei 868 Personen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2022). Damit machten diese Altersgruppe im Vergleich zu allen anderen Altersgruppen den größten Anteil (33,9 %) aller Verkehrstoten aus. Bei den Getöteten aus dieser Altersgruppe handelte es sich in 38,2 % der Fälle um Pkw-Insassen, während 22,5 % der Getöteten zum Zeitpunkt des Unfalls zu Fuß, 25,6 % mit dem Fahrrad und 6,0 % mit einem Kraftrad unterwegs waren.

## 3.2 Alterstypische Unfallschwerpunkte und Unfallursachen

Eine Analyse von den im Fahreignungsregister des Kraftfahrtbundesamts (KBA) registrierten Verkehrsauffälligkeiten / Fehlverhaltensweisen ergab sogenannte „alterstypische Verkehrsrisiken“ (SCHADE & HEINZMANN, 2008). Demnach beging die Gruppe der mit einem Fehlverhalten registrierten Personen im Alter von 65-84 Jahren vor allem Vorfahrtsfehler und Rotlichtverstöße oder fiel durch eine falsche Straßenbenutzung auf. Die Häufigkeit dieser Fehlverhaltensweisen nahm mit dem Alter zu und machte bei den über 80-Jährigen schon rund die Hälfte aller registrierten Fehlverhaltensweisen aus. Personen, die wegen eines „altersspezifischen Fehlverhaltens“ registriert waren, zeigten ein erhöhtes Unfallrisiko und eine höhere Wahrscheinlichkeit eines Fahrerlaubnisverlustes als Personen ohne altersspezifisches Fehlverhalten. Eine Feinanalyse innerhalb der Stichprobe (65-84 Jahre) ergab einen kontinuierlichen Anstieg der mit den Fehlverhaltensweisen verbundenen Unfallrate, der von der Gruppe der 70- bis 74-Jährigen zur Gruppe der 75-79-Jährigen ca. 16 % und von dieser zur Gruppe der 80- bis 84-Jährigen weitere 20 % betrug (SCHADE & HEINZMANN, 2008).

Auch in einer im Auftrag der BASt durchgeführten Studie mit verkehrsauffälligen männlichen Senioren (72-96 Jahre) erwiesen sich vor allem das Linksabbiegen und Verhalten an komplexen Kreuzungen sowie die Vorfahrtsbeachtung an Rechts-vor-Links-Einmündungen in einer Fahrverhaltensprobe im Realverkehr als problematisch (KARTHAUS et al., 2015). Allerdings konnten in dieser Studie keine Unterschiede im Fahrverhalten von einfach-auffälligen und mehrfach-auffälligen Personen beobachtet werden und es wurde auch keine Altersdifferenzierung innerhalb der Stichprobe vorgenommen. Andere Studien nennen noch weitere Verkehrssituationen, die nicht nur bei verkehrsauffälligen Personen mit zunehmendem Alter mit Problemen und einem erhöhten Unfallrisiko verbunden sind, wie zum Beispiel die Einschätzung des Abstands zu anderen Fahrzeugen oder Gegenständen, der Spurwechsel oder das Fahren auf mehrspurigen Straßen und das Fahren unter veränderten Streckenbedingungen durch Umleitungen oder Baustellen (DANCIU, POPA, MICLE & PREDA, 2012; POSCHADEL, BÖNKE, BLÖBAUM & RABCZINSKI, 2012).

Alterstypische Verkehrsrisiken spiegeln sich auch in den Zahlen des Statistischen Bundesamts wider, die eine Häufung bestimmter Fehlverhaltensweisen als Unfallursachen bei den an Unfällen beteiligten Senioren und Seniorinnen zeigen.

Von den im Jahr 2020 registrierten Unfällen mit Personenschaden, an denen ältere Autofahrer und Autofahrerinnen beteiligt waren, waren in der Gruppe der 65- bis 75-Jährigen 71,4 % und in der Gruppe der über 75-Jährigen 87,7 % auf ein Fehlverhalten des Fahrers bzw. der Fahrerin zurückzuführen. Zum Vergleich: In der Gruppe der 18- bis 21-Jährigen betrug der Anteil der Unfälle durch Fehlverhalten 82,3 %, der mit zunehmendem Alter sank und erst ab der Altersgruppe der 55- bis 65-Jährigen (63,0 %) wieder anstieg (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021a).

Den an einem Unfall beteiligten Senioren und Seniorinnen (≥ 65 Jahre) wurden häufiger die Missachtung der Vorfahrt bzw. des Vorrangs zur Last gelegt als den jüngeren Altersgruppen unter 65 Jahren (17,8 % vs. 11,3 %), wobei die Gruppe der 65- bis 75-Jährigen einen geringeren Anteil (16,1 %) aufwies als die Gruppe der über 75-Jährigen (19,5 %). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei Fehlern beim „Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Anfahren“ als Unfallursache, die bei den Älteren insgesamt einen Anteil von 18,3 % (65-75 Jahre: 17,2 %; über 75 Jahre: 19,4 %) und bei den Jüngeren von 12,8 % ausmachte. Deutlich seltener als in den jüngeren Altersgruppen (< 65 Jahre: 8,1 %) wurde in höheren Altersgruppen eine „nicht angepasste Geschwindigkeit“ (4,2 %, davon bei den 65- bis 75-Jährigen 3,7 % und den über 75-Jährigen 4,8 %) als Unfallursache festgestellt. Das Gleiche gilt für das Fahren unter Alkoholeinfluss, das in 2,4 % der Unfälle der jüngeren Altersgruppen und in 0,7 % der Unfälle der älteren

Altersgruppen als Unfallursache verzeichnet wurde, wobei hier der Anteil der 65- bis 75-Jährigen mit 1,0 % geringfügig höher lag als bei den über 75-Jährigen (0,5 %) (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021a).

Diese alterstypischen Unfallschwerpunkte und -ursachen deuten eher auf (möglicherweise im höheren Lebensalter kontinuierlich zunehmende) Leistungsbeeinträchtigungen als auf ein leichtsinniges Fahrverhalten älterer Autofahrer und Autofahrerinnen hin (RUDINGER, 2015).

# 4 Altersbedingte Veränderungen verkehrssicherheitsrelevanter Funktionen

Auch wenn eine langjährige Fahrerfahrung zur Fahrkompetenz und einem sicheren Fahrverhalten beitragen kann, bleibt das Autofahren eine komplexe Tätigkeit, die ein präzises Zusammenspiel sensorischer, motorischer und kognitiver Funktionen erfordert. Diese Funktionen unterliegen (auch im gesunden Alterungsprozess) altersbedingten Veränderungen, die sich negativ auf die Fahrkompetenz auswirken können. Sie können durch Erkrankungen, die im höheren Alter vermehrt auftreten, und die damit einhergehende Medikamenteneinnahme verstärkt werden. Das Ausmaß und die Auswirkungen dieser Veränderungen auf das Fahrverhalten und die Fahrkompetenz hängen jedoch noch von zahlreichen weiteren internalen und externalen Faktoren ab (FALKENSTEIN & GAJEWSKI, 2015) und sind deshalb sowohl interindividuell als auch intraindividuell sehr unterschiedlich. Bislang ist jedoch nicht bekannt, ab wann und/oder in welchem Ausmaß sich welche altersbedingten Leistungsbeeinträchtigungen wie auf die Fahreignung bzw. Fahrtüchtigkeit auswirken. Das Projekt DoBoLSiS soll dazu beitragen, einige dieser noch offenen Fragen zu beantworten.

## 4.1 Sensorik

Im Kontext Straßenverkehr kommt dem Sehvermögen eine besonders große Bedeutung zu, da etwa 80-90 % aller hier relevanten Informationen über das Auge wahrgenommen werden (LACHENMAYR, 2003).

Altersbedingte Veränderungen des Sehvermögens sind schon ab einem Alter von 35 Jahren zu beobachten (GUSKI, 1996), treten aber oft schleichend ein, sodass sie von den Betroffenen häufig nicht oder erst (zu) spät bemerkt werden (WOOD & BLACK, 2016). So verringert sich die Sehschärfe ab einem Alter von etwa 40-50 Jahren deutlich und sinkt von durchschnittlich 1,2 auf 0,6 bei 75-Jährigen (HILZ & CAVONIUS, 1996). Auch reduziert sich der Pupillendurchmesser bis zum siebten Lebensjahrzehnt von 8 mm auf 6 mm (MEISAMI, BROWN & EMERLE, 2007), wodurch deutlich weniger Licht auf die Retina fallen kann, was einer Verdichtung der Lichtstreuung im Auge und zu einer erhöhten Blendeempfindlichkeit und einer verringerten Kontrastsensitivität führen kann (VAN DEN BERG et al., 2007; WAHL & HEYL, 2007). Um ein Objekt zu erkennen, benötigen 70-Jährige etwa einen dreimal so starken Kontrast wie 20-Jährige (BURTON, OWSLEY & SLOANE, 1993).

Auch das periphere Sehen und die Adaptationsfähigkeit der Augen nehmen mit dem Alter ab (HAEGERSTROM-PORTNOY, SCHNECK & BRABYN, 1999; WOLTER, 2014). Ab dem 20. Lebensjahr dauert es pro Lebensjahrzehnt mehr als 2 Minuten länger, bis sich die Augen vollständig an Dunkelheit angepasst haben (JACKSON, OWSLEY & MCGWIN JR, 1999). Darüber hinaus kann die altersbedingte Verkleinerung der Gesichtsfeldgröße, die bei über 65-Jährigen 12-14 % beträgt (MEISAMI et al., 2007) zu Problemen bei der Wahrnehmung von Bewegungen (vor allem im peripheren Blickfeld) führen. Solche Einschränkungen, die bei progressiven Gesichtsfeldausfällen in verstärkter Form auftreten, werden in einem frühen Stadium oft nicht bemerkt, können aber zur Folge haben, dass beispielsweise Personen am Straßenrand nicht mehr so gut wahrgenommen werden (BOWERS, MANDEL, GOLDSTEIN & PELI, 2009) und das Unfallrisiko erheblich erhöhen (BHORADE et al., 2016; KWON et al., 2015).

Eine Korrektur oder Kompensation dieser Beeinträchtigungen (z.B. durch Sehhilfen) ist nur teilweise möglich. Unkorrigiert gehen sie mit einem erhöhten Unfallrisiko einher, insbesondere wenn gleichzeitig auch motorische und/oder kognitive Beeinträchtigungen vorliegen (FALKENSTEIN & POSCHADEL,

2011; FALKENSTEIN & SOMMER, 2008). Dies gilt insbesondere für bestimmte Augenerkrankungen, die vermehrt im höheren Lebensalter auftreten wie Katarakt (Grauer Star), Glaukom (Grüner Star), diabetische Retinopathie und die altersabhängige Makuladegeneration (FINGER, FIMMERS, HOLZ & SCHOLL, 2011), deren Symptome die Verkehrssicherung beeinträchtigen und das Unfallrisiko erhöhen können (KOHNEN, BAUMEISTER, KOOL, KLAPROTH & OHRLOFF, 2009). So ist beispielsweise das Unfallrisiko für Autofahrende mit unbehandeltem Katarakt, von der mehr als 50 % aller über 65-Jährigen betroffen sind (GUSKI, 1996) etwa 2,5 Mal so hoch wie für gesunde Personen (OWSLEY, STALVEY, WELLS & SLOANE, 1999).

Das Hörvermögen scheint zwar generell einen geringeren Einfluss auf das Fahrverhalten zu haben (z. B. EWERT, 2006), sollte aber dennoch nicht vernachlässigt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn akustische Warnsignale (z. B. Hupen, Martinshorn) oder mögliche Gefahrenquellen nicht mehr richtig wahrgenommen oder lokalisiert werden können, weil das räumliche Hörvermögen aufgrund einer starken (einseitigen) Schwerhörigkeit massiv beeinträchtigt ist (BOOTZ, 2007; FRIES, LÖSSL & WILKES, 2008). Störungen des Hörvermögens können darüber hinaus zu Gleichgewichtsproblemen und/oder Schwindel führen, was zu einer erheblichen Gefahr beim Führen eines Fahrzeugs werden kann (HÖHMANN, 1996).

Unabhängig davon ist das Unfallrisiko von älteren Personen, deren Hör- und Sehvermögen beeinträchtigt ist, höher als von Personen, die nur eine dieser beiden sensorischen Beeinträchtigungen aufweisen (GREEN, McGWIN & OWSLEY, 2013).

## 4.2 Motorik

Sicheres Autofahren erfordert die Ausführung bestimmter Bewegungen, die durch altersbedingte Veränderungen motorischer Funktionen und sensomotorischer Prozesse beeinträchtigt sein können. Ein typisches Beispiel hierfür ist der Schulterblick, der für das Sicherungsverhalten beim Fahren unabdingbar ist, aber durch eine altersbedingte Einschränkung der Beweglichkeit im Nackenbereich mit zunehmendem Alter schwieriger auszuführen ist. Studien zufolge wird der Schulterblick von Autofahrern und Autofahrerinnen ab 55 Jahren deutlich seltener ausgeführt als von jüngeren Personen und ab einem Alter von 75 Jahren häufig sogar ganz unterlassen (SCHLAG & BECKMANN, 2013), selbst in Situationen, in denen er aus Sicherheitsgründen vorgeschrieben ist wie dem Spurwechsel, Überholen oder Rechtsabbiegen (WELLER et al., 2014, 2015).

Etwa ab dem 60. Lebensjahr beginnt sich der Bewegungsapparat mit seinen sensorischen Systemen zu verändern, was die Koordinationsfähigkeit und die Ausführung komplexer Bewegungsabläufe beeinträchtigen kann (RINKENAUER, 2008). Bereits ab dem dritten Lebensjahrzehnt nimmt die Ausdauer, d.h. die Fähigkeit, körperlichen Belastungen zu widerstehen und sich anschließend schnell wieder zu erholen, pro Lebensjahr um ca. 1 % ab, sodass 60-Jährige im Durchschnitt bereits fast ein Drittel ihrer Ausdauer eingebüßt haben.

Auch die Muskelkraft nimmt bis zum 70. Lebensjahr um etwa 40 % ab. Durch die damit einhergehende Verringerung der Muskelkontraktionsgeschwindigkeit lässt auch die Bewegungsgeschwindigkeit nach, wodurch beispielsweise in kritischen Situationen ein schnelles, kräftiges Bremsen oder die Ausführung anderer korrigierender Fahrmanöver erschwert wird (RINKENAUER, 2008). Dies zeigt sich auch in einer Studie von ZHANG et al. (2007), in der die Bremsgeschwindigkeit älterer Autofahrer und Autofahrerinnen (67-87 Jahre) untersucht wurde. Die Bremsgeschwindigkeit wurde hier als Summe aus Entscheidungszeit (Zeit zwischen Beginn der Reizpräsentation bis zur Wegnahme des Fußes vom Gaspedal) und Fußumsetzzeit (Zeit zwischen erster Fußbewegung auf dem Gaspedal und maximalem Druck auf das Bremspedal) definiert. Mit zunehmendem Alter stiegen sowohl die Entscheidungs- als auch die Fußumsetzzeit.

Einige der altersbedingten motorischen Einschränkungen lassen sich durch technische Hilfsmittel (z. B. zusätzliche Spiegel), Umbauten (z. B. Handgas, Handbremse) oder Fahrassistenzsysteme (z. B. Lenkhilfen beim Einparken) kompensieren (KÜST, 2011). Dennoch können Beeinträchtigungen bestehen bleiben, die vor allem in kognitiv anspruchsvollen Situationen wie unter Ablenkung oder in Situationen,

in denen verschiedene Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen sind (z.B. VOELCKER-REHAGE, STRONGE & ALBERTS, 2006), zu Problemen führen können. Ein Grund hierfür könnte sein, dass altersbedingte motorische Beeinträchtigungen eine zunehmende De-Automatisierung bestimmter Routinen zur Folge haben können, die durch eine verstärkte kognitive Kontrolle kompensiert werden muss (POSCHADEL et al., 2012b). Die gleichzeitige Bewältigung von sensomotorischen und kognitiven Aufgaben stellt für ältere Menschen jedoch eine – im Vergleich zu Jüngeren – größere Herausforderung dar, die oft mit überproportional hohen Leistungseinbußen einhergeht (z.B. LI & LINDENBERGER, 2002).

## 4.3 Kognition

Kognitive Funktionen sind für das Autofahren unverzichtbar, doch auch sie unterliegen altersbedingten Veränderungen. Hier sind in erster Linie höhere kognitive Kontrollfunktionen zu nennen, die der fluiden Intelligenz zuzuordnen sind und ab dem sechsten Lebensjahrzehnt nachlassen können (SALTHOUSE, 1996; VERHAEGHEN & SALTHOUSE, 1997). Zu diesen sogenannten exekutiven kognitiven Funktionen, die für den Fahrkontext wichtig sind, gehören unter anderem die gezielte Steuerung der Aufmerksamkeit, insbesondere die geteilte Aufmerksamkeit für die gleichzeitige Ausführung mehrerer Aufgaben (Multitasking) und Aufgabenwechsel, und die selektive Aufmerksamkeit für die Fokussierung auf relevante Reize und Unterdrückung (Inhibition) irrelevanter Ablenkreize sowie die visuelle Suche. Darüber hinaus sind auch die Entscheidungsfindung und Zeitschätzung für das Autofahren von Bedeutung.

Eine wesentliche Grundlage für das sichere Autofahren ist die Steuerung der Aufmerksamkeit, die mit zunehmendem Alter beeinträchtigt sein kann. Dies gilt insbesondere für die für den Fahrkontext höchst relevante (räumlich) geteilte Aufmerksamkeit. Dabei besteht die Herausforderung darin, mehrere räumlich getrennte Stimuli gleichzeitig zu beachten, zum Beispiel eine Ampel, Fußgänger am Straßenrand und entgegenkommende Fahrzeuge. Studien zeigen, dass ältere Probanden und Probandinnen mit einem eingeschränkten peripheren Seh- bzw. Aufmerksamkeitsfeld häufiger rote Ampeln übersehen (WEST et al., 2010) oder in Parksituationen Probleme haben (DOUISSEMBEKOV et al., 2015). Auch die Fähigkeit, Doppel- oder Mehrfachaufgaben auszuüben, erfordert geteilte Aufmerksamkeit. Zahlreiche Studien belegen, dass ältere Personen in Doppel- oder Mehrfachaufgaben Leistungseinbußen zeigen, die sich entweder in nur einer der Teilaufgaben oder in Leistungsminderung in allen zugehörigen Teilaufgaben zeigen (z. B. HAHN, FALKENSTEIN & WILD-WALL, 2010; LI & LINDENBERGER, 2002). Das Autofahren selbst stellt ebenfalls eine Mehrfachaufgabe dar, die neben der Lenkung und Bedienung des Fahrzeugs eine kontinuierliche Beobachtung und vorausschauende Erfassung des Verkehrsgeschehens erfordert. Darüber hinaus können sich während des Autofahrens die jeweiligen Anforderungen jederzeit verändern, wodurch eine schnelle Anpassung des Fahrverhaltens nötig wird. Auch diese Fähigkeit des raschen Aufgabenwechsels lässt mit dem Alter nach (KRAY & LINDENBERGER, 2000), was sich in Kompensationsbemühungen und einem sich darin widerspiegelnden Fahrverhalten zeigt. Typische Beispiele hierfür sind eine generelle Verringerung der Fahrgeschwindigkeit, eine Erhöhung der Geschwindigkeitsvariabilität und Veränderungen in der Spurhaltung (WECHSLER et al., 2018).

In komplexen Fahrsituationen ist es erforderlich, unter vielen vorhandenen Reizen die für die Situation relevanten Reize schnell und richtig zu identifizieren, um adäquat reagieren zu können. Die sogenannte visuelle Suche ist eine weitere kognitive Funktion, die von altersbedingten Veränderungen betroffen ist (HO & SCIALFA, 2002; WIKMAN & SUMMALA, 2005). Ist sie beeinträchtigt, besteht die Gefahr, dass relevante Reize nicht oder erst spät entdeckt werden, wodurch sich das Unfallrisiko erhöht. Das gleiche gilt für die ab einem Alter von ca. 60 Jahren nachlassende Fähigkeit, Änderungen im visuellen Umfeld zu entdecken („change blindness“), die nicht nur für das Situationsbewusstsein, sondern auch für eine gegebenenfalls erforderliche Korrektur des Fahrverhaltens von großer Bedeutung ist (RIZZO et al., 2008).

Verschiedene Studien zeigen, dass insbesondere die Unterdrückung (Inhibition) von irrelevanten Reizen ein Problem für ältere Autofahrer und Autofahrerinnen darstellt, die sie teilweise mit der gleichen Intensität verarbeiten wie relevante Reize (HAHN, WILD-WALL & FALKENSTEIN, 2011). Diese schon bei etwa 65-jährigen Personen beobachtete ungewöhnliche Aufmerksamkeitszuwendung zu irrelevanten Ablenkreizen kann zu einer Verlängerung der Reaktionszeit auf nachfolgende relevante Reize

führen (HAHN, WILD-WALL & FALKENSTEIN, 2013) und vor allem in komplexen Fahrsituationen wie Kreuzungen oder stark befahrenen Straßen zum Problem werden (CHARNESS & BOSMAN, 1992). Aufgrund ihrer potenziellen Ähnlichkeit zu den meisten fahrrelevanten Reizen erscheint vor allem die Inhibition visueller Ablenkreize problematisch, insbesondere wenn diese in komplexen Aufgabenkontexten auftreten. Allerdings kann schon die Erwartung einer anspruchsvollen Situation mit vielen Ablenkreizen die (Brems)Reaktionszeit älterer Autofahrer und Autofahrerinnen signifikant verlängern (KARTHAUS, WASCHER, FALKENSTEIN & GETZMANN, 2020; KARTHAUS, WASCHER & GETZMANN, 2018a).

Im Verkehrskontext sind schnelle Entscheidungen und Reaktionen von größter Bedeutung, um in kritischen Situationen Unfälle zu verhindern. Ab dem mittleren Alter scheint sich jedoch das Entscheidungsverhalten zu verändern (WOLKORTE, KAMPHUIS & ZIJDEWIND, 2014). Diese Veränderungen können sich sowohl auf die Entscheidungsfindung beziehen, die mit zunehmendem Alter – vor allem in komplexen oder Konfliktbedingungen – zu ungünstigeren Entscheidungen führen kann (SCHIEBENER & BRAND, 2016) als auch auf die Geschwindigkeit, mit der die verfügbaren Informationen verarbeitet werden. So zeigten ältere Autofahrer und Autofahrerinnen in einer Studie eine deutlich längere Entscheidungszeit bei der Reaktion auf ampelähnliche Signale als Personen mittleren Alters und eine mit zunehmender Aufgabenkomplexität höhere Anzahl ausgelassener Reaktionen (SALVIA et al., 2016).

Zu den Informationen, die für die Entscheidungsfindung beim Autofahren häufig sehr relevant sind, gehört der Abstand zu anderen Fahrzeugen oder Personen in der jeweiligen Verkehrssituation. Um ihn zu ermitteln bedarf es einer Zeitschätzung, die mit zunehmendem Alter nachzulassen und bei Älterem auf dem gleichen Niveau wie bei Kindern zu liegen scheint (McCORMACK, BROWN, MAYLOR, DARBY & GREEN, 1999). Studien zeigen, dass Ältere im Vergleich zu jüngeren Personen eher dazu neigen, niedrige Geschwindigkeiten zu überschätzen und höhere Geschwindigkeiten zu unterschätzen (SCIALFA, GUZY, LEIBOWITZ, GARVEY & TYRRELL, 1991). Ältere Personen mit einer Einschränkung des peripheren Seh- bzw. Aufmerksamkeitsfeldes können darüber hinaus auch die Zeit bis zu einer potenziellen Kollision mit einem anderen Fahrzeug weniger gut einschätzen (RUSCH et al., 2016).

Welchen konkreten Anteil kognitive Funktionen an der Fahrkompetenz älterer Menschen haben und ab wann und in welchem Ausmaß sich kognitive Beeinträchtigungen auf das Fahrverhalten auswirken, ist bislang noch nicht geklärt. In einer Fahrsimulationsstudie mit über 75-Jährigen fanden CUENEN et al. (2016b) Zusammenhänge zwischen einzelnen Funktionen und bestimmten Fahrverhaltensweisen. Dabei erwies sich beispielsweise die Aufmerksamkeitsleistung (erfasst über Useful Field of View Test (UFOV) und Attention Network Test (ANT)) als signifikanter Prädiktor für die Reaktionszeit auf kritische Ereignisse und den vollständigen Stopp an einem Stoppschild.

Altersbedingte Veränderungen dieser und anderer kognitiver Funktionen treten mit großer inter- und intraindividueller Variabilität auch im gesunden Alterungsprozess auf. Ihr Auftreten, das Ausmaß und die Auswirkungen können jedoch durch bestimmte Erkrankungen begünstigt oder verstärkt werden (vgl. SURGES, 2020).

## 4.4 Gesundheitszustand

Studien zeigen, dass das Unfallrisiko älterer Autofahrer und Autofahrerinnen mit der Anzahl der Erkrankungen zusammenhängt (HOLTE & ALBRECHT, 2004) und dass ältere Personen, die als Unfallverursachende identifiziert werden, häufiger Erkrankungen aufweisen als andere Altersgruppen (POTTGIESSER et al., 2012). HOLTE (2011) nennt zwei Gründe für das krankheitsbedingte erhöhte Unfallrisiko älterer Autofahrer und Autofahrerinnen: Zum einen kann eine Erkrankung und die mit ihr einhergehende Symptomatik selbst die Fahrkompetenz beeinträchtigen, zum anderen ist häufig eine krankheitsbedingte Verringerung der Fahrpraxis zu beobachten, die sich ebenfalls negativ auf die Fahrkompetenz auswirken kann.

### 4.4.1 Altersbedingte Erkrankungen

Zu den gesundheitlichen Problemen älterer Autofahrer und Autofahrerinnen gehören neben den Erkrankungen der Sinnesorgane (vgl. Kapitel 4.1), motorischen Einschränkungen (vgl. Kapitel 4.2) und altersbedingten kognitiven Beeinträchtigungen (vgl. Kapitel 4.3) noch weitere alterstypische Erkrankungen, die von verkehrsmedizinischer Relevanz und mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert sind. Dazu gehören insbesondere verschiedene Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes Mellitus Typ 2, bestimmte Erkrankungen des zentralen Nervensystems und Schlafstörungen. Im Folgenden wird ihr jeweiliger potenzieller Einfluss auf das Fahrverhalten und die damit verbundene Fahrsicherheit kurz beschrieben. Eine detaillierte Übersicht über verkehrsmedizinisch relevante alterstypische Erkrankungen findet sich zum Beispiel bei FALKENSTEIN & KARTHAUS (2017) und bei FALKENSTEIN, KARTHAUS & BRÜHNE-CORS (2021), speziell für kognitive Störungen bei SURGES (2020).

**Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

Die Häufigkeit von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Hypertonie, Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz, Koronare Herzkrankheit und Herzinfarkt nimmt mit dem Alter zu, wobei sich die Prävalenzen aber je nach Art der Erkrankung teilweise deutlich unterscheiden. So sind beispielsweise mehr als 75 % der über 70-Jährigen von arterieller Hypertonie (Bluthochdruck) betroffen (MILLS et al., 2016) und ca. 10 % der über 75-Jährigen (vor allem Männer) leiden an Herzinsuffizienz. Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehen mit verschiedenen Symptomen einher, welche die individuelle Fahrkompetenz und damit auch die Fahrsicherheit einer Person beeinträchtigen können (BABULAL, KOLADY, STOUT & ROE, 2020). Hierzu gehören neben einer allgemeinen Verringerung der körperlich-geistigen Leistungsfähigkeit (ERDMANN, 2011) spezifische Symptome wie die Beeinträchtigung kognitiver Funktionen sowie Orientierungs- und Aufmerksamkeitsprobleme (ROBERTS et al., 2013), Schwindel, Bewusstlosigkeit bis zum plötzlichen Tod.

**Diabetes Mellitus Typ 2**

Rund 90 % der Diabetes-Erkrankungen in Deutschland gehören zu Diabetes mellitus Typ 2, der in der Regel nur bei älteren Personen auftritt. In der Altersgruppe der über 60-Jährigen liegt die Prävalenz dieses Diabetes-Typs bei 18-28 %. Als verkehrsmedizinisch wichtigste Komplikation dieser Erkrankung gilt die Hypoglykämie (SEEGER & LEHMANN, 2011). Dieser teilweise lebensbedrohliche Zustand kann Bewusstseinseinschränkungen und Kontrollverlust bis hin zur Bewusstlosigkeit am Steuer zur Folge haben (MILLER et al., 2001). Personen mit einer starken Hypoglykämie-Neigung haben deshalb ein besonders stark erhöhtes Unfallrisiko (EBERT et al., 2020). Aber auch eine anhaltende Hyperglykämie kann mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsproblemen einhergehen und dadurch die Fahrkompetenz beinträchtigen (UMEGAKI, 2018), sodass das Unfallrisiko von Diabetikern insgesamt im Vergleich zu Gesunden um etwa 12-19% erhöht ist (COX, SINGH & LORBER, 2013).

**Erkrankungen des zentralen Nervensystems**

Erkrankungen des zentralen Nervensystems sind in ihren Ursachen, ihrem Verlauf und ihren Symptomen sehr unterschiedlich, haben jedoch gemeinsam, dass sie die Fahrkompetenz erheblich beeinträchtigen können. Zu den verkehrsmedizinisch besonders relevanten Erkrankungen dieser Gruppe gehören unter anderem der Schlaganfall, Depressionen, Demenzen und Morbus Parkinson.

*Schlaganfall*

Mit zunehmendem Alter steigt das Risiko für einen Schlaganfall: Etwa die Hälfte aller Schlaganfälle ereignet sich in der Altersgruppe der über 75-Jährigen (EWERT, 2006). Bei einem Schlaganfall wird die Durchblutung des Gehirns in Folge eines Gefäßverschlusses oder einer Hirnblutung plötzlich unterbrochen, was zu einem Ausfall zentralnervöser Funktionen führt. Diese können sich in verschiedenen Symptomen äußern wie zum Beispiel einer halbseitigen Lähmung und Gesichtsfeldausfällen, die häufig mit einer Störung der Orientierungs-, Aufmerksamkeits- und Entscheidungsfähigkeit einhergehen. Diese zeigten sich auch in Studien im Fahrsimulator (HIRD et al., 2018) und bei Fahrverhaltensproben im Realverkehr, die ein Großteil der untersuchten Patienten und Patientinnen nicht bestand (ASLAKSEN et al., 2013).

Während einige Studien jedoch keine signifikant erhöhte Unfallwahrscheinlichkeit für Schlaganfall-Patienten und Patientinnen fanden (DEVOS et al., 2011), berichten andere Studien von einem fast doppelt so hohen Unfallrisiko dieser Patientengruppe im Vergleich zu Gesunden (McGWIN, SIMS, PULLEY & ROSEMAN, 2000). Dabei ist nicht nur das erhöhte Risiko für Rezidive zu berücksichtigen (RUNDECK & SACCO, 2011), sondern auch, dass sich in der Folge eines Schlaganfalls kognitive Funktionen weiter verschlechtern können – auch in einem größeren Ausmaß als es bei Gesunden der Fall ist (LEVINE et al., 2015).

*Depressionen*

Bei den über 75-Jährigen liegen die Prävalenzraten für depressive Störungsbilder bei bis zu 37,4 % (LUPPA et al., 2012) und etwa 1% bis 5% aller älteren Menschen leiden an einer schweren Depression (KRUSE, 2002). Das Krankheitsbild Depression ist – vor allem bei einem schweren Verlauf – gekennzeichnet durch eine veränderte (Selbst-)Wahrnehmung sowie psychomotorische und kognitive Funktionseinbußen. Mehrere Übersichtsarbeiten berichten von einer erhöhten Unfallrate bei depressiven Personen (HILL et al., 2017; WICKENS et al., 2014). Personen mit einer akuten schweren Depression gelten deshalb als ungeeignet für das Führen von Kraftfahrzeugen, insbesondere wenn die Betroffenen an wahnhaften Symptomen leiden oder Anzeichen einer akuten Suizidalität zeigen (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020).

*Demenzen*

Demenzen gehören weltweit zu den häufigsten Alterserkrankungen. Ihre mittlere Prävalenzrate liegt in der Altersgruppe der über 65-Jährigen bei 7,2 % (MAHLBERG & GUTZMANN, 2005). Die Gruppe der Demenz-Erkrankungen zeichnet sich durch einen chronisch fortschreitenden Verfall der kognitiven Leistungsfähigkeit aus, der nicht nur das Gedächtnis, sondern auch Sprache, Orientierungsfähigkeit und Denkvermögen betrifft. Mit fortschreitendem Krankheitsverlauf verändert sich – in Abhängigkeit von der Art der Demenz – auch das Fahrverhalten der betroffenen Personen. Während Patienten und Patientinnen mit Alzheimer-Demenz einen zunehmend unsicheren Fahrstil zeigen, der mit Orientierungsproblemen und Schwierigkeiten bei der Identifikation von Verkehrsschildern einhergeht, äußert sich eine frontotemporale Demenz in einem eher riskanten Fahrstil mit häufigen Regelverstößen (z.B. Geschwindigkeitsüberschreitung, Rotlichtmissachtung) und Problemen bei der Entfernungseinschätzung (ERNST et al., 2010; FUJITO et al., 2016; UC, RIZZO, ANDERSON, SHI & DAWSON, 2005). Unabhängig von der Demenz-Form können sich solche Fehlverhaltensweisen schon in frühen Krankheitsstadien („mild cognitive impairment“, MCI) zeigen (FIMM, BLANKENHEIM & POSCHADEL, 2015; HIRD et al., 2017). Häufig sind sich die Betroffenen der Krankheit und der damit einhergehenden Leistungseinbußen anfangs nicht bewusst bzw. zeigen auch später eine fehlende Krankheitseinsicht, was zur Folge hat, dass nötige Anpassungen im Fahrverhalten ausbleiben (SCHINDLER, 2008).

Inwiefern die Fahrtauglichkeit bei Personen mit MCI bzw. einer Demenz im Frühstadium noch gegeben ist, hängt unter anderem von der Art und Ätiologie der Demenz ab; bei einer mittelschweren oder schweren Demenz gilt die Fahrtauglichkeit jedoch als nicht mehr gegeben (TÖPPER & FALKENSTEIN, 2019).

*Morbus Parkinson*

Die Parkinson-Krankheit manifestiert sich meistens im sechsten Lebensjahrzehnt und betrifft etwa 0,5% der über 50-Jährigen, 1% der über 60-Jährigen und 3% der über 80-Jährigen (JÖRG, 2002).

Die bekanntesten Symptome der chronisch progredienten Erkrankung sind motorische Störungen, die sich in einem Muskelzittern im Ruhezustand, verlangsamten Bewegungen und posturaler Instabilität äußern. Daneben treten aber auch kognitive Dysfunktionen wie Aufmerksamkeitsstörungen und Beeinträchtigungen in der Inhibitions- und Problemlösefähigkeit, beim räumlichen Denken und Gedächtnisprobleme (vor allem des visuellen Gedächtnisses) auf (RANCHET, BROUSSOLLE, POISSON & PAIRE-FICOUT, 2012). Alle diese Symptome können das Fahrverhalten beeinträchtigen, wie Studien im Fahrsimulator und im Realverkehr zeigen (THOMPSON et al., 2018). Ob und wann diese die Fahreignung gefährden, hängt jedoch von der Art und Ausprägung der Symptomatik ab (VERLEDEN, VINGERHOETS & SANTENS, 2007). Ein weiterer Risikofaktor für die Fahr- und Verkehrssicherheit stellt

die Tagesschläfrigkeit dar, an der bis zu 50 % der Betroffenen leiden (KNIE, MITRA, LOGISHETTY & CHAUDHURI, 2011).

**Schlafstörungen**

Das Schlafverhalten ändert sich mit zunehmendem Alter: Ältere Menschen schlafen im Durchschnitt kürzer und schlechter als Jüngere, was zu einer verstärkten Tagesmüdigkeit führen kann. Tagesschläfrigkeit kann aber auch infolge von Schlafstörungen oder schlafbezogenen Atemstörungen (z.B. obstruktives Schlafapnoesyndrom (OSAS)) auftreten. Sie führt nicht nur zu Aufmerksamkeitsproblemen, sondern kann auch die Einschlafneigung am Steuer verstärken und Sekundenschlaf verursachen, der das Unfallrisiko erheblich erhöht (FALKENSTEIN et al., 2021). Liegt eine messbar auffällige Tagesschläfrigkeit vor, ist die Fahreignung laut den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020) nicht gegeben. Tagesschläfrigkeit ist aber nicht nur ein Symptom von Erkrankungen, sondern kann auch als unerwünschte Nebenwirkung bestimmter Medikamente auftreten (z. B. bei Arzneimitteln zur Behandlung der Parkinson-Erkrankung).

### 4.4.2 Medikamenteneinnahme

Viele der oben beschriebenen und andere altersbedingte Erkrankungen werden medikamentös behandelt. Einige der verordneten Arzneimittel können die Fahrtüchtigkeit der Patienten und Patientinnen wiederherstellen oder signifikant verbessern, wie zum Beispiel Medikamente gegen Diabetes (SEEGER & LEHMANN, 2011) oder bestimmte Antidepressiva (BRUNNAUER et al., 2015). Viele Arzneimittel können jedoch Nebenwirkungen hervorrufen, die sensorische, motorische oder kognitive Leistungseinbußen zur Folge haben (ALONSO, ESTEBAN, MONTORO & TORTOSA, 2014) und damit die Fahrtüchtigkeit beeinträchtigen. Zu den Nebenwirkungen gehören unter anderem Einschränkungen des Sehvermögens, Schwindel, Übelkeit, psychomotorische Beeinträchtigungen, Müdigkeit sowie Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen (BERGHAUS, KÄFERSTEIN & ROTHSCHILD, 2006). Als besonders verkehrssicherheitsrelevant gelten Arzneimittel, die auf das zentrale Nervensystem wirken wie Antidepressiva, Benzodiazepine, Hypnotika und Neuroleptika (FRIES et al., 2008; VON HERRATH et al., 2009). Auch Medikamente zur Behandlung von Morbus Parkinson können unerwünschte Nebenwirkungen wie abrupte Bewegungseinschränkungen (ALVAREZ, 2016), Störungen der Impulskontrolle (HETLAND & CARR, 2014) oder eine Verstärkung der Tagesschläfrigkeit (RAGGI et al., 2013) hervorrufen. Analgetika (Schmerzmittel), Antidiabetika, Ophthalmika (Medikamente zur Behandlung von Augenerkrankungen) und Sedativa (Beruhigungs- und Schlafmittel) können die Fahrtüchtigkeit ebenfalls erheblich beeinträchtigen.

Der Zusammenhang zwischen der Einnahme dieser und anderer Medikamente und dem Unfallrisiko ist sehr unterschiedlich – auch innerhalb einer Arzneimittelgruppe (z. B. Antidepressiva) – und abhängig von der Dosierung. Dennoch ist ein Einfluss auf die Fahrtüchtigkeit vor allem zu Beginn der Medikation und bei Dosisänderung anzunehmen (FALKENSTEIN et al., 2021). Eine Übersicht über die von älteren Personen häufig eingenommenen verkehrssicherheitsrelevanten Arzneimittel und ihre Aus- und Nebenwirkungen findet sich zum Beispiel bei FALKENSTEIN & KARTHAUS (2017). In einer repräsentativen Studie fand sich ein erhöhtes Unfallrisiko für ältere Autofahrer und Autofahrerinnen, die bestimmte Arzneimittel zur Behandlung von Bluthochdruck oder Herzerkrankungen, Augenerkrankungen und Bronchialerkrankungen sowie Aspirin (ohne konkreten Therapiezweck) einnahmen (RUDINGER et al., 2015). In welchem Ausmaß die Einnahme von Medikamenten die Fahrtüchtigkeit einer einzelnen Person beeinflusst, ist allerdings nur schwer abzuschätzen (LOTTNER, ROIDER & PAUL, 2010), da nicht nur die Verstoffwechslung von Wirkstoffen inter- und intraindividuell stark variiert (GLAS, 2010), sondern oft eine spezifische Multimedikation vorliegt, deren potenzielle Wechselwirkungen nicht bekannt sind.

# 5 Weitere verkehrssicherheitsrelevante Personenmerkmale und mögliche Veränderungen im Alter

Neben den sensorischen, motorischen und kognitiven Funktionen gibt es noch weitere verkehrssicherheitsrelevante Personenmerkmale, die das Fahrverhalten und die Fahrtüchtigkeit bzw. Fahreignung beeinflussen und sich mit dem Alter verändern können. Hierzu gehören unter anderem bestimmte Persönlichkeitseigenschaften, das Selbstbild, bewusst oder unbewusst eingesetzte Kompensationsstrategien sowie die objektive Lebenssituation eines Menschen.

## 5.1 Persönlichkeitseigenschaften

Als wichtigste Persönlichkeitseigenschaften gelten die sogenannten „Big Five“, zu denen Extraversion (Aktivität, Geselligkeit), Neurotizismus (emotionale Labilität), Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit gehören (COSTA & MCCRAE, 1992). Auch wenn es sich hierbei um mehr oder weniger stabile Personenmerkmale handelt, können sich auch Persönlichkeitseigenschaften mit zunehmendem Alter ändern. So zeigte eine Meta-Analyse von Längsschnittstudien grundsätzlich eher eine Abnahme von Neurotizismus und einen Anstieg von Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit im Alter von 50 bis 70 Jahren (ROBERTS, WALTON & VIECHTBAUER, 2006). Eine andere Studie fand in der Altersgruppe der über 60-Jährigen ebenfalls höhere Werte in Gewissenhaftigkeit und geringere Ausprägungen in Neurotizismus, aber auch niedrigere Werte in Verträglichkeit, Offenheit für Erfahrungen und Extraversion im Vergleich zu 40- bis 60-Jährigen (SPECHT, EGLOFF & SCHMUKLE, 2011).

Grundsätzlich können jedoch Persönlichkeitseigenschaften wie diese das Fahrverhalten und damit auch die individuelle Fahrsicherheit und das Unfallrisiko älterer Autofahrer und Autofahrerinnen beeinflussen (z.B. OWSLEY, McGWIN & McNEAL, 2003) und Fahr- bzw. Fehlverhaltensweisen und Verkehrsverstöße teilweise vorhersagen (LUCIDI, MALLIA, LAZURAS & VIOLANI, 2014; NICHOLS, CLASSEN, McPEEK & BREINER, 2012). Die Befundlage zum Zusammenhang der Big Five und dem Fahrverhalten bzw. Unfallrisiko von (älteren) Autofahrern und Autofahrerinnen ist jedoch nicht einheitlich.

In einer Studie von ADRIAN, POSTAL, MOESSINGER, RASCLE & CHARLES (2011) zeigten ältere Personen (ab 60 Jahren) mit hohen Werten in Extraversion eine schlechtere Fahrkompetenz. In anderen Studien fanden sich eher positive Zusammenhänge zwischen der Risikobereitschaft (als Teilaspekt der Extraversion) und einem riskanten Fahrstil, der mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergeht (z. B. MACHIN & SANKEY, 2008), auch bei älteren Personen (SCHWEBEL et al., 2007). Generell scheint die Risikobereitschaft mit dem Alter jedoch eher nachzulassen (ROLISON, HANOCH, WOOD & LIU, 2014), wohingegen die (dysfunktionale) Impulsivität mit dem Alter tendenziell eher zunimmt (MORALES-VIVES & VIGIL-COLET, 2012).

Neurotizismus (oder auch: emotionale Labilität) bezeichnet die Neigung, häufig Gefühle der Nervosität, Unsicherheit, Ängstlichkeit und Anspannung zu erleben. Im Fahrkontext gibt es auch hierzu widersprüchliche Befunde: In einigen Studien ist eine erhöhte Ausprägung von Neurotizismus mit niedrigeren Werten in Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit und einem schnellen, dynamischen Fahrstil (SKIPPON et al., 2010), in anderen mit einem eher vorsichtigen Fahrstil assoziiert (WANG, QU, GE, SUN & ZHANG, 2018).

Offenheit für Erfahrungen bezeichnet das Interesse an neuen Eindrücken und Erfahrungen und nimmt mit zunehmendem Alter tendenziell eher ab (ROBERTS, WALTON & VIECHTBAUER, 2006). Auf den Fahrkontext übertragen kann dies bedeuten, dass ältere Personen eher weniger dazu bereit sind, neue (und möglicherweise riskante) Situationen oder Verhaltensweisen auszuprobieren oder sich auf technische Neuerungen wie zum Beispiel Fahrassistenzsysteme einzulassen. Auch die Bereitschaft zur Teilnahme an Trainings oder anderen Maßnahmen zur Kompensation möglicher Defizite und Verbesserung der Fahrkompetenz kann hiervon betroffen sein (z.B. SCHINDLER, 2008).

Verträglichkeit als Ausmaß kooperativen und empathischen Verhaltens und Gewissenhaftigkeit als Merkmal für Sorgfalt, Selbstkontrolle und Verantwortungsbewusstsein zeigen ähnliche Zusammenhänge zum Fahrverhalten und Unfallrisiko. Hohe Werte in diesen beiden Persönlichkeitseigenschaften

werden jeweils mit einem niedrigeren Unfallrisiko (SKIPPON et al., 2010; SÜMER, LAJUNEN & ÖZKAN, 2005) und einem ausgeprägteren prosozialen Fahrverhalten assoziiert (HARRIS et al., 2014). Letzteres zeigte sich auch in einer Untersuchung mit älteren Autofahrern und Autofahrerinnen (65-85 Jahre), bei denen niedrige Werte in Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit jeweils mit einem feindseligeren, rücksichtsloseren, weniger geduldigen und vorsichtigen Fahrstil korrelierten (TIAN, RAIKA, STAVRINOS & ROSS, 2020).

## 5.2 Selbstbild

Jedes Verhalten und damit auch das Fahrverhalten hat einen Einfluss auf das Selbstbild einer Person und wird selbst von diesem beeinflusst (vgl. FRANKISH, LOVATO & SHANNON, 1999; KÖPKE, DEUBEL, ENGELN & SCHLAG, 1999). Das Selbstbild hängt mit den Persönlichkeitseigenschaften einer Person, aber auch mit ihrer Fahrmotivation, ihren Fahrgewohnheiten und ihren Einstellungen und Erwartungen zusammen (LUCIDI et al., 2014; POTTGIESSER et al., 2012). Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist die Selbstwirksamkeit oder Handlungskompetenzerwartung, die im Fahrkontext vor allem in komplexen und/oder riskanten Verkehrssituationen von großer Bedeutung zu sein scheint (HOLTE 2012, 2018; RUDINGER et al., 2015). Hierbei ist zwischen der generalisierten und der situationsspezifischen Kompetenzerwartung zu unterscheiden. Während die generalisierte Kompetenzerwartung die situationsübergreifende Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bezeichnet (z. B. „Wie schätzen Sie Ihre Fahrkompetenz ein?“), bezieht sich die situationsspezifische Handlungskompetenzerwartung auf das Gefühl, eine konkrete Situation dank der eigenen Fähigkeiten erfolgreich bewältigen zu können (z. B. „Wie sehr trauen Sie es sich zu, bei Dunkelheit sicher zu fahren?“). Für die Prognose des Fahrverhaltens und des damit verbundenen Unfallrisikos scheint die situationsspezifische Handlungskompetenzerwartung besser geeignet zu sein (HOLTE, 2012).

Selbstwirksamkeits-/Kompetenzerwartungen sind eng mit dem Konzept der Kontrollüberzeugungen verbunden, die entweder eher internal („Ich bin Verursacher eines Ereignisses“) oder external („Andere Personen oder der Zufall verursachen ein Ereignis“) orientiert sind. Vor allem die externalen und weniger die internalen Kontrollüberzeugungen scheinen mit zunehmendem Alter stärker zu werden (KUNZMANN, LITTLE & SMITH, 2002; SPECHT, EGLOFF & SCHMUKLE, 2013).

Das Selbstbild insgesamt unterliegt dagegen kaum altersbedingten Veränderungen und bleibt über die Lebensspanne hinweg relativ stabil: Um es aufrechtzuerhalten, wird (nicht nur von älteren Verkehrsteilnehmern und -teilnehmerinnen) eher eine Situation umbewertet oder eine entsprechende Fähigkeit neu definiert, sodass beispielsweise nicht mehr eine schnelle Reaktionsfähigkeit, sondern vielmehr vorausschauendes Fahren als zentrales Merkmal von Fahrkompetenz angenommen wird (KAISER & OSWALD, 2000). Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass mit dem Alter Ängstlichkeit und Rigidität zunehmen und die Diskrepanz zwischen Selbstbild und Fremdbild tendenziell größer wird (KAISER, 2011), das heißt, dass Personen sich selbst oder ihre Fähigkeiten anders einschätzen (Selbstbild) als es andere Personen tun (Fremdbild). Diese Tendenz findet sich teilweise auch schon bei jüngeren Senioren und Seniorinnen, die ein „jugendlich riskantes“ Fahrverhalten mit geringer Risikowahrnehmung und wenig Selbstreflexion und -regulation zeigen (POTTGIESSER et al., 2012; RUDINGER, 2015).

Bei der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten neigen Menschen dazu, eigene Leistungsdefizite oder -einbußen nicht zu erkennen (z. B. EHRLINGER, JOHNSON, BANNER, DUNNING & KRUGER, 2008). Diese Tendenz findet sich altersübergreifend auch im Fahrkontext, wobei insbesondere jene Personen ihre Fahrkompetenz besser einschätzen, deren Leistung von objektiven Beobachtern als eher schlecht bewertet wird (ADAMO, ANKAN, KACA, KOYUNCU & TURKAN, 2014). Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in zahlreichen Studien mit älteren Autofahrern und Autofahrerinnen, von denen viele ihre Fahrkompetenz besser einschätzen als sie tatsächlich ist (CHEN et al., 2020; HORSWILL, SULLIVAN, LURIE-BECK & SMITH, 2013). Dies findet sich selbst dann, wenn sie nachweislich durch Fehlverhaltensweisen auffällig geworden und deshalb im Fahreignungsregister registriert sind (KARTHAUS et al., 2015). Die Überschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten zeigte sich sowohl in Studien, die das Fahrverhalten im Fahrsimulator erfasst haben (z. B. FREUND, COLGROVE, BURKE & McLEOD, 2005) als auch bei Fahrverhaltensbeobachtungen im Realverkehr (z.B. PAIRE-FICOUT et al., 2014; WOOD,

LACHEREZ & ANSTEY, 2013). Sie kann dazu führen, dass die betroffenen Personen keinen Optimierungsbedarf oder Anlass zu Veränderungen erkennen und demzufolge nur eine geringe Bereitschaft zeigen, entsprechende kompensatorische oder optimierende Maßnahmen (z.B. in Form von Trainings) zu ergreifen (HORSWILL et al., 2013). Es gibt aber auch ältere Personen, die ihre Fahrkompetenz unterschätzen, was dazu führen kann, dass sie das Fahren (unnötigerweise oder verfrüht) einschränken oder vermeiden und durch diese dysfunktionale Kompensation an Fahrroutine und damit Fahrkompetenz verlieren (HORN, 2021).

## 5.3 Kompensationsstrategien

Personen, die vorhandene Beeinträchtigungen und Leistungseinbußen in ihrem eigenen Verhalten erkennen, neigen häufig dazu, bestimmte Strategien anzuwenden, um diese zu kompensieren. Eine solche Kompensation kann unbewusst erfolgen und sich in der neuronalen Aktivität widerspiegeln (Mikro-Ebene) oder bewusst eingesetzt werden (Makro-Ebene) und sich im Verhalten zeigen.

### 5.3.1 Kompensation auf der Mikro-Ebene (Neurophysiologie)

Die Kompensation auf der Mikro-Ebene lässt sich nicht direkt im Verhalten beobachten und auch nicht über Befragungen erfassen, da sie unbewusst erfolgt. Sie zeigt sich jedoch auf neuronaler Ebene, auf der sie mithilfe von neurophysiologischen Methoden wie dem Elektroenzephalogramm (EEG) in hoher zeitlicher Auflösung und Spezifität untersucht werden kann. Aus dem EEG lassen sich verschiedene Maße berechnen, die als neurophysiologische Korrelate von bestimmten sensorischen, motorischen oder kognitiven Funktionen gelten. Hierzu gehören zum einen sogenannte ereigniskorrelierte Potenziale („event-related potentials“, EKP), die eine Reaktion der Hirnaktivität auf bestimmte Ereignisse widerspiegeln und unter anderem Informationsverarbeitungsprozesse abbilden (zur allgemeinen Methodik siehe GAJEWSKI, WILD-WALL, HOFFMANN & FALKENSTEIN, 2009) und zwischen verschiedenen Altersgruppen in ihrer Latenz und Größe variieren. So zeigen EKP-Studien unter anderem, dass ältere Personen situationsrelevante Reize stärker wahrnehmen (z. B. YORDANOVA, KOLEV, HOHNSBEIN & FALKENSTEIN, 2004), eine ausgeprägtere Orientierungsreaktion auf relevante Hinweisreize zeigen (z.B. WILD-WALL, HOHNSBEIN & FALKENSTEIN, 2007) und sich neuronal früher und/oder stärker auf anstehende Aufgaben vorbereiten als Jüngere (z. B. HAHN, WILD-WALL & FALKENSTEIN, 2013; WILD-WALL, HAHN & FALKENSTEIN, 2011) – vor allem dann, wenn es sich hierbei um anspruchsvolle Aufgaben handelt, die besonders hohe Aufmerksamkeit erfordern (KARTHAUS et al., 2018a).

Eine weitere Möglichkeit, neuronale Prozesse abzubilden, ist die Analyse der oszillatorischen Hirnaktivität. Dabei wird die Aktivität in verschiedenen Frequenzbändern untersucht, die jeweils mit bestimmten kognitiven Prozessen assoziiert sind. Konkret wird davon ausgegangen, dass bestimmte Muster der oszillatorischen Gehirnaktivität mit unterschiedlichen mentalen Zuständen assoziiert sind. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die über parietale Hirnareale auftretende Aktivität im Alpha-Frequenzband (7-10 Hz), die mit mentaler Erschöpfung und Aufmerksamkeitsrückzug in Verbindung gebracht wird (HANSLMAYR, STAUDIGL & FELLNER, 2012; WASCHER et al., 2014, 2016, 2019), also mit mentalen Zuständen, die sich zum Beispiel bei monotonen Fahrstrecken in Nutzerzuständen von Unaufmerksamkeit und Gedankenlosigkeit zeigen (LIN et al., 2016).

Ein weiteres Beispiel ist die über frontale Hirnareale zu beobachtende Aktivität im Theta-Frequenzband (4-7 Hz) (fmTheta), die vor allem mit kognitiver Kontrolle bei der Reaktionsüberwachung (z. B. CAVANAGH, FRANK, KLEIN & ALLEN, 2010), Kontrolle von Gedächtnisfunktionen (z. B. HOLZ, GLENNON, PRENDERGAST & SAUSENG, 2010), der Verarbeitung von Fehlern (z. B. HOFFMAN, LABRENZ, THEMANN, WASCHER & BESTE, 2014) und der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei zunehmender Ermüdung (WASCHER et al., 2014) in Verbindung gebracht wird.

LIN et al. (2011) fanden bei Doppelaufgaben, die im Fahrkontext durchgeführt wurden, ein erhöhtes fmTheta, das als Verstärkung der mentalen Ressourcen interpretiert werden kann, um beide Aufgaben zu bewältigen. Dies könnte erklären, warum in einer anderen Studie ältere Personen mit Leistungsschwächen ein verringertes fmTheta aufweisen (CUMMINS & FINNIGAN, 2007). Die bei älteren

Autofahrern und Autofahrerinnen beobachtete erhöhte Phasen-Synchronizität im Theta-Frequenzband unter Ermüdung (WASCHER, GETZMANN & KARTHAUS, 2016), die mit einer erhöhten neuronalen Konnektivität in Verbindung gebracht wird, kann ebenfalls als Korrelat mentaler Leistungsfähigkeit bzw. als höhere Anforderung an kognitive Kontrollfunktionen interpretiert werden (KARTHAUS, GETZMANN & WASCHER, 2015).

Diese unbewusst eingesetzten neuronalen Kompensationsmechanismen können (zumindest in nicht zu anspruchsvollen Aufgaben) dazu beitragen, dass ältere Personen Leistungen erbringen, die mit denen von Jüngeren vergleichbar sind (REUTER-LORENZ & CAPPELL, 2008). Ihr Einsatz erfordert jedoch eine erhöhte kognitive Anstrengung, die sich in einer schnelleren Ermüdung und früher nachlassenden Daueraufmerksamkeit zeigt (FALKENSTEIN et al., 2011), die auch von den Personen selbst wahrgenommen werden kann.

### 5.3.2 Kompensation auf der Makro-Ebene (Verhalten)

Auch auf Verhaltens-Ebene lassen sich Kompensationsstrategien beobachten. In Anlehnung an MICHON (1979, 1985) ist dabei zwischen strategischen, taktischen und operativen Kompensationsmaßnahmen zu unterscheiden, die jeweils zu anderen Zeitpunkten der Fahrzeugführung und unter unterschiedlich hohem Zeitdruck durchgeführt werden.

Die strategische Kompensation bezieht sich auf Maßnahmen, die schon vor Fahrtantritt ergriffen werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Wahl einer bestimmten Route oder Tageszeit, um als schwierig oder gefährlich erachtete Situationen wie das Fahren durch Innenstadtbereiche, während der Hauptverkehrszeiten oder bei Dunkelheit zu vermeiden (JANSEN et al., 2001). Strategische Kompensationsmaßnahmen werden in der Regel ohne Zeitdruck durchgeführt.

Die taktische Kompensation findet während der Fahrt statt und bezeichnet die (antizipatorische) Anpassung des Fahrverhaltens, zum Beispiel in Form einer Verringerung der Fahrgeschwindigkeit oder einer Erhöhung des Sicherheitsabstandes (JANSEN et al., 2001). Je nach Verkehrssituation findet diese Form der Kompensation unter geringem bis mäßigen Zeitdruck statt.

Die operative Kompensation kommt bei kritischen Fahrsituationen zum Einsatz, die eine schnelle Reaktion zur unmittelbaren Gefahrenabwehr erfordern, zum Beispiel in Form von Notbremsungen oder Ausweichmanövern. Dementsprechend wird die operative Kompensation unter hohem Zeitdruck durchgeführt.

Für ältere Personen scheint vor allem die operative Kompensation schwierig zu sein, weshalb sie solche Situationen durch strategische und taktische Kompensationsstrategien zu vermeiden versuchen (BRENNER-HARTMANN & BERGHAUS, 2012). In Bezug auf die strategische und taktische Kompensation scheinen ältere Autofahrer und Autofahrerinnen sogar eher besser zu sein als Jüngere (POSCHADEL et al., 2012b). In einer aktuellen Repräsentativbefragung mit über 600 Personen aus drei Altersgruppen (35-55 Jahre, 65-74 Jahre, 75+ Jahre) erwiesen sich die vorausschauende Planung von längeren Fahrten und die Einhaltung eines größeren Sicherheitsabstandes als die am häufigsten eingesetzten Kompensationsmaßnahmen – allerdings ungeachtet der Altersgruppe (HORN, 2021).

Strategisches und taktisches Kompensationsverhalten scheint jedoch mit zunehmendem Alter verstärkt aufzutreten, wie eine Studie mit 399 Personen im Alter von 72-96 Jahren zeigt (KARTHAUS et al., 2015). Hier gaben über 70 % der Befragten an, dass sie es vermeiden, zu den Hauptverkehrszeiten oder bei Müdigkeit zu fahren und mehr als 40 % vermeiden es nach eigenen Angaben, unter Zeitdruck oder alleine (d.h. ohne Beifahrer) Auto zu fahren. Dieses Vermeidungsverhalten zeigten bis zu 38 % der Befragten allerdings noch nicht in einem Alter von ca. 45 Jahren, sodass anzunehmen ist, dass mit diesem Verhalten altersbedingte Funktionsbeeinträchtigungen kompensiert werden sollen. Auch taktische Kompensationsmaßnahmen waren in dieser Stichprobe weit verbreitet, insbesondere die Einhaltung eines größeren Sicherheitsabstandes, das häufigere Einlegen von Pausen, die Verringerung der Fahrgeschwindigkeit und die Vermeidung von Überholvorgängen (KARTHAUS et al, 2015).

Sind die Kompensationsbemühungen erfolgreich, d. h. funktional, können sie die negativen Auswirkungen vorhandener Leistungsbeeinträchtigungen auf die Fahreignung verringern, worauf auch in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung ausdrücklich hingewiesen wird (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020). Als mögliche Kompensationsfaktoren werden hier – neben (medizinisch-)technischen Maßnahmen – unter anderem die Vertrautheit mit dem Führen von Kraftfahrzeugen, eine sicherheits- und verantwortungsbewusste Grundhaltung, vorausschauendes Denken und ein ausgeprägtes Risikobewusstsein genannt. Allerdings weisen die Autorinnen darauf hin, dass die Fahreignung nur noch bedingt gegeben ist, wenn chronische Eignungsmängel eine ständige Kompensation erfordern (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020).

HOLTE (2018) nennt drei Voraussetzungen, die für eine erfolgreiche Kompensation erfüllt sein müssen: Demnach müssen vorhandene Leistungsschwächen grundsätzlich als solche erkannt und die Leistungsanforderungen und die eigene Fahrtauglichkeit korrekt eingeschätzt werden. Und schließlich müssen sichere Mobilitätsalternativen bekannt und auch akzeptiert werden. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt und/oder führen die Kompensationsbemühungen nicht zum gewünschten Erfolg, werden sie als dysfunktionale Kompensation bezeichnet (RUDINGER & JANSEN, 2003). Diese muss zwar nicht zwangsläufig zu Fahrfehlern oder Unfällen führen, eine dysfunktionale Kompensation wird jedoch das Unfallrisiko – vor allem in komplexen Verkehrssituationen – vermutlich erhöhen.

Inwiefern welche Kompensationsstrategien eingesetzt werden (können), hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel dem Selbstbild und der Handlungskompetenzerwartung einer Person, aber auch von ihrer objektiven Lebenssituation (z. B. Wohnumfeld).

## 5.4 Objektive Lebenssituation

Auch die objektive Lebenssituation hat einen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten einer Person und – sofern die Person selbst mit dem Auto unterwegs ist – damit auch auf Fahrgewohnheiten, Fahrverhalten und das damit verbundene Unfallrisiko. Die objektive Lebenssituation wird von mehreren Faktoren bestimmt, zu der neben dem Gesundheitszustand (vgl. Kapitel 4.4) auch sozioökonomische Aspekte wie das Einkommen, der soziale Status, die Lebenssituation (ein Leben alleine oder in Partnerschaft) oder die Wohnumgebung und -qualität gehören. All diese Faktoren beeinflussen Art und Ausmaß der Verkehrsteilnahme, sodass sich Änderungen in diesen Bereichen auch auf das Mobilitäts- und Fahrverhalten auswirken können (Jansen et al., 2001). Diese Änderungen und Auswirkungen können sowohl den Alltag (z.B. Erledigungen) als auch singuläre Ereignisse (z.B. Urlaubsreisen) betreffen.

Aus einer großen Repräsentativbefragung mit 2.066 älteren Personen zwischen 55 und 100 Jahren ergaben sich vier Lebenslagengruppen, die sich in ihrem Ausmaß an körperlichen Defiziten, der Wohnsituation, dem Netto-Einkommen und der Anzahl und Häufigkeit ihrer Sozialkontakte unterschieden (HOLTE, 2018). Die höchste Unfallbeteiligung (13,2 %) wies in dieser Studie die Gruppe der Pkw-Fahrer und Fahrerinnen auf, die durch eine hohe Bildung, vergleichsweise hohes Einkommen, aber eine ungünstige Wohnsituation gekennzeichnet ist, während die Pkw-Fahrer und Fahrerinnen mit den größten körperlichen Defiziten, geringer Bildung, geringeren finanziellen Mitteln und wenig sozialen Kontakten die niedrigste Unfallbeteiligung (7,5 %) zeigte. Insgesamt sind diese Zusammenhänge zwischen Lebenslagen und Unfallbeteiligung bei Autofahrern und Autofahrerinnen jedoch kleiner als bei Radfahrern und Radfahrerinnen (HOLTE, 2018).

# 6 Empirische Studie: Das Projekt DoBoLSiS

Angesichts der noch offenen Fragen zur Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale und ihrem Einfluss auf das Fahrverhalten reicht die Betrachtung der Daten eines einzelnen Zeitpunktes nicht aus. Um mögliche Veränderungen über die Zeit hinweg zu untersuchen, bedarf es einer Längsschnitt-Untersuchung, in der die Befunde aus mehreren Messzeitpunkten oder Erhebungszeiträumen einfließen. Da es für die vorliegende Fragestellung noch keine vergleichbaren Untersuchungen gab, war hier ein exploratives Vorgehen erforderlich, das relevante Befunde aus thematisch ähnlichen, wenn auch querschnittlichen Untersuchungen, berücksichtigt, darüber hinaus aber mit den allgemeinen und spezifischen Herausforderungen einer Längsschnittstudie umgehen musste. Diese betreffen sowohl die Entwicklung des Untersuchungsdesigns und die Durchführung der Messungen als auch die Analyse der Daten.[5]

Die Längsschnittstudie DoBoLSiS untersucht über einen Zeitraum von mehreren Jahren die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter und mobilitätsbezogener Personenmerkmale und deren Zusammenhänge zum Fahrverhalten von Senioren und Seniorinnen. Hierzu wurden mithilfe verschiedener Methoden in bis zu vier Messungen (M1 – M4) verkehrs- und mobilitätsbezogene Aspekte (erfasst über Fragebögen), perzeptuelle und kognitive Funktionen (erfasst über psychometrische Tests), neuro-kognitive Korrelate von Aufmerksamkeit (abgeleitet aus der elektrischen Hirnaktivität im EEG) und das Fahrverhalten (erfasst über eine Fahrt im Fahrsimulator) der Teilnehmer und Teilnehmerinnen erfasst. Einen Überblick über den Ablauf des Projekts mit den vier Erhebungszeiträumen gibt Bild 6-1.

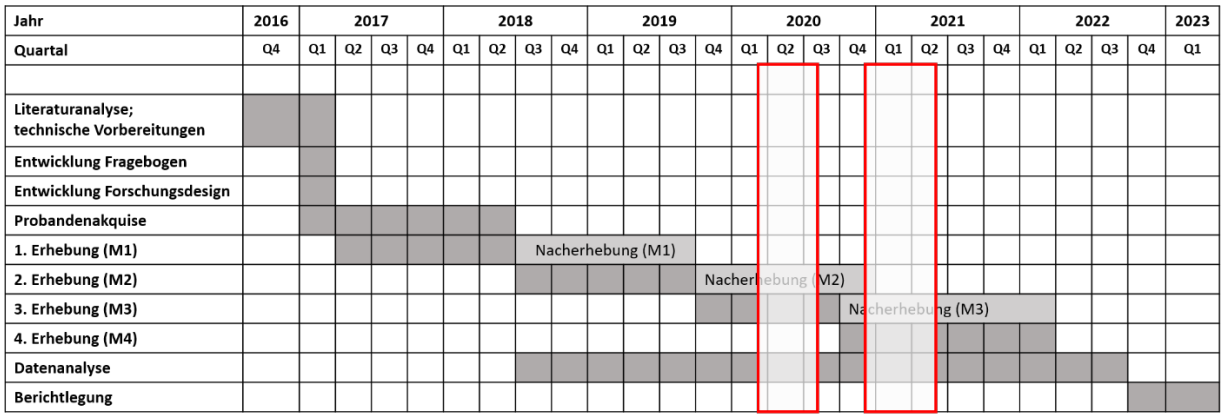



Bild 6-1: Ablauf des DoBoLSiS-Projekts mit den vier Erhebungszeiträumen (M1-M4) und den Zeiträumen, in denen aufgrund der COVID-19-Pandemie keine Messungen durchgeführt werden konnten (rot umrandet).

Ziel der Studie war es, bestimmte Altersbereiche und/oder Merkmalskonstellationen zu identifizieren, die Hinweise auf zukünftige Veränderungen verkehrssicherheitsrelevanter Merkmale geben und als Prädiktoren für ein erhöhtes Unfallrisiko älterer Autofahrer und Autofahrerinnen dienen können, um bei Bedarf frühzeitig präventive Maßnahmen zum Erhalt und der Verbesserung der Verkehrssicherheit einzuleiten.

## 6.1 Stichprobe

Um den Altersbereich zwischen 65 und 80 Jahren zu erfassen, wurden über verschiedene Medien (durch Anzeigen, Berichte und Beiträge in Printmedien, im Rundfunk und in sozialen Medien) und auf Veranstaltungen für Senioren und Seniorinnen Personen der Geburtsjahrgänge 1941-1950 rekrutiert.

[5] Durch das Auftreten der COVID 19-Pandemie während der Projektlaufzeit wurde insbesondere die Durchführung der Messungen und in Folge dessen auch die Datenanalyse erheblich erschwert, insbesondere da sich die Abstände zwischen den einzelnen Erhebungszeiträumen teilweise deutlich verlängerten. Diesem Umstand musste durch eine Anpassung der Analysestrategien Rechnung getragen werden.

Voraussetzungen für die Studienteilnahme waren der Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis Klasse B, eine regelmäßige aktive Teilnahme als Autofahrer / Autofahrerin am Straßenverkehr sowie Deutsch als Muttersprache. Personen, die aufgrund einer nicht-korrigierbaren Beeinträchtigung des Sehvermögens oder einer motorischen Einschränkung nicht selbst aktiv als Autofahrende am Straßenverkehr teilnehmen konnten, wurden von der Teilnahme ausgeschlossen, ebenso Personen mit einer akuten oder früheren neurologischen oder psychiatrischen Erkrankung.

Am Beginn der Studie nahmen insgesamt 483 Personen teil. Die Messungen innerhalb der vier Erhebungswellen fanden im Abstand von 12-30 Monaten[6] statt und waren in ihrem Ablauf identisch (vgl. Kapitel 6.2.5). Für ihre Teilnahme erhielten die Probanden und Probandinnen eine finanzielle Aufwandsentschädigung.

### 6.1.1 Stichprobenstruktur und Design

Bei der ersten Messung wurden also 483 Personen aus den Geburtsjahrgängen 1941-1950 untersucht, wobei die meisten Probanden und Probandinnen aus den Jahrgängen 1948-1950 stammten und die wenigsten aus den Jahrgängen 1944-1945.

Im Laufe der Projektlaufzeit verringerte sich erwartungsgemäß die Zahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen. So nahmen an der zweiten Messung 345 Personen, an der dritten Messung 291 Personen und an der vierten Messung noch 139 Personen teil. Der Rückgang der Teilnehmerzahl hatte verschiedene Gründe, die von „kein Interesse mehr“ seitens der Teilnehmenden über Umzug oder sozialen Rückzug (z. B. aufgrund der COVID-19-Pandemie) bis hin zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes und Tod reichten. Die genaue Verteilung der zehn Jahrgänge (Kohorten) über die verschiedenen Erhebungszeiträume (Messung 1-4) hinweg ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

| Geburtsjahrgang | M1 | % | M2 | % | M3 | % | M4 | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1941 | 49 | 10,1 % | 35 | 10,1 % | 27 | 9,3 % | 11 | 7,9 % |
| 1942 | 46 | 9,5 % | 34 | 9,9 % | 29 | 10,0 % | 10 | 7,2 % |
| 1943 | 47 | 9,7 % | 31 | 9,0 % | 28 | 9,6 % | 14 | 10,1 % |
| 1944 | 34 | 7,0 % | 26 | 7,5 % | 26 | 8,9 % | 16 | 11,5 % |
| 1945 | 43 | 8,9 % | 27 | 7,8 % | 20 | 6,9 % | 14 | 10,1 % |
| 1946 | 51 | 10,6 % | 38 | 11,0 % | 31 | 10,7 % | 15 | 10,8 % |
| 1947 | 46 | 9,5 % | 35 | 10,1 % | 28 | 9,6 % | 13 | 9,4 % |
| 1948 | 64 | 13,3 % | 39 | 11,3 % | 33 | 11,3 % | 21 | 15,1 % |
| 1949 | 56 | 11,6 % | 42 | 12,2 % | 38 | 13,1 % | 13 | 9,4 % |
| 1950 | 47 | 9,7 % | 38 | 11,0 % | 31 | 10,7 % | 12 | 8,6 % |
| **Gesamt** | **483** | **100,0 %** | **345** | **100,0 %** | **291** | **100,0 %** | **139** | **100,0 %** |

Tab. 6-1: Anzahl und prozentualer Anteil der Teilnehmer und Teilnehmerinnen pro Kohorte in den einzelnen Erhebungszeiträumen (M1-M4).

Über alle zehn Kohorten und vier Erhebungszeiträume hinweg ergibt sich daraus eine Altersverteilung von 66 bis 81 Jahren, wobei der Altersmittelwert bei der ersten Messung bei 71,6 Jahren und bei der vierten Messung bei 75,4 Jahren liegt. Bild 6-2 zeigt die Altersverteilung der einzelnen Erhebungszeiträume im Detail.

[6] Die ursprünglich geplanten Abstände von 12-15 Monaten zwischen den Erhebungszeiträumen konnte aufgrund der pandemiebedingten Erhebungsausfälle nicht realisiert werden, sondern mussten teilweise auf bis zu 30 Monate verlängert werden.

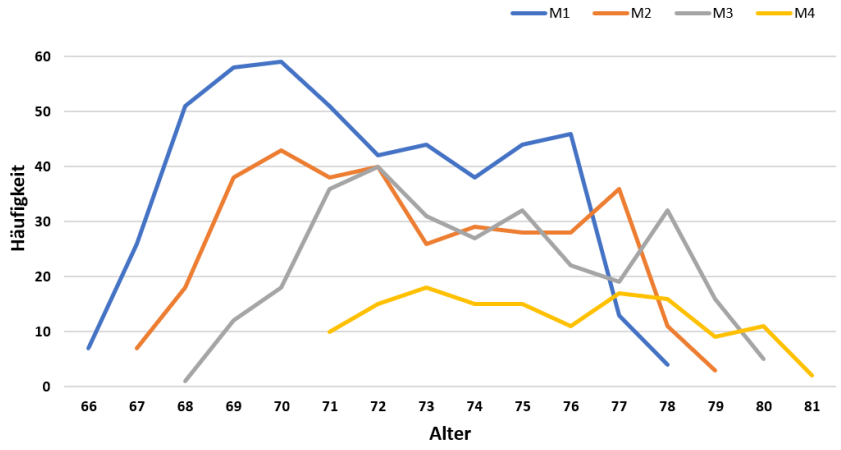



Bild 6-2: Altersverteilung der Probanden und Probandinnen in den einzelnen Erhebungszeiträumen (M1-M4).

In die Längsschnittauswertung (siehe Kapitel 6.4) flossen die Daten aller Personen ein, die bei mindestens **drei** der **vier** Messungen eine ausreichend lange Strecke mit hinreichend vielen kritischen Situationen im Fahrsimulator zurückgelegt haben. Dies waren dann letztendlich im ersten Erhebungszeitraum 253 der 483 teilnehmenden Personen, im zweiten 257 der 345 teilnehmenden Personen, im dritten 253 der 291 teilnehmenden Personen und zum vierten Erhebungszeitraum aus den oben erwähnten Gründen 133 von nur noch 139 teilnehmenden Personen. Letztendlich lassen sich mit diesen 896 Messungen (253+257+253+133 = 896) zwei Substichproben definieren und identifizieren, nämlich 144 Personen mit drei Messungen und 116 Personen mit vier Messungen – also 260 Personen, die auf Basis dieser Erhebungssituation eine hinreichende Anzahl von Wiederholungsmessungen für statistische Analysen aufweisen. Essentielle Details genau zu dieser Binnenstruktur der hier ja im Zentrum stehenden **Längsschnitt-Stichprobe** (**n=260)** finden sich in **Kapitel 6.4.1**, insbesondere im **Bild 6-17**. Für die jeweiligen Querschnittstichproben, auf die im Folgenden ja auch Bezug genommen wird (siehe z.B. Kapitel 6.3.2), sieht diese Proportion „Personen mit verwertbaren Fahrsimulator-Daten zu Teilnehmerinnen und Teilnehmern insgesamt“ so aus: M1 - 377 von 483; M2 – 309 von 345; M3 - 260 von 291; M4 - 133 von 139 (siehe Tabelle 6-14).

### 6.1.2 Demografische Merkmale

Zu den wichtigsten demografischen Merkmalen der Stichprobe gehören – neben dem Alter – Geschlecht, Bildungsstand (höchster Schul- und Ausbildungsabschluss), monatliches Haushaltsnettoeinkommen und die aktuelle berufliche Situation (erwerbstätig vs. Ruhestand). Darüber hinaus wurden noch Familienstand und Lebenssituation erfasst.

Von den 483 Personen, die an der ersten Messung teilnahmen, waren 30,4 % Frauen und 69,9 % Männer. Dieses Ungleichgewicht der Geschlechter kann darauf zurückzuführen sein, dass in den untersuchten Kohorten möglicherweise immer noch mehr Männer eine Fahrerlaubnis besitzen als Frauen und/oder das Interesse der Männer an einer Studienteilnahme größer ist als bei Frauen.

75,8 % der Teilnehmer und Teilnehmerinnen waren zum Zeitpunkt der ersten Messung verheiratet oder lebten in einer eingetragenen Lebensgemeinschaft, 9,7 % waren geschieden und 11,0 % verwitwet. 85,7 % der Befragten haben Kinder. Die überwiegende Mehrheit (74,3 %) lebte zum Zeitpunkt der ersten Messung in einem Zweipersonenhaushalt, 76,6 % von ihnen gemeinsam mit ihrem Partner / ihrer Partnerin.

Hinsichtlich des Bildungsstandes zeigt sich ebenfalls eine gewisse Selektion in der Ausgangsstichprobe (n = 483). Sowohl die Schul- als auch die Bildungsabschlüsse sind hier höher als in der Gesamtpopulation (≥ 65 Jahre), wie die folgende Tabelle 6-2 zeigt:

| Schulabschluss | Ausgangs-stichprobe | Grundgesamtheit |
|---|---|---|
| Volks-/Hauptschule, Polytechnische Oberschule | 31,9 % | 61,2 % |
| Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife bzw. Polytechnische Oberschule | 34,0 % | 15,2 % |
| Abitur, allgemeine Hochschulreife | 30,4 % | 19,0 % |
| **Ausbildungsabschluss** | | |
| Lehre, Berufsfachschule, Handelsschule | 36,0 % | 54,0 % |
| Meister-/Technikerschule, Fachschule, Berufs-/Fachakademie | 24,4 % | 9,5 % |
| Universität oder Fachhochschule | 36,4 % | 14,2 % |

Tab. 6-2: Vergleich des höchsten Schul- und Ausbildungsabschlusses in der Ausgangsstichprobe vs. der Gesamtpopulation (DESTATIS, 2023).

Die positive Selektion der Ausgangsstichprobe hinsichtlich des Bildungsstands setzt sich bei deren monatlichen Haushaltsnettoeinkommen fort. So haben über 42,1 % der Teilnehmenden ein monatliches Haushaltsnettoeinkommen von 3.000 Euro oder mehr. Zum Vergleich: In der Gesamtpopulation haben 36 % der Senioren und Seniorinnen, die mit ihrem Partner / ihrer Partnerin in einem Haushalt leben, ein Haushaltsnettoeinkommen von mehr als 3.000 Euro (DEMOGRAFIEPORTAL, 2023).

98,8 % der Probanden und Probandinnen der Ausgangsstichprobe waren früher einmal erwerbstätig, zum Zeitpunkt der ersten Datenerhebung waren jedoch 87,8 % nicht (mehr) erwerbstätig, d. h. in der Regel im Ruhestand. Allerdings übten zu diesem Zeitpunkt noch 14,7 % eine Nebentätigkeit aus und 35,2 % waren ehrenamtlich tätig.

## 6.2 Erhebungsinstrumente

Zur Erfassung der oben beschriebenen verkehrssicherheitsrelevanten Personenmerkmale und möglicher Zusammenhänge zum Fahrverhalten, kamen verschiedene psychometrische Tests und Fragebögen zum Einsatz. Zudem führten die Probanden und Probandinnen eine Fahrt im Fahrsimulator durch, während der das Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitet wurde (Bild 6-3).

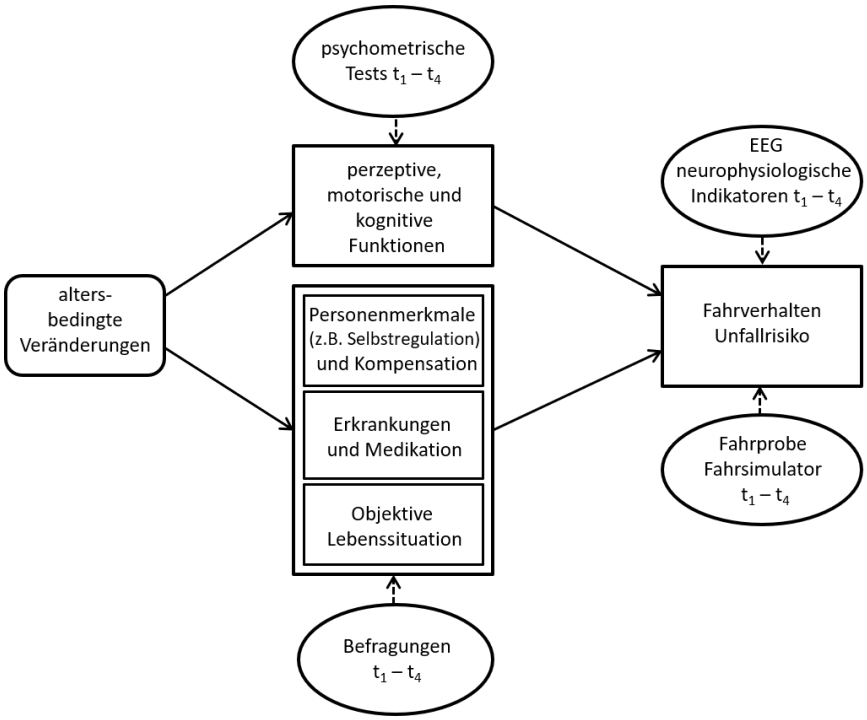



Bild 6-3: Schematische Darstellung der wichtigsten verkehrssicherheitsrelevanten Funktionen und Personenmerkmale, die altersbedingten Veränderungen unterliegen, und ihrerseits auf das Fahrverhalten / Unfallrisiko einwirken können, sowie die Erhebungsinstrumente, die zu ihrer Erfassung eingesetzt werden.

Bei den hier verwendeten Tests und Fragebögen handelt es sich um etablierte Verfahren, die bereits in vielen anderen Studien mit älteren Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen zum Einsatz kamen (z.B. FIMM et al., 2015; KARTHAUS, WILLEMSSEN, JOIKO & FALKENSTEIN, 2015; RUDINGER et al., 2015).

### 6.2.1 Psychometrische Tests

Mithilfe der ausgewählten psychometrischen Tests sollen kognitive Fähigkeiten erfasst werden, die als hochrelevant für das Autofahren gelten. Hierzu gehören insbesondere verschiedene Aufmerksamkeitsfunktionen wie die fokussierte und geteilte Aufmerksamkeit, die kognitive Flexibilität (notwendig zum Beispiel beim Aufgabenwechsel), Ablenkbarkeit und visuelle Suche. Aufgrund ihrer thematischen Relevanz und möglicher Zusammenhänge zum Fahrverhalten wurden folgende Tests durchgeführt:

- Trail-Making-Test (Teil A+B) (TMT-A, TMT-B; REITAN, 1992)
- d2-R Test (BRICKENKAMP, SCHMIDT-ATZERT & LIEPMANN, 2010)
- Ausgewählte Subtests aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Version Mobilität (TAP-M; ZIMMERMANN & FIMM, 2005)
- Useful Field of View Test (UFOV; BALL, WADLEY & EDWARDS, 2002)
- Adaptiver Tachistokopischer Verkehrsauffassungstest (ATAVT; aus Wiener Testsystem; Schuhfried GmbH)

**Trail-Making-Test (Teil A+B) (TMT-A, TMT-B; REITAN, 1992)**

Der Trail-Making-Test wird üblicherweise als Papier-Bleistift-Verfahren eingesetzt und besteht aus zwei Teilen (A+B), die die sensomotorische Geschicklichkeit (Auge-Hand-Koordination), Verarbeitungsgeschwindigkeit und kognitive Flexibilität einer Person erfassen sollen.

In Teil A sollen die auf einem Blatt Papier in unregelmäßiger Reihenfolge angeordneten Zahlen von 1 bis 25 in korrekter aufsteigender Reihenfolge mit Linien miteinander verbunden werden. Die Dauer und die Anzahl der Fehler bei der Bearbeitung dieser Zahlenverbindungsaufgabe geben Aufschluss über die individuelle kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit und das Kurzzeitgedächtnis. In Teil B sollen willkürlich angeordnete Zahlen (1-13) und Buchstaben (A-L) ebenfalls abwechselnd in jeweils aufsteigender Reihenfolge (1-A-2-B-3-C-…) korrekt mit Linien miteinander verbunden werden. Dieser Test erfasst über die Anzahl der Fehler und die Bearbeitungszeit exekutive Funktionen, das heißt höhere kognitive Funktionen wie das Arbeitsgedächtnis und Aufgabenwechsel. Aus der Differenz der Bearbeitungszeit der beiden Teile (B-A) ergeben sich Hinweise auf die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit.

Auch wenn die Angaben zur Spezifität und Sensitivität des Tests je nach Studie variieren (DOBBS & SHERGILL, 2013; VAUCHER et al., 2014), ist die Bearbeitungszeit von Teil A (bei Personen mit kognitiver Beeinträchtigung) und von Teil B (bei älteren Personen ohne kognitive Beeinträchtigung) ein guter Prädiktor für die Fahrkompetenz in einer Fahrverhaltensprobe im Realverkehr zu sein (DUNCANSON, HOLLIS, O'CONNOR, 2018; EMERSON et al., 2012).

**d2-R Test (BRICKENKAMP et al., 2010)**

Der d2-R ist ein seit Jahrzehnten in vielen Bereichen eingesetzter Test zur Erfassung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit sowie der Diskriminationsfähigkeit von visuell ähnlichen Reizen. Die Aufgabe besteht darin, in einer langen Reihe ähnlicher Reize bestimmte Reize (kleines d mit 2 ') durchzustreichen, ähnliche Reize (kleines d oder p mit 2, 3 oder 4 ') jedoch zu übergehen. Der Test gilt als äußerst reliabel: Cronbachs Alpha liegt – je nach Altersgruppe – bei .89 bis .95, die Retest-Reliabilität nach 1 Tag bei .91 bis .94 und nach 10 Tagen bei .85 bis .92 (BRICKENKAMP et al., 2010).

Obwohl der Test ursprünglich für die Fahreignungsbegutachtung entwickelt wurde, kommt er hier nur selten zum Einsatz – möglicherweise auch, weil es keine neueren Studien gibt, die einen Zusammenhang zwischen der Leistung im d2-R und der Fahrkompetenz belegen können (DASEKING & PUTZ, 2015).

**Ausgewählte Subtests aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Version Mobilität (TAP-M; ZIMMERMANN & FIMM, 2005)**

Die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (Version Mobilität) umfasst mehrere Subtests, die verschiedene Aufmerksamkeitsfunktionen erfassen, die auch für das Autofahren von großer Relevanz sind. In der vorliegenden Studie wurden die folgenden Subtests eingesetzt:

- Alertness (Reaktionsfähigkeit)

Dieser Subtest dient der Erfassung der generellen Reaktionsgeschwindigkeit einer Person. Die Aufgabe besteht darin, möglichst schnell mit einem Tastendruck auf einen auf dem Monitor dargebotenen visuellen Reiz (weißes Kreuz auf schwarzem Hintergrund) zu reagieren.

- Go/NoGo (Konzentration und Inhibition)

Zur Erfassung der Konzentrations- und Inhibitionsfähigkeit, sollen die Probanden und Probandinnen hier auf bestimmte Reize reagieren („X“) und andere („+“) ignorieren.

- Geteilte Aufmerksamkeit

In diesem Subtest sind zwei Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen: Die visuelle Aufgabe besteht darin, auf einem aus 16 Punkten bestehenden Raster, auf dem verschiedene Kreuze dargeboten werden, ein Muster aus vier Kreuzen zu erkennen, die ein Quadrat bilden, und als Reaktion darauf eine Taste zu drücken. In der gleichzeitig zu bearbeitenden akustischen Aufgabe werden abwechselnd ein hoher und tiefer Ton präsentiert. Sobald zwei aufeinander folgende Töne die gleiche Höhe haben, ist darauf ebenfalls mit einem Tastendruck zu reagieren.

- Flexibilität (Aufgabenwechsel)

Bei dieser Aufgabe geht es um die Fähigkeit, den Aufmerksamkeitsfokus in Abhängigkeit von den Aufgabenanforderungen schnell zu wechseln und die Reaktion entsprechend anzupassen. In dieser Aufgabe werden gleichzeitig (mal rechts oder links) ein Buchstabe und eine Zahl dargeboten, auf die wechselseitig (d.h. mal auf den Buchstaben, mal auf die Zahl) zu reagieren ist. Für diesen Subtest liegen zwei Varianten unterschiedlicher Schwierigkeit vor, von denen hier die komplexere Variante eingesetzt wurde.

- Ablenkbarkeit

Dieser Test erfasst die Fähigkeit einer Person, ihren Aufmerksamkeitsfokus auf einen bestimmten Reiz aufrechtzuerhalten und auf diesen richtig zu reagieren, ohne sich dabei von gleichzeitig präsentierten, irrelevanten Reizen ablenken zu lassen. Die Aufgabe besteht darin, mit einem Tastendruck auf traurige Gesichter, nicht aber auf fröhliche Gesichter zu reagieren, während gleichzeitig dargebotene Ablenkreize in Form von bunten Bildern zu ignorieren sind.

- Visuelles Scanning (Visuelle Suche)

Als „visuelles Scanning“ wird die Fähigkeit bezeichnet, eine bestimmte Umgebung nach bestimmten visuellen Reizen zu durchsuchen und auf die Zielreize mit einem Tastendruck zu reagieren. Die Umgebung besteht hier aus einer Anordnung von 5 x 5 kleinen, an einer Seite geöffneten Quadraten, bei der die nach oben geöffneten Quadrate als Zielreize dienen.

In verschiedenen Studien fanden sich Zusammenhänge zwischen den Testwerten einzelner TAP Subtests und der Leistung in einer Fahrverhaltensbeobachtung. So konnten beispielsweise FIMM et al. (2015) zeigen, dass sich die Leistung gesunder Älterer, MCI- und Alzheimer-Patienten und Patientinnen in Aufgaben zur visuell-räumlichen Aufmerksamkeit (Visuelles Scanning) unterscheidet und dadurch Hinweise auf deren Fahrkompetenz liefern kann. Andere Studien fanden bei anderen Patientengruppen Zusammenhänge zwischen der Leistung im Subtest "Geteilte Aufmerksamkeit" und der Fahrkompetenz – sowohl im Realverkehr (AKINWUNTAN et al., 2006; BURGARD, 2005) als auch im Fahrsimulator (MILLEVILLE-PENNEL, POTHIER, HOC & MATHE, 2010). Darüber hinaus zeigten sich verschiedene (wenn auch unterschiedlich große) Zusammenhänge zwischen der Fahrkompetenz in einer Fahrverhaltensprobe und einzelnen Testwerten aus den Subtests „Visuelles Scanning“ und „Vigilanz“ (JACOBS, 2016).

**Useful Field of View Test (UFOV; BALL et al., 2002)**

Der Useful Field of View Test (kurz: UFOV) erfasst die periphere und geteilte (visuelle) Aufmerksamkeit, die eine wesentliche Voraussetzung für die Fahrkompetenz darstellt. In dem Test sind drei Subtests aufsteigender Schwierigkeit zu bewältigen: Der erste, einfachste Subtest erfasst die Verarbeitungsgeschwindigkeit einer Person bei der Diskrimination verschiedener visueller Reize, die in ihrem zentralen Sichtfeld präsentiert werden. In dem zweiten, etwas schwierigeren Subtest werden zusätzlich weitere Zielreize außerhalb des zentralen Sichtfelds dargeboten, um die geteilte Aufmerksamkeit zu erfassen. Der dritte Subtest hat die höchste Schwierigkeitsstufe. Er enthält zusätzliche Ablenkreize und erfasst die selektive Aufmerksamkeit. Aus der zusammengefassten Testleistung der Probanden und Probandinnen wird eine 5-stufige Risikoabschätzung ("sehr niedrig" bis "sehr hoch") für Fahrfehler und Unfallwahrscheinlichkeit ermittelt.

Für die Validität des UFOV sprechen verschiedene Studien, die zeigen konnten, dass die Testleistung mit der Fahrleistung älterer Personen (z. B. CLAY, WADLEY, EDWARDS, ROTH, ROENKER & BALL, 2005; DUKIC, BROBERG & SELANDER, 2017) und auch mit deren Unfallrisiko korreliert (z. B. SAKAI, UCHIYAMA, TAKAHARA, DOI, KUBOTA, YOS-HIMURA, TACHIBANA & KURAHASHI, 2015). Besonders gut scheint der UFOV bestimmte Fahrfehler (z. B. Tote-Winkel-Fehler oder Fehler auf mehrspurigen Straßen (ANSTEY & WOOD, 2011), Probleme mit der Einschätzung der Geschwindigkeit entgegenkommender Fahrzeuge (RUSCH, SCHALL, DEE, DAWSON, EDWARDS & RIZZO, 2016) und die

Ablenkbarkeit während des Fahrens (MCMANUS, HEATON, VANCE, STAVRINOS, 2016; WOOD, CHAPARRO, LACHE-REZ & HICKSON, 2012) vorherzusagen.

**Adaptiver Tachistokopischer Verkehrsauffassungstest (ATAVT; aus Wiener Testsystem; Schuhfried GmbH)**

Der Adaptive Tachistokopische Verkehrsauffassungstest (ATAVT) aus dem in der Fahreignungsbegutachtung eingesetzten Wiener Testsystem erfasst die visuelle Suche und Beobachtungsfähigkeit von Personen in verkehrsrelevanten Umgebungen. Die Aufgabe besteht darin, wichtige Informationen aus Bildern von realen Verkehrssituationen zu extrahieren und dazu Multiple-Choice-Fragen zu beantworten. Dabei passt sich die Schwierigkeit der präsentierten Bilder an die Leistung der Testpersonen an (adaptiver Test).

In einer Studie von WELLER et al. (2015) zeigten ältere Personengruppen (> 75 Jahre) ein geringeres Maß an Überblicksgewinnung als jüngere Personen (bis 55 Jahre). Zudem fanden sich sowohl im Fahrsimulator als auch im Realverkehr leichte Zusammenhänge zwischen den ATAVT-Testwerten und einzelnen Kennwerten der Fahrleistung.

Um weitere verkehrssicherheitsrelevante Personenmerkmale zu erfassen, wurden darüber hinaus ein allgemeines Screening-Instrument zur Abgrenzung gesunden Alterns von Mild Cognitive Impairment (MCI; MoCA) und ein Sehtest durchgeführt:

**Montreal Cognitive Assessment (MoCA; www.mocatest.org)**

Das Montreal Cognitive Assessment (MoCA; NASREDDINE et al., 2005) erfasst grundlegende kognitive Funktionen, um erste Hinweise auf mögliche altersbedingte kognitive Beeinträchtigungen (Mild Cognitive Impairment, MCI) zu erhalten. Vor allem im Hinblick auf kognitive Veränderungen im höheren Funktionsniveau scheint das Screening-Tool sensitiver zu sein als andere Verfahren (SACZYNSKI, INOUYE, VERMUTUNG, JONES, FONG, NEMETH, HODARA, NGO & MARCAN-TONIO, 2015). In Abhängigkeit von dem gewählten Cutoff-Wert erzielt der MoCA eine Sensitivität von bis zu 83 % und eine Spezifität von bis zu 88 %[7] (CARSON, LEACH & MURPHY, 2018).

Der MoCA besteht aus mehreren Aufgaben, die unterschiedliche kognitive Funktionen ansprechen, wie

- Visuell-räumliche Fähigkeiten (Uhren-Test, Kopie eines dreidimensionalen Würfels)
- Sprache (Konfrontationsbenennung dreier Items, Wiederholung von komplexen Sätzen, Redefluss)
- Kurzzeitgedächtnis (Wiedergabe und verzögerter Rückruf von fünf Nomen nach einigen Minuten)
- Aufmerksamkeit, Konzentration und Arbeitsgedächtnis (Wiedergabe von Zahlenfolgen (vorwärts und rückwärts), Zielerkennung durch Tippen, serielle Subtraktion)
- Zeitlich-räumliche Orientierung (Nennung von Datum und Ort der Untersuchung)

Neuere Arbeiten deuten darauf hin, dass die ursprünglich angesetzten Cuttoff-Werte von 26 als Hinweis auf MCI vor allem bei älteren Personen zu viele falsch-positive Fälle generieren, weshalb einige Autoren und Autorinnen empfehlen, einen Cutoff-Wert von 23 als Hinweis auf MCI (CARSON et al., 2018) und einen Cutoff-Wert von 17 als Hinweis auf Demenz (SACZYNSKI et al., 2015) zu interpretieren.

Auch wenn sich der MoCA nicht als alleiniger Prädiktor für die Fahrkompetenz eignet (ESSER et al., 2016), gibt es deutliche Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem von kognitiv beeinträchtigten

[7] Die Sensitivität gibt hier den Anteil der Personen mit MCI an, bei denen der Test korrekterweise ein auffälliges Ergebnis liefert (in diesem Fall 83 %), während die Spezifität angibt, wie viele der Personen ohne MCI korrekterweise als solche erkannt werden (in diesem Fall 88 %).

Personen im MoCA erzielten Gesamtwert und deren Leistung in einer Fahrverhaltensprobe im Realverkehr (HOLLIS, DUNCANSON, KAPUST, XI & O'CONNOR, 2015).

**Sehtest**

Mit allen Probanden und Probandinnen wurde ein straßenverkehrsbezogener Sehtest Sehtest (Führerschein-Sehtestgerät bon FT-2) durchgeführt. Dieser Test verwendet Landoltringe (nach DIN 58220, Teil 6) zur Erfassung des Visus (rechts, links, binokular). Bei dem Test trugen die Probanden und Probandinnen – sofern vorhanden – die Sehhilfe, die sie auch beim Autofahren tragen.

### 6.2.2 Fragebögen

Zu den in der Studie eingesetzten Fragebögen gehört der NEO-FFM (BORKENAU & OSTENDORF, 2008) zur Erfassung verkehrssicherheitsrelevanter Persönlichkeitsmerkmale, ein selbst entwickelter Fragebogen zum Fahrverhalten und der Simulator Sickness Questionnaire (SSQ; KENNEDY, LANE, BERBAUM & LILIENTHAL, 1993), der verschiedene Symptome abfragt, die während einer Fahrsimulation auftreten können.

**NEO-FFM (BORKENAU & OSTENDORF, 2008)**

Das NEO-Fünf-Faktoren-Inventar (NEO-FFI, hier eingesetzte Kurzform: NEO-FFM) erfasst die als „Big Five“ bezeichneten Persönlichkeitseigenschaften Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrung, Gewissenhaftigkeit und Verträglichkeit, die für das Fahrverhalten und Unfallrisiko relevant zu sein scheinen.

- Neurotizismus: wird auch als emotionale Labilität (und Gegenteil der emotionalen Stabilität, Zufriedenheit oder Ich-Stärke) bezeichnet und spiegelt individuelle Unterschiede im Erleben von negativen Emotionen wider.
  - Schwache Ausprägung: selbstsicher, ruhig
  - Starke Ausprägung: emotional, verletzlich
- Extraversion: wird teilweise auch als Begeisterungsfähigkeit bezeichnet und beschreibt die Aktivität und das zwischenmenschliche Verhalten einer Person
  - Schwache Ausprägung: zurückhaltend, reserviert
  - Starke Ausprägung: aktiv, gesellig
- Offenheit: beschreibt das Interesse und Ausmaß der Beschäftigung mit neuen Erfahrungen, Eindrücken und Erlebnissen
  - Schwache Ausprägung: konservativ, vorsichtig
  - Starke Ausprägung: neugierig, aufgeschlossen für neue Erfahrungen
- Gewissenhaftigkeit: spiegelt den Grad an Selbstkontrolle einer Person wider und wie genau und zielstrebig diese z.B. bei der Bewältigung von Aufgaben vorgeht
  - Schwache Ausprägung: unbekümmert, nachlässig
  - Starke Ausprägung: organisiert (bis zum Perfektionismus), effektiv
- Verträglichkeit: beschreibt zwischenmenschliches Verhalten im Hinblick auf Kooperationsbereitschaft und Rücksichtnahme
  - Schwache Ausprägung: kompetitiv (wettbewerbsorientiert), antagonistisch
  - Starke Ausprägung: kooperativ, mitfühlend

In einigen Studien zeigten sich Zusammenhänge zwischen den mit dem NEO-FFI erfassten Persönlichkeitsmerkmalen und dem Fahrverhalten. So korrelieren beispielsweise hohe Werte in der Skala Gewissenhaftigkeit positiv mit einer geringeren Durchschnittsgeschwindigkeit (LINKOV, ZAORAL, REZAC & PAI, 2019) und negativ mit riskantem Fahrverhalten und Unfallbeteiligung (GUO, WEI, LIAO & CHU, 2016), während Personen mit hohen Extraversionswerten eher dazu neigen, während des Fahrens Nebenaufgaben (z.B. Telefonieren mit dem Smartphone) auszuführen (KALANTARI, MONAVAR, HILL, MOHAMMADZADEH, AYATI & SULLMAN (2021).

**Fragebogen zum Fahrverhalten**

Basierend auf zahlreichen Fragebögen, die bereits in früheren, thematisch ähnlichen Studien erfolgreich eingesetzt wurden (u.a. KARTHAUS et al., 2015; RUDINGER et al., 2015), wurde für das Projekt DoBoLSiS ein Fragenkatalog zur umfassenden Erfassung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale zusammengestellt. Im Fokus standen dabei Aspekte mit hoher Fahrrelevanz, die einerseits hoch mit der Fahrkompetenz korrelieren (oder einen solchen Zusammenhang nahelegen) und andererseits eine hohe interindividuelle Variabilität im Alter aufweisen. Dabei beziehen sich im Fragebogen enthaltenen Fragen vor allem auf (A) die Fahrbiografie, (B) Fahrgewohnheiten, (C) Fahrmotivation, (D) Unfallgeschichte, (E) Kompensationsstrategien, (F) das Selbstbild, (G) Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren, (H) Freizeitgestaltung, (I) soziale Beziehungen und Lebenszufriedenheit, (J) den Gesundheitszustand und (K) das Interesse an verkehrsbezogenen Themen.

**(A) Fahrbiografie**

Die Fahrbiografie erfasst grundlegende Möglichkeiten der individuellen Mobilität. Hierzu gehören unter anderem Fragen nach der gültigen Fahrerlaubnis sowie der Verfügbarkeit verschiedener Verkehrsmittel.

Beispiele[8]:

- Für welches dieser Fahrzeuge besitzen Sie eine gültige Fahrerlaubnis? (Auswahlmöglichkeiten)
- Steht Ihnen aktuell jederzeit ein Auto zur Verfügung?
- Welche der folgenden Verkehrsmittel stehen Ihnen jederzeit zur Nutzung zur Verfügung? (Auswahlmöglichkeiten)

**(B) Fahrgewohnheiten**

Als Fahrgewohnheiten werden die Art und Häufigkeit der alltäglichen Nutzung bestimmter Verkehrsmittel zusammengefasst, wozu auch das Erleben bzw. Bewältigen bestimmter Verkehrssituationen im Alltag gehört. Da die Art der individuellen Mobilität oft auch eine Folge der vorhandenen Möglichkeiten und Infrastruktur vor Ort ist, werden in diesem Themenbereich auch Aspekte der Wohnumgebung und die Zufriedenheit der Personen mit der Erreichbarkeit von bestimmten Zielen des alltäglichen Bedarfs erfragt.

Beispiele:

- Welches Verkehrsmittel nutzen Sie am häufigsten? (Auswahlmöglichkeiten)
- Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten ungefähr selbst mit dem Auto gefahren?
- Wie häufig kommt es vor, dass Sie bei Dunkelheit fahren?
- Wie gut sind Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs für Sie zu Fuß zu erreichen?

**(C) Fahrmotivation**

In diesem Bereich werden Einstellungen und Emotionen gegenüber dem Autofahren erfragt, die einen Einfluss auf die Fahrmotivation haben können. Dazu gehört nicht nur die persönliche Bedeutung des Autofahrens und Freude am Autofahren, sondern auch die Art und Häufigkeit von Fahrfehlern, die einer Person unterlaufen.

[8] Aus Gründen der Verständlichkeit sind hier einige wenige Beispiele nicht im Wortlaut der Original-Fragestellung dargestellt. Die exakten Formulierungen finden sich im Gesamt-Fragebogen im Anhang (A).

Beispiele:

- Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu: „Ein Auto ist mehr als nur ein Transportmittel.“?
- Fahren Sie gerne Auto?
- Wie oft ist es Ihnen im letzten Jahr passiert, dass Sie an einer Kreuzung auf die falsche Fahrspur geraten sind?

**(D) Unfallgeschichte**

Hier geht es um die Art und Häufigkeit von Verkehrsunfällen, an denen die Befragten in der jüngeren Vergangenheit (innerhalb der letzten drei Jahre, im letzten Jahr) möglicherweise beteiligt waren. Dabei wurden ausdrücklich auch sogenannte Bagatellunfälle einbezogen.

Beispiele:

- Waren Sie in den vergangenen drei Jahren in einen oder mehrere Verkehrsunfälle verwickelt?
- Mit welchem Verkehrsmittel waren Sie an Ihrem letzten Unfall beteiligt? (Auswahlmöglichkeiten)
- Wie viele Unfälle mit Sachschaden im letzten Jahr waren Bagatellunfälle (ohne Polizeibeteiligung) mit kleinen Schäden wie Kratzer, Beulen, abgebrochener Außenspiegel o.ä.?

**(E) Kompensationsstrategien**

Um Kompensationsstrategien in Form von Veränderungen des Fahrverhaltens, insbesondere die Vermeidung bestimmter Situationen oder die Anpassung des Mobilitäts- und Fahrverhaltens im Vergleich zu früheren Jahren zu erfassen, wurden bestimmte Verhaltensweisen abgefragt, die sich im Laufe des Lebens verändern können. Dabei sollten die Probanden und Probandinnen ihr heutiges Fahrverhalten im Vergleich zu ihrem Fahrverhalten einschätzen, das Sie im Alter von etwa 45 Jahren gezeigt haben, und angeben, wie sehr einzelne Aussagen auf sie zutreffen.

Beispiele:

- Ich fahre seltener bei Dunkelheit.
- Ich fahre generell langsamer.
- Ich habe das Gefühl, dass meine Konzentration schneller nachlässt.

**(F) Selbstbild**

In diesem Bereich geht es um die subjektive Einschätzung der eigenen Fahrtüchtigkeit im Vergleich zu anderen Personen der gleichen Altersgruppe.

Beispiele:

- Wie würden Sie sich selbst als Autofahrer im Vergleich zu gleichaltrigen Autofahrern beurteilen?
- Gibt es etwas, das Sie als Autofahrer besser machen oder können als gleichaltrige Autofahrer? (Auswahlmöglichkeiten)
- Gibt es etwas, das Sie als Autofahrer weniger gut machen oder können als gleichaltrige Autofahrer? (Auswahlmöglichkeiten)

**(G) Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren**

Zu den hier erfragten Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren gehören unter anderem die Risikowahrnehmung und Sicherheitsbewertung bestimmter Situationen im Straßenverkehr, die

Einschätzung wie sehr sich die Personen zutrauen, bestimmte Situationen zu bewältigen (Handlungskompetenzerwartung, siehe HOLTE 2012, 2018; RUDINGER et al., 2015), daraus resultierende Fahrstile und die Nutzung von Fahrassistenzsystemen.

Beispiele:

- Welche dieser Situationen beim Autofahren halten Sie für besonders gefährlich? (Auswahlmöglichkeiten)
- Wie sehr trauen Sie es sich zu, auf einer dicht befahrenen Landstraße andere Autos zu überholen?
- Wie sehr trifft diese Aussage zu: „Ich fahre lieber zu langsam als zu schnell.“?
- Welche Fahrassistenzsysteme nutzen Sie bereits bzw. würden Sie gerne nutzen, sofern Sie die Möglichkeit dazu hätten? (Auswahlmöglichkeiten)

**(H) Freizeitgestaltung**

Hier geht es um typische Freizeitaktivitäten und das Mobilitätsverhalten in Bezug auf die Freizeitgestaltung, Ausflüge und Urlaubsreisen.

Beispiele:

- Welche der folgenden Aktivitäten machen Sie häufiger in Ihrer Freizeit? (Auswahlmöglichkeiten)
- Welche Verkehrsmittel haben Sie für Ihre letzte Urlaubsreise genutzt? (Auswahlmöglichkeiten)
- Welche Verkehrsmittel haben Sie für Ihren letzten Tagesausflug genutzt? (Auswahlmöglichkeiten)

**(I) Soziale Beziehungen und Lebenszufriedenheit**

In diesem Bereich steht die Zufriedenheit mit der aktuellen Lebenssituation und die Beziehungen zu Freunden und Verwandten im Mittelpunkt.

Beispiele:

- Wie zufrieden sind Sie aktuell mit Ihrer aktuellen Lebenssituation?
- Wie zufrieden sind Sie mit dem, was Sie in Ihrem Leben erreicht haben?
- Wie oft sehen Sie die Person, mit der Sie am meisten Kontakt haben?

**(J) Gesundheitszustand**

Zur Erfassung des Gesundheitszustandes gehören Fragen nach der persönlichen Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes und kognitiven Leistungsfähigkeit, des Seh- und Hörvermögens sowie Fragen nach konkreten gesundheitlichen Problemen und Erkrankungen. Darüber hinaus wird hier nach der regelmäßigen Einnahme verschreibungspflichtiger und rezeptfreier Medikamente und – in Vorbereitung zur Teilnahme an der Fahrsimulation – nach Erfahrungen mit „Motion Sickness“ (Seekrankheit, auch „Simulator Sickness“) gefragt.

Beispiele:

- Wie würden sie Ihren allgemeinen aktuellen Gesundheitszustand (entsprechend Ihrem Alter) beschreiben?
- Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe, falls vorhanden) allgemein einschätzen?
- Liegt bei Ihnen eine der folgenden Erkrankungen vor? (Auswahlmöglichkeiten)
- Wie häufig nehmen Sie die folgenden verschreibungspflichtigen Medikamente ein? (Auswahlmöglichkeiten)

**(K) Interesse an verkehrsbezogenen Themen**

Hier geht es um das Interesse der Befragten an bestimmten verkehrsbezogenen Themen mit dem Fokus auf Verkehrssicherheitskampagnen, Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrkompetenz und Gesundheitschecks.

Beispiele:

- Kennen Sie Möglichkeiten für ältere Verkehrsteilnehmer, die eigene Sicherheit im Straßenverkehr zu erhalten oder zu verbessern?
- Wie häufig unterhalten Sie sich mit Ihrer Familie, Ihren Freunden oder Bekannten über das Thema Verkehrssicherheit im Straßenverkehr?
- Über welche der folgenden verkehrsbezogenen Themen würden Sie gerne mehr erfahren? (Auswahlmöglichkeiten)

Das Antwortformat der im Fragebogen enthaltenen Fragen variiert: Es gibt sowohl Fragen mit mehreren Antwortoptionen, aus denen die Probanden und Probandinnen eine einzige Antwortmöglichkeit auswählen sollten (z. B. „Wie viele Kilometer fahren Sie in einer durchschnittlichen Woche selbst mit dem Auto?“ – weniger als 50 km, 50-100 km, 100-300 km, 300-500 km, mehr als 500 km) als auch Fragen, bei deren Antwort Mehrfachnennungen möglich sind (z. B. „Für welches dieser Fahrzeuge besitzen Sie eine gültige Fahrerlaubnis?“ – PKW, Motorrad, Moped/Roller).

Einige Fragen besitzen ein mehrstufiges Antwortformat, bei der die Befragten die Häufigkeit von Situationen (z. B. “Wie oft ist Ihnen im letzten Jahr einer dieser Fehler beim Autofahren passiert?“ – sehr oft, oft, manchmal, (fast) nie) einschätzen oder das Ausmaß ihrer Zustimmung zu einzelnen Aussagen angeben sollten (z. B. „Das Auto hilft mir, meine Unabhängigkeit zu wahren.“ – stimme voll zu, eher zu, eher nicht zu, überhaupt nicht zu).

Darüber hinaus wurden noch allgemeine Informationen zur Person abgefragt. Hierzu gehören Alter, Geschlecht, Familienstand, Bildungsstand, aktuelle Erwerbssituation, Haushaltseinkommen.

**Simulator Sickness Questionnaire (SSQ; KENNEDY et al., 1993).**

Zur Überprüfung möglicher Beschwerden, die während bzw. durch die Fahrsimulation auftreten können, füllten die Probanden und Probandinnen zudem vor und nach der Testfahrt den Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) aus. In diesem werden insgesamt 16 mögliche Symptome bzw. Beschwerden abgefragt wie z. B. allgemeines Unwohlsein, Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen oder Konzentrationsschwierigkeiten. Die Befragten müssen anhand einer 4-stufigen Antwortskala einschätzen, wie stark sie aktuell an diesen Beschwerden leiden.

### 6.2.3 Fahrsimulator

Um das Fahrverhalten zu erfassen, absolvierten die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen eine standardisierte Fahrt in einem statischen Fahrsimulator (ST Sim; ST Software B.V. Groningen, NL; siehe Bild 6-4). Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die experimentellen Bedingungen gezielt gestaltet, kontrolliert und für alle Probanden und Probandinnen – unabhängig von äußeren Einflüssen wie dem aktuellen Verkehrsaufkommen, Licht- und Witterungsverhältnissen oder veränderter Streckenführung durch Baustellen, neuen Lichtsignalanlagen oder Umbauten anderer Art – gleich gehalten werden können. Dies ist vor allem wichtig in (Längsschnitt)Untersuchungen, die über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, in dem sich auf realen Strecken gravierende Veränderungen ergeben könnten, sodass die Fahrten nicht mehr miteinander vergleichbar wären. Die Untersuchung im Fahrsimulator erlaubt zudem die beliebig häufige Wiederholung der für die Fragestellung relevanten kritischen

Situationen, ohne die allgemeine und individuelle Verkehrssicherheit zu gefährden, selbst wenn die Testpersonen ein mangelhaftes Fahrverhalten zeigen. Vor allem die bei älteren Personen oftmals als problematisch erachtete Bewältigung komplexer Fahrsituationen hat sich in Fahrsimulationsstudien als valider Prädiktor für ein ähnliches Fahrverhalten im Realverkehr erwiesen (z. B. CASUTT, MARTIN, KELLER & JÄNCKE, 2014; SCHUMACHER & SCHUBERT, 2018), auch bei der Verwendung eines Kompaktsimulators (MAAG, KENNTNER-MABIALA, KAUSSNER, HOFFMANN & EBERT, 2021).

Bild 6-4: Setup des im DoBoLSiS-Projekt eingesetzten Fahrsimulators mit Probandin.

Die für dieses Projekt entwickelte Strecke lehnt sich in ihrer Gestaltung an Szenarien an, die bereits in früheren Studien mit Senioren und Seniorinnen erfolgreich eingesetzt wurden (z.B. KENNTNER-MABIALA, MAAG, KAUSSNER, HOFFMANN & SCHUMACHER, 2019). Unter Berücksichtigung der Vorgaben zur Gestaltung von Fahrverhaltensbeobachtungen zur Fahreignungsbegutachtung umfasst die Strecke verschiedene alltägliche Verkehrssituationen in unterschiedlichen Streckenabschnitten (Autobahn, Landstraße, Stadt). Dabei lag der Fokus auf solchen Situationen, in denen häufig altersbedingte Auffälligkeiten im Fahrverhalten zu beobachten sind, wie zum Beispiel das Einordnen und Links-Abbiegen an komplexen Kreuzungen, Spurwechsel auf mehrspurigen Straßen oder Situationen, die eine Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern beinhalten. Die Strecke hatte insgesamt einen durchschnittlichen bis gehobenen Anforderungscharakter, der nach Einschätzung eines erfahrenen Fahrlehrers mit dem Schwierigkeitsgrad einer Fahrprüfung vergleichbar ist. Im Einzelnen enthielt der Parcours folgende Szenarien:

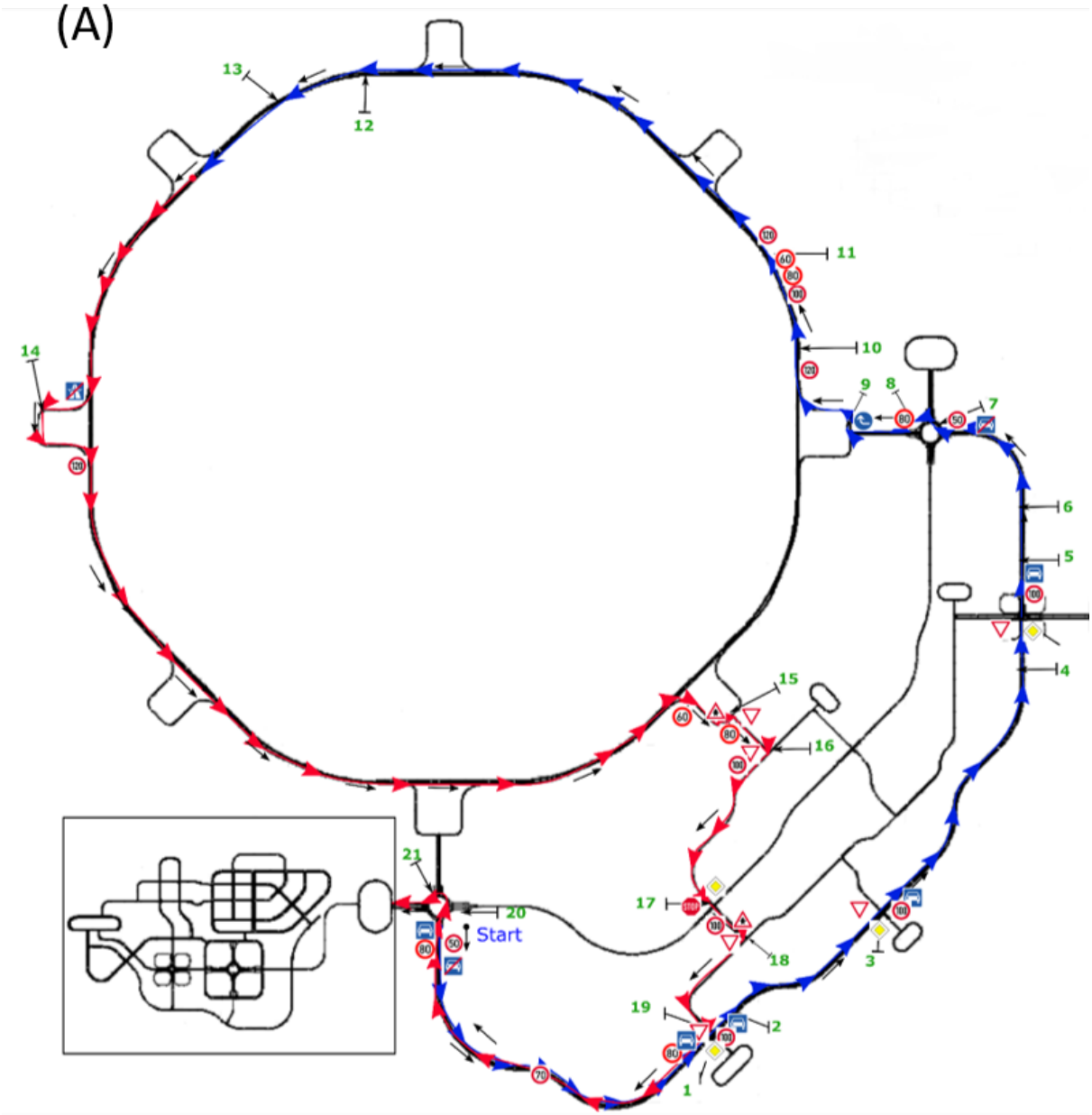
- 28 Kreuzungen (davon 5 mit Linksabbiegen, 11 mit Rechtsabbiegen und 12 mit Geradeaus-Fahrt; 2 mit Lichtsignalanlage; 3 mit Stoppschild; insgesamt 20 mit Vorfahrtsbeachtung)
- 2 Kreisverkehre
- 2 Autobahnauf- und -abfahrten
- 7 Ausweichpassagen (Baustellen, Hindernisse, 2 außerstädtische und 5 innerstädtische)
- 2 Überholvorgänge (optional) und 1 Überholverbotspassage
- 1 Nebeldurchfahrt
- 24 Geschwindigkeitsbeschränkungen (davon 5 innerstädtisch und 19 außerstädtisch)
- sowie weitere kritische Ereignisse (u.a. Hindernisse auf der Fahrbahn, Fußgängerüberweg mit Passanten an der Fahrbahn, Bushaltestellen, verkehrsberuhigte Zone)

Die Strecke führte zunächst über einen Abschnitt auf der Landstraße, dann über die Autobahn, gefolgt von einem weiteren Landstraßenabschnitt und schließlich in die Stadt (siehe Bild 6-5). Sie konnte innerhalb von 32 Minuten durchfahren werden, wobei die Dauer in Abhängigkeit von der individuellen Fahrgeschwindigkeit variierte.

Die Auswertung der von dem Fahrsimulator erfassten Parameter zum Fahrverhalten erfolgte in Anlehnung an das sogenannte TRIP-Protokoll („Test-Ride-for-Investigating-Practical-Fitness-to-Drive-Protokoll"; DE RAEDT & PONJAERT-KRISTOFFERSEN, 2001), das häufig eingesetzt wird, um im Rahmen einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr die Fahrkompetenz von Personen zu bewerten. Hierbei werden mithilfe einer vierstufigen Skala (1 = „gut", 2 = „ausreichend", 3 = „zweifelhaft", 4 = „unzureichend") verschiedene Verhaltensweisen beurteilt, die zu Merkmalskategorien (z. B. Verhalten an komplexen Kreuzungen, Tempoeinhaltung, Fahrstreifenwechsel, Linksabbiegen, Beachtung von Verkehrssignalen) zusammengefasst werden. Die Beurteilung der einzelnen Items (Fahrverhaltensweisen) erfolgte nach folgender inhaltlicher Bedeutung: Hat die Testperson bei der jeweiligen Fahrsituation alles richtig gemacht, wird ihr Verhalten hierbei als "gut" bewertet. Hat sie in der entsprechenden Situation zumindest alle wesentlichen Erfordernisse erfüllt, wird dies als "ausreichend" bewertet. Zeigt die Person Unsicherheiten oder kleine Schwächen in ihrem Fahrverhalten, die den deutlichen Eindruck erwecken, dass sie die Situation nicht komplett überblickt oder bewältigt hat, erhält sie für diese Situation die Bewertung "zweifelhaft". Als "unzureichend" wird ein Verhalten bewertet, wenn die Person Fehler begangen hat wie zum Beispiel Verkehrsschilder oder andere Verkehrsteilnehmer oder -teilnehmerinnen übersehen oder sogar kritische Situationen verursacht hat, die ein Eingreifen des Fahrlehrers oder der Fahrlehrerin erforderlich gemacht hat (vgl. FIMM et al., 2015).

Die Extraktion dieser Variablen erfolgte automatisiert aus den vom Fahrsimulator registrierten und gespeicherten Parametern zum Fahrverhalten, wozu entsprechende Auswertealgorithmen erstellt wurden. So wurde zum Beispiel eine Tempoüberschreitung aus der Differenz der gemessenen Fahrgeschwindigkeit und vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit bestimmt und daraus anhand eines Bewertungsschlüssels ein bestimmter Wert berechnet (Details dazu finden sich in Kapitel 6.3.1).

Analog hierzu wurden die von den Probanden und Probandinnen im Fahrsimulator gezeigten Verhaltensweisen ebenfalls mit TRIP-Bewertungen (in den meisten Fällen ebenfalls von 1-4) bewertet. Die Zuordnung der Bewertung zu einzelnen Verhaltensweisen wurde von einem unabhängigen Fahrlehrer überprüft, der über langjährige Erfahrungen und umfangreiche Expertise in der Beurteilung des Fahrverhaltens älterer Autofahrer und Autofahrerinnen verfügte und mit der Anwendung des klassischen TRIP-Protokolls vertraut war. Aus den Einzelbeurteilungen ergeben sich Werte in insgesamt 12 übergeordneten Beurteilungskategorien, die zu einem Gesamtwert zusammengefasst werden und als Risikoindex interpretiert wird, der die Zielvariable (abhängige Variable) darstellt (siehe Kapitel 6.3).


(A)
Start

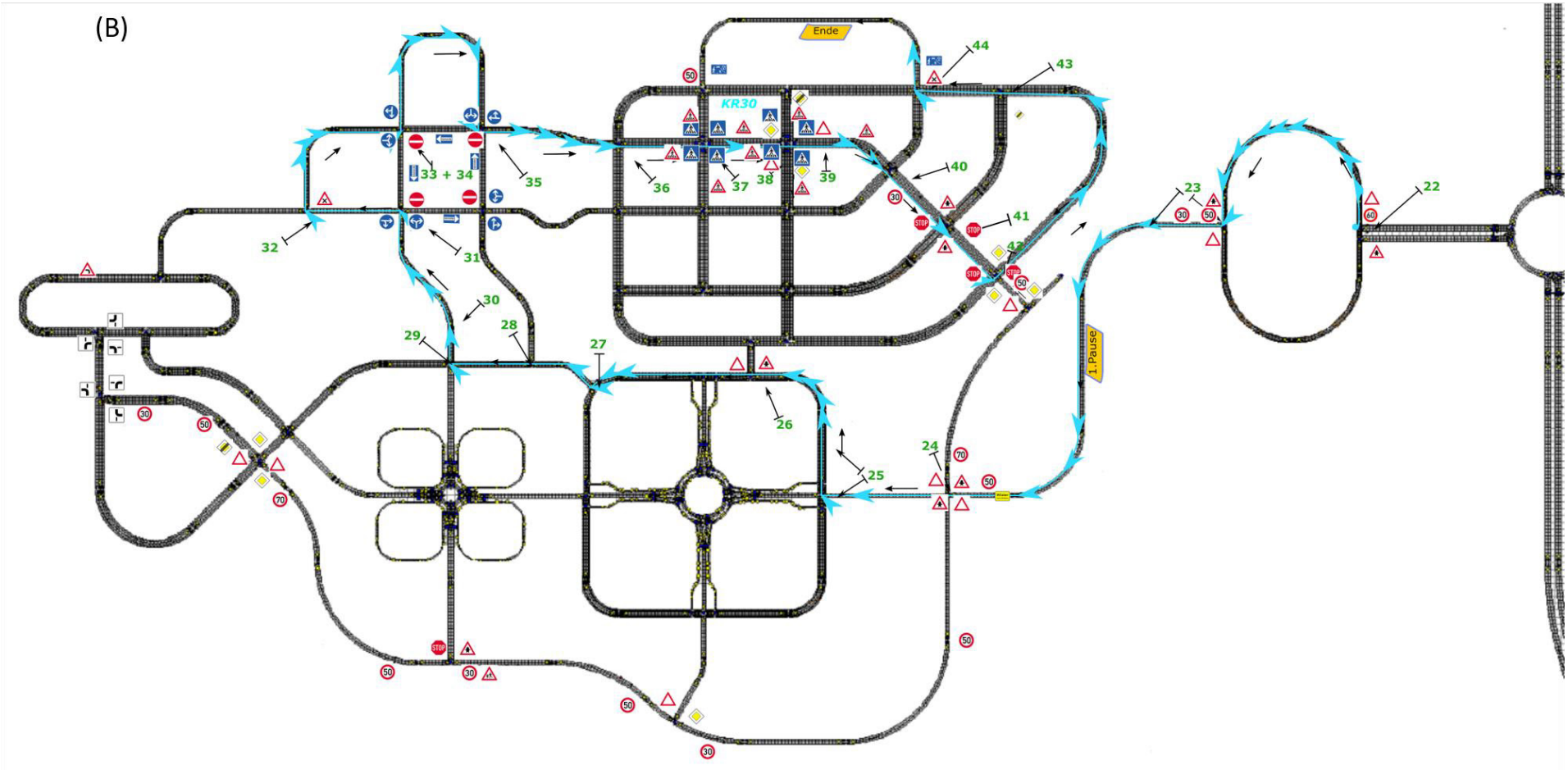



Bild 6-5: Schematische Darstellung des Fahrparcours gesamt (A) und des Stadtbereichs im Detail (B), der im Gesamt-Fahrparcours unten links erkennbar ist.

Neben der Zielvariable „Risikoindex“ wurde die Anzahl sogenannter „erheblicher Verstöße“ registriert. Diese bezeichnen ein Fehlverhalten der fahrenden Person, das bei einer von einem Fahrlehrer begleiteten Fahrt im Realverkehr zu einem sofortigen Eingreifen des Fahrlehrers führen würde. Hierbei handelt es sich typischerweise um Ordnungswidrigkeiten im Sinne der Straßenverkehrsordnung, die mit einer Geldbuße und einem Eintrag im Fahreignungsregister („Punkte in Flensburg“) geahndet werden würden.

### 6.2.4 Neurophysiologie (EEG)

Die Entwicklung moderner EEG-Aufzeichnungsmethoden und -Analyseroutinen hat völlig neue Möglichkeiten eröffnet, die Arbeit des Gehirns unter realen Bedingungen abzubilden (für einen aktuellen Überblick, siehe WASCHER et al., 2021). Als nicht-invasive und risikoarme Methode erlaubt das Elektroenzephalogramm (EEG) die Erfassung der elektrischen Hirnaktivität, aus der sich Rückschlüsse auf neuronale Prozesse ziehen lassen, die zwar (noch) nicht im Verhalten zu beobachten, aber auf physiologischer Ebene messbar und zum Beispiel mit unbewussten Kompensationsstrategien assoziiert sind (siehe Kapitel 5.3.1; als Überblick FALKENSTEIN, GAJEWSKI & GETZMANN, 2014). Verkehrssicherheitsrelevante Prozesse wie Vigilanz, Konzentration, mentale Belastung, Ermüdung oder Kurzzeitgedächtnisprozesse lassen sich so objektiv erfassen (z. B. KARTHAUS, WASCHER & GETZMANN, 2018b, 2021).

Im DoBoLSiS-Projekt sollen dazu durch Messung des EEG während der Fahrt im Simulator neuronale Korrelate kognitiver Prozesse abgeleitet werden, die mit dem Fahrverhalten in Verbindung stehen. Abhängig von der Komplexität einer Fahraufgabe können hierbei eine ganze Reihe kognitiver Funktionen eine Rolle spielen. Zu nennen wären Vigilanz, Fokussierung der Aufmerksamkeit auf das wesentliche Verkehrsgeschehen bei gleichzeitiger Unterdrückung ablenkender Umgebungsreize (z. B. KARTHAUS, WASCHER & GETZMANN, 2021), Flexibilität, aber auch Kurzzeitgedächtnisprozesse, die zum Beispiel bei der Navigation durch eine unbekannte Umgebung von Bedeutung sind. All diese Prozesse können von altersbegleitenden Veränderungen betroffen sein. Entscheidende Fragen im DoBoLSiS-Projekt sind daher, inwieweit (a) elektrophysiologische Korrelate der kognitiven Prozesse und Funktionen für sicheres Fahren ableitbar sind, (b) diese mit objektiven Maßen des Fahrverhaltens zusammenhängen sowie (c) altersbegleitende Veränderungen in diesen kognitiven Funktionen in Bezug zu Veränderungen des Fahrverhaltens stehen.

Ziel der in dieser Studie eingesetzten elektrophysiologischen Messungen ist es also, Veränderungen in der Verkehrssicherheit von Senioren und Seniorinnen nicht allein anhand von Verhaltensmessungen im Fahrsimulator zu bestimmen, sondern auch die neurophysiologischen Prozesse im Gehirn zu untersuchen, die diesem objektiv messbaren Verhalten zugrunde liegen.

Generell bietet das EEG eine Reihe unterschiedlicher Zugänge zu den einer kognitiven Leistung zugrundeliegenden Prozessen. Neben den sogenannten ereigniskorrelierten Potentialen, die die Antwort der Hirnaktivität auf ein bestimmtes Ereignis widerspiegeln, kommt im Zusammenhang mit länger anhaltenden Aktivitäten wie dem Autofahren der Ableitung hirn-oszillatorischer Prozesse eine große Bedeutung zu (z. B. WASCHER et al., 2021). Diese spiegeln die Stärke der Hirnaktivität in bestimmten Frequenzbändern und über bestimmten Hirnarealen wider. Entscheidend für die Interpretation einer solchen frequenzspezifischen Aktivität im Kontext von Verkehrssicherheit ist die Beobachtung aus zahlreichen früheren Arbeiten, dass bestimmte mentale Zustände mit unterschiedlichen Mustern an Hirnaktivität assoziiert sind (KLIMESCH, 1999; HANSLMAYR et al., 2012).

Dies gilt speziell für die Hirnaktivität im Alpha-Frequenzband (üblicherweise definiert als Oszillationen im Frequenzbereich 7–10 Hz)[9] und Theta-Frequenzband (Frequenzbereich 3–6 Hz). Theta-Aktivität tritt typischerweise über fronto-zentralen Hirnarealen, Alpha-Aktivität über posterioren Hirnarealen auf. Generell ist zu beobachten, dass eine hohe Aktivität im Theta-Frequenzband und eine niedrige Aktivität im

[9] Da mit zunehmendem Lebensalter die Frequenz der Hirnoszillationen typischerweise abnimmt (z. B. DUSTMAN, SHEARER & EMMERSON, 1993), wurde – um dem Alter der untersuchten Probanden und Probandinnen gerecht zu werden – in der vorliegenden Arbeit die Alpha-Aktivität im Frequenzbereich 6–9 Hz gemessen.

Alpha-Frequenzband eher mit hohen kognitiven Leistungen einhergehen (KLIMESCH, 1999; HANSLMAYR, STAUDIGL & FELLNER, 2012). Hintergrund dafür ist, dass hohe Theta-Aktivität speziell mit erhöhter kognitiver Kontrolle bei anspruchsvollen Aufgaben, hohe Alpha-Aktivität dagegen mit mentaler Erschöpfung, einem Rückzug von Aufmerksamkeit und Zuständen von Unaufmerksamkeit in Verbindung gebracht wird. Mit Bezug auf Alterseinflüsse finden sich in der Literatur häufig eine Verlangsamung und Veränderung der hirn-oszillatorischen Aktivität sowohl in den Alpha- als auch Theta-Frequenzbändern. Erhöhte Theta-Aktivität bei gleichzeitig hohen Leistungen wird typischerweise als Zeichen einer erhöhten (kompensatorischen) kognitiven Kontrolle im Alter interpretiert (FINNIGAN & ROBERTSON, 2011).

Zahlreiche neuere Studien belegen derartige Zusammenhänge auch in Fahraufgaben (z. B. BALDWIN et al., 2017; LIN et al., 2016; WASCHER et al., 2016). Dabei zeigt sich ein aufmerksamer, wacher Zustand, der mit einem guten Fahrverhalten assoziiert ist und eine hohe Flexibilität in der Anpassung und Bereitstellung mentaler Ressourcen erlaubt, häufig in einer erhöhten Theta- und reduzierten Alpha-Aktivität. Erhöhte Theta-Aktivität ist vornehmlich in anspruchsvollen Verkehrssituationen zu beobachten, während erhöhte Alpha-Aktivität häufig bei mentaler Abwesenheit (etwa Tagträumen) und Schläfrigkeit, aber auch Entspannung auftritt. Altersabhängigkeiten wurden dabei auch im Fahrkontext beobachtet. So zeigte eine aktuelle Arbeit, in der die Theta- und Alpha-Aktivität bei jüngeren, mittelalten und älteren Probanden und Probandinnen während einer Fahrt im Simulator gemessen wurde, trotz gleichen Fahrverhaltens (operationalisiert durch das Lenkverhalten) altersabhängige Veränderungen in der Theta-Aktivität. Diese deutet auf eine weniger flexible Anpassung der kognitiven Kontrolle an die Komplexität der Fahraufgabe im Alter hin (DEPESTELE et al., 2023).

Auch in diesem Projekt bezieht sich die Analyse des EEGs vor allem auf die oszillatorische Hirnaktivität als Abbild mentaler Prozesse, die dem Fahrverhalten zugrunde liegen bzw. mit diesem zusammenhängen (z. B. WASCHER, GETZMANN & KARTHAUS, 2016). Konkret ist anzunehmen, dass ein aufmerksamer, wacher Zustand mit gutem Fahrverhalten assoziiert ist, und sich eine hohe Flexibilität in der Anpassung und Bereitstellung mentaler Ressourcen günstig auf das Fahrverhalten auswirkt, was sich in einer hohen Theta- und niedriger Alpha-Aktivität widerspiegeln sollte.

Zur Erfassung der elektrischen Hirnaktivität in diesen Frequenzbändern wurde das EEG mit Hilfe innovativer „cEEGrid“ Klebeelektroden abgeleitet (DEBENER, EMKES, DE VOS & BLEICHNER, 2015), die sich als sehr zuverlässige Methode erwiesen haben (BLEICHNER & DEBENER, 2017), im Vergleich zu konventionellen Elektrodenkappen zur EEG-Ableitung jedoch den Vorteil haben, dass sie schnell zu applizieren sind und die Testpersonen in ihrer Bewegungsfreiheit weniger einschränken. Die Auswertung umfasst die Bestimmung der Theta- und Alpha-Aktivität für jede Testperson und Fahrt (Details zur Methodik und Auswertung, siehe GETZMANN et al., 2021; WASCHER et al., 2019).

### 6.2.5 Untersuchungsablauf

Jeder Untersuchungstermin folgte dem gleichen Ablauf (siehe Bild 6-6): Vorab füllten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen die Fragebögen (vgl. Kapitel 6.2.2) aus, die sie zum Untersuchungstermin am IfADo mitbrachten. Vor Ort wurde mit den Probanden und Probandinnen zunächst ein Sehtest durchgeführt, bevor sie eine ca. 15-minütige Probefahrt im Fahrsimulator absolvierten. Diese diente zum einen dazu, sich mit Lenkung-, Brems- und Fahrverhalten des Simulators vertraut zu machen. Zum anderen diente diese Probefahrt auch dazu, zu überprüfen, ob die Person die Fahrsimulation gut verträgt und damit die Voraussetzung für die längere Teststrecke erfüllt. Zeigte eine Person hierbei deutliches Unwohlsein oder andere Anzeichen für „Simulator Sickness“ (Simulatorkrankheit), wurde die Untersuchung an dieser Stelle abgebrochen. Wenn keine Auffälligkeiten auftraten, wurden die Hinterohrelektroden („cEEGrids“) zur Erfassung des EEG angelegt.

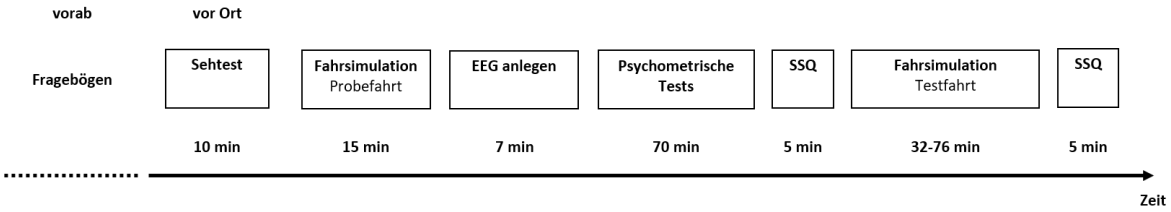



Bild 6-6: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes bei jeder Messung; SSQ = Simulator Sickness Questionnaire.

Danach führten die Probanden und Probandinnen die psychometrischen Tests durch (vgl. Kapitel 6.2.1), wobei die Reihenfolge der Tests für alle Personen und alle Messungen identisch war (Tabelle 6-3). Zuletzt füllten die Probanden und Probandinnen einen kurzen Fragebogen zu möglichen Beschwerden aus, die unter anderem bei der Fahrsimulation auftreten könnten (Vormessung „Simulator Sickness“).

| Test | erfasste Merkmale | Dauer |
|---|---|---|
| Montreal Cognitive Assessment (MoCA) | kognitive Beeinträchtigungen | 10 min |
| Trail-Making-Test (TMT) A+B | Verarbeitungsgeschwindigkeit, exekutive Funktionen (Kurzzeit-, Arbeitsgedächtnis) | 5 min |
| d2-R | Aufmerksamkeit, Konzentration | 5 min |
| Useful Field of View (UFOV) | periphere und geteilte (visuelle) Aufmerksamkeit | 15 min |
| TAP-M: Alertness | Reaktionsfähigkeit | 2 min |
| TAP-M: Go/NoGo | Konzentration, Inhibition | 3 min |
| TAP-M: Geteilte Aufmerksamkeit | Geteilte Aufmerksamkeit | 4 min |
| TAP-M: Flexibilität | Aufgabenwechsel | 4 min |
| TAP-M: Ablenkbarkeit | Ablenkbarkeit | 6 min |
| TAP-M: Visuelles Scanning | Visuelle Suche | 6 min |
| Adaptiver Tachistokopischer Aufmerksamkeitstest (ATAVT) | Visuelle Suche, Überblicksgewinnung | 10 min |

Tab. 6-3: Übersicht über die eingesetzten psychometrischen Tests mit den von ihnen erfassten Merkmalen und Funktionen und die jeweilige Testdauer.

Anschließend fand die eigentliche Testfahrt im Fahrsimulator statt. Die Fahrtdauer reichte – je nach Fahrgeschwindigkeit – von 32 bis 76 Minuten und betrug im Durchschnitt 43 Minuten. Zuletzt wurde noch einmal der Fragebogen zur Simulator Sickness (Nachmessung) ausgefüllt.

Bei jeder Messung wurden die gleichen Erhebungsinstrumente eingesetzt. Geringfügige Abweichungen gab es bei den Fragebögen, da in den Folgeuntersuchungen (2.-4. Messung) die Fragen, deren Antworten sich in der Zwischenzeit nicht verändern konnten (z. B. Alter beim Erwerb der Fahrerlaubnis) nicht erneut gestellt wurden. Auch wurden in einigen Fragen die Zeiträume angepasst, auf die sich die Fragen beziehen, z. B. wurde die Formulierung „in den letzten 3 Jahren“ geändert in „seit der letzten Messung“. Die psychometrischen Tests waren zu allen Messungen identisch, lediglich bei der Durchführung des MoCA wurden in den Folgeuntersuchungen jeweils Parallelformen verwendet.

## 6.3 Die Zielvariable: Risikoindex

Als Zielvariable wird ein TRIP-Mittelwert über 20 Dimensionen im TRIP-Protokoll auf Ebene der Verhaltensvariablen genutzt, welcher als Risikoindex interpretiert wird, im folgenden Zielvariable I (ZV I)

genannt. Die Entwicklung der Zielvariable I wird in drei Schritten vorgenommen: Zum ersten erfolgt die Definition unter Rekurs auf die Bewertung des Fahrverhaltens in 20 TRIP-Einheiten. Für die beabsichtigten statistischen Analysen bedarf es sodann der Quantifizierung dieser Zielvariablen. Diese findet im zweiten Schritt durch Mittelwertsbildung über die 20 TRIP-Einheiten statt (siehe Kapitel 6.3.1). Der dritte Schritt ist eine Adjustierung der Ausprägung dieser Zielvariable an die Anzahl der im Fahrsimulator durchfahrenen Situationen (s. Kapitel 6.3.2).

Details zur nahezu äquivalenten Entwicklung der Zielvariable I für die (ausreichend im Fahrsimulator gefahrenen) Querschnittstichprobe des ersten Messzeitpunktes finden sich in KARTHAUS, GETZMANN, GRAAS, WASCHER & RUDINGER, 2023[10].

### 6.3.1 Definition und Operationalisierung der Zielvariable I (ZV I) als Risikoindex via TRIP-Mittelwert

Grundelemente der Zielvariable I sind die Bewertungen von Verhaltenselementen innerhalb der folgenden 20 TRIP-Einheiten des Fahrsimulators.

1) Stoppschildbeachtung
2) Signalbeachtung (hier: Lichtsignalanlage)
3) Lateraler Abstand Hindernis (außerstädtisch)
4) Lateraler Abstand Hindernis (innerstädtisch)
5) Tempoanpassung
6) Mindestgeschwindigkeit
7) Tempoeinhaltung außerorts
8) Tempoeinhaltung innerorts
9) Überholverbot
10) Tempoüberschreitung Stadt (bis 30 km/h)
11) Tempoüberschreitung Stadt (bis 50 km/h)
12) Tempoüberschreitung außerorts
13) Lateraler Abstand zum Überholten
14) Distanz zum Überholten beim Ausscheren
15) Distanz zum Überholten beim Wiedereinscheren
16) Geschwindigkeitsanpassung bei Nebelfahrt
17) Mittlere Lateralposition innerstädtisch
18) Mittlere Lateralposition auf Landstraße
19) Mittlere Lateralposition auf Autobahn
20) Blinkverhalten

[10] In dem im Projekt DoBoLSiS zuvor veröffentlichten BASt-Bericht „Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale im höheren Lebensalter und ihre Einflussfaktoren: Erste Querschnittsanalysen aus der Dortmund-Bonner-Längsschnittstudie (DoBoLSiS)“ mit Fokus auf die Querschnittanalyse des ersten Messzeitpunktes wurden 21 Dimensionen ausgewiesen. Aufgrund der Abweichung bzgl. der für die Längsschnittanalyse genutzten maximalen Fahrstrecke (43 statt 67 kritische Situationen, vgl. Kapitel 6.4.1) kann die Dimension 2 („Korrektes Nichtanhalten“) für die Analyse in dem hier vorliegenden Bericht nicht weiter berücksichtigt werden.

Der Bewertungsschlüssel („Werte“) für jedes einzelne Verhalten innerhalb dieser Einheiten ist – aus normativer Sicht eines Fahrlehrers – eine graduelle Risikoabschätzung. Nicht zuletzt deswegen wird die Bezeichnung „Risikoindex“ für diese Zielvariable gewählt. Als eine erste Arbeitsdefinition mag gelten: Zielvariable I (ZV I), Risikoindex ist der Mittelwert der Mittelwerte der Verhaltensvariablen in den 20 Einheiten im TRIP-Protokoll. Wie im Folgenden deutlich wird, ist diese Definition für die weiterführenden Analysen nicht hinreichend präzise. In den Unterkapiteln 6.3.2 und 6.3.3 wird die quantifizierende „Operationalisierung“ dieser Zielvariable im Detail dargestellt Die Metrik dieser Risikoabschätzung über „Werte“ als Grundlage für die Operationalisierung der ZV I findet sich für die 20 TRIP-Einheiten in Tabelle 6-4.

In einem ersten Schritt erfolgt zur Bildung der Zielvariable I pro Person die Berechnung von Mittelwerten für jede einzelne der folgenden 20 disjunkten TRIP-Einheiten, innerhalb derer durch die Bewertung des Verhaltens in unterschiedlich vielen Situationen entsprechende quantitative Werte auf “Werte“-Skalen von 1 bis maximal 4 zur Verfügung stehen. Diese 20 TRIP-Einheiten werden in der folgenden Tabelle 6-4 in ihrer Binnenstruktur detailliert dargestellt. Dies erscheint erforderlich, um die Aussagekraft des daraus gebildeten Indexes abschätzen zu können, der auf „Werte“ von 1 bis 4 für das jeweilige Fahrverhalten basiert. In 19 dieser Einheiten bildet sich der Mittelwert aus 1-4 Verhaltensweisen, in die Bewertung des Blinkverhaltens fließen dagegen 39 Verhaltensweisen ein (siehe dazu im Einzelnen Tabelle 6-4).

| **TRIP-Einheit** | **Anzahl zugeordneter Verhalten** | **Bewertungsschlüssel („Wert“)** |
|---|---|---|
| Stoppschildbeachtung | 3 | Wert 1: angehalten<br>Wert 2: Tempo < 5km/h<br>Wert 3: 5 km/h ≤ Tempo < 15 km/h<br>Wert 4: Tempo ≥ 15 km/h |
| Signalbeachtung (hier: Lichtsignalanlage) | 1 | Wert 1: angehalten<br>Wert 2: bei Gelb gefahren<br>Wert 3:<br>Wert 4: nicht angehalten |
| Lateraler Abstand zum Hindernis (außerstädtisch) | 4 | Wert 1: Abstand > 1,5 m<br>Wert 2: 1 m < Abstand ≤ 1,5 m<br>Wert 3: 0,5 m < Abstand ≤ 1 m<br>Wert 4: Abstand ≤ 0,5 m |
| Lateraler Abstand zum Hindernis (innerstädtisch) | 4 | Wert 1: Abstand > 1 m<br>Wert 2: 0,5 m < Abstand ≤ 1 m<br>Wert 3: 0,1 m < Abstand ≤ 0,5 m<br>Wert 4: Abstand ≤ 0,1 m |
| Tempoanpassung | 2 | Wert 1: Tempo > 80 km/h<br>Wert 2: 60 km/h < Tempo ≤ 80 km/h<br>Wert 3: 40 km/h < Tempo ≤ 60 km/h<br>Wert 4: Tempo ≤ 40 km/h |
| Mindestgeschwindigkeit | 1 | Wert 1: Tempo < 10 km/h<br>Wert 2: 10 km/h ≤ Tempo < 30 km/h<br>Wert 3: 30 km/h ≤ Tempo < 40 km/h<br>Wert 4: ≥ 40 km/h |
| Tempoeinhaltung außerorts | 1 | Wert 1: Tempo Abweichung ≤ 0 km/h<br>Wert 2: 0 km/h < Abweichung ≤ 10 km/h<br>Wert 3: 10 km/h < Abweichung ≤ 25 km/h<br>Wert 4: Tempo Abweichung > 25 km/h |
| Tempoeinhaltung innerorts | 1 | Wert 1: Tempo Abweichung ≤ 0 km/h<br>Wert 2: 0 km/h < Abweichung ≤ 10 km/h<br>Wert 3: 10 km/h < Abweichung ≤ 15 km/h<br>Wert 4: Tempo Abweichung > 15 km/h |
| Überholverbot | 1 | Wert 1: korrekt<br>Wert 2:<br>Wert 3:<br>Wert 4: inkorrekt |

| TRIP-Einheit | Anzahl zugeordneter Verhalten | | Bewertungsschlüssel („Wert“) |
|---|---|---|---|
| Tempoüberschreitung Stadt (bis 30 km/h) | 1 | | Wert 1: Tempo Abweichung ≤ 0 km/h<br>Wert 2: 0 km/h < Abweichung ≤ 10 km/h<br>Wert 3: 10 km/h < Abweichung ≤ 20 km/h<br>Wert 4: Tempo Abweichung > 20 km/h |
| Tempoüberschreitung Stadt (bis 50 km/h) | 1 | | Wert 1: Tempo Abweichung ≤ 0 km/h<br>Wert 2: 0 km/h < Abweichung ≤ 10 km/h<br>Wert 3: 10 km/h < Abweichung ≤ 20 km/h<br>Wert 4: Tempo Abweichung > 20 km/h |
| Tempoüberschreitung außerorts | 1 | | Wert 1: Tempo Abweichung ≤ 0 km/h<br>Wert 2: 0 km/h < Abweichung ≤ 10 km/h<br>Wert 3: 10 km/h < Abweichung ≤ 20 km/h<br>Wert 4: Tempo Abweichung > 20 km/h |
| Lateraler Abstand zum Überholten | 2 | | Wert 1: Abstand > 1,5 m<br>Wert 2: 1 m < Abstand ≤ 1,5 m<br>Wert 3: 0,5 m < Abstand ≤ 1 m<br>Wert 4: Abstand ≤ 0,5 m |
| Distanz zum Überholten beim Ausscheren | 2 | | Wert 1: Distanz > Tempo/2<br>Wert 2: Tempo/2 ≥ Distanz > Tempo/4<br>Wert 3: Tempo/4 ≥ Distanz > Tempo/8<br>Wert 4: Distanz ≤ Tempo/8 |
| Distanz zum Überholten beim Wiedereinscheren | 2 | | Wert 1: Distanz > Tempo/2<br>Wert 2: Tempo/2 ≥ Distanz > Tempo/4<br>Wert 3: Tempo/4 ≥ Distanz > Tempo/8<br>Wert 4: Distanz ≤ Tempo/8 |
| Geschwindigkeitsanpassung bei Nebelfahrt | 1 | | Wert 1: Tempo < 25 km/h<br>Wert 2: 25 km/h ≤ Tempo < 50 km/h<br>Wert 3: 50 km/h ≤ Tempo < 60 km/h<br>Wert 4: Tempo ≥ 60 km/h |
| Mittlere Lateralposition innerstädtisch | 1 | | Wert 1: 0,3 m ≤ Position < 0,6 m<br>Wert 2: 0,2 m ≤ Position < 0,3 m oder<br>0,6 m ≥ Position ≤ 0,8 m<br>Wert 3: 0 m < Position < 0,2 m oder<br>0,8 m < Position < 1,5 m<br>Wert 4: Position < 0 m oder ≥ 1,5 m |
| Mittlere Lateralposition auf Landstraße | 1 | | Wert 1: 0,3 m ≤ Position < 0,6 m<br>Wert 2: 0,2 m ≤ Position < 0,3 m oder<br>0,6 m ≥ Position ≤ 0,8 m<br>Wert 3: 0 m < Position < 0,2 m oder<br>0,8 m < Position < 1,5 m<br>Wert 4: Position < 0 m oder ≥ 1,5 m |
| Mittlere Lateralposition auf Autobahn | 1 | | Wert 1: 0,5 m ≤ Position < 0,9 m<br>Wert 2: 0,4 m ≤ Position < 0,5 m oder<br>0,9 m ≤ Position < 1,2 m<br>Wert 3: Position < 0,4 m oder ≥ 1,2 m<br>Wert 4: |
| Blinkverhalten | 39 | 13 | Wert 1: korrekt<br>Wert 2:<br>Wert 3:<br>Wert 4: inkorrekt |
| | | 10 | Wert 1: korrekt<br>Wert 2:<br>Wert 3: inkorrekt<br>Wert 4: |
| | | 16 | Wert 1: korrekt<br>Wert 2: inkorrekt<br>Wert 3:<br>Wert 4: |

Tab. 6-4: TRIP-Einheiten für die Bildung der Zielvariable I

Der zweite Schritt ist die Bildung des ungewichteten arithmetischen Mittels – wiederum natürlich pro Person - über diese Mittelwerte der 20 TRIP-Einheiten. Die Gewichtung der Mittelwerte der 20 Einheiten mit der Anzahl der Verhaltenselemente erfolgt zum einen nicht, weil dann das Blinkverhalten übergewichtet würde und zum anderen, weil bereits die Bewertungsschlüssel („Werte“) für die einzelnen Verhalten eine graduelle Risikoabschätzung – aus normativer Sicht eines Fahrlehrers – darstellen: Nicht zuletzt deswegen die Bezeichnung Risikoindex für diese Zielvariable. Mit anderen Worten: In das arithmetische Mittel gehen alle Einheiten mit dem gleichen Gewicht ein, unabhängig davon, ob sie auf 1, 4 oder 39 beobachteten Verhaltensweisen basieren.

An dieser Stelle sollen die statistischen Kennzahlen der Zielvariable I für die n = 260 Probandinnen und Probanden, die in die Längsschnitt-Stichprobe übernommen werden, über alle vier Messzeitpunkte aufgeführt werden[11]. Es ergeben sich folgende nutzbare Messungen dieser Probandinnen und Probanden, die bei mindestens 3 der 4 Messungen eine für die Auswertung ausreichende Strecke bzw. ausreichend viele kritische Situationen im Fahrsimulator zurückgelegt haben (Messzeitpunkt 1: 253 Messungen, Messzeitpunkt 2: 257 Messungen, Messzeitpunkt 3: 253 Messungen, Messzeitpunkt 4: 133 Messungen; d. h. in Summe fanden von Messzeitpunkt 1 bis 4 insgesamt 896 Messungen statt).

Tabelle 6-5 zeigt – nach Messzeitpunkten aufgeschlüsselt – die statistischen Kennzahlen in Bezug auf die Zielvariable I für die jeweils vorgenommenen Messungen 1 bis 4.

| | **MP1** | **MP2** | **MP3** | **MP4** |
|---|---|---|---|---|
| **Arithmetisches Mittel** | 1,42 | 1,44 | 1,44 | 1,44 |
| **Standardabweichung** | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |
| **Minimum** | 1,13 | 1,14 | 1,16 | 1,17 |
| **Maximum** | 1,98 | 2,15 | 2,00 | 2,06 |
| **Median** | 1,39 | 1,41 | 1,40 | 1,42 |
| **Modus** | 1,27 | 1,30 | 1,34 | 1,28 |
| **Anzahl Messungen** | **253** | **257** | **253** | **133** |

Tab.. 6-5: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) – statistische Kennzahlen für die der Längsschnitt-Stichprobe n=260 zugrundeliegenden Messungen je Messzeitpunkt (MP)

Auf der „Metaebene“ der insgesamt 896 Messungen (insgesamt von MP1 bis MP4 ohne längsschnittlich-strukturellen Aspekt) ist das arithmetische Mittel über die 20 TRIP-Einheiten – bei Minimum von 1,13 und Maximum 2,15 - für den Risikoindex 1,43, der Modus 1,34, die Standardabweichung 0,16. D. h. die Fahrsituation wird von fast allen Probandinnen und Probanden mindestens in der Form gemeistert, dass die wesentlichen Erfordernisse erfüllt sind.

Insgesamt ist der Mittelwert angesichts der „Werte“-Skala von 1 bis 4 also relativ gut, wie auch im folgenden Bild 6-7 deutlich wird, welches die Positionierung der 896 Mittelwerte (MP1 bis MP4) auf der „Werte“-Skala 1-4 zeigt. Gerade einmal 5 Messungen liegen über dem „Wert“ 2.

[11] Es sei noch einmal darauf verwiesen, dass die Binnenstruktur der Längsschnitt-Stichprobe n = 260 ausführlich in Kapitel 6.4.1 und dort insbesondere im Bild 6-17 dargestellt wird.

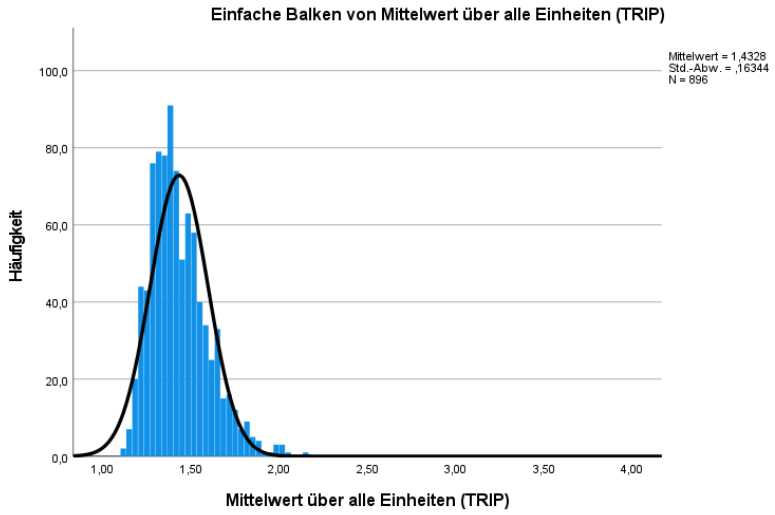



Bild 6-7:Verteilung der empirisch gemessenen TRIP-Mittelwerte für die der Längsschnitt-Stichprobe n=260 zugrundeliegenden 896 Messungen

### 6.3.2 Zielvariable I (ZV I): Hochrechnung des Risikoindexes

Die im folgenden Abschnitt berichteten statistischen Kennzahlen beziehen sich explizit auf die jeweiligen **Querschnittstichproben**, nicht auf die finale Längsschnittstichprobe n = 260 Probandinnen und Probanden (siehe hierzu Tab. 6-5). Ergo werden alle Probandinnen und Probanden mit für die Analyse als ausreichend definierter Fahrstrecke im Fahrsimulator für die jeweils messzeitpunktspezifische „Hochrechnung“ des Risikoindexes berücksichtigt (n = 377 (MP1), n = 309 (MP2), n = 260 (MP3), n = 133 (MP4); vgl. Kapitel 6.4.1). Dies geschieht nicht zuletzt deswegen, um für die Hochrechnung die breitest mögliche empirische Basis zu nutzen. Folgende Tabelle 6-6 beinhaltet die statistischen Kennzahlen für die vier Messzeitpunkte:

| | MP1 | MP2 | MP3 | MP4 |
|---|---|---|---|---|
| **Arithmetisches Mittel** | 1,43 | 1,44 | 1,43 | 1,44 |
| **Standardabweichung** | 0,153 | 0,167 | 0,168 | 0,161 |
| **Minimum** | 1,12 | 1,14 | 1,16 | 1,17 |
| **Maximum** | 1,98 | 2,15 | 2,00 | 2,06 |
| **Median** | 1,41 | 1,41 | 1,40 | 1,42 |
| **Modus** | 1,27 | 1,30 | 1,34 | 1,28 |
| **Anzahl Probandinnen und Probanden (n)** | **377** | **309** | **260** | **133** |

Tab. 6-6: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) – statistische Kennzahlen für die Querschnittstichproben je Messzeitpunkt (MP)

Weiterhin gilt: Angesichts der „Werte“-Skala von 1 bis 4 ist für alle vier Messzeitpunkte festzuhalten, dass der empirisch gemessene Mittelwert der Probandinnen und Probanden relativ gut ist.

Für eine der vier Querschnittstichproben (MP 4) zeigt sich ein leicht positiver Zusammenhang dergestalt „je mehr durchfahrene kritische Situationen, desto höher der Risikoindex“. Über eine Regressionsanalyse (siehe Bild 6-8) lässt sich diese Tendenz veranschaulichen, auch wenn ein $R^2 = 0{,}004$ (nicht signifikant) nicht beunruhigend wirkt, zumal dieses Ergebnis auf gerade einmal vier Messungen **vor** der Situation 43 zurückzuführen ist.

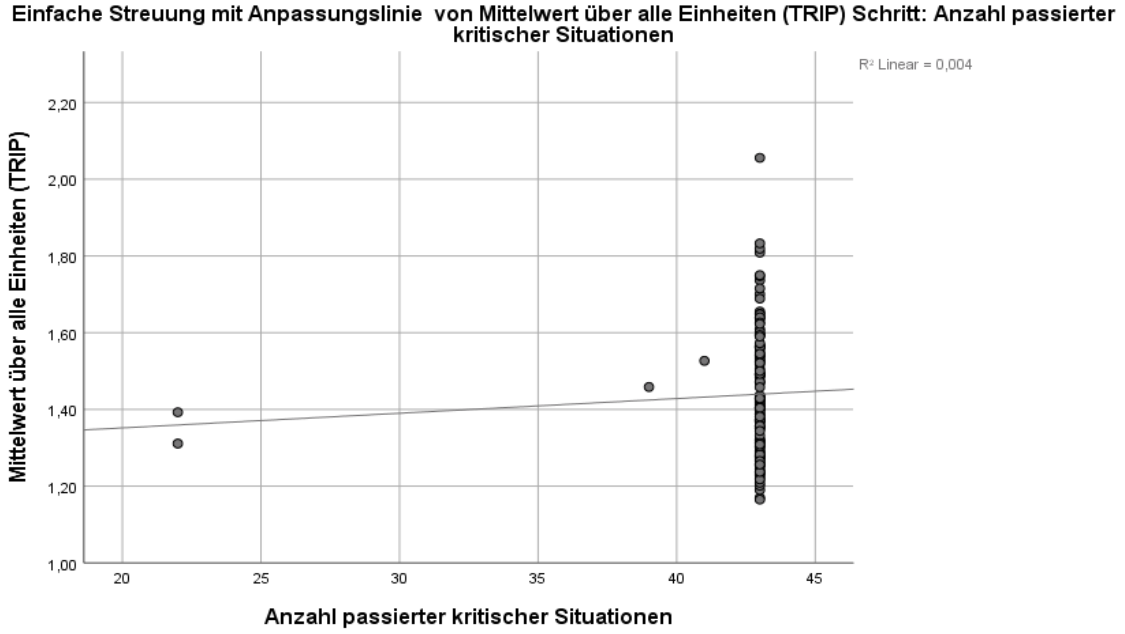



Bild 6-8: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=133, Messzeitpunkt 4)

Natürlich ist diese Tendenz nicht unplausibel und von fahrleistungsbezogenen Kennzahlen bekannt, denn je mehr kritische Situationen man durchfährt, desto größerem Risiko setzt man sich aus. Um eine Bevorteilung derjenigen Probandinnen und Probanden mit geringer(er) Fahrstrecke zu vermeiden, sollte diese Tendenz jedoch neutralisiert werden. Die Korrektur bzw. Beseitigung ebendieses Mankos ist zentrales Ziel der **Hochrechnung** des Risikoindexes.

Für die Messzeitpunkte 1 bis 3 lässt sich das oben geschilderte Phänomen in Bezug auf die jeweiligen Querschnitt-Stichproben (MP1: n = 377, MP2: n = 309, MP3: n = 260) per Regressionsanalyse in derartiger Weise zwar nicht feststellen, allerdings ist der hier ausgewiesene negative Zusammenhang jeweils ähnlich schwach ausgeprägt (MP1: $R^2 = 0{,}005$, nicht signifikant; MP2: $R^2 = 0{,}007$, nicht signifikant; MP3: $R^2 = 0{,}000$, nicht signifikant) (vgl. Bild 6-9 bis 6-11).

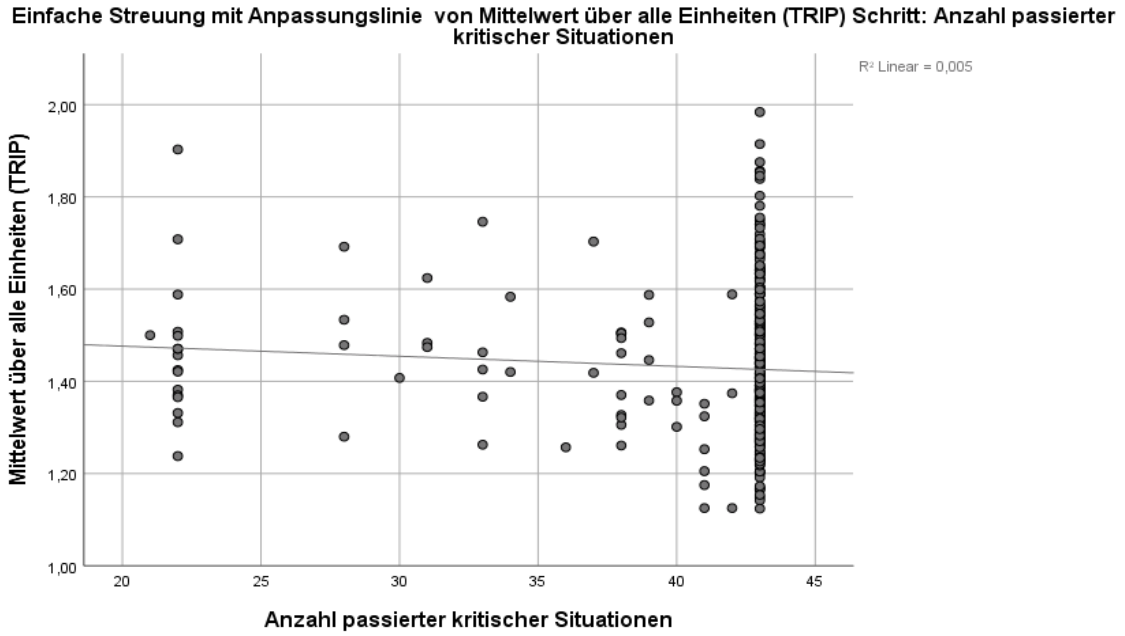



Bild 6-9: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=377, Messzeitpunkt 1)

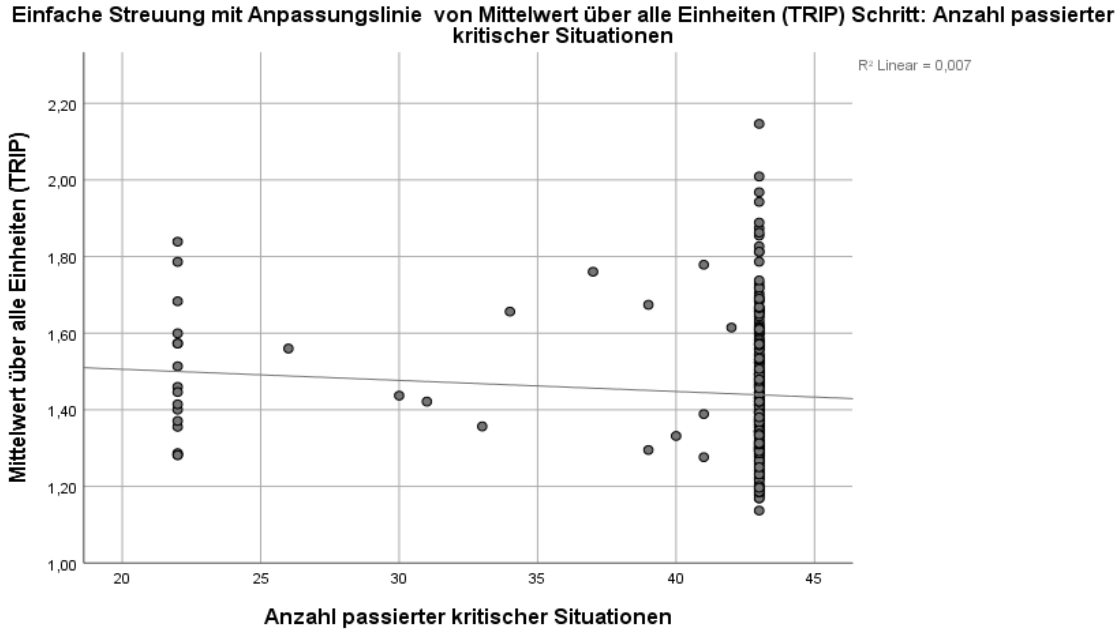



Bild 6-10: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=309, Messzeitpunkt 2)

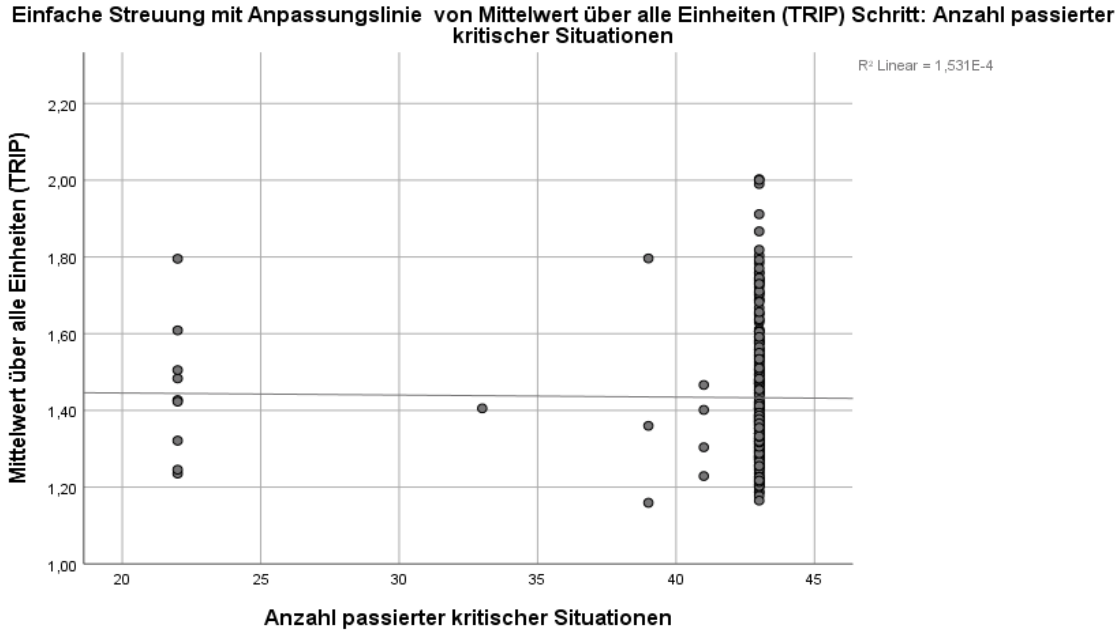



Bild 6-11: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=260, Messzeitpunkt 3)

Auch wenn die Verknüpfung „je mehr kritische Situationen durchfahren, desto höherer Risikoindex“ für die Messzeitpunkte 1 bis 3 nicht zutrifft, soll jedoch auch hier – in die andere „Richtung“ – neutralisiert werden. Begründet werden kann dies mit der Einheitlichkeit zum Vorgehen bei Messzeitpunkt 4, bei dem es sonst zur Benachteiligung der Probanden und Probandinnen mit längerer Fahrt im Fahrsimulator kommen würde.

Die nachfolgende Bildung eines sogenannten hochgerechneten Risikoindexes für alle vier Messzeitpunkte neutralisiert gemäß der Logik der Kovarianz-Analyse durch Herauspartialisieren der – wenn auch geringen – Kovarianz diesen „Einfluss“ der „Anzahl passierter kritischer Situationen“ – in welcher Richtung auch immer – auf die individuellen Mittelwerte der ZV I.

Je mehr kritische Situationen, desto höherer Risikoindex – dieses „Artefakt“ sollte also auf jeden Fall beseitigt werden, denn sonst könnte dies zu einer – durchaus kontraindizierten – Begünstigung der Probanden und Probandinnen mit kürzerer Fahrt im Fahrsimulator führen. Für Personen, die im Fahrsimulator nicht alle kritischen Situationen passiert haben, ist also eine Anpassung vorzunehmen: Je nicht absolvierter kritischer Situation im Fahrsimulator erhielten die entsprechenden Personen folgenden – anhand der Regression berechneten – Malus (meint: Leistung im Fahrsimulator wird schlechter) Messzeitpunkt 4) bzw. Bonus (meint: Leistung im Fahrsimulator wird besser) Messzeitpunkt 1 bis 3) auf ihr empirisch gemessenes arithmetisches Mittel:

- Messzeitpunkt 1: - 0,0021932583
- Messzeitpunkt 2: - 0,0029016881
- Messzeitpunkt 3: - 0,0005337066
- Messzeitpunkt 4: + 0,0038247157

Die so korrigierten statistischen Kennzahlen (v. a. Arithmetisches Mittel und Standardabweichung) in Tabelle 6-6 würden –im Vergleich mit Tabelle 6-7 – i. d. R. erst in der vierten Stelle hinter dem Komma erkennen lassen, dass durch Auspartialisierung der Kovarianz auch Fehlervarianz weggenommen wird. Wie beabsichtigt gibt es keinen Zusammenhang mehr zwischen Anzahl der passierten kritischen Situationen und diesem hochgerechneten Risikoindex, was sich auch durch eine entsprechende Regressionsanalyse nachweisen lässt (siehe Bild 6-12 für Messzeitpunkt 1, Bild 6-13 für Messzeitpunkt 2, Bild 6-14 für Messzeitpunkt 3 und Bild 6-15 für Messzeitpunkt 4).

| | **MP1** | **MP2** | **MP3** | **MP4** |
|---|---|---|---|---|
| **Arithmetisches Mittel** | 1,43 | 1,44 | 1,43 | 1,44 |
| **Standardabweichung** | 0,153 | 0,167 | 0,168 | 0,160 |
| **Minimum** | 1,12 | 1,14 | 1,16 | 1,17 |
| **Maximum** | 1,98 | 2,15 | 2,00 | 2,06 |
| **Median** | 1,41 | 1,41 | 1,40 | 1,42 |
| **Modus** | 1,27 | 1,30 | 1,34 | 1,28 |
| **Anzahl Probandinnen und Probanden (n)** | **377** | **309** | **260** | **133** |

Tab. 6-7: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) – statistische Kennzahlen für die Querschnittstichproben je Messzeitpunkt (MP)

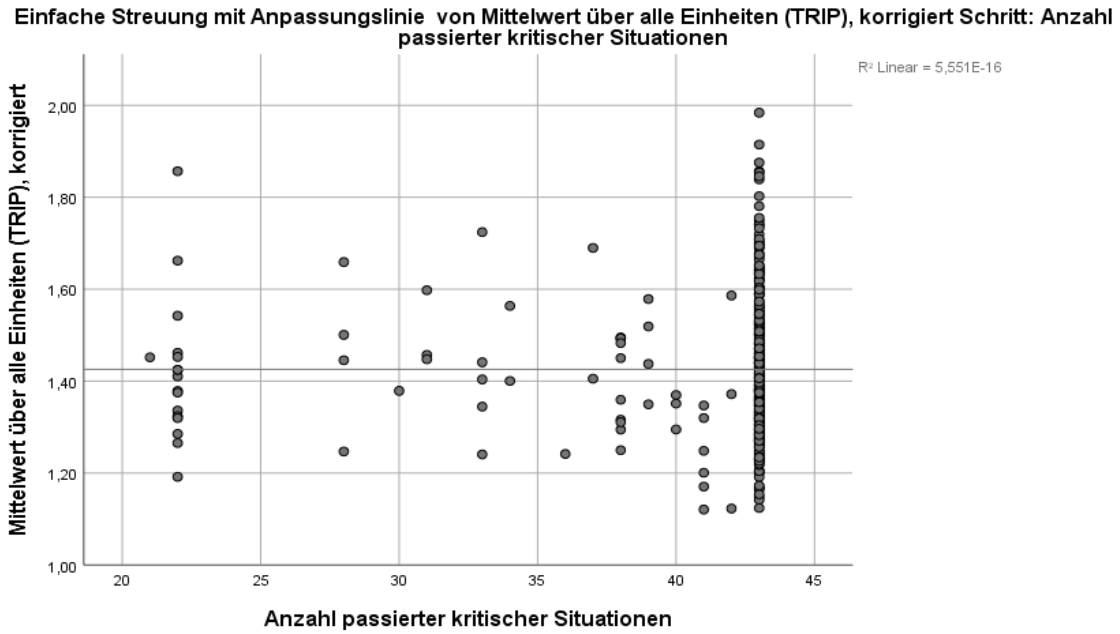



Bild 6-12: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=377, Messzeitpunkt 1)

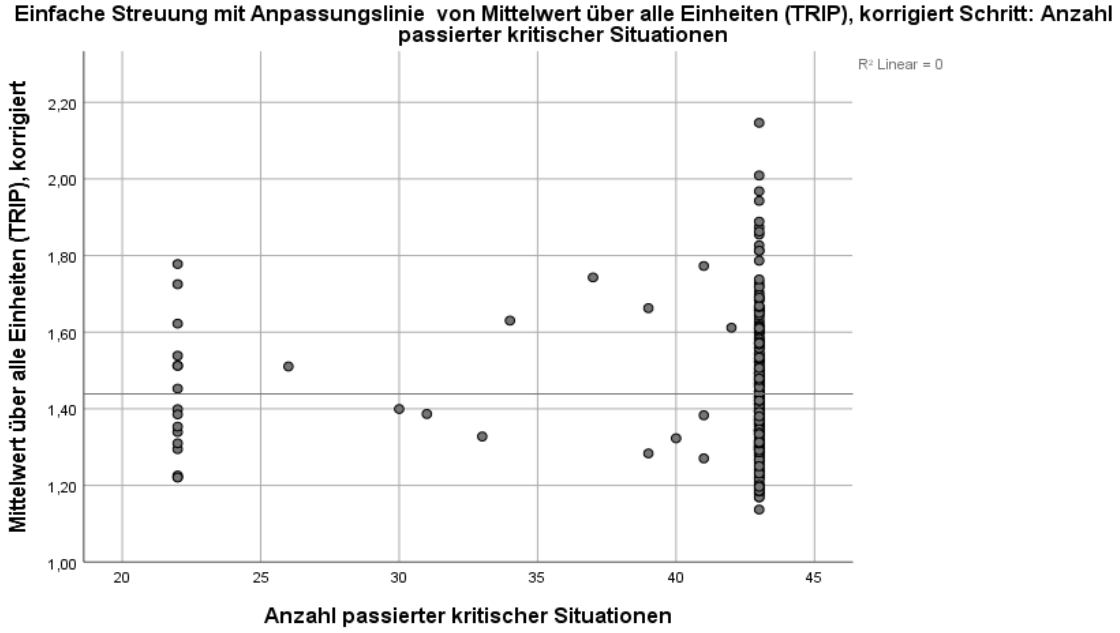



Bild 6-13: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=309, Messzeitpunkt 2)

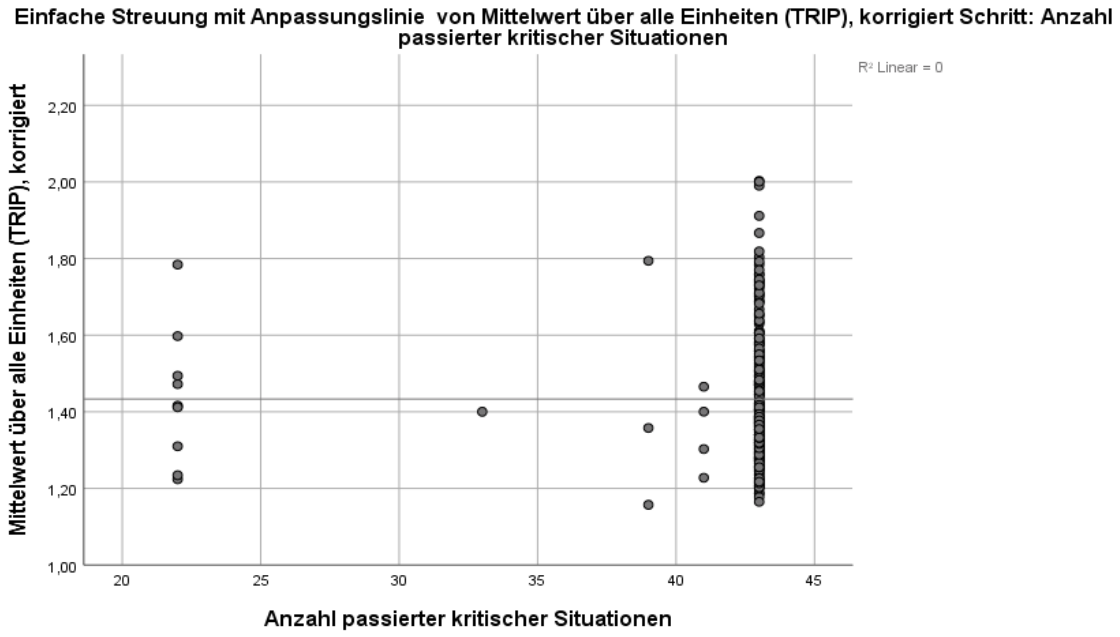



Bild 6-14: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=260, Messzeitpunkt 3)

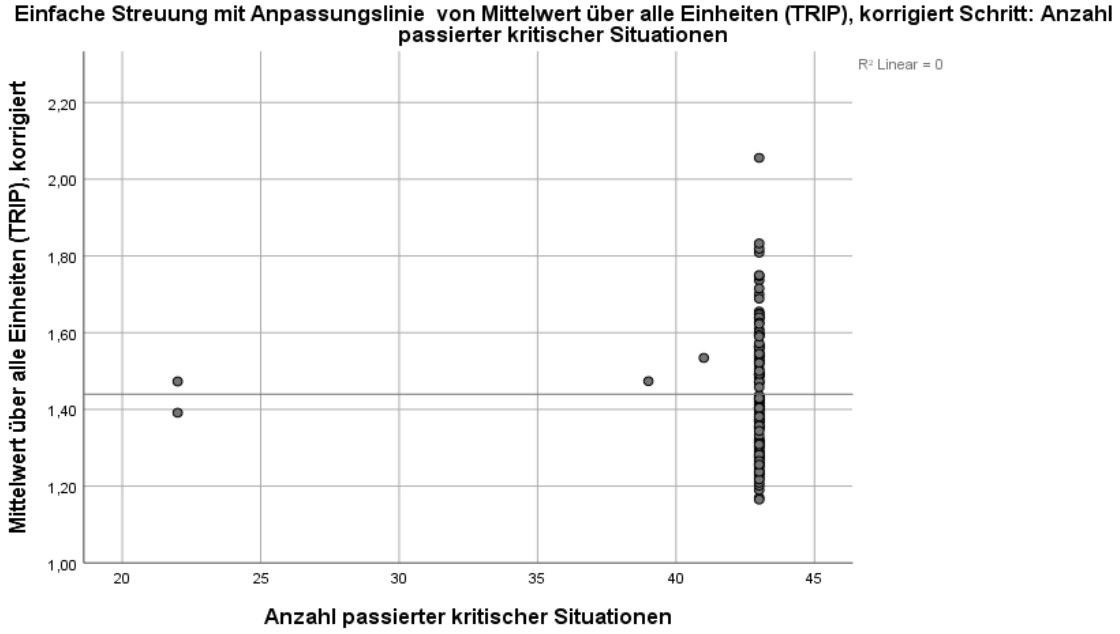



Bild 6-15: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=133, Messzeitpunkt 4)

Metaphorisch kann man sich diesen Prozess so vorstellen, dass die Regressionslinie um ihren Schnittpunkt mit der Gruppe, die bis zum Ende gefahren ist, solange nach oben oder unten gedreht wird, bis sie parallel zu X-Achse ist (d.h. eben $r = 0$; $R^2 = 0$) und dabei die an ihr haftenden Datenpunkte aller anderen nicht bis zum Ende gefahrenen Personen mitnimmt. Auch dieser Mittelwert ist angesichts der „Werte"-Skala von 1 bis 4 weiterhin relativ gut, d. h., dass diese Korrektur keinen substanziellen quantitativen Effekt hat.

Unbeschadet dieser Adjustierungen und ihrer beschriebenen Konsequenzen ist die Korrelation „ursprünglicher Risikoindex mit hochgerechnetem Risikoindex" praktisch 1, d. h. die Hochrechnung im Sinne einer Korrektur verändert die Ausprägungen des Risikoindexes nicht in der Form, dass sich die

relativen Positionen der Probandinnen und Probanden gravierend verschieben, und sie benachteiligt oder bevorteilt vor allem in keiner Weise diejenigen, welche bis zum Ende gefahren sind[12].

**Hochgerechneter Risikoindex mit Bezug auf die Längsschnitt-Stichprobe**

In diesem Abschnitt werden in aller Kürze zum einen die statistischen Kennwerte des „finalen" also „korrigierten" Risikoindex für die n = 260 Probandinnen und Probanden, die in die Längsschnitt-Stichprobe übernommen werden, über alle vier Messzeitpunkte aufgeführt (siehe Tabelle 6-8). Zum anderen wird auch hier auf der Metaebene der insgesamt 896 Messungen (also Summe von MP1 bis MP4 ohne längsschnittlich-strukturellen Aspekt) das arithmetische Mittel über die 20 TRIP-Einheiten berichtet.

Auch nach der Durchführung der Hochrechnung für alle vier Messzeitpunkte bleibt die in Kapitel 6.3.2 genannte Beobachtung richtig: Alle (hochgerechneten) TRIP-Mittelwerte der Probandinnen und Probanden sind auf der besseren Hälfte der Skala positioniert.

| | MP1 | MP2 | MP3 | MP4 |
|---|---|---|---|---|
| **Arithmetisches Mittel** | 1,42 | 1,44 | 1,44 | 1,44 |
| **Standardabweichung** | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |
| **Minimum** | 1,12 | 1,14 | 1,16 | 1,17 |
| **Maximum** | 1,98 | 2,15 | 2,00 | 2,06 |
| **Median** | 1,39 | 1,41 | 1,40 | 1,42 |
| **Modus** | 1,27 | 1,30 | 1,34 | 1,28 |
| **Anzahl Messungen** | **253** | **257** | **253** | **133** |

Tab. 6-8: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) – statistische Kennzahlen für die Längsschnitt-Stichprobe n=260 je Messzeitpunkt (MP)

Das zeigen auch die (nahezu) unveränderten Kennzahlen bzgl. der insgesamt in die Längsschnitt-Analyse aufgenommenen 896 Messungen: Das arithmetische Mittel - bei Minimum von 1,12 und Maximum 2,15 - ist für diesen Index 1,43, der Modus 1,34, die Standardabweichung 0,16. D. h. die Fahrsituation wird auch beim „hochgerechneten" Risikoindex von fast allen Probandinnen und Probanden mindestens in der Form gemeistert, dass die wesentlichen Erfordernisse erfüllt sind.

Diese Interpretation geht konform mit der inhaltlichen Bedeutung der TRIP-Beurteilungskategorien, wie sie von FIMM et al. (2015) beschrieben wird (s. auch Kapitel 6.2.3, Fahrsimulator). So bedeutet die Kategorie „gut" (1), dass „ein Fahrer aus Fahrlehrersicht wirklich alles richtig gemacht hat". Die Kategorie „ausreichend" (2) bedeutet: „Die Fahrsituation wurde ausreichend gemeistert, die wesentlichen Erfordernisse erfüllt" (FIMM et al., 2015). „Zweifelhaft" (3) bedeutet: „Es ist zwar alles gut gegangen, aber der Fahrer hat den Eindruck hinterlassen, nicht die gesamte Situation voll überblickt (oder gemeistert) zu haben" – also schon im kritischen Bereich. „Unzureichend" (4): Dem Fahrer sind in der jeweiligen Situation Fehler unterlaufen, hat „z. B. andere Verkehrsteilnehmer oder klare Verkehrsregelungen übersehen" oder „sogar kritische Situationen verursacht", bzw. „der Fahrlehrer hätte aktiv in das Fahrgeschehen eingreifen müssen".

Insgesamt fällt in der vorliegenden Stichprobe der Mittelwert des Risikoindexes angesichts der „Werte"-Skala von 1 bis 4 relativ gut aus, wie auch im folgenden Bild 6-16 deutlich wird, welches die Positionierung der 896 Mittelwerte (MP1 bis MP4) auf der „Werte"-Skala 1-4 zeigt. Sämtliche Mittelwerte bewegen sich ja - wie gesagt – im Bereich 1,12 bis 2,15. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass kritische Situationen (Wert 3) und Fehler (Wert 4) ja in die Mittelwertbildung eingehen, den Risikoindex also nach oben treiben, wie man sieht, allerdings in sehr moderater Weise. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass der Risikoindex, auch wenn eine Fahrerin oder ein Fahrer eine oder einige wenige Situationen

[12] Analog hierzu korrelieren auch die letztlich für die Längsschnitt-Analyse in diesem Bericht genutzten korrigierten Risikoindizes auf Basis von maximal 43 durchfahrenen kritischen Situationen mit den messzeitpunktspezifischen korrigierten Risikoindizes auf Basis von maximal 67 durchfahrenen kritischen Situationen praktisch mit 1 (vgl. Kapitel 6.4.1).

nur unzureichend bewältigt hat, im Mittel weiterhin gering ausfallen konnte, wenn diese Person in den anderen Situationen ein gutes und sicheres Fahrverhalten gezeigt hat. Wir kommen darauf im nächsten Kapitel 6.3.3 zurück.

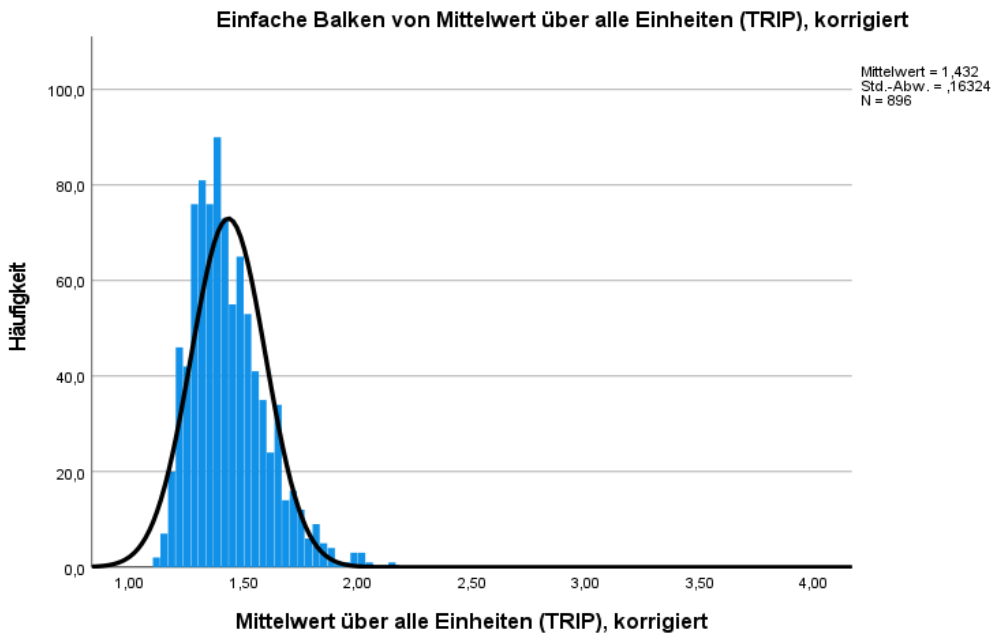



Bild 6-16: Verteilung der gewichteten TRIP-Mittelwerte für die der Längsschnitt-Stichprobe n=260 zugrundeliegenden 896 Messungen

### 6.3.3 EXKURS: Erhebliche Verstöße

Als Ergänzung zur Bewertung der Fahrkompetenz wurden im Laufe des Projekts 12 zusätzliche Auswertekategorien entsprechend dem TRIP-Protokoll erstellt, in denen erhebliche Verstöße erfasst und als Zielvariable II (ZV II) definiert worden sind. Die ZV II sei im folgenden Exkurs kurz beschrieben, obwohl - aus noch dazulegenden Gründen – diese Zielvariable II letztlich nur in Querschnittsanalysen von Erhebungswelle 1 und 2, bzw. entsprechenden strukturellen Vergleichen genutzt wurde. Auch wenn die – zum Zeitpunkt der Fahrt im Simulator gültige – StVO als Bemessungsgrundlage für Verstöße genutzt wurde, ist die Auswahl der zwölf Verstoßkategorien auf Basis der normativen Einschätzung eines Fahrlehrers erfolgt. Als erhebliche Verstöße wurden solche definiert, die zu einem sofortigen Eingreifen einer*s Fahrlehrer*in bei einer Fahrt im Realverkehr geführt hätten. Die notwendigen Anpassungen wurden in die automatisierte Auswertung der Fahrleistungen eingearbeitet. Dies wurde im Rahmen der Überprüfung der TRIP-Beurteilung durch einen Fahrlehrer validiert. Auf diese Weise wurde also eine zusätzliche Klassifikation der Bewertung der Fahrkompetenz ermöglicht: Während einzelne erhebliche Verstöße (wie beispielsweise das einmalige Überfahren eines Stoppschildes) aufgrund der Durchschnittsbildung der einzelnen TRIP-Dimensionen möglicherweise nur unzureichend abgebildet würden, würde die Auswertung speziell der erheblichen Verstöße eine weitergehende Beurteilung der Fahrkompetenz ermöglichen, so die Ausgangserwägung.

In der folgenden Tabelle 6-9 sind die 12 TRIP-Verstoßkategorien für die Zielvariable II (ZV II): Erhebliche Verstöße (von Stoppschildbeachtung bis Spurhaltung) dargestellt. Diese Tabelle stammt aus dem Bericht von KARTHAUS et. al. (2023), welcher Querschnittsanalysen der ersten Erhebungsphase (2019/2020) der Studie DoBoLSiS vorstellt. Wesentlicher Bestandteil des Berichts ist dafür eben die Definition und Operationalisierung der beiden Zielvariablen, die zum einen auf der Basis einzelner Fahrleistungsparameter in Analogie zum TRIP-Protokoll und zum anderen auf der Anzahl der Verstöße basieren, die von den Probanden und Probandinnen während der Simulatorfahrt begangen werden.

Die Zielvariable I (ZV I), der TRIP-Risikoindex ist nicht nur in dem genannten Bericht, sondern auch in den vorangehenden Passagen dieses Berichtes detailliert beschrieben worden. Die Zielvariable II (ZV II): Anzahl erheblicher Verstöße wird in diesem Exkurs - wie gesagt - nur kurz beschrieben. Eine detaillierte Darstellung findet sich in KARTHAUS et al. (2023, Kapitel 7.2, S. 30-43).

| **Verhalten** | **Definition** | **TRIP-Dimension** | **Verstoß** |
|---|---|---|---|
| 1: Stoppschildbeachtung | Tempo ≥ 15 km/h | 1 Links abbiegen, 2 Verhalten an komplexen Kreuzungen,<br>11 Vorfahrtsregeln | Stoppschildmissachtung |
| 2: Ampelbeachtung | Trotz roter Ampel nicht angehalten | 2 Verhalten an komplexen Kreuzungen,<br>11 Vorfahrtsregeln | Rotlichtverstoß |
| 3: Lateraler Abstand zum Hindernis (außerstädtisch) | ≤ 0,5 m | 3 Fahrstreifenwechsel | Gefährdung bei Vorbeifahrt an Hindernis |
| 4: Lateraler Abstand zum Hindernis (innerstädtisch) | ≤ 0,1 m | 3 Fahrstreifenwechsel | Gefährdung bei Vorbeifahrt an Hindernis |
| 5: Tempoanpassung | ≤ 40 km/h | 4 Anpassung an Verkehrsfluss | unangepasste Geschwindigkeit beim Auffahren auf Autobahn |
| 6: Mindestgeschwindigkeit | ≥ 40 km/h | 4 Anpassung an Verkehrsfluss | unangepasste Geschwindigkeit (generell) |
| 7: Tempoeinhaltung innerorts (gemessen 50 m nach Schild) | > 30 km/h[13] | 5 Reaktionen auf Verkehrssignale | Überschreitung der Höchstgeschwindigkeit |
| 8: Tempoeinhaltung außerorts (gemessen 100 m nach Schild) | > 30 km/h[14] | 5 Reaktionen auf Verkehrssignale | Überschreitung der Höchstgeschwindigkeit |
| 9: Lateraler Abstand zum Überholten | ≤ 0,5 m | 7 Abstand zum Vordermann | Unterschreitung des lateralen Abstands beim Überholen |
| 10: Distanz zum Überholten beim Ausscheren | ≤ Tempo /20[15] | 7 Abstand zum Vordermann | Unterschreitung der Distanz beim Ausscheren |
| 11: Distanz zum Überholten beim Wiedereinscheren | ≤ Tempo /20[16] | 7 Abstand zum Vordermann | Unterschreitung der Distanz beim Einscheren |
| 12: Spurhaltung | Zurücksetzung | | Abkommen von der Fahrbahn |

Tab. 6-9: TRIP-Kategorien für zwölf erhebliche Verstöße

Die Gesamtzahl der erheblichen Verstöße auf der im Fahrsimulator gefahrenen Strecke – also diese Zielvariable II – diente in den bisherigen Berichtslegungen (KARTHAUS et al., 2023) v.a. dem Gruppenvergleich „Kein Verstoß“ vs. „Ein oder mehrere Verstöße“. Die „Berechnung“ bzw. Definition dieser Zielvariable II erfolgt (auch hier) in zwei Schritten:

[13] Diese Grenze unterscheidet sich von der TRIP-Bewertung, bei der der Wert 4 bereits bei einer Abweichung von > 15 km/h vergeben wird; siehe Tabelle 6-4.

[14] Dto.

[15] Diese Grenze unterscheidet sich von der TRIP-Bewertung, bei der der Wert 4 bereits bei einer Unterschreitung der Distanz von ≤ Tempo /8 vergeben wird; siehe Tabelle 6-4.

[16] Dto.

1. Dichotomisierung „Verstoß vs. kein Verstoß“ jeweils auf Ebene der 12 TRIP-Verstoßkategorien.

2. Ermittlung der Anzahl der Verstöße über die 12 TRIP-Verstoßkategorien hinweg, die dann aber (auch bei mehreren Verstößen) wieder zu einer Dichotomisierung „Verstoß vs. Kein Verstoß“ (V1 vs. V0) führt.

Letzteres erschien gerechtfertigt, wenn man die Verteilung der Verstöße betrachtet. So ergibt sich über die beiden ersten Erhebungswellen (MP1 und MP2) für diese Längsschnittstichprobe von n = 292, dass:

- 74,0 % der Probanden und Probandinnen keinen Verstoß im Fahrsimulator begangen haben (n = 216) – V0
- 26,0 % aller Probanden und Probandinnen jedoch mindestens einen Verstoß begangen haben (n = 76) – V1

Diese Dichotomisierung (V0 vs. V1) ist auch unter dem Aspekt tolerabel, dass von diesen jeweils 76 Personen nur 14 (MP1) bzw. acht (MP2) Personen zwei Verstöße haben. Dass es bei beiden Messzeiten 76 Personen sind, bedeutet nicht, dass es sich um dieselben Probandinnen und Probanden handelt.

In den beiden folgenden Tabellen werden erst einmal querschnittlich, also pro Welle (1 bis 4), die Anzahl der Verstöße (Tabelle 6-10) und die Verstöße in dichotomer (V0, V1) Form (Tabelle 6-11) gezeigt. Basis für diese Betrachtung ist allerdings – dies sei betont – die in die Längsschnitt-Stichprobe (n = 260) eingehenden Messungen.

| | | Anzahl Verstöße (Total) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kein Verstoß | | Ein Verstoß | | Zwei Verstöße | | Drei Verstöße | | Keine Angabe | | Gesamt | |
| | | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) |
| Welle | 1 | **192** | **75,9%** | **50** | **19,8%** | **11** | **4,3%** | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | **253** | 100,0% |
| | 2 | **185** | **72,0%** | **63** | **24,5%** | **9** | **3,5%** | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | **257** | 100,0% |
| | 3 | **194** | **76,7%** | **52** | **20,6%** | **6** | **2,4%** | **1** | **0,4%** | 0 | 0,0% | **253** | 100,0% |
| | 4 | **101** | **75,9%** | **28** | **21,1%** | **4** | **3,0%** | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | **133** | 100,0% |

Tab. 6-10: Anzahl der Verstöße für alle 4 Wellen

| | | Anzahl Verstöße (Total), dichotomisiert | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kein Verstoß | | Mindestens ein Verstoß | | Keine Angabe | | Gesamt | |
| | | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) | Anzahl | Anzahl als Zeilen (%) |
| Welle | 1 | **192** | **75,9%** | **61** | **24,1%** | **0** | 0,0% | **253** | 100,0% |
| | 2 | **185** | **72,0%** | **72** | **28,0%** | **0** | 0,0% | **257** | 100,0% |
| | 3 | **194** | **76,7%** | **59** | **23,3%** | **0** | 0,0% | **253** | 100,0% |
| | 4 | **101** | **75,9%** | **32** | **24,1%** | **0** | 0,0% | **133** | 100,0% |

Die Proportionen „Kein Verstoß“ vs. „Ein Verstoß oder mehrere Verstöße“ unterscheiden sich nicht zwischen den Wellen (Chi-Quadrat = 1,7966 n.s.)

Tab. 6-11: Verstöße dichotomisiert für alle 4 Wellen

Wie angedeutet, gibt es natürlich einen Zusammenhang zwischen „Zielvariable I /ZV I: Risikoindex“ und „ZV II: Verstöße“, denn es wird ja ein Wert 3 oder gar 4 im TRIP-Protokoll vergeben, sobald ein Fehler oder ein Verstoß vorliegt, sodass der über die TRIP-Einheiten gebildete (Mittel-)Wert des Risikoindexes zwangsläufig steigt. Diese Verknüpfung ist allerdings nicht so eineindeutig, denn es gibt natürlich auch Fahrer und Fahrerinnen, die mittelmäßig bis an die untere Grenze fahren (= ein schlechter Wert), aber keinen Verstoß begehen. Umgekehrt gibt es durchaus Personen, die wirklich sehr gut fahren und dann z. B. ein Stoppschild überfahren – und diese (eine) daraus folgende Bewertung (3 oder gar 4) verschlechtert den ansonsten exzellenten Risikoindex wenn auch nur unwesentlich. In diesem Kontext sei auf den Bericht von KARTHAUS et. al. (2023) verwiesen, in welchem sich – bezogen auf die Stichprobe des ersten Messzeitpunktes – Analysen zum Zusammenhang zwischen Risikoindex (ZV I) und erheblichen Verstößen (ZV II) finden, z. B. mittels logistischer Regressionsanalyse (ebd., Seite 43 f.). Die „Verstöße“ sind nicht zuletzt deswegen als zusätzliche Variable (neben dem Risikoindex) generiert worden, um solche Aspekte zu berücksichtigen, die ansonsten in der Durchschnittsbildung „untergehen“. Die Auswertung der erheblichen Verstöße könnte somit eine weitergehende Beurteilung der Fahrkompetenz ermöglichen. Man kann den Risikoindex als Personenmerkmal betrachten, über dessen Stabilität oder Veränderung der Längsschnitt informiert, während Verstöße als stärker abhängig von der Situation gesehen werden können. Beide Zielvariablen bilden also verschiedene Aspekte und Facetten der Fahrkompetenz ab.

Nicht zuletzt deswegen folgende Frage:

**Wie kann man ZV II längsschnittlich behandeln?**

Dazu einige Überlegungen, die mit der Frage beginnen: Wie viele Probandinnen und Probanden haben, wenn sie denn 4mal untersucht wurden (also n =116) über diese 4 Messungen welche Verstoßmuster / Patterns / Sequenzen, von denen es ja über diese 4 Messungen hinweg selbst bei Dichotomisierung der Verstöße (kein Verstoß/V0 vs. mind. ein Verstoß/V1) prinzipiell 16 gibt, nämlich

- 0000 = nie ein Verstoß (0 = V0 = kein Verstoß)
- 1000, 0100, 0010, 0001 = einmal über die Zeit (mind.) ein Verstoß (1 = V1)
- 1100, 0110, 0011, 0101, 1001, 1010 = zweimal V1
- 1110, 0111, 1101, 1011= dreimal V1
- 1111 = viermal V1, d.h. in jeder Erhebungswelle (mind.) ein Verstoß

In der Tabelle 6-12 sind für alle 16 über die 4 Wellen der Messung hinweg möglichen Verstoßsequenzen die Häufigkeiten aufgeführt.

| Verstoß-Muster | Häufigkeit |
|---|---|
| 0 / 0 / 0 / 0 | 46 |
| 1 / 0 / 0 / 0 | 15 |
| 0 / 1 / 0 / 0 | 10 |
| 0 / 0 / 1 / 0 | 7 |
| 0 / 0 / 0 / 1 | 8 |
| 1 / 1 / 0 / 0 | 2 |
| 1 / 0 / 1 / 0 | 2 |
| 1 / 0 / 0 / 1 | 2 |
| 0 / 1 / 1 / 0 | 4 |
| 0 / 1 / 0 / 1 | 4 |
| 0 / 0 / 1 / 1 | 1 |
| 1 / 1 / 1 / 0 | 1 |
| 1 / 1 / 0 / 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| 1 / 0 / 1 / 1 | 2 |
| 0 / 1 / 1 / 1 | 6 |
| 1 / 1 / 1 / 1 | 4 |
| | 116 |

Tab 6-12: Häufigkeiten der 16 Verstoß-Muster (0= kein Verstoß; 1 = mind. ein Verstoß) für die 116 Probanden und Probandinnen, die 4mal im Fahrsimulator gefahren sind.

Bei 3 Messungen - also für n =144 - kann es über diese 3 Messungen hinweg 8 Muster geben, die strukturell und von der verbalen Beschreibung her analog zu den 4 Messungen zu betrachten sind:

- 000
- 100, 010, 001
- 110, 011, 101,
- 111

Erwähnenswert allerdings ist, dass 130 dieser 144 Probandinnen und Probanden zur 4. Erhebungswelle nicht mehr erschienen also nicht gefahren sind, so dass deren Verstoßsequenzen „nur“ auf den Messungen der Wellen 1 bis 3 beruhen. Die anderen 14 Probandinnen und Probanden sind mit der „Vorbelastung“ gekommen, dass sie bei den 3 vorangehenden Wellen einmal nicht ausreichend gefahren sind, um verwertbaren Ergebnisse zu generieren. Dies ist ihnen allerdings bei der vierten Erhebung gelungen – und sei es mit Ausgang Verstoß oder kein Verstoß.

In der Tabelle 6-13 sind für alle 8 bei drei Messungen hinweg möglichen Verstoßsequenzen die Häufigkeiten aufgeführt.

| Verstoß-Muster | Häufigkeit |
|---|---|
| 0 / 0 / 0 | 71 |
| 1 / 0 / 0 | 4 |
| 0 / 1 / 0 | 15 |
| 0 / 0 / 1 | 24 |
| 1 / 1 / 0 | 6 |
| 1 / 0 / 1 | 4 |
| 0 / 1 / 1 | 9 |
| 1 / 1 / 1 | 11 |
| | 144 |

Tab 6-13: Häufigkeiten der 8 Verstoß-Muster (0= kein Verstoß; 1 = mind. ein Verstoß) der 144 Pbn, die 3mal im Fahrsimulator verwertbare Daten geliefert haben.

Auch und gerade im Kontext der Betrachtung von Verstößen muss die zeitliche Struktur der vier DoBoLSiS-Erhebungswellen in Erinnerung gerufen werden. So reichte der Messzeitraum für die erste Welle von 2017 bis 2019 – also bis in den Messzeitraum der zweiten Welle – und schon die erste Wiederholungsmessung erfolgte nicht bei allen Personen im gleichen Zeitabstand. Dieses zeitliche Strukturproblem hat sich für die Wiederholungsmessungen MP3 und MP4 – nicht zuletzt wegen der pandemiebedingten Unterbrechungen der Datenerhebung – geradezu verfestigt. Für die quantitativen Variablen lässt sich mit dem Problem unterschiedlich häufiger, nicht äquidistanter Wiederholungsmessungen umgehen (siehe Kapitel 6.4.3). Wenn man sich nun verdeutlicht, dass zwischen den V0/V1-Elementen der Verstoßsequenzen inter- und intraindividuell erhebliche Heterogenität bzgl. der zeitlichen Positionierung liegt, drängt sich die Frage auf, wie man dies bei der Analyse und Interpretation der Verstoßsequenzen als Zielvariable berücksichtigen kann.

ZV II ist im Unterschied zu ZV I, dem TRIP-Risikoindex, kein quantitatives Merkmal, so dass hier nicht über die Altersquartale von Altersquartal 0 bis maximal auf Altersquartal 58 hochgerechnet werden

kann. Es handelt sich um zahlreiche Verlaufsmuster, die zudem auf geringen Verstoßzahlen (pro Welle um die 25 %) basieren, so dass auch keinerlei Wahrscheinlichkeitsaussagen getroffen werden könnten, um z. B. von 3 auf 4 Messungen zu prädizieren. Hier ist also schon allein aus „technischen“ Gründen leider keine simultane Längsschnitt-Analyse für n= 260 möglich. Darüber hinaus stellt sich die qualitative inhaltliche Frage, welcher Verlauf denn längsschnittlich unter Fahrkompetenzaspekt interessant wäre. Nun, vielleicht stabile Muster und/oder – im Sinne einer Guttman-Skala – monotone Verläufe? Was aber geschieht dann mit den Mustern, welche diesen Kriterien nicht genügen?

Abgesehen von der beschriebenen Unmöglichkeit der längsschnittlichen Analyse der Verstoßmuster erbrachte die Aufnahme der ZV II in zahlreiche Querschnittsanalysen keinen erkennbaren Mehrwert (KARTHAUS et al., S. 44 f.), so dass eine weitere Berücksichtigung der ZV II im Rahmen der längsschnittlichen Analyse nicht erfolgt.

## 6.4 Ergebnisse

In diesem Kapitel wird längsschnittlich der Fragestellung nachgegangen, wie sich das Fahrverhalten, die Fahrtüchtigkeit, die Fahrkompetenz, – operationalisiert auf der Basis von Fahrsimulationsdaten – über die Untersuchungszeit, im Alternsprozess im Kontext welcher Bedingungen in welcher Form darstellt. Fahrkompetenz wird hier definiert und operationalisiert durch den TRIP-Mittelwert über Dimensionen im TRIP-Protokoll auf Ebene der Verhaltensvariablen (siehe dazu das vorangehende Kapitel 6.3). Diese Zielvariable I (ZV I) kann auch als Risikoindex (RI) bzgl. des Fahrverhaltens interpretiert werden.

Nicht von allen zur Teilnahme erschienenen Personen (483 Personen (MP1), 345 Personen (MP2), 291 Personen (MP3)[17], 139 Personen (MP4)) konnten in allen Bereichen (für alle Erhebungsinstrumente) Daten erhoben werden. So führte gleich zu Beginn bei der ca. 15-minütigen Probefahrt im Fahrsimulator vor allem „Simulator Sickness“ zu einer unmittelbaren Reduktion der Stichprobe für den Fahrsimulator und somit für den TRIP-Bereich (71 Personen (MP1), 23 Personen (MP2), 24 Personen (MP3), 3 Personen (MP4)), die ohne Fahrt im Fahrsimulator zur Beantwortung der Fragestellung der Studie nicht mehr in Betracht kommen. Im ersten Schritt zur Beantwortung der Frage, welche Probandinnen und Probanden der Ursprungsstichproben hinreichende Informationen liefern, reduziert sich die Stichprobe also um Personen, welche im Fahrsimulator nicht gefahren sind (Ausfall von ca. 15 % aller Teilnehmenden (MP1), von ca. 7 % aller Teilnehmenden (MP2), von ca. 8 % aller Teilnehmenden (MP3), von ca. 2 % aller Teilnehmenden (MP4)). Jedoch auch nicht von allen Probandinnen und Probanden (412 Personen (MP1), 322 Personen (MP2), 267 Personen (MP3), 136 Personen (MP4)), welche – nach der Probefahrt – im Fahrsimulator gefahren sind, liegen hinreichende Daten vor.

### 6.4.1 Stichprobenstruktur nach gefahrener Strecke im Fahrsimulator

An dieser Stelle sei noch einmal an die Fahrstrecke erinnert, die aus einer ersten Landstraßenpassage, einem Autobahnabschnitt, einer zweiten Landstraßenpassage sowie einer Fahrt durch innerstädtisches Gebiet führt, wobei zu Beginn eine Pause vorgesehen ist. Diese Fahrstrecke sollte von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern vollständig durchfahren werden, ein vorheriger optionaler Ausstieg wurde explizit nicht angeboten. Im Rahmen der ersten drei Messzeitpunkte hatten die Probandinnen und Probanden die Möglichkeit – nach einer zweiten Pause – eine zusätzliche Strecke in der Stadt zu absolvieren. Dieses freiwillige Angebot wurde im Rahmen der vierten Erhebungswelle nicht fortgesetzt, u. a. aufgrund der strengeren Corona-Regeln und der damit verbundenen aufwendigeren Reinigung der Versuchsanordnung.

Gemäß der Einteilung der gefahrenen Strecke im Fahrsimulator in fünf Phasen ergeben sich - definiert über die Anzahl der durchfahrenen Phasen - für die Gesamtstichprobe (disjunkte) Substichproben, die

[17] Die Differenz zwischen Fallzahlen ergibt sich aus solchen Teilnehmerinnen und Teilnehmer des ersten Messzeitpunktes, welche zu ihrer zweiten und / oder dritten und / oder vierten Messung – aus personenspezifischen Gründen – nicht erschienen sind. Beim vierten Messzeitpunkt spielen auch projektspezifische Gründe eine Rolle, da aufgrund der Projektlaufzeit nicht alle potenziellen Teilnehmerinnen und Teilnehmer erneut eingeladen werden konnten.

entsprechend kodiert sind (vgl. Tab. 6-14). Innerhalb dieser fünf Phasen sind insgesamt 43 sog. kritische Situationen definiert, wie z. B. Linksabbiegen, Autobahnauffahrt, Autobahn-Wanderbaustelle, Kreisverkehr, Rechts vor Links, Fußgängerüberweg, verengte Fahrspur, wartender Bus, abknickende Vorfahrtsstraße, Schild: Achtung Kinder, Stoppschild.

Die Probanden und Probandinnen der Gruppe 1/1/1/1/1 (316 Personen (MP1), 280 Personen (MP2), 243 Personen (MP3), 129 Personen (MP4)) haben ihre Fahrt nach der zweiten Pause in der Stadt beendet und demnach alle fünf Phasen des Fahrversuchs im Simulator – wenn auch bzgl. Phase fünf in unterschiedlichem Umfang – durchlaufen. Die restlichen Probandinnen und Probanden (96 Personen (MP1), 42 Personen (MP2), 24 Personen (MP3), 7 Personen (MP4)), welche zur Fahrt im Fahrsimulator angetreten sind, haben die Fahrt allerdings früher (z. B. 1/0/0/0/0, d. h. während der ersten Landstraßenpassage oder später 1/1/1/1/0, d. h. nach der ersten Pause in der Stadt) beendet.

| | **MP1** | **MP2** | **MP3** | **MP4** |
|---|---|---|---|---|
| **Fünf Phasen des Fahrversuches** | | | | |
| **Keine Fahrt (0/0/0/0/0)** | n=71 | n=23 | n=24 | n=3 |
| **Ende der Fahrt auf 1. Landstraße (1/0/0/0/0)** | n=2 | n=0 | n=0 | n=0 |
| **Ende der Fahrt auf Autobahn (1/1/0/0/0)** | n=12 | n=7 | n=1 | n=1 |
| **Ende der Fahrt auf 2. Landstraße (1/1/1/0/0)** | n=21 | n=6 | n=6 | n=2 |
| **Ende der Fahrt in der Stadt, nach der 1. Pause (1/1/1/1/0)** | **n=61** | **n=29** | **n=17** | **n=4** |
| **Ende der Fahrt in der Stadt, bis zur / nach der 2. Pause (1/1/1/1/1)** | **n=316** | **n=280** | **n=243** | **n=129** |

Tab. 6-14: Fallzahl Probanden und Probandinnen (n) je gefahrener Strecke im Fahrsimulator, getrennt nach Messzeitpunkt (MP)

Das entscheidende Kriterium für die Bestimmung der Stichprobe ist nun aber kein quantitativ-statistisches, sondern ein inhaltliches. Ca. 2/3 aller kritischen Situationen finden sich innerhalb der Stadt, für die beim vierten Messzeitpunkt maximal zu durchfahrende Strecke lässt sich dies immerhin noch für etwa die Hälfte aller kritischen Situationen festhalten. Das bedeutet jeweils, es muss also auch in der Stadt gefahren worden sein, damit eine aussagekräftige Anzahl auch an solchen kritischen Situationen passiert worden ist. Für die folgenden Analysen (Kapitel 6.3) müssen vergleichbare Aufgaben und Anforderungen für alle Probanden und Probandinnen, die in diese Studie aufgenommen werden, vorliegen, d. h. die Stichprobendefinition muss inhaltliche Kriterien explizit berücksichtigen. Nach diesen Kriterien sind die Gruppen 1/0/0/0/0 bis 1/1/1/0/0 definitiv für die Stichprobe zur Bearbeitung unserer Fragestellung nicht geeignet, sind diese Personen (35 Personen (MP1), 13 Personen (MP2), 7 Personen (MP3), 3 Personen (MP4)) doch lediglich Autobahn und Landstraße mit 20 kritischen Situationen, nicht jedoch in der Stadt gefahren. Die Stichprobe, welche letztlich für querschnittliche Analysen der einzelnen Messzeitpunkte „nur“ genutzt werden kann, reduziert sich entsprechend auf solche Probanden und Probandinnen der beiden Gruppen mit Stadtelementen (**1/1/1/1/0 bzw. 1/1/1/1/1**, vgl. Tab. 6-14) – dies sind für Messzeitpunkt 1 n = 377 Personen (1/1/1/1/0 – n = 61 bzw. 1/1/1/1/1 – n = 316), für Messzeitpunkt 2 n = 309 Personen (1/1/1/1/0 – n = 29 bzw. 1/1/1/1/1 – n = 280), für Messzeitpunkt 3 n = 260 Personen (1/1/1/1/0 – n = 17 bzw. 1/1/1/1/1 – n = 243) und für Messzeitpunkt 4 n = 133 Personen (1/1/1/1/0 – n = 4 bzw. 1/1/1/1/1 – n = 129).

- Die Probanden und Probandinnen der Gruppen 1/1/1/1/0 (61 Personen (MP1), 29 Personen (MP2), 17 Personen (MP3), 4 Personen (MP4)) sind nach der ersten Pause weitergefahren, haben aber vor der zweiten Pause aufgehört, dennoch mit hinreichenden Stadtelementen. Die Anzahl der durchfahrenen Situationen variiert für diese Gruppe zwischen mindestens 21 und maximal 42.
- Von den Personen (316 Personen (MP1), 280 Personen (MP2), 243 Personen (MP3), 129 Personen (MP4)), die bis zur 2. Pause (Situation 43) gefahren sind (1/1/1/1/1), hat bei den ersten drei Messzeitpunkten jeweils die Mehrheit (180 Personen (MP1), 177 Personen (MP2), 172 Personen (MP3)) dann aber auch mit der 2. Pause aufgehört, welche als erstrebenswertes bzw. obligatorisches Ziel der Simulationsfahrt deklariert war, d.h. all diese Personen haben 43 kritische Situationen durchfahren. Für die an der vierten Erhebungswelle teilnehmenden Personen endete die Fahrt an diesem Punkt erzwungenermaßen.
- Bei den ersten drei Messzeitpunkten sind einige Personen (136 Personen (MP1), 103 Personen (MP2), 71 Personen (MP3)) nach der zweiten Pause – dies war den Probanden und Probandinnen freigestellt – also ab Situation 44 freiwillig weitergefahren,
- der Großteil davon (127 Personen (MP1), 100 Personen (MP2), 70 Personen (MP3)) bis zum Ende der Fahrsimulatorstrecke = Endstation: Situation 67, d. h. nur wenige Personen (9 Personen (MP1), 3 Personen (MP2), 1 Person (MP3)) haben vorher „unterwegs“ im Bereich Situationen 44 bis 64 aufgehört.

Die Strecke, die von dieser Stichprobe durchfahren worden ist, kann also „inhaltlich“ dadurch charakterisiert werden, wie viele kritische Situationen in welcher der fünf Phasen passiert worden sind und zum anderen aber auch rein quantitativ, wie viele Kilometer gefahren worden sind.

Um für alle vier Messzeitpunkte vergleichbare Messungen hinsichtlich der zurückgelegten Fahrstrecke in Kilometern und den passierten kritischen Situationen zu nutzen, wurden die Messungen der ersten drei Erhebungswellen dahingehend aufbereitet, dass die Daten der freiwillig absolvierten zusätzlichen Fahrt im Fahrsimulator (ab inkl. Situation 44) nicht weiter für die Längsschnitt-Analysen einbezogen werden – so wurden die Auswertung der Fahrten im Fahrsimulator für alle vier Erhebungswellen homogenisiert. Dies zeigt auch Tabelle 6-15, welche zusammengefasst über die wesentlichen Charakteristika je Erhebungswelle mit der Basis von maximal 43 zu durchfahrenen Situationen Auskunft gibt:

| | **MP1** | **MP2** | **MP3** | **MP4** |
|---|---|---|---|---|
| **Anzahl passierter kritischer Situationen:** | | | | |
| **Arithmetisches Mittel** | 41,3 | 41,6 | 42,2 | 42,6 |
| **Standardabweichung** | 4,9 | 4,9 | 3,9 | 2,6 |
| **Minimum** | 21 | 22 | 22 | 22 |
| **Maximum** | 43 | 43 | 43 | 43 |
| **Median** | 43 | 43 | 43 | 43 |
| **Modus** | 43 | 43 | 43 | 43 |
| **Anzahl zurückgelegter Kilometer:** | | | | |
| **Arithmetisches Mittel** | 31,2 | 31,3 | 31,4 | 31,4 |
| **Standardabweichung** | ,9 | ,9 | ,7 | ,5 |
| **Minimum** | 27 | 27 | 28 | 28 |
| **Maximum** | 32 | 32 | 32 | 32 |
| **Median** | 32 | 32 | 32 | 32 |
| **Modus** | 32 | 32 | 32 | 32 |

Tab. 6-15: Statistische Kennwerte zur Anzahl passierter kritischer Situationen und Anzahl zurückgelegter Kilometer für die Stichproben 1/1/1/1/0 und 1/1/1/1/1 je Messzeitpunkt (MP)

Wenn man die aus den geschilderten Erwägungen ausgeschlossenen Personen (1/0/0/0/0 bis zur Gruppe 1/1/1/0/0; 35 Personen (MP1), 13 Personen (MP2), 7 Personen (MP3), 3 Personen (MP4)) in eine solche Berechnung mit hinein nähme, läge keine Linearität zwischen gefahrener Strecke in km und Anzahl der passierten kritischen Situationen vor, denn am Anfang der Strecke im Fahrsimulator gibt es diese Verknüpfung zwischen Anzahl der Kilometer und Anzahl der passierten kritischen Situationen nicht, ganz abgesehen davon – um es noch einmal zu betonen, weil dies unser auschlaggebendes Kriterium ist, dass diese wenigen kritischen Situationen ja nicht in der Stadt lokalisiert sind.

Jede dieser beiden Variablen „Gefahrene Kilometer“ und „Anzahl durchfahrener kritischer Situationen“ könnte äquivalent für weitere statistische Analysen herangezogen werden, sei es als Kovariate, sei es zur Gewichtung. Präferiert wird die Nutzung der Variablen „Anzahl durchfahrener kritischer Situationen“ als interpretatorisch gehaltvolleres Kriterium im Vergleich zur rein quantitativen Variablen „Gefahrene Kilometer“.

Zur Beantwortung der Frage, welche Probanden und Probandinnen in die ersten längsschnittlichen Analysen bzgl. aller vier Messzeitpunkte einbezogen werden, wurden erneut die o. g. Kriterien zur „Mindestfahrstrecke“ herangezogen, d. h: Alle 260 Teilnehmerinnen und Teilnehmer an DoBoLSiS, die zumindest bei drei der vier Messungen – mindestens nach der ersten Pause – weitergefahren sind (ergo Zugehörige der Gruppen 1/1/1/1/0 und 1/1/1/1/1), sind Teil des finalen Längsschnittes.

Bild 6-17 zeigt die n = 260 Probandinnen und Probanden, welche allen vier oder an mindestens drei der vier Messzeitpunkten jeweils eine ausreichende Fahrstrecke im Fahrsimulator zurückgelegt haben: In der Mitte des Venn-Diagrammes, die Teilmenge ist mit 1/1/1/1 sowie 1/1/1/0, 1/1/0/1, 1/0/1/1 und 0/1/1/1 gekennzeichnet (in grüner Schrift). Die Ziffern 0 und 1 haben im Kontext dieses Diagrammes jedoch eine, im Vergleich zur Mehrheit des sonstigen Berichtes, abweichende Bedeutung: Die Ziffer 1 kennzeichnet, dass eine Person beim jeweiligen Messzeitpunkt eine Strecke im Fahrsimulator gefahren ist, die für eine Auswertung zulässt, die Ziffer 0 steht entsprechend für eine zu kurze Fahrt und somit fehlende Basis für die Aufnahme in die quer- und längsschnittlichen Analysen. An allen vier Messzeitpunkten ausreichend gefahren sind dementsprechend 116 Personen (1/1/1/1). Weiterhin werden solche 144 Personen in die Längsschnitt-Analysen inkludiert, welche an drei der vier Messzeitpunkten ausreichend Strecke zurückgelegt haben (1/1/1/0: n = 127 Personen; 1/1/0/1: n = 7 Personen; 1/0/1/1: n = 3 Personen und 0/1/1/1: n = 7 Personen). Von den restlichen insgesamt 223 Personen sind 50 Personen bei nur 2 von 4 Messungen ausreichend gefahren, weitere 84 Personen haben allein bei einer von vier Messungen die für die Einbeziehung in die Analysen ausreichende Strecke absolviert (jeweils in roter Schrift). 89 Personen haben an keiner der vier Messungen in benötigtem Umfang teilgenommen: Die entsprechende Kodierung 0/0/0/0 taucht in dem folgenden Venn-Diagramm nicht explizit auf.

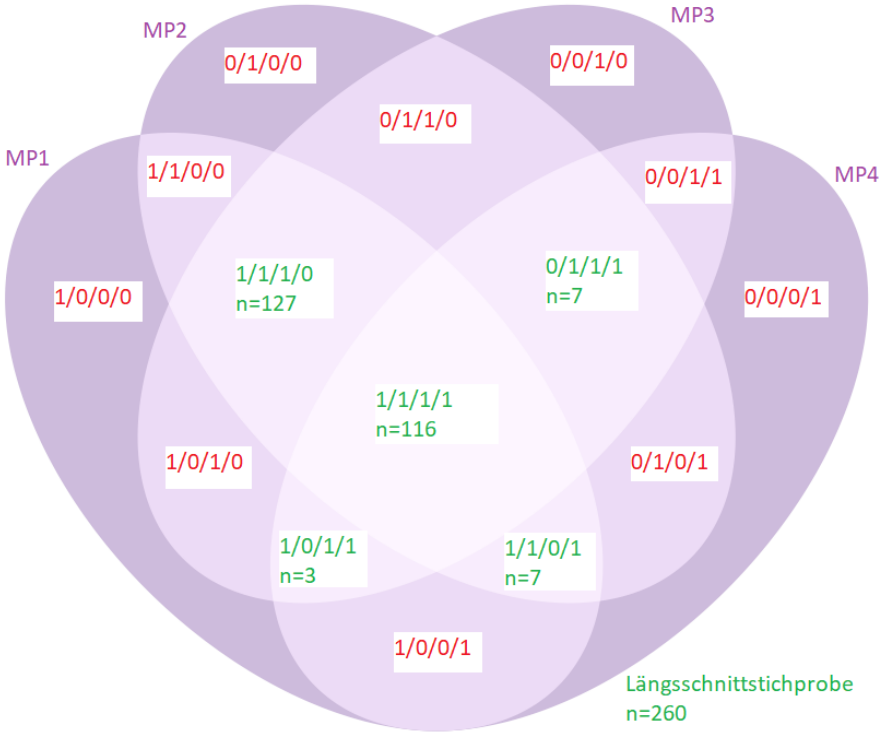



Bild 6-17: Teilmengen der Probandinnen und Probanden nach ausreichender (1) vs. nicht ausreichender (0) Fahrstrecke im Fahrsimulator im Längsschnitt / an den vier Messzeitpunkten (Venn-Diagramm)

Anhand Bild 6-17 lassen sich für die Längsschnittstichprobe n = 260 Probandinnen und Probanden gut die jeweiligen Stichprobengrößen für Messzeitpunkt 1 bis 4 ablesen. Wie zuvor bereits beschrieben, besteht die Längsschnittstichprobe n = 260 aus den fünf inneren Teilmengen im Venn-Diagramm, also solche Teilmengen, deren Kennung mindestens drei Mal die „1“ beinhaltet. Von diesen n = 260 Probandinnen und Probanden haben jedoch nicht alle auch an allen vier Messzeitpunkten (in ausreichendem Umfang) teilgenommen. Die Anzahl der Probandinnen und Probanden der Längsschnittstichprobe, welche an den jeweiligen vier Messzeitpunkten ausreichend Strecke im Fahrsimulator zurückgelegt haben, lassen sich durch einfache Addition von jeweils vier der fünf inneren Teilmengen ablesen. Für den Messzeitpunkt 1 sind dies beispielsweise die vier Teilmengen 1/1/1/1 (n = 116), 1/1/1/0 (n = 127), 1/1/0/1 (n = 7) und 1/0/1/1 (n = 3) – die Teilmenge 0/1/1/1 (n = 7) darf nicht addiert werden, da diese sieben Probandinnen und Probanden der n = 260 Längsschnitt-Stichprobe bei Messzeitpunkt 1 nicht genügend Strecke im Fahrsimulator zurückgelegt haben. Analog können auch die Stichprobengrößen für Messzeitpunkt 2, 3 und 4 berechnet werden, einen Überblick über alle vier Messzeitpunkte gibt Tabelle 6-16.

| | MP1 | MP2 | MP3 | MP4 |
|---|---|---|---|---|
| 1/1/1/1 | n=116 | n=116 | n=116 | n=116 |
| 1/1/1/0 | n=127 | n=127 | n=127 | |
| 1/1/0/1 | n=7 | n=7 | | n=7 |
| 1/0/1/1 | n=3 | | n=3 | n=3 |
| 0/1/1/1 | | n=7 | n=7 | n=7 |
| **Probandinnen und Probanden der Längsschnittstichprobe n = 260 mit ausreichender Strecke im Fahrsimulator je Messzeitpunkt** | **n=253** | **n=257** | **n=253** | **n=133** |

Tab. 6-16: Für den Längsschnitt verwertbare Teilmengen der Probandinnen und Probanden nach ausreichender (1) vs. nicht ausreichender (0) Fahrstrecke im Fahrsimulator an den vier Messzeitpunkten

Grundlegend inhärent ist dem Projekt ein „Kohorte x Alter"-Design, welches dem Zweck dient, einen großen Altersbereich (67 bis mind. 79 Jahre[18]) in die Untersuchung einbeziehen. Da die Längsschnittanalyse der Stichprobe n = 260 im Zentrum dieses Berichtes steht, soll in Tabelle 6-17 ein kurzer Blick auf die Verteilung der Geburtsjahrgänge in der Längsschnittstichprobe n = 260 angeboten werden:

| Geburtsjahrgang | n | % |
|---|---|---|
| 1941 | 20 | 7,7% |
| 1942 | 22 | 8,5% |
| 1943 | 27 | 10,4% |
| 1944 | 26 | 10% |
| 1945 | 19 | 7,3% |
| 1946 | 29 | 11,2% |
| 1947 | 25 | 9,6% |
| 1948 | 29 | 11,2% |
| 1949 | 35 | 13,5% |
| 1950 | 28 | 10,8% |
| **Gesamt** | **260** | **100,0%** |

Tab. 6-17: Anzahl der bei der Datenauswertung einbezogenen Probanden und Probandinnen pro Kohorte (Längsschnitt, n = 260)

### Demografische Merkmale

Von den 260 Personen der Längsschnittstichprobe sind 23,1 % Frauen und 76,9 % Männer. Zum einen – dies zeigte sich schon am Beginn der Studie bezüglich aller 483 Personen der Ausgangsstichprobe des ersten Messzeitpunktes mit 30,4 % Frauen und 69,6 % Männern – scheint das Interesse der Männer an der Teilnahme an einer solchen Studie sehr viel stärker ausgeprägt – wenn man so will, ein primärer Selektionsprozess.

Hier kommt nun noch hinzu, dass die Männer von Phase zu Phase im Fahrsimulator mit wachsendem Anteil länger „durchhalten" als die Frauen – also ein studieninterner weiterer Selektionsprozess.

Auch bzgl. anderer Aspekte der Lebenssituation muss bei dieser unserer Stichprobe von gewissen primären Selektionsmechanismen ausgegangen werden. So sind Schul- und Bildungsabschlüsse[19] sowohl in der ursprünglichen Stichprobe als auch in der hier zugrundeliegenden deutlich höher als in der

[18] Der im Text genannte Altersbereich entstammt der ursprünglichen Planung des Projektes – empirisch gemessen wurde letztlich gar der Altersbereich 67 bis 81 Jahre.

[19] Die Angaben zu Geschlecht, Schul- und Bildungsabschluss wurden allein bei Messzeitpunkt 1 erhoben.

Gesamtpopulation, wobei sich für die Stichprobe n = 260 hier kein bedeutsamer zusätzlicher positiver Selektionsprozess zeigt:

- Volks-/Hauptschulabschluss, Polytechnische Oberschule (Abschluss 8. oder 9. Klasse) hier 31,0 %, in der Grundgesamtheit 63,8 %
- Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife bzw. Polytechnische Oberschule (10. Klasse; vor 1965: 8. Klasse) hier 33,5 %, in der Grundgesamtheit 13,9 %
- Abitur, allgemeine Hochschulreife, Erweiterte Oberschule (EOS): hier 31,5 %, in der Grundgesamtheit dieser Altersgruppe 16,6 %.

Diese (primär insgesamt „positive", vgl. Kapitel 6.1.2) Selektion zeigt sich ebenfalls bei den Ausbildungsabschlüssen: Bei 26,2 % Meister-/Technikerschule, Fachschule, Berufs-/Fachakademie, gar bei 38,8 % Universität oder Fachhochschule.

Angesichts der durchschnittlich deutlich höheren Schul- bzw. Ausbildungsabschlüsse der Stichprobe mag die Höhe des monatlichen Netto-Einkommens der Haushalte wenig überraschen (siehe Tabelle 6-18). Bemerkenswert ist allenfalls die Zunahme des Anteils der Haushalte, die mehr als 4.000 € monatlich zur Verfügung haben.

| | MP1 | MP2 | MP3 | MP4 |
|---|---|---|---|---|
| **unter 2.000 €** | 15,8% | 15,2% | 13,8% | 12,0% |
| **2.000 – 3.000 €** | 28,9% | 26,5% | 28,9% | 29,3% |
| **3.000 – 4.000 €** | 22,5% | 22,6% | 20,6% | 22,6% |
| **über 4.000 €** | 22,1% | 22,6% | 26,1% | 27,8% |
| **keine Angabe** | 10,7% | 13,2% | 10,7% | 8,3% |

Tab. 6-18: Monatliches Netto-Einkommen der Haushalte der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messzeitpunkt (MP)

### 6.4.2 Deskriptive Ergebnisse

Im Folgenden werden die deskriptiven Ergebnisse der zentralen Variablen, die als Prädiktoren in die längsschnittliche Auswertung eingegangen sind, für die verschiedenen Messungen (M1-M4) berichtet. Hierbei handelt es sich um Mittelwerte oder prozentuale Angaben der wichtigsten Kennwerte aus den verwendeten psychometrischen Tests und Fragebögen der Personen, die zu der Stichprobe der jeweiligen Messung gehören. Da nicht alle Probanden und Probandinnen an allen vier Messungen teilgenommen haben (siehe Kapitel 6.4, insbesondere 6.4.1), können Größe (n) und Zusammensetzung der Stichproben zwischen den einzelnen Messungen variieren.

#### *6.4.2.1 Psychometrische Tests*

**Trail-Making-Test Teil A+B (TMT-A, TMT-B)**

Der wesentliche Kennwert des TMT ist die Bearbeitungszeit (in Sekunden), die sich entweder auf die allgemeine kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit (Subtest TMT-A) oder exekutive Funktionen wie Arbeitsgedächtnis und geteilte Aufmerksamkeit (Subtest TMT-B) bezieht. In der vorliegenden Stichprobe lag die Bearbeitungszeit des TMT-A (in Sekunden) nach den Normen von TOMBAUGH (2004) je nach Alter im Perzentilbereich zwischen 30 und 80 und die des TMT-B zwischen 40 und 90. Perzentile geben an, wo die Leistung einer Person im Vergleich zu einer Grundgesamtheit oder Normstichprobe einzuordnen ist. Im vorliegenden Fall bedeutet es, dass 30-80 % bzw. 40-90 % der Grundgesamtheit oder Normstichprobe den gleichen oder einen niedrigeren Wert erreichen als die Stichproben in den vier Messungen und nur maximal 20 % bzw. 10 % darüber liegen. Die vor allem im Subtest TMT-B

ermittelten hohen Standardabweichungen (siehe Tabelle 6-19) deuten hier jedoch auf große interindividuelle Unterschiede hin.

| | M1 | | | M2 | | | M3 | | | M4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | | | n = 256 | | | n = 247 | | | n = 133 | | |
| | Altersbereich: 66-78 J. | | | Altersbereich: 67-79 J. | | | Altersbereich: 68-80 J. | | | Altersbereich: 71-81 J. | | |
| | **MW** | **SD** | Perzentil | **MW** | **SD** | Perzentil | **MW** | **SD** | Perzentil | **MW** | **SD** | Perzentil |
| TMT-A | 41,8 | 13,0 | 30-70 | 39,4 | 11,0 | 40-70 | 38,9 | 11,6 | 40-80 | 40,0 | 12,1 | 40-80 |
| TMT-B | 89,1 | 30,2 | 40-90 | 88,8 | 34,4 | 40-90 | 90,0 | 35,8 | 40-90 | 98,4 | 41,5 | 50-90 |

Tab. 6-19: Mittelwerte und Standardabweichungen (in Sekunden) der Stichprobe in den Subtests TMT-A und TMT-B, getrennt nach Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4).

### d2-R Test

Wichtige Kennwerte des d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests sind die Fehlerquote in Prozent (F%) als Maß für die Konzentrationsfähigkeit einer Person und die Konzentrationsleistung (KL), die sich aus der Anzahl der bearbeiteten Zielobjekte minus der Anzahl Fehler ergibt. Die durchschnittliche Fehlerquote (F%) war in der ersten Messung mit 13,3 % am höchsten und in der vierten Messung mit 10,5 % am niedrigsten[20]. Die Werte für die Konzentrationsleistung (KL) waren über die Messungen hinweg dagegen sehr ähnlich (Tabelle 6-20).

| | M1 | | M2 | | M3 | | M4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n = 251 | | n = 257 | | n = 252 | | n = 131 | |
| | **MW** | **SD** | **MW** | **SD** | **MW** | **SD** | **MW** | **SD** |
| KL | 119,2 | 27,3 | 122,8 | 27,0 | 121,2 | 27,7 | 120,2 | 29,0 |
| F% | 13,3 | 11,9 | 11,4 | 10,4 | 11,4 | 11,3 | 10,5 | 12,8 |

Tab. 6-20: Mittelwerte und Standardabweichungen der Konzentrationsleistung (KL) und Fehlerquote (F%) im d2-R Test, getrennt nach Messung (M1-M4).

Da das Testmanual (BRICKENKAMP, SCHMIDT-ATZERT & LIEPMANN, 2010) nur Normtabellen für Altersgruppen bis 60 Jahre enthält, können die Mittelwerte der DoBoLSiS-Stichprobe hier nicht eingeordnet werden. Im Vergleich zur ältesten Altersgruppe in den Normtabellen (40-60 Jahre) sind die hier vorliegenden Mittelwerte für die Konzentrationsleistung mit 119,2 bis 122,8 jedoch kleiner als die der jüngeren Normstichprobe (M = 148,1, SD = 27,4). Die Fehlerquoten der Stichproben sind dagegen nur bei der ersten Messung etwas höher als bei den 40-60-Jährigen in der Normstichprobe (M = 11,4, SD = 8,7).

### TAP-M

Aus den verschiedenen Subtests des TAP-M gingen ausgewählte Kennwerte (Tabelle 6-21) in die längsschnittlichen Analysen ein (vgl. Kapitel 6.4.3), deren deskriptive Ergebnisse im Folgenden dargestellt werden.

[20] Hinweis: Da die Stichprobe in den einzelnen Messungen nicht nur in ihrer Größe, sondern teilweise auch in ihrer Zusammensetzung variierte, kann von vergleichsweise höheren oder niedrigeren Werten in einem bestimmten Erhebungszeitraum nicht auf tatsächliche Veränderungen innerhalb der Gesamtstichprobe geschlossen werden. Das gilt für alle deskriptiven Ergebnisse in Kapitel 6.4.2.

| Kennwert | erfasst als | Maß für | aus Subtest |
|---|---|---|---|
| Reaktionsschnelligkeit | Reaktionszeit (in sec) | allgemeine Verarbeitungsgeschwindigkeit | Alertness |
| Konstanz der Aufmerksamkeitsfokussierung | Standardabweichung der Reaktionszeit | Stabilität des Leistungsniveaus | Alertness |
| Reaktionsschnelligkeit mit Ablenkung | Reaktionszeit (in sec) | Ablenkbarkeit | Ablenkbarkeit |
| Reaktionsschnelligkeit ohne Ablenkung | Reaktionszeit (in sec) | Kontrollmaß zur Bedingung mit Ablenkbarkeit | Ablenkbarkeit |
| Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel | Reaktionszeit (in sec) | Fähigkeit zur Umorientierung der Aufmerksamkeit | Flexibilität |
| Auslassungsfehler unter geteilter Aufmerksamkeit | Anzahl Fehler | Fähigkeit zur Aufteilung der Aufmerksamkeit | Geteilte Aufmerksamkeit |
| Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen | Reaktionszeit (in sec) | Reaktionskontrolle, Inhibitionsfähigkeit | Go/NoGo |
| Mittlere Gesamtsuchzeit bei visueller Suche | Reaktionszeit (in sec) | Fähigkeit zur Exploration des visuellen Umfeldes | Visuelles Scanning |

Tab. 6-21: Ausgewählte Kennwerte, ihre Operationalisierung und Bedeutung aus den eingesetzten Subtests des TAP-M.

In Tabelle 6-22 sind die jeweiligen statistischen Kennzahlen (Mittelwert, Median und Standardabweichung) der genannten Werte dargestellt, dazu der Anteil der Personen, die den in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020) geforderten Mindestwert von PR 16 für Gruppe 1[21] nicht erreicht haben. Hierzu wurden die Werte jeder Person in die jeweiligen Bereiche der altersunabhängigen Prozentränge (PR)[22] entsprechend der Normtabellen (18-89 Jahre) aus dem Testmanual (ZIMMERMANN & FIMM, 2017) eingeordnet. Auffällig ist, dass in jeder Messung mindestens 20 % der getesteten Personen den PR 16 nicht erreicht haben. Dabei schwankt der Anteil dieser Personen je nach Test erheblich: So liegt er beispielsweise im Test für geteilte Aufmerksamkeit bei "nur" 21,1 % (M4) bis 26,9 % (M1), im Test zur Erfassung der Konzentrations- und Inhibitionsfähigkeit (Go/NoGo) jedoch bei 53,4 % bis 60,9 %. Mit Blick auf die vier Erhebungszeiträume fällt auf, dass der Anteil der <PR16-Personen bei der vierten Messung fast durchweg höher ist als bei den vorherigen Messungen, allerdings lässt sich auch hieraus - aufgrund der Unterschiede in Stichprobengröße und -zusammensetzung - keine echte Veränderung innerhalb der Längsschnittstichprobe ableiten

[21] Gruppe 1: Führende von Fahrzeugen der Klassen A, A2, A1, AM, B und BE, L und T

[22] Ähnlich wie Perzentile geben auch Prozentränge an, wie gut ein Testwert einer Person im Vergleich zu einer Grundgesamtheit oder Normstichprobe ist. Ein Prozentrang von 30 bedeutet beispielsweise, dass 30 % der getesteten Personen in diesem Test schlechter abgeschnitten haben und 70 % besser.

| | M1 | | | | M2 | | | | M3 | | | | M4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | | | | n = 257 | | | | n = 253 | | | | n = 132 | | | |
| | **MW** | **MDN** | **SD** | **PR<16 in %** | **MW** | **MDN** | **SD** | **PR<16 in %** | **MW** | **MDN** | **SD** | **PR<16 in %** | **MW** | **MDN** | **SD** | **PR<16 in %** |
| **Alertness** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RS (Alert) | 278 | 259 | 80 | 35,6 % | 279 | 258 | 79 | 35,4 % | 282 | 261 | 74 | 33,2 % | 284 | 268 | 65 | 41,4 % |
| KonstAufmerks | 72 | 60 | 45 | 56,9 % | 66 | 58 | 38 | 56,0 % | 68 | 57 | 40 | 58,1 % | 65 | 61 | 33 | 62,4 % |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Ablenkbarkeit** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RS (mit Ablenkung) | 569 | 530 | 285 | 34,8 % | 542 | 526 | 156 | 32,7 % | 543 | 530 | 87 | 34,0 % | 546 | 538 | 64 | 39,8 % |
| RS (ohne Ablenkung) | 552 | 514 | 279 | 33,6 % | 531 | 513 | 168 | 34,2 % | 525 | 519 | 48 | 35,2 % | 533 | 525 | 55 | 42,9 % |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Flexibilität** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SchnAufgWechsel | 1087 | 972 | 447 | 43,5 % | 1042 | 903 | 404 | 40,1 % | 1179 | 955 | 995 | 39,9 % | 1162 | 970 | 629 | 45,1 % |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Geteilte Aufmerk-samkeit** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auslassungsfehler | 3 | 2 | 4 | 26,9 % | 3 | 2 | 3 | 21,4 % | 3 | 2 | 3 | 23,3 % | 3 | 2 | 3 | 21,1 % |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Go/NoGo** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GeschwEnt | 487 | 475 | 82 | 53,4 % | 492 | 484 | 81 | 54,5 % | 488 | 480 | 73 | 54,2 % | 500 | 487 | 80 | 60,9 % |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Visuelles Scanning** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtsuchzeit | 5528 | 5246 | 1743 | 36,8 % | 5259 | 5004 | 1625 | 28,8 % | 5298 | 5050 | 1749 | 29,2 % | 5567 | 5163 | 1891 | 36,1 % |

Tab. 6-22: Mittelwerte, Median, Standardabweichungen und Prozentränge der wichtigsten Kennwerte aus den TAP-Subtests, getrennt nach Messung (M1-M4); RS = Reaktionsschnelligkeit, KonstAufmerks = Konstanz der Aufmerksamkeitsfokussierung, SchnAufgWechsel = Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel, GeschwEnt = Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen.

### UFOV

Aus den drei aufeinander aufbauenden Subtests des UFOV ergibt sich ein Gesamtwert, der eine individuelle Risikoeinschätzung erlaubt. Diese reicht auf einer fünfstufigen Skala von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“.

Für die deutliche Mehrheit der Probanden und Probandinnen (< 77 %) ergab sich ein sehr niedriges Risiko, wobei die Zahl dieser Personen von der ersten bis zur vierten Messung größer wurde (M4: 90,2 %). Gleichzeitig nahm die Zahl der Personen mit niedrigem Risiko von 13,9 % auf 4,5 % ab, während die – insgesamt sehr kleine – Zahl der Personen mit einem niedrigen bis moderaten Risiko (0,8 % bis 1,2 %) und moderatem bis hohen Risiko (0,0 % bis 1,5 %) in allen Messungen etwa auf dem gleichen Niveau lag. Für deutlich mehr Personen ergab sich ein sehr hohes Risiko, wobei die Zahl dieser Personen je nach Messung zwischen 2,3 % (M4) und 6,7 % (M1) schwankte (Tabelle 6-23).

| Risiko | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 252 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| sehr niedrig | 77,8 % | 88,3 % | 89,3 % | 90,2 % |
| niedrig | 13,9 % | 5,8 % | 5,5 % | 4,5 % |
| niedrig bis moderat | 1,2 % | 1,2 % | 0,0 % | 0,8 % |
| moderat bis hoch | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,5 % |
| sehr hoch | 6,7 % | 3,9 % | 4,7 % | 2,3 % |
| keine Angabe | 0,4 % | 0,8 % | 0,4 % | 0,8 % |

Tab. 6-23: Prozentuale Verteilung der Risikoeinschätzungen, getrennt nach Messung (M1-M4).

### Adaptiver Tachistokopischer Verkehrsauffassungstest (ATAVT)

Der wichtigste Kennwert des ATAVT ist ein Maß für die Genauigkeit und Geschwindigkeit der visuellen Beobachtungsfähigkeit, Überblicksgewinnung und visuellen Orientierungsleistung und wird kurz Überblicksgewinnung genannt. Die Mittelwerte dieses Kennwerts reichen von -0,07 (M1) bis -0,15 (M4), wobei eine systematische Veränderung über die Erhebungszeiträume hinweg rein deskriptiv nicht zu erkennen ist (Tabelle 6-24). Der Anteil der Personen, die PR 16 nicht erreicht haben, schwankt zwischen 11,9 % (M3) und 20,6 % (M4).

| | M1 | | | M2 | | | M3 | | | M4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | | | n = 257 | | | n = 253 | | | n = 131 | | |
| Überblicks-gewinnung | **MW** | **SD** | **PR < 16 in %** | **MW** | **SD** | **PR < 16 in %** | **MW** | **SD** | **PR < 16 in %** | **MW** | **SD** | **PR < 16 in %** |
| | -0,07 | 0,84 | 19,4 % | -0,13 | 0,76 | 15,6 % | -0,08 | 0,75 | 11,9 % | -0,15 | 0,82 | 20,6 % |

Tab. 6-24: Mittelwerte und Standardabweichungen des Kennwerts Überblicksgewinnung, sowie der Anteil der Personen, die in dieser Aufgabe einen PR von < 16 erreicht haben, getrennt nach Messung (M1-M4).

### Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Unter der Annahme der Cutoff-Werte von 23 als Hinweis auf Mild Cognitive Impairment (MCI) (CARSON et al., 2017) und von 17 als Hinweis auf Demenz (SACZYNSKI et al., 2015) zeigte sich, dass es über die vier Erhebungszeiträume hinweg etwa bei einem Viertel der Probanden und Probandinnen Hinweise

auf MCI gab. Hinweise auf eine Demenz-Erkrankung gab es nur in vereinzelten Fällen[23], rund drei Viertel der Stichprobe erzielte im MoCA von den maximal möglichen 30 Punkten 24 Punkte oder mehr (Tabelle 6-25).

| MoCa-Gesamtwert | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n =257 | n = 253 | n = 133 |
| ≤ 17 | 0,8 % | 1,6 % | 0 % | 0,8 % |
| 18-23 | 26,1 % | 22,6 % | 26,5 % | 26,3 % |
| 24-30 | 73,1 % | 75,9 % | 73,5 % | 72,9 % |

Tab. 6-25: Verteilung der im MoCA-Test erzielten Gesamtwerte in der Stichprobe, getrennt nach Messung (M1-M4).

**Sehtest**

Bei der binokularen Untersuchung (mit Sehhilfe, falls vorhanden) zeigte sich, dass der Visus der Stichproben in den einzelnen Erhebungszeiträumen kontinuierlich schlechter wurde: Wiesen bei der ersten Messung noch 50,2 % der Probanden und Probandinnen einen Visus von 1,0 auf, waren es bei der vierten Messung nur noch 28,6 %. Gleichzeitig stieg der Anteil der Personen mit einem Visus von 0,7 oder schlechter von 16,6 % auf 36,8 %, wohingegen der Anteil der Probanden und Probandinnen mit einem mittleren Visus von 0,7 bis 0,9 relativ stabil blieb (Tabelle 6-26).

| Visus binokular | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| ≤ 0,7 | 16,6% | 17,9% | 24,5% | 36,8% |
| 0,7 – 0,9 | 33,2% | 33,9% | 34,0% | 34,6% |
| 1,0 | 50,2% | 48,2% | 41,5% | 28,6% |

Tab. 6-26: Verteilung der Visus-Werte (binokular) in der Stichprobe, getrennt nach Messung (M1-M4).

### *6.4.2.2 Fragebögen*

Im Folgenden werden die deskriptiven Ergebnisse des Persönlichkeitsfragebogens (NEO-FFM) und des Fragebogens zum Fahrverhalten dargestellt. Die Beschreibung der Daten bezieht sich dabei immer auf die Längsschnittstichprobe (n = 260).

**NEO-FFM**

Für die fünf Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit des NEO-FFM ergaben sich aus der Stichprobe in den vier Erhebungszeiträumen folgende Mittelwerte, die in Tabelle 6-27 dargestellt sind:

[23] Personen, die in einer der vier Messungen einen MoCA-Gesamtwert von 17 oder niedriger erzielten, wurden nach der Untersuchung in einem persönlichen Gespräch darüber informiert, dass dieser Test ein auffälliges Ergebnis geliefert hat. Es wurde darauf hingewiesen, dass dieses Ergebnis unterschiedliche Gründe (z.B. Tagesform, Aufregung) haben kann, aber auch auf Probleme in diesem Bereich hindeuten kann und deshalb empfohlen wird, dies von Fachleuten (z.B. dem Hausarzt oder in einer Gedächtnissprechstunde) abklären zu lassen. Die betroffenen Personen wurden von dem weiteren Verlauf der Studie ausgeschlossen.

| | Männer | | | | Frauen | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
| | n = 191 | n = 196 | n = 194 | n = 104 | n = 60 | n = 60 | n = 58 | n = 29 |
| Neurotizismus | 13,9 | 14,0 | 13,8 | 14,3 | 16,1 | 16,3 | 16,0 | 16,5 |
| Extraversion | 26,9 | 27,2 | 27,1 | 26,1 | 27,4 | 27,1 | 27,3 | 25,7 |
| Offenheit | 27,6 | 27,5 | 27,8 | 27,1 | 27,8 | 28,2 | 27,0 | 27,8 |
| Verträglichkeit | 31,8 | 31,6 | 31,8 | 31,4 | 31,7 | 31,4 | 32,1 | 32,1 |
| Gewissenhaftigkeit | 34,7 | 34,6 | 34,3 | 34,3 | 34,8 | 34,2 | 33,9 | 33,7 |

Tab. 6-27: Mittelwerte der Längsschnittstichprobe in den fünf Dimensionen des NEO-FFM, getrennt nach Geschlecht und Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4).

Nach den geschlechtsabhängigen Prozentrangnormen des NEO-FFI für über 50-Jährige (BORKENAU & OSTENDORF, 2008) ergeben sich aus diesen Stichprobenmittelwerten folgende Prozentränge (jeweils gerundet) (Tabelle 6-28).

| | Männer | | | | Frauen | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
| | n = 191 | n = 196 | n = 194 | n = 104 | n = 60 | n = 60 | n = 58 | n = 29 |
| Neurotizismus | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 30,7 |
| Extraversion | 58,3 | 58,3 | 58,3 | 52,7 | 47,8 | 47,8 | 47,8 | 41,9 |
| Offenheit | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 38,1 | 37,3 | 37,3 | 31,7 | 37,3 |
| Verträglichkeit | 68,5 | 68,5 | 68,5 | 60,2 | 45,8 | 37,9 | 45,8 | 45,8 |
| Gewissenhaftigkeit | 57,9 | 57,9 | 51,5 | 51,5 | 62,7 | 54,8 | 54,8 | 54,8 |

Tab. 6-28: Prozentränge der Längsschnittstichprobe in den fünf Dimensionen des NEO-FFM, getrennt nach Geschlecht und Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4).

Die Prozentränge zeigen, dass sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in der Stichprobe Neurotizismus / emotionale Labilität vergleichsweise schwach ausgeprägt war (< PR 26), wobei die Frauen im vierten Erhebungszeitraum einen leicht höheren Wert aufwiesen als bei den vorherigen Erhebungen. Die Werte für Extraversion lagen bei den Männern leicht über dem Durchschnitt (> PR 52), bei den Frauen leicht darunter (PR > 41), in beiden Gruppen zeigte sich im vierten Erhebungszeitraum ein etwas niedrigerer Wert. Mit Prozenträngen zwischen 37 und 44 zeigten beide Gruppen eine leicht unterdurchschnittliche Ausprägung bei Offenheit für Erfahrung, mit etwas niedrigeren Prozenträngen bei den Frauen als bei den Männern. In der Dimension Verträglichkeit hatten die Männer höhere, überdurchschnittliche Prozentränge (PR > 60), während die Werte der Frauen leicht unter dem Durchschnitt lagen (bei M2 sogar deutlich darunter). Bei Gewissenhaftigkeit lagen beide Gruppen über dem Durchschnitt (alle PR > 51), die Frauen etwas mehr als die Männer, wobei die Werte ab der zweiten bzw. dritten Erhebung in beiden Gruppen niedriger ausfielen als in der ersten Erhebung.

### Fragebogen zum Fahrverhalten

Der Fragebogen zum Fahrverhalten, den die Probanden und Probandinnen ausgefüllt haben, umfasst folgende Bereiche, deren Ergebnisse im Folgenden beschrieben werden: Fahrbiografie, Fahrgewohnheiten und Wohnumgebung, Fahrmotivation, Unfallgeschichte, Kompensationsstrategien, Selbstbild, Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren, Freizeitverhalten, Soziale Beziehungen und Lebenszufriedenheit, Gesundheitszustand und Medikamenteneinnahme sowie Interesse an verkehrsbezogenen Themen und Mediennutzung.

*Fahrbiografie (A)*

Vor der ersten Messung wurde abgefragt, welche Fahrerlaubnis die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen besitzen. Neben einer Fahrerlaubnis, die zum Fahren eines Pkw berechtigt, (Voraussetzung für die Teilnahme) besaßen zu diesem Zeitpunkt 29,2 % eine Fahrerlaubnis für Motorräder und 41,1 % für Mopeds und Motorroller. Der Fahrerlaubnis für Pkw wurde von der überwiegenden Mehrheit der Probanden und Probandinnen (75,9 %) bis zu einem Alter von 20 Jahren erworben (Mittelwert: 19,7 Jahre), die dann im Durchschnitt ab einem Alter von 20,7 Jahren regelmäßig Auto fuhren.

Im Erhebungszeitraum stand fast allen Probanden und Probandinnen jederzeit ein Auto zur Verfügung, wobei die meisten von ihnen heute ein Auto mit Schaltgetriebe fahren, wenn auch der Anteil der Fahrzeuge mit Automatikgetriebe über die Messungen hinweg leicht zunahm (Tabelle 6-29).

| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Aktuell steht jederzeit ein Auto zur Verfügung | 99,6 % | 98,8 % | 99,6 % | 100,0 % |
| Aktuelles Auto hat Schaltgetriebe | 60,1 % | 59,9 % | 55,7 % | 56,4 % |

Tab. 6-29: Prozentualer Anteil der Teilnehmer und Teilnehmerinnen, denen im Erhebungszeitraum jederzeit ein eigenes Auto zur Verfügung stand und die ein Auto mit Schaltgetriebe fahren (M1-M4).

*Fahrgewohnheiten und Wohnumgebung (B)*

Das Auto (selbst gefahren) war das über alle Messungen hinweg am häufigsten genutzte Verkehrsmittel der Probanden und Probandinnen. Wenn sie nicht alleine mit dem Auto unterwegs waren, dann fuhren sie in der Regel selbst und nicht als Beifahrer / Beifahrerin. Die Mehrheit der Personen in der Stichprobe war im letzten Jahr 3.000 bis 10.000 km mit dem Auto (selbst) gefahren, wobei der Anteil der Personen, die jährlich weniger als 3.000 km fuhren im Laufe der Zeit anstieg und der Anteil der Personen, die mehr als 20.000 km fuhren, abnahm. Zum Vergleich: In der repräsentativen Verkehrsklimabefragung der BASt, die im Herbst 2020 durchgeführt wurde, lag der Anteil der älteren Personen (ab 65 Jahren), die im Jahr weniger als 3.000 Kilometer selbst mit dem Auto fahren bei 19,3% (BASt, 2022) und damit ungefähr im mittleren Bereich der hier untersuchten Stichproben, deren Anteil zwischen 11,7% (M2) und 23,3% (M4) lag. Die deskriptiven Unterschiede in der Kilometer-Fahrleistung zwischen den vier Messungen spiegelt sich auch in den Angaben zur Fahrleistung in einer typischen Woche wider: Zunehmend mehr Personen fuhren pro Woche weniger als 50 km oder 50-100 km, während der Anteil der Personen, die pro Woche mehr als 100 km fahren, kontinuierlich kleiner wurde (Tabelle 6-30). Dabei entfiel im Durchschnitt etwa die Hälfte der gefahrenen Strecken auf das Stadtgebiet (50,5 % bis 51,2 %) und jeweils etwa ein Viertel auf Autobahnen (26,1 % bis 28,1 %) und Landstraßen (21,4 % bis 22,7 %).

| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Auto (selbst gefahren) als meistgenutzte Verkehrsmittel | 84,2 % | 82,1 % | 83,4 % | 76,7 % |
| Häufiger Fahrer/Fahrerin als Beifahrer/Beifahrerin | 88,5 % | 87,2 % | 89,3 % | 90,2 % |
| | | | | |
| **Jahreskilometer-Fahrleistung** | | | | |
| < 3.000 km | 12,6 % | 11,7 % | 17,0 % | 23,3 % |
| 3.000 – 10.000 km | 47,4 % | 53,3 % | 55,3 % | 53,4 % |
| 10.000 – 20.000 km | 34,0 % | 29,6 % | 24,5 % | 20,3 % |
| > 20.000 km | 5,5 % | 5,4 % | 3,2 % | 3,1 % |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Kilometer-Fahrleistung in einer typischen Woche** | | | | |
| < 50 km | 12,3 % | 11,7 % | 13,0 % | 19,5 % |
| 50-100 km | 35,2 % | 42,4 % | 43,5 % | 46,6 % |
| 100-300 km | 44,3 % | 39,7 % | 37,2 % | 30,8 % |
| > 300 km | 7,5 % | 6,3 % | 6,3 % | 3,0 % |
| | | | | |
| **Zufriedenheit mit dem ÖPNV am Wohnort** | | | | |
| eher zufrieden bis sehr zufrieden | 87,4 % | 86,8 % | 85,4 % | 83,5 % |
| eher unzufrieden bis sehr unzufrieden | 12,6 % | 13,2 % | 14,2 % | 16,5 % |

Tab. 6-30: Prozentualer Anteil der Personen, für die das Auto das meistgenutzte Verkehrsmittel ist, die eher selbst fahren anstatt mit zu fahren sowie Verteilung der Jahreskilometer-Fahrleistung, der Fahrleistung in einer typischen Woche und Zufriedenheit mit dem ÖPNV am Wohnort, getrennt nach Messung (M1-M4).

Zwar war die Zufriedenheit mit dem Angebot im ÖPNV in der eigenen Wohnumgebung insgesamt eher hoch, sank jedoch über die Erhebungszeiträume hinweg (Tabelle 6-29). Von den Befragten glauben etwa zwei Drittel, dass sie heute eher schlecht bis sehr schlecht ohne Auto auskommen würden (65,0 % bis 66,4 %) und die überwiegende Mehrheit kann sich aktuell ein Leben ohne Auto nicht vorstellen (82,6 % bis 85,0 %).

*Fahrmotivation (C)*

Die wichtigsten Aspekte der Fahrmotivation der Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen waren in den Erhebungszeiträumen ähnlich, wie die Verteilung der höchsten Zustimmungsraten (Mehrfachnennungen waren möglich) zeigt. Auffällig hierbei ist jedoch die kontinuierliche Abnahme der Bedeutung von Spaß als ein Aspekt der Fahrmotivation (Tabelle 6-31).

| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Mit dem Auto zu fahren ist einfach bequemer. | 59,3 % | 59,1 % | 58,2 % | 57,9 % |
| Das Auto hilft mir, meine Unabhängigkeit zu wahren. | 52,6 % | 51,4 % | 51,8 % | 53,4 % |
| Das Auto leistet einen wichtigen Beitrag zu meiner Lebenszufriedenheit. | 43,9 % | 38,9 % | 38,3 % | 38,3 % |
| Autofahren ist Mittel zum Zweck. | 43,9 % | 33,9 % | 33,6 % | 36,8 % |
| Autofahren macht Spaß. | 45,1 % | 38,5 % | 35,2 % | 32,3 % |

Tab. 6-31: Prozentuale Zustimmung zu den fünf wichtigsten Aspekten der Fahrmotivation, getrennt nach Messung (M1-M4).

Im Rahmen der Fahrmotivation wurden auch mögliche Fehler erfragt, die den Probanden und Probandinnen beim Autofahren (im letzten Jahr) unterlaufen sind. Der mit Abstand häufigste Fehler, der von vielen Personen nach eigenen Angaben manchmal (bis zu 45,1 %), von einigen aber auch oft (bis zu 3,8 %) bzw. sehr oft (bis zu 1,6 %) begangen wurde, ist, dass sie beim Spurwechsel den Kopf nicht gewendet haben. Abgesehen davon wurden die meisten hier abgefragten Fehler – wenn überhaupt – den Angaben der Befragten zufolge nur manchmal begangen. Eine Übersicht zu den fünf Fehlern, die am häufigsten (manchmal) begangen wurden, liefert Tabelle 6-32.

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Ich habe beim Spurwechsel nicht den Kopf gewendet. | 43,5 % | 44,7 % | 42,7 % | 45,1 % |
| Ich habe beim Rangieren einen Gegenstand angefahren, den ich vorher nicht gesehen habe. | 28,9 % | 22,2 % | 24,1 % | 19,5 % |
| Ich habe an einer Kreuzung jemandem unbeabsichtigt die Vorfahrt genommen. | 25,7 % | 23,7 % | 22,9 % | 26,3 % |
| Ich bin an einer Kreuzung auf die falsche Spur geraten. | 19,4 % | 16,7 % | 16,6 % | 20,3 % |
| Ich bin aus Versehen über eine Kreuzung gefahren, obwohl die Ampel schon von Gelb auf Rot umgesprungen ist. | 19,8 % | 15,2 % | 13,8 % | 14,3 % |

Tab. 6-32: Prozentuale Zustimmung zu den nach eigenen Angaben fünf häufigsten Fahrfehlern der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4).

*Unfallgeschichte (D)*

In den letzten drei Jahren vor der ersten Befragung waren 19,4% der Probanden und Probandinnen in einen Unfall verwickelt, davon 83,7 % als Autofahrer bzw. Autofahrerin. In den folgenden Erhebungszeiträumen bezog sich die Frage nach der Unfallbeteiligung jeweils auf den Zeitraum seit der letzten Untersuchung, in dem die Befragten nach eigenen Angaben an weniger Unfällen beteiligt waren (11,7% bis 15,0%) und das mit einem wesentlich geringeren Anteil als Autofahrer bzw. Autofahrerin (30,0% bis 45,0%). Detaillierte Angaben zu den Antworten der befragten Personen finden sich in Tabelle 6-33.

| **Waren Sie in den vergangenen 3 Jahren (M1) bzw. seit der letzten Untersuchung (M2-M4) in einen oder mehrere Verkehrsunfälle verwickelt, sei es als Autofahrer, Motorrad- / Moped- / Rollerfahrer, Radfahrer oder Fußgänger?** | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| ja | 19,4 % | 11,7 % | 12,3 % | 15,0 % |
| **und zwar als (Mehrfachnennungen waren möglich):** | | | | |
| Pkw-Fahrer/in | 83,7 % | 30,0 % | 28,1 % | 45,0 % |
| Pkw-Mitfahrer/in | 2,0 % | 6,7 % | 0,0 % | 5,0 % |
| Motorrad- / Moped- / Rollerfahrer/in | 0,0 % | 0,0 % | 3,1 % | 0,0 % |
| Fahrer/in eines Fahrrads mit Elektromotor | 2,0 % | 6,7 % | 0,0 % | 0,0 % |
| Radfahrer/in (Fahrrad ohne Motor) | 6,1 % | 0,0 % | 3,1 % | 0,0 % |
| Fußgänger/in | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |

Tab. 6-33: Prozentualer Anteil der Befragten, die in den letzten 3 Jahren bzw. seit der letzten Untersuchung in mindestens einen Verkehrsunfall verwickelt waren und mit welchem Verkehrsmittel sie dabei unterwegs waren, getrennt nach Messung (M1-M4).

Diese vermeintlichen Veränderungen sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da – abgesehen davon, dass die Stichproben nicht exakt identisch waren – gleichzeitig der Anteil der Personen gestiegen ist, die zu der Frage "keine Angabe" machen wollten. Dies gilt in noch größerem Maß für die Frage nach dem (über die Erhebungszeiträume vermeintlich abnehmenden) Anteil der Schuld an dem letzten Unfall, an dem die Befragten beteiligt waren, wie Tabelle 6-34 zeigt.

| **Hatten Sie an dem letzten Unfall, an dem Sie beteiligt waren, die Alleinschuld, eine Mitschuld oder traf Sie keinerlei Schuld?** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Alleinschuld | 36,7 % | 43,3 % | 21,9 % | 15,0 % |
| Mitschuld | 10,2 % | 3,3 % | 3,1 % | 5,0 % |
| Keinerlei Schuld | 40,8 % | 26,7 % | 37,5 % | 35,0 % |
| Keine Angabe | 12,2 % | 26,7 % | 37,5 % | 45,0 % |

Tab. 6-34: Prozentuale Zustimmung zur Schuldfrage bezogen auf den letzten Unfall, an dem die Personen in der Stichprobe beteiligt waren, getrennt nach Messung (M1-M4).

*Kompensationsstrategien (E)*

Mit einer Zustimmungsrate von 84,6 % bis 91,0 % wurde in allen Erhebungszeiträumen „Ich fahre rücksichtsvoller“ als die Kompensationsstrategie („Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren?") mit der höchsten Zustimmungsrate genannt. Ebenfalls eine hohe Zustimmung erzielte die Aussage „Ich mache auf langen Strecken häufiger eine Pause“ (69,6 % bis 74,3 %) und „Ich fahre seltener, wenn ich müde bin“ (63,2 % bis 69,6 %).

Bei der Frage danach, was die Teilnehmer und Teilnehmerinnen beim Autofahren darüber hinaus anders machen als im Alter von ca. 45 Jahren, werden von den zahlreichen abgefragten Verhaltensweisen vor allem drei Verhaltensänderungen genannt: Sie fahren insgesamt weniger Kilometer (bis zu 79,7 %), fahren generell vorsichtiger (bis zu 76,7 %) und halten einen größeren Sicherheitsabstand ein (bis zu 73,1 %). Die Zustimmung zu diesen Kompensationsstrategien wird über die Erhebungszeiträume hinweg eher größer. Gleichzeitig sinkt der Anteil der Befragten, die „sich den Anforderungen im Straßenverkehr stets gewachsen fühlen“ um etwas mehr als 10 % (Tabelle 6-35).

| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren?** | | | | |
| Ich fahre rücksichtsvoller. | 84,6 % | 86,0 % | 85,0 % | 91,0 % |
| Ich mache auf langen Strecken häufiger eine Pause. | 70,8 % | 69,6 % | 74,3 % | 73,7 % |
| Ich fahre seltener, wenn ich müde bin. | 69,6 % | 65,0 % | 67,6 % | 63,2 % |
| Ich fahre seltener, wenn ich mich unwohl fühle. | 59,7 % | 59,9 % | 64,4 % | 66,2 % |
| Ich überhole seltener auf einer stark befahrenen Landstraße. | 55,7 % | 59,5 % | 62,1 % | 62,4 % |
| Ich fahre nur noch, wenn ich mich körperlich fit fühle. | 54,9 % | 58,4 % | 59,3 % | 66,2 % |
| Ich fahre seltener bei Nebel. | 59,3 % | 56,4 % | 59,7 % | 59,4 % |
| Ich fahre lange Strecken häufiger selbst. | 60,1 % | 57,2 % | 58,5 % | 57,9 % |
| | | | | |
| **Was machen Sie als Autofahrer heute anders als im Alter von 45 Jahren?** | | | | |
| Ich fahre generell weniger Kilometer. | 73,1 % | 72,4 % | 74,7 % | 79,7 % |
| Ich fahre generell vorsichtiger. | 68,4 % | 69,3 % | 76,7 % | 75,2 % |
| Ich halte generell einen größeren Sicherheitsabstand ein. | 66,0 % | 65,8 % | 73,1 % | 66,2 % |
| Ich fühle mich den Anforderungen im Straßenverkehr stets gewachsen. | 73,5 % | 70,0 % | 67,2 % | 63,2 % |

Tab. 6-35: Prozentuale Zustimmung zur Anwendung verschiedener Kompensationsstrategien, getrennt nach Messung (M1-M4).

Für die längsschnittlichen Analysen (siehe Kapitel 6.4.3) wurden aus den zahlreichen Items zum Kompensationsverhalten mittels Faktorenanalyse einzelne Faktoren ermittelt (Details hierzu siehe KARTHAUS et al., 2023).

Aus den Items, die der Frage "Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren?" zugeordnet waren, ergaben sich dabei zwei Faktoren (siehe Anhang B). Der erste Faktor umfasst vor allem Vermeidungsverhalten (z.B. die Vermeidung des Autofahrens bei bestimmten Wetterbedingungen oder bestimmter Situationen im Straßenverkehr). In der ersten Erhebung (M1) lag der Mittelwert der Stichprobe für diesen Faktor bei M = 2,11 (SD = 0,52), was auf eine im Durchschnitt eher geringe Ausprägung hindeutet[24], in den Stichproben der folgenden Erhebungen (M2-M4) jeweils etwas höher (Tabelle 6-36). Der zweite Faktor bildet dagegen eher eine Zunahme an riskantem Verhalten ab (z. B. die zunehmende Nutzung von mehrspurigen Straßen oder das vermehrte Fahren zu Hauptverkehrszeiten). Auch hier fällt die Zustimmung der Probanden und Probandinnen in allen Erhebungszeiträumen mit einem Mittelwert von M = 2,18 (SD = 0,63) bis M = 2,14 (SD = 0,53) eher gering aus.

| **Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren?** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Faktor 1: Vermeidungsverhalten | M = 2,11 | M = 2,14 | M = 2,19 | M = 2,23 |
| | SD = 0,52 | SD = 0,54 | SD = 0,53 | SD = 0,56 |
| Faktor 2: Zunahme riskantes Verhalten | M = 2,18 | M = 2,16 | M = 2,16 | M = 2,14 |
| | SD = 0,63 | SD = 0,57 | SD = 0,57 | SD = 0,53 |
| | | | | |
| **Was machen Sie als Autofahrer heute anders als im Alter von 45 Jahren?** | | | | |
| Faktor 1: Sicherheitsbewusstes Fahren | M = 3,45 | M = 3,47 | M = 3,56 | M = 3,61 |
| | SD = 0,71 | SD = 0,71 | SD = 0,69 | SD = 0,61 |
| Faktor 2: Anfälligkeit für potenziell gefährliche Personenzustände | M = 2,57 | M = 2,60 | M = 2,66 | M = 2,70 |
| | SD = 0,70 | SD = 0,66 | SD = 0,66 | SD = 0,60 |
| Faktor 3: Ablehnung der Notwendigkeit von Kompensationsmaßnahmen | M = 2,79 | M = 2,80 | M = 2,77 | M = 2,79 |
| | SD = 0,57 | SD = 0,66 | SD = 0,62 | SD = 0,56 |

Tab. 6-36: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittels Faktorenanalyse ermittelten Faktoren zum Kompensationsverhalten, getrennt nach Messung (M1-M4).

Aus den Items der Frage E2 („Was machen Sie als Autofahrer heute anders als im Alter von 45 Jahren?“), wurden in der Faktorenanalyse drei Faktoren ermittelt. Faktor 1 umfasst Items, die ein sicherheitsbewusstes Fahren beschreiben (z. B. langsamer oder vorsichtiger fahren). Hier lag der Mittelwert der Stichprobe zu Beginn des Projekts mit M = 3,45 (SD = 0,71) eher hoch[25] und den folgenden Erhebungen noch etwas höher. Das gleiche gilt auch für die Anfälligkeit potenziell verkehrssicherheitsgefährdender Personenzustände (z. B. Müdigkeit, Konzentrationsprobleme), die mit einem Mittelwert von M = 2,57 (SD = 0,70) zunächst etwa im mittleren Bereich lag. Etwas höher war dagegen – in allen Erhebungszeiträumen – die Ablehnung der Notwendigkeit von Kompensationsmaßnahmen (Tabelle 6-36).

[24] Die Skala der einzelnen Items reicht von 1 „trifft überhaupt nicht zu“ bis 4 „trifft voll und ganz zu“.

[25] Die Skala der einzelnen Items reicht von 1 „trifft überhaupt nicht zu“ bis 5 „trifft voll und ganz zu“.

*Selbstbild (F)*

Im Vergleich zu anderen Personen ihrer Altersgruppe schätzen sich die Probanden und Probandinnen mit mindestens 53,8 % überwiegend als genauso gute Autofahrer und Autofahrerinnen ein, oft sogar als eher besser (mindestens 37,2 %) oder viel besser (bis zu 4,0 %). Nur die wenigsten Befragten (maximal 1,6 %) schätzten sich als eher schlechtere und keine einzige Person als viel schlechtere Autofahrer ein. Diese positive Selbsteinschätzung als guter Autofahrer / gute Autofahrerin zeigte sich in allen Erhebungszeiträumen, wie Tabelle 6-37 zeigt.

| **Wie würden Sie sich selbst als Autofahrer im Vergleich zu anderen Autofahrern Ihres Alters beurteilen?** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| viel besser | 2,8 % | 1,9 % | 4,0 % | 3,0 % |
| eher besser | 37,2 % | 40,9 % | 39,9 % | 40,6 % |
| genauso gut | 58,9 % | 56,0 % | 53,8 % | 55,6 % |
| eher schlechter | 0,8 % | 0,8 % | 1,6 % | 0,8 % |

Tab. 6-37: Selbstbild der Probanden und Probandinnen als Autofahrer / Autofahrerin, getrennt nach Messung (M1-M4).

Als ihre drei größten Stärken im Vergleich zu anderen gleichaltrigen Autofahrern bzw. Autofahrerinnen nennen die meisten der Befragten, dass sie

- defensiver fahren und weniger Risiken eingehen (54,9 % bis 63,1 %)
- sich aufgrund ihrer Fahrpraxis sicherer fühlen (49,2 % bis 59,7 %)
- mögliche Gefahrensituationen schneller erkennen (44,4 % bis 47,5 %).

Auf die Frage, ob es etwas gäbe, was Sie als Autofahrer oder Autofahrerin weniger gut machen oder können als andere Personen ihrer Altersgruppe, verneinten dies die meisten Befragten (mindestens 60,9 %). Wenn überhaupt, wurden (von bis zu 24,1 % der Befragten) Bewegungsprobleme (zum Beispiel beim Schulterblick) genannt.

*Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren (G)*

In Übereinstimmung mit ihrem Selbstbild traut sich die überwiegende Mehrheit der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen nach eigenen Angaben zu, auch schwierige Verkehrssituationen oder potenziell gefährliche Umgebungsbedingungen (z. B. das Fahren bei Dunkelheit oder zu Hauptverkehrszeiten durch eine Stadt) sicher zu bewältigen, was auf eine ausgeprägte Handlungskompetenzerwartung schließen lässt. Die Mehrheit gibt zudem unter anderem an, sich auch durch mitfahrende Personen nicht ablenken zu lassen und im Notfall – trotz geringen Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug – rechtzeitig bremsen zu können.

Demgegenüber gibt es auch Situationen, in denen sich die Probanden und Probandinnen ein sicheres Lenken des Autos nicht (mehr) zutrauen, zum Beispiel wenn sie eine gewisse Menge Alkohol getrunken haben, sich nicht fit fühlen oder eine längere Strecke ohne Pause fahren müssten. Tendenziell sinkt der Anteil der Personen, die sich bestimmte Situationen eher oder voll zutrauen bzw. steigt der Anteil der Personen, die sich bestimmte Situationen eher nicht oder überhaupt nicht (mehr) zutrauen. Eine Übersicht über die Verkehrs- bzw. Fahrsituationen, die sich die Personen in der Stichprobe in den einzelnen Erhebungszeiträume hinweg am meisten und am wenigsten zutrauen, liefert Tabelle 6-38.

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Ich traue mir eher / voll zu…** | | | | |
| bei Hauptverkehrszeiten durch eine Stadt zu fahren | 95,7 % | 94,6 % | 95,3 % | 94,7 % |
| bei Dunkelheit zu fahren | 90,1 % | 87,9 % | 86,2 % | 83,5 % |
| mich nicht ablenken zu lassen, wenn gut gelaunte Freunde mitfahren | 85,0 % | 85,6 % | 80,6 % | 76,7 % |
| im Notfall trotz geringen Abstands zum Vorausfahrenden rechtzeitig zu bremsen | 75,1 % | 75,9 % | 68,8 % | 79,7 % |
| nach einem langen Abend bei Freunden/Bekannten müde nach Hause zu fahren | 71,1 % | 70,0 % | 64,0 % | 65,4 % |
| | | | | |
| **Ich traue mir eher nicht / überhaupt nicht zu …** | | | | |
| Auto zu fahren, wenn ich ca. 1 Liter Bier oder 0,5 Liter Wein getrunken habe | 93,3 % | 93,4 % | 96,0 % | 95,5 % |
| Auto zu fahren, wenn ich mich nicht fit fühle oder krank bin | 81,4 % | 81,3 % | 85,8 % | 85,7 % |
| fünf Stunden lang Auto zu fahren, ohne Pause zu machen | 60,5 % | 64,2 % | 66,8 % | 69,9 % |
| auf einer dicht befahrenen Landstraße andere Autos zu überholen | 53,0 % | 51,8 % | 52,2 % | 48,9 % |
| bei lauter Musik Auto zu fahren | 50,2 % | 52,1 % | 54,2 % | 54,1 % |

Tab. 6-38: Aspekte der Handlungskompetenzerwartung mit der höchsten Zustimmung, getrennt nach Messung (M1-M4).

Als besonders gefährlich erachteten die Probanden und Probandinnen die fünf in Tabelle 6-39 genannten Situationen.

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Autofahren bei dichtem Nebel | 92,5 % | 89,1 % | 90,9 % | 92,5 % |
| Autofahren, wenn ich körperlich nicht fit bin | 65,6 % | 64,6 % | 64,0 % | 67,7 % |
| Autofahren, wenn viele Fahrradfahrer unterwegs sind | 51,4 % | 47,1 % | 52,2 % | 59,4 % |
| Autofahren bei Regen | 44,7 % | 41,2 % | 41,5 % | 37,6 % |
| auf der Landstraße zu überholen | 36,4 % | 37,4 % | 36,4 % | 33,8 % |

Tab. 3-39: Fünf von den Probanden und Probandinnen als besonders gefährlich eingeschätzte Situationen beim Autofahren, getrennt nach Messung (M1-M4).

Analog zu den Kompensationsstrategien wurden auch die Items zu den Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren für die längsschnittliche Auswertung mittels Faktorenanalyse zu einzelnen Faktoren zusammengefasst.

Für die Frage „Wie sehr trauen Sie sich zu, in den folgenden Situationen ein Auto sicher zu lenken?“ (G1) ergaben sich dabei drei Faktoren: Faktor 1 umfasst Items, die mehrheitlich äußere Einflüsse beim Fahren eines PKWs behandeln wie z. B. mitfahrende Personen oder andere Verkehrsteilnehmer und -teilnehmerinnen. Hier lag der Mittelwert der Stichprobe in der ersten Messung mit 2,89 (SD = 0,43) eher im mittleren Bereich[26], in dem auch die Mittelwerte der folgenden Messungen einzuordnen sind. Die in Faktor 2 enthaltenen Items zielen eher auf interne Personenmerkmale bzw. -zustände ab, wie z. B. Müdigkeit, Krankheit oder Alkoholeinfluss. Hier lag der Mittelwert der Befragten anfangs bei M = 2,26

[26] Die Skala der einzelnen Items reicht von 1 „traue ich mir überhaupt nicht zu“ bis 4 „traue ich mir voll und ganz zu“.

(SD = 0,45) und auch in den Folgemessungen in einem ähnlichen Bereich. Die größten Unterschiede ergaben sich für Faktor 3, der die beiden Items umfasste, die sich auf längere Autofahrten beziehen – einerseits unter zeitlicher Perspektive („fünf Stunden“), andererseits anhand der zurückgelegten Strecke („500 km“). Der Mittelwert lag hier zu Beginn der Erhebungen (M1) bei M = 2,48 (SD = 0,89) und bei der letzten Erhebung (M4) nur noch bei M = 2,27 (SD = 0,82). Die Mittelwerte (und Standardabweichungen) der einzelnen Faktoren zu den vier Erhebungszeiträumen sind in Tabelle 6-40 dargestellt.

| **Wie sehr trauen Sie sich zu, in den folgenden Situationen ein Auto sicher zu lenken?** | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Faktor 1: Äußere Einflüsse | M = 2,89 | M = 2,88 | M = 2,81 | M = 2,81 |
| | SD = 0,43 | SD = 0,44 | SD = 0,43 | SD = 0,46 |
| Faktor 2: Interne Personenzustände | M = 2,26 | M = 2,25 | M = 2,19 | M = 2,19 |
| | SD = 0,45 | SD = 0,44 | SD = 0,45 | SD = 0,44 |
| Faktor 3: Längere Autofahrten | M = 2,48 | M = 2,41 | M = 2,33 | M = 2,27 |
| | SD = 0,89 | SD = 0,90 | SD = 0,80 | SD = 0,82 |
| | | | | |
| **Wie sehr treffen die Aussagen auf Sie persönlich zu?** | | | | |
| Faktor 1: Defensives Fahren | M = 1,95 | M = 1,99 | M = 2,05 | M = 2,10 |
| | SD = 0,48 | SD = 0,47 | SD = 0,48 | SD = 0,50 |
| Faktor 2: Offensives Fahren | M = 2,28 | M = 2,28 | M = 2,21 | M = 2,20 |
| | SD = 0,46 | SD = 0,45 | SD = 0,45 | SD = 0,45 |

Tab. 6-40: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittels Faktorenanalyse ermittelten Faktoren zur Handlungskompetenzerwartung, getrennt nach Messung (M1-M4).

Aus den Items, die der Frage „Wie sehr treffen die Aussagen auf Sie persönlich zu?“ (G2) zugeordnet sind, ergaben sich in der Faktorenanalyse zwei Faktoren mit gegensätzlicher inhaltlicher Ausrichtung. Die Items, die Faktor 1 bilden, lassen sich unter dem Begriff „defensives Fahren“ zusammenfassen (z. B. langsames, vorsichtiges Fahren). Das arithmetische Mittel der Skala[27] lag bei der ersten Messung bei M = 1,95 (SD = 0,48) und wurde über die Erhebungszeiträume hinweg kontinuierlich größer (Tabelle 6-38). Die in Faktor 2 enthaltenen Items beschreiben dagegen eher offensives Fahren (z. B. schnelles, riskantes Fahren). Der Mittelwert lag in der ersten Erhebung bei M = 2,28 (SD = 0,46) und in einem ähnlichen Bereich auch in den folgenden Erhebungen.

*Freizeitverhalten (H)*

Zu den fünf häufigsten Aktivitäten, die die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen nach eigenen Angaben in ihrer Freizeit machen, gehören

- Bücher / Zeitschriften lesen (bis zu 84,4 %)
- Wandern / Spazierengehen (bis zu 66,4 %)
- im Internet surfen (bis zu 62,6 %)
- Zeit mit der Familie verbringen (bis zu 61,1 %)
- Musik / Radio hören (bis zu 62,4 %)

Im Gegensatz zu diesen, über die Erhebungszeiträume hinweg relativ stabilen Freizeitaktivitäten, wurden Aktivitäten, die mit sozialen Kontakten zu tun haben und/oder Mobilität (z.B. Autofahren) erfordern,

[27] Die Skala der einzelnen Items reicht von 1 „trifft überhaupt nicht zu“ bis 4 „trifft voll und ganz zu“.

wie zum Beispiel Bekannte, Freunde, private Feiern, Weiterbildungs- oder kulturelle Veranstaltungen besuchen, während der Projektlaufzeit weniger[28].

Für ihre letzte Urlausreise nutzen die Probanden und Probandinnen vor allem das Auto (bis zu 66,9 %) (dabei vornehmlich als Fahrer oder Fahrerin und eher selten als Beifahrer oder Beifahrerin) und in deutlich geringerem Ausmaß das Flugzeug (bis zu 22,6 %). Zug (bis zu 11,3 %), Bus / Fernbus (bis zu 11,3 %) und Motorrad (bis zu 0,8 %) spielten in dieser Stichprobe als Reiseverkehrsmittel für den letzten Urlaub eher eine untergeordnete bzw. keine Rolle.

Auch bei den Tagesausflügen, die die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen in den vorangegangenen 12 Monaten (bzw. seit der letzten Untersuchung) unternommen hatten, dominierte das Auto als beliebtestes Verkehrsmittel (bis zu 75,7 %), gefolgt vom Fahrrad (mit oder ohne Elektromotor) (bis zu 39,6 %), dem Zug (bis zu 21,6 %) und Bus / Fernbus (bis zu 22,5 %). Touren mit dem Motorrad oder Moped/Roller wurden ebenfalls unternommen (bis zu 5,1 %).

*Soziale Beziehungen und Lebenszufriedenheit (I)*

Fast alle Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen sind mit ihrer aktuellen Lebenssituation und auch mit dem, was sie in ihrem Leben erreicht haben, eher bis sehr zufrieden, wobei der Anteil der sehr zufriedenen Personen im Laufe der Erhebungen sinkt und der eher Unzufriedenen leicht steigt (Tabelle 6-41).

| | **M1** | **M2** | **M3** | **M4** |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrer aktuellen Lebenssituation?** | | | | |
| sehr zufrieden | 36,0 % | 31,5 % | 30,0 % | 20,3 % |
| zufrieden | 52,6 % | 53,3 % | 52,6 % | 51,1 % |
| eher zufrieden | 8,3 % | 13,2 % | 15,4 % | 23,3 % |
| eher unzufrieden | 3,2 % | 1,6 % | 1,2 % | 3,8 % |
| unzufrieden | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,8 % |
| sehr unzufrieden | 0,0 % | 0,0 % | 0,8 % | 0,0 % |
| | | | | |
| **Wie zufrieden sind Sie mit dem, was Sie in Ihrem Leben erreicht haben?** | | | | |
| sehr zufrieden | 36,8 % | 35,0 % | 34,0 % | 26,3 % |
| zufrieden | 55,7 % | 54,9 % | 56,9 % | 57,9 % |
| eher zufrieden | 6,3 % | 8,2 % | 8,3 % | 12,0 % |
| eher unzufrieden | 1,2 % | 1,6 % | 0,8 % | 2,3 % |
| unzufrieden | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,8 % |
| sehr unzufrieden | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |

Tab. 6-41: Lebenszufriedenheit der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4).

Die überwiegende Mehrheit der Befragten sieht oder spricht mindestens einmal im Monat mindestens zwei Verwandte und Freunde, wobei die meisten Probanden und Probandinnen die Person, zu der sie am meisten Kontakt haben, mehrmals im Monat sehen. Die Häufigkeit bzw. Anzahl der Sozialkontakte

[28] Dies muss nicht zwangsläufig Ausdruck veränderter Vorlieben bei der Freizeitgestaltung oder (altersbedingter) Einschränkungen der Mobilität sein, sondern kann auch eine Begleiterscheinung der COVID-19-Pandemie sein, die während der Projektlaufzeit auftrat (siehe Kapitel 6.4.2.3 und Kapitel 7.4). Die gleiche Einschränkung bei der Interpretation gilt auch für die Angaben der Befragten zu Urlaubsreisen und Tagesausflügen.

(zu Verwandten und Freunden / Freundinnen) nahm den Angaben der Befragten zufolge während der Projektlaufzeit tendenziell ab[29] (Tab 6-42).

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Wie viele Ihrer Verwandten sehen oder sprechen Sie mindestens einmal im Monat?** | | | | |
| keinen | 2,8 % | 2,7 % | 4,7 % | 3,8 % |
| 1-2 | 20,6 % | 23,0 % | 24,5 % | 23,3 % |
| 3-4 | 41,1 % | 41,6 % | 43,9 % | 42,9 % |
| 5 oder mehr | 35,2 % | 31,5 % | 26,9 % | 29,3 % |
| | | | | |
| **Wie viele Freunde sehen oder sprechen Sie mindestens einmal im Monat?** | | | | |
| keinen | 0,4 % | 1,2 % | 2,8 % | 3,0 % |
| 1-2 | 18,2 % | 17,5 % | 17,4 % | 22,6 % |
| 3-4 | 32,0 % | 33,9 % | 34,0 % | 40,6 % |
| 5 oder mehr | 49,4 % | 47,1 % | 45,8 % | 33,1 % |
| | | | | |
| **Wie oft sehen Sie die Person (Freund/in), zu der Sie am meisten Kontakt haben?** | | | | |
| seltener als einmal im Monat | 15,4 % | 19,1 % | 19,8 % | 20,3 % |
| mehrmals im Monat / einmal wöchentlich | 65,6 % | 63,4 % | 64,0 % | 66,2 % |
| mehrmals wöchentlich / täglich | 19,0 % | 16,7 % | 16,2 % | 12,8 % |

Tab. 6-42: Häufigkeit und Anzahl der Sozialkontakte der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4).

*Gesundheitszustand und Medikamenteneinnahme (J)*

Die Mehrheit der Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen schätzt ihren eigenen allgemeinen Gesundheitszustand (entsprechend ihres Alters) als gut bis sehr gut ein, wobei der Anteil dieser Personen im Laufe der Zeit etwas kleiner wird und mehr Personen ihren Gesundheitszustand dann als „eher gut" einschätzen. Gleichzeitig beschreiben zunehmend mehr Befragte ihren Gesundheitszustand als „eher schlecht", was darauf hindeutet, dass ein zunehmend größerer Anteil der Befragten eventuell vorhandene körperliche Defizite erkennt, was als wichtige Voraussetzung für Kompensationsverhalten gilt. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch bei der Selbsteinschätzung der geistigen Leistungen wie z. B. Konzentrieren oder Erinnern (Tabelle 6-43).

Ihre eigene Hörfähigkeit schätzt die überwiegende Mehrheit der Personen in der Stichprobe als eher gut bis sehr gut ein. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des Sehtests (vgl. Kapitel 6.4.2.1) schätzen die Probanden und Probandinnen ihre eigene allgemeine Sehfähigkeit in allen vier Erhebungszeiträumen fast ausnahmslos als eher gut bis sehr gut ein, rein deskriptiv gibt es nur einen kleinen Anteil von Personen, die ihre Sehfähigkeit im Laufe der Zeit als eher schlecht bis schlecht einschätzen (maximal 3,1 %). Ihre Sehfähigkeit bei Dämmerung / Dunkelheit wird von dagegen niedriger eingeschätzt, wobei immer noch mindestens 85,7 % der Probanden und Probandinnen diese als eher gut bis sehr gut einschätzen. Die Zahl der Personen, die das Gefühl haben, leicht geblendet zu werden, steigt über die Erhebungszeiträume hinweg dagegen kontinuierlich an (Tabelle 6-43).

[29] Auch diese Veränderungen können Begleiterscheinungen der COVID-19-Pandemie sein, die während der Projektlaufzeit auftrat (siehe Kapitel 6.4.2.3 und Kapitel 7.4).

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Wie würden Sie Ihren allgemeinen aktuellen Gesundheitszustand (entsprechend Ihrem Alter) beschreiben?** | | | | |
| sehr gut / gut | 72,7 % | 70,8 % | 65,6 % | 57,9 % |
| eher gut | 25,7 % | 26,1 % | 31,6 % | 36,8 % |
| eher schlecht | 1,2 % | 3,1 % | 2,8 % | 5,3 % |
| schlecht / sehr schlecht | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| | | | | |
| **Wie würden Sie Ihre geistigen Leistungen wie Konzentrieren und Erinnern (entsprechend Ihrem Alter) beschreiben?** | | | | |
| sehr gut / gut | 72,7 % | 70,0 % | 67,2 % | 58,6 % |
| eher gut | 23,3 % | 27,6 % | 32,0 % | 36,1 % |
| eher schlecht | 2,8 % | 2,3 % | 0,8 % | 5,3 % |
| schlecht / sehr schlecht | 0,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| | | | | |
| **Wie würden Sie Ihre Hörfähigkeit (mit Hörgerät, falls vorhanden) allgemein einschätzen?** | | | | |
| sehr gut / gut / eher gut | 87,0 % | 93,4 % | 90,9 % | 88,7 % |
| eher schlecht / schlecht / sehr schlecht | 6,3 % | 4,7 % | 6,3 % | 9,8 % |
| | | | | |
| **Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe, falls vorhanden) allgemein einschätzen?** | | | | |
| sehr gut / gut / eher gut | 98,8 % | 98,8 % | 98,8 % | 97,0 % |
| eher schlecht / schlecht / sehr schlecht | 0,8 % | 1,2 % | 1,2 % | 3,0 % |
| | | | | |
| **Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe, falls vorhanden) bei Dämmerung / Dunkelheit einschätzen?** | | | | |
| sehr gut / gut / eher gut | 87,4 % | 89,1 % | 87,4 % | 85,7 % |
| eher schlecht / schlecht / sehr schlecht | 11,5 % | 10,9 % | 12,6 % | 14,3 % |
| | | | | |
| Haben Sie das Gefühl, leicht geblendet zu werden? (ja) | 37,9 % | 39,3 % | 40,3 % | 48,1 % |

Tab. 6-43: Subjektive Einschätzung des allgemeinen Gesundheitszustands, der geistigen Leistungen, der Hör- und Sehfähigkeit, getrennt nach Messung (M1-M4).

Die Probanden und Probandinnen haben bei der ersten Erhebung nach eigenen Angaben durchschnittlich 2,31 Erkrankungen bzw. gesundheitliche Probleme, die im Laufe der Zeit im Durchschnitt leicht zunehmen (M4: 2,64). Die häufigsten Erkrankungen der Personen in der Stichprobe sind Bluthochdruck, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Grauer Star (Katarakt) sowie Probleme / Schmerzen im Rücken, Schulterbereich und in den Beinen oder Füßen. Vor allem von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Katarakt sind nach eigenen Angaben immer mehr Befragte betroffen (Tabelle 6-44).

| Vorliegende Erkrankungen | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Bluthochdruck | 47,0 % | 48,6 % | 52,2 % | 45,9 % |
| Herz-Kreislauf-Erkrankungen | 18,2 % | 20,2 % | 24,1 % | 26,3 % |
| Grauer Star (Katarakt) | 15,4 % | 17,5 % | 16,6 % | 23,3 % |
| Probleme / Schmerzen im Rücken | 28,1 % | 28,0 % | 28,1 % | 33,8 % |
| Probleme / Schmerzen im Schulterbereich | 17,0 % | 12,8 % | 14,2 % | 16,5 % |
| Probleme / Schmerzen in den Beinen oder Füßen | 17,0 % | 15,6 % | 17,4 % | 14,3 % |

Tab. 6-44: Häufigkeit der in der Stichprobe häufigsten Erkrankungen, getrennt nach Messung (M1-M4).

Die Personen in der Stichprobe nahmen zumindest bei Bedarf im ersten Erhebungszeitraum durchschnittlich1,43 verschreibungspflichtige Medikamente ein. Auch dieser Wert stieg im Laufe des Projekts an (M4: 1,71). In Übereinstimmung mit den Erkrankungen nahm etwa die Hälfte der Probanden und Probandinnen täglich blutdrucksenkende Medikamente ein und ein zunehmender Anteil an Personen täglich Herz-Kreislauf-Mittel. Auch der Anteil der Personen, die bei Bedarf Schmerzmittel einnehmen, stieg im Laufe der Erhebungszeiträume an (Tabelle 6-45).

| Eingenommene Medikamente | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Blutdrucksenkende Medikamente (täglich) | 50,6% | 52,1% | 54,2% | 50,4% |
| Herz-Kreislauf-Medikamente (täglich) | 16,6% | 17,5% | 19,4% | 21,1% |
| Schmerzmittel (bei Bedarf) | 19,4% | 18,3% | 22,1% | 27,1% |

Tab. 6-45: Die drei in der Stichprobe am häufigsten eingenommenen Medikamente, getrennt nach Messung (M1-M4).

Darüber hinaus nahmen rund ein Viertel (19,5 % bis 25,7 %) der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen regelmäßig rezeptfreie Medikamente ein, die bei der Multimedikationsproblematik zu berücksichtigen sind.

In allen Erhebungszeiträumen waren über 60 % der Befragten der Meinung, dass sie noch nie Auto gefahren sind, obwohl sie zuvor ein Medikament eingenommen haben, das die Verkehrstüchtigkeit beeinträchtigt. Bis zu 30,4 % glauben sogar, dass sie noch nie ein solches Medikament eingenommen haben. Eine entsprechende Beratung vom Hausarzt bzw. der Hausärztin über mögliche Auswirkungen der Medikamente auf ihre Fahrtüchtigkeit haben rund drei Viertel der Befragten nach eigenen Angaben noch nie erhalten, wobei mehr als die Hälfte von ihnen angaben, auch gar kein Interesse an einer solchen Beratung zu haben.

*Interesse an verkehrsbezogenen Themen und Mediennutzung (K)*

Während der Projektlaufzeit lernten immer mehr Probanden und Probandinnen Möglichkeiten kennen, wie ältere Verkehrsteilnehmer und -teilnehmerinnen ihre Sicherheit im Straßenverkehr erhalten oder verbessern können. Einige dieser Möglichkeiten hatten sie bereits genutzt. Die fünf häufigsten Aktivitäten der Befragten waren die Durchführung eines freiwilligen Gesundheitschecks oder Fahrsicherheitstrainings, die Informationssuche in Büchern oder Zeitschriften oder im Internet sowie die Thematisierung im Freundeskreis, die im Laufe der Projektzeit tendenziell von immer mehr Personen genutzt wurden (Tabelle 6-46). Nur rund ein Viertel der Befragten hatte nach eigenen Angaben noch keine dieser Möglichkeiten genutzt.

**Zusammenfassung der deskriptiven Ergebnisse**

In den neuropsychologischen Testverfahren ergab sich für die deutliche Mehrheit der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen (< 77 %) ein sehr niedriges Unfallrisiko im Useful Field of View Test (UFOV), wobei die Zahl dieser Personen von der ersten bis zur vierten Messung zunahm und zuletzt bei über 90% lag, was möglicherweise auf Selektionseffekte zurückzuführen sein könnte (siehe Kapitel 7.4). Allerdings haben in den Subtests des TAP-M mindestens 20 % der Probanden und Probandinnen den in den Begutachtungsleitlinien geforderten Prozentrang 16 nicht erreicht, wobei dieser Anteil je nach Test deutlich schwankte, in der vierten Messung jedoch erwartungsgemäß stets höher war als in den vorherigen Messungen. In dem Sehtest nahm der Anteil der Personen mit kleinem Visus ebenfalls zu.

Auch wenn die Befragten im Durchschnitt an 2-3 Erkrankungen (v. a. Bluthochdruck, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Rückenschmerzen) leiden und regelmäßig entsprechende Medikamente einnehmen, schätzt die überwiegende Mehrheit ihren aktuellen Gesundheitszustand und die eigenen geistigen Leistungen als eher gut bis sehr gut ein, der Anteil dieser Personen wird jedoch im Laufe der Projektlaufzeit kleiner. Die positive Selbsteinschätzung zeigt sich auch in Bezug auf das Autofahren: Über 98% der Befragten hält sich für mindestens genauso gute, wenn nicht sogar für (eher oder viel) bessere Autofahrer bzw. Autofahrerinnen als andere Personen in ihrer Altersgruppe. Tatsächlich war das Auto (selbst gefahren) über alle Messungen hinweg das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel der Probanden und Probandinnen. Wenn diese in einen Verkehrsunfall verwickelt waren (was den Antworten zufolge selten passierte), so waren sie hierbei als Pkw-Fahrer oder -Fahrerin unterwegs und trugen an dem Unfall nach eigenen Angaben keine Schuld. Die überwiegende Mehrheit traut sich auch die Bewältigung schwieriger Verkehrssituationen eher / voll zu, wie z.B. bei Dunkelheit oder während der Hauptverkehrszeit durch eine Stadt zu fahren. Dennoch sind Kompensationsstrategien weit verbreitet. So gaben die Befragten vor allem an, heute (im Gegensatz zu jüngeren Jahren) generell weniger Kilometer und dabei rücksichtsvoller und vorsichtiger zu fahren und auf längeren Strecken mehr Pausen einzulegen.

Das Interesse an verkehrsbezogenen Themen in der Stichprobe war groß, insbesondere an den Möglichkeiten, die Fahrtauglichkeit im Alter zu erhalten und die eigenen Fahrfähigkeiten zu verbessern. Selbst aktiv geworden (z.B. durch Informationssuche, freiwillige Gesundheitschecks oder Fahrsicherheitstrainings) waren in dieser Hinsicht aber bislang nur etwa 20-40 % der Befragten.

#### *6.4.2.3 EXKURS: Ergänzender Fragebogen zur COVID-19-Pandemie*

In die Laufzeit des Projekts fiel die COVID-19-Pandemie und damit verbunden erhebliche Einschränkungen des gesellschaftlichen Lebens („Lockdown“). Diese beeinflussten nicht nur den Verlauf der Datenerhebung und damit auch das Versuchsdesign (siehe Kapitel 7.4), sondern ebenso den Alltag und somit möglicherweise auch das Mobilitätsverhalten der Probanden und Probandinnen. Insbesondere die Häufigkeit und Länge der mit dem Auto unternommenen Fahrten könnten davon betroffen sein, was sich in einer geringeren Kilometerleistung niederschlagen würde, die sich in früheren Studien als wichtiger Prädiktor für das Fahrverhalten bzw. die Fahrtüchtigkeit erwiesen hat (z.B. LANGFORD, METHORST & HAKAMIES-BLOMQVIST, 2006; RUDINGER, 2012).

Um mögliche Einflüsse auf potenziell relevante Einflussfaktoren (z. B. Veränderungen der Jahreskilometerleistung aufgrund eines veränderten Freizeitverhaltens) auf das Fahrverhalten kontrollieren zu können, wurde nach Beginn der COVID-bedingten Maßnahmen zur Einschränkung der Ausbreitung des Corona-Virus im Frühjahr 2020 ein zusätzlicher Fragebogen entwickelt. Dieser enthielt Fragen zu Veränderungen im Mobilitäts- und Freizeitverhalten im Vergleich zu der Zeit vor den Lockdown-Maßnahmen, insbesondere zur aktuell bevorzugten Wahl der Verkehrsmittel, Kilometerleistung in einer typischen Woche (vor / während des Lockdowns), Bedeutung und Wichtigkeit einzelner Verkehrsmittel sowie zu Veränderungen des Freizeitverhaltens und sozialer Kontakte und zum subjektiven Erleben von Beeinträchtigungen im Mobilitäts- und Freizeitverhalten durch die Corona-bedingten Einschränkungen. Der Fragebogen wurde den Teilnehmern und Teilnehmerinnen der DoBoLSiS-Studie gegen Ende des ersten Lockdowns im Juni 2020 zugesandt. Von den 260 Probanden und Probandinnen der Längsschnittstichprobe schickten 206 Personen den Fragebogen innerhalb eines Zeitraums von 2 bis 29 Tagen (M = 9 Tage) ausgefüllt zurück. Die wesentlichen Ergebnisse der für das Fahr- und Mobilitäts-

| Eigene Aktivitäten rund um das Thema Fahrsicherheit | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| Durchführung eines freiwilligen Gesundheitschecks | 34,0 % | 38,5 % | 43,5 % | 42,9 % |
| Absolvierung eines Fahrsicherheitstrainings | 22,1 % | 24,9 % | 24,5 % | 22,6 % |
| Informationssuche in Büchern oder Zeitschriften | 36,0 % | 31,9 % | 40,3 % | 35,3 % |
| Informationssuche im Internet | 21,7 % | 21,4 % | 27,7 % | 27,8 % |
| Thematisierung im Freundeskreis | 30,0 % | 32,7 % | 32,4 % | 33,8 % |

Tab. 6-46: Die fünf häufigsten Aktivitäten der Probanden und Probandinnen zum Thema Verkehrssicherheit, getrennt nach Messung (M1-M4).

Wenn das Thema Fahrsicherheit im Freundeskreis der Befragten thematisiert wurde, ging es darin nach Angaben der Probanden und Probandinnen in erster Linie um Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit wie Kontrollen, Gesetzgebung oder Fahrzeugtechnologien (bis zu 71,9 %), die Gefährlichkeit bestimmter Strecken (bis zu 70,0 %) oder Medienberichte zu einem Verkehrssicherheitsthema (bis zu 68,4 %). Bis zu 65,4 % gaben zudem an, in ihrem Freundeskreis zumindest ab und zu speziell über die Verkehrssicherheit älterer Menschen zu sprechen.

Nach dem Interesse an weiterführenden Informationen zu verkehrsbezogenen Themen befragt, gaben mit Abstand die meisten Personen (bis 71,1 %) an, sich dafür zu interessieren, welche Möglichkeiten es gibt, auch im Alter weiterhin fahrtauglich zu bleiben. Darüber hinaus bestand auch Interesse daran, zu erfahren

- welche Möglichkeiten bestehen, die eigenen Fahrfähigkeiten zu verbessern (bis 49,8 %)
- wie sich das Alter auf das Autofahren auswirken kann (bis 49,8 %)
- welche neuen Verkehrsregeln und mögliche Strafen bzw. Bußgelder es gibt (bis 47,4 %)
- welche Fahrzeugtechnik die eigene Sicherheit gewährleistet bzw. verbessert (bis 41,5 %)

Im Zusammenhang mit der für die Fahr- und Verkehrssicherheit wichtige Fahrzeugtechnik sind auch Fahrassistenzsysteme zu nennen. Die Personen in der Stichprobe nutzen hiervon vor allem Navigationsgeräte und in deutlich geringerem Ausmaß Parkassistenten und Fernlichtassistenten / Abbiegelicht / dynamisches Kurvenlicht, wobei die Nutzung der Assistenzsysteme im Laufe der Erhebungszeiträume zugenommen hat (Tabelle 6-47). Weitere Assistenzsysteme werden in noch geringerem Ausmaß genutzt, was jedoch an einer mangelnden Verfügbarkeit zu liegen scheint. Denn hätten die Befragten die Möglichkeit dazu, diese zu nutzen, würden sie dies eher bzw. gerne tun. Dies gilt vor allem für Nachtsicht-Assistenzsysteme, Kreuzungsassistenzsysteme und den sogenannten eCall, der bei einem schweren Unfall automatisch einen Notruf absetzt.

| | M1 | M2 | M3 | M4 |
|---|---|---|---|---|
| | n = 253 | n = 257 | n = 253 | n = 133 |
| **Welche Fahrassistenzsysteme nutzen Sie bereits?** | | | | |
| Navigationsgeräte | 81,8 % | 80,9 % | 80,6 % | 87,2 % |
| Parkassistent | 32,0 % | 36,2 % | 36,4 % | 36,8 % |
| Fernlichtassistent / Abbiegelicht / dynamisches Kurvenlicht | 19,0 % | 20,2 % | 24,5 % | 28,6 % |
| | | | | |
| **Welche Fahrassistenzsysteme würden Sie eher / gerne nutzen, sofern Sie die Möglichkeit dazu hätten?** | | | | |
| | | | | |
| Nachtsichtassistent | 90,9 % | 88,3 % | 90,9 % | 93,2 % |
| Kreuzungsassistent | 84,2 % | 79,8 % | 84,2 % | 87,2 % |
| eCall | 87,7 % | 84,4 % | 84,2 % | 77,4 % |

Tab. 6-47: Nutzung von und Interesse an Fahrassistenzsystemen, getrennt nach Messung (M1-M4).

verhalten relevanten Fragen werden im Folgenden dargestellt. Es sei allerdings bereits hier darauf hingewiesen, dass die Jahreskilometerleistung keinen Eingang in das finale Modell fand. Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass die Probanden und Probandinnen, die in die längsschnittliche Auswertung eingegangen sind, trotz des Rückgangs der Jahreskilometerleistung während der COVID-19-Pandemie, eine recht hohe Fahrleistung aufwiesen.

Für die meisten Befragten hat sich die Bedeutung und Wichtigkeit des motorisierten Individualverkehrs (Auto, Motorrad, Roller) während der Corona-bedingten Einschränkungen nicht verändert (73,8 %). Bei anderen Verkehrsmitteln scheint es jedoch leichte Veränderungen gegeben zu haben. So gaben 30,1 % der Befragten an, dass der öffentliche Nahverkehr weniger wichtig wurde, ebenso Züge für die Fahrt auf längeren Strecken (28,2 %) und die Taxi-Nutzung (25,2 %), während das Fahrrad / E-Bike an Bedeutung zugenommen hat (21,8 %), ebenso wie das zu Fuß gehen (29,1 %). Einen vollständigen Überblick über die Bedeutung und Wichtigkeit der einzelnen Verkehrsmittel gibt Tabelle 6-48.

| **Hat sich die Bedeutung, die Wichtigkeit einzelner Verkehrsmittel für Sie geändert?** | **wichtiger** | **unverändert** | **weniger wichtig** | **keine Angabe** |
|---|---|---|---|---|
| Motorisierter Individualverkehr (Auto / Motorrad / Roller) | 14,1 % | 73,8 % | 9,2 % | 2,9 % |
| Öffentlicher Nahverkehr (Bus, Bahn) | 4,8 % | 37,4 % | 30,1 % | 27,7 % |
| Zug auf längeren Strecken (ab ca. 100 km) | 4,4 % | 28,1 % | 24,3 % | 43,2 % |
| Taxi | 1,5 % | 25,2 % | 28,2 % | 45,1 % |
| Fahrrad / E-Bike | 21,8 % | 43,7 % | 14,1 % | 20,4 % |
| Zu Fuß gehen | 29,1 % | 54,4 % | 3,4 % | 13,1 % |

Tab. 6-48: Änderung der Bedeutung / Wichtigkeit einzelner Verkehrsmittel während der COVID-19-Pandemie.

Diese Ergebnisse spiegeln sich weitgehend auch in der Wahl der Verkehrsmittel wider: Auf die Frage, ob sich die Wahl ihrer Verkehrsmittel seit Beginn und während der Corona-Krise geändert habe, antwortete die knappe Mehrheit (59,2 %) der Befragten, dass dies – zumindest auf das Auto bezogen – nicht der Fall war. Dennoch gaben 27,2 % der Befragten an, dass sie das Auto in dieser Zeit seltener nutzten. Fast ein Drittel der Befragten (31,6 %) nutzte in dieser Zeit den öffentlichen Nahverkehr seltener und auch Züge (22,3 %) und Taxen (21,8 %) wurden seltener genutzt. Eher zugenommen hat dagegen die Nutzung von Fahrrädern und E-Bikes (19,4 %) und ein Drittel der Befragten (33,5 %) ging während dieser Zeit häufiger zu Fuß als zuvor.

Dass sich die geringere Nutzung des Autos während der Corona-Pandemie auf die Kilometerleistung ausgewirkt hat, ist in Tabelle 6-49 dargestellt. Sie zeigt, dass es während der Corona-bedingten Einschränkungen leichte Verschiebungen gab von höheren Kilometerleistungen pro Woche (ab 100 km/Woche) hin zu geringeren Kilometerleistungen (weniger als 50 km/Woche), während der Anteil der Personen, die 50-100 km pro Woche mit dem Auto fuhren, ungefähr auf dem gleichen Niveau blieb.

| **Kilometerleistung pro Woche** | **vor den Einschränkungen** | **während der Einschränkungen** |
|---|---|---|
| weniger als 50 km | 12,1 % | 33,5 % |
| 50-100 km | 33,0 % | 35,0 % |
| 100-300 km | 27,7 % | 16,5 % |
| 300-500 km | 4,9 % | 1,5 % |
| mehr als 500 km | 0,5 % | 1,5 % |
| keine Angabe | 21,8 % | 12,1 % |

Tab. 6-49: Kilometerleistung pro Woche vor und während der pandemiebedingten Einschränkungen

Standardmäßig ist bei jeder Erhebungswelle die Frage gestellt worden: „Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten ungefähr selbst mit dem Auto gefahren?“ (Fragebogen, B6). Diese Daten sind auch bei den Analysen berücksichtigt worden.

Neben der Nutzung von Bus und Bahn, die von dem größten Anteil der Befragten komplett oder zumindest teilweise (65,0 %) vermieden wurde, gab es noch weitere Aktivitäten, die die Befragten bewusst (vollständig oder zumindest etwas) vermieden haben, um – so der Wortlaut der Frage – das Risiko einer COVID-19-Infektion zu verringern (Tabelle 6-50). Dazu gehören vor allem die räumliche Nähe zu anderen Menschen auf der Straße (80,6 %), der Besuch von Geschäften (68,4 %) und der Aufenthalt auf öffentlichen Plätzen (64,6 %) sowie soziale Aktivitäten wie der Besuch naher Bekannter oder Freunde (72,3 %) oder naher Verwandter (64,1 %).

| **Gibt es Aktivitäten, die Sie bewusst vermeiden, um das Risiko einer Corona-Infektion zu verringern?** | **vollständig** | **etwas** | **kaum** | **gar nicht** | **keine Angabe** |
|---|---|---|---|---|---|
| Besuche von Geschäften | 9,7 % | 58,7 % | 16,5 % | 12,1 % | 2,4 % |
| Nutzung von Bus und Bahn | 47,1 % | 18,0 % | 9,7 % | 10,2 % | 15,0 % |
| Besuche naher Verwandter | 23,3 % | 40,8 % | 19,4 % | 13,1 % | 3,4 % |
| Besuche naher Bekannter / Freunde | 30,1 % | 42,2 % | 14,6 % | 11,2 % | 2,0 % |
| Aufenthalt auf öffentlichen Plätzen | 34,5 % | 30,1 % | 19,9 % | 13,6 % | 2,0 % |
| Räumliche Nähe zu Menschen auf der Straße | 35,4 % | 45,1 % | 13,1 % | 6,3 % | 0,0 % |
| Verlassen der eigenen Wohnung | 0,5 % | 30,1 % | 31,6 % | 37,9 % | 0,0 % |

Tab. 6-50: Bewusste Vermeidung bestimmter Aktivitäten aus Gründen des Infektionsschutzes.

Auch bei der Frage nach Veränderungen in ihrem Freizeitverhalten zeigte sich, dass die Befragten persönliche Begegnungen während der Corona-Beschränkungen stark eingeschränkt haben. So gaben 89,3 % der Befragten an, keine oder nur noch selten private Feiern zu besuchen, 87,4 % haben gar nicht mehr oder nur noch selten mit Bekannten etwas unternommen und 73,3 % haben (fast) komplett auf Ausflüge verzichtet. Stattdessen haben sich 37,4 % der Befragten nach eigenen Angaben in ihrer Freizeit häufiger mit Heimwerken beschäftigt oder waren im Garten arbeiten und 32,0 % gaben an, dass sie häufiger spazieren oder wandern gegangen sind.

Aktivitäten, die innerhalb der Wohnung stattfinden, waren von den Corona-bedingten Einschränkungen erwartungsgemäß eher nicht betroffen. Als weitgehend unverändert erwiesen sich größtenteils Freizeitaktivitäten wie Musik / Radio hören (78,2 %), Fernsehen (70,4 %), im Internet surfen (61,2 %), E-Mails schreiben / chatten (60,2 %), Rätseln / Spielen (54,9 %) und Bücher / Zeitschriften lesen (54,4 %).

Der Verzicht auf aushäusige und soziale Aktivitäten wurde von den meisten Befragten sehr oder zumindest etwas vermisst. Dies galt insbesondere für

- Besuche von Bekannten / Freunden (88,8 %)
- Restaurantbesuche (86,9 %)
- Unternehmungen mit Bekannten (82,5 %)
- Urlaubsreisen (78,6 %)
- Besuche privater Feiern (76,2 %)
- Besuche von kulturellen Veranstaltungen (76,2 %)
- Ausflüge (65,5 %)
- Besuche von Gaststätten, Bars und Clubs (62,1 %)

Angesichts dieser Ergebnisse überrascht es nicht, dass sich die Mehrheit der Befragten in ihrem Mobilitäts- und Freizeitverhalten zum Zeitpunkt der Befragung mindestens etwas (51,9 %) und teilweise sogar sehr (16,0 %) eingeschränkt fühlten. Nur ein kleinerer Anteil der Befragten fühlte sich nur wenig (22,8 %) und noch weniger (6,3 %) durch die Corona-Beschränkungen gar nicht eingeschränkt.

### 6.4.3 Längsschnittanalysen

Die beschriebene inzwischen extreme Ungleichheit der zeitlichen Distanz der Messungen pro Individuum, d. h. nicht (wie ursprünglich geplant) feste Zeiträume von 12 bis 15 Monaten zwischen den einzelnen Messungen, sondern hochvariable Zeiträume bis zu 30 Monaten zwischen Messzeitpunkten und dazu die unterschiedliche Anzahl der Messungen, nämlich bei 116 Probandinnen und Probanden 4 für den Längsschnitt verwertbare Messungen, bei 127 Probandinnen und Probanden 3 solcher Messungen, führt dazu, dass die ursprünglich geplanten traditionellen Analyseverfahren für Längsschnittdaten hier an ihre Grenzen stoßen. Wir haben allerdings mit sogenannten Hybrid-Modellen (HLM – Hierarchical Linear Modeling; MEA – Mehr-Ebenen-Analyse; RIRS – Random Intercept/Random Slope; LGC – Latent Growth Curve Analysis) durchaus flexible Instrumente für die Analyse solcher eher unkonventionellen Datensätze.

In der Terminologie dieser Mehrebenenmodelle / Hierarchische Lineare Modelle (HLM) haben längsschnittliche Daten wie die hier vorliegenden eine Zwei-Ebenen-Struktur. Die wiederholten Messungen bilden dabei (Hierarchie-)Ebene 1 (Level 1), während die Personen mit ihren Merkmalen, Eigenschaften, Fähigkeiten Ebene 2 (Level 2) darstellen und somit die längsschnittlichen Messungen in den Personen *"nested"* sind (HOSOYA, G., KOCH, T. & EID, M., 2014). Dieses Bild muss man sich für die folgenden Analysen immer wieder vor Augen halten!

Denn dies – und das muss betont werden – bedeutet, dass jede Person ihre individuelle „Wachstumskurve" / „Growth Curve", z. B. für den TRIP-Risikoindex, hat – ein ganz zentraler Tatbestand und Ausgangslage für die statistische Längsschnittanalyse. Genau dies lässt sich in einfacher Form für zwei Messzeitpunkte (2 MP) veranschaulichen. Dies hat den Vorteil, dass die individuellen „Wachstumskurven" durch diese Limitation (2 MP) überschaubar bleiben. „Wachstumskurven" / „Growth Curves" ist als technischer Begriff für die Abbildung von Veränderungen in einer quantitativen Variablen zu verstehen.

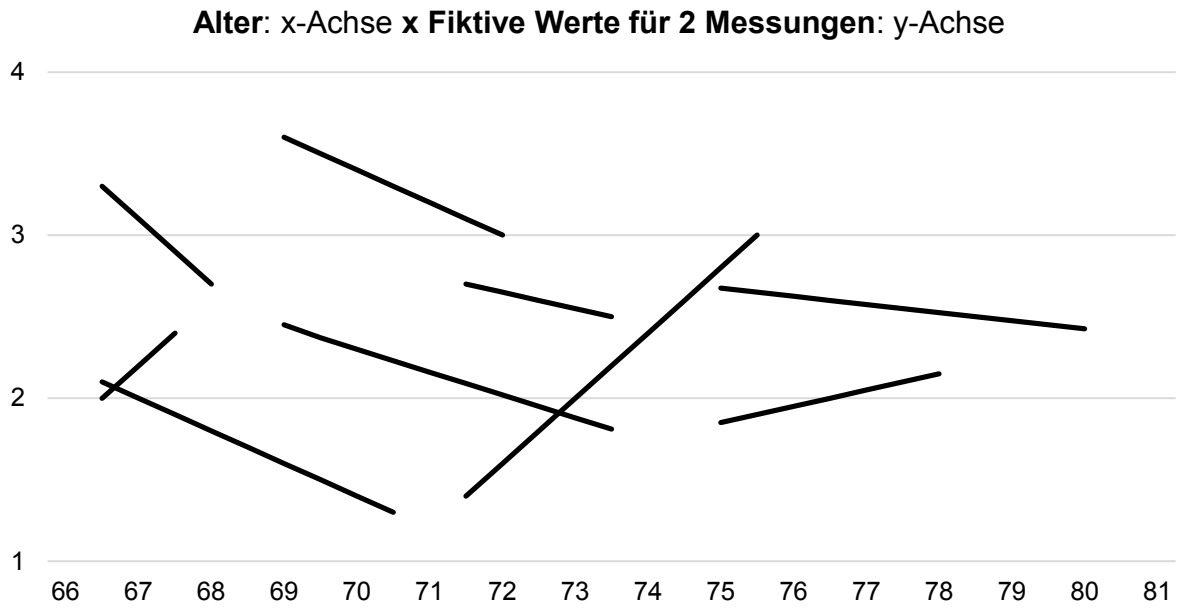



Bild 6-18: Exemplarische Darstellung fiktiver „Growth Curves" von neun Personen aus vier Kohorten über jeweils zwei Messzeitpunkte

Bild 6-18 zeigt fiktive „Growth Curves“ (bei zwei Messzeitpunkten eben als Gerade) für neun Individuen aus vier Kohorten, für deren jeweilige Mitglieder die erste Messung in unserem fiktiven Beispiel im gleichen Alter (66,5; 69; 71,5; 75 Jahre) stattfand. Die erste Wiederholungsmessung erfolgte nun aber nicht bei allen Personen im exakt gleichen Zeitabstand, was sich durch die unterschiedliche Länge der auf die X-Achse (= Alter) projizierten Geraden veranschaulichen lässt. Was hier für zwei MP skizziert wird, hat sich für die 3. und 4. Wiederholungsmessung in DoBoLSiS – nicht zuletzt wegen der pandemiebedingten Unterbrechungen der Datenerhebung – geradezu verfestigt.

Die Regressionslinien haben in unserem Symbolbild zudem pro Individuum unterschiedliche Steigungen (*slopes*) und unterschiedliche Interzepte (*intercepts*). Letzteres wird in dieser Abbildung (Bild 6-18) nicht auf den ersten Blick deutlich, werden die Interzepte doch über den Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Y-Achse definiert. D. h, wenn man die Geraden mit zwei Messzeitpunkten über die gesamte mit der X-Achse definierte Altersspanne – hier 66 bis 81 – extrapoliert, hat man diese Information auf einen Blick, wie die folgende typologische Abbildung 6-19 veranschaulichen mag. Auch hier soll eine Linie ein Individuum repräsentieren. Dabei verdeutlicht vor allem Modell C (random intercepts & random slopes, RIRS), dass es interindividuelle Varianz bzgl. der Steigungen und bzgl. der Interzepte geben kann. Interindividuelle Varianz der Interzepte veranschaulicht die interindividuellen Leistungsunterschiede, z. B. im TRIP-Risikoindex im „Start“-Alter einer entsprechenden Untersuchung, in unserem Falle im Alter von 66,5 Jahren. Interindividuelle Varianz in den Slopes steht für individuell unterschiedliche Geschwindigkeit in Veränderungsprozessen.

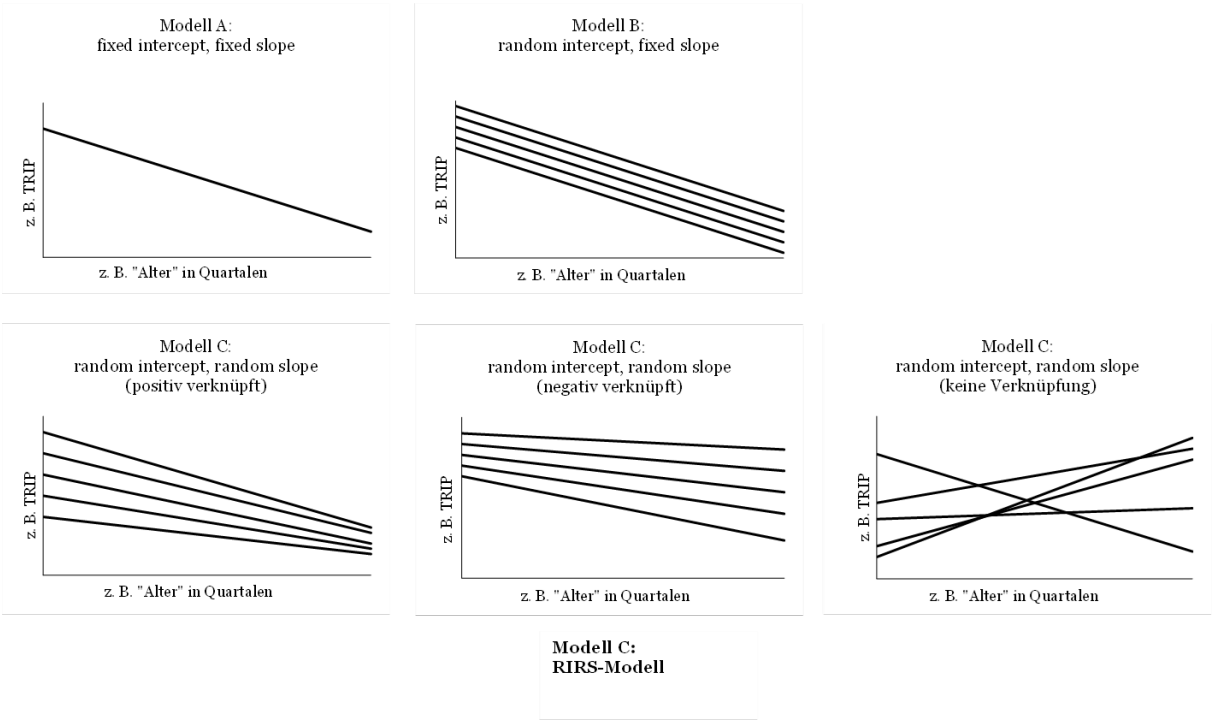



Bild 6-19: Intercept-Slope-Modelle: Von der einfachen Regression bis zum RIRS-Modell: Random-Intercept-Random-Slope (RIRS)

Im Vergleich zu traditionellen Messwiederholungsanalysen sind vor allem die folgenden Vorzüge der HLM-Technik bei der Analyse von Längsschnittdaten zu nennen: Es sind individuelle Muster/Sequenzen von Beobachtungspunkten (hinsichtlich Anzahl und zeitlicher Positionierung) erlaubt, d.h. bei der Mehrebenenanalyse können unter diesem Aspekt der Messzeitpunkte „unvollständige“ Fälle berücksichtigt werden. Die folgende Abbildung 6-20 mag dies veranschaulichen, in der pro farblich gekennzeichneter Person unterschiedlich viele Messungen (7, 8 oder 9) in unterschiedlichen Abständen vorliegen. Dies ist vor allem für unsere Längsschnittanalyse relevant und von Vorteil, denn unsere Stichprobe

besteht ja aus Probandinnen und Probanden mit drei als auch mit vier Messzeitpunkten (siehe Kapitel 6.1 und Kapitel 6.4.1). Mit traditionellen Messwiederholungsanalysen [z. B. (M)AN(C)OVA und konventionelle Strukturgleichungsmodelle] können solche Datenstrukturen einfach nicht bearbeitet werden.

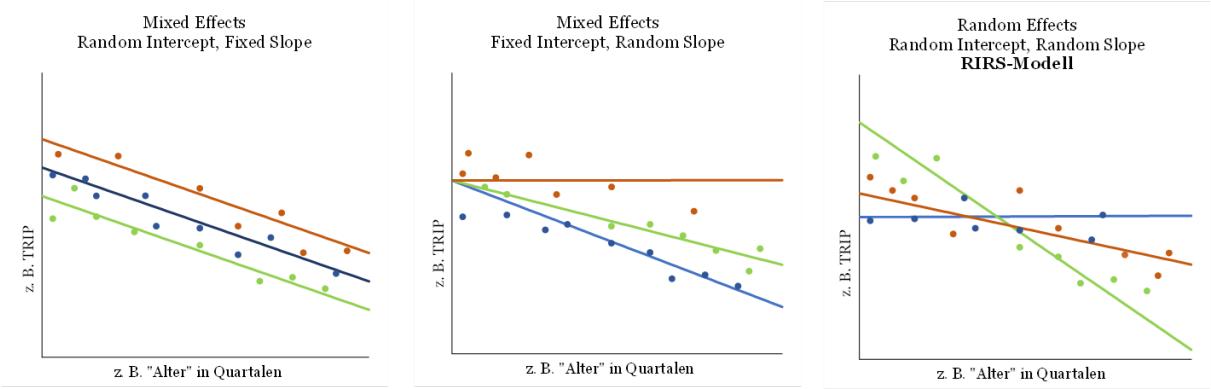



Bild 6-20: Veranschaulichung der individuellen Muster/Sequenzen von Beobachtungspunkten (hinsichtlich Anzahl und zeitlicher Positionierung) im Kontext von HLM-Analysen

Solche Wiederholungsmessungen auf der Personenebene lassen sich – wie gesagt – als Zwei-Ebenen-Modell auffassen. Die untersuchten Personen bilden die zweite Ebene, ihre zeitlich aufeinander folgenden Messzeitpunkte die erste Ebene. Für jede Person wird in unseren Analysen als erstes bzgl. unserer Zielvariable (ZV I) - des TRIP-Risikoindexes (RI) - ein individuelles Wachstumsmodell auf der Basis der drei bzw. vier Messungen geschätzt, d. h. die zeitliche Kovariation dieser unserer Kriteriumsvariablen/Zielvariablen (ZV I) mit den Erhebungszeitpunkten – als Indikator des Alternsprozesses - wird also in Form eines individuellen linearen Alternsgradienten bzgl. TRIP/RI modelliert. In diesem Sinne sind die Regressionslinien in Bild 6-19 und Bild 6-20 als „Altersgradienten“ zu betrachten. Diese Altersgradienten sind eher nicht homogen, sondern unterscheiden sich i. d. R. im Interzept (level) - also der Ausprägung der Variable - als auch in der Steigung (slope) – also dem Grad und Ausmaß der Veränderung, wie besonders in den RIRS-Modellen deutlich wird.

Diese Erwägungen beziehen sich nicht nur auf einige wenige Variablen (wie z. B. die Zielvariable), sondern auf eine große Zahl von Variablen aus dem gesamten für den Längsschnitt relevanten umfangreichen Datensatz (siehe Kapitel 4 und 5), denn ein zentrales längsschnittliches Analyseziel ist ja die Berücksichtigung der zeitabhängigen und nicht nur der konstanten zeitinvarianten Kovariaten bzw. Kontextvariablen wie Geschlecht, Bildung, aber auch Kohortenzugehörigkeit. Demnach kann nicht nur die Zielvariable mit der Zeit kovariieren, d. h. kann sich verändern, sondern auch personengebundene Prädiktoren bzw. Kovariaten, wie Aufmerksamkeit, Reaktionsschnelligkeit, Selbsteinschätzung etc. Dies bedeutet, dass jede Person auch in solchen Variablen ihre individuelle „Wachstumskurve“ hat. Es geht hierbei also um die Modellierung der Abhängigkeit zwischen den individuellen Messungen derselben Person pro Messzeitpunkt und dann über die Messzeitpunkte hinweg um die Modellierung der Verknüpfung solcher „Wachstumskurven“. Gibt es also signifikante, gar relevante Veränderungen (z. B. in motorischen Funktionen, in der Risikowahrnehmung, in der objektiven, in der gesundheitsbezogenen Lebenssituation etc.), die mit einer Veränderung der Fahrkompetenz (operationalisiert über ZV I) einhergehen?

Die Berücksichtigung solcher zeitabhängiger Kovariaten ist bei der traditionellen Messwiederholungsanalyse nicht möglich, bei der Mehrebenenanalyse aber eine Selbstverständlichkeit, nämlich über Merkmale auf der Mikroebene, d.h. auf Level 1 (vgl. BALTES-GÖTZ, 2020).

Die Varianz der personenspezifischen Interzepte und Steigungskoeffizienten (slopes) lässt sich sodann u. U. auch mithilfe von auf der zweiten Ebene erhobenen Personenmerkmale, die selbst zeitlich invariant sind, „erklären“. Diese Prädiktoren heißen Level-2-Prädiktoren, da sie zeitstabile Eigenschaften der Level-2-Einheiten, hier der Personen darstellen. Vor allem aus psychologischer Perspektive ist dieses Random-Intercept-Random-Slope-Modell (RIRS) im Längsschnitt äußerst attraktiv, da sich bewerten

lässt, inwiefern Effekte von zeitvariierenden Prädiktoren durch zeitlich invariante Persönlichkeitseigenschaften moderiert werden und inwiefern die zeitvariierenden Ausprägungen der abhängigen Variablen (auch) von zeitstabilen Eigenschaften der Person abhängen (vgl. LANGER, 2009; HOYOSA, KOCH & EID, 2014).

### 6.4.4 Basismodell

Unser Vorgehen für die Berechnung von „Altersgradienten“ für die Zielvariable I (ZV I) „TRIP basierter Risikoindex“ wird in Bild 6-21 mithilfe einer Graphik von LOCASCIO & ATRI (2011) veranschaulicht[30]. Wir bezeichnen die hier vorgelegte Berechnung als „Basismodell“, weil – sozusagen als Basis für alle weiteren Berechnungen - erst einmal die Zielvariable beschrieben wird. Für jede einzelne der fünf Personen wird ein individuelles Wachstumsmodell bzgl. des TRIP-Risikoindexes (ZV I) geschätzt (punktierte Linien in Bild 6-19), bei dem die Abhängigkeit dieser sog. Kriteriumsvariablen vom Erhebungszeitpunkt, d. h. vom Alter/n (s. x-Achse) die entscheidende Rolle spielt. Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass in dieser Grafik pro Person unterschiedlich viele Messungen (2 bis 7) mit unterschiedlichen Zeitabständen vorliegen – exakt unser strukturelles DoBoLSiS-Problem. Die dennoch schätzbaren individuellen Gradienten werden sodann von einer einzigen Regressionsgeraden repräsentiert – in der Grafik die dunkle durchgezogene Linie –, welche den „Altersgradienten“ für diese Gruppe darstellt.

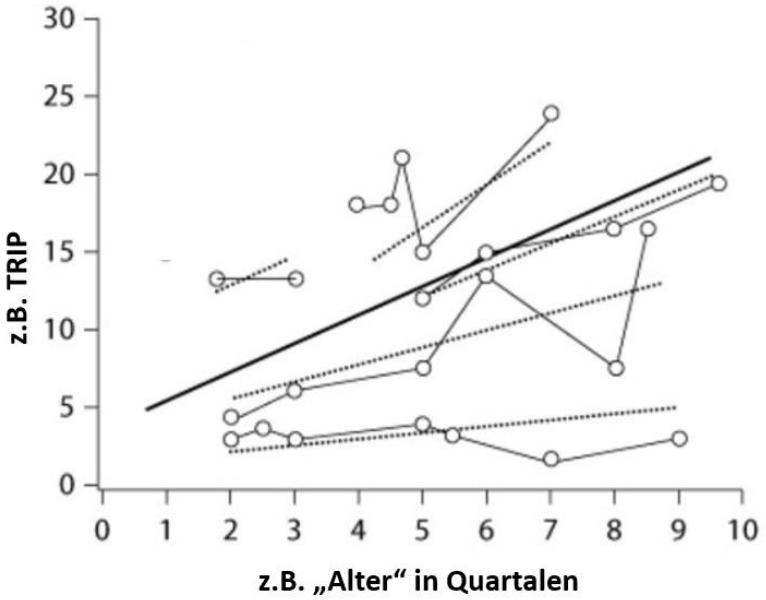



Bild 6-21: Kleine Kreise mit durchgezogenen Linien = empirische Daten; Punktierte Linien = individuelles geschätztes lineares (noch nicht über die x-Achse = Alter extrapoliertes) Wachstumsmodell; dunkle durchgezogene Linie = der „Altersgradient“ für die gesamte Gruppe. Abbildung von LOCASCIO & ATRI (2011).

In Tabelle 6-51 finden sich die entsprechenden HLM-Ergebnisse für unsere Stichprobe n = 260, welche zum einen aussagen, dass der konstante Term von Null verschieden ist (s.s.). Weiterhin gibt es eine ausgeprägte interindividuelle Variabilität/Heterogenität/Varianz bzgl. der TRIP-Risikoindex-Werte (Konstanter Term (UN (1,1)), p <0,001 s.s., siehe Anhang C). Mit jedem Altersquartal wächst der Altersgradient des TRIP-Indexes um 0,000500 Punkte. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass der

[30] Eine solche Grafik für unsere 260 individuellen - auf jeweils drei (n= 127) bzw. 4 (n=133) Messzeitpunkte gestützten – Gradienten zu erstellen, erbringt keinerlei Übersichtlichkeit, deshalb diese eher konzeptuell-paradigmatische Darstellung von LOCASCIO & ATRI (2011).

Alterungsprozess pro Quartal zu einer entscheidenden (signifikanten) Veränderung des Risikoindexes führt (p =0,349 n.s.).

Schätzungen fester Parameter[a]

| | | | | | | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | Untergrenze | Obergrenze |
| Konstanter Term | **1,417421** | 0,016446 | 182,527 | 86,187 | **0,000** | 1,384972 | 1,449869 |
| Alter_Test-tag_Bruch_Quar-tal | **0,000500** | 0,000533 | 200,829 | 0,938 | **0,349** | -0,000551 | 0,001551 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tab. 6-51: Basismodell für den TRIP-Risikoindex (ZV I): Mittelwert der Interzepte (Konstanter Term) = 1,417421 für das Altersquartal 0 (66,5-66,75 Jahre). Mit jedem Altersquartal wächst der Altersgradient (Alter_Testtag_Bruch_Quartal) des TRIP-Index für die Stichprobe n = 260 um 0,000500 Punkte.

Die Modellgleichung für den „Altersgradienten“ der Stichprobe n =260 bzgl. TRIP/Risikoindex lautet also

$$\mathbf{TRIP'_t = 1{,}417 + 0{,}0005\ A_t}$$

$A_t$ steht für Alter der Personen zum Zeitpunkt t. 1,417 ist die Konstante der Gleichung resp. der Wert des Interzepts – definiert auf der Y- Achse für den Wert $A_t$ = X = 0. Das mag etwas verwundern, denn das jüngste Alter der Probanden und Probandinnen in unserer Stichprobe ist ca. 66,5 Jahre. Das Alterskontinuum, in dem sich unsere Probanden und Probandinnen befinden, ist für all diese HLM-Analysen in 59 Quartale aufgeteilt worden; so gilt das letzte mit einer Person belegte Quartal für den Altersbereich 81 bis 81,25, das erste Quartal eben von 66,5 bis 66,75. Dies ist nicht zuletzt deswegen geschehen, um innerhalb dieser Quartale Personen „gleichen“ Alters aus verschiedenen Kohorten zu haben, wie z. B. im Quartal 24 (72,5 – 72,75) 28 Personen. Bei der für HLM-Analysen notwendigen „Zentrierung“ geht es darum, durch Recodierung von Variablen Null-Punkte zu generieren, die eine sinnvolle Interpretation der Befunde ermöglichen. So ist hier das „jüngste“ Quartal mit dem Alter 66,5 bis 66,75 mit 0 (Null) recodiert worden, das „älteste“ (81 – 81,25) mit 58.

Mit Bezug auf die Modellgleichung heißt das: Im jüngsten Alter wird den Personen (im Mittelwert) ein TRIP-Wert von 1,417 zugeschrieben, der bis zum Alter 81 bis 81,25 (im Mittelwert) auf 1,446 wächst – also eine „Verschlechterung“ mit steigendem Alter um 0,029 Punkte (Anzahl der Schritte vom Altersquartal (AQ) 0 bis zum AQ 58 = 58 * 0,000500 = 0,029), d. h. 1,417 + 0,029 = 1,446. D. h. die Fahrsituation wird weiterhin von faktisch allen Probandinnen und Probanden mindestens in der Form gemeistert, dass die wesentlichen Erfordernisse erfüllt sind.

Dies soll in der folgenden Abbildung 6-22 veranschaulicht werden, die aus erwähntem Grunde neben dem TRIP-Altersgradienten nicht die 260 individuellen Trajektorien enthält, sondern neben dem Altersgradienten „nur“ die TRIP-Mittelwerte der 59 Altersquartale (0-58).

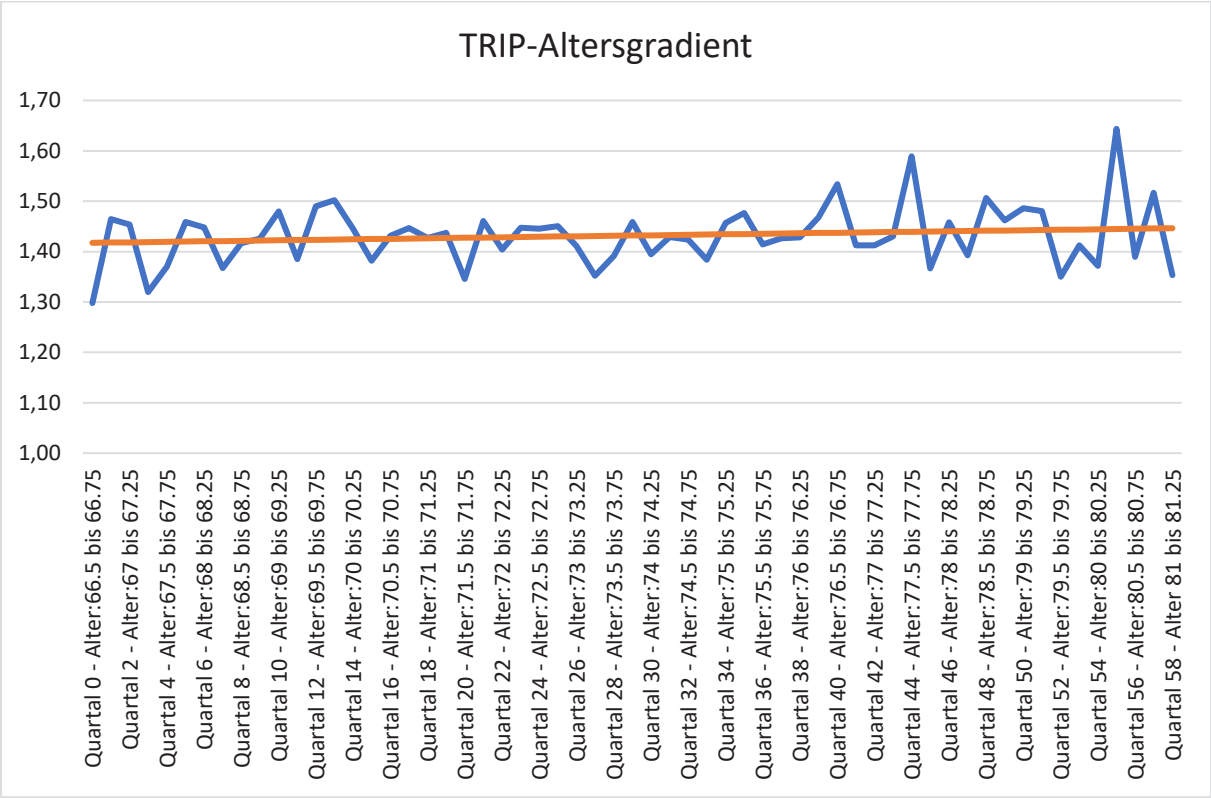



Bild 6-22: TRIP-Altersgradient auf Basis der HLM-Analyse für die Längsschnittstichprobe n=260. Datenreihe 1 (blau): Mittelwerte pro Quartal. Datenreihe 2 (orange): TRIP-Altersgradient

Die hier nicht aufgeführten Schätzungen der signifikanten Kovarianzparameter für dieses Basismodell (siehe Anhang C) zeigen, dass die interindividuellen Unterschiede in beiden Parametern (also Interzept/level – UN (1,1) – und Wachstumsrate/slope – UN (2,2)) erheblich sind (s.s.), während der Frage, ob die individuellen Veränderungsraten vom Ausgangswert abhängig sind (UN (2,1)), nicht nachgegangen werden muss (n.s.).

Es wird in den nächsten Schritten also zu prüfen sein, welche erklärenden Effekte zeitvariierende Prädiktoren aus unserer Vielzahl von Variablen (siehe Kapitel 4 und 5) und/oder auch invariante Persönlichkeitseigenschaften (wie z. B. Geschlecht) für diese erheblichen interindividuellen Unterschiede im anfänglichen TRIP-level und natürlich auch auf die durchaus unterschiedlichen individuellen Wachstumsraten und damit auf die individuellen Gradienten und dann letztlich eben auf den „Altersgradienten" der Stichprobe – als Mittelwert der individuellen Gradienten – haben.

In diesem Zusammenhang sei vermerkt, dass der Altersgradient für die gesamte Stichprobe auch bei Aufnahme der 10 Kohorten (1941 bis 1950) in das Basismodell, d. h. auch bei expliziter Berücksichtigung der 10 Geburtsjahrgänge in der dargestellten Form grundsätzlich bestehen bleibt, denn die Zuwachsrate des Altersgradienten aus dem Basismodell bleibt nicht signifikant und der Konstante Term unterscheidet sich gegenüber dem Basismodell gerade einmal um + 0,002 Punkte.

$$TRIP'_{t\ (t=1\ bis\ 59)} = 1{,}419 + 0{,}0006\ A_t - 0{,}0038\ Kohorte_{k\ (k=1\ bis\ 10)}$$

Die Abbildung 6-23 verdeutlicht die geringen nicht signifikanten Unterschiede zwischen den 10 Kohorten[31]. Der schwarz gestrichelte Altersgradient für die gesamte Stichprobe (siehe Modellgleichung unter Tabelle 6-51) bildet die 10 durchaus homogenen Kohortenverläufe hinreichend gut ab.

[31] Man beachte die Metrik der Y-Achse (ZV I/TRIP-RI). Die Abstände zwischen den Y-Werten sind jeweils 0,05. Dies bedeutet z. B. für die ins Auge fallende Kohorte 1944, dass sie sich von 1,399 auf 1,386 „verbessert", also um 0,013 Punkte (t-Testwert = 0,17, n.s.)

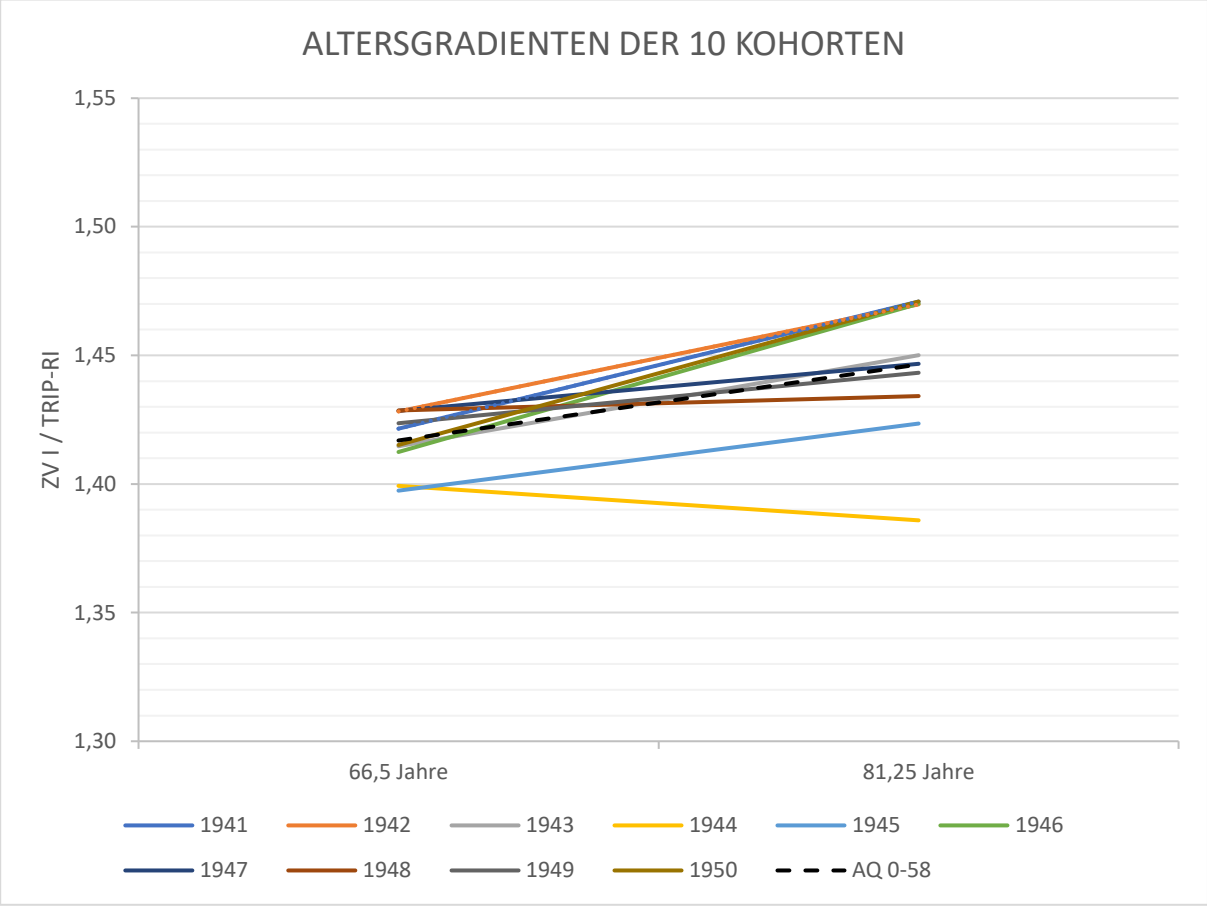



Bild 6-23: TRIP Altersgradienten für die 10 Kohorten der Studie DoBoLSiS. Schwarz gestrichelt der Altersgradient für die gesamte Stichprobe n=260

Ein ähnlicher Befund zeigt sich auch bei Aufnahme von Geschlecht als zeitinvariante Eigenschaft, d. h. auch bei expliziter Berücksichtigung des Geschlechts mit nicht signifikantem Unterschied zwischen Probandinnen und Probanden bleibt der Altersgradient in der dargestellten Form bestehen, denn die Zuwachsrate des Altersgradienten bleibt nicht signifikant und der Konstante Term unterscheidet sich gerade einmal um -0,004 Punkte.

$$TRIP'_t = 1{,}413 + 0{,}0005\ A_t + 0{,}0179\ \text{Geschlecht}_{0=m;1=w}$$

Zwei der möglicherweise wesentlichen zeitinvarianten Prädiktoren (Kohorte und Geschlecht) haben also keinen direkten modifizierenden Einfluss auf den allgemeinen TRIP-RI-Altersgradienten.

Abschließend ist noch zu erwähnen, dass für die Längsschnitt-Stichprobe n = 260 die Korrelation zwischen den durch das Basismodell ermittelten Werten des Altersquartals 0 (66,5 Jahre) und des Altersquartals 58 (81,25 Jahre) r = 0,5637 (siehe Bild 6-24) ist.

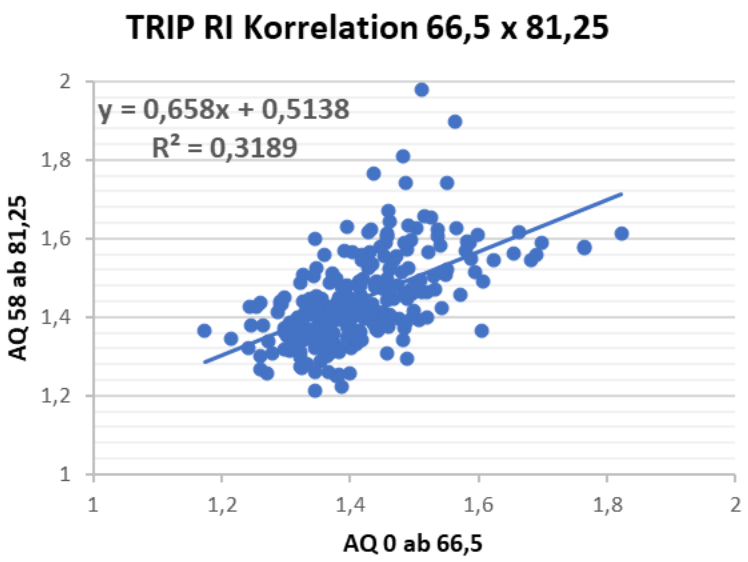



Bild 6-24: Korrelation der modellierten TRIP-Werte für die Längsschnittstichprobe n = 260 für die Probandinnen und Probanden im Alter von 66,5 (AQ 0) mit den modellierten TRIP-Werten im Alter von 81,25 (AQ 58).

Über einen Zeitraum von knapp 15 Jahren ergibt sich bzgl. des Risikoindexes eine mittlere Stabilität. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Korrelation nicht der empirisch erhobenen, sondern vielmehr der durch das Modell geschätzten Werte der 260 Personen im Sinne einer Extrapolation über den gesamten Altersbereich der Stichprobe von fast 15 Jahren handelt.

### 6.4.5 Exploratives Variablen-/Modell-Clustering

Im Kapitel 6.4.4 wurde auf Basis der personenspezifischen Wachstumsmodelle bzgl. des TRIP-Risikoindex (ZV I) als Indikator für die Fahrkompetenz der Altersgradient geschätzt und hinsichtlich seiner Veränderung in Abhängigkeit vom Erhebungszeitpunkt bzw. vom Alternsprozess beschrieben. Der nächste Schritt ist zum einen, zu ermitteln, in welchem Umfang dieser Prozess von zeitabhängigen Kovariaten (z. B. motorische Funktionen, Risikowahrnehmung, objektive Lebenssituation, gesundheitsbezogene Lebenssituation) durch ihre personenspezifischen Unterschiede und/oder ihre Veränderungen mitbestimmt wird, und zu prüfen, inwieweit Effekte zeitvariierender Prädiktoren durch invariante Persönlichkeitseigenschaften (wie Geschlecht oder Bildungsstand) moderiert werden.

Bei den folgenden HLM-Analysen in Kapitel 6.4.5 wird ein extensives „exploratives Vorgehen“ gewählt. Das bedeutet, dass nicht alle Variablen einer einzigen umfassenden explorativen Analyse unterzogen werden, sondern, dass inhaltlich und verfahrenstechnisch verwandte Variablen-Familien untersucht werden, um aussagekräftige Leitvariablen aus den jeweiligen „Clustern“ zu identifizieren. Wie angedeutet impliziert dies entsprechende Analysen in verschiedenen „clusterweisen“ Kombinationen von Variablen. Gemeint sind damit einerseits jeweils separate Analysen für die Cluster „Demografische Variablen“, „Neuropsychologische Tests“, „Fragebogendaten“. In einem nächsten Analyse-Schritt dienen dann die Kombinationen der sich als relevant erweisenden Clustervariablen andererseits der Kreuzvalidierung und der Abschätzung der Stabilität der Lösungen. Damit ist gemeint, welche Variablen in welchem Kontext auch immer erklärende Aussagekraft haben. Durch dieses schrittweise explorative Vorgehen wird ein besserer Einblick in die Dynamik des Zusammenwirkens der Variablen gewonnen.

Zudem wird auch im beschriebenen Sinne bewusst exploratorisch vorgegangen, weil es bislang keine stringente empirisch prüfbare Theorie zu unserer Fragestellung gibt, sondern nur vielfältige Untersuchungen, die ja mit Bedacht schon als Grundlage für den evidenzbasierten DoBoLSiS-Variablen- und Datensatz und die Auswahl von Variablen aus den jeweiligen Clustern dienten. Die drei schon oben erwähnten Verfahrenscluster, in die sich unser Datensatz gliedern lässt, werden im Folgenden detailliert dargestellt:

I. Als erstes Cluster sind zu nennen „Allgemeine demografische Angaben“ (siehe Kapitel 6.1.2).

Der erste exploratorische Schritt bestand darin – neben Geschlecht (L1) und Kohorte – den Schulabschluss (L7), den Ausbildungsabschluss (L8), das Einkommen (L14) aufzunehmen und dazu auch, ob der Beruf Fahrtätigkeiten (L12) erforderte.

Dieses explorative Vorgehen (Details siehe Anhang D) führte zu der Entscheidung,

- Fahrtätigkeiten (L12) und
- Einkommen (L14)

als die gemäß Signifikanzerwägungen relevantesten Variablen aus diesem Bereich in die weiteren Analysen mitzunehmen.

II. Zahlreiche Aspekte der kognitiven Leistungsfähigkeit und der Persönlichkeit der Probanden und Probandinnen sind über standardisierte psychometrische Verfahren und Tests erfasst worden (siehe Kapitel 4 und 5). Beim folgenden Vorgehen werden erst einmal die Tests separat vom Persönlichkeitsfragebogen (NEO-FFI) exploriert.

Der erste Schritt für dieses Cluster bestand also darin, folgende Test-Variablen in die explorativen Analysen aufzunehmen:

- aus dem Adaptiven Tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest (ATAVT) den
    - Parameter Überblicksgewinnung (V14_PAR_UEB)
- aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP-M)
    - die Suchzeit beim visuellen Scanning (sc_mdn11_reskaliert),
    - die Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen (g1_mdn0_reskaliert),
    - die Anzahl der Auslassungsfehler unter der Bedingung der geteilten Aufmerksamkeit (d3_omi2),
    - die Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel als Maß für Flexibilität (fl2_mdn0_reskaliert),
    - die Konstanz der Aufmerksamkeitsfokussierung (al_std0) und die Reaktionsschnelligkeit (Alertness) (al_mdn0_reskaliert)
- aus dem d2 – Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest die beiden Leistungswert
    - zur Konzentrationsleistung (D2_KL)
    - Fehlerprozent (D2_F_Prozent)
- aus dem Trail Making Test (TMT) zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen und exekutiven Dysfunktionen
    - die Bearbeitungszeiten für beide Subtests (TMT_A_sec und TMT_B_sec)
- vom MoCA – Montreal Cognitive Assessment
    - den jeweiligen Testwert der Person, welcher ja ab17 abwärts als Hinweis auf Demenz, ab 23 abwärts als Hinweis auf MCI gilt.
- und den Sehtest zur Ermittlung des binokularen Visus (mit der kritischen Grenze von <0,7)

Dieses explorative Vorgehen (Details siehe Anhang E) führte zu der Entscheidung,

- den Parameter „Überblicksgewinnung“ (V14_PAR_UEB)
- Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen (g1_mdn0_reskaliert)

- Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel (fl2_mdn0_reskaliert)
- Reaktionsschnelligkeit (Alertness) (al_mdn0_reskaliert)
- Trail Making Test (TMT_A_sec)

als die gemäß Signifikanzerwägungen relevantesten Variablen aus diesem Bereich in die weiteren Analysen mitzunehmen.

Zur Erfassung von Persönlichkeitsmerkmalen wurde ja der NEO-FFM mit seinen fünf Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit verwendet. Die exploratorischen Analysen legten nahe, die längsschnittlichen Testwerte in den beiden Dimensionen

- Neurotizismus (Mean_E_Mul)
- Extraversion (Mean_N_Mul)

in die weiterführenden Analysen aufzunehmen.

III. Ergänzend zu diesen Verfahren sind weitere relevante Aspekte über Fragebögen erfasst worden (siehe Kapitel 5, in dem auch entsprechende Variablen für die hier skizzierten „explorativen" Analysen abgeleitet werden). Der umfangreiche Fragebogen, welcher von den Probanden und Probandinnen ausgefüllt zur Untersuchung am IfADo mitgebracht wurde, umfasst folgende Themen

- Fahrbiografie (A)
- Fahrgewohnheiten (B)
- Fahrmotivation (C)
- Unfallgeschichte (D)
- Kompensationsstrategien (E)
- Selbstbild (F)
- Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren (G)
- Gesundheitszustand (J)

Im Folgenden werden von den zahlreichen Fragen bzw. Skalen nur die genannt, welche nach den beschriebenen Kriterien für geeignet erachtet werden, in die nachfolgenden Analysen (Details siehe Anhang F) aufgenommen zu werden. Dies sind

- Anzahl der Fehler beim Autofahren im letzten Jahr (C4)
- Bewussteres und auf Sicherheit ausgerichtetes Fahrverhalten (E2_ Faktor1): So wird bspw. langsamer, weniger und vorsichtiger gefahren
- Ablehnung der Notwendigkeit von Kompensationsstrategien (E2_Faktor3): Man attestiert sich selbsteine höhere Reaktionsschnelligkeit als im Alter von 45 Jahren, geringere Ablenkbarkeit. Der höhere Spaß am Autofahren wird betont
- Selbstbild: Wie würden Sie sich selbst als Autofahrer im Vergleich zu anderen Autofahrern Ihres Alters beurteilen? (F1) Dichotom schlechter - besser
- Man bekennt sich zum „Offensiven Fahren" (G2 Faktor 2)

Als ein prototypisches Beispiel für die clusterorientierte Selektionsstrategie sollen fünf Skalen zweier Fragenkomplexe aus dem Bereich G „Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren" dienen. Bei der Skala 1 aus dem Bereich G1 („G1_mean_Faktor1") geht es um das „Ausmaß des Selbstvertrauens bzgl. Autofahren", bei Skala 2 aus G1 („G1_mean_Faktor2") um „Belastbarkeit" bei Skala 3 aus G1 („G1_mean_Faktor3") um „Ausdauer". Bei Skala 1 aus dem Bereich G2 („G2_mean_Faktor1") um

„Vorsichtiges defensives Fahren“, bei Skala 2 aus dem Bereich G2 um „Offensives Fahren“ („G2_mean_Faktor2“), für das man sich als kompetent erachtet.

In Einzelanalysen der vorgenannten fünf G1- und G2-Variablen wurde das Fahrverhalten vom „Ausmaß des Selbstvertrauens“ und der zugeschriebenen Kompetenz „Offensiv fahren zu können“ dergestalt negativ beeinflusst: Je höher der Skalenwert, desto höher der Risikoindex, während selbstzugeschriebenes „Defensives Fahren“ und „Belastbarkeit“ bei höherem Skalenwert niedrigere, also bessere Risikoindexe mit sich brachte – wenn man so will, zwei Seiten zweier ähnlicher Medaillen.

Genau dies ergibt dann die simultane Analyse dieser fünf Variablen als zeitabhängige Kovariate. Nur noch das „Offensive Fahren“ konnte seine negative Wirkung entfalten, wie der folgenden Tabelle 6-52 zu entnehmen ist, wo neben der bekannten Signifikanz für Konstanter Term/ Interzept deutlich wird, dass „Offensives Fahren“ (G2.2) deutlich negative Auswirkungen hat.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Konstanter Term** | **1,275169** | **0,073586** | **850,476** | **17,329** | **0,000** |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000881 | 0,000530 | 206,484 | 1,662 | 0,098 |
| G1_mean_Faktor3 | 0,005470 | 0,008440 | 793,460 | 0,648 | 0,517 |
| G1_mean_Faktor2 | 0,006575 | 0,015499 | 866,615 | 0,424 | 0,671 |
| G1_mean_Faktor1 | -0,004590 | 0,017617 | 818,709 | -0,261 | 0,795 |
| G2_mean_Faktor1 | -0,009786 | 0,015305 | 798,004 | -0,639 | 0,523 |
| **G2_mean_Faktor2** | **0,060861** | **0,015878** | **798,917** | **3,833** | **0,000** |

Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tab. 6-52: Erweiterung des Basismodells um fünf zeitabhängige Kovariaten aus dem Bereich G: Fahrkompetenzeinschätzung (G1_mean_Faktor3 = Ausdauer bzgl. Autofahren, G1_mean_Faktor2 = Belastbarkeit bzgl. Autofahren, G1_mean_Faktor1 = Ausmaß des Selbstvertrauens bzgl. Autofahren, G2_mean_Faktor1 = Vorsichtiges defensives Fahren, G2_mean_Faktor2 = Offensives Fahren). Mittelwert der Interzepte (Konstanter Term) = 1,275169 für das Altersquartal 0 (66,5-66,75 Jahre). Mit jedem Altersquartal wächst der Altersgradient (Alter_Testtag_Bruch_Quartal) des TRIP-Index für die Stichprobe n = 260 um 0,000881 Punkte.

Die Modell-Gleichung (s. Spalte „Schätzer) für den TRIP-„Altersgradienten“ lautet

$$TRIP'_t = \mathbf{1{,}2752} + 0{,}0009\ A_t + 0{,}0055\ G1.3_t + 0{,}0066\ G1.2_t - 0{,}0046\ G1.1_t - 0{,}0098\ G2.1_t + \mathbf{0{,}0609\ G2.2_t}$$

und veranschaulicht, in welchem Umfang der (TRIP-)Risikoindex zum Zeitpunkt t von zeitabhängigen Kovariaten mitbestimmt wird. G2.2 – also die Überzeugung, die Kompetenz für einen offensiven Fahrstil zu haben – spielt hier die entscheidende Rolle, deswegen wird in diesem Falle G2.2 in weitere Analysen übernommen.

Deswegen noch ein weiterer Blick auf die Rolle solcher zeitabhängigen Kovariaten wie hier G2.2. In der Abbildung 6-25 wird deutlich, dass der TRIP-Altersgradient sich kaum verändert (s. ja auch die entspr. Nicht-Signifikanz (p=0,349) in Tabelle 6-51), wohingegen der Gradient für G2.2 deutlich, nämlich um 0,005586 Punkte pro Altersquartal abnimmt (p<0,001).

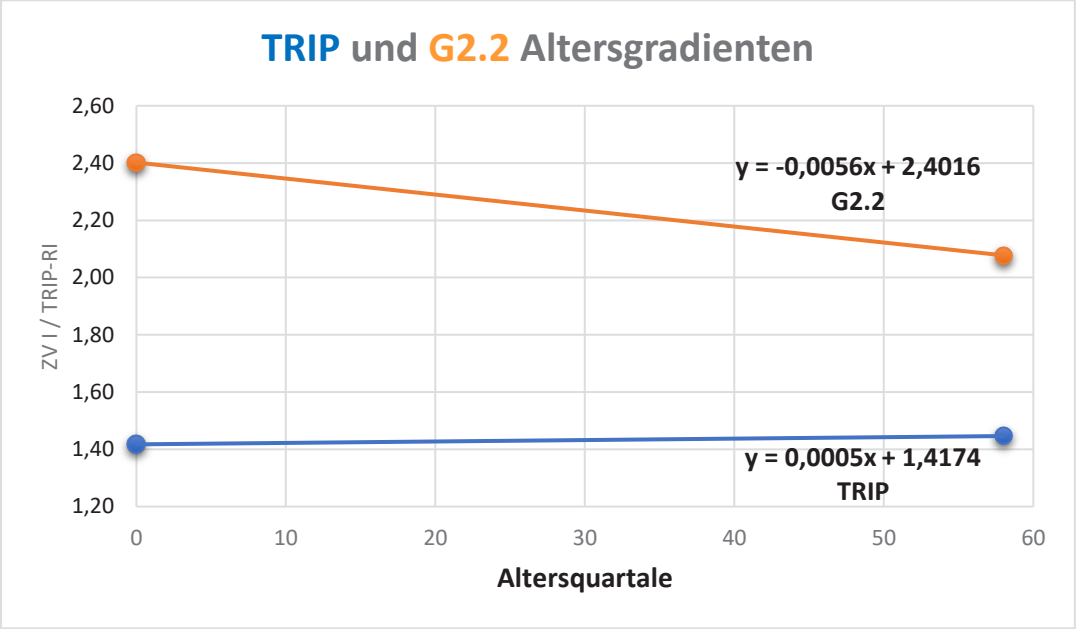



Bild 6-25: Basismodelle: Altersgradienten der zeitabhängigen Kovariate „Offensives Fahren“ (G2.2) – orange oben - und Altersgradient TRIP – blau unten.

Das bedeutet, dass die über die Zeit sinkende Überzeugung, gut offensiv fahren zu können hilft, dazu beiträgt, den TRIP-Risikoindex zu senken, wiewohl G2.2 natürlich immer noch Wirkung entfaltet, wie Bild 6-26 zeigt. Hätten die Probandinnen und Probanden keinerlei fälschliche Kompetenz-Überzeugung, würde das Stichproben-TRIP-Interzept bei 1,255 liegen und bei 1,301 enden, also 0,046 Punkte höher, d. h. im Level niedriger, im Anstieg aber steiler (statt 0,0005 pro Quartal eben 0,0008) als unter Einfluss von G2.2. Dies sind, wenn auch signifikant, kleine Zahlenwerte. Hoch ausgeprägtes G2.2 sorgt dafür (blaue Linie), dass das Risikoniveau sehr viel höher ist, die allerdings schwächer werdende Kompetenzüberzeugung mildert den Anstieg, so dass der Zuwachs „nur“ 0,0290 beträgt. Dies soll den Wirkmechanismus von zeitvariierenden Kovariaten verdeutlichen.

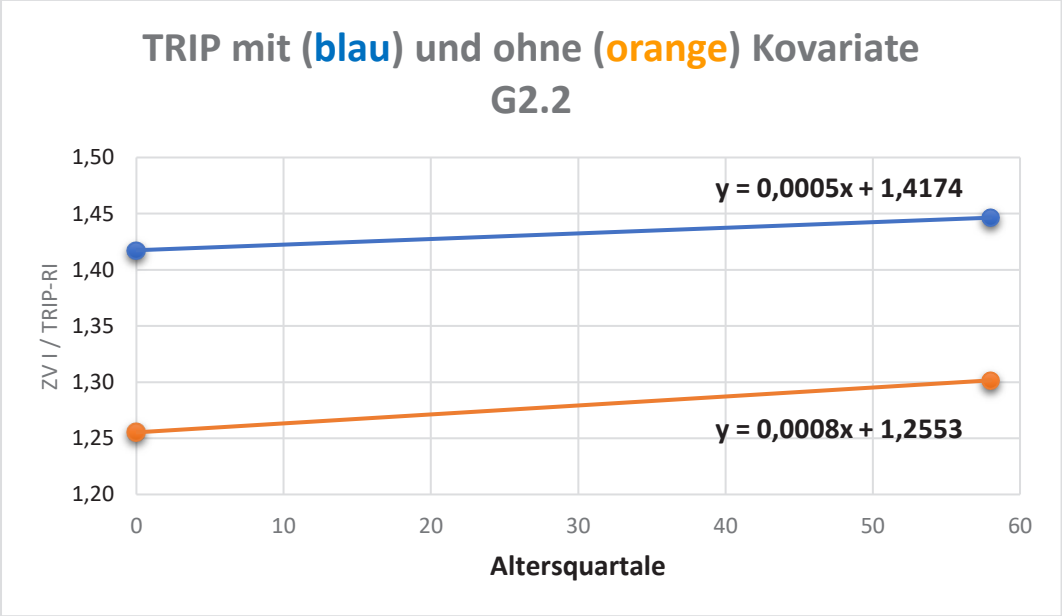



Bild 6-26: TRIP-Basismodell mit Einfluss der zeitabhängigen Kovariate „Offensives Fahren“ (G2.2) – blau oben - und ohne diesen Einfluss -orange unten

Im Kapitel 6.4.6 wird abschließend das HLM-Modell vorgestellt, welches sich letztendlich mit Variablen aus mehreren Clustern als das sogenannte finale Modell entwickelte.

### 6.4.6 Finales Modell

Dies hier präsentierte „finale“ Modell ist sozusagen die Spitze des Explorations-Eisberges. Es sind also innerhalb der Cluster die prädiktiv stärksten Variablen ermittelt worden, die dann in verschiedenen Kombinationen von verschiedenen Teilmengen in weitere Analysen übernommen wurden – auf der Suche danach, in welchem Umfang welche zeitabhängigen Kovariaten letztlich die „Alternsgradienten“ des TRIP-Risikoindex mitgestalten.

Als Kandidaten zur Beantwortung dieser Frage kamen nach den beschriebenen „exploratorischen“ Analysen in Betracht die früheren Fahrtätigkeiten (L12), das Einkommen (L14), die Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen (g1_mdn0_reskaliert), die Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel (fl2_mdn0_reskaliert), die Reaktionsschnelligkeit (al_mdn0_reskaliert), Neurotizismus (Mean_E_Mul), Extraversion (Mean_N_Mul), das Selbstbild als Autofahrer (F1_dichotomisiert), Anzahl der Fehler beim Autofahren im letzten Jahr (C4_mean), Ablehnung der Notwendigkeit von Kompensation (E2_mean_Faktor3), auf Sicherheit ausgerichtetes Fahrverhalten (E2_mean_Faktor1) und die Selbst-Einschätzung offensiv und dabei gut und sicher fahren zu können (G2_mean_Faktor2). Mit diesen Variablen wurde begonnen (siehe Anhang G). Über mehrere Analysen hinweg reduzierte sich dieser Variablenpool auf die in Tabelle 6-53 aufgeführten (siehe Anhang G).

Schätzungen fester Parameter[a]

| | | | | | | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | Unter-grenze | Ober-grenze |
| **Konstanter Term** | 1,090525 | 0,055626 | 724,494 | 19,605 | **0,000** | 0,981317 | 1,199732 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000675 | 0,000533 | 204,458 | 1,267 | 0,206 | -0,000375 | 0,001726 |
| **g1_mdn0_reskaliert** | 0,019304 | 0,007127 | 852,459 | 2,708 | **0,007** | 0,005315 | 0,033293 |
| **fl2_mdn0_reskaliert** | -0,01669 | 0,007814 | 797,191 | -2,136 | **0,033** | -0,032028 | -0,001352 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,013816 | 0,007250 | 874,724 | 1,906 | 0,057 | -0,000414 | 0,028045 |
| Mean_N_Mul | 0,002088 | 0,001071 | 743,654 | 1,950 | 0,052 | -1,409E-05 | 0,004189 |
| F1_dichotomisiert | 0,022068 | 0,011310 | 871,744 | 1,951 | 0,051 | -0,000129 | 0,044266 |
| **G2_mean_Faktor2** | 0,064724 | 0,014207 | 652,540 | 4,556 | **0,000** | 0,036828 | 0,092621 |

a. Abhängige Variable: **Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.**

Tab. 6-53: Modellparameter des sog.“ finalen Modells“ (g1_mdn0_reskaliert = Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen, fl2_mdn0_reskaliert = Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel als Maß für Flexibilität, al_mdn0_reskaliert = Reaktionsschnelligkeit (Alertness), Mean_N_Mul = Neurotizismus, F1_dichotomisiert = Selbstbild als Autofahrer, G2_mean_Faktor2 = Offensives Fahren)

Das „Offensive Fahren“ (G2_mean_Faktor2) behält - wie bei den meisten vorherigen quer- und längsschnittlichen Analysen - seine bedeutsame Rolle, wodurch auch über die Zeit hinweg das Risiko verbunden ist, höhere TRIP-Risikowerte zu erlangen, wobei – wie ja schon dargestellt - dieses Risiko, immer höhere TRIP-Risikowerte zu erlangen durch die gedämpfte Veränderung der Kompetenzüberzeugung über die Zeit des Alternsprozesses etwas gemindert ist.

Die drei Variablen aus dem Aufmerksamkeitstest TAP-M zeigen mehr oder minder deutliche Effekte: So spielt eine niedrige Geschwindigkeit, also Langsamkeit bei Entscheidungsprozessen

(g1_mdn0_reskaliert) eine risikosteigernde Rolle wie auch nachlassende Reaktionsschnelligkeit (Alertness) (al_mdn0_reskaliert). Die Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel als Maß für Flexibilität (fl2_mdn0_reskaliert) hat einen negativen Effekt dergestalt, dass zu schneller Wechsel eben auch risikosteigernd sein kann. Wie diese Variable sind auch die beiden noch zu nennenden an der Signifikanzgrenze, aber „dennoch“ mit ins Modell genommen worden. Eine hohe Ausprägung in Neurotizismus oder emotionaler Labilität (Mean_N_Mul) beschreibt das häufige Erleben von Anspannung, Nervosität, Unsicherheit und Ängstlichkeit und wird teilweise mit einem riskanten suboptimalen Fahrstil (zu schnell, zu dynamisch, aber u. U. auch zu vorsichtig) assoziiert (SKIPPON et al., 2010; WANG et al., 2018). Die Selbsteinschätzung, besser als die altersgleichen Autofahrerinnen und Autofahrer zu sein (F1_dichotomisiert), trägt auch nicht zur Risikoreduktion bei!

In das finale Modell sind letztlich also sechs substanzielle zeitvariierende Einflussfaktoren als Kovariaten aufgenommen worden. In Erweiterung der Ausführungen zur Variablen „Offensives Fahren“ (G2_mean_Faktor2) zum Ende des Kapitels 6.4.5 (s. insbesondere Bild 6-26) kann die Wirkweise dieser Einflussfaktoren, zu denen ja auch G2_mean_Faktor2, also offensives Fahren, gehört, veranschaulicht werden. Selbst wenn man eine entsprechende Analyse mit allen in Kapitel 6.4.4 genannten Variablen durchführt, bleibt die Aussagekraft der in Tabelle 6-53 aufgeführten Variablen im geschilderten Umfang erhalten (siehe Anhang I).

Das folgende Bild 6-27 ist so zu interpretieren, dass auf die untere Ebene, nämlich den dunkelblauen TRIP-Altersgradienten ohne Einfluss der sechs Kovariaten, sozusagen „Schicht für Schicht“ deren Einflüsse hinzukommen.

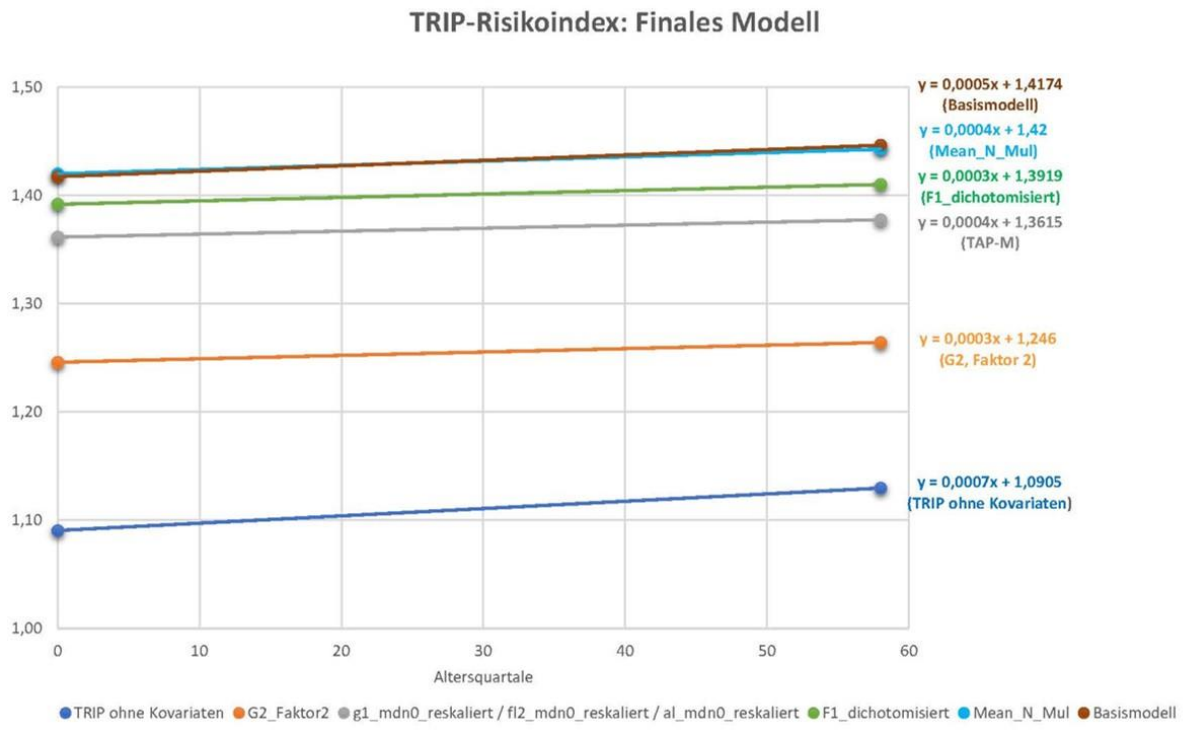



Bild 6-27: TRIP-Basismodell mit Einfluss der zeitabhängigen Kovariaten des sog.“ finalen Modells“ (siehe Tabelle 6-53) (G2_mean_Faktor2 = Offensives Fahren, TAP-M = aggregierter Einflussfaktor aus Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen, Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel als Maß für Flexibilität und Reaktionsschnelligkeit (Alertness), F1_dichotomisiert = Selbstbild als Autofahrer, Mean_N_Mul = Neurotizismus)

Dies lässt sich erneut am Beispiel G2_mean_Faktor2 verdeutlichen: Durch den Einfluss des sich über die Zeit ändernden G2_mean_Faktor2 verändert sich dieser TRIP-Altersgradient von y = 0,0007x + 1,0905 auf y = 0,0003x + 1,246. Hoch ausgeprägter G2_mean_Faktor2 sorgt dafür, dass das Risikoniveau anwächst. Die schwächer werdende Kompetenzüberzeugung mildert – wie in Bild 6-

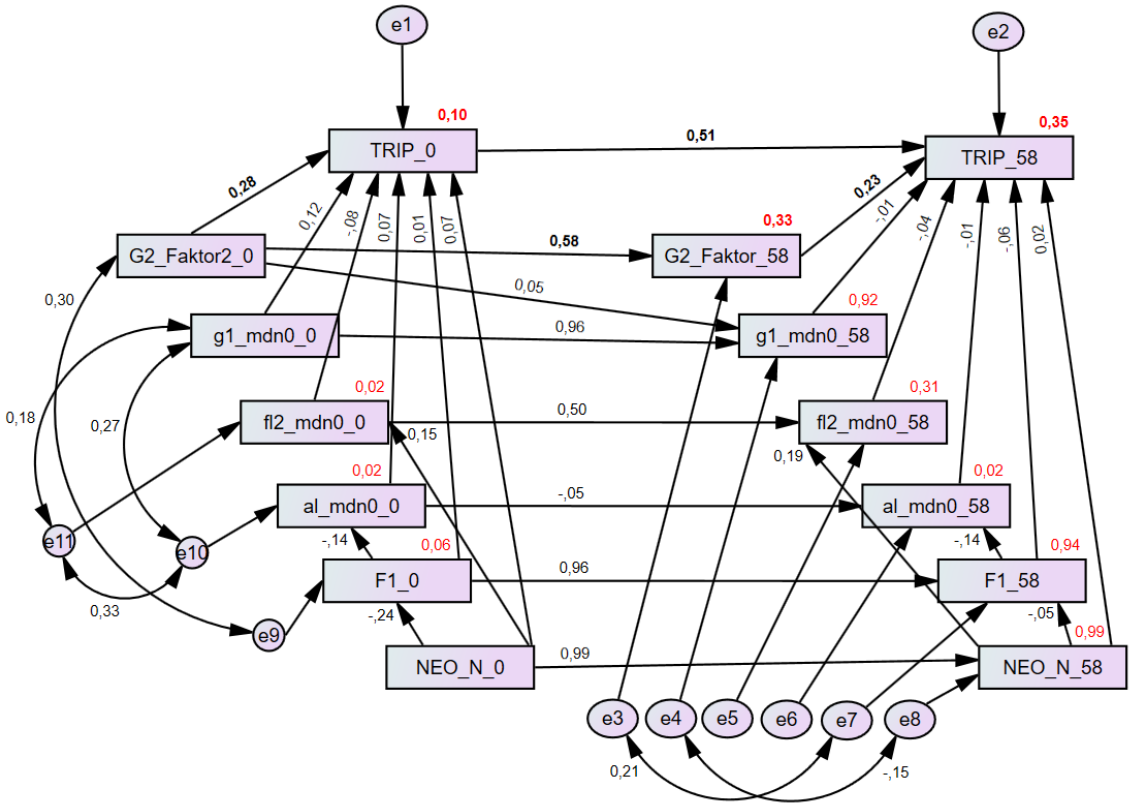
26 – auch hier den Anstieg. Ein zweiter Blick in dieses Gleichungssystem zeigt, dass der TRIP-Altersgradient ohne die Kovariaten von 1,0905 auf 1,1311, also um 0,0406 Punkte- wachsen würde. G2_mean_Faktor 2, die Kompetenzüberzeugung, hebt den TRIP-Altersgradienten zwar auf ein höheres Niveau (1,246), der Gradient wächst hier aber bis zum Altersquartal 58 gerade einmal um 0,0174 Punkte auf 1,2634, d.h. die schwächer werdende Kompetenzüberzeugung dämmt den Anstieg von 0,0406 Punkten auf 0,0174, also auf 0,0232 Punkte weniger Zuwachs. Auch wenn diese Beträge minimal erscheinen, ist dies doch erwähnenswert, weil die Gesamtzuwachsrate für den TRIP-Risikoindex ja auch „nur“ 0,029 beträgt. In Relation dazu handelt es sich bei dem Einfluss der Kompetenzüberzeugung in Höhe von 0,0232 dann doch um eine substantielle Größe.

Diese Vorgehensweise lässt sich nun auch auf den Einfluss von TAP-M übertragen. Der Übersichtlichkeit halber werden die drei TAP-M-Variablen „Langsamkeit bei Entscheidungsprozessen“ (g1_mdn0_reskaliert), „Reaktionsschnelligkeit (Alertness)“ (al_mdn0_reskaliert) und „Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel“ (fl2_mdn0_reskaliert) in Bild 6-27 in einem gemeinsamen Einflussfaktor („Schnelligkeit“) gebündelt. Diese Zusammenfassung reduziert die Anzahl der Kovariaten in diesem Bild auf vier. Durch den Einfluss der sich über die Zeit ändernden TAP-M-Facetten verändert sich der TRIP-Altersgradient auf y = 0,0004x + 1,3615, d. h. der mildernde Einfluss von G2_mean_Faktor 2 wird etwas abgeschwächt.

Die beiden Variablen bzw. Kovariaten „Selbsteinschätzung im Vergleich zu altersgleichen Autofahrerinnen und Autofahrern“ (F1_dichotomisiert) und „Ausprägung in Neurotizismus oder emotionaler Labilität“ (Mean_N_Mul) liefern die beiden letzten – wie aus dem Bild 6-27 ersichtlich - geringeren Beiträge zum TRIP-Altersgradienten (Basismodell).

Im folgenden Abschnitt wird das „finale Modell“ unter einer weiteren Perspektive betrachtet. Mit den 6 zeitabhängigen Kovariaten, welche sich nach der HLM-Analyse bei dem „finalen Modell“ als aussagekräftig für Veränderungsbedingungen des TRIP-Risikoindexes – bestätigt durch das nachfolgende „Schichtenmodell“ - erwiesen haben, nun eine eher klassisch-längsschnittliche Betrachtung. Dabei ist aber auch hier zu beachten, dass es sich nicht um Analysen der empirisch erhobenen, sondern vielmehr der durch das HLM-Modell geschätzten Werte der 260 Personen im Sinne einer Extrapolation über den gesamten Altersbereich der Stichprobe von fast 15 Jahren handelt. D.h. für alle 260 Personen - also aus allen 10 Kohorten - liegen für die verwendeten Variablen auf der Basis von drei bzw. vier Messungen modellierte Werte für den Altersbereich 66,5 bis zum Alter 81,25 vor. In Bild 6-28 wird dieser Altersbereich durch den Index 0 für das Altersquartal 0 (66,5 Jahre) und durch den Index 58 für das Altersquartal 58 (81,25 Jahre) abgegrenzt. Für gängige Längsschnittanalysen bestand das gravierendere Problem darin, dass die avisierten zeitlichen festen Distanzen zwischen den vier geplanten Messzeitpunkten wegen Corona intra- und interindividuell sehr heterogen waren und zudem nicht alle Probanden und Probandinnen viermal untersucht werden konnten.

Das Bild 6-28 veranschaulicht zuerst einmal die Struktur der hier vorgenommenen Pfadanalyse, welche ja der Untersuchung von direkten und indirekten Effekten über einen Zeitraum von knapp 15 Jahren dient, hier mit Fokus auf den TRIP-Risikoindex als Zielvariable. In diesem Bild und im folgenden Text sind die Variablen mit etwas kürzeren Labeln versehen.




Standardisierte Koeffizienten. Rote Zahlen = erklärte Varianz

Modell-Fit: Chi$^2$ = 69,61; df=59; p= 0,163 (nicht signifikant)

Bild 6-28: Das sog. „finale Modell“ mit den 6 zeitabhängigen Kovariaten (s. Tab. 6-53) als Pfadmodell über den Zeitraum von knapp 15 Jahren - „Altersquartal 0 (66,5 Jahre) bis Altersquartal 58 (81,25 Jahre). (TRIP = Risikoindex, G2_Faktor2 = Offensives Fahren, g1_mdn0 = Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen, fl2_mdn0 = Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel als Maß für Flexibilität, al_mdn0 = Reaktionsschnelligkeit (Alertness), F1 = Selbstbild als Autofahrer, NEO_N = Neurotizismus). In die Analyse gehen die HLM-Werte im Alter 66,5 Jahre („Index“ 0) und 81,25 Jahre ( „Index“ 58) ein.

In Nachfolge zur HLM-Analyse soll geprüft werden, welche Effekte die 6 zeitabhängigen Kovariaten - Selbst-Einschätzung offensiv und dabei gut und sicher fahren zu können (G2_Faktor2), Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen (g1_mdn0), Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel (fl2_mdn0), Reaktionsschnelligkeit (al_mdn0), das Selbstbild als Autofahrer (F1) und Neurotizismus (NEO_N) – auf den (sich verändernden) TRIP-Risikoindex im erwähnten Altersbereich 66,5 bis 81,25 haben. Bei dieser Analyse müssen wir uns mit den genannten Variablen zu zwei Messzeitpunkten begnügen, nämlich zum Altersquartal 0 und dem Altersquartal 58. Dies wird im Bild 6-28 dadurch verdeutlicht, dass die genannten Variablen mit dem jeweiligen Index 0 bzw. 58 versehen sind. Die hier durchgeführten Pfadanalyse mit 2 x 7 = 14 Variablen basiert also auf einer Kovarianz-Matrix mit 105 Elementen. Mit mehr als zwei Messzeitpunkten war keine Analyse möglich, weil z. B. sich schon bei drei Messzeitpunkten die Kovarianzmatrix als nicht mehr positiv definit und damit als nicht mehr multivariat analysierbar erwies. Der Grund dafür liegt darin, dass bei zeitlich zu nahe beieinander liegenden modellierten Messungen lineare Abhängigkeiten dominieren. Nicht zuletzt deswegen wird also in diese Pfadanalyse der maximal mögliche, aber eben auch von der Anlage der Studie her durchaus sinnvolle Zeitraum bzw. Altersbereich einbezogen. Das hier vorgelegte Modell ist mit der zugrundeliegenden Kovarianz kompatibel, zeigt also einen guten Modell-Fit. Der Chi$^2$–Wert 69,61 ist bei 59 Freiheitsgraden (df=59) nicht signifikant. Auch andere Modell-Fit-Werte wie RMSEA, PCLOSE, AIC signalisieren einen guten Modell-Fit. Diese und weitere detaillierte technische Details zur mit AMOS gerechneten Pfadanalyse finden sich im Anhang J.

Im Folgenden werden – wie gesagt - die Ergebnisse mit Fokus auf den TRIP-Risikoindex als Zielvariable unter dem Aspekt berichtet, in welchem - sich u.U. über die Zeit veränderndem – Ausmaß, mit welcher Effektstärke diese Zielvariable von den Variablen des finalen Modells beeinflusst wird. Der Blick auf Bild 6-28 zeigt für TRIP_0, also den Risikoindex zum ersten Messzeitpunkt, dass 10,4% der Varianz dieser Variable durch die insgesamt sechs Kovariaten erklärt wird. Die Kompetenzerwartung (G2_Faktor2_0) alleine erklärt dabei 7,5% der Varianz, ist also die stärkste Kovariate ganz im Einklang mit den vorherigen Modellierungen. Auf die fünf anderen Kovariaten entfallen also insgesamt 2,9%, wobei die Geschwindigkeit des Entscheidungsprozesses (g1_mdn0_0) mit 1,4% dabei den größten Anteil hat.

Dass bei der zweiten in die Analyse aufgenommenen Wiederholungsmessung im Altersquartal 58 dann beim TRIP-Risikoindex 35,2% der Varianz erklärt werden, liegt vor allem daran, dass in dieser Form der Längsschnittanalyse natürlich auch die (autoregressiven) Zusammenhänge zwischen den Wiederholungsmessungen, hier also zwischen TRIP_0 und TRIP_58, berücksichtigt werden. Durch die TRIP-Werte im Alter von 66,5 Jahren werden ca. 26% der TRIP-Varianz im Alter von 81,25 Jahren erklärt (s. dazu auch schon Bild 6-24), so dass 9,2% für alle restlichen Variablen der ersten und der zweiten Messung verbleiben, auf welchem direkten oder indirekten Wege diese Effekte auch immer bei TRIP_58 ankommen. Auch hier entfällt der größte Anteil auf die Kompetenzüberzeugung (G2 Faktor2), sei es direkt von G2_Faktor2_58 mit ca. 5%, sei es indirekt von G2_Faktor2_0 ausgehend über TRIP_0 und über G2_Faktor2_58 mit ca. 7,5%. Für die anderen Variablen bleibt also wenig Spielraum für Varianzerklärung. Dies mag auch ein weiterer Blick auf Bild 6-28 verdeutlichen, da bei beiden Messzeitpunkten bis auf die beiden Pfade jeweils von G2_Faktor2 auf TRIP und den Pfad von g1_mdn0_0 auf TRIP_0 alle anderen Pfade statistisch gesehen nicht von Null verschieden sind.

Unter dem Gesichtspunkt der Perfektionierung des vorliegenden Pfadmodells würden die nächsten Schritte sein, die Pfade mit den nichtsignifikanten Parametern Schritt für Schritt aus dem Modell zu entfernen, nicht zuletzt, um die Zahl der Freiheitsgrade zu vergrößern und damit die Wahrscheinlichkeit noch besserer Fit-Indizes zu erhöhen. Dieses Vorgehen steht hier aber nicht zur Debatte, ging es doch darum, das „finale Modell“ als solches zu illustrieren und zu konkretisieren, welches ja bei Entfernung fast aller Pfade (bis auf die von G2_Faktor2) auf die TRIP-Zielvariable gar nicht mehr Gegenstand der Modellierung wäre.

Nach den hier vorgestellten Analysen bleibt allerdings bemerkenswert, dass es weiterhin große interindividuelle Unterschiede (s. Konstanter Term, siehe Tabelle 6-53) und darüber hinaus auch noch Aufklärungsbedarf bzgl. der interindividuellen Unterschiede auch im Verlauf der individuellen TRIP-Altersgradienten gibt, denn es ist immer noch substantielle Variabilität vorhanden (siehe Anhang G). Wenn man bei den HLM-Analysen Geschlecht und Kohorte als zeitinvariante Kovariaten mit in das finale Modell nimmt, ändert sich an den Modellparametern praktisch nichts (siehe Anhang G), auch wenn sich eine Interaktion zwischen Geschlecht und „Offensivem Fahren“ (G2_mean_Faktor2) in der Form ergibt, dass Frauen von vornherein weniger offensiv gefahren sind, während die Männer über die Zeit hinweg defensiver fuhren (siehe Anhang H). Analoge Befunde vor allem hinsichtlich der interindividuellen Unterschiede haben weitere Pfadanalysen ergeben, in denen dann auch Geschlecht und Kohorte als zeitinvariante Kovariaten in das Modell aufgenommen worden sind. Auch hier haben sich die die in Bild 6-28 dargestellten Parameter nicht geändert, zumal in diesen Analysen vor allem bzgl. der zentralen Variablen (G2_Faktor_2 und TRIP) weder Geschlecht noch Kohorte eine Rolle spielten.

Eine abschließende Bemerkung, die sich auf die Modellgleichung für den „Alternsgradienten“ der Stichprobe n =260 bzgl. TRIP/Risikoindex bezieht, eine Gleichung, welche ja bei all den vorausgehenden Analysen und Betrachtungen die zentrale Rolle spielt:

$$\mathbf{TRIP'_t = 1{,}417 + 0{,}0005\ A_t}$$

Die Zuwachsrate des TRIP-Risikoindexes beläuft sich pro Altersquartal auf 0,0005. Die Nicht-Signifikanz des *slopes* von TRIP bei der HLM-Analyse bezieht sich darauf, ob dieser *slope* (nicht) von NULL verschieden ist. Aber 58*0,0005 ist nicht 0, so dass der Zuwachs über 59 Quartale in 58 Schritten sich auf 0,029 kumuliert. Dies bedeutet: Im jüngsten Alter wird den Personen (im Mittelwert) ein TRIP-Wert von 1,417 zugeschrieben, der bis zum Alter 81 bis 81,25 (im Mittelwert) auf 1,446 wächst – also eine „Verschlechterung“ mit steigendem Alter um eben diese 0,029 Punkte (Anzahl der Schritte vom

Altersquartal (AQ) 0 bis zum AQ 58 = 58 * 0,000500 = 0,029), d. h. 1,417 + 0,029 = 1,446. Dieser Unterschied zwischen TRIP $_{66,5}$ (1,417) zu TRIP $_{81,25}$ (1,446) ist nun in der Tat – statistisch gesehen – sehr signifikant, denn der t-Wert für gepaarte Stichproben ist hier 4,696 (df = 259; p<0,001). Signifikanz heißt hier aber nicht, dass eine generelle gravierende qualitative Verschlechterung des Fahrverhaltens vorliegt, denn zum einen liegt hier eine nach COHEN (1992) geringe Effektstärke (0,31) vor und zum anderen bedeutet dieser Mittelwertebereich entsprechend dem am TRIP-Protokoll angelehnten qualitativen Bewertungsschema im Durchschnitt weiterhin ein gutes bis ausreichendes Fahrverhalten, d. h. die Fahrsituation wird von faktisch allen Probandinnen und Probanden mindestens in der Form gemeistert, dass die wesentlichen Erfordernisse erfüllt sind.

### 6.4.7 EXKURS: Neurophysiologie (EEG)

#### *6.4.7.1 EEG-Vorstudien*

Zur Bestimmung der Hirnaktivität wurde im Laufe des Projekts während der Fahrt im Simulator mittels der cEEGrid-Technologie das EEG abgeleitet. Dabei wurde auf die Verwendung einer konventionellen EEG-Kappe, die den gesamten Kopf des Probanden / der Probandin umschließt, verzichtet. Stattdessen wurden halbkreisförmige Kleberinge, in denen die Elektroden integriert sind, hinter den Ohren angebracht. Diese wenig invasive Methodik hat sich als leicht anwendbar und zuverlässig herausgestellt (DEBENER et al., 2015; BLEICHNER & DEBENER, 2017). So belegen auch zwei vorangehende Publikationen aus dem DoBoLSiS-Projekt die hohe Reliabilität der cEEGrids-Technologie, die eine valide Interpretation der Schwierigkeit der vorliegenden Fahraufgabe auf der Basis der Aktivität im Alpha- und Theta-Frequenzband ermöglicht.

In der ersten Arbeit wurden zur Überprüfung der Validität der EEG-Messung die Einflüsse der Schwierigkeit der Fahrstrecke auf den mentalen Zustand der Fahrer und Fahrerinnen untersucht (WASCHER et al., 2019). Dabei wurde – anders als in der unter 6.4.7.3 beschriebenen Analyse für diesen Bericht – nicht nach dem Alter und dem individuellen Fahrverhalten differenziert, sondern die EEG-Daten über alle Probanden und Probandinnen gemittelt. Die Schwierigkeit der Strecke wurde vorab durch eine Expertenbeurteilung klassifiziert. Es zeigte sich, dass vor allem die Theta-Aktivität klar mit der Aufgabenbelastung (also mit der Schwierigkeit des jeweiligen Streckenabschnitts) zunahm. Zudem wurden in einem vertieften Auswerteansatz die a-priori Klassifikation der Schwierigkeit bestimmter Passagen und die aus dem EEG abgeleitete Schwierigkeit der Fahraufgabe gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass in Passagen, in denen die Teilnehmer und Teilnehmerinnen mit konstanter Geschwindigkeit und ohne hohe Lenkaktivität fuhren, die Alpha-Aktivität hoch und Theta-Aktivität niedrig waren. Das gegenteilige Muster wurde beobachtet in Abschnitten, die entweder eine hohe Lenkaktivität oder eine erhöhte Aufmerksamkeitszuweisung an den Fahrkontext erforderten. Insgesamt wurden kognitionsbezogene Modulationen der spektralen Leistung des EEGs in den Daten valide abgebildet.

Die zweite Arbeit zielte auf den Vergleich der Messungen zum ersten und zweiten Messzeitpunkt und ergab eine akzeptable Reliabilität der verwendeten Methode (GETZMANN et al., 2021). Zur Überprüfung der Retest-Reliabilität wurden die vorliegenden EEG-Daten von Probanden und Probandinnen analysiert, von denen zu den Messzeitpunkten M1 und M2 genügend artefaktfreie Messungen zur Auswertung vorlagen. Diese erste längsschnittliche Analyse umfasste wie in der Vorstudie (WASCHER et al., 2019) die Aktivitäten im Alpha- und Theta-Frequenzband. Es wurde festgestellt, dass Variationen in der Aktivität in beiden Frequenzbändern über die beiden Messzeitpunkte sehr konsistent waren und die Schwierigkeit der Fahraufgabe widerspiegelten. Das heißt, unabhängig vom Messzeitpunkt gingen anspruchsvolle Passagen mit einem Rückgang der Fahrgeschwindigkeit, einer Zunahme der Lenkwinkelgeschwindigkeit sowie erhöhter Theta- und reduzierter Alpha-Aktivität einher. Dieses EEG-Muster erscheint plausibel und belegt für eine erhöhte kognitive Kontrolle und Aufmerksamkeit gerade auf schwierigen Streckenabschnitten. Die EEG Retest-Analyse zeigte zudem, dass zu beiden Messzeitpunkten die EEG-Parameter in ähnlicher Weise durch die Streckenschwierigkeit und – als Konsequenz – die Aufgabenanforderungen moduliert wurden, was auf eine hohe Zuverlässigkeit und ökologische Validität der EEG-Applikation mittels cEEGrid-Technologie hinweist. Auf der intraindividuellen Ebene (das heißt beim Vergleich der EEG-Maße zwischen den beiden Messzeitpunkten innerhalb derselben Personen)

ergab sich jedoch eine eher geringe Test-Retest-Reliabilität. So wurden bei der Mehrzahl der Probanden und Probandinnen geringe bis mäßige (wenn auch signifikante) Korrelationen beobachtet, während einige Probanden und Probandinnen deutliche Abweichungen zwischen den beiden Messungen aufwiesen. In Kombination liefern die beiden Vorstudien jedoch klare Belege nicht nur dafür, dass die cEEGrids-Technologie geeignet ist, elektrophysiologische Korrelate der kognitiven Prozesse und Funktionen für sicheres Fahren abzuleiten, sondern auch für die Nutzbarkeit mobiler EEG-Methoden zur Abbildung mentaler Prozesse in natürlichen Umgebungen insgesamt.

#### *6.4.7.2 EEG-Methoden und -Analysen*

Im Gegensatz zu den Vorstudien lag der Fokus der aktuellen Analysen auf den Unterschieden in den abgeleiteten EEG-Maßen zwischen den Probanden und Probandinnen sowie auf möglichen Einflüssen von Personenmerkmalen im höheren Lebensalter auf diese EEG-Parameter. Zum einen sollte also überprüft werden, ob sich vergleichbare Zusammenhänge zwischen den EEG-Maßen und denjenigen personenbezogenen Parametern finden lassen, die als Einflussfaktoren auf den Risikoindex (und damit auf das Fahrverhalten) in das finale Modell Einzug gefunden haben (s. 6.4.6). Zum anderen sollte überprüft werden, ob und wie die EEG-Maße (also die elektrophysiologischen Korrelate der kognitiven Prozesse für sicheres Fahren) mit den objektiven Maßen des Fahrverhaltens (also dem TRIP-basierten Risikoindex) zusammenhängen.

Eine gewisse Herausforderung lag in der Vorverarbeitung der erhobenen EEG-Daten, da diese aufgrund möglicher Artefakte (etwa durch Bewegungen der Probanden und Probandinnen während der Fahrt, erschwerten Ableitungsbedingungen und elektrischen Einstreuungen aus der technischen Umgebung) einer aufwendigen Bearbeitung und Qualitätskontrolle bedurften (siehe auch WASCHER et al., 2019; GETZMANN et al., 2021). Insgesamt wurden aus dem während der Fahrt aufgezeichneten Roh-EEG pro Messzeitpunkt und pro Proband/Probandin fünf unterschiedliche Parameter extrahiert: Diese reflektieren (a) die Hirnaktivität insgesamt (das heißt, über alle Frequenzbereiche hinweg; $Power_{total}$), (b) die Alpha-Aktivität (im Frequenzband 6–8 Hz; Alpha), (c) die normierte Alpha-Aktivität ($Alpha_{normiert}$), (d) die Theta-Aktivität (im Frequenzband 3–6 Hz; Theta) sowie (e) die normierte Theta -Aktivität ($Theta_{normiert}$). Zur Normierung wurden die Rohwerte der Aktivität im Alpha- und Theta-Band durch die Hirnaktivität insgesamt dividiert. Die normierten Werte haben sich in den Vorstudien als robuster gegenüber Ausreißern und insgesamt reliabler erwiesen als die nicht-normierten Rohwerte und wurden deshalb auch hier analysiert.

Insgesamt konnten n=660 vollständige EEG-Datensätze gewonnen werden (M1: n=177; M2: n=195; M3: n=189, M4: n=99). Es wurden zwei getrennte Analysen durchgeführt, wobei die erste auf mögliche Zusammenhänge zwischen den oben beschriebenen EEG-Parametern und Personenmerkmalen abzielte, die zweite auf den Zusammenhang zwischen den EEG-Parametern und dem Fahrverhalten, d. h. dem TRIP-basierten Risikoindex. Eine Herausforderung lag darin, dass nicht von allen 260 Probanden und Probandinnen, die in die längsschnittliche Auswertung eingegangen sind (siehe 6.4.1), EEG-Daten verfügbar waren. Um dem längsschnittlichen Design der Studie gerecht zu werden, wurde ein „linear mixed modelling“ (LMM) Ansatz gewählt, der in SPSS (Version 29.0) implementiert ist. Bei der ersten Analyse wurden die EEG-Parameter als abhängige Variablen, die personenbezogenen Einflussfaktoren als kontinuierliche unabhängige („fixed effect“) Variablen, die Probanden/Probandinnen als „random intercept“ und der Erhebungszeitpunkt als Wiederholungsfaktor behandelt. Als potenzielle Einflussfaktoren wurden dieselben Variablen in das LMM einbezogen, die auch Eingang in das finale Modell zum Effekt der Personenmerkmale auf das Fahrverhalten fanden (siehe 6.4.6). Dies umfassten als kognitive Variablen die Werte in den drei Subtests des TAP-M („Alertness“, „Konzentration“ sowie „Flexibilität“), als Persönlichkeitsmerkmale die Fragebogenwerte auf der Neurotizismus-Skala sowie in Bezug auf die Handlungskompetenzerwartung die Fragebogen-Werte zur Selbsteinschätzung relativ zu anderen Autofahrern (Variable F1) und zu Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren (Variable G2). Schließlich wurde das Lebensalter der Probanden und Probandinnen in das LMM einbezogen. Bei der zweiten Analyse wurde der TRIP-basierte Risikoindex als abhängige Variable, die EEG-Parameter als kontinuierliche unabhängige („fixed effect“) Variablen, die Probanden/Probandinnen als „random intercept“ und

der Erhebungszeitpunkt als Wiederholungsfaktor behandelt. Hintergrund dieses Modells war, dass sich Unterschiede in der Hirnaktivität während der Fahrt in dem Fahrverhalten niederschlagen sollten.

#### *6.4.7.3 EEG-Ergebnisse*

**Zusammenhang von Personenmerkmalen und EEG-Parametern**

Mit Blick auf die über alle Frequenzbänder gemittelte EEG-Aktivität ($Power_{total}$) ergab sich alleine ein signifikanter Effekt des Alters, ($F(1;422,65) = 12,332$, $p < 0,001$), während Neurotizismus ($F(1;461,04) = 3,596$, $p = 0,059$) und „Konzentration“ ($F(1;418,97) = 3,598$, $p = 0,059$) die statistische Signifikanz knapp verfehlten. Weitere Effekte waren nicht signifikant (alle $F < 1,090$, alle $p > 0,297$). Der Alterseffekt lag in einer Zunahme der $Power_{total}$ mit zunehmendem Lebensalter, was sich auch in einer positiven Korrelation von $Power_{total}$ und Lebensalter zeigte ($r = 0,142$, gemittelte Pearson-Korrelation über alle Erhebungszeitpunkte M1-M4).

Für die Theta-Aktivität (Theta) ergaben sich signifikante Effekte von Alter ($F(1;279,84) = 7,037$, $p = 0,008$) und „Konzentration“ ($F(1;539,75) = 4,891$, $p = 0,027$). Weitere Effekte waren nicht signifikant (alle $F < 2,430$, alle $p > 0,120$). Auch ergaben sich keine signifikanten Effekte für die normierte Theta-Aktivität ($Theta_{normiert}$) (alle $F < 2,874$, alle $p > 0,091$). Der Alterseffekt lag ebenso wie bei $Power_{total}$ in einem Anstieg der Theta-Aktivität mit zunehmendem Lebensalter ($r = 0,143$). Der Effekt von „Konzentration“ lag darin begründet, dass höhere Theta-Aktivität mit besseren Leistungen (d.h. kürzeren Reaktionszeiten) in der TAP-M Aufgabe „Konzentration und Inhibition“ assoziiert war ($r = -0,088$, gemittelte Pearson-Korrelationen über alle Erhebungszeitpunkte M1-M4).

Für die Alpha-Aktivität ergab sich alleine ein signifikanter Effekt des Alters ($F(1;491,83) = 39,620$, $p < 0,001$), jedoch keine weiteren Effekte (alle $F < 1,909$, alle $p > 0,168$). Ebenso ergab sich alleine ein signifikanter Effekt des Alters auf die normierte Alpha-Aktivität ($Alpha_{normiert}$) ($F(1;437,89) = 18,758$, $p < 0,001$), jedoch keine weiteren Effekte (alle $F < 0,608$, alle $p > 0,46$). Der Alterseffekt bestand in einem Anstieg der Alpha-Aktivität ($r = 0,211$) und $Alpha_{normiert}$-Aktivität ($r = 0,179$) mit dem Lebensalter.

Bild 6-29 zeigt die Theta- und Alpha-Aktivität als Funktion des Lebensalters. Auffällig hierbei ist eine generelle Zunahme von EEG-Aktivität der Probanden und Probandinnen über die hier betrachtete Altersspanne (zur möglichen Bedeutung dieses Befundes, siehe 6.4.7.5).

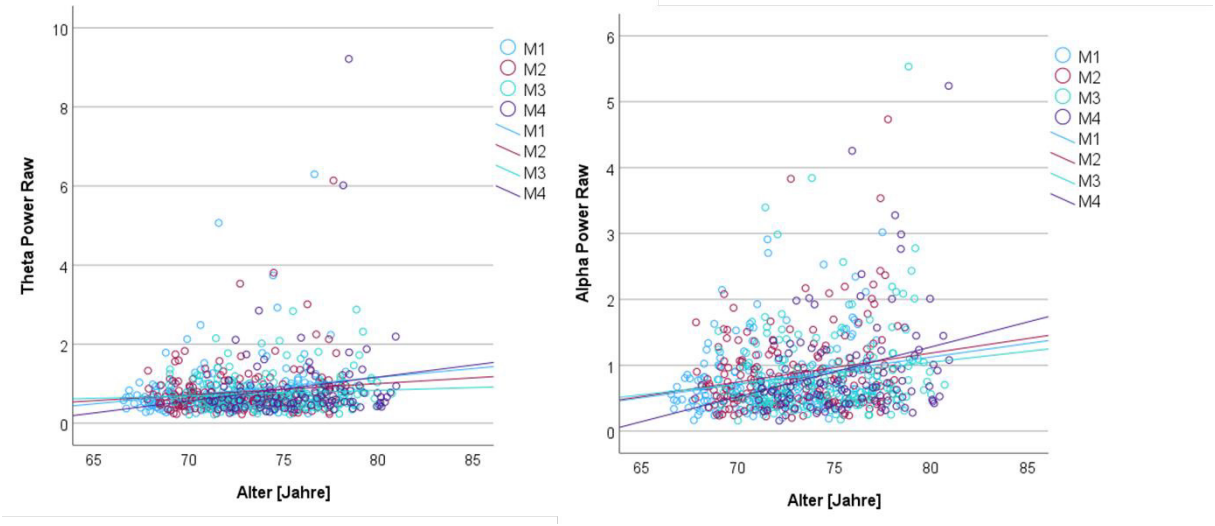



Bild 6-29: Zusammenhang von Lebensalter und Theta- und Alpha-Aktivität (in $\mu V^2$). Dargestellt sind die Messwerte pro Proband/in und Messzeitpunkt (M1-M4) sowie die jeweiligen Regressionsgeraden.

**Zusammenhang von EEG-Aktivität und Fahrverhalten**

Es fanden sich keine Effekte der EEG-Parameter auf das Fahrverhalten, weder der EEG-Aktivität insgesamt ($Power_{total}$) ($F(1;378,92) = 0,549$, $p = 0,459$), noch der Alpha-Aktivität ($F(1;551,37) = 0,005$, $p =$

0,945) oder normierten Alpha-Aktivität ($Alpha_{normiert}$) (F(1;561,83) = 1,110, p = 0,228), noch der Theta-Aktivität (F(1;393,12) = 0,143, p = 0,705) oder normierten Theta-Aktivität ($Theta_{normiert}$) (F(1;579,16) = 0,167, p = 0,178). Bild 6-30 zeigt den TRIP-basierten Risikoindex als Funktion der Theta- und Alpha-Aktivität sowie der normierten Theta- und Alpha-Aktivität, woraus sich kein Zusammenhang zwischen dem Fahrverhalten und den EEG-Maßen ableiten lässt. Mit anderen Worten: Entgegen den Erwartungen war die Hirnaktivität während der Fahrt nicht mit dem aus den TRIP-Protokoll abgeleitetem Risikoindex assoziiert.

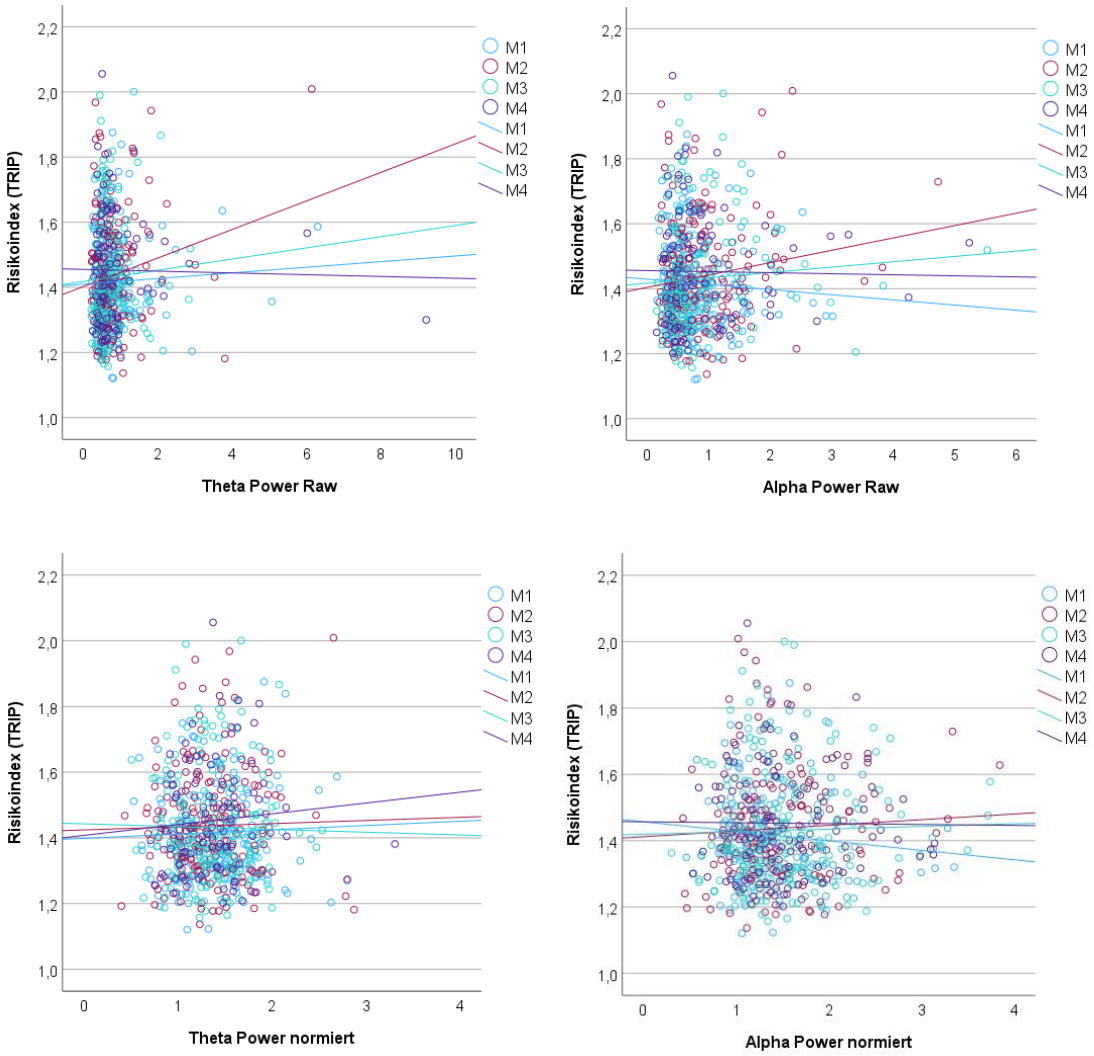



Bild 6-30: Zusammenhang von Theta- und Alpha-Aktivität sowie normierter Theta- und Alpha-Aktivität (in $\mu V^2$) und TRIP-basiertem Risikoindex. Dargestellt sind die Messwerte pro Proband/in und Messzeitpunkt (M1-M4) sowie die jeweiligen Regressionsgeraden.

### *6.4.7.4 Diskussion der EEG-Ergebnisse*

Die Analyse der EEG-Daten ergab in erster Linie Veränderungen in der EEG-Aktivität mit dem Alter der Probanden und Probandinnen, und zwar in allen abgeleiteten EEG-Parametern. Speziell im Alpha- und Theta-Frequenzband zeigte sich eine Zunahme der Aktivität mit höherem Alter. Die erhöhte Alpha-Aktivität könnte auf eine mit zunehmendem Alter der Probanden und Probandinnen zunehmende mentale Ermüdung und Erschöpfung hindeuten. Demgegenüber deutet die zunehmende Theta-Aktivität auf die Mobilisierung mentaler Ressourcen hin, die aufgebracht werden könnten, um eben dieser Ermüdung entgegenzuwirken. So zeigt sich schon in früheren Arbeiten, dass Ältere dazu tendieren, die kognitive Kontrolle zu erhöhen, um im kompensatorischen Sinne einem Abfall der geistigen Leistung infolge von Ermüdung entgegenzuwirken (GETZMANN, ARNAU, KARTHAUS, REISER & WASCHER, 2018). Eine alternative Erklärung für die zunehmende Alpha-Aktivität könnte sein, dass die Probanden und

Probandinnen bei späteren Messzeitpunkten entspannter gefahren sind, etwa weil sie mit dem Versuchsprozedere und auch der Fahrstrecke bereits vertraut waren. So ist bekannt, dass eine große Vertrautheit mit einer Fahrstrecke zu Unaufmerksamkeit führen kann (YANKO & SPALEK, 2013). Eine ähnliche Interpretation legen auch die Befunde der Studie zur Überprüfung der Retest-Reliabilität nahe (GETZMANN et al., 2021). Die Erhöhung der EEG-Aktivität insgesamt mag als Widerspruch zu einer Reihe früherer Arbeiten erscheinen, die eher auf eine Abnahme von EEG-Aktivität mit zunehmendem Lebensalter hindeuten (z.B. POLICH, 1997). Dies wird häufig als Zeichen einer reduzierten kortikalen Aktivität interpretiert (VLAHOU, THURM, KOLASSA & SCHEE, 2014). Allerdings ist hier zu beachten, dass die Altersspanne, über die diese Veränderungen beobachtet wurde, ungleich länger ist als die hier betrachtete Altersspanne und die früheren Befunde zumeist auf querschnittlichen Untersuchungen an jüngeren und älteren Menschen beruhen.

Interessanterweise hat sich ein Zusammenhang zwischen der Theta-Aktivität und den Leistungen in der Go/NoGo-Aufgabe des TAP-M ergeben. Bessere Leistungen in der Reaktionskontrolle und Inhibitionsfähigkeit (die sich in Form höherer Geschwindigkeiten von Entscheidungsprozessen zeigten) gingen mit einer höheren Theta-Aktivität einher. Dies erscheint vor dem Hintergrund, dass Theta-Aktivität als Korrelat kognitiver Kontrolle betrachtet wird, auch plausibel. Bemerkenswert ist jedoch, dass die EEG-Aktivität nicht bei der Aufgabe selbst, sondern ja erst später während der Fahrt im Simulator gemessen wurde. Insgesamt waren jedoch die Zusammenhänge von EEG-Aktivität und den Personenmerkmalen, die in das finale Modell eingingen, gering.

Dies gilt auch für den nicht nachweisbaren Zusammenhang von EEG-Aktivität und Fahrverhalten. Dieser negative Befund ist unerwartet, da aus früheren Studien bekannt ist, dass Theta- und Alpha-Aktivität mit dem Fahrverhalten assoziiert sind. So zeigte sich in früheren Fahrsimulationsstudien, dass in einer Gruppe älterer Fahrer und Fahrerinnen ein enger Zusammenhang zwischen der Komplexität einer Fahraufgabe und der Theta-Aktivität bestand (GETZMANN et al., 2018). Ein Vergleich älterer Personen mit gutem und schlechten Fahrverhalten ergab zudem Unterschiede in der Theta- und Alpha-Aktivität (KARTHAUS, WASCHER & GETZMANN, 2018b). Auch in den beiden vorherigen Analysen der EEG-Daten des DoBoLSiS-Projekts ergaben sich sehr deutliche Zusammenhänge der EEG-Maße mit dem Fahrprofil (WASCHER et al., 2019). Weit weniger deutlich waren jedoch die Zusammenhänge zwischen der EEG-Aktivität bei Fahrten derselben Fahrer und Fahrerinnen zum ersten und zweiten Messzeitpunkt (GETZMANN et al., 2021). So wiesen etwa 2/3 der Probanden und Probandinnen signifikante positive Korrelationen auf. Das heißt, die EEG-Aktivität in beiden Fahrten zeigte ein ähnliches Muster, was auf eine zeitliche Stabilität der Messungen hindeutet. Allerdings waren die einzelnen Korrelationen in einem mittleren bis niedrigen Bereich, was einer individuellen Auswertung entgegenstehen könnte. Zudem war bemerkenswert, dass durchaus auch signifikante negative Korrelationen auftraten, was darauf hindeutet, dass sich das EEG-Muster über die Fahrstrecke zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten bei einigen Probanden und Probandinnen (zumindest teilweise) umgekehrt hat.

Insgesamt deuten die EEG-Ergebnisse auf eine starke Variation der mentalen Prozesse innerhalb der Probanden und Probandinnen während der Fahraufgabe hin. Dabei ist denkbar, dass die mentalen Prozesse, die die hier abgeleiteten EEG-Parameter abbilden, allenfalls indirekt mit denjenigen Prozessen zusammenhängen, die das über den TRIP-basierten Risikoindex definierte Fahrverhalten bestimmen. Dies könnte einer möglichen Prädiktion des Fahrverhaltens aus den EEG-Parametern auf individueller Ebene entgegenstehen. In zukünftigen Ansätzen sollte daher überprüft werden, ob ereigniskorrelierte EEG-Parameter, also solche, die unmittelbar an verkehrskritische Situationen (wie die Reaktion auf eine Gefahrensituation hin) geknüpft sind, nicht stärkere Zusammenhänge mit dem Fahrverhalten aufweisen. Schließlich ist anzumerken, dass sich der aus dem Fahrverhalten abgeleitete, TRIP-basierte Risikoindex über den Verlauf der Erhebungen nur geringfügig verändert hat (siehe 6.4.4). Auch dies könnte dem Auffinden eines Zusammenhangs von EEG-Parametern und Fahrverhalten entgegengestanden haben.

# 7 Diskussion

Ziel der Studie war die Untersuchung, ob und wie sich verkehrssicherheitsrelevante und mobilitätsbezogene Personenmerkmale im höheren Lebensalter verändern und welchen Einfluss sie (und andere Faktoren) auf das Fahrverhalten und damit auch auf die individuelle und allgemeine Verkehrssicherheit haben. Entsprechend den Befunden früherer Studien wie AEMEIS (JANSEN et al., 2001), PROSA (POTTGIESSER et al., 2012), AGE-V3 (RUDINGER et al., 2015), ZVR (KARTHAUS et al., 2015) oder SENIORLIFE (HOLTE, 2018) wurden per Fragebogen und neuropsychologischer Testverfahren Merkmale erfasst, aus denen Indikatoren für die aus dem beobachteten Fahrverhalten im Fahrsimulator abgeleitete Fahrkompetenz abgeleitet werden sollten. Zu den wichtigsten dieser Faktoren gehören sensorische, motorische und kognitive Funktionen, Gesundheitszustand und Medikamenteneinnahme, aber auch Personenmerkmale, Fahrgewohnheiten und die Lebenssituation älterer Menschen. Zur Klärung der Frage, wie diese einzelnen Faktoren miteinander zusammenhängen und welchen Einfluss sie und ihre altersbedingten Veränderungen auf die Fahrkompetenz (und damit auf das Unfallrisiko) haben, wurde ein längsschnittliches Studien- und Analysedesign verwendet. Zur Parametrisierung des Fahrverhaltens wurden aus den Fahrsimulationsdaten – in Anlehnung an das auch bei Realfahrten zur Beurteilung des Fahrverhaltens eingesetzte TRIP-Protokoll – automatisiert verschiedene Fahrverhaltensweisen extrahiert. Diese wurden zu einer Zielvariable zusammengefasst, die als Risikoindex im Sinne eines Unfallrisikos gedeutet wurde, wobei während der Fahrten im Fahrsimulator keine Unfallereignisse aufgetreten sind. Daten von insgesamt 260 Probanden und Probandinnen, die an mindestens drei der vier möglichen Messzeitpunkten teilgenommen haben, wurden in die Auswertung einbezogen.

Die Analyse der Daten mittels hierarchischer linearer Mehrebenenmodelle ergab ein sogenanntes finales Modell, in das Parameter aus drei der breit definierten Bereiche (Cluster) von Personenmerkmalen eingingen. Als Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Fahrverhaltens stellten sich zum einen Veränderungen in der kognitiven Leistungsfähigkeit heraus: So erwiesen sich besonders abnehmende Leistungen in der Alertness (gemessen über die Reaktionsgeschwindigkeit) und Konzentration und Inhibition sowie Veränderungen in der Flexibilität beim Aufgabenwechsel als Prädiktoren für eine Verschlechterung des Fahrverhaltens, mithin also Veränderungen in Funktionen, die als besonders relevant für die Verkehrssicherheit erachtet werden können. Ein zweiter Bereich betraf Ansichten und Einstellungen, und zwar spezifisch zu Überzeugungen und zur Einschätzung der eigenen Fahrkompetenz. Hier zeigte sich, dass eine hohe positive Selbsteinschätzung und eine damit einhergehende Tendenz zu einem risikofreudigen Fahrstil mit einer Verschlechterung des objektiven Fahrverhaltens einhergingen. Aus dem Bereich klassischer Persönlichkeitseigenschaften gingen höhere Werte auf der Neurotizismus-Skala des NEO-Fünf-Faktoren-Inventars mit schlechterem, risikobehaftetem Fahrverhalten einher.

Über den Erhebungszeitraum hinweg trat mit zunehmendem Alter keine generelle gravierende Verschlechterung des Fahrverhaltens auf. Entsprechend dem am TRIP-Protokoll angelehnten Bewertungsschema ergab sich im Durchschnitt ein gutes bis ausreichendes Fahrverhalten, wohl aber eine beträchtliche und zunehmende Varianz zwischen den Probanden und Probandinnen. Ebenso wenig nahm die Anzahl gravierender Verstöße zu. Dies erscheint erstaunlich, insbesondere wenn man bedenkt, dass der Altersbereich aller in die Analyse eingehenden Personen von 66 bis 81 Jahren durchaus breit gefasst ist und üblicherweise als kritisch für Veränderungen der Fahrkompetenz angesehen wird. Dennoch ergab sich nur eine geringfügige Erhöhung des Risikoindexes. Interessanterweise war bei der querschnittlichen Analyse der Daten des ersten Messzeitpunktes ein Einfluss des Alters auf das Fahrverhalten gefunden worden (KARTHAUS et al., 2023). Das könnte darauf hindeuten, dass Alter zwar im interindividuellen Vergleich von Personen eine Rolle spielen mag, nicht aber bei längsschnittlicher Betrachtung. Eine Interpretation, die sich interessanterweise auch beim Geschlecht ergibt: Während in der Querschnittsanalyse Männer ein (wenn auch geringfügig) besseres Fahrverhalten im Sinne eines niedrigeren Risikoindex zeigten, traten Geschlechtsunterschiede im Längsschnittvergleich nicht auf. Dass sich mit zunehmendem Alter keine konsistente Verschlechterung des Fahrverhaltens gefunden hat, spricht klar gegen eine pauschalisierte Infragestellung der Verkehrssicherheit autofahrender Senioren und Seniorinnen. Ebenso wenig belegbar erscheint – zumindest im Hinblick auf die hier untersuchte Stichprobe und Altersspanne – eine aus dem Lebensalter abgeleitete kritische Altersgrenze, ab der eine Abnahme des Fahrverhaltens zu erwarten ist.

Es wurden jedoch – wie oben skizziert - Einflussfaktoren aus unterschiedlichen Bereichen gefunden, die zum einen die kognitiven Leistungsfähigkeiten, zum anderen Persönlichkeitsmerkmale und sowie Überzeugungen und Selbstbild des Fahrers / der Fahrerin betreffen und die im Folgenden detaillierter betrachtet werden.

## 7.1 Kognition

Die Analyse ergab, dass ausgewählte Subtests aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, (Version Mobilität, TAP-M; ZIMMERMANN & FIMM, 2005) sich als prädiktiv für das Fahrverhalten herausstellten. Diese Testbatterie erfasst in verschiedenen Subtests einzelne kognitive Funktionen, die für das Autofahren eine große Relevanz besitzen und für die bereits in früheren Studien Zusammenhänge zwischen den Testwerten und der Fahrkompetenz in Fahrverhaltensbeobachtungen nachgewiesen werden konnten. Leistungsunterschiede in der Fahreignung zwischen gesunden Älteren, MCI- und Alzheimer-Patienten und -Patientinnen zeigten sich beispielsweise in der visuell-räumlichen und geteilten Aufmerksamkeit (FIMM et al., 2015). Andere Studien fanden bei verschiedenen Patientengruppen Zusammenhänge zwischen der Leistung im Subtest „geteilte Aufmerksamkeit“ und dem Fahrverhalten im Fahrsimulator (MILLEVILLE-PENNEL et al., 2010) und im Realverkehr (AKINWUNTAN et al., 2006; BURGARD, 2005).

Eingang in das finale Modell fanden die drei Subtests „Alertness“, „Konzentration und Inhibition“ sowie „Flexibilität“. Während sich Alertness auf die Fähigkeit bezieht, zuverlässig und schnell auf visuell dargebotene Reize zu reagieren, umfasst der Subtest zur „Konzentration und Inhibition“ die Fähigkeit, zwischen Reizen zu differenzieren und unerwünschte Reaktionen zu unterdrücken. „Flexibilität“ schließlich zielt auf die Fähigkeit bei Aufgabenwechsel den Aufmerksamkeitsfokus je nach Anforderung schnell zu wechseln. Insgesamt gingen hohe Werte (im Sinne von guten Leistungen) bei „Alertness“ und „Konzentration und Inhibition“, jedoch nicht zu hohe Werte bei „Flexibilität“ mit gutem Fahrverhalten einher. Damit zeichnet sich das Bild eines / einer wachen, auf die Fahraufgabe fokussierten und besonnenen Fahrers /Fahrerin ab, das eine gute Prognose in Bezug auf die Entwicklung ihrer Fahrkompetenz erwarten lässt.

Auffällig ist, dass mehr als 50 % der Probanden und Probandinnen in den Subtests des TAP-M, die sich in dem finalen Modell als prädiktiv für das Fahrverhalten herausstellten, nämlich „Alertness“ (hier: Konstanz der Aufmerksamkeitsfokussierung) und „Konzentration und Inhibition“ (hier: Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen) bei allen vier Erhebungszeitpunkten unter dem in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (GRÄCMANN & ALBRECHT, 2020) geforderten Mindestwert von PR 16 lagen (vgl. Tabelle 6-21). Scheinbar zeigte ein nicht unerheblicher Anteil der Probanden und Probandinnen also gerade in diesen Funktionen Defizite. Dies scheint sich jedoch nicht wesentlich auf ihr Fahrverhalten insgesamt ausgewirkt zu haben, das mit Blick auf den abgeleiteten Risikoindex als gut bis ausreichend zu bewerten ist. Allerdings könnte es sein, dass altersbedingte Veränderungen gerade in diesen, für die Fahrkompetenz kritischen Funktionen möglicherweise nur sehr eingeschränkt kompensiert werden können. Während also zum Beispiel eine abnehmende Überblicksgewinnung durch eine vermehrte Anstrengung und Fokussierung auf die Fahraufgabe zumindest teilweise zu kompensieren ist, lassen sich Defizite in denjenigen Funktionen, die diese Kompensation erst ermöglichen, weit weniger leicht kompensieren. Insgesamt erlaubt die Analyse gerade dieser Funktionen, trotz insgesamt recht guter Fahrleistungen der vorliegenden Kohorte, zwischen guten und weniger guten Autofahrer und -fahrerinnen zu differenzieren. Mit anderen Worten: Diejenigen, die in den oben genannten Subtests des TAP-M relativ zur Gesamtstichprobe gut abschneiden, wiesen ein besseres Fahrverhalten auf als diejenigen, die in diesen Tests schlechter abschnitten – und das trotz der vergleichsweise geringen Varianz im Fahrverhalten der Gesamtstichprobe.

Dagegen erscheint erstaunlich, dass viele andere Tests (und mithin Einflüsse der kognitiven Funktionen, die diese abbilden) keinen Eingang in das finale Modell fanden. Zu nennen sind hier Montreal Cognitive Assessment (MOCA), Trail-Making-Test (REITAN, 1992), d2-R Test (BRICKENKAMP et al., 2010), der Useful Field of View Test (UFOV; BALL et al, 2002) ebenso wie der Adaptive Tachistokopische Verkehrsauffassungstest (ATAVT; aus Wiener Testsystem; Schuhfried GmbH). Dies könnte zum

einen mit der hier untersuchten Stichprobe (siehe dazu auch die Diskussion möglicher Selektionseffekte in Kapitel 7.4) und Altersspanne zusammenhängen. Daneben gilt es jedoch eine Reihe von Charakteristika dieser Testinstrumente zu bedenken.

So ist der MoCA eher zum Screening einer beginnenden kognitiven Störung („mild cognitive impairment") gedacht. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen der vorliegenden Studie wiesen jedoch zu allen Messzeitpunkten vergleichsweise hohe bis durchschnittliche Werte im MoCA auf. Mit anderen Worten: Die wenigen Probanden mit niedrigen bzw. im Laufe der Studie abnehmenden MoCA-Werten könnten nicht für hinreichend Varianz „gesorgt" haben, um den MoCA-Wert für eine Aufnahme in das finale Modell zu qualifizieren. Zudem wurden Personen mit kritischen MoCA-Werten (das heißt, mit weniger als 18 Punkten, was als kritische Grenze erachtet wird, SACZYNSKI et al., 2015) über dieses Resultat informiert, jedoch aus Sicherheitsgründen von der weiteren Teilnahme der Studie ausgeschlossen. Dementsprechend weisen bereits frühere Studienergebnisse darauf hin, dass sich der MoCA nicht gut (oder gar als alleiniger Prädiktor) für die Feststellung der Fahreignung gesunder Personen eignet (ESSER et al., 2016), während sich bei kognitiv beeinträchtigten Personen sehr wohl Zusammenhänge zwischen dem MoCA-Wert und Leistung in einer Fahrverhaltensprobe im Realverkehr fanden (HOLLIS et al., 2015).

Der Trail-Making-Test und d2-R Test sind weit verbreitete Tests zur Erfassung kognitiver Leistungen bei Personen unterschiedlichster Altersgruppen. So bildet der TMT vor allem sensomotorische Geschicklichkeit in der Auge-Hand-Koordination, Verarbeitungsgeschwindigkeit und kognitive Flexibilität, der d2-R Test die kurzzeitige Konzentrationsfähigkeit sowie die Schnelligkeit und Genauigkeit der Diskrimination visuell ähnlicher Reize ab. Die aktuellen Ergebnisse legen nahe, dass diese Funktionen bei der Fahrsicherheit eine eher untergeordnete Rolle spielen. Zwar konnten einige Studien zeigen, dass die Bearbeitungszeit im TMT-A bei Personen mit kognitiver Beeinträchtigung und im TMT-B bei älteren Personen ohne kognitive Beeinträchtigung ein Prädiktor für die Fahrkompetenz in einer Fahrverhaltensprobe im Realverkehr ist (DUNCANSON et al., 2018; EMERSON et al., 2012), die Spezifität und Sensitivität des Tests je nach Studie jedoch schwanken (DOBBS & SHERGILL, 2013; VAUCHER et al., 2014). Ebenso spielt der d2-R Test – wenngleich ursprünglich zur Beurteilung der Fahreignung entwickelt – bei der Begutachtung der Fahreignung durch offizielle Stellen eine untergeordnete Rolle und neuere Studien zum Zusammenhang zwischen der d2-R Testleistung und Fahrkompetenz liegen nicht vor (DASEKING & PUTZ, 2015).

Auch der Adaptive Tachistokopische Verkehrsauffassungstest (ATAVT) erfasst – wenn auch verkehrssicherheitsrelevante, so doch recht spezifische – kognitive Funktionen, nämlich die visuelle Suche, die Beobachtungsfähigkeit und das kurzzeitige Memorieren von visuellen Reizen in verkehrsrelevanten Umgebungen. Zwar fand ein Altersvergleich Unterschiede in der daraus abgeleiteten Überblicksgewinnung bei jüngeren und älteren Personengruppen, jedoch nur schwache Zusammenhänge zwischen den ATAVT-Werten und einzelnen Parametern des Fahrverhaltens, sowohl im Fahrsimulator als auch im Realverkehr (WELLER et al., 2015).

Dagegen erscheint der Befund, dass der „Useful Field of View (UFOV)" Test keinen Eingang in das finale Modell fand, unerwartet. Der UFOV erfasst die periphere und geteilte (visuellen) Aufmerksamkeit, also kognitive Funktionen, die zweifelsohne mit der Fahrsicherheit zu tun haben. Er erlaubt zudem explizit eine individuelle Risikoeinschätzung. Dementsprechend zeigten verschiedene Studien, dass die UFOV-Leistung mit zunehmendem Alter abnimmt (SEKULER, BENNETT & MAMELAK, 2000) und mit der Fahrkompetenz älterer Personen (z. B. CLAY et al., 2005; DUKIC et al., 2017) sowie deren Unfallrisiko korreliert ist (z. B. SAKAI et al., 2015). Insbesondere hat sich der UFOV als prädiktiv für die Vorhersage bestimmter Fahrfehler wie z. B. Tote-Winkel-Fehler oder Fehler auf mehrspurigen Straßen (ANSTEY & WOOD, 2011) sowie (Fehl)Einschätzungen der Geschwindigkeit entgegenkommender Fahrzeuge (RUSCH et al., 2016) herausgestellt. Es ist aber bemerkenswert, dass die Mehrheit der hier untersuchten Probanden und Probandinnen ein geringes bis sehr niedriges Risiko aufwies und die Zahl der Personen mit niedriger Risikoeinschätzung im Laufe der Erhebung insgesamt noch zunahm. Möglicherweise spielen dabei Selektions- und Trainingseffekte eine Rolle, mit denen bei längsschnittlichen Studien stets zu rechnen ist und die in Abschnitt 7.4 weiter diskutiert werden.

## 7.2 Persönlichkeitsmerkmale, Überzeugungen und Selbstbild

Es stellte sich ein geringer Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals „Neurotizismus“ auf den Risikoindex und somit das Fahrverhalten heraus. Hohe Werte auf der Neurotizismus-Skala gingen mit schlechterem Fahrverhalten einer. Der Faktor Neurotizismus als einer der fünf „Big Five“ der Persönlichkeitsmerkmale spiegelt individuelle Unterschiede im Erleben von negativen Emotionen wider (BORKENAU & OSTENDORF, 2008; COSTA & MCCRAE, 1992). Hohe Ausprägungen auf diesem Faktor deuten auf eine emotionale Labilität und Verletzlichkeit hin, wohingegen der Gegenpol für emotionale Stabilität, Zufriedenheit, Ich-Stärke und ein ruhiger und selbstsicherer Umgang mit emotional potenziell belastenden Ereignissen steht. Vor dem Hintergrund einer wie in der vorliegenden Studie durchgeführten Fahrverhaltensbeobachtung, die – auch wenn ihr negativer Ausgang keine ernsthaften Konsequenzen für die Probanden und Probandinnen hatte – dennoch eine Prüfungssituation darstellt, erscheint plausibel, dass Personen mit hohen Ausprägungen auf der Neurotizismus-Skala einen höheren Aufwand an emotionaler Selbstregulation hatten als weniger neurotische Personen. Insbesondere in komplexen Fahrsituationen könnte dies zusätzliche mentale Ressourcen beansprucht haben, die für die eigentliche Fahraufgabe nicht länger zur Verfügung gestanden haben. Eine solche Interpretation würde aber auch bedeuten, dass der Zusammenhang von Neurotizismus und Fahrverhalten bei alltäglichen Fahrten, die nicht als Prüfungssituation angelegt sind, weniger ins Gewicht fallen sollten. In diesem Zusammenhang ist auch anzumerken, dass die Persönlichkeitsmerkmale „Verträglichkeit“ und „Gewissenhaftigkeit“, die in ihrer positiven Ausprägung für ein kooperatives, freundliches und mitfühlendes Verhalten bzw. einem hohen Grad an Selbstkontrolle, Genauigkeit und Zielstrebigkeit stehen, keinen Eingang ins finale Modell fanden. Obwohl sie also Merkmale umfassen, die für ein sicheres und partnerschaftliches Fahrverhalten von Bedeutung sein sollten, fand sich in der vorliegenden Untersuchung kein Zusammenhang mit der Fahrsicherheit und ihrer Entwicklung im Alter. Und auch der Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals „Neurotizismus“, der die Ergebnisse von SKIPPON et al. (2010) unterstützt, war – wenngleich dies Eingang in das finale Modell gefunden hat – sehr gering und für die praktische Fahrsicherheit eher von geringer Bedeutung.

Einen überaus deutlichen Einfluss auf das Fahrverhalten zeigte sich jedoch in Merkmalen zum individuellen Selbstbild und insbesondere zu Kontrollüberzeugungen. Derartige Einflüsse konnten aufgrund vorheriger Arbeiten zwar erwartet werden (z. B. KÖPKE et al., 1999; HOLTE, 2012; RUDINGER, 2015), die hohe Spezifizität dieser beiden Einflussfaktoren mag trotzdem überraschen. So zeigte sich, dass hohe Ausprägungen in der Selbsteinschätzung gegenüber anderen Autofahrern und -fahrerinnen (das heißt die „Beurteilung des eigenen Fahrverhaltens im Vergleich zu anderen Autofahrern Ihres Alters als viel besser oder eher besser“, siehe Tabelle 6-35) mit einem höheren Risikoindex assoziiert ist. Mit anderen Worten: Je besser sich eine ältere Person gegenüber anderen Fahrern und Fahrerinnen einschätzt, desto höher ihr Risikoindex.

Noch deutlicher war dieser Zusammenhang mit Einstellungen und Überzeugungen zum Autofahren, die auf einen bevorzugten risikofreudigen und offensiven Fahrstil hindeuten und durch die hohe Zustimmung zu Aussagen wie „Es macht mir Spaß, bei hohem Tempo gefordert zu werden“, „Auf Landstraßen behindern mich oft Autofahrer, die zu langsam fahren“ und „Auf der Autobahn fahre ich häufig auf der linken Spur“ abgeleitet wurden. Das heißt, je höher die damit verbundene Selbstüberschätzung, desto höher der Risikoindex. Dies belegt klar die Bedeutung der Handlungskompetenzerwartung in komplexen und riskanten Verkehrssituationen (HOLTE, 2012, 2018; RUDINGER, 2015) für die Fahrsicherheit. Diese können dahingehend interpretiert werden, dass solche Fahrer und Fahrerinnen, die ihre Handlungskompetenzerwartung nicht oder nur unzureichend an die tatsächlichen, im Alter abnehmenden Kompetenzen und Fähigkeiten anpassen (also nach unten korrigieren), von einem höheren Unfallrisiko betroffen sind als solche, denen eine altersangemessene Anpassung gelingt. Im Sinne von Kompensationsmechanismen als Möglichkeit der mobilitätsbezogenen Selbstregulation kann dies als geradezu prototypisches Beispiel für eine dysfunktionale Kompensation (RUDINGER & JANSEN, 2003) interpretiert werden, deren negative Konsequenz sich in einem erhöhte Risikoindex zeigte.

Eine Zusatzbeobachtung mag an dieser Stelle noch aufschlussreich sein. Es zeigte sich in der längsschnittlichen Analyse eine über alle Probanden und Probandinnen hinweg abnehmender Trend zur

Selbstüberschätzung der eigenen Fahrkompetenz, was für eine insgesamt funktionale Kompensation spricht. Gleichzeitig zeigte sich ein zunehmender Trend zu einem rücksichtsvolleren und vorsichtigeren Fahrstil sowie eine zunehmende Anwendung von Kompensationsstrategien wie das Einlegen von Fahrpausen auf langen Strecken und das Vermeiden von Fahrten bei Müdigkeit. Zudem sank insgesamt das Gefühl „sich den Anforderungen im Straßenverkehr stets gewachsen fühlen". Mit Blick auf die (und unter Berücksichtigung der) gefundenen Zusammenhänge von Selbstüberschätzung und Risikoindex wäre es demnach ohne den beobachteten Trend einer Verringerung der Selbstüberschätzung der eigenen Fahrkompetenz zu einer deutlich stärkeren Verschlechterung des Fahrverhaltens über den betrachteten Altersbereich gekommen. Mit anderen Worten: Die altersbezogene Anpassung der Selbstwirksamkeit und Handlungskompetenzerwartung „dämpft" den Abfall der Fahrkompetenz im Alter im Regelfall, das Unfallrisiko kann durch eine adäquate Kompensation also auf einem konstanten Niveau gehalten werden. Ausnahmen sind Fälle dysfunktionaler Kompensation, an denen Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit (wie im Kapitel 8 vorgestellt) ansetzen könnten.

## 7.3 Einflüsse von Demografie, Lebensumgebung und Gesundheit

Die vorliegende Analyse ergab keine Hinweise darauf, dass demografische oder medizinisch-gesundheitliche Merkmale oder die Lebensumgebung eine wesentliche Rolle bei der Vorhersage der Fahrkompetenz im Alter spielen. Das erscheint unerwartet, könnte aber mit verschiedenen Merkmalen der Studie zu tun haben, auf die auch im folgenden Kapitel 8 unter dem Aspekt gewisser Limitationen eingegangen wird.

So fand die Jahreskilometerleistung keinen Eingang in das finale Modell, was darauf zurückgeführt werden könnte, dass die Probanden und Probandinnen, die in die längsschnittliche Auswertung eingegangen sind, trotz des Rückgangs der Kilometerleistung während der ersten drei Monate der COVID-19-Pandemie, eine recht hohe Fahrleistung aufwiesen. Eine Jahresfahrleistung von weniger als 3000 Kilometer pro Jahr hatten im Durchschnitt nur rund 15 % der Teilnehmer und Teilnehmerinnen, die durchschnittliche Jahresfahrleistung der Mehrheit lag hingegen zwischen 3000 und 10000 Kilometer pro Jahr. Das heißt, das Problem mangelnder Fahrerfahrung und -übung, das üblicherweise als kritischer Faktor angesehen wird, trifft nur auf einen kleinen Teil der Teilnehmer und Teilnehmerinnen zu. Das könnte man als Selektionseffekt betrachten, allerdings wandte sich die Studie bewusst an *aktive* Autofahrer. Ähnliches gilt für den Gesundheitszustand, der von der Mehrheit (68 %) als gut bis sehr gut bezeichnet wurde.

Auch der Sehtest und Gesundheitszustand verfehlte den Eingang in das finale Modell, obwohl gutes Sehen und körperliche Gesundheit gemeinhin als notwendige Voraussetzung für sicheres Fahren (unabhängig vom Alter des Fahrers / der Fahrerin) angesehen werden. Mit Blick auf sensorische Einschränkungen – etwa einer Verschlechterung der Sehfähigkeit bei Dunkelheit und schlechten Witterungsbedingungen – ist allerdings zu bemerken, dass die Fahrt bei Tag unter guten bis durchschnittlichen Bedingungen (abgesehen von einer längeren Nebelpassage) absolviert wurde und sich die Auswirkungen schlechten Sehens deshalb weniger gezeigt haben könnten als unter ungünstigeren Bedingungen. Dies könnte man als Kritik an dem Fahrszenario sehen, das solche Herausforderungen ausgespart hat. Jedoch haben gerade ältere Menschen häufig die Möglichkeit, Autofahrten unter für sie ungünstigen Bedingungen zu vermeiden und ganz im Sinne von strategischer Kompensation (s. MICHON, 1979, 1985) auf einen günstigeren Zeitpunkt zu verschieben. Plausibel erscheint in diesem Zusammenhang der im Verlauf der Studie von den Probanden und Probandinnen zunehmend schlechter eingeschätzte Gesundheitszustand. Dies könnte darauf hindeuten, dass beginnende Defizite in diesem Bereich erkannt werden und so eine Voraussetzung für eine Kompensation erfüllt sein könnte.

Schließlich zeigten sich keine Einflüsse von Geschlecht und Kohorte. Damit übereinstimmend änderte sich das finale Modell in seiner strukturellen Zusammensetzung nicht, wenn Geschlecht und Kohorte mit aufgenommen wurden. Allerdings war ein Kohorteneffekt angesichts der recht nahe beieinander liegenden Geburtsjahrgänge auch wenig zu erwarten gewesen. Dies spricht insgesamt dafür, dass die Ergebnisse (und damit auch die daraus abgeleiteten Empfehlungen, auf die im nächsten Kapitel

eingegangen wird) grundsätzlich für alle Geschlechter und unabhängig vom Geburtsjahrgang einer Person anwendbar sein sollten.

## 7.4 Limitationen

Im Rahmen der Diskussion der Studienergebnisse sollten einige Limitationen der Studie nicht unerwähnt bleiben. Diese sind sowohl methodologisch-organisatorischer Art, die inhärent mit dem längsschnittlichen Forschungsdesign verbunden sind, als auch solche, die bei Konzeption und Planung der Studie nicht vorhersehbar waren, bei der Interpretation der Ergebnisse jedoch bedacht und berücksichtigt werden sollten.

**Fahrsimulation**

Es wurde zu Studienbeginn intensiv diskutiert, ob die Fahrverhaltensproben per Realfahrt oder mittels einer Fahrt im Fahrsimulator erfasst werden sollten. Beide Alternativen bieten Vor- und Nachteile. Eine Realfahrt gilt gemeinhin als „Goldstandard“ und bildet Stärken und Schwächen im Fahrverhalten eines Autofahrers / einer Autofahrerin auf realistische und ökologisch valide Weise ab. Als Beispiel sei eine Studie zu Unfallrisiken ältere Autofahrer und -fahrerinnen erwähnt, zu der eine Fahrstrecke im Realverkehr zusammengestellt worden ist, die gezielt Unfallschwerpunkte von Senioren und Seniorinnen am Steuer enthielt (POSCHADEL et al., 2012a). Allerdings zeigen Vergleichsstudien zwischen Real- und Fahrsimulatorfahrten eine hohe Reliabilität der Simulatorfahrt, die darauf hindeutet, dass das Fahrverhalten in einem Simulator mit der in der Realität hoch korreliert sind (MAAG et al., 2021; SCHUMACHER & SCHUBERT, 2018) und der Fahrsimulator unter bestimmten Umständen als eine adäquate Alternative zur Realfahrt angesehen werden kann.

Denn auch die Überprüfung des Fahrverhaltens mittels einer Realfahrt kann vielschichtige Nachteile mit sich bringen, die gut gegenüber einer Simulatorfahrt abzuwägen sind. Diese liegen zum einen in der Schwierigkeit, standardisierte Fahrbedingungen zu schaffen, um die Anforderungen an die Fahrer und Fahrerinnen vergleichbar zu machen. Mehr noch als in Studien, die auf Querschnittsvergleiche etwa zwischen unterschiedlichen Gruppen von Fahrern und Fahrerinnen abzielen (zum Beispiel solchen mit und ohne VZR-Auffälligkeiten, Karthaus et al., 2015) betrifft dies Studien, die Längsschnittvergleiche zwischen ein und denselben Personen beinhalten. Unterschiede in Witterungsbedingungen, Verkehrsdichte oder Streckenführungen, die in langjährigen Studien quasi unvermeidbar sind, führen zwangsläufig zu einer erhöhten Varianz im Fahrverhalten, die nicht in Merkmalen des Individuums begründet sind und daher die Aussagekraft der Ergebnisse schwächen. Ein eindrucksvolles Beispiel für eine solche Situationsvariation sind die im Zuge der Maßnahmen zur Eindämmung der COVID-19-Pandemie verordneten bzw. empfohlenen Ausgangsbeschränkungen, die zeitweise zu einer dramatischen Reduktion der Verkehrsdichte geführt haben. Das Ergebnis einer Fahrverhaltensprobe während dieser Phasen (das heißt auf nahezu unbelebten Straßen) würde insgesamt zu einer Verzerrung des Gesamtbildes der Entwicklung des individuellen Fahrverhaltens geführt haben.

Ein weiterer möglicher Nachteil bei Realfahrten ist, dass die Bewertung des Fahrverhaltens – auch wenn diese von erfahrenen Fahrlehrern oder -lehrerinnen durchgeführt wird und die Feinheiten des menschlichen Verhaltens abbilden kann, was in manchen Situationen von Vorteil sein kann – nicht zwangsläufig frei von subjektiven Einflüssen sein muss. Die Ableitung des Risikoindexes in der vorliegenden Studie erfolgte dagegen automatisiert aus den Fahrsimulationsdaten, wodurch eine hohe Objektivität und Reliabilität erzielt werden kann. Schließlich liegen die Nachteile in der Realfahrt in gewissen Einschränkungen in der Konzeption eines auf spezifische Zielgruppen zugeschnittenen Streckenprofils. Während das Auftreten bestimmter verkehrssicherheitsspezifischer Situationen (wie das Linksabbiegen an komplexen Kreuzungen oder das Überholen von Radfahrenden) im Realverkehr nur bedingt gesteuert werden kann, ist dies bei der Fahrsimulation problem- und gefahrlos möglich. So konnten in der vorliegenden Studie Situationen und Streckenprofile wie Kreuzungen, Einmündungen und Abbiegen, die bei Unfällen mit Älterer überdurchschnittlich häufig vertreten sind (DANCIU et al., 2012; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021a), integriert werden.

Ein weiterer Aspekt, der insbesondere für längsschnittliche Studien von Bedeutung ist, sind Fahrzeugmerkmale, die für alle Probanden und Probandinnen und für alle Fahrten gleich gehalten werden können. Daraus resultieren jedoch auch eine Reihe von Nachteilen: Zum einen ist anzunehmen, dass (insbesondere ältere) Autofahrer und -fahrerinnen mit dem ihnen wohlvertrauten Fahrzeug eher ein besseres Fahrverhalten zeigen als bei der Fahrt mit einem unbekannten Fahrzeug. Dieses mögliche Problem tritt aber auch im Realverkehr auf, nämlich dann, wenn zur Fahrverhaltensprobe (etwa aus Sicherheits- oder versicherungstechnischen Gründen) nicht das eigene Fahrzeug, sondern beispielsweise ein Fahrschulfahrzeug eingesetzt wird, das sich wohlmöglich in seiner Bedienung, Größe und Fahrverhalten vom eigenen Fahrzeug gravierend unterscheidet.

Ein weiteres potentielles Problem, das allerdings Fahrten im Simulator und im Realverkehr gleichermaßen betrifft, ist eine bei längsschnittlichen Untersuchungen kaum zu vermeidende und mit der Anzahl der Messungen zunehmende Gewöhnung und Vertrautheit mit dem Testprozedere und der Fahrstrecke. Einflüsse von Erwartungen und Vertrautheit mit der Strecke auf das Fahrverhalten sind wohlbekannt, etwa auf die Aufmerksamkeit beim Fahren (MARTENS & FOX, 2007; YANKO & SPALEK, 2013). Eine mögliche Alternative zu einer konstanten Fahrstrecke könnte in einer Variation der Route zwischen den Messzeitpunkten liegen, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Messungen jedoch erschweren würde. Bestehen bleiben würde zudem eine zunehmende Gewöhnung an das Testprozedere. Insgesamt erscheint die Frage, inwieweit die Vorteile (wenn nicht gar die Notwendigkeit) eines konstanten Fahr- und Testszenarios durch unerwünschte Effekte des Lernens und Trainings aufgehoben werden, sicherlich diskussionswürdig.

Weitaus schwerer sind hingegen simulatorspezifische Einflüsse zu bewerten. Auch wenn sich die Möglichkeiten einer Fahrsimulation in den letzten Jahren aufgrund der technischen Entwicklungen stark verbessert haben, bestehen noch immer deutliche Unterschiede zu einer Fahrt im Realverkehr. Dies wurde von einem Großteil der Probanden und Probandinnen in der Befragung nach der Fahrt im Simulator auch angemerkt, die häufig eine gewisse „Künstlichkeit“ in der Fahrsituation bemerkten. Neben Unterschieden im Fahrverhalten des simulierten Fahrzeugs wurden auch Schwächen in der graphischen Darstellung der Umgebung und dem „Präsenzgefühl“ angemerkt, was darauf hindeutet, dass die reale Abbildung einer Autofahrt nur bedingt gelungen ist. Dennoch liegen aktuelle Befunde vor, dass sich – bei entsprechend gestalteten Fahrverhaltensbeobachtung – Befunde zur Fahrkompetenz von älteren Autofahrern und -fahrerinnen aus dem Simulator auf den realen Straßenverkehr gut übertragen lassen (MAAG et al., 2021; SCHUMACHER & SCHUBERT, 2018). Dafür scheint notwendig zu sein, das neben alltäglichen Fahrsituationen von durchschnittlicher Schwierigkeit auch solche im Fahrszenario enthalten sind, die besonders Älteren Schwierigkeiten bereiten – eine Voraussetzung, die im vorliegenden Projekt gegeben war.

Ein weiterer kritischer Punkt ist das bei simulierten Bewegungen häufig zu beobachtende Auftreten der Simulatorkrankheit, die sich in Form von Unwohlsein und Übelkeit äußern kann. Es wird vermutet, dass dies hervorgerufen wird durch die Inkongruenz visueller, taktiler und haptischer Reize und einer daraus resultierenden Irritation des Gleichgewichtssinns (z.B. beim Kurvenfahren und Bremsen) während einer Bewegung im Simulator (BROOKS et al., 2010). Die Anfälligkeit für Simulatorkrankheit nimmt typischerweise mit zunehmendem Alter zu, wodurch gerade bei Studien mit älteren Autofahrern und -fahrerinnen Probleme zu erwarten sind (MATAS, NETTELBECK & BURNS, 2015). Dementsprechend wurden im DoBoLSiS-Projekt eine Reihe von Maßnahmen getroffen, um das Risiko und damit potentielle Einflüsse der Symptome von Simulatorkrankheit zu reduzieren. Diese umfassten zum einen bauliche Maßnahmen (beispielsweise der Einbau einer Klimaanalage zur Verbesserung des Raumklimas) und Modifikationen der Fahrsimulation selbst (beispielsweise die Verringerung von Bewegungen im seitlichen visuellen Flussfeld und die Anpassungen des Lenk- und Bremsverhaltens des Fahrzeugs, um das Fahrverhalten ruhiger und vorhersehbarer zu machen), zum anderen organisatorische Maßnahmen (beispielsweise die Einführung längerer Pausen). Zudem wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass eine hohe intraindividuelle Varianz in der Anfälligkeit für Simulatorkrankheit besteht. Dazu wurde vor Beginn der eigentlichen Versuche eine hinreichend lange Simulatorfahrt vorgesehen, die zum einen den Probanden und Probandinnen dazu diente, sich mit der Simulation vertraut zu machen, zum anderen aber auch die Möglichkeit bot, solche Personen von dem weiteren Versuch auszuschließen, die bereits zu Beginn

Anzeichen von Unwohlsein verspürten. Dabei stellte sich heraus, dass die Aufklärung und Sensibilisierung der Probanden und Probandinnen gegenüber derartigen Symptomen durch die Versuchsleiter und -leiterinnen eine hohe Bedeutung haben. Aufgrund all dieser Maßnahmen konnten anfängliche Probleme in der Durchführung des Projekts im Laufe der Zeit deutlich reduziert werden, so dass gravierende Fälle von Simulatorkrankheit in den Wiederholungsmessungen nur noch sehr selten auftraten. Die Befunde decken sich klar mit den Ergebnissen einer Machbarkeitsstudie zur Fahrverhaltensbeobachtung bei Senioren und Seniorinnen im Fahrsimulator, die belegt, dass – eine hinreichende Vorbereitung in Form eines Gewöhnungstrainings vorausgesetzt – auch mit Personen im höheren Alter Fahrproben im Simulator reliable durchgeführt werden können (SCHUHMACHER & SCHUBERT, 2018). Der Ausschluss von Personen, die dennoch zum Auftreten von Simulatorkrankheit tendierten, verstärkt andererseits jedoch Selektionseffekte, auf die im Folgenden eingegangen wird.

**Selektionseffekte**

Selektionseffekte entstehen einerseits durch eine nicht-repräsentative Probandenauswahl (strukturelle Selektion) und andererseits im Laufe eines Projekts durch einen Verlust von Probanden und Probandinnen, die bestimmte Merkmale aufweisen (prozedurale Selektion). Selektionseffekte sind in Studien wie dem vorliegenden Projekt kaum vermeidbar, müssen aber bei der Diskussion der Ergebnisse und insbesondere deren Generalisierbarkeit auf die Gesamtbevölkerung berücksichtigt werden. Zur Reduktion von strukturellen Selektionseffekten bei der Probandenauswahl wurden bei der Akquise der Teilnehmer und Teilnehmerinnen ein breites Spektrum an Medien genutzt, um unterschiedliche Personengruppen in dem anvisierten Altersbereich anzusprechen. Dazu wurden verschiedene lokale Printmedien, Rundfunk- und Fernsehbeiträge, Anzeigen in typischerweise von einer älteren Zielgruppe konsumierten Zeitschriften, aber auch Informationsveranstaltungen in Wohneinrichtungen und auf Messen sowie Aushänge in öffentlichen Einrichtungen und Freizeiteinrichtungen genutzt. Dennoch ist zu bemerken, dass beispielsweise der sozio-ökonomische Status und das Bildungsniveau der an der Erstmessung teilgenommenen Probanden und Probandinnen über dem Durchschnitt dieser Altersgruppe liegen. Dies deutet darauf hin, dass nicht alle Gruppen autofahrender Senioren und Seniorinnen im gleichen Verhältnis erreicht werden konnten.

Eine noch viel gravierendere, nämlich prozedurale, Selektion trat jedoch im Verlauf des mehrjährigen Projekts auf, die in dem Wegbleiben von Probanden begründet lag. Dies galt insbesondere bei den Probanden und Probandinnen, die als Grund für eine Nichtfortführung der Teilnahme mangelnde Motivation angaben. Dem wurde durch eine intensive „Probandenpflege“ entgegengewirkt, die das Ziel hatte, die Teilnehmer und Teilnehmerinnen über den gesamten Zeitraum der Studie zu einer Mitwirkung an den Wiederholungsmessungen zu motivieren. Es ist aber nicht auszuschließen, dass gerade diejenigen Personen, die vor allem zu Beginn der Untersuchung Misserfolgserlebnisse hatten, im Weiteren fortgeblieben sind. Überspitzt formuliert könnten vor allem diejenigen Personen fortgeblieben sein, die eine schlechte Fahrkompetenz bei sich bemerkt haben, während Personen, die sich als fahrkompetent wahrnahmen, weiterhin an der Studie teilnahmen, woraus Verzerrungen der längsschnittlichen Ergebnisse resultieren könnten. Eine Überprüfung eines derartigen Effekts oder gar dessen Zusammenhangs mit der über die Erhebungszeit vergleichsweise wenig veränderlichen Fahrkompetenz insgesamt ist schwer möglich (da Angaben zum Fahrverhalten vorzeitig ausgeschiedener Probanden und Probandinnen eben nicht vorliegen). Andererseits trat der größte „Dropout“ von der ersten zur zweiten Messung (und weit weniger innerhalb der Wiederholungsmessungen) auf. Eine Ausnahme bildet die vierte Messung, bei der aufgrund der zu dieser Zeit vorherrschenden COVID-19-Pandemie eine stärkere Abnahme von Teilnehmern und Teilnehmerinnen zu verzeichnen war. Auf die Folgen der COVID-19-Pandemie für die Studie wird im folgenden Abschnitt noch näher einzugehen sein.

Es ist jedoch zu beachten, dass nur diejenigen Probanden und Probandinnen in die längsschnittliche Auswertung eingingen, die mindestens an drei der vier Untersuchungen teilgenommen und eine als hinreichend für gesicherte Aussagen zum Fahrverhalten erachtete Strecke absolviert haben. Selektionseffekte, die bereits zu Beginn der Studie als Folge von Abbrüchen der Teilnahme entstanden sind, gehen daher nicht in die längsschnittlichen Ergebnisse zur Entwicklung der Fahrkompetenz ein. Sie sind

allerdings bei der Bewertung der Generalisierbarkeit zu berücksichtigen. Insgesamt ist zu betonen, dass – mit Blick auf die untersuchte Stichprobe sowie damit verbundene Effekte struktureller und prozeduraler Selektion – die Frage, inwieweit sich die Ergebnisse der Studie auf die Gesamtheit der Gruppe der älteren Autofahrer und Autofahrerinnen in Deutschland übertragen lassen, nicht abschließend zu klären ist.

**COVID-19-Pandemie**

Ein weiterer limitierender Faktor sind die Auswirkungen und Folgen der zur Zeit der Datenerhebung aufgetretenen COVID-19-Pandemie. Diese zu Beginn der Studie völlig unvorhersehbaren Einflüsse beziehen sich zum einen auf die unvermeidbaren Erhebungsausfälle, die insgesamt 11 Monate umfassten, in denen keine Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Diese lagen innerhalb des dritten und vierten Erhebungszeitraumes, was zu einer insgesamt 6-monatigen Verlängerung der Studie geführt hat. Ein weitaus gravierenderes Problem ergab sich für die in der statistische Längsschnittanalyse der erhobenen Daten, welches vor allem darin bestand, dass die anvisierten zeitlichen festen Distanzen zwischen den Messzeitpunkten nicht einzuhalten, sondern individuell sehr heterogen waren. Dem wurde durch eine Anpassung der statistischen Methode in Form der oben beschriebenen HLM-Längsschnittanalysen (anstelle des ursprünglich vorgesehenen Strukturgleichungsansatzes) Rechnung getragen. Ein weiteres Problem war, dass vermehrt Probanden und Probandinnen aus Angst vor einer Infektion mit dem Coronavirus die Teilnahme an den Versuchen abgesagt haben, was die bereits oben dargestellten prozeduralen Selektionseffekte verschärft haben könnte.

Schließlich könnte ein Problem in den durch die COVID-19-Pandemie und den damit verbundenen Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie veranlassten Einschränkungen des öffentlichen Lebens liegen. Vermutlich haben diese zu einem Rückgang der Fahrleistung geführt (siehe Kapitel 6.4.2.3), was sich negativ auf die Fahrkompetenz ausgewirkt haben könnte. Allerdings ist wenig darüber bekannt, ab wann sich Auswirkungen fehlender Übung und Erfahrung auf das Fahrverhalten zeigen. Ebenso wenig ist bekannt, ab wann und in welchem Umfang Übungseffekte mit längerer Wirkung auftreten. Schließlich ist festzuhalten, dass die Fahrleistung in der vorliegenden Analyse keinen Eingang in das finale Modell gefunden hat, und die Einflüsse einer als Folge der COVID-19-Pandemie verringerter Fahrleistung auf die Entwicklung der Fahrkompetenz daher vermutlich als gering – wenn nicht gar unkritisch – einzuschätzen sind.

# 8 Zusammenfassung, Empfehlungen und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Reihe von durchaus spezifischen Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Fahrkompetenz von Senioren und Seniorinnen abgeleitet werden konnte. Die Befunde legen nahe, dass dafür – zumindest für die Gruppe der hier untersuchten aktiven Autofahrer und -fahrerinnen – nicht die häufig angeführten Kriterien wie eine geringe Jahresfahrleistung, gesundheitliche Probleme und körperliche Einschränkungen bedeutsam sind (vgl. HOLTE, 2018). Die längsschnittliche Betrachtung der *Veränderungen* in der Fahrkompetenz offenbart dagegen vielmehr eine Reihe von Einflussfaktoren, die sich auf die Bereiche Kognition, Persönlichkeit und Einstellung zum Autofahren beziehen. Aus diesen Befunden ergeben sich eine Reihe von Empfehlungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit autofahrender Senioren und Seniorinnen. Ganz im Sinne der Idee hinter DoBoLSiS erscheint an erster Stelle die Identifikation gefährdeter Gruppen sinnvoll (HOLTE, 2018), die – ebenso wie daraus abgeleitete Interventionen – an den aufgefundenen Bereichen von Einflussfaktoren ansetzen sollten.

Die Befunde zum Zusammenhang zwischen einer Verschlechterung von Fahrsicherheit und einer Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit legen nahe, dass es weniger die kognitiven Funktionen *generell* sind, die hier eine Rolle spielen und die sich in den üblichen, weit verbreiteten Instrumenten zum Screening auf kognitive Defizite im Alter („mild cognitive impairment“) wie MMSE oder MoCA erfassen lassen. Dagegen spricht nicht nur, dass weder die Werte im (hier eingesetzten) MoCA, noch generelle Maße der mentalen Leistungsfähigkeit Eingang in das finale Modell fanden. Es sind vielmehr eine Reihe

distinkter Maße, die aus Instrumenten zur Erfassung spezifischer Funktionen angelegt sind und sich auf „Alertness“, „Konzentration und Inhibition“ sowie „Flexibilität“ beziehen. Es erscheint plausibel, dass diese Funktionen für die Verkehrssicherheit von großer Bedeutung sind. Zur Identifikation gefährdeter älterer Autofahrer und -fahrerinnen könnten daher Testverfahren, die auf ebensolche Funktionen abzielen, besonders gut geeignet sein, auch wenn das Fahrverhalten der hier untersuchten Stichprobe im Durchschnitt als ausreichend bis gut zu bewerten ist.

Es stellt sich die Frage, ob die gewonnenen Erkenntnisse zur Rolle dieser Funktionen tatsächlich zur Identifikation gefährdeter Gruppen Älterer geeignet sind, da sich die Kernaussagen ja auf eine längsschnittliche Analyse beziehen. Mit anderen Worten: Wenn vornehmlich aus einer *Verschlechterung* in diesen Maßen auf eine Abnahme der Verkehrssicherheit zu schließen ist, nutzen dann ebenfalls singuläre Messungen des Status-Quo? Darauf lässt zumindest die querschnittliche Analyse der Daten des ersten Messzeitpunktes schließen (KARTHAUS et al., 2023), in der sich ebenfalls diese Maße aus dem TAP-M als bedeutsam herausgestellt haben. Hinzu kommt, dass bereits die einmalige Feststellung von Defiziten in diesen Funktionen dazu beitragen kann, durch potentielle Interventionen einer weiteren Verschlechterung entgegenzuwirken.

Im Sinne von Maßnahmen zur präventiven Verbesserung der Verkehrssicherheit erscheint es sinnvoll, gerade hier anzusetzen. Es ist bekannt, dass ein Erhalt und sogar eine Verbesserung kognitiver Fähigkeiten im Alter durch geeignete Trainingsinterventionen möglich sind, sofern diese regelmäßig und im hinreichenden Umfang durchgeführt werden. Anstelle von eher „breit angelegten“ Trainingsregimen, die auf eine generelle Verbesserung einer großen Zahl unterschiedlicher trainierter Funktionen abzielen (und auch beispielsweise die Gedächtnisleistung umfassen), könnte sich ein hochkonzentriertes, aber spezifisches Training von Alertness und Konzentrations- und Inhibitionsfähigkeit als günstiger im Sinne des Erhalts und der Verbesserung der Fahrsicherheit erweisen. Ein solches kognitives Verkehrssicherheitstraining könnte sich speziell an ältere Menschen wenden, die in diesem Bereich Defizite aufweisen. Bei der Konzeption derartiger Programme sollte – ähnlich wie bei Fahrtrainings zur Förderung der Fahrkompetenz im Straßenverkehr (SCHOCH, JULIER, KENNTNER-MABIALA & KAUSSNER, 2021) – auf Adaptivität der Aufgabenschwierigkeit geachtet werden, die sich in zahlreichen Studien zur Wirksamkeit von Trainings als bedeutsam herausgestellt hat (z. B. CUENEN et al., 2016a). Dabei sollte mit einem leicht zu bewältigenden Schwierigkeitsniveau begonnen werden, das sich flexibel dem aktuellen Leistungsniveau des/der Trainierenden anpasst und stufenweise schwieriger wird, wenn die Leistungen gut sind, hingegen leichter, wenn sich die Leistung über eine längere Zeit nicht weiter verbessert oder sich verschlechtert. Auf diese Weise kann die Motivation des/der Trainierenden als Grundvoraussetzung für die Wirksamkeit der Intervention aufrechterhalten werden. Notwendig dazu ist ein spielerischer und barrierearmer Zugang zu dem Training. Dazu wäre es sinnvoll, die Implementierung eines solchen Trainings auf einem gängigen PC zu ermöglichen, um eine Nutzung in der heimischen Umgebung zu gestatten. Mittelfristig wäre es zudem denkbar und wünschenswert, den Übungsfortschritt und damit die Effizienz des Trainings zu überprüfen. Dazu könnten eventuell in einem gesonderten Projekt die absolvierten Trainingseinheiten und der Trainingsverlaufs erfasst und ausgewertet werden. Dies würde also – anders als das eher explorativ angelegte DoBoLSiS-Projekt – gezielt auf eine Verbesserung des Fahrverhaltens durch ein Training derjenigen kognitiven Funktionen fokussieren, die sich hier als bedeutsam erwiesen haben.

Der zweite aufgefundene Einflussbereich zielt auf ein Persönlichkeitsmerkmal des Autofahrers / der Autofahrerin ab, nämlich seiner/ihrer Neurotizismusausprägung. Persönlichkeitsmerkmale gelten gemeinhin als über das Leben recht stabil. Dies deuten auch die bislang vorliegenden Ergebnisse (vgl. Tabelle 6-26) an, wenngleich es auch Studienergebnisse gibt, die eine Veränderung im Alter nahelegen (ROBETS et al., 2006; SPECHT et al., 2011). Mögliche Interventionsansätze erscheinen daher wenig zielführend. Zwar gibt es eine Reihe bewährter Fragebogenverfahren, mit denen der Neurotizismus-Score schnell und zuverlässig erfasst werden kann. Im Sinne einer Identifikation gefährdeter Gruppen böte dies die Möglichkeit, schnell Aufschluss über die Ausprägung dieses Persönlichkeitsmerkmals zu gewinnen. Allerdings ist – wie oben diskutiert – fraglich, ob eine neurotische Persönlichkeitsausprägung in der alltäglichen Autonutzung tatsächlich eine bedeutsame Rolle spielt. Der insgesamt eher schwache Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals „Neurotizismus“ auf die Fahrkompetenz im finalen Modell –

operationalisiert durch den Risikoindex – lässt dieses Persönlichkeitsmerkmal für die praktische Fahrsicherheit von geringer Bedeutung erscheinen.

Größere Relevanz ist eher für den dritten Bereich von Einflussfaktoren zu erwarten, der sich auf spezifische Merkmale zur eigenen Fahrkompetenz bezieht. Die in dieser Studie verwendeten 19 Items zur Beschreibung des eigenen Fahrstils, zu Einstellungen zum Risikoverhalten und damit zur verkehrssicherheitsbezogenen Handlungskompetenzerwartung wurden (ebenso wie die anderen Fragenkomplexe) aus vorangehenden Studien zur Verkehrssicherheit zusammengestellt, ohne dass dabei bereits Hypothesen zur Bedeutung gerade dieses Faktors überprüft werden sollten. Die Befunde dieses eher exploratorischen Vorgehens unterstützt die Entwicklung und Evaluation eines spezifisches Fragebogeninstruments, das auf die Erfassung der Einstellung und Einschätzung der eigenen Fahrkompetenz sowie deren wahrgenommener Veränderungen abzielt (vgl. HOLTE 2012, 2018).

Im Sinne einer Intervention erscheint hier die Entwicklung zielgruppenadäquater Maßnahmen älterer Autofahrer und -fahrerinnen als sinnvoll, die ihre Fahrfähigkeiten und deren altersbedingte Veränderungen unrealistisch hoch einschätzen. Neben einer spezifischen Aufklärung und Sensibilisierung gegenüber verkehrssicherheitsrelevanten Konsequenzen altersbegleitender Veränderungen sollten diese psychoedukative Empfehlungen und Maßnahmen umfassen, die auf eine Erhöhung der Akzeptanz dieser Zusammenhänge und einer Anpassung der eigenen Handlungskompetenzerwartung und des Fahrverhaltens abzielen. Die aktuellen Befunde belegen, dass ein generelles Interesse bei der Mehrheit der teilnehmenden Personen gegeben ist, mehr darüber zu erfahren, wie sich das Alter auf das Autofahren auswirken kann und welche Möglichkeiten bestehen, auch im Alter weiterhin fahrtauglich zu bleiben. Zweifel können jedoch daran bestehen, ob gefährdete Gruppen, die zu einer dysfunktionalen Kompensation neigen (und ja damit eine Minderheit unter den autofahrenden Senioren und Seniorinnen ausmachen), leicht erreichbar und empfänglich für die sich daraus ergebenden Konsequenzen sind.

Zusammengefasst würde dies auf gezielte Identifikation einer bestimmten Gruppe autofahrender Senioren und Seniorinnen hinauslaufen. Dabei können niedrige Werte in den kognitiven Bereichen Alertness und Konzentrations- und Inhibitionsfähigkeit, tendenziell höhere Werte auf der Neurotizismus-Skala und hohe positive Werte in der verkehrssicherheitsbezogenen Handlungskompetenzerwartung wenn nicht als Prädiktor, so doch als Hinweis auf die zukünftige Entwicklung der Fahrkompetenz und ein möglicherweise erhöhtes Unfallrisiko dienen. Umgekehrt würden sich aus guten kognitiven Leistungen, eine wenig neurotische Persönlichkeitsausprägung und eine realistische Einschätzung der Fahrkompetenz sowie einer Tendenz zu einem insgesamt defensiveren Fahrstil eine gute Prognose ableiten lassen.

Ein derartiges Vorgehen wirft eine Reihe von Fragen auf. So ist zu klären, wer als potentielle Ansprechpartner dienen sollte – zum Beispiel der Hausarzt / die Hausärztin als „Berater“ bezüglich der eigenen Mobilität bzw. Verkehrssicherheit, und welche Fortbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen dafür notwendig wären (siehe KOCHERSCHEID et al., 2007). Wünschenswert wäre aus unserer Sicht ein solches Verfahren, da es geeignet erscheint, eine potenzielle Verschlechterung der Fahrkompetenz frühzeitig zu erkennen und durch weiterführende Maßnahmen – wie zum Beispiel die Teilnahme an einem auf ältere Fahrer und Fahrerinnen zugeschnittenen Fahrsicherheitstraining in Form einer sog. qualifizierten Rückmeldefahrt – zu ergänzen. Aus den in diesem Projekt identifizierten Prädiktoren ließen sich zudem zukünftige Veränderungen verkehrsbezogener Aspekte voraussagen, um bei Bedarf möglichst frühzeitig Präventionsmaßnahmen einleiten zu können, die dem Erhalt und der Verbesserung der Fahrkompetenz und Verkehrssicherheit dienen. Ein besonderer Wert läge darin, dass die Entwicklung solcher zielgruppenadäquaten Empfehlungen und Maßnahmen auf empirisch gesicherten Einflussfaktoren basierte, die aus empirischen längsschnittlichen Analysen hervorgegangen sind.

Insgesamt liefern die Analysen eine eher geringe Zahl von Einflussfaktoren, die als Prädiktoren für die Entwicklung des Fahrverhaltens und die Fahrsicherheit von Senioren und Seniorinnen herangezogen werden können. Es könnte dies als Grenze der Vorhersagbarkeit zukünftiger Fahrkompetenz interpretiert werden. Es wurde jedoch eine Reihe von Ansatzpunkten aufgefunden, die zur Verbesserung der Fahrsicherheit dienen könnten. Wichtig sind dabei jedoch die Diskussion, Umsetzung und Evaluation der vorgeschlagenen Maßnahmen, was ein Zusammenwirken von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft erforderlich macht.

## Literatur


ADRIAN, J., POSTAL, V., MOESSINGER, M., RASCLE, N. & CHARLES, A. (2011). Personality traits and executive functions related to on-road driving performance among older drivers. Accident Analysis & Prevention, 43(5), 1652-1659

AKINWUNTAN, A. E., FEYS, H., DE WEERDT, W., BATEN, G., ARNO, P. & KIEKENS, C. (2006). Prediction of driving after Stroke: A prospective study. Neurorehabilitation and Neural Repair, 20(3), 417-423

ALONSO, F., ESTEBAN, C., MONTORO, L. & TORTOSA, F. (2014). Psychotropic drugs and driving: Prevalence and types. Annals of General Psychiatry, 13, 14

ALVAREZ, F. J. (2016). Parkinson's disease, antiparkinson medicines, and driving. Expert Review of Neurotherapeutics, 16, 1023-1032

AMADO, S., ANKAN, E., KACA, G., KOYUNCU, M. & TURKAN, B.N. (2014). How accurately do drivers evaluate their own driving behavior? An on-road observational study. Accident Analysis & Prevention, 63, 65-73

ANSTEY, K. J. & WOOD, J. (2011). Chronological age and age-related cognitive deficits are associated with an increase in multiple types of driving errors in late life. Neuropsychology, 25, 613-621

ASLAKSEN, P. M., ORBO, M., ELVESTAD, R., SCHÄFER, C. & ANKE, A. (2013). Prediction of on-road driving ability after traumatic brain injury and stroke. European Journal of Neurology, 20, 1227-1233

BABULAL, G. M., KOLADY, R., STOUT, S. H. & ROE, C. M. (2020). A systematic review examining associations between cardiovascular conditions and driving outcomes among older drivers. Geriatrics, 5(2), 27

BALDWIN, C. L., ROBERTS, D. M., BARRAGAN, D., LEE, J. D., LERNER, N. & HIGGINS, J. S. (2017). Detecting and quantifying mind wandering during simulated driving. Frontiers in Human Neuroscience, 11, 406

BALL, K., WADLEY, V. G. & EDWARDS, J. D. (2002). Advances in technology used to assess and retrain older drivers. Gerontechnology, 1(4), 251-261

BALTES-GÖTZ, B. (2020). Analyse von hierarchischen linearen Modellen mit SPSS. ZIMK: Universität Trier.

BASt (BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN) (2022). Berechnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

BERGHAUS, G., KÄFERSTEIN, H. & ROTHSCHILD, M. A. (2006). Arzneimittel und Fahrsicherheit. Deutsches Ärzteblatt, 103, 31-32

BHORADE, A. M., YOM, V. H., BARCO, P., WILSON, B., GORDON, M. & CARR, D. (2016). On-road driving performance of patients with bilateral moderate and advanced glaucoma. American Journal of Ophthalmology, 166, 43-51

BLEICHNER, M. G. & DEBENER, S. (2017). Concealed, unobtrusive ear-centered EEG acquisition: cEEGrids for transparent EEG. Frontiers in Human Neuroscience, 11, 1-14

BLUME, V., FOLLMER, R., KALINOWSKA, D. & KLOAS, J. (2005). Demographischer Wandel und räumliche Mobilität – Einstellungen der Bevölkerung, Urteile von Experten. DIW Wochenbericht, 72(51-52), 769-775

BOOTZ, F. (2007). Hörvermögen. In B. Madea, F. Mußhoff & G. Berghaus (Hrsg.), Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion (S. 238-253). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

BORKENAU, P. & OSTENDORF, F. (2008). NEO-FFI: NEO-Fünf-Faktoren-Inventar nach Costa und McCrae (2., neu normierte und vollständig überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe

BOWERS, A. R., MANDEL, A. J., GOLDSTEIN, R. B. & PELI, E. (2009). Driving with hemianopia, I: Detection performance in a driving simulator. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 50(11), 5137-5147

BRENNER-HARTMANN, J. & BERGHAUS, G. (2012). Physiologische und psychologische Grundlagen der Fahrsicherheit und Fahreignung. In B. Madea, F. Mußhoff & G. Berghaus (Hrsg.), Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion (S. 144-151). 2. Auflage. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

BRICKENKAMP, R., SCHMIDT-ATZERT, L. & LIEPMANN, D. (2010). d2-R: Test d2 - Revision. Göttingen: Hogrefe

BROOKS, J. O., GOODENOUGH, R. R., CRISLER, M. C., KLEIN, N. D., ALLEY, R. L., KOON, B. L., LOGAN, W. J. Jr., OGLE, J. H., TYRRELL, R. A. & WILLS, R. F. (2010). Simulator sickness during driving simulator studies. Accident Analysis and Prevention, 42, 788-796

BRUNNAUER, A., BUSCHERT, V., FRIC, M., DISTLER, G., SANDER, K., SEGMILLER, F., ZWANZGER, P. & LAUX, G. (2015). Driving performance and psychomotor function in depressed patients treated with agomelatine or venlafaxine. Pharmacopsychiatry, 48(02), 65-71

BUKASA, B. & UTZELMANN, H. D. (2009). Psychologische Diagnostik der Fahreignung. In H. P. Krüger (Hrsg.), Anwendungsfelder der Verkehrspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete: Serie 6 Verkehrspsychologie, Bd. 2) (S. 237-284). Göttingen: Hogrefe

BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN (2020). Fahrleistungsbezogenes Verunglücktenrisiko für Fahrer bzw. Fahrerinnen des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Berechnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

BURGARD, E. (2005). Fahrkompetenz im Alter. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität München

BURTON, K. B., OWSLEY, C. & SLOANE, M. E. (1993). Aging and neural spatial contrast sensitivity: Photopic vision. Vision Research, 33(7), 939-946

CARSON, N., LEACH, L. & MURPHY, K. J. (2018). A re-examination of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) cutoff scores. International Journal of Geriatric Psychiatry, 33, 379-388

CASUTT, G., MARTIN, M., KELLER, M. & JÄNCKE, L. (2014). The relation between performance in on-road driving, cognitive screening and driving simulator in older healthy adults. Transportation Research F: Traffic Psychology and Behaviour, 22, 232-244

CAVANAGH, J. F., FRANK, M. J., KLEIN, T. J. & ALLEN, J. J. (2010). Frontal theta links prediction errors to behavioral adaptation in reinforcement learning. Neuroimage, 49, 3198-3209

CHARNESS, N. & BOSMAN, E. A. (1992). Human factors and age. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), The handbook of aging and cognition (pp. 495-551). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

CHEN, Y., GELINAS, I., MAZER, B., MYERS, A., VRKLJAN, B., KOPPEL, S., CHARLTON, J. L. & MARSHALL, S. C. (2020). Personal and clinical factors associated with older drivers' self-awareness of driving performance. Canadian Journal on Aging, 24, 1-15

CHIHURI, S., MIELENZ, T. J., DIMAGGIO, C. J., BETZ, M. E., DIGUISEPPI, C., JONES, V. C. & LI, G. (2016). Driving cessation and health outcomes in older adults. Journal of the American Geriatrics Society, 64(2), 332-341

CLAY, O. J., WADLEY, V. G., EDWARDS, J. D., ROTH, D. L., ROENKER, D. L. & BALL, K. K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: current and future implications. Optometry and Vision Science, 82, 724-731

COHEN, J. (1992). A power primer. Psychological Bulletin,112 (1),155–159.

COSTA, P. T. jr & McCRAE, R. R. (1992). Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five Factor Inventory (NEO-FF-I). Professional Manual. Odessa: Psychological Assessment Resources Inc.

COX, D. J., SINGH, H. & LORBER, D. (2013). Diabetes and driving safety: Science, ethics, legality and practice. The American Journal of the Medical Sciences, 345(4), 263-265

CUENEN, A., JONGEN, E. M. M., BRIJS, T., BRIJS, K., HOUBEN, K. & WETS, G. (2016a). Effect of a working memory training on aspects of cognitive ability and driving ability of older drivers: Merits of an adaptive training over a non-adaptive training. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 42, 1, 15-27

CUENEN, A., JONGEN, E. M., BRIJS, T., BRIJS, K., LUTIN, M. & VAN VLIERDEN, K., et al. (2016b). The relations between specific measures of simulated driving ability and functional ability: New insights for assessment and training programs of older drivers. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 39, 65-78

CUMMINS, T. D. & FINNIGAN, S. (2007). Theta power is reduced in healthy cognitive aging. International Journal of Psychophysiology, 66(1), 10-7

DANCIU, B., POPA, C., MICLE, M. I. & PREDA, G. (2012). Psychological risk factors for road safety. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 33, 363-367

DASEKING, M. & PUTZ, D. (2015). TBS-TK Rezension: Test d2-R. Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest. Report Psychologie, 323-324

DE RAEDT, R. & PONJAERT-KRISTOFFERSEN, I. (2001). Predicting at-fault car accidents of older drivers. Accident Analysis & Prevention 33, 809-819

DEBENER, S., EMKES, R., DE VOS, M. & BLEICHNER, M. (2015). Unobtrusive ambulatory EEG using a smartphone and flexible printed electrodes around the ear. Scientific Reports, 5, 16743

DEMOGRAFIEPORTAL (2023). Haushaltseinkommen im Alter. Verfügbar unter: https://www.demografie-portal.de/DE/Fakten/einkommen-aeltere-haushalte.html

DEPESTELE, S., VAN DUN, K., VERSTRAELEN, S., ROSS, V., VAN HOORNWEDER, S., BRIJS, K., BRIJS, T., Getzmann, S. & MEESEN, R. (2023). Age-related changes in midfrontal theta activity during steering control: A driving simulator study. Neurobiology of Aging, 123, 145-153

DESTATIS (2023). Bevölkerung (ab 15 Jahren): Deutschland, Jahre (bis 2019), Geschlecht, Altersgruppen, Allgemeine Schulausbildung. Verfügbar unter: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=12211-9012&transponieren=true#abreadcrumb

DEVOS, H., AKINWUNTAN, A. E., NIEUWBOER, A., TRUIJEN, S., TANT, M. & DE WEERDT, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke. A systematic review and meta-analysis. Neurology, 76 (8), 747-756

DOBBS, B. M. & SHERGILL, S. S. (2013). How effective is the Trail Making Test (Parts A and B) in identifying cognitively impaired drivers? Age and Ageing, 42(5), 577-581

DOUISSEMBEKOV, E., MICHAEL, G. A., ROGE, J., BONHOURE, P., GABAUDE, C. & NAVARRO, J. (2015). Effects of shrinkage of the visual field through ageing on parking performance: A parametric manipulation of salience and relevance of contextual components. Ergonomics, 58(5), 698-711

DUKIC, W. T., BROBERG, T. & SELANDER, H. (2017). Driving characteristics of older drivers and their relationship to the Useful Field of View Test. Gerontology, 63, 180-188

DUNCANSON, H., HOLLIS, A. M. & O'CONNOR, M. G. (2018). Errors versus speed on the Trail Making Test: Relevance to driving performance. Accident Analysis & Prevention, 113, 125-130

DUSTMAN, R. E., SHEARER, D. E. & EMMERSON, R. Y. (1993). EEG and event-related potentials in normal aging. Progress in Neurobiology, 41(3), 369-401

EBERT, O., BOHN, B., BERTRAM, B., BUCHBERGER, B., FINCK, H., HOSS, J., HÜBNER, P., KRABBE, L., KULZER, B., KÜSTNER, E., LACHENMAYR, B., LEMMEN, K.-D., PETRY, F., RINNERT, K., SALOMON, M., SCHÜTT, W. & HOLL, R. W. (2020). Diabetes und Straßenverkehr. Diabetologie, 15 (Suppl 1). S216-S231

EDWARDS, J., LUNSMAN, M. PERKINS, M., REBOK, G. W. & ROTH, D. L. (2009). Driving cessation and health trajectories in older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 64A, 1290-1295

EDWARDS, J., PERKINS, M., ROSS, L. & REYNOLDS, S. L. (2009). Driving status and three-year mortality among community-dwelling older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 64A, 300-305

EHRLINGER, J., JOHNSON, K., BANNER, M., DUNNING, D. & KRUGER, J. (2008). Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompetent. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 105(1), 98-121

EMERSON, J. L., JOHNSON, A. M., DAWSON, J. D., UC, E. Y., ANDERSON, S. W. & RIZZO, M. (2012). Predictors of driving outcomes in advancing age. Psychology of Aging, 27, 550-559

ERDMANN, E. (2011). Klinische Kardiologie: Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße. Berlin: Springer

ERNST, J., KRAPP, S., SCHUSTER, T., FÖRSTL, H., KURZ, A. & DIEHL-SCHMID, J. (2010). Fahrtauglichkeit bei Patienten mit frontotemporaler und Alzheimer-Demenz. Nervenarzt, 81, 79-85

ESSER, P., DENT, S., JONES, C., SHERIDAN, B. J., BRADLEY, A., WADE, D. T. & DAWES, H. (2016). Utility of the MOCA as a cognitive predictor for fitness to drive. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 87(5), 567-568

EWERT, U. (2006). Senioren als motorisierte Verkehrsteilnehmer (bfu-Pilotstudie R 0607). Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu

FALKENSTEIN, M. & GAJEWSKI, P. (2015). Verhaltens- und Verhältnisprävention für gesundes Altern. In G. Richter & M. Niehaus (Hrsg.), Personalarbeit im demografischen Wandel: Beratungsinstrumente zur Verbesserung der Arbeitsqualität (S. 61-77). Bielefeld: Bertelsmann

FALKENSTEIN, M., GAJEWSKI, P. & GETZMANN, S. (2014). The electrophysiology of cognitive aging. Journal of Psychophysiology, 28(3), 101-104

FALKENSTEIN, M. & KARTHAUS, M. (2017). Fahreignung im höheren Lebensalter. Stuttgart: Kohlhammer

FALKENSTEIN, M., KARTHAUS, M. & BRÜHNE-CORS, U. (2021). Alterserkrankungen und Fahreignung. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 67, 59-70

FALKENSTEIN, M. & POSCHADEL, S. (2011). Fahreignung und Alter in Deutschland. In K. Golka, J. G. Hengstler, S. Letzel & D. Nowak (Hrsg.), Verkehrsmedizin – arbeitsmedizinische Aspekte. Orientierungshilfe für Praxis, Klinik und Betrieb (S. 176-180). Heidelberg: ecomed Medizin

FALKENSTEIN, M., POSCHADEL, S., WILD-WALL, N. & HAHN, M. (2011). Altersbedingte Leistungseinbußen in ihrer Bedeutung für Mobilität und Sicherheit. In G. Rudinger & K. Kocherscheid (Hrsg), Ältere Verkehrsteilnehmer - Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten (S. 43-59). Bonn: Bonn Univ. Press

FALKENSTEIN, M. & SOMMER, S. M. (2008). Altersbegleitende Veränderungen kognitiver und neuronaler Prozesse mit Bedeutung für das Autofahren. In B. Schlag (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter (S. 113-141). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung. Band 03. Köln: TÜV Media GmbH

FIMM, B., BLANKENHEIM, A. & POSCHADEL, S. (2015). Demenz und Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 255. Bremen: Fachverlag NW

FINGER, R. P., FIMMERS, R., HOLZ, F. G. & SCHOLL, H. P. (2011). Prevalence and causes of registered blindness in the largest federal state of Germany. The British Journal of Ophthalmology, 95(8), 1061-1067

FINNIGAN, S. & ROBERTSON, I. H. (2011). Resting EEG theta power correlates with cognitive performance in healthy older adults. Psychophysiology, 48(8), 1083-1087

FONDA, S. J., WALLACE, R. B. & HERZOG, A. R. (2001). Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 56(6), 343-351

FRANKISH, C. J., LOVATO, C. Y. & SHANNON, W. J. (1999). Models, theories, and principles of health promotion with multicultural populations. In R. M. Huff & M. V. Kline (Eds.), Promoting health and multicultural populations: A handbook for practitioners (pp. 41-71). Thousand Oaks, CA: Sage

FREEMAN, E. E., GANGE, S. J., MUNOZ, B. & WEST, S. K. (2006). Driving status and risk of entry into long-term care in older adults. American Journal of Public Health, 96(7), 1254-1259

FREUND, B., COLGROVE, L. A., BURKE, B. L. & McLEOD, R. (2005). Self-rated driving performance among elderly drivers referred for driving evaluation. Accident Analysis & Prevention, 37, 613-618

FRIES, W., LÖSSL, H. & WILKES, F. (2008). Fahreignung bei Krankheit, Verletzung, Alter, Medikamenten, Alkohol und Drogen. München: Beck Juristischer Verlag

FUJITO, R., KAMIMURA, N., IKEDA, M., KOYANA, A., SHIMODERA, S., MORINOBU, S. & INOUE, S. (2016). Comparing the driving behaviours of individuals with frontotemporal lobar degeneration and those with Alzheimer's disease. Psychogeriatrics, 16, 27- 33

GAJEWSKI, P. D., WILD-WALL, N., HOFFMANN, S. & FALKENSTEIN, M. (2009). Ereigniskorrelierte Potenziale: Ansatz, Parametrisierung und Analyseverfahren. Neuroforum, 4, 124-129

GETZMANN, S., ARNAU, S., KARTHAUS, M., REISER, J. E. & WASCHER, E. (2018). Age-related differences in pro-active driving behaviour revealed by EEG measures. Frontiers in Human Neuroscience, 12, 321

GETZMANN, S., REISER, J. E., KARTHAUS, M., RUDINGER, G. & WASCHER, E. (2021). Measuring correlates of mental workload during simulated driving using cEEGrid electrodes: A test-retest reliability analysis. Frontiers in Neuroergonomics, 2, 729197

GLAS, I. (2010). Arzneimittel im Straßenverkehr. Mehr Sicherheit durch gute Beratung. Pharmazeutische Zeitung online, 45. (https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-452010/mehr-sicherheit-durch-gute-beratung/ Zugriff am 14.07.2020)

GRÄCMANN, N. & ALBRECHT, M. (2020). Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 115 (Stand: 31.12.2019). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

GREEN, K. A., McGWIN, G., Jr & OWSLEY, C. (2013). Associations between visual, hearing, and dual sensory impairments and history of motor vehicle collision involvement of older drivers. Journal of the American Geriatrics Society, 61(2), 252-257

GUO, M., WEI, W., LIAO, G. & CHU, F. (2016). The impact of personality on driving safety among Chinese high-speed railway drivers. Accident Analysis & Prevention, 92, 9-14

GUSKI, R. (1996). Wahrnehmen - ein Lehrbuch. Stuttgart: Kohlhammer

HAEGERSTROM-PORTNOY, G., SCHNECK, M. E. & BRABYN, J. A. (1999). Seeing into old age: Vision function beyond acuity. Optometry and Vision Science, 76, 141-158

HAHN, M., FALKENSTEIN, M. & WILD-WALL, N. (2010). Age-related performance differences in compensatory tracking under a dual task condition. Occupational Ergonomics, 9(2), 75-86

HAHN, M., WILD-WALL, N. & FALKENSTEIN, M. (2011). Age-related differences in performance and stimulus processing in dual task situation. Brain Research, 1414, 66-76

HAHN, M., WILD-WALL, N. & FALKENSTEIN, M. (2013). Age-related changes of neural control processes and their significance for driving performance. In C. Schlick, E. Frieling & J. Wegge (Hrsg.), Age-related Working Systems (pp. 299-317). Berlin: Springer

HANSLMAYR, S., STAUDIGL, T. & FELLNER, M.-C. (2012). Oscillatory power decreases and long-term memory: The information via desynchronization hypothesis. Frontiers in Human Neuroscience 3, 74.

HARRIS, P. B., HOUSTON, J. M., VAZQUEZ, J. A., SMITHER, J. A., HARMS, A., DAHLKE, J. A. & SACHAU, D. A. (2014). The prosocial and aggressive driving inventory (PADI): A self-report measure of safe and unsafe driving behaviors. Accident Analysis & Prevention, 72, 1-8

HARRISON, A. & RAGLAND, D. (2003). Consequences of driving reduction or cessation for older adults. Transportation Research Record, 1843, 96-104

HAVERKAMP, N. & RUDINGER, G. (2016). Mobilität 2030. Zukunftsszenarien für eine alternde Gesellschaft. Bielefeld: transcript Verlag

HETLAND, A. & CARR, D. B. (2014). Medications and impaired driving. The Annals of Pharmacotherapy, 48, 494-506

HIEBER, MOLLENKOPF, KLOÉ & WAHL (2006). Mobilität und Alter: Kontinuität und Veränderung. Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 2. Köln: TÜV-Verlag

HILL, L.L., LAUZON, V.L., WINBROCK, E.L., LI, G., CHIHURI, S. & LEE, K.C. (2017). Depression, antidepressants and driving safety. Injury Epidemiology, 4, 10

HILZ, R. & CAVONIUS, C. R. (1996). Psychophysik des Sehens im Alter. In C. Tesch-Römer & H. W. Wahl (Hrsg.), Seh- und Höreinbußen älterer Menschen (S. 77-88). Darmstadt: Steinkopff

HIRD, M. A., VESELY, K. A., FISCHER, C. E., GRAHAM, S. J., NAGLIE, G. & SCHWEIZER, T. A. (2017). Investigating simulated driving errors in amnestic single- and multiple-domain mild cognitive impairment. Journal of Alzheimer's Disease, 56, 447-452

HIRD, M. A., VESELY, K. A., TASNEEM, T., SAPOSNIK, G., MACDONALD, R. L. & SCHWEIZER, T. A. (2018). A case-control study investigating simulated driving errors in ischemic stroke and subarachnoid hemorrhage. Frontiers in Neurology, 9, 54

HO, G. & SCIALFA, C. T. (2002). Age, skill transfer, and conjunction search. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 57(3), 277-287

HÖHMANN, D. (1996). Die Kraftfahreignung bei Hörstörungen und bei Vestibulariserkrankungen. Deutsches Ärzteblatt, 93(21), A1404-1407

HOFFMANN, S., LABRENZ, F., THEMANN, M., WASCHER, E. & BESTE, C. (2014). Crosslinking EEG time-frequency decomposition and fMRI in error monitoring. Brain Structure and Function, 219, 595-605

HOLLIS, A. M., DUNCANSON, H., KAPUST, L. R., XI, P. M. & O'CONNOR, M. G. (2015). Validity of the Mini-Mental State Examination and the Montreal Cognitive Assessment in the prediction of driving test outcome. Journal of the American Geriatrics Society, 63(5), 988-992

HOLTE, H. (2011). Alters- und krankheitsbedingtes Unfallrisiko. In G. Rudinger & K. Kocherscheid (Hrsg.), Ältere Verkehrsteilnehmer – gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten (S. 61-84). Bonn: Bonn Univ. Press

HOLTE, H. (2012). Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 229. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

HOLTE, H. (2018). Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 285. Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH

HOLTE, H. (2021a). Verkehrsklima 2020. Kontinuierliche Erfassung des Verkehrsklimas. Baseline Messung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 316. Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH

HOLTE, H. (2021b). Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko [Konferenzbeitrag]. 6. Gemeinsame Fachtagung der Ministerien für Infrastruktur und Landesplanung (MIL), des Innern und für Kommunales (MIK) und des Forums Verkehrssicherheit des Landes Brandenburg, Oranienburg.

HOLTE, H. & ALBRECHT, M. (2004). Verkehrsteilnahme und -erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 162. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

HOLZ, E. M., GLENNON, M., PRENDERGAST, K. & SAUSENG, P. (2010). Theta-gamma phase synchronization during memory matching in visual working memory. Neuroimage, 52, 326-335

HORN, H-P. (2021). Erfassung der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen älterer Autofahrer. Entwicklung und Prüfung eines Selbsttests. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 310. Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH

HORSWILL, M.S., SULLIVAN, K., LURIE-BECK, J.K. & SMITH, S. (2013). How realistic are older drivers' ratings of their driving ability? Accident Analysis & Prevention, 50, 130-137

HOSOYA, G., KOCH, T. & EID, M. (2014). Längsschnittdaten und Mehrebenenanalyse. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 66, 189-218

INFAS, DLR, IVT & INFAS 360 (2018). Mobilität in Deutschland. Tabellarische Grundauswertung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bonn, Berlin

INFAS, DLR, IVT & INFAS 360 (2019). Mobilität in Deutschland. Zeitreihenbericht 2002 - 2008 - 2017. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bonn, Berlin

JACKSON, G. R., OWSLEY, C. & McGWIN, G., Jr (1999). Aging and dark adaptation. Vision Research, 39(23), 3975-3982

JACOBS, U. (2016). Fahreignung nach neurologischen Erkrankungen: Eine Analyse des Fahrverhaltens und eine Evaluation von praktischem Fahrtraining. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

JANSEN, E., HOLTE, H., JUNG, C., KAHMANN, V., MORITZ, K., RIETZ, C., RUDINGER, G. & WEIDEMANN, C. (2001). Ältere Menschen im künftigen Sicherheitssystem Straße/Fahrzeug/Mensch. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 134. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

JÖRG, J. (2002). Basalganglienerkrankungen und Grenzgebiete. In J. Jörg (Hrsg.), Neurologische Therapie (S. 212-268). Berlin: Springer

KAISER, H. J. (2011). Sicheres Autofahren im Alter – Vom Umgang mit Problemen der Fahreignung im Rahmen einer Mobilitätsberatung. In G. Rudinger & K. Kocherscheid (Hrsg). Ältere Verkehrsteilnehmer - Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten (S. 133-152). Bonn: Bonn Univ. Press

KAISER, H. J. & OSWALD, W. D. (2000). Autofahren im Alter – eine Literaturanalyse. Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie, 13(3), 131-170

KALANTARI, A. H., MONAVAR, Y. S., HILL, T., MOHAMMADZADEH, M. A., AYATI, E. & SULLMAN, M. J. M. (2021). Psychosocial factors associated with the self-reported frequency of cell phone use while driving in Iran. PLoS ONE 16(4): e0249827

KARTHAUS, M., GETZMANN, S., GRAAS, F., WASCHER, E. & RUDINGER, G. (2023). Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale im höheren Lebensalter und ihre Einflussfaktoren. Erste Querschnittsanalysen aus der Dortmunder-Bonner-Längsschnittstudie (DoBoLSiS). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 336. Bremen: Fachverlag NW

KARTHAUS, M., GETZMANN, S. & WASCHER, E. (2015). Monotonie, Ermüdung und Langeweile – Gibt es Altersunterschiede im Verhalten und im EEG?. Beitrag A.5.11, Bericht zum 61. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 25. - 27. Februar 2015 am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab). Dortmund: GfA-Press

KARTHAUS, M., WASCHER, E., FALKENSTEIN, M. & GETZMANN, S. (2020). The ability of young, middle-aged and older drivers to inhibit visual and auditory distraction in a driving simulator task. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 68, 272-284

KARTHAUS, M., WASCHER, E. & GETZMANN, S. (2018a). Effects of visual and acoustic distraction on driving behavior and EEG in young and older car drivers: A driving simulation study. Frontiers in Aging Neuroscience, 10, 420

KARTHAUS, M., WASCHER, E. & GETZMANN, S. (2018b). Proactive vs. reactive car driving: EEG evidence for different driving strategies of older drivers. PLoS ONE, 13: e0191500

KARTHAUS, M., WASCHER, E. & GETZMANN, S. (2021). Distraction in the driving simulator: An ERP study with young, middle-aged, old and oldest drivers. Safety, 7, 36

KARTHAUS, M., WILLEMSSEN, R., JOIKO, S. & FALKENSTEIN, M. (2015). Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 254. Bremen: Fachverlag NW

KENNEDY, R. S., LANE, N. E., BERBAUM, K. S. & LILIENTHAL, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3(3), 203-220

KENNTNER-MABIALA. R., MAAG, C., KAUSSNER, Y., HOFFMANN, S. & SCHUMACHER, M. (2019). Eignung von Fahrsimulatoren für die Untersuchung der Fahrkompetenz älterer Autofahrer. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 65(2), 91-96

KLIMESCH, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Research Reviews, 29(2-3), 169-195

KNIE, B., MITRA, M. T., LOGISHETTY, K. & CHAUDHURI, K. R. (2011). Excessive daytime sleepiness in patients with Parkinson's disease. CNS Drugs, 25(3), 203-212

KOCHERSCHEID, K., RIETZ, C., POPPELREUTER, S., RIEST, N., ENGIN, T., MÜLLER, A. & RUDINGER, G. (2007). Verkehrssicherheitsbotschaften für Senioren: Nutzung der Kommunikationspotenziale im allgemeinmedizinischen Behandlungsalltag. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 184. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

KOCHERSCHEID, K. & RUDINGER, G. (2005). Ressourcen älterer Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer. In W. Echterhoff (Hrsg.), Strategien zur Sicherung der Mobilität älterer Menschen (S. 19-42). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung: Mobilität im Alter, Band 1. Köln: TÜV-Verlag

KÖPKE, S., DEUBEL, K., ENGELN, A. & SCHLAG, B. (1999). Mobilitätswahrnehmung und Selbstbild von älteren Autofahrern. In B. Schlag (Hrsg.), Empirische Verkehrspsychologie (S. 160-175). Lengerich: Pabst Science Publications

KOHNEN, T., BAUMEISTER, M., KOOK, D., KLAPROTH, O. K. & OHRLOFF, C. (2009). Kataraktchirurgie mit Implantation einer Kunstlinse. Deutsches Ärzteblatt, 106(43), 695-702

KRAY, J. & LINDENBERGER, U. (2000). Adult age differences in task switching. Psychology and Aging, 15, 126-147

KRUSE, A. (2002). Gesund altern. Stand der Prävention und Entwicklung ergänzender Präventionsstrategien. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit, Band 146. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft

KÜST, J. (2011). Ratgeber zur Fahreignung nach neurologischen Erkrankungen (2. Auflage). Idstein: Schulz-Kirchner-Verlag

KUNZMANN, U., LITTLE, T. & SMITH, J. (2002). Perceiving control: a double-edged sword in old age. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 57(6), P484-P491

KWON, M., HUISINGH, C., RHODES, L. A., McGWIN, G., Jr., WOOD, J. M. & OWSLEY, C. (2015). Association between glaucoma and at-fault motor vehicle collision involvement among older drivers: A population-based study. Ophthalmology, 123, 109-116

LACHENMAYR, B. (2003). Anforderungen an das Sehvermögen des Kraftfahrers. Deutsches Ärzteblatt, 100(10), A624-634

LANGER, W. (2009). Die Analyse von Paneldaten als Mehrebenenmodell. In W. Langer (Hrsg.), Mehrebenenanalyse - Eine Einführung für Forschung und Praxis (S. 223-299). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

LANGFORD, J., METHORST, R. & HAKAMIES-BLOMQVIST, L. (2006). Older drivers do not have a high crash-risk – A replication of low mileage bias. Accident Analysis & Prevention, 38, 574-578

LEVINE, D. A., GALECKI, A. T., LANGA, K. M., UNVERZAGT, F. W., KABETO, M. U., GIORDANI, B. & WADLEY, V. G. (2015). Trajectory of Cognitive Decline After Incident Stroke. JAMA, 314, 41-51

LI, K. Z. H. & LINDENBERGER, U. (2002). Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 26(7), 777-783

LIN, C. T., CHEN, S. A., CHIU, T. T., LIN, H. Z. & KO, L. W. (2011). Spatial and temporal EEG dynamics of dual-task driving performance. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, 8, 11

LIN, C. T., CHUANG, C. H., KERICK, S., MULLEN, T., JUNG, T. P., KO, L. W., CHEN, S. A., KING, J. T. & McDOWELL, K. (2016). Mind-wandering tends to occur under low perceptual demands during driving. Scientific Reports, 6, 1-11

LINKOV, V., ZAORAL, A., REZAC, P. & PAI, C. (2019). Personality and professional drivers' driving behavior. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 60, 105-110

LOCASCIO, J.J. & ATRI. A. (2011). An overview of longitudinal data analysis methods for neuro-logical research. Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 1, 330-357

LOTTNER, S., ROIDER, G. & PAUL, L. D. (2010). Aufklärungspflicht bei Medikamentenverordnung. Wann ist die Fahrtüchtigkeit in Gefahr? MMW – Fortschritte der Medizin, 152(51-52), 26-29

LUCIDI, F., MALLIA, L., LAZURAS, L. & VIOLANI, C. (2014). Personality and attitudes as predictors of risky driving among older drivers. Accident Analysis & Prevention, 72, 318-324

LUPPA, M., SIKORSKI, C., LUCK, T., EHREKE, L., KONNOPKA, A., WIESE, B., WEYERER, S., KÖNIG, H. H. & RIEDEL-HELLER, S. G. (2012). Age- and gender-specific prevalence of depression in latest-life – Systematic review and meta-analysis. Journal of Affective Disorders, 136, 212-221

MAAG, C., KENNTNER-MABIALA, R., KAUSSNER, Y., HOFFMANN, S. & EBERT, S. (2021). Eignung von Fahrsimulatoren für die Untersuchung der Fahrkompetenz älterer Autofahrer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 320. Bremen: Fachverlag NW

MACHIN, M. A. & SANKEY, K. S. (2008). Relationships between young drivers' personality characteristics, risk perceptions, and driving behaviour. Accident Analysis & Prevention, 40(2), 541-547

MAHLBERG, R. & GUTZMANN, H. (2005). Zertifizierte medizinische Fortbildung: Diagnostik von Demenzerkrankungen. Deutsches Ärzteblatt, 102 (28-9), A2032-2039

MARTENS, M. H. & FOX, M. R. J. (2007). Do familiarity and expectations change perception? Drivers' glances and response to changes. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 10, 476-492

MATAS, N. A., NETTELBECK, T. & BURNS, N. R. (2015). Dropout during a driving simulator study: A survival analysis. Journal of Safety Research, 55, 159-169

McCORMACK, T., BROWN, G. D., MAYLOR, E. A., DARBY, R. J. & GREEN, D. (1999). Developmental changes in time estimation: comparing childhood and old age. Developmental Psychology, 35(4), 1143-1155

McGWIN, G. Jr., SIMS, R. V., PULLEY, L. & ROSEMAN, J. M. (2000). Relations among chronic medical conditions, medications, and automobile crashes in the elderly: A population-based case-control study. American Journal of Epidemiology, 152(5), 424-431

McMANUS, B., HEATON, K., VANCE, D. E. & STAVRINOS, D. (2016). The useful field of view assessment predicts simulated commercial motor vehicle driving safety. Traffic Injury Prevention, 17(7), 763-769

MEISAMI, E., BROWN, C. M. & EMERLE, H. F. (2007). Sensory systems: Normal aging, disorders, and treatments of vision and hearing in humans. In P. S. Timiras (Ed.), Physiological Basis of Aging and Geriatrics (pp. 109-137). New York: CRC press

MICHON, J. A. (1979). Dealing with danger. Report of the European Commission, MRC Workshop on Physiological and psychological performance under hazardous conditions, Report VK 79-01, Gieten, The Netherlands, 23-25 May, 1978, Traffic Research Center, University of Groningen

MICHON, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), Human Behavior and Traffic Safety (pp. 485-524). Boston, MA: Springer

MILLER, C. D., PHILLIPS, L. S., ZIEMER, D. C., GALLINA, D. L., COOK, C. B. & EL-KEBBI, I. M. (2001). Hypoglycemia in patients with type 2 diabetes mellitus. Archives of Internal Medicine, 161(13), 1653-1659

MILLEVILLE-PENNEL, I., POTHIER, J., HOC, J.-M. & MATHE, J.-F. (2010). Consequences of cognitive impairments following traumatic brain injury: Pilot study on visual exploration while driving. Brain Injury, 24(4), 678-691

MILLS, K. T., BUNDY, J. D., KELLY, T. N., REED, J. E., KEARNEY, P. M., REYNOLDS, K., CHEN, J. & HE, J. (2016). Global disparities of hypertension prevalence and control: A systematic analysis of population-based studies from 90 countries. Circulation, 134, 441-450

MOLLENKOPF, H. & ENGELN, A. (2008). Gesellschaftlicher Kontext und motivationale Veränderungen der Mobilität im Alter. In B. Schlag (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter (S. 239-254). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 3. Köln: TÜV-Verlag

MORALES-VIVES, F. & VIGIL-COLET, A. (2012). Are old people so gentle? Functional and dysfunctional impulsivity in the elderly. International Psychogeriatrics, 24, 465-471

NASREDDINE, Z. S., PHILLIPS, N. A., BEDIRIAN, V., CHARBONNEAU, S., WHITEHEAD, V., COLLIN, I., CUMMINGS, J. L. & CHERTKOW, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. Journal of the American Geriatrics Society, 53(4), 695-699

NICHOLS, A. L., CLASSEN, S., McPEEK, R. & BREINER, J. (2012). Does personality predict driving performance in middle and older age? An evidence-based literature review. Traffic Injury Prevention, 13(2), 133-143

O'CONNOR, M., EDWARDS, J., WATERS, M., HUDAK, E. M. & VALDÉS, E. G. (2013). Mediators of the association between driving cessation and mortality among older adults. Journal of Aging and Health, 25(8 Suppl), 249S-269S

OWSLEY, C., McGWIN, G., JR. & McNEAL, S. F. (2003). Impact of impulsiveness, venturesome-ness, and empathy on driving by older adults. Journal of Safety Research, 34(4), 353-359

OWSLEY, C., STALVEY, B., WELLS, J. & SLOANE, M. E. (1999). Older drivers and cataract: Driving habits and crash risk. Journal of Gerontology, 54(4), M203-M211

PAIRE-FICOUT, L., LAFONT, S., COQUILLAT, A., CONTE, F., GABEL, C. & MINTSA-EYA, C. (2014). Self-estimation of driving performances in older drivers who over or under estimate their cognitive abilities: Safe move study. Vortrag auf der Konferenz “Ageing and Safe Mobility“, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter https://www.bast.de/DE/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Verkehrssicherheit/Downloads/U-Ageing-2014/Downloads-Presentations/Paire-Ficout-Vortrag.pdf (abgerufen am 14.12.2022)

POLICH, J. (1997). EEG and ERP assessment of normal aging. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 104, 244-256

POSCHADEL, S., BÖNKE, D., BLÖBAUM, A. & RABCZINSKI, S. (2012a): Ältere Autofahrer: Erhalt, Verbesserung und Verlängerung der Fahrkompetenz durch Training. Eine Evaluation im Realverkehr. Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Forschungsergebnisse für die Praxis. Köln: TÜV-Verlag

POSCHADEL, S., FALKENSTEIN, M., RINKENAUER, G., MENDZHERITSKIY, G., FIMM, B., WORRINGER, B., ENGIN, T., KLEINEMAS, U. & RUDINGER, G. (2012b). Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Autofahrer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 231. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

POTTGIESSER, S., KLEINEMAS, U., DOHMES, K., SPIEGEL, L., SCHÄDLICH, M. & RUDINGER, G. (2012). Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 228. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

RAGGI, A., BELLA, R., PENNISI, G., NERI, W. & FERRI, R. (2013). Sleep disorders in Parkinson’s disease: A narrative review of the literature. Reviews in the Neurosciences, 24(3), 279-291

RANCHET, M., BROUSSOLLE, E., POISSON, A. & PAIRE-FICOUT, L. (2012). Relationships between cognitive functions and driving behavior in Parkinson's disease. European Neurology, 68(2), 98-107

REITAN, R. M. (1992). Trail Making Test. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory

REUTER-LORENZ, P. A. & CAPPELL, K. A. (2008). Neurocognitive aging and the compensation hypothesis. Current Directions in Psychological Science, 17(3), 177-182

RINKENAUER, G. (2008). Motorische Leistungsfähigkeit im Alter. In B. Schlag (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter (S. 143-180). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 3. Köln: TÜV-Verlag

RIZZO, M., SPARKS, J., McEVOY, S., VIAMONTE, S., KELLISON, I. & VECERA, S. P. (2009). Change blindness, aging, and cognition. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 31(2), 245-256

ROBERTS, R. O., GEDA, Y. E., KNOPMAN, D. S., CHA, R. H., PANKRATZ, V. S., BOEVE, B. F., TANGALOS, E. G., IVNIK, R. J., MIELKE, M. M. & PETERSEN, R. C. (2013). Cardiac disease associated with increased risk of nonamnestic cognitive impairment: Stronger effect on women. JAMA Neurology, 70(3), 374-382

ROBERTS, B. W., WALTON, K. E. & VIECHTBAUER, W. (2006). Patterns of mean-level change in personality traits across the life course: a meta-analysis of longitudinal studies. Psychological Bulletin, 132(1), 1-25

ROLISON, J. J., HANOCH, Y., WOOD, S. & LIU, P. (2014). Risk-taking differences across the adult life span: A question of age and domain. The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 69(6), 870-880

RUDINGER, G. (2012). Gesucht: Kompensatorische Verkehrsplanung. Stadt und Raum, 5, 264-267

RUDINGER, G. (2015). Zielgruppe Seniorinnen und Senioren. In C. Klimmt, M. Maurer, H. Holte & E. Baumann (Hrsg.), Verkehrssicherheitskommunikation. Beiträge der empirischen Forschung zur strategischen Unfallprävention (S. 53-79). Wiesbaden: Springer

RUDINGER, G., HAVERKAMP, N., MEHLIS, K., FALKENSTEIN, M., HAHN, M. & WILLEMSSEN, R. (2015). Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 256. Bremen: Fachverlag NW

RUDINGER, G. & JANSEN, E. (2003). Self-initiated compensations: Results and suggestions from the study AEMEÏS. In K. W. Schaie, H.-W. Wahl, H. Mollenkopf & F. Oswald (Hrsg.), Aging in the community: Living arrangements and mobility (pp. 220-232). New York: Springer Publications

RUNDECK, T. & SACCO, R. (2011). Prognosis after stroke. In P. Mohr, P. A. Wolf, J. C. Grotta, M. A. Moskowitz, M. R. Mayberg & R. von Kummer (Eds.), Stroke pathophysiology, diagnosis, and management (pp. 234-252). Philadelphia: Elsevier Saunders

RUSCH, M. L., SCHALL, M. C., DEE, J. D., DAWSON, J. D., EDWARDS, S. V. & RIZZO, M. (2016). Time-to-contact estimation errors among older drivers with useful field of view impairments. Accident Analysis and Prevention, 95, 284-291

SACZYNSKI, J. S., INOUYE, S. K., VERMUTUNG, J., JONES, R. N., FONG, T. G., NEMETH, E., HODARA, A., NGO, L. & MARCANTONIO, E. R. (2015). The Montreal Cognitive Assessment: Creating a crosswalk with the Mini-Mental State Examination. Journal of the American Geriatrics Society, 63, 2370-2374

SAKAI, H., UCHIYAMA, Y., TAKAHARA, M., DOI, S., KUBOTA, F., YOSHIMURA, T., TACHIBANA, A. & KURAHASHI, T. (2015). Is the useful field of view a good predictor of at-fault crash risk in elderly Japanese drivers? Geriatrics & Gerontology International, 15(5), 659-665

SALTHOUSE, T. A. (1996). Constraints on theories of cognitive aging. Psychonomic Bulletin & Review, 3(3), 287-299

SALTHOUSE, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. Biological Psychology, 54 (1-3), 35-54

SALVIA, E., PETIT, C., CHAMPELY, S., CHOMETTE, R., DI RIENZO, F. & COLLET, C. (2016). Effects of age and task load on drivers' response accuracy and reaction time when responding to traffic lights. Frontiers in Aging Neuroscience, 8, 169

SCHADE, F.-D. & HEINZMANN, H.-J. (2008). Alterstypisches Verkehrsrisiko. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 193. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

SCHIEBENER, J. & BRAND, M. (2017). Age-related variance in decisions under ambiguity is explained by changes in reasoning, executive functions, and decision-making under risk. Cognition and Emotion, 31(4), 816-824

SCHINDLER, I. (2008). Persönlichkeitsentwicklung im Alter: Quelle positiver Veränderungen im Verkehrsverhalten? In B. Schlag (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter (S. 201-203). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 3. Köln: TÜV-Verlag

SCHLAG, B. (2008). Wie sicher sind die Älteren im Straßenverkehr? In B. Schlag (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter (S. 201-203). Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 3. Köln: TÜV-Verlag

SCHLAG, B. & BECKMANN, K. J. (2013). Mobilität und demografische Entwicklung. Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Mobilität und Alter, Band 7. Köln: TÜV-Verlag

SCHOCH, S., JULIER, R., KENNTNER-MABIALA, R. & KAUSSNER, Y. (2021). Entwicklung und Evaluation effizienter Trainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer zur Förderung ihrer Fahrkompetenz. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 309. Bremen: Fachverlag NW

SCHUBERT, K., GRÄCMANN, N. & BARTMANN, A. (2018). Demografischer Wandel - Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 283. Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH

SCHUMACHER, M. & SCHUBERT, K. (2018). Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BASt: Machbarkeitsstudie. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 282. Bremen: Fachverlag NW

SCHWEBEL, D. C., BALL, K. K., SEVERSON, J., BARTON, B. K., RIZZO, M. & VIAMONTE, S. M. (2007). Individual difference factors in risky driving among older adults. Journal of Safety Research, 38(5), 501-509

SCIALFA, C. T., GUZY, L. T., LEIBOWITZ, H. W., GARVEY, P. M. & TYRRELL, R. A. (1991). Age differences in estimating vehicle velocity. Psychology and Aging, 6(1), 60-66

SEEGER, R. & LEHMANN, R. (2011). Fahreignung und Fahrfähigkeit bei Diabetes mellitus. Therapeutische Umschau, 68(5), 249-252

SEKULER, A. B., BENNETT, P. J. & MAMELAK, M. (2000). Effects of aging on the useful field of view. Experimental Aging Research, 26, 103-120

SKIPPON, S. M., REED, N., LUKE, T., ROBBINS, R., CHATTINGTON, M. & HARRISON, A. H. (2010). Relationships between driving style, self-reported driving behaviour and personality. In L. Dorn (Ed.), Driver Behaviour and Training, Volume IV. Farnham, UK: Ashgate

SPECHT, J., EGLOFF, B. & SCHMUKLE, S. C. (2011). Stability and change of personality across the life course: The impact of age and major life events on mean-level and rank-order stability of the Big Five. Journal of Personality and Social Psychology, 101, 862-882

SPECHT, J., EGLOFF, B. & SCHMUKLE, S. C. (2013). Everything under control? The effects of age, gender, and education on trajectories of perceived control in a nationally representative German sample. Developmental Psychology, 49(2), 353-364

STATISTA (2023). Bevölkerung - Zahl der Einwohner in Deutschland nach relevanten Altersgruppen am 31. Dezember 2021. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/

STATISTISCHES BUNDESAMT (2019). Bevölkerung im Wandel. Annahmen und Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt

STATISTISCHES BUNDESAMT (2021a). Verkehrsunfälle. Unfälle von Senioren im Straßenverkehr 2020. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt

STATISTISCHES BUNDESAMT (2022). Verkehrsunfälle 2021. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt

SÜMER, N., LAJUNEN, T. & ÖZKAN, T. (2005). Big Five personality traits as the distal predictors of road accident involvement. In G. Underwood (Ed.), Traffic and transportation psychology. Theory and application (pp. 215-227). Proceedings of the ICTTP 2004. Amsterdam: Elsevier

SURGES, F. (2020). Kognitive Störungen und Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 303. Bremen: Wirtschaftsverlag NW

THOMPSON, T., POULTER, D., MILES, C., SOLMI, M., VERONESE, N., CARVALHO, A. F., STUBBS, B. & UC, E. Y. (2018). Driving impairment and crash risk in Parkinson disease: A systematic review and meta-analysis. Neurology, 91(10), e906-e916

TIAN, J., RAIKA, A., STAVRINOS, D. & ROSS, L. (2020). The relationship between Big Five personality traits and driving styles in older adults. Innovation in Aging, 4(Suppl 1), 390

TÖPPER, M. & FALKENSTEIN, M. (2019). Driving fitness in different forms of dementia: An update. Journal of the American Geriatrics Society, 67(10), 2186-2192

UC, E. Y., RIZZO, M., ANDERSON, S. W., SHI, Q. & DAWSON, J. D. (2005). Driver landmark and traffic sign identification in early Alzheimer's disease. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 76, 764-768

UMEGAKI, H. (2018). Diabetes-related cognitive dysfunction: Hyperglycemia in the early stage might be a key? Journal of Diabetes Investigation, 9, 1019-1021

VAN DEN BERG, T. J. T. P., VAN RIJN, L. J. R., MICHAEL, R., HEINE, C., COECKELBERGH, T., NISCHLER, C. & WILHELM, H. (2007). Straylight effects with aging and lens extraction. American Journal Ophthalmology, 144, 358-363

VAUCHER, P., HERZIG, D., CARDOSO, I., HERZOG, M. H., MANGIN, P. & FAVRAT, B. (2014) The Trail Making Test as a screening instrument for driving performance in older drivers: A translational research. BMC Geriatrics, 14, 123

VERHAEGHEN, P. & SALTHOUSE, T. A. (1997). Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. Psychological Bulletin, 122(3), 231-249

VERLEDEN, S., VINGERHOETS, G. & SANTENS, P. (2007). Hetereogeneity of cognitive dysfunction in Parkinson's disease: A cohort study. European Neurology, 58(1), 34-40

VLAHOU, E. L., THURM, F., KOLASSA, I. T. & SCHEE, W. (2014). Resting-state slow wave power, healthy aging and cognitive performance. Scientific Reports, 4(1), 5101

VOELCKER-REHAGE, C., STRONGE, A. J. & ALBERTS, J. L. (2006). Age-related differences in working memory and force control under dual-task conditions. Aging, Neuropsychology and Cognition, 13(3), 366-384

VON HERRATH, D., LUDWIG, W.-D., OELKERS, W., SCHNEIDER, T., SCHULER, J. & THIMME, W. (2009). Arzneimittel und Fahrtüchtigkeit im Straßenverkehr. Der Arzneimittelbrief. Unabhängiges Informationsblatt, 43, 89-91

WAHL, H.-W. & HEYL, V. (2007). Sensorik und Sensomotorik. In J. Brandstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), Entwicklungspsychologie der Lebensspanne – Ein Lehrbuch (S. 130-161). Stuttgart: Kohlhammer

WANG, Y., QU, W., GE, Y., SUN, X. & ZHANG, K. (2018). Effect of personality traits on driving style: Psychometric adaption of the multidimensional driving style inventory in a Chinese sample. PLoS One, 13(9), e0202126

WASCHER, E., ARNAU, S., REISER, J. E, RUDINGER, G., KARTHAUS, M., RINKENAUER, G., DREGER, F. & GETZMANN, S. (2019). Evaluating mental load during realistic driving simulations by means of round the ear electrodes. Frontiers in Neuroscience, 13, 940

WASCHER, E., GETZMANN, S. & KARTHAUS, M. (2016). Driver state examination: treading new paths. Accident Analysis & Prevention, 91, 157-165

WASCHER, E., RASCH, B., SÄNGER, J., HOFFMANN, S., SCHNEIDER, D., RINKENAUER, G., HEUER, H. & GUTBERLET, I. (2014). Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue. Biological Psychology, 96, 57-65

WASCHER, E., REISER, J., RINKENAUER, G., LARRA, M., DREGER, F., SCHNEIDER, D., KARTHAUS, M., GETZMANN, S., GUTBERLET, M. & ARNAU, S. (2021). Neuroergonomics on the go. An evaluation of the potential of mobile EEG for work-place assessment and design. Human Factors, 65, 86-106

WECHSLER, K., DRESCHER, U., JANOUCH, C., HAEGER, M., VOELCKER-REHAGE, C. & BOCK, O. (2018). Multitasking during simulated car driving: A comparison of young and older persons. Frontiers in Psychology, 9, 910

WELLER, G., SCHLAG, B., RÖSSGER, L., BUTTERWEGGE, P. & GEHLERT, T. (2015). Fahreignung älterer Pkw-Fahrer. Forschungsbericht Nr. 22, Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer

WELLER, G., STRAUZENBERG, N., HERLE, M., SCHLAG, B. & RICHTER, S. (2014). Accident patterns and prospects for maintaining the safety of older drivers. Köln: TÜV Media

WEST, S. K., HAHN, D. V., BALDWIN, K. C., DUNCAN, D. D., MUNOZ, B. E., TURANO, K. A., HASSAN, S. E., MUNRO, C. A. & BANDEEN-ROCHE, K. (2010). Older drivers and failure to stop at red lights. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, 65(2), 179-183

WICKENS, C. M., SMART, R. G. & MANN, R. E. (2014). The impact of depression on driver performance. International Journal of Mental Health and Addiction, 12, 524-537

WIKMAN, A. S. & SUMMALA, H. (2005). Aging and time-sharing in highway driving. Optometry and Vision Science, 82(8), 716-723

WILD-WALL, N., HAHN, M. & FALKENSTEIN, M. (2011). Preparatory processes and compensatory effort in older and younger participants in a driving-like dual task. Human Factors, 53(2), 91-102

WILD-WALL, N., HOHNSBEIN, J. & FALKENSTEIN, M. (2007). Effects of ageing on cognitive task preparation as reflected by event-related potentials. Clinical Neurophysiology, 118(3), 558-569

WOLKORTE, R. KAMPHUIS, J. & ZIJDEWIND, I. (2014). Increased reaction times and reduced response preparation already starts at middle age. Frontiers in Aging Neuroscience, 6, 79

WOLTER, D. (2014). Beginnende Demenz und Fahreignung. Teil 1: Grundlagen. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 47, 243-250

WOOD, J. M. & BLACK, A. A. (2016). Ocular disease and driving, Clinical and Experimental Optometry, 99(5), 395-401

WOOD, J. M., CHAPARRO, A., LACHEREZ, P. & HICKSON, L. (2012). Useful field of view predicts driving in the presence of distracters. Optometry and Vision Science, 89, 373-381

WOOD, J. M., LACHEREZ, P. F. & ANSTEY, K. J. (2013). Not all older adults have insight into their driving abilities: Evidence from an on-road assessment and implications for policy. Journals of Gerontology: Medical Sciences, 68(5), 559-566

YANKO, M. R. & SPALEK, T. M. (2013). Route familiarity breeds inattention: A driving simulator study. Accident Analysis and Prevention, 57, 80-86

YORDANOVA, J., KOLEV, V., HOHNSBEIN, J. & FALKENSTEIN, M. (2004). Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: Evidence from high-resolution event-related potentials. Brain, 127(2), 351-362

ZHANG, L., BALDWIN, K., MUNOZ, B., MUNRO, C., TURANO, K., HASSAN, S., LYKETSOS, C., BANDEEN-ROCHE, K. & WEST, S. K. (2007). Visual and cognitive predictors of performance on brake reaction test: Salisbury eye evaluation driving study. Ophthalmic Epidemiology, 14(4), 216-222

ZIMMERMANN, P. & FIMM, B. (2005). Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Mobilität. Herzogenrath: Psytest

ZIMMERMANN, P. & FIMM, B. (2017). Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (Version Mobilität), Version 1.3.1, Handbuch. Herzogenrath: Psytest

## Tabellen


Tab. 6-1: Anzahl und prozentualer Anteil der Teilnehmer und Teilnehmerinnen pro Kohorte in den einzelnen Erhebungszeiträumen (M1-M4)

Tab. 6-2: Vergleich des höchsten Schul- und Ausbildungsabschlusses in der Ausgangsstichprobe vs. der Gesamtpopulation (DESTATIS, 2023)

Tab. 6-3: Übersicht über die eingesetzten psychometrischen Tests mit den von ihnen erfassten Merkmalen und Funktionen und die jeweilige Testdauer

Tab. 6-4: TRIP-Einheiten für die Bildung der Zielvariable I

Tab. 6-5: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) – statistische Kennzahlen für die Längsschnitt-Stichprobe n=260 je Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-6: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) – statistische Kennzahlen für die Querschnittstichproben je Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-7: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) – statistische Kennzahlen für die Querschnittstichproben je Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-8: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) – statistische Kennzahlen für die Längsschnitt-Stichprobe n=260 je Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-9: TRIP-Kategorien für zwölf erhebliche Verstöße

Tab. 6-10: Anzahl der Verstöße für alle 4 Wellen

Tab. 6-11: Verstöße dichotomisiert für alle 4 Wellen

Tab. 6-12: Häufigkeiten der 16 Verstoß-Muster (0= kein Verstoß; 1 = mind. ein Verstoß) für die 116 Pbn, die 4mal im Fahrsimulator gefahren sind.

Tab. 6-13: Häufigkeiten der 8 Verstoß-Muster (0= kein Verstoß; 1 = mind. ein Verstoß) der 144 Pbn, die 3mal im Fahrsimulator verwertbare Daten geliefert haben.

Tab. 6-14: Fallzahl Probanden und Probandinnen (n) je gefahrener Strecke im Fahrsimulator, getrennt nach Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-15: Statistische Kennwerte zur Anzahl passierter kritischer Situationen und Anzahl zurückgelegter Kilometer für die Stichproben 1/1/1/1/0 und 1/1/1/1/1 je Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-16: Für den Längsschnitt verwertbare Teilmengen der Probandinnen und Probanden nach ausreichender (1) vs. nicht ausreichender (0) Fahrstrecke im Fahrsimulator an den vier Messzeitpunkten

Tab. 6-17: Anzahl der bei der Datenauswertung einbezogenen Probanden und Probandinnen pro Kohorte (Längsschnitt, n = 260)

Tab. 6-18: Monatliches Netto-Einkommen der Haushalte der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messzeitpunkt (MP)

Tab. 6-19: Mittelwerte und Standardabweichungen (in Sekunden) der Stichprobe in den Subtests TMT-A und TMT-B, getrennt nach Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4)

Tab. 6-20: Mittelwerte und Standardabweichungen der Konzentrationsleistung (KL) und Fehlerquote (F%) im d2-R Test, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-21: Ausgewählte Kennwerte, ihre Operationalisierung und Bedeutung aus den eingesetzten Subtests des TAP-M

Tab. 6-22: Mittelwerte, Median, Standardabweichungen und Prozentränge der wichtigsten Kennwerte aus den TAP-Subtests, getrennt nach Messung (M1-M4); RS = Reaktionsschnelligkeit, KonstAufmerks = Konstanz der Aufmerksamkeitsfokussierung, SchnAufgWechsel = Schnelligkeit beim Aufgabenwechsel, GeschwEnt = Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen

Tab. 6-23: Prozentuale Verteilung der Risikoeinschätzungen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-24: Mittelwerte und Standardabweichungen des Kennwerts Überblicksgewinnung, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-25: Verteilung der im MoCA-Test erzielten Gesamtwerte in der Stichprobe, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-26: Verteilung der Visus-Werte (binokular) in der Stichprobe, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-27: Mittelwerte der Längsschnittstichprobe in den fünf Dimensionen des NEO-FFM, getrennt nach Geschlecht und Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4)

Tab. 6-28: Prozentränge der Längsschnittstichprobe in den fünf Dimensionen des NEO-FFM, getrennt nach Geschlecht und Erhebungszeitraum / Messung (M1-M4)

Tab. 6-29: Prozentualer Anteil der Teilnehmer und Teilnehmerinnen, denen im Erhebungszeitraum jederzeit ein eigenes Auto zur Verfügung stand und die ein Auto mit Schaltgetriebe fahren (M1-M4)

Tab. 6-30: Prozentualer Anteil der Personen, für die das Auto das meistgenutzte Verkehrsmittel ist, die eher selbst fahren anstatt mit zu fahren sowie Verteilung der Jahreskilometer-Fahrleistung, der Fahrleistung in einer typischen Woche und Zufriedenheit mit dem ÖPNV am Wohnort, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-31: Prozentuale Zustimmung zu den fünf wichtigsten Aspekten der Fahrmotivation, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-32: Prozentuale Zustimmung zu den nach eigenen Angaben fünf häufigsten Fahrfehlern der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-32: Prozentuale Zustimmung zur Schuldfrage bezogen auf den letzten Unfall, an dem die Personen in der Stichprobe beteiligt waren, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-33: Prozentualer Anteil der Befragten, die in den letzten 3 Jahren bzw. seit der letzten Untersuchung in mindestens einen Verkehrsunfall verwickelt waren und mit welchem Verkehrsmittel sie dabei unterwegs waren, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-34: Prozentuale Zustimmung zur Schuldfrage bezogen auf den letzten Unfall, an die Personen in der Stichprobe beteiligt waren, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-35: Prozentuale Zustimmung zur Anwendung verschiedener Kompensationsstrategien, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-36: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittels Faktorenanalyse ermittelten Faktoren zum Kompensationsverhalten, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-37: Selbstbild der Probanden und Probandinnen als Autofahrer / Autofahrerin, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-38: Aspekte der Handlungskompetenzerwartung mit der höchsten Zustimmung, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-39: Fünf von den Probanden und Probandinnen als besonders gefährlich eingeschätzte Situationen beim Autofahren, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-40: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittels Faktorenanalyse ermittelten Faktoren zur Handlungskompetenzerwartung, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-41: Lebenszufriedenheit der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-42: Häufigkeit und Anzahl der Sozialkontakte der Probanden und Probandinnen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-43: Subjektive Einschätzung des allgemeinen Gesundheitszustands, der geistigen Leistungen, der Hör- und Sehfähigkeit, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-44: Häufigkeit der in der Stichprobe häufigsten Erkrankungen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-45: Die drei in der Stichprobe am häufigsten eingenommenen Medikamente, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-46: Die fünf häufigsten Aktivitäten der Probanden und Probandinnen zum Thema Verkehrssicherheit, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-47: Nutzung von und Interesse an Fahrassistenzsystemen, getrennt nach Messung (M1-M4)

Tab. 6-48: Änderung der Bedeutung / Wichtigkeit einzelner Verkehrsmittel während der COVID-19-Pandemie.

Tab. 6-49: Kilometerleistung pro Woche vor und während der pandemiebedingten Einschränkungen

Tab. 6-50: Bewusste Vermeidung bestimmter Aktivitäten aus Gründen des Infektionsschutzes.

Tab. 6-51: Basismodell für den TRIP-Risikoindex (ZV I): Mittelwert der Interzepte (Konstanter Term) = 1,417421 für das Altersquartal 0 (66,5-66,75 Jahre). Mit jedem Altersquartal wächst der Altersgradient des TRIP-Index für die Stichprobe n=260 um 0,000500 Punkte.

Tab. 6-52: Erweiterung des Basismodells um fünf zeitabhängige Kovariaten aus dem Bereich G: Fahrkompetenzeinschätzung.

Tab. 6-53: Modellparameter des sog.“ finalen Modells“

## Bilder

Bild 6-1: Ablauf des DoBoLSiS-Projekts mit den vier Erhebungszeiträumen (M1-M4) und den Zeiträumen, in denen aufgrund der COVID-19-Pandemie keine Messungen vorgenommen werden konnten (rot umrandet)

Bild 6-2: Altersverteilung der Probanden und Probandinnen in den einzelnen Erhebungszeiträumen (M1-M4)

Bild 6-3: Schematische Darstellung der wichtigsten verkehrssicherheitsrelevanten Funktionen und Personenmerkmale, die altersbedingten Veränderungen unterliegen, und ihrerseits auf das Fahrverhalten / Unfallrisiko einwirken können, sowie die Erhebungsinstrumente, die zu ihrer Erfassung eingesetzt werden

Bild 6-4: Setup des im DoBoLSiS-Projekt eingesetzten Fahrsimulators mit Probandin.

Bild 6-5: Schematische Darstellung des Fahrparcours gesamt (A) und des Stadtbereichs im Detail (B), der im Gesamt-Fahrparcours unten links erkennbar ist

Bild 6-6: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes bei jeder Messung; SSQ = Simulator Sickness Questionnaire

Bild 6-7: Verteilung der empirisch gemessenen TRIP-Mittelwerte für die der Längsschnittstichprobe n=260 zugrundeliegenden 896 Messungen

Bild 6-8: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=133, Messzeitpunkt 4)

Bild 6-9: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=377, Messzeitpunkt 1)

Bild 6-10: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=309, Messzeitpunkt 2)

Bild 6-11: Zielvariable I: Risikoindex (empirisch gemessen) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=260, Messzeitpunkt 3)

Bild 6-12: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=377, Messzeitpunkt 1)

Bild 6-13: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=309, Messzeitpunkt 2)

Bild 6-14: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=260, Messzeitpunkt 3)

Bild 6-15: Zielvariable I: Risikoindex (korrigiert) X Anzahl passierter kritischer Situationen (n=133, Messzeitpunkt 4)

Bild 6-16: Verteilung der gewichteten TRIP-Mittelwerte für die der Längsschnitt-Stichprobe n=260 zugrundeliegenden Messungen

Bild 6-17: Teilmengen der Probanden und Probandinnen nach ausreichender (1) vs. nicht ausreichender (0) Fahrstrecke im Fahrsimulator im Längsschnitt / an den vier Messzeitpunkten (Venn-Diagramm)

Bild 6-18: Exemplarische Darstellung fiktiver „Growth Curves“ von neun Personen aus vier Kohorten über jeweils zwei Messzeitpunkte

Bild 6-19: Intercept-Slope-Modelle: Von der einfachen Regression bis zum RIRS-Modell: Random-Intercept-Random-Slope (RIRS)

Bild 6-20: Veranschaulichung der individuellen Muster/Sequenzen von Beobachtungspunkten (hinsichtlich Anzahl und zeitlicher Positionierung) im Kontext von HLM-Analysen

Bild 6-21: Kleine Kreise mit durchgezogenen Linien = empirische Daten; Punktierte Linien = individuelles geschätztes lineares (noch nicht über die x-Achse = Alter extrapoliertes) Wachstumsmodell; dunkle durchgezogene Linie = der „Altersgradient“ für die gesamte Gruppe, Abbildung von LOCASCIO & ATRI (2011)

Bild 6-22: TRIP-Altersgradient auf Basis der HLM-Analyse für die Längsschnittstichprobe n=260. Datenreihe 1 (blau): Mittelwerte pro Quartal. Datenreihe 2 (orange): TRIP-Altersgradient

Bild 6-23: TRIP Altersgradienten für die 10 Kohorten der Studie DoBoLSiS. Schwarz gestrichelt der Altersgradient für die gesamte Stichprobe n=260

Bild 6-24: Korrelation der modellierten TRIP-Werte für die Längsschnittstichprobe n=260 für die Probandinnen und Probanden im Alter von 66,5 mit den modellierten TRIP-Werten im Alter von 81,25

Bild 6-25: Basismodelle: Altersgradienten der zeitabhängigen Kovariate „Offensives Fahren“ (G2.2) – orange oben – und Altersgradient TRIP – blau unten.

Bild 6-26: TRIP-Basismodell mit Einfluss der zeitabhängigen Kovariate „Offensives Fahren“ (G2.2) – blau oben – und ohne diesen Einfluss – orange unten

Bild 6-27: TRIP-Basismodell mit Einfluss der zeitabhängigen Kovariaten des sog. „finalen Modells“ (siehe Tabelle 6-53)

Bild 6-28: Das sog. „finale Modell“ mit den 6 zeitabhängigen Kovariaten (s. Tab. 6-53) als Pfadmodell über den Zeitraum von knapp 15 Jahren - „Altersquartal 0 (66,5 Jahre) bis Altersquartal 58 (81,25 Jahre).

Bild 6-29: Zusammenhang von Lebensalter und Theta- und Alpha-Aktivität (in $\mu V^2$). Dargestellt sind die Messwerte pro Proband/in und Messzeitpunkt (M1-M4) sowie die jeweiligen Regressionsgeraden

Bild 6-30: Zusammenhang von Theta- und Alpha-Aktivität sowie normierter Theta- und Alpha-Aktivität (in $\mu V^2$) und TRIP-basiertem Risikoindex. Dargestellt sind die Messwerte pro Proband/in und Messzeitpunkt (M1-M4) sowie die jeweiligen Regressionsgeraden

# Anlagen

# Anhang A: Fragebogen zum Fahrverhalten

## Fragebogen zum Projekt

## „Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren und ihre Einflussfaktoren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre“

Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihnen, Ihrem Fahrverhalten und zu verkehrsspezifischen Themen.

### A: Fahrbiografie

Zunächst möchten wir gerne mehr über Ihre Fahrbiografie erfahren.

**A1 Für welches dieser Fahrzeuge besitzen Sie eine gültige Fahrerlaubnis (Führerschein)?** *(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Pkw

2 ❑ Motorrad

3 ❑ Moped/Roller

**A2 Wie alt waren Sie, als Sie den Pkw-Führerschein gemacht haben?**

ca. _____ Jahre (*bitte Alter eintragen*)

**A3 In welchem Alter haben Sie begonnen, regelmäßig selbst Auto zu fahren?**

ca. _____ Jahre (*bitte Alter eintragen*)

**A4 Gab es in den letzten 20 Jahren Zeiten, in denen Sie länger (mindestens 6 Monate lang) kein Auto gefahren sind?**

1 ❑ ja

**A4.a** → wann war das ungefähr? vor _____Jahren

**A4.b** → für wie lange? für _____Jahre

2 ❑ nein

**A5 Steht Ihnen aktuell jederzeit ein Auto zur Verfügung?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

**A6 Welches Getriebe hat das Auto, das Sie derzeit am häufigsten fahren?**

*Bitte wählen Sie nur **eine** Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ Automatikgetriebe

2 ❑ Schaltgetriebe

**A7 Seit wann fahren Sie ein Auto / Autos mit dieser Getriebeart?**

*Bitte wählen Sie nur **eine** Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ schon immer

2 ❑ seit _____ *(bitte Jahreszahl eintragen)*

**A8 Welche der folgenden Verkehrsmittel stehen Ihnen jederzeit zur Nutzung zur Verfügung?** *(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Motorrad

2 ❑ Moped / Roller

3 ❑ Fahrrad

4 ❑ Fahrrad mit Elektromotor

5 ❑ nichts davon

## B: Fahrgewohnheiten

Im Folgenden interessieren uns Ihre Fahrgewohnheiten. Bitte beziehen Sie alle folgenden Fragen immer auf sich selbst als Autofahrer / Autofahrerin.

**B1 Sind Sie häufiger alleine oder zusammen mit anderen mit dem Auto unterwegs?**

1 ❑ häufiger alleine

2 ❑ häufiger mit anderen

3 ❑ beides gleichermaßen

**B2 Wenn Sie nicht alleine mit dem Auto unterwegs sind, sind Sie dann meistens Fahrer oder Beifahrer?**
*Bitte wählen Sie nur **eine** Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ meistens Fahrer

2 ❑ meistens Beifahrer

**B3 Welches Verkehrsmittel benutzen Sie am häufigsten?**
*Bitte wählen Sie nur **eine** Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ Auto (fahre selbst)

2 ❑ Auto (fahre mit einer anderen Person mit)

3 ❑ Motorrad

4 ❑ Moped / Roller

5 ❑ Fahrrad

6 ❑ Fahrrad mit Elektromotor

7 ❑ öffentlicher Nahverkehr (Bus, Straßenbahn, S- oder U-Bahn)

8 ❑ Zug

9 ❑ Taxi

10 ❑ zu Fuß (für Entfernungen von mehr als 100 m)

**B4 Wie häufig nutzen Sie diese Verkehrsmittel?**

| | | sehr oft (mind. 4 Tage pro Woche) | oft (1-3 Tage pro Woche) | manchmal (1-3 Tage pro Monat oder seltener) | nie |
|---|---|---|---|---|---|
| **B4.a** | Auto (fahre selbst) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.b** | Auto (als Beifahrer) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.c** | Motorrad | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.d** | Moped / Roller | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.e** | Fahrrad | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.f** | Fahrrad mit Elektromotor | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.g** | Öffentlicher Nahverkehr (Bus, Straßenbahn, S- oder U-Bahn) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.h** | Zug | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.i** | Taxi | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B4.j** | zu Fuß (100 m und mehr) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**B5 Wie viele Kilometer fahren Sie <u>in einer typischen Woche</u> selbst mit dem Auto?**

1 ❑ weniger als 50 Kilometer

2 ❑ 50-100 Kilometer

3 ❑ 100-300 Kilometer

4 ❑ 300-500 Kilometer

5 ❑ mehr als 500 Kilometer

**B6 Wie viele Kilometer sind <u>Sie in den letzten 12 Monaten</u> ungefähr selbst mit dem Auto gefahren?**

1 ❑ weniger als 1.000 Kilometer

2 ❑ 1.000-3.000 Kilometer

3 ❑ 3.000-5.000 Kilometer

4 ❑ 5.000-10.000 Kilometer

5 ❑ 10.000-20.000 Kilometer

6 ❑ 20.000-30.000 Kilometer

7 ❑ mehr als 30.000 Kilometer

**B7 Wie häufig kommen bei Ihnen als Autofahrer folgende Situationen vor?**

| | | sehr oft | oft | manchmal | (fast) nie |
|---|---|---|---|---|---|
| **B7.a** | auf der Autobahn fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.b** | bei Nebel fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.c** | fahren, wenn ich müde bin | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.d** | auf langen Strecken eine Pause machen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.e** | bei regnerischem Wetter fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.f** | zu Fuß gehen anstatt mit dem Auto fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.g** | fahren, wenn ich mich unwohl fühle | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.h** | bei Dunkelheit fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.i** | fahren, wenn ich Alkohol getrunken habe | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.j** | im Stadtverkehr fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.k** | bei anderen mitfahren statt selbst zu fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**B7 Wie häufig kommen bei Ihnen als Autofahrer folgende Situationen vor?**

| | | sehr oft | oft | manchmal | (fast) nie |
|---|---|---|---|---|---|
| **B7.l** | Abbiegen auf einer stark befahrenen Straße ohne Abbiegespur | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.m** | mit dem Auto unübersichtliche Kreuzungen überqueren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.n** | mehrspurige Straßen benutzen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.o** | Strecken fahren, auf denen viel Verkehr ist | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.p** | nur dann fahren, wenn ich mich körperlich fit fühle | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.q** | mich beim Autofahren unter Zeitdruck setzen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.r** | bei Dämmerung fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.s** | auf einer stark befahrenen Landstraße überholen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.t** | zu Stoßzeiten fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.u** | lange Strecken selbst fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.v** | Navigationssystem bedienen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.w** | Fahrassistenten verwenden | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.x** | Handy benutzen (telefonieren ohne Freisprechanlage, SMS verschicken o.ä.) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.y** | dicht auffahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B7.z** | Gespräche mit Mitfahrern führen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**B8 Wie häufig sind Sie auf der Autobahn, auf Landstraßen oder im Stadtgebiet unterwegs?** *(bitte ungefähre Prozentzahlen verwenden, die sich insgesamt auf 100% addieren sollen)*

Autobahn: _____ %

Landstraßen: _____ %

Stadtgebiet: _____ %

**B9 Wie viele Einwohner hat Ihr Wohnort?**
*(bitte nur eine Antwort ankreuzen)*

1 ❑ weniger als 5.000

2 ❑ 5.000 bis 20.000

3 ❑ 20.000 bis 100.000

4 ❑ 100.000 bis 500.000

5 ❑ mehr als 500.000

**B10 Wie würden Sie Ihre Wohngegend beschreiben?**
*Kreuzen Sie bitte an, wie sehr die einzelnen Merkmale auf Ihre Wohngegend zutreffen. Falls Sie mehrere Wohnsitze haben, denken Sie bitte an Ihren Hauptwohnsitz, an dem Sie sich die meiste Zeit des Jahres aufhalten.*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **B10.a** | viele Bäume, viel Grün | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.b** | wenig Autoverkehr | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.c** | wenig Kriminalität | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.d** | nahe gelegene Einkaufsmöglichkeiten | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.e** | genügend Freizeitangebote in der Nähe | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.f** | gute medizinische Versorgung in der Nähe | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.g** | gute Nachbarn | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.h** | Lärm durch spielende Kinder | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.i** | Lärm durch Zugverkehr | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.j** | Lärm durch Industrie | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.k** | schmutzige Luft | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.l** | für Radfahrer nutzerfreundlich gestaltet | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.m** | viele Steigungen / starkes Gefälle | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.n** | Verkehrsflächen für Fußgänger nutzerfreundlich gestaltet | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.o** | Lärm durch Partys, Grillpartys, Feste | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B10.p** | nahe gelegene Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**B11 Wie gut sind folgende Ziele für Sie zu Fuß oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen?**

| | | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | gar nicht | weiß ich nicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **B11.a** | Lebensmittelgeschäft | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.b** | Bank, Sparkasse | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.c** | Rathaus, Behörden | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.d** | Post | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.e** | Hausarzt | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.f** | Apotheke | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.g** | Kirche | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.h** | Verwandte | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.i** | Freunde | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.j** | Seniorentreff | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **B11.k** | Theater, Konzerte, etc. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**B12 Wie gut sind Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs für Sie zu Fuß zu erreichen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | gar nicht | weiß ich nicht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**B13 Wie groß ist die Entfernung von Ihrer Wohnung / Ihrem Haus zur nächstgelegenen Bus- oder Bahnhaltestelle?**

1 ❑ weniger als 100 Meter

2 ❑ 100 bis 500 Meter

3 ❑ 500 Meter bis 1 Kilometer

4 ❑ weiter als 1 Kilometer

5 ❑ weiß ich nicht

**B14 Wie zufrieden sind Sie mit dem Angebot im öffentlichen Nahverkehr in Ihrer Wohngegend?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr zufrieden | zufrieden | eher zufrieden | eher unzufrieden | unzufrieden | sehr unzufrieden |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**B15 Wie gut glauben Sie, würden Sie heute ohne Auto auskommen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**B16 Könnten Sie sich <u>jetzt</u> ein Leben ohne eigenes bzw. verfügbares Auto vorstellen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|
| auf jeden Fall | eher ja | eher nein | auf keinen Fall |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

**B17 Könnten Sie sich vorstellen, <u>irgendwann später</u> nicht mehr Auto zu fahren?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|
| auf jeden Fall | eher ja | eher nein | auf keinen Fall |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

**B18 Welche Gründe können Sie sich vorstellen, um irgendwann nicht mehr Auto zu fahren?** *(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Sehschwäche

2 ❑ andere gesundheitliche Einschränkungen

3 ❑ unsichere Fahrweise

4 ❑ nachlassende Reaktionsgeschwindigkeit

5 ❑ nachlassende Konzentrationsfähigkeit

6 ❑ wenn Mitfahrer / Verwandte / Bekannte mir dazu raten

7 ❑ wenn mein Arzt mir dazu rät

8 ❑ wenn ich einen schweren Unfall verursache

9 ❑ wenn ich ein bestimmtes Alter erreicht habe

10 ❑ sonstige Gründe

11 ❑ keine

## C: Fahrmotivation

Nun interessiert uns Ihre Einstellung zum Thema Autofahren. Bitte antworten Sie auch hier ehrlich, uns ist Ihre persönliche Meinung wichtig!

**C1 Was denken Sie über das Autofahren?**

*Kreuzen Sie bitte die Antwort an, die Ihrer Meinung nach am besten auf Sie zutrifft.*

| | | stimme voll und ganz zu | stimme eher zu | stimme eher nicht zu | stimme überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **C1.a** | Autofahren macht Spaß. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.b** | Mit dem Auto zu fahren ist einfach bequemer. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.c** | Autofahren ist letztlich das billigste. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**C1 Was denken Sie über das Autofahren?**

*Kreuzen Sie bitte die Antwort an, die Ihrer Meinung nach am besten auf Sie zutrifft.*

| | | stimme voll und ganz zu | stimme eher zu | stimme eher nicht zu | stimme überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **C1.d** | Im Auto fühlt man sich am sichersten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.e** | Autofahren ist entspannend. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.f** | Das Auto ist einfach am schnellsten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.g** | Im Auto kann man sich in Ruhe unterhalten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.h** | Ein Auto ist mehr als nur ein Transportmittel. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.i** | Das Auto hilft mir, meine Unabhängigkeit zu wahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.j** | Das Auto leistet einen wichtigen Beitrag zu meiner Lebenszufriedenheit. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.k** | Alles rund um das Auto finde ich faszinierend. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.l** | Ein Auto sagt etwas über den Besitzer aus. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C1.m** | Autofahren ist Mittel zum Zweck. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**C2 Fahren Sie gerne Auto?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

**C3 Hat sich Ihre Freude am Autofahren im Laufe der Zeit verändert?**

*Denken Sie bitte an die Zeit zurück, in der Sie ungefähr 45 Jahre alt waren und beziehen Sie Ihre Antworten auf den Zeitraum von damals bis heute.*

1 ❑ ja, ich fahre heute lieber Auto

**C3.a Wenn ja, aus welchen Gründen?**

_____

_____

_____

2 ❑ ja, ich bin früher lieber Auto gefahren

**C3.b Wenn ja, aus welchen Gründen?**

_____

_____

_____

3 ❑ nein

**C4 Wie oft ist Ihnen im letzten Jahr einer dieser Fehler beim Autofahren passiert?**

*Kreuzen Sie bitte die Antwort an, die Ihrer Meinung nach am besten auf Sie zutrifft.*

| | | sehr oft | oft | manchmal | (fast) nie |
|---|---|---|---|---|---|
| **C4.a** | Ich bin aus Versehen über eine Kreuzung gefahren, obwohl die Ampel schon von Gelb auf Rot umgesprungen ist. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.b** | Ich habe beim Rechtsabbiegen fast einen Fußgänger / Radfahrer übersehen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.c** | Ich bin nach dem Genuss von Alkohol selbst Auto gefahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.d** | Ich habe beim Überholen die Geschwindigkeit eines entgegen kommenden Fahrzeugs eher unterschätzt. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.e** | Ich habe beim Rangieren einen Gegenstand angefahren, den ich vorher nicht gesehen habe. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.f** | Ich bin an einer Kreuzung auf die falsche Fahrspur geraten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.g** | Ich habe auf einer rutschigen oder nassen Straße zu scharf gebremst und bin ins Schleudern geraten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.h** | Ich habe an einer Kreuzung plötzlich nicht mehr gewusst, wer Vorfahrt hat. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.i** | Ich habe beim Spurwechsel nicht den Kopf gewendet. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.j** | Ich habe an einer Kreuzung jemandem unbeabsichtigt die Vorfahrt genommen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.k** | Ich bin bei einer auf Grün umspringenden Ampel auf die Abbiegespur losgefahren, obwohl die Ampel auf meiner Spur noch Rot anzeigte. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.l** | Ich habe beim Linksabbiegen fast einen Fußgänger/Radfahrer übersehen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **C4.m** | Ich habe nur dem ersten vorfahrtberechtigten Fahrzeug Vorfahrt gewährt, aber ein zweites bevorrechtigtes Fahrzeug übersehen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

## D: Unfallgeschichte

Nun interessiert uns Ihre Unfallgeschichte.

Bitte antworten Sie auch hier ehrlich, uns ist Ihre persönliche Erfahrung wichtig!

**D1.a Waren Sie in den vergangenen drei Jahren in einen oder mehrere Verkehrsunfälle verwickelt, sei es als Autofahrer, Motorrad-, Moped-, Rollerfahrer, Radfahrer oder Fußgänger?**

1 ❑ ja → bitte fortfahren bei Frage **D1.b**

2 ❑ nein → bitte fortfahren bei Frage **E1 (Kompensationsstrategien)**

**D1.b als PKW -Fahrer bzw. -fahrerin**

1 ❑ ja, _____ mal

2 ❑ nein

**D1.c als PKW-Mitfahrer bzw. -fahrerin**

1 ❑ ja _____ mal

2 ❑ nein

**D1.d als Motorrad-, Moped-, Rollerfahrer bzw. -fahrerin**

1 ❑ ja _____ mal

2 ❑ nein

**D1.e als Fahrer bzw. Fahrerin eines Fahrrads mit Elektromotor**

1 ❑ ja, _____ mal

2 ❑ nein

**D1.f** **als Radfahrer bzw. -fahrerin** (Fahrrad ohne Motor)

1 ❑ ja, _____mal

2 ❑ nein

**D1.g** **als Fußgänger bzw. Fußgängerin**

1 ❑ ja, _____mal

2 ❑ nein

Falls Sie **in den letzten drei Jahren** in **EINEN Unfall** verwickelt waren, fahren Sie bitte bei **Frage D3** fort.

**D2** **Mit welchem Verkehrsmittel waren Sie an Ihrem letzten Unfall beteiligt?**

1 ❑ Auto

2 ❑ Motorrad

3 ❑ Moped / Roller

4 ❑ Fahrrad mit Elektromotor

5 ❑ Fahrrad

6 ❑ als Fußgänger

**D3** **Hatten Sie an diesem Unfall die Alleinschuld, hatten Sie eine Mitschuld oder traf Sie keinerlei Schuld?**

1 ❑ Alleinschuld

2 ❑ Mitschuld

3 ❑ keinerlei Schuld

**D4** **Wie viele Unfälle mit Sachschaden im letzten Jahr waren Bagatellunfälle (ohne Polizeibeteiligung) mit kleinen Schäden (wie Kratzer, Beulen, abgebrochener Außenspiegel o.ä.)?**

ca. _____ *(bitte Zahl eintragen)*

## E: Kompensationsstrategien

Im Folgenden interessieren wir uns für Ihre Fahrgewohnheiten und Vorlieben, die sich im Laufe Ihres Lebens verändert haben. Deshalb denken Sie beim Ausfüllen der nächsten Fragen bitte an Ihre Fahrgewohnheiten und Vorlieben **im Alter von etwa 45 Jahren** zurück.

**E1** **Was machen Sie als Autofahrer heute <u>häufiger/seltener</u> als im Alter von 45 Jahren?**

*Welche Aussagen treffen auf Sie zu?*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **E1.a** | Ich fahre häufiger auf der Autobahn. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.b** | Ich fahre seltener bei Nebel. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.c** | Ich fahre seltener, wenn ich müde bin. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.d** | Ich mache auf langen Strecken häufiger eine Pause. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.e** | Ich fahre seltener bei regnerischem Wetter. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.f** | Ich gehe häufiger zu Fuß anstatt mit dem Auto zu fahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.g** | Ich fahre seltener, wenn ich mich unwohl fühle. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.h** | Ich fahre seltener bei Dunkelheit. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.i** | Ich fahre häufiger, wenn ich Alkohol getrunken habe. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.j** | Ich fahre seltener im Stadtverkehr. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.k** | Ich fahre häufiger bei anderen mit als selbst zu fahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**E1** **Was machen Sie als Autofahrer heute <u>häufiger/seltener</u> als im Alter von 45 Jahren?**

*Welche Aussagen treffen auf Sie zu?*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **E1.l** | Ich vermeide das Abbiegen auf einer stark befahrenen Straße ohne Abbiegespur. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.m** | Ich benutze häufiger mehrspurige Straßen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.n** | Ich vermeide es, mit dem Auto unübersichtliche Kreuzungen zu überqueren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.o** | Ich fahre seltener Strecken, auf denen viel Verkehr ist. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.p** | Ich fahre nur noch, wenn ich mich körperlich fit fühle. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.q** | Ich lasse mich beim Autofahren häufiger unter Zeitdruck setzen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.r** | Ich fahre seltener bei Dämmerung. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.s** | Ich überhole seltener auf einer stark befahrenen Landstraße. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.t** | Ich fahre häufiger zu Stoßzeiten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.u** | Ich fahre lange Strecken häufiger selbst. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.v** | Ich fahre seltener unbekannte Strecken. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.w** | Ich fahre rücksichtsvoller. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.x** | Ich halte seltener einen kurzen Abstand zum Vorausfahrenden. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**E1** **Was machen Sie als Autofahrer heute <u>häufiger/seltener</u> als im Alter von 45 Jahren?**

*Welche Aussagen treffen auf Sie zu?*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **E1.y** | Ich fahre häufiger mit dem Fahrrad. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E1.z** | Ich fahre häufiger mit öffentlichen Verkehrsmitteln. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**E2** **Was machen Sie als Autofahrer heute <u>anders</u> als im Alter von 45 Jahren?**
*Kreuzen Sie bitte die Antwort an, die Ihrer Meinung nach am besten auf Sie zutrifft.*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | weder noch | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E2.a** | Ich fahre generell weniger Kilometer. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.b** | Ich bereite Autofahrten besser vor. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.c** | Ich fahre generell langsamer. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.d** | Ich werde schneller müde. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.e** | Ich fahre generell vorsichtiger. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.f** | Ich halte generell einen größeren Sicherheitsabstand. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.g** | Ich habe mehr Freude am Autofahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.h** | Ich höre häufiger Radio oder CD. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**E2** **Was machen Sie als Autofahrer heute <u>anders</u> als im Alter von 45 Jahren?**
*Kreuzen Sie bitte die Antwort an, die Ihrer Meinung nach am besten auf Sie zutrifft.*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | weder noch | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **E2.i** | Ich unterhalte mich häufiger mit meinen Mitfahrern. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.j** | Ich reagiere schneller. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.k** | Ich fühle mich in komplexen Umgebungen (z.B. Innenstadt) leichter abgelenkt. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.l** | Ich habe das Gefühl, dass meine Konzentration schneller nachlässt. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E2.m** | Ich fühle mich den Anforderungen im Straßenverkehr stets gewachsen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**E3** **Hat sich die Wahl Ihrer Verkehrsmittel im Laufe der Zeit geändert?**
*Denken Sie bitte an die Zeit zurück, in der Sie ungefähr 45 Jahre alt waren und beziehen Sie Ihre Antworten auf den Zeitraum von damals bis heute.*

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Heute bin ich häufiger als früher unterwegs…** | | | | |
| **E3.a** | …mit dem öffentlichen Nahverkehr (Bus, Zug, Straßenbahn, S- oder U-Bahn) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E3.b** | …mit dem Zug auf längeren Strecken (ab ca. 100 Kilometern) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E3.c** | …mit dem Fahrrad | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **E3.d** | …zu Fuß | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

## F: Selbstbild

Nun interessiert uns, wie Sie sich selbst im Vergleich zu anderen Autofahrern Ihres Alters einschätzen.

**F1 Wie würden Sie sich selbst als Autofahrer im Vergleich zu anderen Autofahrern Ihres Alters beurteilen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|
| viel besser | eher besser | genauso gut | eher schlechter | viel schlechter |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**F2 Gibt es etwas, das Sie als Autofahrer besser machen oder können als andere Autofahrer Ihres Alters?** (*Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Ich fahre konzentrierter.

2 ❑ Ich fahre auch bei höherer Geschwindigkeit sicherer.

3 ❑ Ich fahre defensiver und gehe weniger Risiken ein.

4 ❑ Ich fühle mich sicherer, da ich viel Fahrpraxis habe.

5 ❑ Ich erkenne mögliche Gefahrensituationen schneller.

6 ❑ Nichts.

7 ❑ sonstiges *(bitte tragen Sie ein)*

_____

**F3** **Gibt es etwas, das Sie als Autofahrer <u>weniger gut</u> machen oder können als andere Autofahrer <u>Ihres Alters</u>?** (*Mehrfachnennungen sind möglich*)

1 ❑ Ich fahre etwas unsicherer.

2 ❑ Ich sehe nicht mehr so gut.

3 ❑ Ich kann mich nicht mehr so gut bewegen (z.B. Schulterblick).

4 ❑ Ich kann mich nicht mehr so lange konzentrieren.

5 ❑ Ich fühle mich – vor allem in innerstädtischen Bereichen – leichter abgelenkt.

6 ❑ Nichts.

7 ❑ sonstiges *(bitte tragen Sie ein)*

_____

## G: Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren

Nun interessieren uns Ihre Erwartungen und Einstellungen zum Autofahren. Bitte antworten Sie auch hier ehrlich, uns ist Ihre <u>persönliche</u> Meinung wichtig!

**G1** **Wie sehr trauen Sie sich zu, in den folgenden Situationen ein Auto sicher zu lenken?**

| | | **traue ich mir voll zu** | **traue ich mir eher zu** | **traue ich mir eher nicht zu** | **traue ich mir überhaupt nicht zu** |
|---|---|---|---|---|---|
| **G1.a** | nach einem langen Abend bei Freunden oder Bekannten müde nach Hause fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.b** | sportlich, schnell durch eine scharfe Kurve fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.c** | mich nicht ablenken lassen, wenn gut gelaunte Freunde mitfahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**G1 Wie sehr trauen Sie sich zu, in den folgenden Situationen ein Auto sicher zu lenken?**

| | | traue ich mir voll zu | traue ich mir eher zu | traue ich mir eher nicht zu | traue ich mir überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **G1.d** | beim Autofahren über ein persönliches Problem nachdenken | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.e** | auf einer dicht befahrenen Landstraße andere Autos überholen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.f** | sicher Autofahren, wenn ich etwa einen Liter Bier oder einen halben Liter Wein getrunken habe | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.g** | 500 Kilometer am Stück fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.h** | in einer fremden Großstadt ohne Navigationssystem ein bestimmtes Ziel suchen (z.B. die Wohnung eines Freundes, einer Freundin) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.i** | richtig reagieren, wenn bei Dunkelheit plötzlich ein Reh eine Landstraße überquert | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.j** | bei lauter Musik Auto fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.k** | im Notfall trotz geringen Abstands zum Vorausfahrenden rechtzeitig bremsen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.l** | fünf Stunden lang Auto fahren, ohne Pause zu machen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.m** | Auto fahren, wenn ich mich nicht fit fühle oder krank bin | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.n** | zu Hauptverkehrszeiten durch eine Stadt fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G1.o** | bei Dunkelheit Auto fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**G2 Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie persönlich zu?**

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **G2.a** | Es macht mir Spaß, bei hohem Tempo gefordert zu werden. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.b** | Auf Landstraßen behindern mich oft Autofahrer, die zu langsam fahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.c** | Manche meinen, ich würde übervorsichtig fahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.d** | Auf der Autobahn sollte man nicht schneller als 120 km/h fahren dürfen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.e** | Ich bin ein ruhiger, zurückhaltender Fahrer. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.f** | Im heutigen Straßenverkehr ist es kaum möglich, den vorgeschriebenen Abstand zu halten. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.g** | Bei schneller Fahrt fühle ich mich unbehaglich. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.h** | Man kann gleichzeitig schnell und vorsichtig fahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.i** | Ich fahre häufig schneller als erlaubt ist. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.j** | Ich vermeide es, stark zu beschleunigen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.k** | Es kommt häufiger vor, dass der Verkehrsfluss schneller ist als ich normalerweise fahre. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.l** | Im heutigen Straßenverkehr wird viel zu schnell gefahren. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.m** | Das Autofahren macht großen Spaß, wenn man Vollgas geben kann. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**G2 Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie persönlich zu?**

| | | trifft voll und ganz zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft überhaupt nicht zu |
|---|---|---|---|---|---|
| **G2.n** | Auch wenn auf der Landstraße ein Fahrzeug vor mir sehr langsam fährt, überhole ich nur ungern. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.o** | Auch bei starkem Verkehr versuche ich zügig mein Ziel zu erreichen. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.p** | Ich fahre lieber zu langsam als zu schnell. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.q** | Wenn ich spät dran bin, fahre ich schon mal riskant. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.r** | Ich fahre nur ungern auf der Autobahn. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G2.s** | Auf der Autobahn fahre ich häufig auf der linken Spur. | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**G3 Welche gesundheitlichen Aspekte sind Ihrer Meinung nach besonders wichtig für das bzw. beim Autofahren?** (*Mehrfachnennungen sind möglich*)

1 ❑ Sehfähigkeit

2 ❑ Hörvermögen

3 ❑ Beweglichkeit

4 ❑ geistige Fitness

5 ❑ körperliche Gesundheit

6 ❑ sonstiges: _____

**G4 Wie gefährlich ist Ihrer Meinung nach das Autofahren für Sie in den folgenden Situationen?** *Bitte wählen Sie aus den folgenden 20 Situationen jene 5 aus (ankreuzen), die Sie für am schwierigsten halten.*

1 ❑ bei Regen fahren

2 ❑ in einer Stadt von einer Hauptstraße links abbiegen in eine Nebenstraße

3 ❑ auf weiten Strecken fahren

4 ❑ bei Dämmerung fahren

5 ❑ in der Stadt im Berufsverkehr fahren

6 ❑ links abbiegen an einer Kreuzung ohne Ampel oder Verkehrsschild

7 ❑ in der Stadt von einer Spur auf eine andere wechseln

8 ❑ wenn ich aufgeregt bin

9 ❑ im Stadtverkehr generell

10 ❑ wenn viele Fahrradfahrer unterwegs sind

11 ❑ auf der Autobahn generell

12 ❑ bei dichtem Nebel

13 ❑ sich in der Stadt dem fließenden Verkehr anpassen

14 ❑ in Kolonne fahren

15 ❑ aus einer Parklücke heraus in den fließenden Verkehr einfädeln

16 ❑ wenn ich körperlich nicht fit bin

17 ❑ auf einer wenig befahrenen Landstraße wenden

18 ❑ bei Dunkelheit fahren

19 ❑ mit hoher Geschwindigkeit auf der Autobahn fahren

20 ❑ auf der Landstraße überholen

**G5 Welche der folgenden Fahrassistenzsysteme nutzen Sie bereits bzw. würden Sie gerne nutzen, sofern Sie die Möglichkeit dazu hätten?**

| | | nutze ich bereits | würde ich gerne nutzen | würde ich vielleicht nutzen | würde ich eher nicht nutzen | würde ich nicht nutzen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **G5.a** | Notbremssystem (autonome Teil- und Vollbremsung, bzw. nur Warnung und Bremsassistenz ohne autonome Bremsung) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.b** | Spurwechselassistent (Rückführung in die Fahrspur, wenn anderes Fahrzeug auf der Nachbarspur im toten Winkel fährt, bzw. entgegenkommt) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.c** | eCall (automatischer Notruf zum Rettungsdienst bei schwerem Unfall) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.d** | adaptive Geschwindigkeits- und Abstandsregelung (ACC) (insbesondere für Fahrten auf Landstraßen und Autobahnen) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.e** | Müdigkeitsassistent (mahnt zur Pause bei zu langer Fahrdauer oder ungewohntem Lenkverhalten) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.f** | Fernlichtassistent/ Abbiegelicht/ dynamisches Kurvenlicht (automatische straßen- und verkehrsabhängige Einschaltung des Fernlichts) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**G5 Welche der folgenden Fahrassistenzsysteme nutzen Sie bereits bzw. würden Sie gerne nutzen, sofern Sie die Möglichkeit dazu hätten?**

| | | nutze ich bereits | würde ich gerne nutzen | würde ich vielleicht nutzen | würde ich eher nicht nutzen | würde ich nicht nutzen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **G5.g** | Nachtsicht-Assistent (Anleuchten von Personen auf der Fahrbahn) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.h** | Kreuzungsassistent (erkennt frühzeitig querende Fahrzeuge) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.i** | Navigationsgeräte | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **G5.j** | Parkassistent | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

## H: Freizeitgestaltung

Im Folgenden möchten wir gerne mehr über Ihre Freizeitgestaltung erfahren.

**H1 Welche dieser Aktivitäten machen Sie häufiger in Ihrer Freizeit?** *(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Bücher / Zeitschriften lesen

2 ❑ Bekannte / Freunde besuchen

3 ❑ Musik / Radio hören

4 ❑ Heimwerken

5 ❑ Tanzen gehen

6 ❑ kulturelle Veranstaltungen (z.B. Theater, Konzerte, Museen) besuchen

7 ❑ Wandern / Spazierengehen

8 ❑ Fitness / Sport treiben

9 ❑ auf private Feiern gehen

10 ❑ mit Bekannten etwas unternehmen / Ausflüge machen

11 ❑ Rätsel lösen

12 ❑ zum Essen ausgehen

13 ❑ Zeit mit der Familie verbringen

14 ❑ mit dem Auto Spazierenfahren

15 ❑ Weiterbildungsveranstaltungen besuchen

16 ❑ im Internet surfen

17 ❑ E-Mails schreiben / chatten / SMS oder WhatsApp-Nachrichten schreiben

**H2 Wann haben Sie die letzte Urlaubsreise (von mindestens 5 Tagen Dauer) unternommen?**

_____ (*bitte Jahreszahl eintragen*)

**H3 Wie weit war Ihr Urlaubsort ungefähr entfernt?**

ca. _____ Kilometer

**H4 Mit welchem Verkehrsmittel sind Sie zu diesem Urlaubsort gelangt?**

1 ❑ Auto (als Fahrer)

2 ❑ Auto (als Beifahrer)

3 ❑ Auto (teils Fahrer, teils Beifahrer)

4 ❑ Motorrad / Moped

5 ❑ Flugzeug

6 ❑ Zug

7 ❑ Bus / Fernbus

8 ❑ sonstiges

**H5 Wie häufig haben Sie in den letzten 12 Monaten Tagesausflüge unternommen?**

ca._____ mal *(bitte Zahl eintragen*)

Falls Sie in den letzten 12 Monaten **keine** Tagesausflüge unternommen haben, fahren Sie bitte bei Frage **I1 (Soziale Beziehungen und Zufriedenheit)** fort.

**H6** **Welche Verkehrsmittel haben Sie hierzu genutzt?** *(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Auto (als Fahrer)

2 ❑ Auto (als Beifahrer)

3 ❑ Auto (teils Fahrer, teils Beifahrer)

4 ❑ Motorrad

5 ❑ Moped / Roller

6 ❑ Fahrrad

7 ❑ Fahrrad mit Elektromotor

8 ❑ zu Fuß

9 ❑ Zug

10 ❑ Bus / Fernbus

11 ❑ sonstiges

## I: Soziale Beziehungen und Zufriedenheit

Nun interessieren wir uns für Ihre Zufriedenheit in unterschiedlichen Bereichen des Lebens und für Ihre Beziehungen zu Freunden und Verwandten.

**I1 Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrer aktuellen Lebenssituation?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr zufrieden | zufrieden | eher zufrieden | eher unzufrieden | unzufrieden | sehr unzufrieden |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**I2 Wie zufrieden sind Sie mit dem, was Sie in Ihrem Leben erreicht haben?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr zufrieden | zufrieden | eher zufrieden | eher unzufrieden | unzufrieden | sehr unzufrieden |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**I3 Wie viele Ihrer Verwandten sehen oder sprechen Sie mindestens einmal im Monat?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| keinen | 1 | 2 | 3 - 4 | 5 - 8 | 9 oder mehr |

**I4 Wie viele Freunde sehen oder sprechen Sie mindestens einmal im Monat?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| keinen | 1 | 2 | 3 - 4 | 5 - 8 | 9 oder mehr |

**I5 Denken Sie einmal an denjenigen Freund bzw. diejenige Freundin, zu dem / der Sie den meisten Kontakt haben: Wie oft sehen Sie diese Person?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|
| seltener als einmal im Monat | mehrmals im Monat | einmal wöchentlich | mehrmals wöchentlich | täglich |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

## J: Gesundheitszustand

Nun geht es um Ihre Gesundheit. Selbstverständlich werden auch diese Angaben anonym aufgenommen.

**J1 Wie würden Sie Ihren allgemeinen aktuellen Gesundheitszustand (entsprechend Ihrem Alter) beschreiben?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**J2 Wie würden Sie Ihre geistigen Leistungen (z.B. Konzentrieren und Erinnern, entsprechend Ihrem Alter) beschreiben?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**J3 Haben Sie in Ihrem Führerschein bestimmte Vermerke, dass Sie zum Beispiel eine Brille tragen müssen?**

1 ❑ ja → **J3.a**welche? _____

→ **J3.b** seit wann? _____
*(bitte Jahreszahl eintragen)*

2 ❑ nein

**J4 Benutzen Sie eine Sehhilfe?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

3 ❑ manchmal, beim _____

**J5** **Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe, falls vorhanden) allgemein einschätzen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**J6** **Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe) in der Dämmerung / bei Dunkelheit einschätzen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**J7** **Haben Sie das Gefühl, dass Sie leicht geblendet werden?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

**J8** **Benutzen Sie eine Hörhilfe / ein Hörgerät?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

3 ❑ manchmal, beim _____

**J9** **Wie würden Sie Ihre Hörfähigkeit (mit Hörgerät, falls vorhanden) allgemein einschätzen?**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr gut | gut | eher gut | eher schlecht | schlecht | sehr schlecht |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**J10 Liegt bei Ihnen eine der folgenden Erkrankungen / gesundheitlichen Probleme vor?**

| | | ja | nein |
|---|---|---|---|
| **J10.a** | Bluthochdruck | ❑ | ❑ |
| **J10.b** | Herz-Kreislauf-Erkrankung | ❑ | ❑ |
| **J10.c** | Diabetes | ❑ | ❑ |
| **J10.d** | Epilepsie | ❑ | ❑ |
| **J10.e** | Grüner Star (Glaukom) | ❑ | ❑ |
| **J10.f** | Grauer Star (Katarakt) | ❑ | ❑ |
| **J10.g** | Rheumatismus | ❑ | ❑ |
| **J10.h** | Nierenerkrankung | ❑ | ❑ |
| **J10.i** | Lungenerkrankung (z.B. Asthma, chronische Bronchitis) | ❑ | ❑ |
| **J10.j** | Krebserkrankung | ❑ | ❑ |
| **J10.k** | Depressionen | ❑ | ❑ |
| **J10.l** | Neurologische Erkrankungen (z.B. Parkinson) | ❑ | ❑ |
| **J10.m** | Demenz (z.B. Alzheimer) | ❑ | ❑ |
| **J10.n** | Schlafstörungen | ❑ | ❑ |
| **J10.o** | Chronische Schmerzen | ❑ | ❑ |
| **J10.p** | Probleme / Schmerzen im Rücken | ❑ | ❑ |
| **J10.q** | Probleme / Schmerzen bei Kopf- oder Nackenbewegungen | ❑ | ❑ |
| **J10.r** | Probleme / Schmerzen im Schulterbereich | ❑ | ❑ |
| **J10.s** | Probleme / Schmerzen in Armen oder Händen | ❑ | ❑ |
| **J10.t** | Probleme / Schmerzen in Beinen oder Füßen | ❑ | ❑ |

**J11 Wie häufig nehmen Sie die folgenden verschreibungspflichtigen Medikamente ein?**

| | | täglich | regelmäßig, aber nicht täglich | bei Bedarf | selten oder nie | weiß ich nicht |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **J11.a** | Blutdrucksenkende Medikamente | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.b** | Herz-Kreislauf-Mittel | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.c** | Diabetes-Mittel | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.d** | Insulin | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.e** | Mittel gegen Allergien | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.f** | Schmerzmittel | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.g** | Schlafmittel | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.h** | Beruhigungsmittel | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.i** | harntreibende Mittel (Wassertabletten) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.j** | Augenmedikamente | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| | sonstige Medikamente *(bitte Handelsnamen angeben)* | | | | | |
| **J11.k** | _____ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.l** | _____ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J11.m** | _____ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**J12 Gibt es darüber hinaus noch rezeptfreie Medikamente, die Sie <u>regelmäßig</u> einnehmen?** *(falls ja, bitte Handelsnamen angeben)*

1 ❑ ja: _____

2 ❑ nein

**J13 Gibt es darüber hinaus noch rezeptfreie Medikamente, die Sie bei Bedarf einnehmen?** *(falls ja, bitte Handelsnamen angeben)*

1 ❑ ja: _____

2 ❑ nein

**J14 Ist es schon einmal oder mehrmals vorgekommen, dass Sie Auto gefahren sind, obwohl Sie zuvor ein Medikament genommen haben, das die Verkehrstüchtigkeit beeinträchtigt?**
*Bitte wählen Sie eine Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ mehrmals

2 ❑ einmal

3 ❑ noch nie

4 ❑ habe noch nie ein Medikament genommen, das die Verkehrstüchtigkeit beeinträchtigt

**J15 Haben Sie sich schon mal von einem Hausarzt beraten lassen, welche Auswirkungen die Einnahme von Medikamenten auf Ihre Fahrtüchtigkeit haben kann?**

1 ❑ ja → bitte fortfahren mit Frage **J17**

2 ❑ nein → bitte fortfahren mit Frage **J16**

**J16 Wenn nein, hätten Sie an einer solchen Beratung Interesse?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

Personen reagieren unterschiedlich empfindlich in Situationen, in denen sie Bewegungen ausgesetzt sind. So vertragen manche z.B. Achterbahnfahrten sehr gut, während andere starke körperliche Beschwerden davontragen.

**J17 Bitte geben Sie an, wie gut Sie die folgenden Situationen vertragen.**

| | | sehr schlecht | schlecht | mittel | gut | sehr gut | keine Angabe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **J17.a** | Achterbahn fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.b** | Mitfahren auf dem Rücksitz eines Pkw | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.c** | Im Zug rückwärts zur Fahrtrichtung sitzen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.d** | Karussell fahren | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.e** | Mitfahrten im Pkw in der Kindheit | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.f** | Lange Mitfahrten im Auto oder Bus | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.g** | Lesen während der Mitfahrt im Pkw | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **J17.h** | Schiffsreisen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

## K: Interesse an verkehrsbezogenen Themen und Mediennutzung

Nun interessieren wir uns für Ihr Interesse an verkehrsbezogenen Themen.

**K1** **Kennen Sie Möglichkeiten für ältere Verkehrsteilnehmer, die eigene Sicherheit im Straßenverkehr zu erhalten oder zu verbessern?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

**K2** **Wie häufig unterhalten Sie sich mit Ihrer Familie, Ihren Freunden und Bekannten über das Thema Verkehrssicherheit im Straßenverkehr?**

| | | sehr häufig | häufig | ab und zu | selten | nie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **K2.a** | über Möglichkeiten, die eigene Sicherheit als Verkehrsteilnehmer zu erhöhen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.b** | über bestimmte Verkehrssicherheitskampagnen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.c** | über eigene Unfälle oder über die von anderen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.d** | über bestimmte Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit (z.B. Kontrollen, neue Gesetze, Schutzeinrichtungen auf der Strecke, bestimmte Fahrzeugtechnologien) | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.e** | über Medienberichte zu einem Verkehrssicherheitsthema | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.f** | über die Gefährlichkeit bestimmter Strecken für Autofahrer, Motorradfahrer, Radfahrer oder Fußgänger | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
| **K2.g** | speziell über die Verkehrssicherheit älterer Menschen | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |

**K3 Mit dem Thema Fahrsicherheit kann man sich auf unterschiedliche Weise beschäftigen oder engagieren. Wie sieht das bei Ihnen persönlich aus? Bitte geben Sie an, welche der folgenden Dinge rund um das Thema Fahrsicherheit Sie im Alter von über 55 Jahren getan haben.**

*(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ Informationssuche in Büchern oder Zeitschriften

2 ❑ Fahrsicherheitstraining

3 ❑ freiwilliges Fahrtraining durch Auffrischungsfahrstunden bei einer Fahrschule

4 ❑ Besuch von Seminaren / Schulungen

5 ❑ Teilnahme am Verkehrssicherheitsprogramm „Sicher mobil“ des Deutschen Verkehrssicherheitsrates

6 ❑ Teilnahme am Verkehrssicherheitsprogramm „Mobil bleiben, aber sicher“ der Deutschen Verkehrswacht

7 ❑ andere Verkehrssicherheitsprogramme

8 ❑ Inanspruchnahmen eines Beratungsgesprächs beim Arzt

9 ❑ Durchführung eines freiwilligen Gesundheits-Checks

10 ❑ Informationssuche im Internet

11 ❑ Nutzung einer App fürs Handy bzw. Smartphone

12 ❑ Thematisierung im Freundeskreis

13 ❑ kostenlose Broschüren

14 ❑ aktive Beteiligung in einem Verkehrssicherheitsprojekt vor Ort

15 ❑ nichts davon

**K4 Über welche der folgenden verkehrsbezogenen Themen würden Sie gerne mehr erfahren?**

*(Mehrfachnennungen sind möglich)*

1 ❑ welche Medikamente meine Fahrtüchtigkeit beeinträchtigen

2 ❑ wie bestimmte Krankheiten sich auf das Autofahren auswirken können

3 ❑ wie sich Sehprobleme oder -einschränkungen auf meine Fahrsicherheit auswirken können

4 ❑ welche Rolle Hörprobleme für eine sichere Mobilität spielen

5 ❑ welche Möglichkeiten es gibt, auch im Alter weiterhin fahrtauglich zu bleiben

6 ❑ welche Möglichkeiten bestehen, die eigenen Fahrfähigkeiten zu verbessern

7 ❑ welche Möglichkeiten bestehen, sich zum Thema Verkehrssicherheit beraten zu lassen

8 ❑ wie sich das Alter auf das Autofahren auswirken kann

9 ❑ wie sich das Alter auf das Radfahren auswirken kann

10 ❑ welche Fahrzeugtechnik meine Sicherheit gewährleistet bzw. verbessert

11 ❑ wie man sich im Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit persönlich engagieren kann

12 ❑ wie man sich umfassend über das Thema „Verkehrssicherheit“ informieren kann

13 ❑ neue Verkehrsregeln und mögliche Strafen bzw. Bußgelder

14 ❑ welche Fußwege barrierefrei sind

15 ❑ welche möglichen Radfahrwege es vor Ort gibt

16 ❑ wie ich vor Ort am besten mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu meinem Ziel komme

17 ❑ wie ich eine Mitfahrgelegenheit finde

18 ❑ wie sich die Politik mit dem Thema Verkehrssicherheit auseinandersetzt

19 ❑ keins

## L: Allgemeine Angaben

Abschließend benötigen wir noch einige allgemeine Angaben von Ihnen.

**L1 Geschlecht:**

1 ❑ weiblich

2 ❑ männlich

**L2 Wann sind Sie geboren?** _____ / _____ / _____ (Tag/Monat/Jahr)

**L3 Familienstand:**

| ❑ | ❑ | ❑ | ❑ |
|---|---|---|---|
| ledig | verheiratet / eingetragene Lebensgemeinschaft | geschieden | verwitwet |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

**L4 Leben Sie in einer festen Partnerschaft?**

1 ❑ ja, im gemeinsamen Haushalt

2 ❑ ja, in getrennten Haushalten

3 ❑ nein

**L5 Haben Sie Kinder?**

1 ❑ ja: _____ (Anzahl)

2 ❑ nein

**L6 Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst mitgerechnet?**

_____ (Anzahl)

**L7 Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie?**
*Bitte wählen Sie eine Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ ohne Schulabschluss

2 ❑ Volks-/Hauptschulabschluss, Polytechnische Oberschule (Abschluss 8. oder 9. Klasse)

3 ❑ Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife bzw. Polytechnische Oberschule (10. Klasse; vor 1965: 8. Klasse)

4 ❑ Abitur, allgemeine Hochschulreife, Erweiterte Oberschule (EOS)

5 ❑ anderer Schulabschluss: _____

**L8 Welchen höchsten Ausbildungsabschluss haben Sie?**
*Bitte wählen Sie eine Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ ohne Ausbildungsabschluss

2 ❑ Lehre, Berufsfachschule, Handelsschule (ehemalige DDR: Facharbeiterabschluss)

3 ❑ Meister-/Technikerschule, Fachschule, Berufs-/Fachakademie

4 ❑ Universität oder Fachhochschule

**L9 Was trifft aktuell auf Sie zu?**
*Bitte wählen Sie eine Antwortmöglichkeit aus.*

1 ❑ vollzeit-erwerbstätig (wöchentliche Arbeitszeit von 35 Stunden und mehr) → bitte fortfahren bei Frage **L11**

2 ❑ teilzeit-erwerbstätig (wöchentliche Arbeitszeit von 15 bis 34 Stunden) → bitte fortfahren bei Frage **L11**

3 ❑ stundenweise erwerbstätig (wöchentliche Arbeitszeit von weniger als 15 Stunden) → bitte fortfahren bei Frage **L11**

4 ❑ in Beurlaubung…→ bitte fortfahren bei Frage **L11**

5 ❑ nicht erwerbstätig (Vorruhestand, Ruhestand, arbeitslos, Null-/Kurzarbeit) → bitte fortfahren bei Frage **L10**

**L10 Falls Sie aktuell nicht erwerbstätig sind, waren Sie früher erwerbstätig?**

1 ❑ ja, aber nicht mehr seit: _____
(bitte Jahreszahl eintragen)

2 ❑ nein

**L11 Welche Tätigkeit üben Sie aus oder haben Sie bei Ihrer früheren Haupt-Erwerbstätigkeit zuletzt ausgeübt?**

_____

**L12 Erfordert(e) Ihr Beruf Fahrtätigkeiten?**

1 ❑ ja

2 ❑ nein

**L13 Üben Sie aktuell eine Nebentätigkeit und / oder ein Ehrenamt aus?**

1 ❑ ja, folgende Nebentätigkeit: _____

2 ❑ ja, folgendes Ehrenamt: _____

3 ❑ nein

**L14 Wie hoch ist das monatliche Netto-Einkommen Ihres Haushalts insgesamt?**

1 ❑ bis 500 Euro

2 ❑ 500 bis 1.000 Euro

3 ❑ 1000 bis 1.500 Euro

4 ❑ 1.500 bis 2.000 Euro

5 ❑ 2.000 bis 3.000 Euro

6 ❑ 3.000 bis 4.000 Euro

7 ❑ über 4.000 Euro

8 ❑ keine Angabe

**Vielen Dank!**

# Anhang B:

# Ergebnis der Faktorenanalyse aus den Items des Bereichs Kompensationsstrategien (aus KARTHAUS et al., 2023)

**E1 (26 Items): „Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren?**

**E2 (13 Items): „Was machen Sie als Autofahrer heute anders als im Alter von 45 Jahren?“**

| Fragen-Nr. | Frage /Items (Antwortoptionen – AO) | Anpassung für Analysen |
|---|---|---|
| | Was machen Sie als Autofahrer heute häufiger/seltener als im Alter von 45 Jahren? | |
| E1 | Item A: Ich fahre häufiger auf der Autobahn.<br>Item B: Ich fahre seltener bei Nebel.<br>Item C: Ich fahre seltener, wenn ich müde bin.<br>Item D: Ich mache auf langen Strecken häufiger eine Pause.<br>Item E: Ich fahre seltener bei regnerischem Wetter.<br>Item F: Ich gehe häufiger zu Fuß anstatt mit dem Auto zu fahren.<br>Item G: Ich fahre seltener, wenn ich mich unwohl fühle.<br>Item H: Ich fahre seltener bei Dunkelheit.<br>Item I: Ich fahre häufiger, wenn ich Alkohol getrunken habe.<br>Item J: Ich fahre seltener im Stadtverkehr.<br>Item K: Ich fahre häufiger bei anderen mit als selbst zu fahren.<br>Item L: Ich vermeide das Abbiegen auf einer stark befahrenen Straße ohne Abbiegespur.<br>Item M: Ich benutze häufiger mehrspurige Straßen.<br>Item N: Ich vermeide es, mit dem Auto unübersichtliche Kreuzungen zu überqueren.<br>Item O: Ich fahre seltener Strecken, auf denen viel Verkehr ist.<br>Item P: Ich fahre nur noch, wenn ich mich körperlich fit fühle.<br>Item Q: Ich lasse mich beim Autofahren häufiger unter Zeitdruck setzen.<br>Item R: Ich fahre seltener bei Dämmerung.<br>Item S: Ich überhole seltener auf einer stark befahrenen Landstraße.<br>Item T: Ich fahre häufiger zu Stoßzeiten.<br>Item U: Ich fahre lange Strecken häufiger selbst.<br>Item V: Ich fahre seltener unbekannte Strecken.<br>Item W: Ich fahre rücksichtsvoller.<br>Item X: Ich halte seltener einen kurzen Abstand zum Vorausfahrenden.<br>Item Y: Ich fahre häufiger mit dem Fahrrad.<br>Item Z: Ich fahre häufiger mit öffentlichen Verkehrsmitteln. | Bildung von **Mittelwerten** für **2 Faktoren**<br><br>Ermittlung der 2 Faktoren via Faktoranalyse:<br>**Faktor 1**: Item B, C, D, E, G, L, N, O, P, R, S u. V<br>**Faktor 2**: Item A, M, T und U<br><br>(Nicht inkludierte Items: Item *F, H, I, J, K, Q, W, X, Y u. Z*)<br><br>Prüfung von Faktor 1 mittels Reliabilitätsanalyse |
| | Antwortoptionen<br>1=trifft überhaupt nicht zu<br>2=trifft eher nicht zu<br>3=trifft eher zu<br>4=trifft voll und ganz zu | |

| Fragen-Nr. | Frage /Items (Antwortoptionen – AO) | Anpassung für Analysen |
|---|---|---|
| E2 | Was machen Sie als Autofahrer heute anders als im Alter von 45 Jahren?<br><br>Item A: Ich fahre generell weniger Kilometer.<br>Item B: Ich bereite Autofahrten besser vor.<br>Item C: Ich fahre generell langsamer.<br>Item D: Ich werde schneller müde.<br>Item E: Ich fahre generell vorsichtiger.<br>Item F: Ich halte generell einen größeren Sicherheitsabstand.<br>Item G: Ich habe mehr Freude am Autofahren.<br>Item H: Ich höre häufiger Radio oder CD.<br>Item I: Ich unterhalte mich häufiger mit meinen Mitfahrern.<br>Item J: Ich reagiere schneller.<br>Item K: Ich fühle mich in komplexen Umgebungen (z. B. Innenstadt) leichter abgelenkt.<br>Item L: Ich habe das Gefühl, dass meine Konzentration schneller nachlässt.<br>Item M: Ich fühle mich den Anforderungen im Straßenverkehr stets gewachsen.<br><br>Antwortoptionen<br>1=trifft überhaupt nicht zu<br>2=trifft eher nicht zu<br>3=weder noch<br>4=trifft eher zu<br>5=trifft voll und ganz zu | Bildung von **Mittelwerten** für **3 Faktoren**<br><br>Ermittlung der 3 Faktoren via Faktorenanalyse:<br>**Faktor 1**: Item A, B, C, E u. F<br>**Faktor 2**: Item D, K, L u. M[32]<br>**Faktor 3**: Item G, H, I u. J<br><br>Prüfung von Faktor 1 mittels Reliabilitätsanalyse |

[32] Im Hinblick auf die Bildung des Mittelwertes für Faktor 2 wurde bei Item M die Skalenorientierung angepasst, sodass für genanntes Item die Skala „1 = trifft voll und ganz“ zu bis „5 = trifft überhaupt nicht zu“ lautete.

# Anhang C: Basismodell

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 63 | | 6 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -975,281 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -963,281 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -963,187 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -928,494 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -934,494 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 182,527 | 7428,215 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 200,829 | 0,880 | 0,349 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,417421 | 0,016446 | 182,527 | 86,187 | 0,000 | 1,384972 | 1,449869 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000500 | 0,000533 | 200,829 | 0,938 | 0,349 | -0,000551 | 0,001551 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011937 | 0,000729 | 16,372 | 0,000 | 0,010591 | 0,013456 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,021349 | 0,006008 | 3,554 | 0,000 | 0,012298 | 0,037061 |
| | UN (2,1) | -0,000367 | 0,000213 | -1,722 | 0,085 | -0,000785 | 5,072082E-05 |
| | UN (2,2) | 1,463547E-05 | 7,357007E-06 | 1,989 | 0,047 | 5,464140E-06 | 3,920049E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,021349 | -0,000367 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000367 | 1,463547E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang D: Cluster I (Allgemeine demografische Angaben)

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianzstruktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | Kohorte | 1 | | 1 | | |
| | L7_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | L8_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | L12 | 1 | | 1 | | |
| | L14_polytom | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 246 |
| Gesamt | | 69 | | 12 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -849,743 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -825,743 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -825,338 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -757,770 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -769,770 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 333,570 | 1468,646 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 307,263 | 0,972 | 0,325 |
| L1_Null | 1 | 247,046 | 0,878 | 0,350 |
| Kohorte | 1 | 525,695 | 0,230 | 0,632 |
| L7_dichotomisiert | 1 | 215,747 | 0,552 | 0,458 |
| L8_dichotomisiert | 1 | 220,970 | 0,000 | 0,989 |
| L12 | 1 | 727,032 | 1,655 | 0,199 |
| L14_polytom | 1 | 585,646 | 2,235 | 0,135 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,440577 | 0,037590 | 333,570 | 38,323 | 0,000 | 1,366633 | 1,514521 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000703 | 0,000713 | 307,263 | 0,986 | 0,325 | -0,000701 | 0,002107 |
| L1_Null | 0,020418 | 0,021789 | 247,046 | 0,937 | 0,350 | -0,022497 | 0,063334 |
| Kohorte | -0,001978 | 0,004122 | 525,695 | -0,480 | 0,632 | -0,010075 | 0,006119 |
| L7_dichotomisiert | 0,022026 | 0,029638 | 215,747 | 0,743 | 0,458 | -0,036391 | 0,080443 |
| L8_dichotomisiert | -0,000399 | 0,029513 | 220,970 | -0,014 | 0,989 | -0,058561 | 0,057763 |
| L12 | -0,017963 | 0,013963 | 727,032 | -1,286 | 0,199 | -0,045377 | 0,009450 |
| L14_polytom | -0,002107 | 0,001409 | 585,646 | -1,495 | 0,135 | -0,004874 | 0,000661 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011799 | 0,000780 | 15,136 | 0,000 | 0,010366 | 0,013430 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,017553 | 0,006458 | 2,718 | 0,007 | 0,008534 | 0,036102 |
| | UN (2,1) | -0,000197 | 0,000232 | -0,850 | 0,395 | -0,000652 | 0,000257 |
| | UN (2,2) | 9,179340E-06 | 7,774000E-06 | 1,181 | 0,238 | 1,745530E-06 | 4,827203E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,017553 | -0,000197 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000197 | 9,179340E-06 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang E: Cluster II (Psychometrische Tests)

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Pa-rameter | Subjektvari-ablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | V14_PAR_UEB | 1 | | 1 | | |
| | sc_mdn11_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | d3_omi2 | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_std0 | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | D2_F_Prozent | 1 | | 1 | | |
| | D2_KL | 1 | | 1 | | |
| | TMT_B_sec | 1 | | 1 | | |
| | TMT_A_sec | 1 | | 1 | | |
| | Testwert_MOCA | 1 | | 1 | | |
| | Sehtest_binokular | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Test-tag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstruktu-riert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 76 | | 19 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -943,827 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -905,827 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -904,921 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -796,467 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -815,467 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 833,016 | 184,165 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 228,908 | 0,253 | 0,615 |
| V14_PAR_UEB | 1 | 820,349 | 2,062 | 0,151 |
| sc_mdn11_reskaliert | 1 | 824,536 | 0,709 | 0,400 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 848,654 | 6,363 | 0,012 |
| d3_omi2 | 1 | 818,259 | 0,014 | 0,905 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 756,799 | 4,479 | 0,035 |
| al_std0 | 1 | 792,690 | 0,335 | 0,563 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 852,454 | 2,583 | 0,108 |
| D2_F_Prozent | 1 | 760,774 | 0,026 | 0,873 |
| D2_KL | 1 | 578,520 | 0,369 | 0,544 |
| TMT_B_sec | 1 | 838,003 | 0,006 | 0,939 |
| TMT_A_sec | 1 | 849,384 | 1,323 | 0,250 |
| Testwert_MOCA | 1 | 815,939 | 0,405 | 0,525 |
| Sehtest_binokular | 1 | 826,119 | 0,028 | 0,867 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,314680 | 0,096876 | 833,016 | 13,571 | 0,000 | 1,124530 | 1,504829 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000287 | 0,000570 | 228,908 | 0,503 | 0,615 | -0,000836 | 0,001409 |
| V14_PAR_UEB | -0,010069 | 0,007012 | 820,349 | -1,436 | 0,151 | -0,023833 | 0,003695 |
| sc_mdn11_reskaliert | 0,003180 | 0,003776 | 824,536 | 0,842 | 0,400 | -0,004231 | 0,010591 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,018497 | 0,007333 | 848,654 | 2,522 | 0,012 | 0,004104 | 0,032890 |
| d3_omi2 | -0,000202 | 0,001692 | 818,259 | -0,119 | 0,905 | -0,003524 | 0,003120 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,017011 | 0,008037 | 756,799 | -2,116 | 0,035 | -0,032789 | -0,001232 |
| al_std0 | -8,581646E-05 | 0,000148 | 792,690 | -0,579 | 0,563 | -0,000377 | 0,000205 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,013788 | 0,008579 | 852,454 | 1,607 | 0,108 | -0,003051 | 0,030626 |
| D2_F_Prozent | -0,000102 | 0,000634 | 760,774 | -0,160 | 0,873 | -0,001346 | 0,001143 |
| D2_KL | -0,000208 | 0,000342 | 578,520 | -0,607 | 0,544 | -0,000879 | 0,000464 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TMT_B_sec | 1,418994E-05 | 0,000184 | 838,003 | 0,077 | 0,939 | -0,000347 | 0,000375 |
| TMT_A_sec | -0,000588 | 0,000511 | 849,384 | -1,150 | 0,250 | -0,001591 | 0,000415 |
| Testwert_MOCA | 0,001350 | 0,002121 | 815,939 | 0,636 | 0,525 | -0,002814 | 0,005514 |
| Sehtest_binokular | 0,002266 | 0,013517 | 826,119 | 0,168 | 0,867 | -0,024266 | 0,028798 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011754 | 0,000740 | 15,888 | 0,000 | 0,010390 | 0,013297 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,021789 | 0,006118 | 3,561 | 0,000 | 0,012567 | 0,037780 |
| | UN (2,1) | -0,000414 | 0,000219 | -1,885 | 0,059 | -0,000843 | 1,642546E-05 |
| | UN (2,2) | 1,640475E-05 | 7,608565E-06 | 2,156 | 0,031 | 6,609675E-06 | 4,071544E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,021789 | -0,000414 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000414 | 1,640475E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

**Cluster II: NEO-FFI**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | Mean_G_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_V_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_O_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_E_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 68 | | 11 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -972,974 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -950,974 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -950,674 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -887,246 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -898,246 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 782,369 | 298,304 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 203,405 | 1,008 | 0,317 |
| Mean_G_Mul | 1 | 729,582 | 0,012 | 0,914 |
| Mean_V_Mul | 1 | 795,318 | 0,046 | 0,830 |
| Mean_O_Mul | 1 | 702,349 | 0,250 | 0,617 |
| Mean_E_Mul | 1 | 669,575 | 3,532 | 0,061 |
| Mean_N_Mul | 1 | 838,378 | 2,433 | 0,119 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,343249 | 0,077773 | 782,369 | 17,271 | 0,000 | 1,190581 | 1,495916 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000534 | 0,000532 | 203,405 | 1,004 | 0,317 | -0,000515 | 0,001582 |
| Mean_G_Mul | 0,000143 | 0,001328 | 729,582 | 0,108 | 0,914 | -0,002464 | 0,002749 |
| Mean_V_Mul | -0,000310 | 0,001448 | 795,318 | -0,214 | 0,830 | -0,003153 | 0,002532 |
| Mean_O_Mul | -0,000606 | 0,001212 | 702,349 | -0,500 | 0,617 | -0,002984 | 0,001773 |
| Mean_E_Mul | 0,002508 | 0,001335 | 669,575 | 1,879 | 0,061 | -0,000112 | 0,005129 |
| Mean_N_Mul | 0,001868 | 0,001197 | 838,378 | 1,560 | 0,119 | -0,000483 | 0,004218 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,012063 | 0,000740 | 16,303 | 0,000 | 0,010696 | 0,013603 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,019387 | 0,005910 | 3,280 | 0,001 | 0,010667 | 0,035236 |
| | UN (2,1) | -0,000303 | 0,000210 | -1,445 | 0,149 | -0,000714 | 0,000108 |
| | UN (2,2) | 1,242331E-05 | 7,220995E-06 | 1,720 | 0,085 | 3,976311E-06 | 3,881454E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,019387 | -0,000303 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000303 | 1,242331E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang F: Cluster III (Fragebögen)

**Cluster III: Fragebogen - G1- und G2-Faktoren**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 68 | | 11 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -999,003 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -977,003 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -976,705 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -913,226 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -924,226 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 850,476 | 300,294 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 206,484 | 2,761 | 0,098 |
| G1_mean_Faktor3 | 1 | 793,460 | 0,420 | 0,517 |
| G1_mean_Faktor2 | 1 | 866,615 | 0,180 | 0,671 |
| G1_mean_Faktor1 | 1 | 818,709 | 0,068 | 0,795 |
| G2_mean_Faktor1 | 1 | 798,004 | 0,409 | 0,523 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 798,917 | 14,693 | 0,000 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Untergrenze | Obergrenze |
| Konstanter Term | 1,275169 | 0,073586 | 850,476 | 17,329 | 0,000 | 1,130738 | 1,419600 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000881 | 0,000530 | 206,484 | 1,662 | 0,098 | -0,000164 | 0,001926 |
| G1_mean_Faktor3 | 0,005470 | 0,008440 | 793,460 | 0,648 | 0,517 | -0,011098 | 0,022037 |
| G1_mean_Faktor2 | 0,006575 | 0,015499 | 866,615 | 0,424 | 0,671 | -0,023844 | 0,036994 |
| G1_mean_Faktor1 | -0,004590 | 0,017617 | 818,709 | -0,261 | 0,795 | -0,039170 | 0,029990 |
| G2_mean_Faktor1 | -0,009786 | 0,015305 | 798,004 | -0,639 | 0,523 | -0,039828 | 0,020257 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,060861 | 0,015878 | 798,917 | 3,833 | 0,000 | 0,029694 | 0,092028 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Untergrenze | Obergrenze |
| Messwiederholung | Varianz | 0,012062 | 0,000735 | 16,420 | 0,000 | 0,010705 | 0,013591 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,020366 | 0,005936 | 3,431 | 0,001 | 0,011503 | 0,036058 |
| | UN (2,1) | -0,000383 | 0,000211 | -1,813 | 0,070 | -0,000796 | 3,098414E-05 |
| | UN (2,2) | 1,452283E-05 | 7,190854E-06 | 2,020 | 0,043 | 5,502831E-06 | 3,832802E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,020366 | -0,000383 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000383 | 1,452283E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

**Cluster III: Fragebogen gesamt**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Pa-rameter | Subjektvari-ablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | A6 | 1 | | 1 | | |
| | B6_polytom | 1 | | 1 | | |
| | D1_a | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | F2_summiert | 1 | | 1 | | |
| | J10_summiert | 1 | | 1 | | |
| | J11_summiert | 1 | | 1 | | |
| | C4_mean | 1 | | 1 | | |
| | E1_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | E1_mean_Fak-tor1und2 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | J17_mean | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Test-tag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstruktu-riert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 82 | | 25 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -974,983 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -924,983 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -923,455 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -780,570 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -805,570 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 816,634 | 109,843 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 233,111 | 1,847 | 0,175 |
| A6 | 1 | 425,161 | 0,000 | 0,983 |
| B6_polytom | 1 | 808,672 | 0,320 | 0,572 |
| D1_a | 1 | 756,023 | 0,143 | 0,706 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 856,489 | 2,836 | 0,093 |
| F2_summiert | 1 | 859,855 | 1,319 | 0,251 |
| J10_summiert | 1 | 857,272 | 0,706 | 0,401 |
| J11_summiert | 1 | 817,116 | 0,004 | 0,949 |
| C4_mean | 1 | 848,102 | 2,538 | 0,112 |
| E1_mean_Faktor3 | 1 | 859,483 | 0,929 | 0,335 |
| E1_mean_Faktor1und2 | 1 | 825,527 | 0,056 | 0,812 |
| E2_mean_Faktor3 | 1 | 858,913 | 1,788 | 0,181 |
| E2_mean_Faktor2 | 1 | 873,969 | 0,284 | 0,594 |
| E2_mean_Faktor1 | 1 | 872,281 | 0,344 | 0,558 |
| G1_mean_Faktor3 | 1 | 792,169 | 0,113 | 0,736 |
| G1_mean_Faktor2 | 1 | 860,150 | 0,449 | 0,503 |
| G1_mean_Faktor1 | 1 | 852,109 | 0,167 | 0,683 |
| G2_mean_Faktor1 | 1 | 823,294 | 0,477 | 0,490 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 822,615 | 9,637 | 0,002 |
| J17_mean | 1 | 583,095 | 0,472 | 0,492 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,223050 | 0,116696 | 816,634 | 10,481 | 0,000 | 0,993990 | 1,452110 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000762 | 0,000561 | 233,111 | 1,359 | 0,175 | -0,000343 | 0,001867 |
| A6 | 0,000322 | 0,014713 | 425,161 | 0,022 | 0,983 | -0,028598 | 0,029242 |
| B6_polytom | -0,000280 | 0,000495 | 808,672 | -0,566 | 0,572 | -0,001252 | 0,000692 |
| D1_a | -0,004868 | 0,012877 | 756,023 | -0,378 | 0,706 | -0,030146 | 0,020411 |
| F1_dichotomisiert | 0,021111 | 0,012535 | 856,489 | 1,684 | 0,093 | -0,003493 | 0,045714 |
| F2_summiert | -0,004870 | 0,004241 | 859,855 | -1,148 | 0,251 | -0,013193 | 0,003453 |
| J10_summiert | 0,002868 | 0,003413 | 857,272 | 0,840 | 0,401 | -0,003830 | 0,009566 |
| J11_summiert | 0,000330 | 0,005106 | 817,116 | 0,065 | 0,949 | -0,009693 | 0,010353 |
| C4_mean | 0,068954 | 0,043282 | 848,102 | 1,593 | 0,112 | -0,015999 | 0,153907 |
| E1_mean_Faktor3 | 0,010218 | 0,010602 | 859,483 | 0,964 | 0,335 | -0,010591 | 0,031027 |
| E1_mean_Faktor1und2 | -0,003468 | 0,014599 | 825,527 | -0,238 | 0,812 | -0,032125 | 0,025188 |
| E2_mean_Faktor3 | 0,012775 | 0,009553 | 858,913 | 1,337 | 0,181 | -0,005975 | 0,031525 |
| E2_mean_Faktor2 | -0,005304 | 0,009955 | 873,969 | -0,533 | 0,594 | -0,024843 | 0,014236 |
| E2_mean_Faktor1 | -0,005768 | 0,009831 | 872,281 | -0,587 | 0,558 | -0,025064 | 0,013528 |
| G1_mean_Faktor3 | 0,002956 | 0,008777 | 792,169 | 0,337 | 0,736 | -0,014273 | 0,020185 |
| G1_mean_Faktor2 | 0,010757 | 0,016055 | 860,150 | 0,670 | 0,503 | -0,020754 | 0,042268 |
| G1_mean_Faktor1 | -0,007840 | 0,019167 | 852,109 | -0,409 | 0,683 | -0,045460 | 0,029779 |
| G2_mean_Faktor1 | -0,011277 | 0,016330 | 823,294 | -0,691 | 0,490 | -0,043330 | 0,020777 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,052169 | 0,016805 | 822,615 | 3,104 | 0,002 | 0,019184 | 0,085154 |
| J17_mean | -0,006207 | 0,009037 | 583,095 | -0,687 | 0,492 | -0,023956 | 0,011542 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,012085 | 0,000750 | 16,111 | 0,000 | 0,010701 | 0,013648 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,020694 | 0,006270 | 3,300 | 0,001 | 0,011427 | 0,037477 |
| | UN (2,1) | -0,000376 | 0,000222 | -1,692 | 0,091 | -0,000811 | 5,946851E-05 |
| | UN (2,2) | 1,368797E-05 | 7,472382E-06 | 1,832 | 0,067 | 4,695269E-06 | 3,990409E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,020694 | -0,000376 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000376 | 1,368797E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang G: Finales Modell

**Finales Modell - Ausgangsmodell ("Startvariablen")**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianzstruktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | L12 | 1 | | 1 | | |
| | L14_polytom | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | Mean_E_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | C4_mean | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 248 |
| Gesamt | | 75 | | 18 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -884,595 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -848,595 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -847,695 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -746,751 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -764,751 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 686,619 | 113,644 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 193,072 | 2,394 | 0,123 |
| L12 | 1 | 691,289 | 0,396 | 0,529 |
| L14_polytom | 1 | 505,922 | 0,401 | 0,527 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 765,921 | 1,493 | 0,222 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 689,834 | 4,087 | 0,044 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 746,119 | 4,364 | 0,037 |
| Mean_E_Mul | 1 | 581,708 | 2,132 | 0,145 |
| Mean_N_Mul | 1 | 720,515 | 6,290 | 0,012 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 771,720 | 2,712 | 0,100 |
| C4_mean | 1 | 758,037 | 1,166 | 0,281 |
| E2_mean_Faktor3 | 1 | 757,390 | 2,411 | 0,121 |
| E2_mean_Faktor1 | 1 | 730,763 | 1,599 | 0,207 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 625,646 | 15,262 | 0,000 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| | | | | | | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | Untergrenze | Obergrenze |
| Konstanter Term | 1,040172 | 0,097574 | 686,619 | 10,660 | 0,000 | 0,848594 | 1,231751 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000856 | 0,000553 | 193,072 | 1,547 | 0,123 | -0,000235 | 0,001948 |
| L12 | -0,008489 | 0,013486 | 691,289 | -0,629 | 0,529 | -0,034968 | 0,017990 |
| L14_polytom | -0,000800 | 0,001263 | 505,922 | -0,633 | 0,527 | -0,003282 | 0,001682 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,009380 | 0,007678 | 765,921 | 1,222 | 0,222 | -0,005692 | 0,024453 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,016253 | 0,008040 | 689,834 | -2,022 | 0,044 | -0,032038 | -0,000468 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,017011 | 0,008143 | 746,119 | 2,089 | 0,037 | 0,001025 | 0,032997 |
| Mean_E_Mul | 0,001937 | 0,001326 | 581,708 | 1,460 | 0,145 | -0,000668 | 0,004542 |
| Mean_N_Mul | 0,002948 | 0,001175 | 720,515 | 2,508 | 0,012 | 0,000640 | 0,005255 |
| F1_dichotomisiert | 0,020129 | 0,012222 | 771,720 | 1,647 | 0,100 | -0,003864 | 0,044122 |
| C4_mean | 0,047508 | 0,043998 | 758,037 | 1,080 | 0,281 | -0,038865 | 0,133881 |
| E2_mean_Faktor3 | 0,015653 | 0,010080 | 757,390 | 1,553 | 0,121 | -0,004136 | 0,035442 |
| E2_mean_Faktor1 | -0,012069 | 0,009546 | 730,763 | -1,264 | 0,207 | -0,030809 | 0,006671 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,060835 | 0,015572 | 625,646 | 3,907 | 0,000 | 0,030255 | 0,091415 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011536 | 0,000765 | 15,079 | 0,000 | 0,010130 | 0,013137 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,017587 | 0,006446 | 2,728 | 0,006 | 0,008575 | 0,036074 |
| | UN (2,1) | -0,000259 | 0,000228 | -1,140 | 0,254 | -0,000706 | 0,000187 |
| | UN (2,2) | 1,043102E-05 | 7,471529E-06 | 1,396 | 0,163 | 2,562292E-06 | 4,246442E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,017587 | -0,000259 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000259 | 1,043102E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

**Finales Modell exklusive Geschlecht und Kohorte**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianzstruktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 69 | | 12 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -992,888 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -968,888 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -968,528 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -899,529 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -911,529 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 724,494 | 384,338 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 204,458 | 1,606 | 0,206 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 852,459 | 7,335 | 0,007 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 797,191 | 4,562 | 0,033 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 874,724 | 3,631 | 0,057 |
| Mean_N_Mul | 1 | 743,654 | 3,802 | 0,052 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 871,744 | 3,807 | 0,051 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 652,540 | 20,756 | 0,000 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| | | | | | | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | Untergrenze | Obergrenze |
| Konstanter Term | 1,090525 | 0,055626 | 724,494 | 19,605 | 0,000 | 0,981317 | 1,199732 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000675 | 0,000533 | 204,458 | 1,267 | 0,206 | -0,000375 | 0,001726 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,019304 | 0,007127 | 852,459 | 2,708 | 0,007 | 0,005315 | 0,033293 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,016690 | 0,007814 | 797,191 | -2,136 | 0,033 | -0,032028 | -0,001352 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,013816 | 0,007250 | 874,724 | 1,906 | 0,057 | -0,000414 | 0,028045 |
| Mean_N_Mul | 0,002088 | 0,001071 | 743,654 | 1,950 | 0,052 | -1,409640E-05 | 0,004189 |
| F1_dichotomisiert | 0,022068 | 0,011310 | 871,744 | 1,951 | 0,051 | -0,000129 | 0,044266 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,064724 | 0,014207 | 652,540 | 4,556 | 0,000 | 0,036828 | 0,092621 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011854 | 0,000730 | 16,238 | 0,000 | 0,010506 | 0,013374 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,019508 | 0,005937 | 3,286 | 0,001 | 0,010743 | 0,035423 |
| | UN (2,1) | -0,000370 | 0,000213 | -1,735 | 0,083 | -0,000787 | 4,788238E-05 |
| | UN (2,2) | 1,453475E-05 | 7,279783E-06 | 1,997 | 0,046 | 5,446031E-06 | 3,879136E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,019508 | -0,000370 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000370 | 1,453475E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

**Finales Modell inklusive Geschlecht und Kohorte**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianzstruktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | Kohorte | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 71 | | 14 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -993,791 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -965,791 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -965,306 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -884,873 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -898,873 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 717,835 | 383,701 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 387,701 | 1,990 | 0,159 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 852,825 | 7,486 | 0,006 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 796,388 | 4,601 | 0,032 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 872,443 | 3,343 | 0,068 |
| Mean_N_Mul | 1 | 747,404 | 3,569 | 0,059 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 870,177 | 3,826 | 0,051 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 648,770 | 20,823 | 0,000 |
| L1_Null | 1 | 255,190 | 0,431 | 0,512 |
| Kohorte | 1 | 584,696 | 0,414 | 0,520 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| | | | | | | 95% Konfidenzintervall | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | Untergrenze | Obergrenze |
| Konstanter Term | 1,089263 | 0,055608 | 717,835 | 19,588 | 0,000 | 0,980090 | 1,198437 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000990 | 0,000702 | 387,701 | 1,411 | 0,159 | -0,000390 | 0,002370 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,019502 | 0,007128 | 852,825 | 2,736 | 0,006 | 0,005512 | 0,033492 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,016752 | 0,007810 | 796,388 | -2,145 | 0,032 | -0,032083 | -0,001422 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,013319 | 0,007284 | 872,443 | 1,828 | 0,068 | -0,000978 | 0,027615 |
| Mean_N_Mul | 0,002041 | 0,001080 | 747,404 | 1,889 | 0,059 | -7,978929E-05 | 0,004161 |
| F1_dichotomisiert | 0,022180 | 0,011339 | 870,177 | 1,956 | 0,051 | -7,555327E-05 | 0,044435 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,065015 | 0,014248 | 648,770 | 4,563 | 0,000 | 0,037038 | 0,092992 |
| L1_Null | 0,012154 | 0,018514 | 255,190 | 0,656 | 0,512 | -0,024307 | 0,048614 |
| Kohorte | -0,002396 | 0,003725 | 584,696 | -0,643 | 0,520 | -0,009712 | 0,004921 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011845 | 0,000730 | 16,234 | 0,000 | 0,010498 | 0,013365 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,019620 | 0,005965 | 3,289 | 0,001 | 0,010811 | 0,035605 |
| | UN (2,1) | -0,000379 | 0,000215 | -1,763 | 0,078 | -0,000799 | 4,218556E-05 |
| | UN (2,2) | 1,490344E-05 | 7,349204E-06 | 2,028 | 0,043 | 5,669452E-06 | 3,917709E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,019620 | -0,000379 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000379 | 1,490344E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang H: Finales Modell inkl. Interaktion

**Finales Modell inkl. Interaktion mit Geschlecht**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianz-struktur | Anzahl Parameter | Subjektva-riablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | Kohorte | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 * L1_Null | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Al-ter_Test-tag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstruktu-riert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Test-tag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 260 |
| Gesamt | | 77 | | 20 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -1003,305 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -963,305 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -962,327 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -847,706 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -867,706 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 701,734 | 280,627 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 393,621 | 1,925 | 0,166 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 824,664 | 4,682 | 0,031 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 778,894 | 4,953 | 0,026 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 865,600 | 3,219 | 0,073 |
| Mean_N_Mul | 1 | 734,385 | 4,712 | 0,030 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 871,489 | 2,523 | 0,113 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 654,161 | 27,080 | 0,000 |
| L1_Null | 1 | 752,491 | 2,713 | 0,100 |
| Kohorte | 1 | 588,452 | 0,192 | 0,662 |
| g1_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | 878,723 | 0,290 | 0,590 |
| fl2_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | 825,440 | 1,676 | 0,196 |
| al_mdn0_reskaliert * L1_Null | 1 | 872,895 | 0,087 | 0,768 |
| Mean_N_Mul * L1_Null | 1 | 755,630 | 1,629 | 0,202 |
| F1_dichotomisiert * L1_Null | 1 | 858,769 | 0,044 | 0,834 |
| G2_mean_Faktor2 * L1_Null | 1 | 637,493 | 6,653 | 0,010 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,057166 | 0,063107 | 701,734 | 16,752 | 0,000 | 0,933265 | 1,181068 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000974 | 0,000702 | 393,621 | 1,387 | 0,166 | -0,000406 | 0,002353 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,017725 | 0,008192 | 824,664 | 2,164 | 0,031 | 0,001646 | 0,033804 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,030985 | 0,013922 | 778,894 | -2,226 | 0,026 | -0,058315 | -0,003656 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,015075 | 0,008403 | 865,600 | 1,794 | 0,073 | -0,001417 | 0,031567 |
| Mean_N_Mul | 0,002620 | 0,001207 | 734,385 | 2,171 | 0,030 | 0,000250 | 0,004990 |
| F1_dichotomisiert | 0,020852 | 0,013127 | 871,489 | 1,588 | 0,113 | -0,004913 | 0,046616 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,084071 | 0,016155 | 654,161 | 5,204 | 0,000 | 0,052348 | 0,115793 |
| L1_Null | 0,217456 | 0,132010 | 752,491 | 1,647 | 0,100 | -0,041696 | 0,476608 |
| Kohorte | -0,001624 | 0,003708 | 588,452 | -0,438 | 0,662 | -0,008907 | 0,005660 |
| g1_mdn0_reskaliert * L1_Null | 0,008841 | 0,016414 | 878,723 | 0,539 | 0,590 | -0,023374 | 0,041057 |
| fl2_mdn0_reskaliert * L1_Null | 0,021705 | 0,016764 | 825,440 | 1,295 | 0,196 | -0,011201 | 0,054610 |
| al_mdn0_reskaliert * L1_Null | -0,004940 | 0,016725 | 872,895 | -0,295 | 0,768 | -0,037765 | 0,027886 |
| Mean_N_Mul * L1_Null | -0,003364 | 0,002636 | 755,630 | -1,276 | 0,202 | -0,008538 | 0,001810 |
| F1_dichotomisiert * L1_Null | -0,005460 | 0,026079 | 858,769 | -0,209 | 0,834 | -0,056647 | 0,045727 |
| G2_mean_Faktor2 * L1_Null | -0,086759 | 0,033636 | 637,493 | -2,579 | 0,010 | -0,152809 | -0,020709 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011802 | 0,000727 | 16,240 | 0,000 | 0,010460 | 0,013316 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,019906 | 0,005883 | 3,383 | 0,001 | 0,011153 | 0,035528 |
| | UN (2,1) | -0,000391 | 0,000211 | -1,854 | 0,064 | -0,000805 | 2,237093E-05 |
| | UN (2,2) | 1,490044E-05 | 7,243052E-06 | 2,057 | 0,040 | 5,746890E-06 | 3,863360E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,019906 | -0,000391 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000391 | 1,490044E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang I: 42 Variablen-Modell

**42 Variablen umfassendes Modell (+ TRIP-RI)**

Modelldimension[a]

| | | Anzahl der Ebenen | Kovarianzstruktur | Anzahl Parameter | Subjektvariablen | Anzahl Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feste Effekte | Konstanter Term | 1 | | 1 | | |
| | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | | 1 | | |
| | A6 | 1 | | 1 | | |
| | B6_polytom | 1 | | 1 | | |
| | D1_a | 1 | | 1 | | |
| | F1_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | F2_summiert | 1 | | 1 | | |
| | J10_summiert | 1 | | 1 | | |
| | J11_summiert | 1 | | 1 | | |
| | C4_mean | 1 | | 1 | | |
| | V14_PAR_UEB | 1 | | 1 | | |
| | sc_mdn11_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | g1_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | d3_omi2 | 1 | | 1 | | |
| | fl2_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | al_std0 | 1 | | 1 | | |
| | al_mdn0_reskaliert | 1 | | 1 | | |
| | D2_F_Prozent | 1 | | 1 | | |
| | D2_KL | 1 | | 1 | | |
| | TMT_B_sec | 1 | | 1 | | |
| | TMT_A_sec | 1 | | 1 | | |
| | Testwert_MOCA | 1 | | 1 | | |
| | Sehtest_binokular | 1 | | 1 | | |
| | Mean_G_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_V_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_O_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_E_Mul | 1 | | 1 | | |
| | Mean_N_Mul | 1 | | 1 | | |
| | E1_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | E1_mean_Faktor1und2 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | E2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor3 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | G1_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor1 | 1 | | 1 | | |
| | G2_mean_Faktor2 | 1 | | 1 | | |
| | J17_mean | 1 | | 1 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L1_Null | 1 | | 1 | | |
| | Kohorte | 1 | | 1 | | |
| | L7_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | L8_dichotomisiert | 1 | | 1 | | |
| | L12 | 1 | | 1 | | |
| Zufällige Effekte | Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal[b] | 2 | Unstrukturiert | 3 | ID | |
| Wiederholte Effekte | Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 59 | Identität | 1 | ID | 258 |
| Gesamt | | 105 | | 48 | | |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Informationskriterien[a]

| | |
|---|---|
| -2 Log-Likelihood | -926,199 |
| Akaike-Informationskriterium (AIC) | -830,199 |
| Hurvich und Tsai (IC) | -824,113 |
| Bozdogan-Kriterium (CAIC) | -556,035 |
| Schwarzsches Bayes-Kriterium (BIC) | -604,035 |

Die Informationskriterien werden in einem möglichst kleinen Format angezeigt.

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Tests auf feste Effekte, Typ III[a]

| Quelle | Zähler-Freiheitsgrade | Nenner-Freiheitsgrade | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1 | 711,311 | 34,014 | 0,000 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 1 | 459,212 | 1,156 | 0,283 |
| A6 | 1 | 401,775 | 0,002 | 0,963 |
| B6_polytom | 1 | 758,954 | 0,249 | 0,618 |
| D1_a | 1 | 694,968 | 0,052 | 0,819 |
| F1_dichotomisiert | 1 | 802,633 | 1,852 | 0,174 |
| F2_summiert | 1 | 804,850 | 1,376 | 0,241 |
| J10_summiert | 1 | 809,339 | 0,076 | 0,783 |
| J11_summiert | 1 | 765,724 | 0,078 | 0,779 |
| C4_mean | 1 | 793,648 | 2,210 | 0,137 |
| V14_PAR_UEB | 1 | 785,824 | 2,408 | 0,121 |
| sc_mdn11_reskaliert | 1 | 784,888 | 0,616 | 0,433 |
| g1_mdn0_reskaliert | 1 | 810,528 | 4,436 | 0,035 |
| d3_omi2 | 1 | 789,842 | 0,420 | 0,517 |
| fl2_mdn0_reskaliert | 1 | 729,125 | 5,453 | 0,020 |
| al_std0 | 1 | 773,461 | 0,286 | 0,593 |
| al_mdn0_reskaliert | 1 | 813,311 | 4,038 | 0,045 |
| D2_F_Prozent | 1 | 720,249 | 0,142 | 0,706 |
| D2_KL | 1 | 537,503 | 1,037 | 0,309 |
| TMT_B_sec | 1 | 794,268 | 0,431 | 0,512 |
| TMT_A_sec | 1 | 813,097 | 1,686 | 0,195 |
| Testwert_MOCA | 1 | 779,345 | 1,128 | 0,289 |
| Sehtest_binokular | 1 | 797,507 | 0,033 | 0,855 |
| Mean_G_Mul | 1 | 582,900 | 0,074 | 0,786 |
| Mean_V_Mul | 1 | 728,516 | 0,471 | 0,493 |
| Mean_O_Mul | 1 | 610,268 | 1,000 | 0,318 |
| Mean_E_Mul | 1 | 599,639 | 1,277 | 0,259 |
| Mean_N_Mul | 1 | 795,506 | 4,101 | 0,043 |
| E1_mean_Faktor3 | 1 | 792,451 | 0,484 | 0,487 |
| E1_mean_Faktor1und2 | 1 | 763,914 | 0,070 | 0,792 |
| E2_mean_Faktor3 | 1 | 793,402 | 3,220 | 0,073 |
| E2_mean_Faktor2 | 1 | 814,327 | 0,184 | 0,668 |
| E2_mean_Faktor1 | 1 | 806,469 | 0,873 | 0,350 |
| G1_mean_Faktor3 | 1 | 744,650 | 0,169 | 0,682 |
| G1_mean_Faktor2 | 1 | 812,784 | 0,347 | 0,556 |
| G1_mean_Faktor1 | 1 | 792,595 | 0,001 | 0,974 |
| G2_mean_Faktor1 | 1 | 766,896 | 0,749 | 0,387 |
| G2_mean_Faktor2 | 1 | 779,138 | 7,009 | 0,008 |
| J17_mean | 1 | 523,502 | 0,529 | 0,467 |
| L1_Null | 1 | 302,017 | 0,245 | 0,621 |
| Kohorte | 1 | 634,587 | 0,389 | 0,533 |
| L7_dichotomisiert | 1 | 222,790 | 0,267 | 0,606 |
| L8_dichotomisiert | 1 | 223,107 | 0,307 | 0,580 |
| L12 | 1 | 743,138 | 2,077 | 0,150 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen fester Parameter[a]

| Parameter | Schätzer | Std.-Fehler | df | T | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konstanter Term | 1,027466 | 0,176172 | 711,311 | 5,832 | 0,000 | 0,681587 | 1,373346 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal | 0,000881 | 0,000819 | 459,212 | 1,075 | 0,283 | -0,000729 | 0,002491 |
| A6 | -0,000704 | 0,015026 | 401,775 | -0,047 | 0,963 | -0,030243 | 0,028835 |
| B6_polytom | -0,000265 | 0,000531 | 758,954 | -0,499 | 0,618 | -0,001308 | 0,000778 |
| D1_a | -0,003085 | 0,013486 | 694,968 | -0,229 | 0,819 | -0,029563 | 0,023392 |
| F1_dichotomisiert | 0,018007 | 0,013231 | 802,633 | 1,361 | 0,174 | -0,007964 | 0,043977 |
| F2_summiert | -0,005198 | 0,004432 | 804,850 | -1,173 | 0,241 | -0,013898 | 0,003502 |
| J10_summiert | 0,000992 | 0,003592 | 809,339 | 0,276 | 0,783 | -0,006059 | 0,008043 |
| J11_summiert | 0,001498 | 0,005346 | 765,724 | 0,280 | 0,779 | -0,008998 | 0,011993 |
| C4_mean | 0,067023 | 0,045082 | 793,648 | 1,487 | 0,137 | -0,021471 | 0,155516 |
| V14_PAR_UEB | -0,011345 | 0,007312 | 785,824 | -1,552 | 0,121 | -0,025698 | 0,003008 |
| sc_mdn11_reskaliert | 0,003049 | 0,003884 | 784,888 | 0,785 | 0,433 | -0,004575 | 0,010674 |
| g1_mdn0_reskaliert | 0,015866 | 0,007533 | 810,528 | 2,106 | 0,035 | 0,001080 | 0,030652 |
| d3_omi2 | -0,001126 | 0,001737 | 789,842 | -0,648 | 0,517 | -0,004534 | 0,002283 |
| fl2_mdn0_reskaliert | -0,019105 | 0,008181 | 729,125 | -2,335 | 0,020 | -0,035166 | -0,003044 |
| al_std0 | -8,252559E-05 | 0,000154 | 773,461 | -0,535 | 0,593 | -0,000385 | 0,000220 |
| al_mdn0_reskaliert | 0,017706 | 0,008811 | 813,311 | 2,009 | 0,045 | 0,000410 | 0,035002 |
| D2_F_Prozent | -0,000245 | 0,000650 | 720,249 | -0,377 | 0,706 | -0,001520 | 0,001030 |
| D2_KL | -0,000350 | 0,000344 | 537,503 | -1,018 | 0,309 | -0,001026 | 0,000325 |
| TMT_B_sec | 0,000128 | 0,000194 | 794,268 | 0,657 | 0,512 | -0,000254 | 0,000509 |
| TMT_A_sec | -0,000700 | 0,000539 | 813,097 | -1,298 | 0,195 | -0,001758 | 0,000358 |
| Testwert_MOCA | 0,002354 | 0,002217 | 779,345 | 1,062 | 0,289 | -0,001997 | 0,006706 |
| Sehtest_binokular | -0,002538 | 0,013900 | 797,507 | -0,183 | 0,855 | -0,029823 | 0,024748 |
| Mean_G_Mul | 0,000368 | 0,001356 | 582,900 | 0,271 | 0,786 | -0,002296 | 0,003032 |
| Mean_V_Mul | 0,001033 | 0,001504 | 728,516 | 0,687 | 0,493 | -0,001920 | 0,003986 |
| Mean_O_Mul | -0,001233 | 0,001233 | 610,268 | -1,000 | 0,318 | -0,003655 | 0,001189 |
| Mean_E_Mul | 0,001551 | 0,001373 | 599,639 | 1,130 | 0,259 | -0,001145 | 0,004247 |
| Mean_N_Mul | 0,002630 | 0,001299 | 795,506 | 2,025 | 0,043 | 8,085236E-05 | 0,005180 |
| E1_mean_Faktor3 | 0,007637 | 0,010976 | 792,451 | 0,696 | 0,487 | -0,013910 | 0,029183 |
| E1_mean_Faktor1und2 | -0,003990 | 0,015117 | 763,914 | -0,264 | 0,792 | -0,033666 | 0,025685 |
| E2_mean_Faktor3 | 0,018340 | 0,010220 | 793,402 | 1,795 | 0,073 | -0,001721 | 0,038402 |
| E2_mean_Faktor2 | -0,004491 | 0,010479 | 814,327 | -0,429 | 0,668 | -0,025059 | 0,016077 |
| E2_mean_Faktor1 | -0,010034 | 0,010741 | 806,469 | -0,934 | 0,350 | -0,031117 | 0,011049 |
| G1_mean_Faktor3 | 0,003768 | 0,009178 | 744,650 | 0,411 | 0,682 | -0,014250 | 0,021786 |
| G1_mean_Faktor2 | 0,009798 | 0,016641 | 812,784 | 0,589 | 0,556 | -0,022867 | 0,042462 |
| G1_mean_Faktor1 | -0,000672 | 0,020291 | 792,595 | -0,033 | 0,974 | -0,040502 | 0,039159 |
| G2_mean_Faktor1 | -0,014889 | 0,017208 | 766,896 | -0,865 | 0,387 | -0,048669 | 0,018891 |
| G2_mean_Faktor2 | 0,046631 | 0,017613 | 779,138 | 2,648 | 0,008 | 0,012056 | 0,081206 |
| J17_mean | -0,006802 | 0,009354 | 523,502 | -0,727 | 0,467 | -0,025178 | 0,011574 |
| L1_Null | 0,010372 | 0,020932 | 302,017 | 0,495 | 0,621 | -0,030820 | 0,051563 |
| Kohorte | -0,002576 | 0,004128 | 634,587 | -0,624 | 0,533 | -0,010683 | 0,005531 |
| L7_dichotomisiert | 0,013928 | 0,026962 | 222,790 | 0,517 | 0,606 | -0,039204 | 0,067060 |
| L8_dichotomisiert | 0,014765 | 0,026662 | 223,107 | 0,554 | 0,580 | -0,037775 | 0,067306 |
| L12 | -0,019546 | 0,013564 | 743,138 | -1,441 | 0,150 | -0,046173 | 0,007082 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Schätzungen von Kovarianzparametern[a]

| Parameter | | Schätzer | Std.-Fehler | Wald Z | Sig. | 95% Konfidenzintervall Untergrenze | 95% Konfidenzintervall Obergrenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messwiederholung | Varianz | 0,011965 | 0,000782 | 15,296 | 0,000 | 0,010526 | 0,013601 |
| Konstanter Term + Alter_Testtag_Bruch_Quartal [:^1:]1 [Subjekt = [%1: * ^1:]2] | UN (1,1) | 0,018953 | 0,006406 | 2,959 | 0,003 | 0,009772 | 0,036762 |
| | UN (2,1) | -0,000378 | 0,000231 | -1,636 | 0,102 | -0,000830 | 7,467098E-05 |
| | UN (2,2) | 1,478275E-05 | 7,821579E-06 | 1,890 | 0,059 | 5,240623E-06 | 4,169918E-05 |

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

Kovarianzstruktur mit zufälligen Effekten (G)[a]

| | Konstanter Term \| ID | Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID |
|---|---|---|
| Konstanter Term \| ID | 0,018953 | -0,000378 |
| Alter_Testtag_Bruch_Quartal \| ID | -0,000378 | 1,478275E-05 |

Unstrukturiert

a. Abhängige Variable: Mittelwert über alle Einheiten (TRIP), korrigiert.

# Anhang J: Finales Modell – AMOS.Pfadanalyse

## Group number 1 (Group number 1)

The model is recursive. Sample size = 260

## Variable Summary (Group number 1)

**Your model contains the following variables (Group number 1)**

Observed, endogenous variables

TRIP_58

TRIP_Intercept

g1_mdn0_58

G2_Faktor2_58

fl2_mdn0_58

fl2_mdn0_Intercept

al_mdn0_58

al_mdn0_Intercept

F1_58

F1_Intercept

NEO_N_58

Observed, exogenous variables

g1_mdn0_Intercept

G2_Faktor2_Intercept

NEO_N_Intercept

Unobserved, exogenous variables

e2

e1

e3

e6

e7

e8

e4

e9

e11

e10

e5

## Variable counts (Group number 1)

| | |
|---|---|
| Number of variables in your model: | 25 |
| Number of observed variables: | 14 |
| Number of unobserved variables: | 11 |
| Number of exogenous variables: | 14 |
| Number of endogenous variables: | 11 |

## Parameter Summary (Group number 1)

| | Weights | Covariances | Variances | Means | Intercepts | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fixed** | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| **Labeled** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Unlabeled** | 26 | 6 | 14 | 0 | 0 | 46 |
| **Total** | 37 | 6 | 14 | 0 | 0 | 57 |

## Assessment of normality (Group number 1)

| Variable | min | max | skew | c.r. | kurtosis | c.r. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **NEO_N_Intercept** | 2,131 | 32,14 | 0,15 | 0,988 | 0,718 | 2,362 |
| **G2_Faktor2_Intercept** | 1,189 | 3,681 | 0,152 | 1,001 | 0,059 | 0,193 |
| **g1_mdn0_Intercept** | 3,577 | 7,082 | 0,723 | 4,763 | 1,04 | 3,423 |
| **NEO_N_58** | 3,492 | 36,289 | 0,154 | 1,014 | 0,681 | 2,24 |
| **F1_Intercept** | 1,029 | 1,902 | 0,345 | 2,27 | -1,42 | -4,673 |
| **F1_58** | 1,071 | 1,97 | 0,254 | 1,674 | -1,539 | -5,066 |
| **al_mdn0_Intercept** | 1,807 | 5,911 | 2,79 | 18,367 | 12,299 | 40,481 |
| **fl2_mdn0_Intercept** | 0,744 | 1,371 | 3,368 | 22,172 | 18,08 | 59,507 |
| **al_mdn0_58** | 1,31 | 6,186 | 2,424 | 15,958 | 11,228 | 36,955 |
| **fl2_mdn0_58** | 0,496 | 9,784 | 5,416 | 35,65 | 49,602 | 163,259 |
| **G2_Faktor2_58** | 1,426 | 3,573 | 0,735 | 4,837 | 1,907 | 6,276 |
| **g1_mdn0_58** | 3,585 | 6,795 | 0,496 | 3,268 | 0,699 | 2,299 |
| **TRIP_Intercept** | 1,173 | 1,822 | 0,905 | 5,96 | 1,766 | 5,812 |
| **TRIP_58** | 1,211 | 1,978 | 0,981 | 6,458 | 2,114 | 6,958 |
| **Multivariate** | | | | | 126,267 | 48,096 |

## Sample Covariances (Group number 1)

| | NEO_N_Intercept | G2_Faktor2_Intercept | g1_mdn0_Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_Intercept | fl2_mdn0_Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept | TRIP_58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_Intercept | 18,333 | | | | | | | | | | | | | |
| G2_Faktor2_Intercept | -0,13 | 0,213 | | | | | | | | | | | | |
| g1_mdn0_Intercept | -0,09 | 0,018 | 0,314 | | | | | | | | | | | |
| NEO_N_58 | 20,368 | -0,136 | -0,089 | 22,864 | | | | | | | | | | |
| F1_Intercept | -0,352 | 0,045 | 0,005 | -0,395 | 0,099 | | | | | | | | | |
| F1_58 | -0,402 | 0,044 | 0,004 | -0,454 | 0,1 | 0,107 | | | | | | | | |
| al_mdn0_Intercept | 0,043 | -0,026 | 0,078 | 0,039 | -0,026 | -0,023 | 0,288 | | | | | | | |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,044 | -0,004 | 0,007 | 0,046 | -0,003 | -0,002 | 0,013 | 0,005 | | | | | | |
| al_mdn0_58 | 0,253 | -0,005 | 0,039 | 0,298 | -0,018 | -0,023 | -0,009 | -0,002 | 0,297 | | | | | |
| fl2_mdn0_58 | 0,87 | -0,012 | 0,048 | 0,975 | -0,017 | -0,018 | 0,041 | 0,03 | 0,03 | 0,623 | | | | |
| G2_Faktor2_58 | 0,062 | 0,081 | 0,022 | 0,074 | 0,021 | 0,025 | -0,015 | -0,001 | -0,001 | -0,003 | 0,094 | | | |
| g1_mdn0_58 | -0,086 | 0,027 | 0,273 | -0,096 | 0,006 | 0,006 | 0,064 | 0,005 | 0,05 | 0,042 | 0,024 | 0,257 | | |
| TRIP_Intercept | 0,016 | 0,013 | 0,008 | 0,019 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0 | -0,001 | -0,003 | 0,008 | 0,007 | 0,009 | |
| TRIP_58 | 0,027 | 0,012 | 0,004 | 0,033 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0 | -0,001 | -0,005 | 0,012 | 0,005 | 0,006 | 0,013 |

## Sample Correlations (Group number 1)

| | NEO_N_Intercept | G2_Faktor2_Intercept | g1_mdn0_Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_Intercept | fl2_mdn0_Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept | TRIP_58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_Intercept | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| G2_Faktor2_Intercept | -0,066 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| g1_mdn0_Intercept | -0,038 | 0,068 | 1 | | | | | | | | | | | |
| NEO_N_58 | 0,995 | -0,062 | -0,033 | 1 | | | | | | | | | | |
| F1_Intercept | -0,261 | 0,309 | 0,028 | -0,262 | 1 | | | | | | | | | |
| F1_58 | -0,287 | 0,295 | 0,023 | -0,29 | 0,969 | 1 | | | | | | | | |
| al_mdn0_Intercept | 0,019 | -0,104 | 0,26 | 0,015 | -0,153 | -0,128 | 1 | | | | | | | |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,138 | -0,108 | 0,169 | 0,131 | -0,109 | -0,092 | 0,335 | 1 | | | | | | |
| al_mdn0_58 | 0,108 | -0,02 | 0,128 | 0,114 | -0,107 | -0,131 | -0,032 | -0,057 | 1 | | | | | |
| fl2_mdn0_58 | 0,257 | -0,034 | 0,108 | 0,258 | -0,07 | -0,069 | 0,098 | 0,525 | 0,07 | 1 | | | | |
| G2_Faktor2_58 | 0,047 | 0,575 | 0,13 | 0,05 | 0,22 | 0,247 | -0,091 | -0,053 | -0,004 | -0,01 | 1 | | | |
| g1_mdn0_58 | -0,04 | 0,114 | 0,959 | -0,039 | 0,039 | 0,035 | 0,237 | 0,128 | 0,18 | 0,104 | 0,156 | 1 | | |
| TRIP_Intercept | 0,039 | 0,286 | 0,14 | 0,04 | 0,077 | 0,077 | 0,048 | -0,052 | -0,011 | -0,043 | 0,262 | 0,148 | 1 | |
| TRIP_58 | 0,055 | 0,22 | 0,07 | 0,061 | 0,03 | 0,031 | 0,04 | -0,018 | -0,015 | -0,06 | 0,345 | 0,093 | 0,565 | 1 |

## Notes for Model (Default model)

## Computation of degrees of freedom (Default model)

| | |
|---|---|
| Number of distinct sample moments: | 105 |
| Number of distinct parameters to be estimated: | 46 |
| Degrees of freedom (105 - 46): | 59 |

## Result (Default model) /Model Fit

Minimum was achieved

Chi-square = 69,609

Degrees of freedom = 59

Probability level = ,163

## Maximum Likelihood Estimates

## Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

| | | | Estimate | S.E. | C.R. | P | Label |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | ← | NEO_N_Intercept | 1,111 | 0,007 | 159,453 | *** | par_9 |
| F1_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | -0,018 | 0,004 | -4,232 | *** | par_17 |
| F1_58 | ← | F1_Intercept | 0,992 | 0,016 | 62,202 | *** | par_8 |
| al_mdn0_Intercept | ← | F1_Intercept | -0,235 | 0,097 | -2,426 | 0,015 | par_22 |
| fl2_mdn0_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | 0,003 | 0,001 | 2,538 | 0,011 | par_26 |
| F1_58 | ← | NEO_N_58 | -0,003 | 0,001 | -2,985 | 0,003 | par_28 |
| g1_mdn0_58 | ← | g1_mdn0_Intercept | 0,866 | 0,016 | 55,785 | *** | par_2 |
| TRIP_Intercept | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,059 | 0,013 | 4,533 | *** | par_3 |
| G2_Faktor2_58 | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,384 | 0,033 | 11,595 | *** | par_4 |
| TRIP_Intercept | ← | g1_mdn0_Intercept | 0,02 | 0,011 | 1,915 | 0,056 | par_5 |
| fl2_mdn0_58 | ← | fl2_mdn0_Intercept | 5,363 | 0,558 | 9,606 | *** | par_6 |
| al_mdn0_58 | ← | al_mdn0_Intercept | -0,05 | 0,063 | -0,793 | 0,428 | par_7 |
| TRIP_Intercept | ← | fl2_mdn0_Intercept | -0,099 | 0,084 | -1,187 | 0,235 | par_13 |
| g1_mdn0_58 | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,055 | 0,019 | 2,933 | 0,003 | par_21 |
| TRIP_Intercept | ← | al_mdn0_Intercept | 0,013 | 0,012 | 1,115 | 0,265 | par_24 |
| TRIP_Intercept | ← | F1_Intercept | 0,003 | 0,02 | 0,146 | 0,884 | par_25 |
| TRIP_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | 0,002 | 0,001 | 1,199 | 0,231 | par_27 |
| fl2_mdn0_58 | ← | NEO_N_58 | 0,032 | 0,009 | 3,705 | *** | par_31 |
| al_mdn0_58 | ← | F1_58 | -0,23 | 0,104 | -2,202 | 0,028 | par_32 |
| TRIP_58 | ← | TRIP_Intercept | 0,592 | 0,059 | 10,004 | *** | par_1 |
| TRIP_58 | ← | F1_58 | -0,021 | 0,019 | -1,147 | 0,251 | par_10 |
| TRIP_58 | ← | fl2_mdn0_58 | -0,006 | 0,007 | -0,859 | 0,39 | par_11 |
| TRIP_58 | ← | G2_Faktor2_58 | 0,084 | 0,019 | 4,427 | *** | par_12 |
| TRIP_58 | ← | g1_mdn0_58 | -0,002 | 0,011 | -0,14 | 0,888 | par_23 |
| TRIP_58 | ← | NEO_N_58 | 0,001 | 0,001 | 0,459 | 0,646 | par_29 |
| TRIP_58 | ← | al_mdn0_58 | -0,003 | 0,01 | -0,295 | 0,768 | par_30 |

## Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

| | | | Estimate |
|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | ← | NEO_N_Intercept | 0,995 |
| F1_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | -0,243 |
| F1_58 | ← | F1_Intercept | 0,957 |
| al_mdn0_Intercept | ← | F1_Intercept | -0,138 |
| fl2_mdn0_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | 0,147 |
| F1_58 | ← | NEO_N_58 | -0,046 |
| g1_mdn0_58 | ← | g1_mdn0_Intercept | 0,959 |
| TRIP_Intercept | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,28 |
| G2_Faktor2_58 | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,577 |
| TRIP_Intercept | ← | g1_mdn0_Intercept | 0,117 |
| fl2_mdn0_58 | ← | fl2_mdn0_Intercept | 0,499 |
| al_mdn0_58 | ← | al_mdn0_Intercept | -0,049 |
| TRIP_Intercept | ← | fl2_mdn0_Intercept | -0,075 |
| g1_mdn0_58 | ← | G2_Faktor2_Intercept | 0,05 |
| TRIP_Intercept | ← | al_mdn0_Intercept | 0,072 |
| TRIP_Intercept | ← | F1_Intercept | 0,009 |
| TRIP_Intercept | ← | NEO_N_Intercept | 0,074 |
| fl2_mdn0_58 | ← | NEO_N_58 | 0,193 |
| al_mdn0_58 | ← | F1_58 | -0,137 |
| TRIP_58 | ← | TRIP_Intercept | 0,513 |
| TRIP_58 | ← | F1_58 | -0,062 |
| TRIP_58 | ← | fl2_mdn0_58 | -0,045 |
| TRIP_58 | ← | G2_Faktor2_58 | 0,229 |
| TRIP_58 | ← | g1_mdn0_58 | -0,007 |
| TRIP_58 | ← | NEO_N_58 | 0,025 |
| TRIP_58 | ← | al_mdn0_58 | -0,015 |

## Covariances: (Group number 1 - Default model)

| | | | Estimate | S.E. | C.R. | P | Label |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| e9 | ←→ | G2_Faktor2_Intercept | 0,043 | 0,009 | 4,67 | *** | par_16 |
| e11 | ←→ | g1_mdn0_Intercept | 0,007 | 0,003 | 2,797 | 0,005 | par_18 |
| e11 | ←→ | e10 | 0,013 | 0,003 | 5,03 | *** | par_19 |
| e10 | ←→ | g1_mdn0_Intercept | 0,079 | 0,019 | 4,153 | *** | par_20 |
| e4 | ←→ | e8 | -0,01 | 0,004 | -2,387 | 0,017 | par_14 |
| e3 | ←→ | e7 | 0,004 | 0,001 | 3,277 | 0,001 | par_15 |

## Correlations: (Group number 1 - Default model)

| | | | Estimate |
|---|---|---|---|
| e9 | ←→ | G2_Faktor2_Intercept | 0,303 |
| e11 | ←→ | g1_mdn0_Intercept | 0,177 |
| e11 | ←→ | e10 | 0,329 |
| e10 | ←→ | g1_mdn0_Intercept | 0,267 |
| e4 | ←→ | e8 | -0,15 |
| e3 | ←→ | e7 | 0,208 |

## Variances: (Group number 1 - Default model)

| | Estimate | S.E. | C.R. | P | Label |
|---|---|---|---|---|---|
| **g1_mdn0_Intercept** | 0,314 | 0,028 | 11,38 | *** | par_33 |
| **G2_Faktor2_Intercept** | 0,213 | 0,019 | 11,38 | *** | par_34 |
| **NEO_N_Intercept** | 18,333 | 1,611 | 11,38 | *** | par_35 |
| **e8** | 0,236 | 0,021 | 11,38 | *** | par_36 |
| **e9** | 0,092 | 0,008 | 11,38 | *** | par_37 |
| **e7** | 0,006 | 0,001 | 11,38 | *** | par_38 |
| **e11** | 0,005 | 0 | 11,38 | *** | par_39 |
| **e10** | 0,281 | 0,025 | 11,38 | *** | par_40 |
| **e1** | 0,008 | 0,001 | 11,38 | *** | par_41 |
| **e3** | 0,063 | 0,006 | 11,38 | *** | par_42 |
| **e6** | 0,291 | 0,026 | 11,38 | *** | par_43 |
| **e4** | 0,02 | 0,002 | 11,38 | *** | par_44 |
| **e5** | 0,428 | 0,038 | 11,38 | *** | par_45 |
| **e2** | 0,008 | 0,001 | 11,38 | *** | par_46 |

## Squared Multiple Correlations: (Group number 1 - Default model)

| | Estimate |
|---|---|
| NEO_N_58 | 0,99 |
| F1_Intercept | 0,059 |
| F1_58 | 0,94 |
| al_mdn0_Intercept | 0,019 |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,022 |
| al_mdn0_58 | 0,019 |
| fl2_mdn0_58 | 0,315 |
| G2_Faktor2_58 | 0,333 |
| g1_mdn0_58 | 0,922 |
| TRIP_Intercept | 0,104 |
| TRIP_58 | 0,352 |

## Matrices (Group number 1 - Default model)

## Implied Covariances (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_ Intercept | TRIP_58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_Intercept | 18,333 | | | | | | | | | | | | | |
| G2_Faktor2_Intercept | 0 | 0,213 | | | | | | | | | | | | |
| g1_mdn0_Intercept | 0 | 0 | 0,314 | | | | | | | | | | | |
| NEO_N_58 | 20,367 | 0 | 0 | 22,863 | | | | | | | | | | |
| F1_Intercept | -0,326 | 0,043 | 0 | -0,362 | 0,098 | | | | | | | | | |
| F1_58 | -0,387 | 0,042 | 0 | -0,431 | 0,099 | 0,105 | | | | | | | | |
| al_mdn0_Intercept | 0,077 | -0,01 | 0,079 | 0,085 | -0,023 | -0,023 | 0,287 | | | | | | | |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,046 | 0 | 0,007 | 0,051 | -0,001 | -0,001 | 0,013 | 0,005 | | | | | | |
| al_mdn0_58 | 0,085 | -0,009 | -0,004 | 0,095 | -0,021 | -0,023 | -0,009 | 0 | 0,297 | | | | | |
| fl2_mdn0_58 | 0,897 | 0 | 0,039 | 1,004 | -0,016 | -0,019 | 0,072 | 0,031 | 0,001 | 0,625 | | | | |
| G2_Faktor2_58 | 0 | 0,082 | 0 | 0 | 0,016 | 0,02 | -0,004 | 0 | -0,004 | 0 | 0,094 | | | |
| g1_mdn0_58 | 0 | 0,012 | 0,272 | -0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,068 | 0,006 | -0,004 | 0,033 | 0,005 | 0,257 | | |
| TRIP_Intercept | 0,026 | 0,013 | 0,007 | 0,029 | 0,002 | 0,002 | 0,004 | 0 | -0,001 | 0 | 0,005 | 0,007 | 0,009 | |
| TRIP_58 | 0,03 | 0,013 | 0,003 | 0,033 | 0 | 0,001 | 0,002 | 0 | -0,001 | -0,003 | 0,01 | 0,004 | 0,006 | 0,013 |

## Implied Correlations (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Inter-cept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_ Intercept | TRIP_58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NEO_N_Intercept** | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| **G2_Faktor2_Intercept** | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| **g1_mdn0_Intercept** | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| **NEO_N_58** | 0,995 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | |
| **F1_Intercept** | **-0,243** | 0,294 | 0 | -0,242 | 1 | | | | | | | | | |
| **F1_58** | **-0,278** | 0,282 | 0 | -0,277 | 0,968 | 1 | | | | | | | | |
| **al_mdn0_Intercept** | 0,033 | -0,041 | 0,265 | 0,033 | -0,138 | -0,133 | 1 | | | | | | | |
| **fl2_mdn0_Intercept** | 0,147 | 0 | 0,175 | 0,146 | -0,036 | -0,041 | 0,327 | 1 | | | | | | |
| **al_mdn0_58** | 0,036 | -0,037 | -0,013 | 0,036 | -0,126 | -0,13 | -0,031 | -0,011 | 1 | | | | | |
| **fl2_mdn0_58** | 0,265 | 0 | 0,087 | 0,266 | -0,064 | -0,074 | 0,17 | 0,528 | 0,002 | 1 | | | | |
| **G2_Faktor2_58** | 0 | 0,577 | 0 | 0 | 0,17 | 0,204 | -0,023 | 0 | -0,027 | 0 | 1 | | | |
| **g1_mdn0_58** | 0 | 0,05 | 0,959 | -0,004 | 0,015 | 0,014 | 0,252 | 0,167 | -0,014 | 0,083 | 0,029 | 1 | | |
| **TRIP_Intercept** | 0,063 | **0,28** | 0,123 | 0,063 | 0,066 | 0,061 | 0,068 | -0,021 | -0,012 | 0,002 | 0,161 | 0,132 | 1 | |
| **TRIP_58** | 0,062 | **0,259** | 0,053 | 0,062 | 0,012 | 0,015 | 0,03 | -0,029 | -0,018 | -0,033 | 0,3 | 0,063 | 0,547 | 1 |

## Total Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NEO_N_58** | 1,111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **F1_Intercept** | -0,018 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **F1_58** | -0,021 | 0 | 0 | -0,003 | 0,992 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **al_mdn0_Intercept** | 0,004 | 0 | 0 | 0 | -0,235 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **fl2_mdn0_Intercept** | 0,003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **al_mdn0_58** | 0,005 | 0 | 0 | 0,001 | -0,216 | -0,23 | -0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **fl2_mdn0_58** | 0,049 | 0 | 0 | 0,032 | 0 | 0 | 0 | 5,363 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **G2_Faktor2_58** | 0 | 0,384 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **g1_mdn0_58** | 0 | 0,055 | 0,866 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TRIP_Intercept** | 0,001 | 0,059 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0,013 | -0,099 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TRIP_58** | 0,002 | 0,067 | 0,011 | 0 | -0,021 | -0,021 | 0,008 | -0,093 | -0,003 | -0,006 | 0,084 | -0,002 | 0,592 |

## Standardized Total Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0 _Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | 0,995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_Intercept | -0,243 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_58 | -0,278 | 0 | 0 | -0,046 | 0,957 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_Intercept | 0,033 | 0 | 0 | 0 | -0,138 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_58 | 0,036 | 0 | 0 | 0,006 | -0,124 | -0,137 | -0,049 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_58 | 0,265 | 0 | 0 | 0,193 | 0 | 0 | 0 | 0,499 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G2_Faktor2_58 | 0 | 0,577 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| g1_mdn0_58 | 0 | 0,05 | 0,959 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_Intercept | 0,063 | 0,28 | 0,117 | 0 | -0,001 | 0 | 0,072 | -0,075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_58 | 0,062 | 0,275 | 0,053 | 0,019 | -0,057 | -0,06 | 0,038 | -0,061 | -0,015 | -0,045 | 0,229 | -0,007 | 0,513 |

## Direct Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_ Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | 1,111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_Intercept | -0,018 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_58 | 0 | 0 | 0 | -0,003 | 0,992 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_Intercept | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,235 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,23 | -0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_58 | 0 | 0 | 0 | 0,032 | 0 | 0 | 0 | 5,363 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G2_Faktor2_58 | 0 | 0,384 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| g1_mdn0_58 | 0 | 0,055 | 0,866 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_Intercept | 0,002 | 0,059 | 0,02 | 0 | 0,003 | 0 | 0,013 | -0,099 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_58 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | -0,021 | 0 | 0 | -0,003 | -0,006 | 0,084 | -0,002 | 0,592 |

## Standardized Direct Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_I ntercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | 0,995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_Intercept | -0,243 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_58 | 0 | 0 | 0 | -0,046 | 0,957 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_Intercept | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,138 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_Intercept | 0,147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,137 | -0,049 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_58 | 0 | 0 | 0 | 0,193 | 0 | 0 | 0 | 0,499 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G2_Faktor2_58 | 0 | 0,577 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| g1_mdn0_58 | 0 | 0,05 | 0,959 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_Intercept | 0,074 | 0,28 | 0,117 | 0 | 0,009 | 0 | 0,072 | -0,075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_58 | 0 | 0 | 0 | 0,025 | 0 | -0,062 | 0 | 0 | -0,015 | -0,045 | 0,229 | -0,007 | 0,513 |

## Indirect Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NEO_N_58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_Intercept | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1_58 | -0,021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_Intercept | 0,004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_Intercept | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| al_mdn0_58 | 0,005 | 0 | 0 | 0,001 | -0,216 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fl2_mdn0_58 | 0,049 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G2_Faktor2_58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| g1_mdn0_58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_Intercept | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRIP_58 | 0,002 | 0,067 | 0,011 | 0 | -0,021 | 0,001 | 0,008 | -0,093 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## Standardized Indirect Effects (Group number 1 - Default model)

| | NEO_N_ Intercept | G2_Faktor2_ Intercept | g1_mdn0_ Intercept | NEO_N_58 | F1_Intercept | F1_58 | al_mdn0_ Intercept | fl2_mdn0_ Intercept | al_mdn0_58 | fl2_mdn0_58 | G2_Faktor2_58 | g1_mdn0_58 | TRIP_Intercept |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NEO_N_58** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **F1_Intercept** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **F1_58** | -0,278 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **al_mdn0_Intercept** | 0,033 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **fl2_mdn0_Intercept** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **al_mdn0_58** | 0,036 | 0 | 0 | 0,006 | -0,124 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **fl2_mdn0_58** | 0,265 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **G2_Faktor2_58** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **g1_mdn0_58** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TRIP_Intercept** | -0,011 | 0 | 0 | 0 | -0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TRIP_58** | 0,062 | 0,275 | 0,053 | -0,006 | -0,057 | 0,002 | 0,038 | -0,061 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## Modification Indices (Group number 1 - Default model)

## Covariances: (Group number 1 - Default model)

| | | | M.I. | Par Change |
|---|---|---|---|---|
| e6 | ← → | g1_mdn0_Intercept | 6,47 | 0,046 |
| e3 | ← → | g1_mdn0_Intercept | 4,87 | 0,018 |
| e4 | ← → | e6 | 12,444 | 0,017 |

## Variances: (Group number 1 - Default model)

| | M.I. | Par Change |
|---|---|---|

## Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

| | | | M.I. | Par Change |
|---|---|---|---|---|
| al_mdn0_58 | ← | g1_mdn0_Intercept | 5,505 | 0,14 |
| al_mdn0_58 | ← | g1_mdn0_58 | 10,244 | 0,212 |
| g1_mdn0_58 | ← | al_mdn0_58 | 12,596 | 0,057 |

# Schriftenreihe

## Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

### 2023

**M 334: Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2010 bis 2020**
Färber, Pöppel-Decker, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 335: Evaluation der Kampagne „Runter vom Gas!“ 2016-2019**
Petersen, Vollbracht
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 336: Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale im höheren Lebensalter und ihre Einflussfaktoren – Erste Querschnittsanalysen aus der Dortmunder-Bonner-Längsschnittstudie (DoBoLSiS)**
Karthaus, Getzmann, Wascher, Graas, Rudinger
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 337: Einsatzmöglichkeiten von VR-Brillen in der experimentellen Verkehrssicherheits- und Mobilitätsforschung**
Platho, Tristram, Kupschick € 17,00

**M 338: Influencer in der Verkehrssicherheitskommunikation: Geschäftsmodelle und Kooperationsformen**
Zabel, Duckwitz, Funk, Myshkina
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 339: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2021**
Gruschwitz, Hölscher, van Nek, Busch, Woopen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 340: Erweiterung der Erfassung vertiefter Verkehrsunfalldaten um psychologische und medizinische Langzeitfolgen**
Jänsch, Sperlich, Unruh, Johannsen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 341: Key Performance Indicator „Alkohol“ – Entwicklung einer Methodik und Ersterhebung**
Schrauth, Funk, Behnke, Beug, Jung, Schiller, Schulte
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 342: Vertiefende Analyse des Unfallgeschehens älterer Fahrzeugführender**
Strauzenberg, Pohle
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden

### 2024

**M 343: Kommunikationsmaßnahmen zur Verbesserung der Radverkehrssicherheit**
Manz, Müller, Engel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 344: Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer, Radfahrer und Fußgänger 2022**
Maier, Funk, La Guardia, Pušica, Kathmann, Agorastos, Bickel, Deyerl, Fischer, Jung, Kuhlmann, Metz, Panowitz, Lahanas, Schiller, Schulleri, Johannsen, Kocak, Krauhausen, Scharrenbroich, Stöver
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 345: Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2020 und 2021**
Schütte, Fürst, Szyprons, Schmitz, Weber, Käser, Harder
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 346: Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit – Berichtszeitraum 2019-2021**
Pöppel-Decker, Bierbach, Piasecki, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 347: Machbarkeitsstudie zum Fahrradsimulator mit besonderer Berücksichtigung von Senioren als Radfahrer**
Suing
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 348: Einsatzmöglichkeiten von Fahrsimulatoren in der Ausbildung von Fahrschülern**
Reindl, Thomas, Wottge, Satz
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 349: Novelle der Fahrschülerausbildungsordnung – Erstellung von Ausbildungsverläufen und Kompetenzrahmen für alle Fahrerlaubnisklassen**
Bittner, von Bressensdorf, Ewers-Lauer, Kopp, Napierski, Walkenhorst
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 350: Einfluss psychischer Unfallfolgen auf die verkehrssicherheitsrelevante Fahrkompetenz verunfallter Pkw-Fahrer**
Tomzig, Metzulat, Hoffmann, Kenntner-Mabiala, Epe-Jungeblodt
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

**M 351: Abweichendes Verkehrsverhalten und Nichtbefolgung von Regeln im Straßenverkehr – Entwicklung eines Sicherheitsindikators (SPI) und Ersterhebung**
Kathmann, von Heel, Pušica, Bäumer, Pfeiffer, Sutter
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

## 2025

**M 352: Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale von Seniorinnen und Senioren: Eine Längsschnittstudie über fünf Jahre**
Karthaus, Getzmann, Wascher, Rudinger, Graas
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen · Tel.+(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-95606-828-7
https://doi.org/10.60850/bericht-m352

**www.bast.de**