

PLAUSIBILITÄT UND ZUVERLÄSSIGKEIT VON FAHRERANGABEN
ZUR VORUNFALLPHASE – EIN VERGLEICH MIT ERKENNTNISSEN AUS
DEM EVENT DATA RECORDER DER UNFALLFAHRZEUGE



Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Humanwissenschaften
(Dr. sc. hum.)

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Karen Tschech

im Jahr
2025

PLAUSIBILITÄT UND ZUVERLÄSSIGKEIT VON FAHRERANGABEN
ZUR VORUNFALLPHASE – EIN VERGLEICH MIT ERKENNTNISSEN AUS
DEM EVENT DATA RECORDER DER UNFALLFAHRZEUGE



Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Humanwissenschaften
(Dr. sc. hum.)

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Karen Tschech

im Jahr
2025

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

Betreuer: Prof. Dr. Dr. Volker Alt

Tag der mündlichen Prüfung: 25.06.2025

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Personen bedanken, die mich auf dem Weg zu dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Dr. Volker Alt, bedanken, der die Entstehung dieser Arbeit ermöglicht hat. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Mark Vollrath, der sich stets die Zeit genommen hat, mich mit seiner fachlichen Expertise und wertvollen Anregungen im Entstehungsprozess dieser Arbeit zu unterstützen. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Christian Peifer, der sich bereit erklärt hat, diese Arbeit im Rahmen meines Mentorats zu begleiten.

Mein besonderer Dank gilt meiner Projektleiterin Frau Dr. Stefanie Weber, die mich auf dem Weg zu dieser Arbeit stets unterstützt hat und immer ein offenes Ohr für meine Fragen und Probleme hatte. Herzlichen Dank für die umfassende Betreuung, den regen fachlichen Austausch sowie die emotionale Unterstützung und die motivierenden Worte in schwierigen Zeiten.

Ich danke auch allen Kolleginnen und Kollegen der AARU Verkehrsunfallforschung, die mir mit fachlichem Rat und praktischer Hilfe zur Seite gestanden haben. Mein besonderer Dank gilt Herrn Heiko Kübler, der sich trotz seiner vielen Termine die Zeit genommen hat, das Manuskript dieser Arbeit zu lesen. Neben der fachlichen Unterstützung war es vor allem der zwischenmenschliche Rückhalt, der mir in dieser Zeit eine wichtige Stütze geboten hat. In diesem Zusammenhang möchte ich mich besonders bei Frau Dr. Stefanie Weber, Herrn Prof. Dr. Daniel Popp, Herrn Thomas Schenk, Herrn Heiko Kübler und Herrn Prof. Dr. Dr. Volker Alt bedanken, die sich an den gegebenen Stellen für mich eingesetzt haben. Ein herzliches Dankeschön auch an Frau Annemarie Haider und Frau Martina Guggenberger für ihr offenes Ohr und die emotionale Begleitung auf diesem Weg.

Abschließend möchte ich mich von ganzem Herzen bei meiner Familie und meinem Partner für ihre Geduld, ihr Verständnis und vor allem für ihre emotionale und praktische Unterstützung in den letzten Jahren bedanken.

Zusammenfassung

Die Aussagen von Unfallfahrern werden häufig verwendet, um Verkehrsunfälle und ihre Ursachen zu untersuchen. Diese können durch eine Vielzahl von Faktoren verzerrt sein. Um die Nutzbarkeit der Angaben im Rahmen der Verkehrsunfallforschung richtig einschätzen zu können, ist ein umfassendes Verständnis ihrer Güte erforderlich. In Deutschland ist in einer zunehmenden Anzahl von Fahrzeugen ein Event Data Recorder (EDR) verbaut, der in den letzten fünf Sekunden vor einem Unfallereignis verschiedene Informationen aufzeichnet. Diese objektiven Daten über die Vorunfallphase bieten die Möglichkeit, die Qualität der Fahrerangaben auf einer verbesserten Vergleichsgrundlage zu bewerten.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Angaben von 115 Autofahrern, die im Kontext der AARU Verkehrsunfallforschung erhoben worden sind, systematisch mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten des jeweiligen Unfallfahrzeugs verglichen. Ziel war es, die Güte der Angaben zu bewerten und ein besseres Verständnis für die Art und Häufigkeit von Abweichungen zu erlangen. Der Fokus des Vergleichs lag auf dem Unfallhergang, der gefahrenen Geschwindigkeit und der Reaktion vor dem Unfall. Es wurde eine nicht-interventionelle retrospektive Registerstudie mit Unfällen durchgeführt, die durch die AARU Verkehrsunfallforschung analysiert wurden sind.

Der Großteil der Fahrer schilderte die Unfallentstehung plausibel, wobei in den meisten Fällen Abweichungen hinsichtlich von Teilespekten des Unfallhergangs vorlagen. Die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer waren insgesamt eher ungenau und die meisten Fahrer berichteten eine niedrigere Geschwindigkeit als sie laut EDR-Daten gefahren waren. Viele Fahrer hatten Schwierigkeiten, sich an ihre Vermeidungsreaktionen zu erinnern und berichteten in den EDR-Daten ersichtliche Reaktionen nicht. Von den Fahrern angegebene Reaktionen waren hingegen meist tatsächlich erfolgt und die Erinnerung daran weitgehend zuverlässig.

Auf Basis der Ergebnisse wurden Rückschlüsse für die Bewertung und Nutzung der Fahrerangaben im Rahmen der Verkehrsunfallforschung gezogen. Die Fahrerangaben weisen meist eine ausreichende Plausibilität für die Unfallursachenbewertung auf. Hierfür bieten die Aussagen der Fahrer, trotz ihrer Qualitätseinschränkungen und der vermehrten Verfügbarkeit objektiver Daten, weiter einen wichtigen Mehrwert. Aufgrund der limitierten Zuverlässigkeit ist für die Verwendung jedoch eine Plausibilisierung mit weiteren Unfallinformationen erforderlich. Zudem muss eine Einordnung unter Berücksichtigung der möglichen Verzerrungsprozesse erfolgen. Dafür bieten die Erkenntnisse dieser Arbeit eine wichtige Grundlage.

Abstract

Statements from accident drivers are frequently used to investigate traffic accidents and their respective causes. These can be distorted by multiple factors. To evaluate the applicability of the statements in the context of traffic accident research, a thorough understanding of their quality is necessary. In Germany, an increasing number of cars is equipped with an Event Data Recorder (EDR), which records a variety of information during the last five seconds prior to an accident. These objective data yield the possibility to evaluate drivers' statements on an improved basis of comparison.

This thesis compares the statements from 115 car drivers, obtained in the context of the Audi Accident Research Unit (AARU), to the insights of the EDR data of the respective accident vehicle in a systematic way. The goal was to evaluate the quality of the statements and to get a better understanding about the kind and frequency of possible deviations. The comparison was focused on the course of the accident, the driven speed, and the reaction of the driver prior to the accident. A non-interventional retrospective register study was performed, based on accidents that were analysed by the AARU.

Most drivers described the development of the accidents in a plausible way, however there was a deviation concerning partial aspects of the course of the accident in the majority of the cases. The self-reported speeds of the drivers were rather inaccurate in general, with most drivers reporting a lower speed than the actual driven speed from the EDR. Many drivers had difficulties remembering their reaction in the pre-crash phase, failing to report manoeuvres that were evident in the EDR data. In contrast, reactions reported by the drivers had indeed happened most of the time, and the memory thereof was quite reliable.

Based on the results, conclusions were drawn with respect to the evaluation and usage of drivers' statements in the context of traffic accident research. The statements mostly exhibit a sufficient plausibility for the determination of the accident causation. Hereby, despite their limitations and the increasing availability of objective data sources, the drivers' statements offer an important additional value. However, due to their limited reliability, a cross validation with further accident information is necessary. Also, an integration of the statements into the context of the accident has to be conducted considering the possible distortion effects. For that, the insights gained in this thesis lay an important groundwork.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis.....	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 AARU Verkehrsunfallforschung	2
1.3 Event Data Recorder.....	3
1.4 Zielsetzung und Überblick über die vorliegende Arbeit	3
2 Theorie und Forschungsstand	5
2.1 Die Zuverlässigkeit von Aussagen über Verkehrsunfälle	5
2.1.1 Fehler bei der Wahrnehmung	5
2.1.1.1 Wahrnehmung als konstruktiver Prozess	5
2.1.1.2 Die Rolle der Aufmerksamkeit.....	6
2.1.1.3 Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung.....	8
2.1.1.4 Wahrnehmungsfehler als Unfallursache.....	8
2.1.1.5 Fazit zur Wahrnehmung als Fehlerquelle.....	9
2.1.2 Fehler beim Abspeichern.....	10
2.1.2.1 Aufbau des Gedächtnisses	10
2.1.2.2 Abspeichern ins episodische Gedächtnis.....	11
2.1.2.3 Der Einfluss von Stress und Emotionen.....	12
2.1.2.4 Konstruktive Funktionsweise des Gedächtnisses.....	14
2.1.2.5 Fazit zu Fehlern beim Abspeichern	15
2.1.3 Fehler beim Behalten	16
2.1.3.1 Vergessensprozesse	16
2.1.3.2 Potenzielle Veränderungs- und Verzerrungsprozesse.....	17
2.1.3.3 Fazit zu Fehlern beim Behalten	18
2.1.4 Fehler bei der Aussage	18
2.1.4.1 Abruf aus dem Gedächtnis	19
2.1.4.2 Interview als komplexer sozialer Prozess	19
2.1.4.3 Aussagen sind interessensgesteuert	20
2.1.4.4 Einfluss der Frageform.....	21
2.1.4.5 Zeitpunkt des Interviews	22
2.1.4.6 Fazit zu Fehlern bei der Aussage.....	23

2.1.5	Gesamtfazit zur Zuverlässigkeit von Aussagen zu Verkehrsunfällen	24
2.2	Nutzen der EDR-Daten für die Unfallanalyse	24
2.3	Spezifische Angaben zu Verkehrsunfällen & deren Konsistenz mit objektiven Daten ..	25
2.3.1	Angaben zum Unfallhergang	26
2.3.1.1	Allgemeine Auffälligkeiten	26
2.3.1.2	Plausibilität im Vergleich mit EDR- und rekonstruierten Daten	27
2.3.1.3	Fazit zu subjektiven Angaben zur Vorunfallphase	29
2.3.2	Geschwindigkeitsangaben.....	31
2.3.2.1	Limitationen selbstberichteter Fahrgeschwindigkeiten	31
2.3.2.2	Übereinstimmungsgrad mit EDR- und rekonstruierten Daten.....	33
2.3.2.3	Fazit zu Geschwindigkeitsangaben bei Verkehrsunfällen.....	35
2.3.3	Reaktionsangaben	37
2.3.3.1	Erkenntnisse zu Angaben zum Reaktionsverhalten	37
2.3.3.2	Übereinstimmungsgrad mit EDR- und rekonstruierten Daten.....	37
2.3.3.3	Fazit zu Reaktionsangaben bei Verkehrsunfällen.....	39
2.4	Fragestellung und Hypothesen.....	40
3	Methode	44
3.1	Studienaufbau und -ablauf	44
3.2	Stichprobe.....	44
3.3	Verwendete Daten.....	45
3.3.1	Interview.....	46
3.3.1.1	Durchführung	46
3.3.1.2	Interviewleitfaden.....	46
3.3.1.3	Weitere im Interview erfasste Konstrukte	49
3.3.2	EDR-Daten.....	49
3.3.2.1	Event Data Recorder	50
3.3.2.2	Relevante Pre-Crash-Daten und deren Besonderheiten	52
3.3.2.3	Erhebung und Interpretation der EDR-Daten	54
3.3.3	Weitere Variablen und Konstrukte	54
3.3.3.1	Demographische Daten	54
3.3.3.2	Ortslage und zulässige Höchstgeschwindigkeit	54
3.3.3.3	Unfallursache.....	55
3.3.3.4	Rolle der Unfallbeteiligung	57
3.3.3.5	Verstoß	57
3.3.3.6	Anzahl Unfallbeteiligte	58
3.3.3.7	Zeitlicher Abstand Interview	58
3.4	Auswertungsstrategie	58
3.4.1	Unfallhergang	58
3.4.2	Reaktion.....	62

3.4.2.1	Zeitpunkt der Reaktion.....	63
3.4.2.2	Reihenfolge der Reaktion	64
3.4.2.3	Art der reaktionsbedingten Handlungsmodifikation	64
3.4.3	Geschwindigkeit.....	65
3.4.3.1	Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit.....	65
3.4.3.2	Genaugigkeit der Geschwindigkeitsangabe	66
3.4.4	Clusterung der Vergleichsfälle	70
3.4.4.1	Unfallszenarien.....	70
3.4.4.2	Fahrmanöver	74
3.4.5	Erinnerungseinschränkende Faktoren	74
3.5	Datenanalyse	75
3.5.1	Datenaufbereitung.....	75
3.5.2	Statistisches Vorgehen.....	75
3.5.2.1	Unfallhergang	75
3.5.2.2	Geschwindigkeit	76
3.5.2.3	Reaktion	77
4	Ergebnisse.....	78
4.1	Vergleichbarkeit Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte.....	78
4.2	Plausibilitätsgrad der Aussagen zum Unfallhergang	80
4.2.1	Plausibilitätsgrad insgesamt.....	80
4.2.2	Rolle Unfallbeteiligung.....	82
4.2.3	Anzahl Unfallbeteiligte.....	84
4.2.4	Verstoß.....	87
4.2.5	Unfallursache	89
4.2.6	Unfallszenarien	92
4.2.6.1	Gruppe 1 – Eigener unfallauslösender Fehler.....	92
4.2.6.2	Gruppe 2 – Fehlverhalten anderer Person	93
4.2.7	Verantwortungsgefühl für den Unfall.....	94
4.2.8	Zeitlicher Abstand Interview.....	95
4.2.9	Keine Erinnerung an den Unfallhergang.....	96
4.3	Geschwindigkeitsangabe	97
4.3.1	Geschwindigkeitsüberschreitung	97
4.3.1.1	Angabe Geschwindigkeitsverstöße insgesamt.....	99
4.3.1.2	Angabe Geschwindigkeitsverstöße nach Rolle Unfallbeteiligung	100
4.3.1.3	Angabe Geschwindigkeitsverstöße nach Ortslage	101
4.3.2	Genaugigkeit Geschwindigkeitsangabe.....	102
4.3.2.1	Vergleich Geschwindigkeitsangabe insgesamt	102
4.3.2.2	Rolle Unfallbeteiligung	105
4.3.2.3	Zulässige Höchstgeschwindigkeit	106

4.3.2.4	Ortslage	107
4.3.2.5	Unfallursache.....	108
4.3.2.6	Unfallszenarien.....	110
4.3.2.7	Fahrerfahrung.....	113
4.3.2.8	Zeitlicher Abstand Interview	114
4.4	Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe.....	114
4.4.1	Vergleich Reaktionsangabe insgesamt.....	114
4.4.2	Rolle Unfallbeteiligung.....	116
4.4.3	Unfallursache	117
4.4.4	Unfallszenarien	119
4.4.5	Zeitlicher Abstand Interview.....	120
4.4.6	Zeitpunkt Reaktion	121
4.4.7	Art der reaktionsbedingten Handlungsmodifikation.....	122
4.4.8	Reihenfolge Reaktion	124
5	Diskussion.....	125
5.1	Zusammenfassung & Einordnung in den bisherigen Forschungsstand	125
5.1.1	Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang	125
5.1.2	Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe.....	132
5.1.3	Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe.....	139
5.1.4	Rolle der Unfallbeteiligung.....	144
5.1.5	Zeitpunkt des Interviews.....	144
5.2	Limitationen.....	145
5.3	Ausblick	148
5.4	Abschließendes Fazit	149
6	Anhang.....	152
7	Literaturverzeichnis.....	168

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Informationsprozess bei Zeugenaussagen über Verkehrsunfälle nach Strigl (1996).....	5
Abbildung 2.2	Vergessenskurven in Abhängigkeit vom Gedächtnismaterial (aus Greuel et al., 1998, S. 30)	17
Abbildung 3.1	Beispielhafte tabellarische Darstellung der Pre-Crash-Phase aus einem CDR-Protokoll des EDR	52
Abbildung 3.2	Unfallursachenkategorisierung nach der 5-Step-Methode	56
Abbildung 4.1	Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang, n = 115.	81
Abbildung 4.2	Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang nach der Rolle der Unfallbeteiligung.....	83
Abbildung 4.3	Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang in Alleinunfällen und Unfällen mit anderen Unfallbeteiligten	85
Abbildung 4.4	Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang von Fahrern mit und ohne Verstoß	87
Abbildung 4.5	Häufigkeit der Plausibilitätsgrade bei Vorliegen spezifischer Verstöße	89
Abbildung 4.6	Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang bei Fahrern mit und ohne menschlich relevante Unfallursache	90
Abbildung 4.7	Subjektives Verantwortungsgefühl für den Unfall in Abhängigkeit vom Plausibilitätsgrad der Aussage.....	94
Abbildung 4.8	Zeitlicher Abstand des Interviews zum Unfall aufgeteilt nach dem Plausibilitätsgrad der Aussage	95
Abbildung 4.9	Zeitlicher Abstand des Interviews zum Unfall aufgeteilt nach der Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Angaben	96
Abbildung 4.10	Streudiagramm der subjektiven Geschwindigkeitsangabe im Vergleich zur Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR	103
Abbildung 4.11	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung	105
Abbildung 4.12	Streudiagramm der subjektiven Geschwindigkeitsangabe im Vergleich zur subjektiv angegebenen Höchstgeschwindigkeit bei konstanter Fahrt.....	107

Abbildung 4.13	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Ortslage	108
Abbildung 4.14	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache	109
Abbildung 4.15	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art der ersten Unfallursache.....	110
Abbildung 4.16	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art des Unfallszenarios in Szenario-Gruppe 1.....	111
Abbildung 4.17	Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art des Unfallszenarios in Szenario-Gruppe 2.....	112
Abbildung 4.18	Verteilung des zeitlichen Abstands des Interviews zum Unfall in Tagen in Abhängigkeit vom Übereinstimmungsgrad der Reaktionsangabe	121
Abbildung 4.19	Reaktionsbeginn in Sekunden in Abhängigkeit von der Angabe der Reaktion.....	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1	Fragen zum Unfallhergang, der Geschwindigkeit und der Reaktion in den verschiedenen Versionen des Interviewleitfadens der AARU	47
Tabelle 3.2	Kategorien für die Einteilung des Plausibilitätsgrades der Aussage zum Unfallhergang	60
Tabelle 3.3	Auswahlstrategie der Vergleichsgeschwindigkeit aus den EDR-Daten	69
Tabelle 3.4	Beschreibung der Unfallszenario-Gruppe 1 - eigener unfallauslösender Fehler	72
Tabelle 3.5	Beschreibung der Unfallszenario-Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person	73
Tabelle 4.1	Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests bezüglich der Fahrerfahrung in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung	78
Tabelle 4.2	Häufigkeitsverteilung der Tageszeit, der Ortslage und der Unfallszenarien der analysierten Unfälle in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung	79
Tabelle 4.3	Art und Anzahl der Unterschiede hinsichtlich des Fahrmanövers in grundsätzlich plausiblen Aussagen	82
Tabelle 4.4	Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen der Unfallverursacher und weiteren Unfallbeteiligten	83
Tabelle 4.5	Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung	84
Tabelle 4.6	Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen nach der Anzahl der Unfallbeteiligten	86
Tabelle 4.7	Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit von der Anzahl an Unfallbeteiligten	86
Tabelle 4.8	Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Verstoßes	88
Tabelle 4.9	Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Verstoßes	88

Tabelle 4.10	Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache (UU)	90
Tabelle 4.11	Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich des Vorkommens der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache	91
Tabelle 4.12	Häufigkeitsverteilung der Plausibilitätsgrade in Abhängigkeit von der Art der ersten Unfallursache.....	91
Tabelle 4.13	Häufigkeiten der Plausibilitätsgrade in den Unfallszenarien der Gruppe 1 – eigener unfallauslösender Fehler.....	93
Tabelle 4.14	Häufigkeiten der Plausibilitätsgrade in den Unfallszenarien der Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person	94
Tabelle 4.15	Häufigkeitsverteilung des Plausibilitätsgrades der Aussagen und der Angabe keine Erinnerung bei zu niedriger Aktivierung als Unfallursache	97
Tabelle 4.16	Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung nach Rolle der Unfallbeteiligung und aufgeteilt nach der Ortslage.	98
Tabelle 4.17	Häufigkeit der Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und laut Angaben im Interview	99
Tabelle 4.18	Subjektive Angabe Geschwindigkeitsüberschreitung bei Vorliegen eines Geschwindigkeitsverstoßes laut EDR-Daten nach Rolle Unfallbeteiligung	101
Tabelle 4.19	Subjektive Angabe Geschwindigkeitsüberschreitung bei Vorliegen eines Geschwindigkeitsverstoßes laut EDR-Daten nach Ortslage.....	102
Tabelle 4.20	Absolute und prozentuale Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe von der EDR-Geschwindigkeit	104
Tabelle 4.21	Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeitsangabe nahe der berichteten zulässigen Höchgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fahrmanöver.....	106
Tabelle 4.22	Korrelationen zwischen der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe und den Variablen zur Fahrerfahrung des Fahrers.....	113
Tabelle 4.23	Häufigkeitsverteilung der Reaktionsangaben im Vergleich mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten.....	115
Tabelle 4.24	Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung	116
Tabelle 4.25	Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer menschlich relevanten Unfallursache	118

Tabelle 4.26	Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben nach dem Bereich der 1. menschlich relevanten Unfallursache	118
Tabelle 4.27	Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben für die Unfallszenarien der Gruppe 1 – eigener unfallauslösender Fehler	119
Tabelle 4.28	Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben für die Unfallszenarien der Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person.....	120
Tabelle 4.29	Häufigkeiten der Reaktionsangabe der gezeigten Längs- und Querreaktion in Abhängigkeit von der Art der Handlungsmodifikation	123
Tabelle 4.30	Häufigkeiten der Reaktionsangabe bei erfolgter Quer- und Längsreaktion in Abhängigkeit von der Reihenfolge, in der die Reaktionen erfolgt waren	124
Tabelle 6.1	Unfallverursacher: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview	165
Tabelle 6.2	Weitere Unfallbeteiligte: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview	165
Tabelle 6.3	Innerorts: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview	166
Tabelle 6.4	Außerorts: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview	166
Tabelle 6.5	Reaktionsangabe der Unfallverursacher im Vergleich mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten.....	167
Tabelle 6.6	Reaktionsangabe der weiteren Unfallbeteiligte im Vergleich mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten.....	167

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Im Jahr 2023 kam in Deutschland durchschnittlich alle 3,1 Stunden ein Mensch bei einem Verkehrsunfall zu Tode und alle 86,0 Sekunden wurde eine Person während der Teilnahme am Straßenverkehr verletzt (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024). Laut der Verkehrsunfallstatistik des Statistischen Bundesamtes gab es 2 839 Verkehrstote und 52 902 Schwer-, sowie 313 655 Leichtverletzte. Zusätzlich kam es zu mindestens 2,2 Millionen reinen Sachschadensunfällen.

Verkehrsunfälle verursachen hohe Kosten und können gravierende Auswirkungen auf das Leben der Betroffenen haben, gerade wenn diese durch den Verkehrsunfall schwere Verletzungen erlitten haben: Belastungen durch eingeschränkte Versicherungsleistungen und lang andauernde Gerichtsverfahren, verminderte Lebensqualität und Arbeitsfähigkeit sowie psychische Folgeerkrankungen (Meunier et al., 2018).

In den letzten Jahrzehnten wurden in Deutschland zahlreiche Maßnahmen zur Steigerung der Verkehrssicherheit umgesetzt, was dazu führte, dass die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr trotz gestiegener Verkehrsleistung stark zurückgegangen ist (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2024). Das Ziel der Strategie *Vision Zero*, dass kein Mensch im Straßenverkehr getötet oder schwer verletzt werden soll, ist jedoch noch nicht erreicht (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2024; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021). Aus diesem Grund ist die Umsetzung der Vision Zero auch im neuen Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2021 bis 2030 verankert (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021). Hierin werden als Teilziele eine Abnahme der Todesfälle um weitere 40 % und eine signifikante Reduzierung der Schwerverletzten bis 2030 angestrebt. Auch auf europäischer und internationaler Ebene ist die Prävention von Verkehrsunfällen durch die Umsetzung der Vision Zero ein relevantes Vorhaben (Europäische Kommission, 2018, 17. Mai; United Nations, 2020).

Um Verkehrsunfälle verhindern und Gegenmaßnahmen entwickeln zu können, ist es wichtig zu verstehen, warum Unfälle passieren (Johannsen, 2013; Tivesten, 2014; Weber et al., 2014). Mit dieser bedeutsamen Teilfragestellung beschäftigt sich die Verkehrsunfallforschung. Dabei stellen die Aussagen der Unfallbeteiligten neben der technischen Rekonstruktion des Unfalls ein zentrales Element für die Unfallursachenanalyse dar (Johannsen, 2013; Risser & Schütz-

hofer, 2015). Selbstauskünfte zu Verkehrsunfällen werden aber nicht nur in der In-Depth-Verkehrsunfallforschung, sondern generell in der Verkehrssicherheitsforschung häufig genutzt, unter anderem zur Analyse relevanter Einflussfaktoren auf die Unfallentstehung (Kamaluddin et al., 2018). In der forensischen Psychologie ist die Betrachtung der Qualität von Zeugenaussagen seit langer Zeit ein zentrales Thema, während sie in der Verkehrspsychologie trotz ihrer Bedeutsamkeit vergleichsweise noch relativ jung ist (Risser & Schützhofer, 2015; Strigl, 1996). Dabei ist es laut Risser und Schützhofer wichtig zu verstehen, wie zuverlässig die Angaben sind und wo potenzielle Schwachstellen liegen. Denn nur unter diesen Voraussetzungen können die Angaben im Rahmen der Unfall- und Ursachenanalyse richtig bewertet und genutzt werden.

1.2 AARU Verkehrsunfallforschung

In der alltäglichen Fallbearbeitung der AARU (Audi Accident Research Unit) Verkehrsunfallforschung sind immer wieder Unterschiede zwischen den Aussagen der Fahrer¹ und den vom Fahrzeug aufgezeichneten Daten zur Vorunfall-Phase aufgefallen.

Die AARU ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das 1998 am Universitätsklinikum Regensburg in Zusammenarbeit mit der AUDI AG gegründet wurde. Detaillierte Projektbeschreibungen der AARU Verkehrsunfallforschung finden sich unter anderem bei Graab et al. (2008), Chiellino et al. (2010), Weber et al. (2014) und Weber et al. (2015). Die wichtigsten Fakten aus diesen Veröffentlichungen sind im Folgenden zusammengefasst. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden Verkehrsunfälle detailliert aus psychologischer, technischer und medizinischer Perspektive analysiert, um umfassende und fachübergreifende Erkenntnisse über die Entstehung, den Ablauf und die Folgen von Unfällen zu gewinnen. Die AARU untersucht Verkehrsunfälle, die sich auf bayerischen Straßen ereignet haben und an denen ein Konzernfahrzeug der AUDI AG (Audi, Lamborghini oder Ducati) beteiligt war. Die Polizei meldet die Unfälle an die AARU, wenn das Konzernfahrzeug zum Unfallzeitpunkt maximal zwei Jahre alt war und folgende Kriterien erfüllt sind: mindestens eine der beteiligten Personen wurde verletzt und/oder in einem der beteiligten Fahrzeuge löste ein Airbag aus und/oder mindestens eines der beteiligten Fahrzeuge wurde stark deformiert. Voraussetzung für die vollständige Analyse ist das Einverständnis der Unfallbeteiligten. Liegt dieses vor, werden alle involvierten Fahrzeuge untersucht und die am Unfall beteiligten Personen befragt. Das technische Team analysiert die Unfallfahrzeuge hinsichtlich ihrer Beschädigungen, liest potenziell aufgezeichnete Daten aus den Datenspeichern aus und vermisst die Unfallstelle sowie mögliche Unfallspuren.

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Die Personenbezeichnungen beziehen sich aber, sofern nicht anders kenntlich gemacht, auf alle Geschlechter.

Auf Basis dieser Daten wird schließlich eine physikalische Rekonstruktion des Unfalls erstellt. Das medizinische Team erfasst und dokumentiert die Verletzungen aller am Unfall beteiligten Personen. Das psychologische Team führt mit allen am Unfall beteiligten Fahrern standardisierte, telefonische Interviews zum Unfallhergang. Dabei werden unter anderem Informationen zum subjektiven Ablauf des Unfallgeschehens, der Wahrnehmung vor dem Unfall, der gefahrenen Geschwindigkeit und potenziellen Reaktionen vor dem Unfall erfasst. Die Informationen aus dem psychologischen Interview werden anschließend in den Gesamtkontext eingebettet und mögliche Unfallursachen bestimmt.

Die beobachteten Abweichungen in den Fahrerangaben von den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten waren der Anlass für die Entstehung der vorliegenden Arbeit.

1.3 Event Data Recorder

In immer mehr modernen Fahrzeugen ist ein Event Data Recorder (EDR) verbaut. Dieser zeichnet für die letzten fünf Sekunden vor einem Unfallereignis verschiedene Parameter auf, unter anderem die gefahrene Geschwindigkeit, den Lenkwinkel und die Betätigung des Brems- und Gaspedals (Blanc et al., 2023; Bosch Automotive Service Solutions, 2015). Diese Daten bieten detaillierte Einblicke in die letzten Sekunden vor einem Unfall. In den USA ist die Aufzeichnung von Unfalldaten in Fahrzeugen durch den EDR seit 2006 mittels vorgeschriebener Standards geregelt (49 CFR Part 563, 2006; 49 CFR Part 563, 2022). In der EU ist der EDR, gemäß der General Safety Regulation 2019, seit Juli 2022 für alle neu-homologierten Fahrzeugtypen und seit 2024 für alle Neuzulassungen verpflichtend (ADAC, 2020; Verordnung (EU) 2019/2144, 2019). Viele Automobilhersteller haben aber bereits zuvor Fahrzeugmodelle für den europäischen Markt freiwillig mit einem EDR ausgestattet beziehungsweise die Auslesbarkeit des EDR in ihren Modellen global freigegeben (ADAC, 2020; Blanc et al., 2023). Aus diesem Grund gibt es in Deutschland seit einigen Jahren immer mehr Fahrzeuge, in denen Event Data Recorder verbaut sind. Dadurch liegen nun auch hier objektive Realunfalldaten vor, welche die Chance bieten, die Plausibilität und Qualität der Aussagen von Fahrern zur Vorunfallphase auf andere Art zu betrachten.

1.4 Zielsetzung und Überblick über die vorliegende Arbeit

Die Möglichkeit, detaillierte Aussagen der Fahrer im Rahmen der Verkehrsunfallforschung mit den aufgezeichneten und interpretierten EDR-Daten aus dem Unfallfahrzeug vergleichen zu können, ist eine besondere Datengrundlage, die in diesem Detailgrad in Deutschland bei der AARU einzigartig ist. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Angaben der Autofahrer systematisch mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten zu vergleichen, um ein besseres Verständnis

über die Qualität und Güte der Fahrerangaben im Rahmen der Verkehrsunfallforschung zu erlangen. Dabei sollen Erkenntnisse zu folgenden Punkten gewonnen werden: Wie plausibel berichten Fahrer über die Vorunfallphase? Hinsichtlich welcher Aspekte zeigen sich Unterschiede in den Fahrerangaben? Wie häufig kommen diese Unterschiede vor und wie sehen diese genau aus? Entsprechend der Inhalte des standardisierten Interviews im Rahmen der psychologischen Unfallanalyse der AARU und den aufgezeichneten Parametern des EDR liegt der Fokus des Vergleichs auf dem Unfallhergang, der gefahrenen Geschwindigkeit und der Reaktion vor dem Unfall. Basierend auf dem gewonnenen Wissen werden Rückschlüsse für die Bewertung und Nutzung der Fahreraussagen im Rahmen der Unfallforschung gezogen. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen werden zukünftig immer mehr Fahrzeuge mit einem EDR ausgestattet sein. Aus diesem Grund soll mit Hilfe der Analyse zudem geprüft werden, ob die bislang verwendete Art der Fahrerbefragung noch sinnvoll ist oder gegebenenfalls angepasst werden sollte.

In Kapitel 2 wird zunächst der theoretische Hintergrund und bisherige Forschungsstand zur Zuverlässigkeit von Zeugenaussagen bei Verkehrsunfällen zusammengefasst. Dabei wird auf die potenziellen Einflussfaktoren und Fehlerquellen im Bereich der Wahrnehmung des Unfalls, dem Abspeichern und Behalten der Informationen im Gedächtnis und dem Abruf der Inhalte im Rahmen einer Befragung eingegangen. Im Anschluss sind die spezifischen Merkmale der Angaben zum Unfallhergang, zu der gefahrenen Geschwindigkeit und zur Reaktion vor dem Unfall dargestellt, sowie das bisherige Wissen zur Konsistenz mit objektiven Erkenntnissen aus der physikalischen Rekonstruktion und den EDR-Daten. In Kapitel 2.4 sind die konkreten Fragestellungen der vorliegenden Arbeit und die erarbeiteten Hypothesen beschrieben. In Kapitel 3 werden die Inhalte des standardisierten Interviews und die Spezifika der EDR-Daten im Detail vorgestellt. Zudem wird das methodische Vorgehen beim Vergleich der qualitativen Aussagen der Fahrer mit den quantitativen EDR-Daten zur Beantwortung der Fragestellungen dargelegt. Die Ergebnisse des Vergleichs sind in Kapitel 4 präsentiert. Dabei wird separat auf die Plausibilität der Fahrerangaben zum Unfallhergang, zur Geschwindigkeit und zur Reaktion eingegangen. Eine abschließende Diskussion und Bewertung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 5.

2 Theorie und Forschungsstand

2.1 Die Zuverlässigkeit von Aussagen über Verkehrsunfälle

Von der Wahrnehmung des Unfalls bis zur eigentlichen Aussage durchlaufen die Informationen einen langen Weg. Nach Strigl (1996) gliedert sich dieser Weg, wie in Abbildung 2.1 dargestellt, in vier aufeinanderfolgende Prozesse: das Wahrnehmen des Unfalls, das Abspeichern der Informationen im Gedächtnis, das Behalten der Informationen und das Wiedergeben der Informationen. In jedem dieser Prozessschritte kann es zu Fehlern und potenziellen Verzerrungen kommen, welche die Qualität der Aussage beeinflussen (Risser & Schützhofer, 2014, 2015; Strigl, 1996).

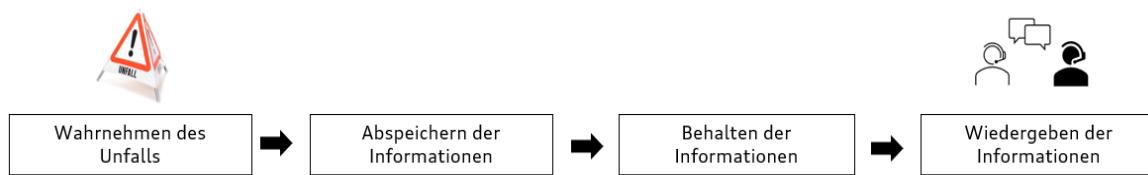


Abbildung 2.1 Informationsprozess bei Zeugenaussagen über Verkehrsunfälle nach Strigl (1996)

Orientiert an der Arbeit von Strigl (1996) und den darauf aufbauenden Veröffentlichungen von Risser und Schützhofer (2014, 2015) sind nachfolgend die relevanten wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischen Aspekte sowie potenziellen Fehlerquellen in den einzelnen Prozessschritten dargestellt.

2.1.1 Fehler bei der Wahrnehmung

Bereits die Wahrnehmung des Unfalls selbst wird durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst, welche die spätere Erinnerung an den Unfall limitieren (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014, 2015; Strigl, 1996).

2.1.1.1 Wahrnehmung als konstruktiver Prozess

Die menschliche Wahrnehmung basiert auf einem aktiven Verarbeitungsprozess und stellt kein identisches Abbild der Realität dar (vgl. z. B. Chaloupka-Risser, 2011; Gegenfurtner, 2011; Strigl, 1996). Der Wahrnehmungsprozess umfasst nach Goldstein (2015) mehrere aufeinanderfolgende Einzelschritte: das Erfassen eines Umgebungsreizes (z. B. Fahrradfahrer) mittels eines Sinnesorgans, die neuronale Signalverarbeitung, die Wahrnehmung des Stimulus (z. B. „Ich sehe etwas“), das Erkennen (z. B. „Das ist ein Fahrradfahrer“) und das wahrnehmungsbezogene Handeln (z. B. Blickzuwendung). Im Verlauf dieses konstruktiven Prozesses kommt es einerseits zu einer Informationsreduktion und andererseits zu einem Einfügen

und Einordnen in die Erfahrungswelt der Person (Chaloupka-Risser, 2011; Gegenfurtner, 2011). Dadurch können Fehler und unterschiedlich große Abweichungen von der Realität entstehen.

Das Vorwissen der Person spielt im Wahrnehmungsprozess eine zentrale Rolle (Goldstein, 2015). So ist das Erkennen ein wesentlicher Prozessschritt (Goldstein, 2015), bei dem das Wahrgenommene entsprechend der auf Basis des Vorwissens am wahrscheinlichsten erscheinenden Interpretation gedeutet wird (Gegenfurtner, 2011). Die menschliche Wahrnehmung ist folglich stark durch die Vorerfahrungen der jeweiligen Person geprägt und somit subjektiv gefärbt (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014, 2015).

Wie bei Risser und Schützhofer (2014) herausgearbeitet, ist für die Bewertung von Zeugenaussagen zu Verkehrsunfällen dabei Folgendes zu bedenken: Menschen sind sich der potentiellen Abweichungen und der Subjektivität ihrer Wahrnehmung nicht (immer) bewusst und berichten ihre Sicht auf das Unfallgeschehen deshalb als wahre Gegebenheit.

2.1.1.2 Die Rolle der Aufmerksamkeit

Wahrnehmung spielt bei der Bewältigung der Fahraufgabe eine zentrale Rolle. Für die sichere Teilnahme am Straßenverkehr ist es notwendig, die für die Fahrsituation relevanten Informationen zu erfassen und richtig zu bewerten (Vollrath & Krems, 2011; Wickens & Horrey, 2008). Dafür ist neben einem allgemeinen Überblick über die Gesamtsituation die zielgerichtete Wahrnehmung relevanter Details nötig (Sacher, 1998; Schlag et al., 2009).

Aufmerksamkeit dient als eine Art Filter, um aus dem großen Informationsangebot, das auf unsere Sinnessysteme einwirkt, Informationen zu selektieren (Goldstein, 2015). Gemäß Goldstein ermöglicht sie es, sich auf bestimmte Informationen zu fokussieren und dabei andere Reize auszublenden. Wie in Kapitel 2.1.2.1 beschrieben, spielt Aufmerksamkeitszuwendung auch eine wichtige Rolle für das Abspeichern von Informationen ins Gedächtnis (Becker-Carus & Wendt, 2017). Aus diesem Grund können Informationen nicht erinnert werden, die in der Unfallsituation für den Fahrer nicht relevant waren (z. B. geparkte Fahrzeuge am Straßenrand) und deshalb nicht bewusst wahrgenommen wurden (Charlton & Starkey, 2018; Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996).

Worauf die Aufmerksamkeit gerichtet wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Nach dem SEEV-Modell von Wickens und Horrey (2008) gibt es vier Einflussfaktoren auf die visuelle Aufmerksamkeitssteuerung, welche für die Fahrzeugführung eine entscheidende Rolle spielen: Salienz (Salience), Anstrengung (Effort), Erwartung (Expectancy) und Wert (Value). Die Aufmerksamkeitslenkung kann dabei unwillkürlich (bottom-up) oder willkürlich (top-down) erfolgen. So ziehen nach Wickens und Horrey Reize unwillkürlich Aufmerksamkeit auf sich, die z. B. durch ihre Farbgebung, einen starken Kontrast oder Aufleuchten besonders salient sind

(z. B. Aufleuchten von Bremsleuchten). Das Ausmaß, mit dem die Aufmerksamkeitszuwendung mit Anstrengung verbunden ist (z. B. notwendige Kopfbewegungen), hat hingegen eine hemmende Wirkung. Die Person fokussiert durch die Blickführung zudem willkürlich Orte, an denen sie relevante Informationen erwartet (z. B. Gehsteig in der Nähe eines Zebrastreifens). Zudem spielt der Wert der Information nach Wickens und Horrey eine entscheidende Rolle in der Aufmerksamkeitslenkung, also die Bewertung, wie wichtig die Information für die Person ist bzw. wie hoch die Kosten eines Verpassens wären. Neben den eben genannten gibt es noch eine Reihe an weiteren Faktoren, welche die Aufmerksamkeitssteuerung beeinflussen: zum Beispiel Interessen, Erfahrungen und Emotionen (Milne & Bull, 2003; Risser & Schützhofer, 2014). Worauf eine Person in einer Situation ihre Aufmerksamkeit richtet und was sie dementsprechend bewusst wahrnimmt, ist somit individuell verschieden und kann sowohl durch innere (z. B. Zeitdruck) als auch durch äußere (z. B. Verkehrsaufkommen) Umstände bedingt sein (Chaloupka-Risser, 2011; Risser & Schützhofer, 2014).

Im Kontext des Fahrens spielen die erfahrungsbasierten Erwartungen der Person eine entscheidende Rolle in der Blickführung und Aufmerksamkeitsausrichtung (Schlag et al., 2009). So haben junge Fahrer ein höheres Unfallrisiko, da sie noch keine ausreichend guten Blickstrategien erlernt und wenig Erfahrung mit kritischen Situationen haben (zusammenfassend vgl. Müsseler et al., 2009; Schlag et al., 2009). Zusätzlich können falsche Erwartungen dazu führen, dass relevante Informationen nicht oder verspätet wahrgenommen werden (Chaloupka-Risser, 2011; Risser & Schützhofer, 2014). Nach Risser und Schützhofer (2014) kann es zum Beispiel dazu kommen, dass Fußgänger an einem für sie ungewöhnlichen Ort, wie einer Autobahn, nicht oder erst verspätet erkannt werden.

Da die Verarbeitungskapazitäten des menschlichen Wahrnehmungssystems begrenzt sind, kann das Ausrichten der Aufmerksamkeit auf bestimmte Inhalte zur Folge haben, dass andere relevante Informationen nicht wahrgenommen werden, selbst wenn sie sich im Blickfeld der Person befinden (Goldstein, 2015; Wickens & Horrey, 2008). Zwei solcher Phänomene, mit Gefahrenpotenzial bei der Fahrzeugführung, sind die *Unaufmerksamkeitsblindheit* (inattentional blindness, vgl. Mack & Rock, 1998) und die *Unterschiedsblindheit* (change blindness, vgl. u. A. Simons & Ambinder, 2005). Bei der Unaufmerksamkeitsblindheit werden unerwartete Informationen nicht wahrgenommen, bei Unterschiedsblindheit unerwartete Veränderungen (Wickens & Horrey, 2008). So kann es beispielsweise vorkommen, dass der Fahrer ein plötzlich auf die Straße laufendes Kind nicht wahrnimmt, weil er auf das Geschwindigkeitsverhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs fokussiert ist, oder, dass er auf einer unbekannten Strecke das Stopp-Schild nicht wahrnimmt, weil er mit der Wegfindung beschäftigt ist. Studien belegen, dass Ablenkung die Wahrscheinlichkeit erhöht, verkehrsrelevante Informationen nicht wahrzunehmen (vgl. z. B. Caird et al., 2018; McCarley et al., 2004; Scholl et al., 2003; Strayer et al.,

2003). Solche Phänomene können somit unfallursächlich sein und ein potenzieller Grund, warum nicht alle unfallrelevanten Informationen vom Fahrer berichtet werden können.

2.1.1.3 Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung

Neben der Vorerfahrung und der Aufmerksamkeitszuwendung gibt es noch eine Reihe an weiteren biologischen, situativen und psychologischen Faktoren, die dazu führen, dass dieselbe Situation von verschiedenen Personen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten anders wahrgenommen wird (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014, 2015).

Auf biologischer Ebene sind einerseits die menschlichen Sinnesorgane selbst in ihrer Detektionsfähigkeit begrenzt (Risser & Schützhofer, 2014, 2015; Strigl, 1996). Zudem gibt es unter anderem große individuelle Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane. Beim visuellen System, dem für die Fahraufgabe relevantesten Wahrnehmungskanal (Sivak, 1996), sind hier beispielsweise entwicklungs- und altersbedingte Veränderungen in der Leistungsfähigkeit sowie Fehlsichtigkeit und krankheitsbedingte Fähigkeitseinschränkungen zu nennen, welche Einfluss auf die notwendigen Wahrnehmungsfähigkeiten für die Teilnahme am Straßenverkehr haben (Lachenmayr, 2003; Risser & Schützhofer, 2015; Schlag et al., 2018). Was der Fahrer aufgrund der Grenzen seiner visuellen Fähigkeiten oder anderer Sinnesorgane in der Vorunfallphase nicht wahrgenommen hat, kann er im Rahmen des Interviews auch nicht berichten (Risser & Schützhofer, 2015). Auch situative Faktoren, wie beispielsweise die Licht- und Wetterverhältnisse, Müdigkeit und die Einwirkung von Alkohol, Drogen oder Medikamenten, beeinflussen die Wahrnehmung (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014). Erfahrungen, Emotionen, Erwartungen, Interesse und Einstellungen sind unter anderem bedeutsame psychologische Einflussfaktoren auf die menschliche Wahrnehmung und können zum Beispiel einen Einfluss darauf haben, auf welche Inhalte die Aufmerksamkeit gelegt wird oder wie Informationen bewertet werden (Milne & Bull, 2003; Risser & Schützhofer, 2014, 2015).

2.1.1.4 Wahrnehmungsfehler als Unfallursache

Wie in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, kann es im Wahrnehmungsprozess aufgrund verschiedenster Faktoren zu Fehlern beim Erfassen und Bewerten von relevanten Informationen für die Fahrsituation kommen. Im schlechtesten Fall kann dies zur Entstehung eines Verkehrsunfalls führen, etwa wenn der Fahrer eine relevante Information, wie ein zur Vorfahrt berechtigtes Fahrzeug, gar nicht oder zu spät wahrnimmt. Gründe dafür können objektiver Natur sein (Informationszugang), etwa wenn die Information aufgrund einer Sichtverdeckung nicht wahrgenommen werden konnte (Weber et al., 2014). Andererseits ist es laut Weber et al. (2014) auch möglich, dass die Information vom Fahrer aus einem subjektiven Grund nicht wahrgenommen wurde (Informationsaufnahme), z. B. aufgrund von Ablenkung oder einer fal-

schen Beobachtungsstrategie. Wahrnehmungsfehler, bei denen relevante Informationen ver-spätet oder gar nicht wahrgenommen werden, sind ein häufiger Grund, warum Unfälle entste-hen (vgl. z. B. Gründl, 2005; Weber et al., 2015).

Die tieferliegenden Prozesse der Unfallentstehung können mitunter schwer aus den Angaben der Unfallbeteiligten abgeleitet werden (Tivesten, 2014; Vollrath & Krems, 2011). Ursache hier-für können zahlreiche unterschiedliche Aspekte sein, die zu Einschränkungen der Vollständig-keit und Korrektheit der Fahreraussagen führen. Diese werden im weiteren Verlauf des Kapi-tels noch dargestellt. Mit Blick auf Wahrnehmungsfehler als Unfallursache ist zu bedenken, dass Fahrer häufig benennen können, eine relevante Information, also zum Beispiel den Un-fallgegner, nicht wahrgenommen zu haben (Vollrath & Krems, 2011). Der Grund dafür kann jedoch nicht immer berichtet werden, weil der Fahrer sich dessen potenziell selbst gar nicht bewusst ist (Tivesten, 2014). Wird der Fahrer geblendet und bemerkt deshalb das Abbremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs nicht, nimmt er wahrscheinlich die eingeschränkte Sicht durch die Blendung bewusst wahr und kann sie als Grund dafür benennen, warum er das Abbremsen nicht wahrgenommen hat. Nimmt ein Fahrer hingegen beim Linksabbiegen einen entgegenkommenden Fahrradfahrer nicht wahr, weil dieser in der Anfahrt durch Schattenwurf maskiert wurde, kann der Fahrer dies wahrscheinlich nicht benennen, weil er sich der Infor-mationsmaskierung bei der Unfallentstehung nicht bewusst gewesen ist. So bedingt der Wahr-nehmungsfehler selbst, dass die nicht wahrgenommenen und unfallursächlichen Aspekte vom Fahrer potenziell nicht beschrieben werden können. Zudem können hochautomatisierte Pro-zesse, wie beispielsweise Blickstrategien in der Annäherung an eine Kreuzung, nicht bewusst erinnert und somit in einem Interview nicht berichtet werden (Clarke et al., 1998; Tivesten, 2014).

2.1.1.5 Fazit zur Wahrnehmung als Fehlerquelle

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die menschliche Wahrnehmung durch die Vor-erfahrungen der Person und somit stark subjektiv geprägt ist. Bei Aussagen der Fahrer muss deshalb immer bedacht werden, dass es sich um eine Schilderung der subjektiven Wahrneh-mung der Situation handelt. Im Verlauf des Wahrnehmungsprozesses kann es zu einer Reihe von potenziellen Fehlern kommen, die dazu führen, dass relevante Informationen nicht wahr-genommen werden. Weiterhin ist es aufgrund begrenzter Wahrnehmungs- und Verarbeitungs-kapazitäten nicht möglich alle Aspekte einer Situation (im Detail) zu erfassen. Häufig ist eine solche ausgebliebene Wahrnehmung relevanter Informationen auch die Ursache für die Ent-stehung eines Unfalls. Aus diesen Gründen können die Unfallfahrer selbst nicht immer alle relevanten Details zur Unfallentstehung berichten und nur ihre subjektive Wahrnehmung der Vorunfallphase darlegen.

2.1.2 Fehler beim Abspeichern

Im nächsten Schritt müssen die wahrgenommenen Informationen zur Unfallsituation im Gedächtnis gespeichert werden (Strigl, 1996).

2.1.2.1 Aufbau des Gedächtnisses

Wahrnehmung und Gedächtnis greifen auf prozessualer Ebene direkt ineinander (Gruber, 2018). Nach einer etablierten Einteilung des menschlichen Gedächtnisses, die sich unter anderem aus dem Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968) entwickelt hat, werden drei Gedächtnissysteme unterschieden: das *sensorische Gedächtnis*, das *Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis* und das *Langzeitgedächtnis* (Becker-Carus & Wendt, 2017; Gruber, 2018). Das sinnesspezifische sensorische Gedächtnis bildet dabei das Verbindungselement zwischen Wahrnehmung und Gedächtnis (Baddeley et al., 2020; Buchner & Brandt, 2017; Strobach & Wendt, 2019). Dort erfolgt eine kurzzeitige Speicherung der vom Sinnesorgan aufgenommenen Reize, um ausreichend Zeit für deren Verarbeitung zu haben (Becker-Carus & Wendt, 2017). Wird die Aufmerksamkeit auf einzelne Inhalte gerichtet (vgl. Kapitel 2.1.1.2), erfolgt eine Übertragung ins Arbeitsgedächtnis (Becker-Carus & Wendt, 2017; Gruber, 2018). Wahrnehmungsinhalte ohne Aufmerksamkeitszuwendung werden gelöscht, beziehungsweise unmittelbar durch neue Wahrnehmungsinhalte ersetzt (Horstmann & Dreisbach, 2017). Aus diesem Grund können sie, wie in Kapitel 2.1.1.2 bereits beschrieben, meist zu einem späteren Zeitpunkt im Interview nicht erinnert und berichtet werden (Becker-Carus & Wendt, 2017; Rissler & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). Das Arbeitsgedächtnis ist der Ort bewusster Verarbeitung und somit Grundlage von bewussten Denk- und Handlungsprozessen (Baddeley et al., 2020; Becker-Carus & Wendt, 2017; Strobach & Wendt, 2019). Dort werden nicht nur Wahrnehmungsinhalte, sondern Inhalte aus allen drei Gedächtnissystemen verarbeitet (Becker-Carus & Wendt, 2017). Es verfügt über eine begrenzte Verarbeitungskapazität sowie eine kurze Speicherdauer von einigen Sekunden (Becker-Carus & Wendt, 2017; Pastötter et al., 2018). Um die Wahrnehmungen des Unfallhergangs mehrere Tage oder Wochen nach dem Unfall in einem Interview berichten zu können, müssen diese folglich ins Langzeitgedächtnis transferiert werden. Denn nur dort kann eine mitunter lebenslange Speicherung erfolgen (Pastötter et al., 2018).

Das Langzeitgedächtnis kann in Abhängigkeit von der Art des Gedächtnisinhalts in verschiedene Teilsysteme untergliedert werden: Das *explizite Gedächtnis* umfasst bewusst abrufbare Inhalte, die sprachlich wiedergegeben werden können, wohingegen sich die Inhalte des *impliziten Gedächtnisses* auf Verhaltensebene widerspiegeln und nur begrenzt bewusst zugänglich und verbal beschreibbar sind (Becker-Carus & Wendt, 2017; Pastötter et al., 2018). Die

Erinnerungen an einen selbst erlebten Verkehrsunfall werden in einem Teil des expliziten Gedächtnisses, dem *episodischen Gedächtnis*, gespeichert. Das episodische Gedächtnis ist durch ein *autonoetisches Bewusstsein* gekennzeichnet (Wheeler et al., 1997), also das Wissen darum „selbst das Subjekt des Erlebens gewesen zu sein“ (Pastötter et al., 2018, S. 145). Dies lässt episodische Erinnerungen verlässlich und echt erscheinen (Pastötter et al., 2018). Autofahren basiert auf automatisierten Handlungsabläufen (Charlton, 2023; Charlton & Starkey, 2011; Ranney, 1994), die im *prozeduralen Gedächtnis*, einer Komponente des impliziten Gedächtnisses, gespeichert sind (Gruber, 2018). Diese automatisierten Handlungsabläufe können während der Unfallentstehung und in der kritischen Situation zwar eine wichtige Rolle gespielt haben, aufgrund ihres unbewussten Ablaufs zum Teil jedoch im Interview nicht vom Fahrer geschildert werden (Clarke et al., 1998; Tivesten, 2014). So kann es als Alltagsphänomene beschrieben werden, dass Fahrer am Ende einer alltäglichen Routinefahrt, wie dem Weg zur Arbeit, häufig den Eindruck haben, sich nicht bewusst an die Fahrt oder Teile der Fahrt erinnern zu können (Charlton & Starkey, 2011, 2018). Auch in Studien hat sich gezeigt, dass die Erinnerungsgenauigkeit von Fahrern an alltägliche Routinefahrten relativ gering ist (Charlton & Starkey, 2018). Beispielsweise konnten sich Fahrer nicht an Verkehrsschilder erinnern, obwohl sie ihr Fahrverhalten entsprechend des Verkehrsschildes angepasst hatten (Fisher, 1992). Als Faktoren, die eine bessere Erinnerungsleistung an Einzelheiten bestimmter Fahrsituationen (z. B. Überqueren einer Kreuzung) zur Folge haben, werden die empfundene Schwierigkeit und die potentielle Gefahr diskutiert (Chapman & Groeger, 2004; Groeger, 2000 zitiert nach Charlton & Starkey, 2018). Charlton und Starkey (2018) konnten in ihrer Studie zeigen, dass die erinnerten Details an alltägliche Fahrsituationen zudem nicht immer korrekt waren. So erinnerten sich Personen beispielsweise fälschlicherweise an ein vorausfahrendes Fahrzeug oder daran, an einer Kreuzung angehalten zu haben. Solche falschen Erinnerungen führten die Autoren auf ein schemabasiertes Rekonstruieren der Situation zurück, bei dem anstelle der gefragten Situation typische und normalerweise stattfindende Abläufe erinnert werden. Auf derartige Erinnerungsverfälschungen wird in Kapitel 2.1.2.4 noch genauer eingegangen. Die Studie von Charlton und Starkey (2018) zeigte zudem, dass Fahrer vor allem kritisches Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer erinnerten.

2.1.2.2 Abspeichern ins episodische Gedächtnis

Zwei wichtige Prozesse für das Abspeichern von Informationen ins Gedächtnis sind die *Encodierung* und die *Konsolidierung*. Die Encodierung beschreibt die Aufnahme und das Abspeichern der Informationen ins Gedächtnis (Gruber, 2018). Beim Prozess der Konsolidierung erfolgt auf neuronaler Ebene eine Festigung der Gedächtnisspur, was eine längerfristige Speicherung ermöglicht (Gruber, 2018; McGaugh, 2000).

Bei Lebensereignissen, wie einem Verkehrsunfall, erfolgt die Encodierung ins episodische Gedächtnis automatisch und somit unbewusst und ohne aktives Mitwirken der Person (Becker-Carus & Wendt, 2017).

Wie bereits in Kapitel 2.1.1.2 und 2.1.2.1 dargelegt, ist Aufmerksamkeitszuwendung eine wichtige Grundlage, um spezifische Wahrnehmungsinhalte langfristig im Gedächtnis zu speichern und in einer späteren Interviewsituation erinnern zu können (Becker-Carus & Wendt, 2017; Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). Es gibt aber auch Informationen, wie beispielsweise Ort, Zeit oder die Häufigkeit eines Geschehnisses, die ohne gezielte Aufmerksamkeitszuwendung im Langzeitgedächtnis gespeichert werden (Myers & DeWall, 2023).

Es werden auch nicht alle mit Aufmerksamkeit bedachten Wahrnehmungsinhalte dauerhaft im Gedächtnis gespeichert (Milne & Bull, 2003). So können Inhalte zum Beispiel aus dem Arbeitsgedächtnis verloren gehen, ohne ins Langzeitgedächtnis übertragen zu werden, wenn sie durch neue Informationen ersetzt werden (Becker-Carus & Wendt, 2017; Horstmann & Dreisbach, 2017). In einer Unfallsituation passiert in einem Zeitraum von wenigen Sekunden unerwartet sehr viel: zum Beispiel das Erkennen einer kritischen Situation, das Einleiten einer Reaktion, die Kollision mit einem lauten Knall und einer möglichen Airbag-Auslösung verbunden, die Stressreaktion im Körper, etc. (Wielke, 1998). Aufgrund der hohen Informationsdichte in der Unfallsituation und der begrenzten Verarbeitungskapazität des Arbeitsgedächtnisses, kann es folglich dazu kommen, dass einzelne Wahrnehmungsinhalte bereits vor einer möglichen Übertragung ins Langzeitgedächtnis durch nachfolgende Reize verdrängt werden.

2.1.2.3 Der Einfluss von Stress und Emotionen

Stress und emotionale Erregung, wie sie beispielsweise durch einen Verkehrsunfall hervorgerufen werden können, haben Einfluss auf die Gedächtnisleistung (Gagnon & Wagner, 2016; Posch, 2023; Volbert, 2004). Das Erleben einer emotionalen und als stressreich empfundenen Situation löst unter anderem eine physiologische Stressreaktion aus, die aus zwei unterschiedlich schnell ablaufenden Teilen besteht (Gagnon & Wagner, 2016; Godoy et al., 2018). Zuerst kommt es innerhalb von Sekunden zu einer Aktivierung des sympathischen Nervensystems, die zur Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin führt. Im zweiten, langsamer verlaufenden Teil der Reaktion wird die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse aktiviert, was die Ausschüttung von Cortisol zur Folge hat.

In Abhängigkeit vom Zeitpunkt im Verlauf der physiologischen Stressreaktion und vom Bereich der Gedächtnisfunktion hat Stress unterschiedliche Effekte (Gagnon & Wagner, 2016). Hinsichtlich der Auswirkung von Stress auf die Encodierung haben sich in verschiedenen Bereichen der Gedächtnisforschung zum Teil unterschiedliche Ergebnisse gezeigt (Marr et al.,

2021). So fanden Augenzeugenforscher Anhaltspunkte für eine Verringerung der Gedächtnisleistung durch Stress zum Enkodierungszeitpunkt, wohingegen sich in der allgemeinen Gedächtnisforschung teilweise Hinweise auf eine Verbesserung zeigten. Diese Unterschiede sind laut Marr et al. wohl durch die verschiedenen methodischen Herangehensweisen, Perspektiven sowie untersuchten Interessensschwerpunkte mitbedingt.

Aus aussagepsychologischer Perspektive weist die Forschungslage darauf hin, dass negative emotionale Erregung zum Encodierungszeitpunkt zwar die Erinnerungsleistung für zentrale Details des emotionsauslösenden Ereignisses verbessert, diese jedoch für peripherie Details verschlechtert (Christianson, 1992; Kim et al., 2013; Wulff & Thomas, 2021). Solche peripheren Details können für die Aufklärung von Straftaten jedoch relevant sein, was sich zum Beispiel beim sogenannten Waffenfokuseffekt zeigt, bei dem Personen, die mit einer Waffe bedroht worden sind, zwar die Waffe als angstauslösenden Reiz genau beschreiben können, den Täter hingegen nicht (Kocab & Sporer, 2016). Der Erinnerungseffekt negativer emotionaler Erregung auf Kern- und Randdetails wird oft mit der Aufmerksamkeitskapazität und -steuerung in der emotionsauslösenden Situation in Verbindung gebracht (Kim et al., 2013; Wulff & Thomas, 2021). Dabei wird davon ausgegangen, dass der Aufmerksamkeitsfokus in solchen Situationen automatisch auf den emotionsauslösenden Reiz gelenkt wird, wodurch es einerseits zu einer tieferen Verarbeitung der zentralen Informationen des Reizes und andererseits zu einem verengten Wahrnehmungsbereich kommt (Kensinger, 2009; Volbert, 2004). Dieser Effekt ist jedoch nicht allein durch Aufmerksamkeitsprozesse erklärbar (Kim et al., 2013; Safer et al., 1998).

Wie bei Gagnon und Wagner (2016) im Detail beschrieben, begünstigen die emotionsbedingten und durch die physiologische Stressreaktion ausgelösten biologischen Prozesse zudem die Encodierung und Konsolidierung der emotional bedeutsamen Informationen. So löst die emotionsinduzierte physiologische Stressreaktion im Gehirn einen sogenannten Gedächtnisbildungs- und Gedächtnisspeicherungsmodus aus (Schwabe et al., 2012). Die besonderen Erinnerungseigenschaften solcher negativer emotionaler Ereignisse, die durch ein besonders gutes Erinnern zentraler Aspekte und ein schwaches Erinnerungsvermögen für Randdetails charakterisiert sind, werden auch mit dem Begriff *Tunnelgedächtnis* beschrieben (Berntsen, 2002; Safer et al., 1998). Emotional bewegende negative Ereignisse können im Gegensatz zu neutralen Ereignissen für sehr lange Zeit und besonders detailreich und lebendig erinnert werden, jedoch kann dies eine unangemessen hohe Überzeugung hinsichtlich der Richtigkeit der eigenen Erinnerung zur Folge haben (zusammenfassend vgl. Posch, 2023; Volbert, 2004). Das gute Erinnerungsvermögen an emotionale Ereignisse ist vermeintlich zudem darauf zurückzuführen, dass solche Erlebnisse häufiger in Gedanken reflektiert und anderen Personen

berichtet werden (Milne & Bull, 2003). Dies kann eine Verfestigung der Gedächtnisspur zur Folge haben (Hardt et al., 2010).

Mit Bezug auf Verkehrsunfälle lässt sich zusammenfassend festhalten, dass ein solch emotional negatives und stressauslösendes Ereignis zwar besonders gut, aufgrund der beschriebenen Prozesse jedoch auch verzerrt und unvollständig erinnert werden kann (Risser & Schützhofer, 2014; Wielke, 2012). Dabei ist es wichtig, zu verstehen, dass die gut erinnerbaren zentralen, emotionsauslösenden Aspekte potenziell nicht den interessanten Kernpunkten des Unfallhergangs aus Sicht der Verkehrsunfallforschung entsprechen.

Ein Verkehrsunfall kann auch ein potenziell traumatisches Erlebnis darstellen, das eine psychische Erkrankung, wie beispielsweise eine Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS), zur Folge haben kann (Auerbach, 2014). Hinsichtlich der Erinnerungen an Traumata werden spezifische Eigenschaften diskutiert: Diese umfassen zum Beispiel Annahmen über fragmentierte, nicht in das autobiographische Gedächtnis integrierte Erinnerungen (Volbert, 2017a). Nach Volbert gibt es nach aktuellem empirischen Stand jedoch keine Belege für eine solche Fragmentierung der Erinnerungen. So sind auch PTBS-Patienten fähig, sich noch lange Zeit nach dem Ereignis an das traumatische Erlebnis zu erinnern und darüber umfassend zu berichten. Stärkere Beeinträchtigungen der Erinnerungsfähigkeit an das traumatische Ereignis sowie dissoziative (Teil-)Amnesien sind laut Volbert hingegen nur für Einzelfälle beschrieben.

2.1.2.4 Konstruktive Funktionsweise des Gedächtnisses

Das menschliche Gedächtnis funktioniert auf konstruktive Weise (Milne & Bull, 2003). So erfolgt beim Einspeichern der Informationen ins Gedächtnis eine Anreicherung mit dem Vorwissen der Person, beispielsweise indem die Wahrnehmungsinhalte auf Basis der Vorerfahrungen in eine Reihenfolge gebracht und unbewusste Kausalschlüsse gezogen werden (Wielke, 2012). Beim Abruf in der Interviewsituation wird das Unfallereignis zudem auf Grundlage der gespeicherten Informationen zum Unfallgeschehen und dem sonstigen bestehenden Wissen der Person rekonstruiert (Milne & Bull, 2003). Die konstruktive Funktionsweise des Gedächtnisses kann zu unbewussten Erinnerungsverfälschungen und dem irrtümlichen Hinzufügen von Details führen, die in der eigentlichen Unfallsituation gar nicht wahrgenommen oder erlebt wurden (Milne & Bull, 2003; Posch, 2023). Beispielsweise drehen sich manche Zeugen zu einem Unfall um, nachdem der Kollisionslarm ihre Aufmerksamkeit erregt hat (Posch, 2023; Sacher, 1998). Später berichten diese Zeugen jedoch fälschlicherweise, den Unfall beobachtet zu haben und machen Angaben zur Unfallentstehung. In solchen Fällen ist unbewusst eine Ergänzung der nicht wahrgenommenen Aspekte des Unfallgeschehens durch das bisherige Vorwissen erfolgt, was bei den Zeugen fälschlicherweise die Gewissheit hervorruft, den gesamten Unfallablauf gesehen zu haben.

Wissensstrukturen, auf die das Gedächtnis bei konstruktiven Vorgängen unter anderem zurückgreift, sind sogenannte kognitive *Schemata* und *Skripte* (Charlton & Starkey, 2018; Milne & Bull, 2003; Posch, 2023). Dies sind mental repräsentierte Wissensstrukturen über verschiedene Aspekte und Zusammenhänge unserer Erfahrungswelt, wie beispielsweise unsere Vorstellung über das typische Aussehen spezifischer Objektkategorien oder den regulären Ablauf bestimmter Situationen (Becker-Carus & Wendt, 2017). Sie ermöglichen unter anderem eine effizientere und schnellere Informationsverarbeitung und spielen sowohl für die Wahrnehmung als auch für verschiedene Gedächtnisprozesse, wie das Abspeichern und Abrufen von Informationen, eine wichtige Rolle (Becker-Carus & Wendt, 2017; Milne & Bull, 2003). So wird beim Abspeichern auf kognitive Schemata Bezug genommen, sodass von Ereignissen nur neuartige Details abgespeichert werden, die in der bisherigen Wissensrepräsentation der Situation nicht enthalten sind. Werden dabei unpassende Skripte verwendet oder Ergänzungen durch schemabasiertes Wissen vorgenommen, kann dies Erinnerungsverfälschungen zur Folge haben (Charlton & Starkey, 2018; Milne & Bull, 2003). Diese Wissensrepräsentationen basieren dabei auch nicht immer auf eigenen Erfahrungen, sondern können beispielsweise auch durch den Konsum von Medien entstanden sein (Milne & Bull, 2003; Posch, 2023).

Wie in Kapitel 2.1.2.1 bereits erwähnt, kommen kognitive Schemata auch beim Erinnern ans Autofahren zum Tragen und können bei alltäglichen Fahrsituationen zu falsch erinnerten Details führen (Charlton & Starkey, 2018). Hinsichtlich der Erinnerung an gewöhnliche Autofahrten zeigte sich zudem, dass untypische und somit schema-inkonsistente Objekte und Handlungen besser erinnert werden als typische, schema-konsistente Aspekte (Charlton, 2023; Charlton & Leov, 2021). Falsche Erinnerungen kamen dabei hauptsächlich bei typischen, schema-konsistenten Ereignissen vor. Bei Realfahrten ergab sich mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur Fahrt (48 Stunden) kein Anstieg falscher Erinnerungen (Charlton & Leov, 2021), bei Simulator-Fahrten hingegen schon (Charlton, 2023). In anderen Bereichen der Gedächtnisforschung zeigte sich mit wachsendem zeitlichen Abstand ebenfalls eine Zunahme schemabasierter Fehlerinnerungen (Kleider et al., 2008).

2.1.2.5 Fazit zu Fehlern beim Abspeichern

Hinsichtlich des Abspeicherns eines Unfallereignisses im Gedächtnis lässt sich zusammenfassen, dass solche Erlebnisse zwar automatisch im episodischen Gedächtnis gespeichert werden, es aufgrund verschiedener Faktoren jedoch zu Unvollständigkeiten und Verzerrungen kommen kann. So führt die durch den Verkehrsunfall ausgelöste physiologische Stressreaktion und negative emotionale Erregung dazu, dass zentrale Aspekte der Unfallsituation besonders gut und langfristig erinnert werden können, wohingegen die Erinnerung an periphere Details stark eingeschränkt ist. Solch periphere Details können jedoch für die Aufklärung der

Unfallentstehung von Bedeutung sein. Zudem basiert Autofahren auf automatisierten, unbewussten Handlungsabläufen, die vom Fahrer nicht berichtet werden können, auch wenn sie kausal zur Unfallentstehung beigetragen haben. Beim Abspeichern und Abrufen von Informationen kommt es außerdem zu konstruktiven Gedächtnisprozessen, bei denen die Wahrnehmungsinhalte mit schemabasiertem Wissen in Verbindung gebracht werden. Auf diese Weise können Erinnerungsverfälschungen entstehen, die falsche Kausalschlüsse und irrtümliches Erinnern nicht stattgefunder Details zur Folge haben.

2.1.3 Fehler beim Behalten

Da Angaben über den Unfall teilweise erst Wochen oder sogar Monate nach dem Unfall erhoben werden, müssen die abgespeicherten Informationen über längere Zeit im Gedächtnis behalten werden (Strigl, 1996).

2.1.3.1 Vergessensprozesse

Über die Zeit kann es zu Vergessenseffekten kommen. So können weit in der Vergangenheit liegende Ereignisse weniger detailreich und deutlich erinnert werden, manchmal auch gar nicht (Posch, 2023). Grund hierfür kann sein, dass die Information nicht zugänglich ist und somit ein Problem beim Abruf der Erinnerung besteht (Becker-Carus & Wendt, 2017). Eine genauere Ausführung der zugrundeliegenden Mechanismen solcher Abruprobleme findet sich in Kapitel 2.1.4.1. Zudem ist auch ein Vergessen oder Verbllassen der Erinnerung durch einen passiven Zerfall der Gedächtnisspur vorstellbar (Becker-Carus & Wendt, 2017). Abbildung 2.2 zeigt, dass die Vergessenskurve (erstmals beschrieben von Ebbinghaus, 1885) in Abhängigkeit vom Gedächtnismaterial unterschiedlich verläuft (Greuel et al., 1998). Im Gegensatz zu bedeutungslosen Inhalten (wie z. B. sinnlosen Silben) unterliegen autobiographische Inhalte mit subjektiver Bedeutsamkeit geringeren Informationsverlusten. Die Vergessenseffekte schreiten zudem wesentlich langsamer voran. Wie in Kapitel 2.1.2.3 bereits ausführlich beschrieben, führen Stress und Emotionen zudem zu einem langfristigeren Erinnerungsvermögen. Aus diesem Grund ist erwartbar, dass sich Personen auch noch nach längerer Zeit an den Hauptinhalt eines für sie bedeutsamen Autounfalls erinnern können (Greuel, 2001; Greuel et al., 1998). Allerdings haben Studien gezeigt, dass in Bezug auf Verkehrsunfälle durchaus Vergesseneffekte auftreten können (zusammenfassend vgl. Wählberg, 2009). Wie Wählberg darstellt, können sich Fahrer nicht an all ihre Verkehrsunfälle erinnern, gerade wenn der Erinnerungszeitraum mehrere Jahre umfasst und es sich um weniger schwere Unfälle oder Beinahe-Unfälle handelt.

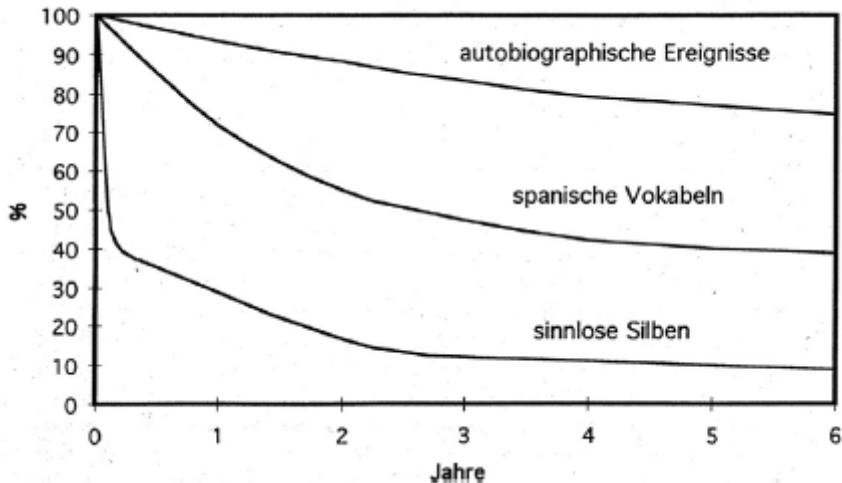


Abbildung 2.2 Vergessenskurven in Abhängigkeit vom Gedächtnismaterial
(aus Greuel et al., 1998, S. 30)

2.1.3.2 Potenzielle Veränderungs- und Verzerrungsprozesse

Beim Abruf aus dem Langzeitgedächtnis (z. B. in einem Gespräch über den Unfall) können die Erinnerungen in einen veränderbaren Zustand zurückversetzt werden (Hardt et al., 2010). Dabei kann es gemäß Hardt et al. zu einer Anpassung der Gedächtnisspur kommen, bevor sie anschließend wieder in einen gefestigten Zustand übergeht. Dieser Prozess wird als *Rekonsolidierung* bezeichnet. Wie bei Hardt et al. zusammenfassend beschrieben ist, können die Anpassungen dabei sowohl eine Beeinträchtigung, eine Verstärkung oder eine Verzerrung der Gedächtnisspur zur Folge haben. Auf diese Weise kann die Erinnerung über die Zeit bis zum Interview abgeschwächt oder verzerrt werden, ohne dass sich der unfallbeteiligte Fahrer selbst darüber im Klaren ist (Posch, 2023).

Ein bekanntes Gedächtnisphänomen ist der sogenannte *Falschinformationseffekt*. Beim Falschinformationseffekt wirken sich nachträglich erhaltene (Fehl-)Informationen zu einem erlebten Ereignis auf die Erinnerung an das Ereignis aus (Volbert, 2017b). Der Falschinformationseffekt zählt in der Aussagepsychologie zu den relevanten Suggestionseffekten. Da solche Effekte nicht nur im Rahmen von Befragungen (vgl. Kapitel 2.1.4.4 unten) stattfinden können, wird er bereits an dieser Stelle als erinnerungsverändernder Prozess genauer vorgestellt. Eine bekannte Studie zum Falschinformationseffekt stammt von Loftus et al. (1978). In mehreren Experimenten zeigten sie Versuchspersonen Dias eines Verkehrsunfalls und stellten anschließend Fragen dazu, die nebenbei entweder mit den gezeigten Bildern konsistente oder irreführende Informationen enthielten (z. B. wurde anstatt eines Vorfahrt-Achtens-Schildes ein Stopp-Schild erwähnt). Versuchspersonen, die nachträglich inkonsistente Informationen erhalten hatten, gaben bei einem Erkennungstest zu einem späteren Zeitpunkt seltener das ursprünglich gesehene Verkehrszeichen korrekt an. Loftus und Kollegen folgerten daraus, dass

die Erinnerung von Zeugen durch nachträglich erhaltene Informationen beeinflusst werden kann. Hinsichtlich der zugrundeliegenden Prozesse und Ursachen des Falschinformationseffekts gab es in den Folgejahren eine kontroverse Diskussion (Loftus, 2019). Nach derzeitigem Stand wird laut Loftus (2019) von verschiedene Mechanismen ausgegangen: die tatsächliche Information wurde gar nicht encodiert oder die Erinnerung daran war verblasst, die Erinnerung wurde aufgrund der geistigen Beschäftigung mit der neuen Information geschwächt oder beide Informationen waren präsent und in der Befragungssituation hielt die Person nach einem Abwägungsprozess fälschlicherweise die neue Information für korrekt. Die Folge des Falschinformationseffekts kann nach Loftus ein überzeugtes und zweifelsfreies Berichten von Details sein, die gar nicht wahrgenommen worden sind und möglicherweise auch nicht stimmen. Dieser Aspekt ist für die vorliegende Arbeit relevant, da es in der Zeitspanne vom Unfall bis zum Interview in der Verkehrsunfallforschung eine Reihe an möglichen Herkunftsquellen für nachträgliche (Fehl-)Informationen gibt: Presseartikel oder Social Media-Berichte über den Unfall, Gespräche über den Unfall mit Zeugen und anderen Unfallbeteiligten oder mit dem eigenen sozialen Umfeld, aber auch potenzielle suggestive Befragungen im Rahmen von Gerichtsverfahren (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014). So kann es auch zu sogenannten *Quellenamnesien* oder *Quellen-Fehlattributionen* kommen, bei denen Gehörtes oder Gesehenes nicht mehr der ursprünglichen Quelle zugeordnet werden kann, sondern fälschlicherweise für eine eigene Erinnerung gehalten wird (Myers & DeWall, 2023; Posch, 2023).

2.1.3.3 Fazit zu Fehlern beim Behalten

Insgesamt kann es im Verlauf der Zeit zu diversen Erinnerungs- und Vergessenseffekten kommen. Bei autobiographischen und für die eigene Person bedeutsamen Erlebnissen, schreiten die Vergessensprozesse zwar nur langsam voran, dennoch können die Erinnerungen über die Zeit verblassen und Details vergessen werden. Zudem können die Erinnerungen an den Unfall durch nachträgliche Informationen (z. B. aus Gesprächen, Zeitungsartikeln, etc.) verändert werden, ohne dass sich die Person dessen bewusst ist. Auf diese Weise können Fahrer im Interview unbewusst Aspekte berichten, die nicht auf ihr ursprüngliches Erleben der Unfallsituation zurückgehen.

2.1.4 Fehler bei der Aussage

Beim Abruf und der Wiedergabe der Erinnerungen kann es ebenfalls zu einer Verzerrung und Verfälschung der Inhalte kommen (Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). So wird die Aussage über den Unfall selbst durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst.

2.1.4.1 Abruf aus dem Gedächtnis

Damit die Erinnerungen an den Unfall vom Fahrer geschildert werden können, müssen diese in der Interviewsituation erfolgreich aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden (Becker-Carus & Wendt, 2017; Sacher, 1998). So kann das Nicht-Erinnern von Aspekten auch auf ein Problem beim Abruf der Gedächtnisinhalte zurückzuführen sein und nicht auf die zuvor beschriebenen Fehlerquellen beim Wahrnehmen, Abspeichern und Behalten. Schwierigkeiten beim Auffinden der Erinnerungen können zum Beispiel entstehen, wenn die Wortwahl der Interviewfrage im Gedächtnis des Fahrers nicht mit der Erinnerung assoziiert ist und so keinen ausreichenden Abrufhinweis darstellt (Becker-Carus & Wendt, 2017). In solchen Fällen kann es hilfreich sein, die Frage noch einmal auf andere Art zu formulieren oder sich anhand von Hilfsfragen den gesuchten Informationen anzunähern (Sacher, 1998). Auch eine hohe emotionale Erregung, beispielsweise durch Angst oder eine Art Schutzmechanismus vor allzu belastend empfundenen Erinnerungen, können den Abruf der Gedächtnisinhalte blockieren (Becker-Carus & Wendt, 2017; Gagnon & Wagner, 2016). Das Abrufen von Erinnerungen wird hingegen begünstigt, wenn die Abrufsituations dem Kontext zum Zeitpunkt des Abspeicherns ähnelt (Becker-Carus & Wendt, 2017; Sacher, 1998). So kann beispielsweise das Aufsuchen der Unfallstelle oder das mentale Zurückversetzen in die Vorunfallphase die Erinnerungsleistung verbessern (Becker-Carus & Wendt, 2017; Posch, 2023; Sacher, 1998).

2.1.4.2 Interview als komplexer sozialer Prozess

Ein Interview ist eine komplexe soziale Situation, die durch viele Faktoren beeinflusst wird (Möhring & Schlütz, 2019; Renner & Jacob, 2020). Die Einflussgrößen gehen dabei sowohl vom Fahrer als auch von der interviewenden Person aus und wirken sich im Gesprächsverlauf auf das Antwortverhalten des Fahrers und die Aussagequalität aus (Greuel, 2001; Renner & Jacob, 2020). So bringen beide Personen beispielsweise bewusst und unbewusst ihre Erwartungen, Interessen, Vorurteile, Emotionen und Motive in die Interviewsituation ein (Renner & Jacob, 2020). Es könnte zum Beispiel sein, dass der Fahrer einen positiven Eindruck vermitteln möchte und daher sein Antwortverhalten durch soziale Erwünschtheit beeinflusst wird (Hossiep, 2021; Möhring & Schlütz, 2019; Wählberg, 2009). Dementsprechend antwortet er tendenziell eher so, wie es seiner Annahme nach sozial akzeptiert ist. Dies kann unter anderem dazu führen, dass Fahrer ihre gefahrene Geschwindigkeit nach unten korrigieren und Geschwindigkeitsverstöße oder anderes Fehlverhalten nicht angeben (Bailey & Wundersitz, 2019; Tivesten, 2014; Wählberg, 2009). So werden sozial weniger akzeptierte Unfallursachen, wie überhöhte Geschwindigkeit oder Rauschmittelkonsum, von Fahrern seltener berichtet, als es aus anderen Datenquellen hervorgeht (Møller et al., 2019). Die interviewende Person kann auf Basis der Informationen zum Unfall und zum Fahrer – z. B. einem jungen Mann, der mit einem Sportwagen von der Straße abgekommen ist – bewusst oder unbewusst stereotype und

schemabasierte Denkmuster über das Fahrverhalten der Person in der Vorunfallphase und die Entstehung des Unfalls haben (allgemeine Zusammenfassung vgl. Posch, 2023). Dies kann sich unter anderem auf ihre Interviewführung und auf die Beurteilung der vom Fahrer gegebenen Antworten auswirken (Posch, 2023; Risser & Schützhofer, 2014).

In den nachfolgenden beiden Unterkapiteln wird noch einmal spezifisch auf die Auswirkungen der Interessen und Motive des Fahrers auf sein Antwortverhalten und den Einfluss des Frageverhaltens des Interviewers auf die Aussagequalität eingegangen.

2.1.4.3 Aussagen sind interessensgesteuert

Die Fahrer haben sich freiwillig für die Teilnahme an der Verkehrsunfallforschung und die Durchführung des Interviews entschieden. Dabei haben sie grundsätzlich auch keine rechtlichen Konsequenzen zu befürchten, wie dies beispielsweise bei Vernehmungen im Rahmen von Gerichtsverfahren der Fall ist. Laut Wielke (2012) ist aber selbst bei unbeteiligten Zeugen in Strafverfahren von Solidarisierungs- bzw. Distanzierungseffekten bei der Aussage auszugehen. Dementsprechend ist anzunehmen, dass solche Effekte auch bei den unmittelbar am Unfall beteiligten Fahrern im Rahmen ihrer Aussage bei der Verkehrsunfallforschung zum Tragen kommen. Zudem werden bewusste und unbewusste Interessen als relevante Ursachen für Verzerrungen in Selbstauskünften zum eigenen Verkehrsverhalten sowie zu Verkehrsunfällen betrachtet (Lajunen & Özkan, 2011, zitiert nach Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009). So wirken, wie bereits angesprochen, eine Reihe an Interessen auf die Angaben des Fahrers ein (Arntzen, 2011; Risser & Schützhofer, 2014; Wielke, 2012). Neben dem im Kapitel 2.1.4.2 bereits beschriebenen sozial erwünschten Antwortverhalten kann auch die Regulation und der Schutz des eigenen Selbstwertes ein Motiv sein, welches die Angaben beeinflusst (Renner & Jacob, 2020; Wielke, 2012). So kann Selbstdäuschung (*self-deception*) auch unabhängig von der Tendenz zu sozial erwünschten Antworten vorkommen (Lajunen & Özkan, 2011, zitiert nach Bailey & Wundersitz, 2019) und dazu dienen, unangenehme Gefühle zu reduzieren und das Selbstwertgefühl zu stabilisieren (Paulhus & Reid, 1991). Zudem kann es trotz der Aufklärung, dass die Angaben im Interview vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben werden, dazu kommen, dass Fahrer zum Beispiel bei noch offenen rechtlichen Verfahren fürchten, dass die Aussagen gegen sie verwendet werden könnten (Pund & Nickel, 1994). In der Folge werden im Fall einer Teilnahme am Interview dann möglicherweise Inhalte (z. B. die gefahrene Geschwindigkeit) nicht wahrheitsgemäß angegeben oder Informationen zurückgehalten, vor allem, wenn es um eigenes Fehlverhalten oder ein potenzielles (Mit-)Verschulden am Unfall geht (Clarke et al., 1998; Gründl, 2005; Pund & Nickel, 1994). Des Weiteren kann es zu den bereits im Kontext von unbeteiligten Zeugen angesprochenen unbewussten Solidarisierungs- und Distanzierungseffekten gegenüber dem Unfallgegner kommen (Wielke, 2012). So kann die empfundene Sympathie oder Antipathie gegenüber dem Unfallgegner

die Angaben des unfallbeteiligten Fahrers beeinflussen. Hierbei können zum Beispiel das Verhalten des Unfallgegners nach dem Unfall (unfreundlich vs. verständnisvoll) und potenzielle (Rechts-)Streitigkeiten eine Rolle spielen. Aber auch die durch den Unfall erlebte Bedrohung der eigenen Unversehrtheit oder ein Solidaritätsempfinden aufgrund einer kürzlich selbst verursachten ähnlichen kritischen Situation können laut Wielke Auswirkungen auf die Aussage haben.

2.1.4.4 Einfluss der Frageform

Da es sich bei einer Interviewsituation um einen asymmetrischen Interaktionsprozess handelt, nimmt die interviewende Person durch ihre Form der Gesprächsführung entscheidend Einfluss auf den Gesprächsverlauf und die Aussagequalität (Greuel, 2001; Renner & Jacob, 2020). So beeinflussen die Form und Formulierung der Frage die Vollständigkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Angaben der Fahrer (Renner & Jacob, 2020; Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). Dies ist ein wichtiger Aspekt, der auch im Zusammenhang mit Selbstauskünften zum Verkehrs- und Fahrverhalten und möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Antwortqualität thematisiert wird (für Diskussion siehe Bailey & Wundersitz, 2019). Ein mit Hilfe von offenen Fragen initiiertes freies Berichten ist dabei weniger fehleranfällig, kann jedoch ohne fokussierendes Nachfragen des Interviewers eine geringere Vollständigkeit zur Folge haben als direktere Frageformate (Greuel et al., 1998; Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). Aus diesem Grund hat sich mit Blick auf die Genauigkeit der Angaben auch in der Verkehrsunfallforschung der Einsatz der trichterartigen Befragung beginnend mit offenen Fragen hin zu konkretisierenden, geschlossenen Fragen bewährt (Staubach & Lüken, 2009). Diese Vorgehensweise ist als Befragungstechnik aus dem erweiterten kognitiven Interview im Bereich der forensischen Psychologie bekannt (Brockmann, 1990).

Zudem können bereits kleine Unterschiede in der Fragenformulierung das Antwortverhalten entscheidend beeinflussen (vgl. z. B. Loftus & Palmer, 1974; Loftus & Zanni, 1975). So führten in der Studie von Loftus und Zanni zum Beispiel die gleichen Fragen zu einem zuvor präsentierten Film eines Autounfalls mit einem bestimmten Artikel (z. B. „Sahen Sie *den* kaputten Scheinwerfer?“) häufiger zu überzeugten Antworten und zu einem vermehrten Wiedererkennen nicht präsentierter Inhalte im Vergleich zur Variante mit unbestimmten Artikel („Sahen Sie *einen* kaputten Scheinwerfer?“). In der Studie von Loftus und Palmer schätzten Versuchspersonen, denen zuvor ebenfalls ein Film von einem Verkehrsunfall präsentiert wurde, die Geschwindigkeit der verunfallten Fahrzeuge höher ein, wenn in der Frage die Formulierung „*ineinanderkrachen*“ verwendet worden war, im Vergleich zur Formulierung „*zusammenstoßen*“. Bei einer Nachbefragung eine Woche später gaben die Versuchspersonen mit der Formulierung „*ineinanderkrachen*“ zudem häufiger fälschlicherweise an, im Film zerbrochenes Glas gesehen zu haben. Die Ergebnisse hinsichtlich der Geschwindigkeitseinschätzung konnten so

allerdings nicht durchgängig repliziert werden, weshalb weitere Faktoren dabei eine Rolle zu spielen scheinen, wie zum Beispiel eine schwache Ereignisrepräsentation im Gedächtnis (Holmes et al., 2024). Die Studie von Loftus und Palmer (1974) zeigte zudem, dass die Fragenformulierung nicht nur das unmittelbare Antwortverhalten beeinflussen kann, sondern auch die Erinnerung an das Ereignis selbst. Beschrieben wurde dieses Phänomen bereits in Kapitel 2.1.3.2 unter dem Begriff Falschinformationseffekt.

Um solche Antwortverzerrungen zu verhindern, ist es wichtig, in der Interviewsituation suggestive Befragungsformen zu vermeiden. Fragen gelten als suggestiv, sobald „ihre Formulierung und/oder vor der Frage gegebene Informationen eine bestimmte Antwort nahelegen“ (Renner & Jacob, 2020, S. 49).

2.1.4.5 Zeitpunkt des Interviews

Da die Einflussfaktoren und Verzerrungsmöglichkeiten über die Zeit zunehmen, stellt sich die Frage, inwiefern der Durchführungszeitpunkt des Interviews die Zuverlässigkeit der Fahreraussagen beeinflusst. Häufig wurde angenommen, dass Aussagen an der Unfallstelle unmittelbar nach dem Unfall weniger verzerrt sind, da zu diesem Zeitpunkt Erinnerungs- und Vergessenseffekte noch nicht eingesetzt haben (vgl. z. B. Pund & Nickel, 1994; Staubach & Lüken, 2009; Undeutsch, 1962). Dabei bestand zudem die Annahme, dass die Fahrer in der Ausnahmesituation kurz nach dem Unfall weniger Ressourcen haben, um ihre Angaben im Sinne der sozialen Erwünschtheit oder mit Blick auf potenzielle rechtliche Konsequenzen anzupassen. Pund und Nickel (1994) beschäftigten sich in ihrer Methodenstudie zur psychologischen Untersuchung im Rahmen der Unfallforschung unter anderem mit verschiedenen Formen der Befragungsdurchführung. Die Erfahrungswerte ihrer Einzelfallstudie wiesen darauf hin, dass die Aussagen der Unfallbeteiligten bei Nachbefragungen einige Wochen bis Monate nach dem Unfall häufiger durch eigene Deutungen der Ereignisse und Erinnerungseffekte verzerrt waren als die unmittelbar am Unfallort erhobenen Angaben. So waren beispielsweise Probleme bei der Rekonstruktion von zeitlichen Abläufen sowie bei der Angabe von Geschwindigkeiten und Distanzen erkennbar. In einer Studie von Staubach und Lüken (2009) zeigte sich hingegen keine Verschlechterung der Aussagequalität bei Befragungen innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall. Die Autorinnen verglichen die Aussagen von Unfallfahrern, die entweder noch persönlich am Unfallort oder telefonisch bis zu zwei Wochen nach dem Unfall oder aber mehr als zwei Wochen, jedoch maximal drei Monate nach dem Unfall befragt worden waren. Als Qualitätsmerkmale betrachteten sie die Genauigkeit der Geschwindigkeits- und Reaktionsangaben im Vergleich zur Unfallrekonstruktion, das Vorhandensein von Glaubhaftigkeitsmerkmalen, die Teilnahmemotivation am Interview sowie das Berichten von Vergessenseffekten. Tendenziell enthielten die Aussagen der am Unfallort befragten Fahrer weniger

Glaubhaftigkeitsmerkmale, was wohl unter anderem auf die Zeit- und Umgebungsbedingungen der Vor-Ort-Befragung und den Fahrerzustand unmittelbar nach dem Unfall zurückzuführen war. Die Erinnerungsleistung hinsichtlich der gefahrenen Geschwindigkeiten und der gezeigten Reaktionen blieb innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall konstant und wurde von den Autorinnen insgesamt als gut bewertet. Bei der Einschätzung der eigenen Fahrgeschwindigkeit und der des Unfallgegners zeigten sich jedoch unabhängig vom Befragungszeitpunkt häufiger Abweichungen. Vergessenseffekte waren selten und hatten für das Berichten der Unfalldetails innerhalb der ersten drei Monate keine relevante Bedeutung. Versteegh (2004) verglich Fahrerangaben aus Interviews im Kontext der Verkehrsunfallforschung mit den Ergebnissen der physikalischen Unfallrekonstruktion und der In-Depth-Unfallanalyse. Auch er konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall und der Genauigkeit oder dem Umfang der Erinnerungen feststellen. Die Interviews erfolgten im Durchschnitt 107 Tage ($SD = 40.5$ Tage, $Min = 45$ Tage, $Max = 195$ Tage) nach dem Unfall und somit tendenziell später als in der Studie von Staubach und Lüken.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass über die Zeit diverse Faktoren die Aussagequalität negativ beeinflussen können. In systematischen Untersuchungen ließen sich innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall (Staubach & Lüken, 2009) und etwas darüber hinaus (Versteegh, 2004) keine bedeutsamen Verzerrungen erkennen. Staubach und Lüken schätzen Vergessenseffekte aber mit zunehmender Zeit als wahrscheinlicher ein. Hinsichtlich der Genauigkeit von Geschwindigkeitsangaben über die Zeit fanden sich in verschiedenen Studien widersprüchliche Erkenntnisse. Die Geschwindigkeitseinschätzungen schienen insgesamt unabhängig vom Zeitpunkt jedoch eher weniger genau (Staubach & Lüken, 2009; Versteegh, 2004).

2.1.4.6 Fazit zu Fehlern bei der Aussage

Schlussendlich können auch bei der Aussage in der Interviewsituation selbst eine Reihe von Verzerrungen und Verfälschungen entstehen. So kann es zu Problemen beim Abruf der Erinnerungen kommen, was zur Folge haben kann, dass manche Aspekte des Unfallgeschehens nicht berichtet werden können. Zudem haben sowohl die interviewte Person als auch die interviewende Person Einfluss auf den Gesprächsverlauf und die Qualität der Aussage. So wird die Aussage des Fahrers bewusst und unbewusst durch Interessen gesteuert, was dazu führt, dass Antworten angepasst und Inhalte zurückgehalten oder falsch dargestellt werden können. Aber auch die Frageform und die Erwartungshaltung des Interviewers beeinflussen das Antwortverhalten und die Aussagequalität entscheidend.

2.1.5 Gesamtfazit zur Zuverlässigkeit von Aussagen zu Verkehrsunfällen

Abschließend kann festgehalten werden, dass in jedem Prozessschritt auf dem Weg von der Wahrnehmung des Unfalls bis zur Aussage für die Unfallforschung Fehler entstehen können (Risser & Schützhofer, 2014; Strigl, 1996). Die potenziellen Fehlerquellen sind dabei zahlreich und die meisten Verfälschungen entstehen unbewusst und nicht willentlich. In der Folge werden im Interview verzerrte und potenziell sogar falsche Erinnerungen als sichere Erkenntnisse berichtet (Risser & Schützhofer, 2014). Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Zeugenaussagen zu Verkehrsunfällen ist somit als unzureichend zu bewerten (Strigl, 1996). Um Aussagen zu Verkehrsunfällen sinnvoll für die Analyse in der Verkehrsunfallforschung nutzen und diese adäquat interpretieren zu können, ist es deshalb erforderlich, die zugrundeliegenden Verzerrungs- und Verfälschungsmechanismen zu kennen und zu verstehen (Risser & Schützhofer, 2014). Nur so kann nach Risser & Schützhofer (2014) die Verwendbarkeit der Aussagen für die Unfallanalyse richtig eingeschätzt und dafür Sorge getragen werden, dass die Einflussfaktoren in der Befragungssituation auf ein Minimum reduziert sind und die bestmögliche Aussagequalität erreicht werden kann. Aufgrund der eingeschränkten Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Zeugenaussagen zu Verkehrsunfällen wurde von Unfallforschern, Sachverständigen und auf Verkehrsgerichtstagen lange Zeit der großflächige Einbau von Unfalldatenspeichern bzw. Event Data Recordern gefordert (Petersen & Ahlgrimm, 2014; Strigl, 1996).

2.2 Nutzen der EDR-Daten für die Unfallanalyse

Vorrichtungen wie Unfalldatenspeicher und Event Data Recorder, und deren Rolle für die Verkehrsunfallforschung werden seit vielen Jahren weltweit erforscht (vgl. z. B. Berg & Mayer, 1997; Gabler et al., 2004; Hynd & McCarthy, 2014; Schmidt-Cotta, 2009; Schmidt-Cotta et al., 2006). Der Fokus liegt dabei unter anderem auf den Kosten und dem Nutzen, sowie den notwendigen Anforderungen an solche Systeme. Hynd und McCarthy (2014) und Gleave et al. (2014) analysierten beispielsweise ausführlich die Vorteile, die der Verbau von Event Data Recordern mit sich bringt: Die vom EDR aufgezeichneten Daten bieten wichtige Einblicke in das Fahrerverhalten vor dem Unfall und ermöglichen eine genauere und besser abgesicherte Unfallrekonstruktion. Dies erhöht gemäß der Autoren die Reliabilität der Datenbasis für die Unfallforschung und verbessert die Unfallursachenanalyse. Die gesteigerte Datenqualität erlaubt eine präzisere Entwicklung von unfall- und verletzungsreduzierenden Maßnahmen, wie passiven Sicherheitssystemen, Fahrerassistenzsystemen oder infrastrukturellen Anpassungen. Mehrwert haben EDR-Daten laut der Autoren aber nicht nur für die Unfallforschung, sondern auch für Gerichtsprozesse und Versicherungsverfahren. So ermöglichen die EDR-Daten eine verbesserte und schnellere Unfallaufklärung und erleichtern die Klärung der Schuldfrage.

Von wem, für welche Zwecke und unter welchen Voraussetzungen EDR-Daten genutzt werden dürfen, hängt dabei allerdings von den Regelungen und datenschutzrechtlichen Bestimmungen der verschiedenen Länder ab.

Die Einführung und Verbreitung von Event Data Recordern und ähnlichen Vorrichtungen hat sich weltweit sehr unterschiedlich entwickelt (Gleave et al., 2014). Im Laufe der Zeit wurden diverse Systeme mit unterschiedlichen Funktionalitäten zur Speicherung von unfallbezogenen Fahrdaten entwickelt, die in verschiedenen Anwendungsbereichen (z. B. Forschung oder Versicherung) und Fahrzeugarten (z. B. Einsatzfahrzeuge, Fahrzeugflotten, Privatfahrzeuge) eingesetzt werden (Gleave et al., 2014; Hynd & McCarthy, 2014). Der Etablierungsgrad variiert dabei in Abhängigkeit von Land und Anwendungskontext (Gleave et al., 2014). In der Literatur und im Forschungskontext werden Systeme mit unterschiedlichen Funktionalitäten zum Teil unter dem Begriff EDR zusammengefasst (vgl. z. B. Gleave et al., 2014) und Begriffe wie Unfalldatenspeicher und EDR synonym verwendet (vgl. z. B. ADAC, 2020; Petersen & Ahlgrimm, 2014). Im Rahmen dieser Arbeit wird der Event Data Recorder im Sinne der UN-Regelung Nr. 160 und der Richtlinie CFR 49 Part 563 in den USA als eine verpflichtend vom Hersteller im Fahrzeug verbaute Funktion verstanden, die gemäß den entsprechenden gesetzlichen Regelungen ereignisbasiert ausschließlich unfallbezogene Daten aufzeichnet und speichert. Eine detaillierte Darstellung der zugrundeliegenden rechtlichen Regelungen, der vom EDR erfasssten Daten und der Funktionsweise des EDR findet sich im Methodenteil in Kapitel 3.3.2.

Die USA sind weltweit das Land mit dem größten Verbreitungsgrad an Fahrzeugen mit EDR (Gleave et al., 2014). Dort wurde die Aufzeichnung von Unfalldaten durch den EDR bereits 2006 mittels vorgeschriebener Standards geregelt (49 CFR Part 563, 2006). Aus diesem Grund gab es im nordamerikanischen Raum bereits vor einigen Jahren Studien, die sich mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten im Vergleich mit den Schilderungen der Unfallfahrer und Unfallzeugen beschäftigt haben.

2.3 Spezifische Angaben zu Verkehrsunfällen & deren Konsistenz mit objektiven Daten

In diesem Kapitel werden die konkreten Auswirkungen der zuvor in Kapitel 2.1 umfassend dargestellten wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischen Prozesse auf die Angaben der Fahrer zu spezifischen Teilbereichen des Unfallablaufs aufgezeigt. Dabei liegt der Fokus auf den Aspekten der Vorunfallphase, die im Rahmen der vorliegenden Studie mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten des Unfallfahrzeugs verglichen werden: dem Unfallhergang, der gefahrenen Geschwindigkeit und der Reaktion vor dem Unfall. Als Erstes wird der Forschungs-

stand aus der Literatur zu diesen Teilespekten dargestellt. Anschließend wird auf die Studienlage über spezifische Vergleiche mit Erkenntnissen aus der physikalischen Unfallrekonstruktion und den aufgezeichneten EDR-Daten eingegangen.

2.3.1 Angaben zum Unfallhergang

2.3.1.1 Allgemeine Auffälligkeiten

Basierend auf den Erfahrungen im Sachverständigenbereich lassen sich in den Schilderungen der Fahrer zum Unfallhergang im Vergleich zum tatsächlichen Unfallablauf diverse Formen der Abweichung erkennen, wie zum Beispiel Fehler in der zeitlichen Abfolge, unpassende Zeitangaben oder unzutreffende Behauptungen über das Verhalten des anderen Unfallbeteiligten (Sacher, 1998; Wielke, 2012). Solche Abweichungen können nicht nur durch absichtliche Fehldarstellungen entstehen, sondern liegen häufig in den verschiedenen wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischen Prozessen begründet. So geben Fahrer, die einen anderen, vorfahrtberechtigten Unfallbeteiligten bei der Orientierung aufgrund eines Wahrnehmungsfehlers nicht wahrgenommen haben, oft fälschlicherweise an, der andere Fahrer sei zu schnell gefahren (Wielke, 2012). Diese Einschätzung ist gemäß Wielke wohl auf einen falschen Kausalschluss des Fahrers zurückzuführen, der davon ausgeht, dass der andere Fahrer in einem kurzen Zeitraum einen langen Weg zurückgelegt haben muss, nachdem er ihn bei der Orientierung nicht wahrgenommen hatte. Auch die Abfolge der Geschehnisse eines Unfallereignisses wird aufgrund der konstruktiven Prozesse des Gedächtnisses beim Abspeichern und Abrufen der Erinnerung durch das Vorwissen des Fahrers beeinflusst und kann in der Folge von der tatsächlich stattgefundenen Reihenfolge abweichen (Sacher, 1998; Wielke, 2012). Dies zeigt sich beispielsweise bei Auffahrunfällen mit mehreren Fahrzeugen, bei denen die beteiligten Fahrer Schwierigkeiten haben, die Reihenfolge der Anstöße in der korrekten Reihenfolge zu berichten (Sacher, 1998). In den Angaben zum Bewegungsverhalten des eigenen oder des weiteren unfallbeteiligten Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Kollision sind ebenfalls regelmäßig Unstimmigkeiten zu den weiteren Erkenntnissen zum Unfall feststellbar (Sacher, 1998; Wielke, 2012). So ist bei Auffahrunfällen häufig zu beobachten, dass der Fahrer des auffahrenden Fahrzeugs fälschlicherweise angibt, das vorausfahrende Fahrzeug habe zum Auffahrzeitpunkt bereits gestanden (Sacher, 1998). Auch der Fahrer, dem aufgefahren worden ist, berichtet laut Sacher oft irrtümlicherweise, zum Kollisionszeitpunkt bereits gestanden zu haben. Ähnliche Phänomene zeigen sich bei Kreuzungsunfällen, in denen der Fahrer, der die Vorfahrt hätte gewähren müssen, seinen Vorfahrtsfehler noch bemerkt und im Nachgang schildert, zum Kollisionszeitpunkt bereits gestanden zu haben (Wielke, 2012). Aus dieser Überzeugung heraus kann es zum Fehlschluss kommen, der Unfall hätte durch ein Ausweichmanöver

des Vorfahrtsberechtigten verhindert werden können. Auch diese Fehleinschätzungen basieren laut Wielke auf Wahrnehmungseffekten und konstruktiven Prozessen. So kann es beispielsweise vorkommen, dass die Dauer bestimmter Phasen des Unfallgeschehens aufgrund der vielen Wahrnehmungseindrücke überschätzt wird.

2.3.1.2 Plausibilität im Vergleich mit EDR- und rekonstruierten Daten

Versteegh (2004) analysierte, wie genau Fahrer sich an für die Verkehrsunfallforschung bedeutsame Details vor, während, und nach dem Unfall erinnern können. Hierfür verglich er die im Rahmen eines Interviews erhobenen Fahrerangaben mit den objektiven Erkenntnissen aus der In-Depth-Unfallanalyse und der physikalischen Rekonstruktion. Es zeigte sich, dass sich Fahrer an viele Aspekte des Unfallgeschehens erinnerten und diese größtenteils zutreffend wiedergaben. Besonders gut erinnerten sich die Fahrer an die Umgebungsbedingungen zum Unfallzeitpunkt (z. B. Fahrbahnverhältnisse, Lichtbedingungen). Hinsichtlich der einzelnen Aspekte des Unfallablaufs zeigten sich ebenfalls hohe Übereinstimmungen, besonders im Hinblick auf die berichteten Vermeidungsreaktionen. Die Angaben zur Endlage waren hingegen am wenigsten zuverlässig. Zudem zeigten sich bedeutsame Unterschiede hinsichtlich der gefahrenen Geschwindigkeit, wobei Fahrer meist eine zu niedrige Geschwindigkeit berichteten. Für die Unfallrekonstruktion sind allerdings mitunter Annahmen erforderlich, wenn objektive Erkenntnisse fehlen (Burg & Moser, 2017; Fothen et al., 2020; Versteegh, 2004). Aus diesem Grund ermöglichen EDR-Daten zuverlässigere Einblicke in die Vorunfallphase und die Unfallentstehung (Gleave et al., 2014; Hynd & McCarthy, 2014).

McClafferty et al. (2003) verglichen im Rahmen ihrer Studie für Unfälle aus dem Unfallforschungsprogramm von Transport Canada die Angaben am Unfall beteiligter Fahrer zur Vorunfallphase mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten des Unfallfahrzeugs. Die Angaben der Fahrer stammten entweder aus einem ausführlichen Interview im Rahmen einer Pilotstudie oder aus den Akten der Polizei. Es handelte sich somit nicht ausschließlich um Angaben im Rahmen der Verkehrsunfallforschung, sondern zum Teil auch um Aussagen im rechtlichen Kontext. Insgesamt zeigte sich laut der Autoren, dass die Angaben der Fahrer zum Unfallablauf im Großteil der untersuchten Vergleichsfälle mit dem durch die EDR-Daten belegten Unfallhergang übereinstimmten. In einigen Fällen waren im geschilderten Unfallhergang jedoch Abweichungen zu den EDR-Daten erkennbar. Laut der Autoren fielen hierbei zwei unterschiedliche Gruppen von Fahrern auf: Die eine Gruppe stellte den Unfallablauf, wahrscheinlich aufgrund ihres Fehlverhaltens, absichtlich anders dar, um rechtliche Konsequenzen zu vermeiden und die andere Gruppe hatte vermeintlich eine falsche Vorstellung über den Unfallablauf. Ob die analysierten Angaben der Fahrer aus der ersten Gruppe vorwiegend im Polizeikontext erfolgt waren, ist aus der Veröffentlichung nicht ersichtlich. Größere Abweichungen in der Darstellung des Unfallhergangs fanden sich laut der Autoren vor allem in Fällen, in denen

der Fahrer einen Verstoß begangen hatte, beispielsweise zu schnell gefahren war oder gegen die Gurtpflicht verstoßen hatte. In solchen Fällen erwiesen sich die EDR-Daten als besonders hilfreich für die Unfallanalyse. Die gefahrene Geschwindigkeit war ein Aspekt, bei dem häufig Abweichungen zwischen der Fahrerangabe und den EDR-Daten beobachtbar waren. Fahrer, die laut EDR-Daten schneller gefahren waren als erlaubt, gaben eine niedrigere Geschwindigkeit an, als vom EDR aufgezeichnet worden war. Besonders groß war die Differenz bei hohen Geschwindigkeitsverstößen. Die detaillierten Ergebnisse der Studie von McClafferty et al. (2003) hinsichtlich des Vergleichs zwischen den Geschwindigkeitsangaben der Fahrer und den aufgezeichneten Geschwindigkeitswerten im EDR sind in Kapitel 2.3.2.2 dargestellt.

Lehouillier et al. (2013) beschäftigten sich mit unbeabsichtigten Beschleunigungsunfällen und analysierten hierfür die EDR-Daten von Fahrzeugen, bei denen eine Beschwerde darüber vorgelegen hatte, dass eine nicht vom Fahrer initiierte Beschleunigung zum Unfall geführt habe. In nahezu allen Fällen gab die fahrende Person an, dass das Fahrzeug in der Unfallsituation trotz Betätigung des Bremspedals beschleunigt habe. Die EDR-Daten zeigten im Großteil der Fälle auf, dass der Beschleunigung ein Pedalverwechslungsfehler des Fahrers zugrunde gelegen hatte. Die Fahrer hatten somit fehlerhafte Überzeugungen über ihre eigenen Handlungen und in der Vorunfallphase das Gas- und nicht das Bremspedal betätigt. In den ausgewerteten EDR-Daten ließen sich laut der Autoren zwei verschiedene Muster erkennen: Fahrer, die das Gaspedal bis zur Kollision maximal betätigten und wohl dachten, sie würden bremsen, und solche, die zunächst mittelstark bis stark auf dem Gas standen und dann kurz vor der Kollision noch bremsten, vermeintlich, weil sie den Fehler noch bemerkten. In Einzelfällen dokumentierten die EDR-Daten auch einen völlig anderen Unfallhergang und konnten eine nicht vom Fahrer initiierte Beschleunigung als Unfallursache ebenfalls ausschließen. So war in den EDR-Daten beispielsweise erkennbar, dass ein Fahrer bereits mehrere Sekunden bremste, ein Auffahren auf das Vorderfahrzeug jedoch nicht verhindern konnte.

Gwehensberger et al. (2020) analysierten auf Basis von Versicherungsschadensdaten der Unfalldatenbank des Allianz Zentrum für Technik unter anderem, wie hoch der Bedarf an EDR-Daten für die Schadensabwicklung von Autobahnunfällen ist. Ein Bedarf an EDR-Daten bestand nach Definition der Autoren, wenn der Ablauf und die Ursache des Unfalls nicht ohne Berücksichtigung der Fahrzeugdaten von mindestens einem Beteiligten geklärt werden konnten. Dabei handelte es sich gemäß den Autoren vorwiegend um Unfälle, bei denen keine nachvollziehbaren Informationen zum Ablauf des Unfalls vorlagen, beispielsweise aufgrund widersprüchlicher Angaben der Unfallbeteiligten oder weil Informationen zum Unfallhergang grundsätzlich fehlten. Die höchste Notwendigkeit an EDR-Daten bestand mit 68 % bei Vollkaskoschäden, die geringste mit 38 % bei Kraftfahrthaftpflicht-Sachschäden. Bei Kraftfahrhaft-

pflicht-Schäden mit Personenschaden lag der Bedarf bei 51 %. Bei 14 % der Vollkaskoschäden mit EDR-Erfordernis handelte es sich um Unfälle, bei denen Fahrzeuge alleinbeteiligt ohne ersichtlichen Grund von der Fahrbahn abgekommen waren. Der Bedarf an EDR-Daten für die Unfallaufklärung von Autobahnunfällen ist somit über alle Versicherungsarten hinweg als hoch einzuschätzen. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit erfolgten die Angaben der Unfallbeteiligten allerdings im Rahmen der Versicherungsabwicklung oder bei der Polizei. Folglich gab es ein Interesse der unfallbeteiligten Personen, keine Mitschuld am Unfall zugesprochen zu bekommen oder potenzielle versicherungs- oder strafrechtliche Konsequenzen zu vermeiden.

Neben den vorgestellten systematischen Untersuchungen gibt es auch Darstellungen von ausgewählten Einzelfallanalysen, in denen der Nutzen der EDR-Daten zur Aufklärung des Unfallhergangs aufgezeigt wird und im Zuge derer eine Gegenüberstellung mit den Angaben der Unfallfahrer und Augenzeugen erfolgt (vgl. z. B. Chidester et al., 2001, Comeau et al., 2017, Foster et al., 2007 und German et al., 2001). Diese werden der Vollständigkeit halber an dieser Stelle kurz erwähnt. Auch hierbei gab es Fälle, in denen die Angaben grundsätzlich mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten konsistent waren und Fälle, in denen die EDR-Daten einen anderen Ablauf aufdeckten.

2.3.1.3 Fazit zu subjektiven Angaben zur Vorunfallphase

Zusammenfassend zeigt der bisherige Forschungsstand, dass die Angaben der Fahrer zum Unfallhergang in einem Teil der Fälle mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten des Unfallfahrzeugs übereinstimmen, es aber auch Unfälle gibt, in denen die EDR-Daten einen von den Fahrerangaben mehr oder weniger stark abweichenden Unfallablauf belegen. Wie hoch das Ausmaß solch abweichender Aussagen im Rahmen der Verkehrsunfallforschung ist, ist auf Basis der bisherigen Forschungsergebnisse nur begrenzt abschätzbar. So liegen nur wenige systematische Vergleiche vor. Zudem wurden in den bisherigen Untersuchungen zumindest teilweise auch Angaben bei der Polizei herangezogen (vgl. McClafferty et al., 2003) oder insgesamt nur eine bestimmte Sondergruppe von Unfällen betrachtet (vgl. Lehouillier et al., 2013). Die Ergebnisse der umfassendsten systematischen Analyse von McClafferty et al. (2003), in der die Aussagen der Fahrer zumindest zum Teil im Rahmen eines Forschungsprojekts getätigt wurden, weisen allerdings darauf hin, dass ein Großteil der an der Unfallforschung teilnehmenden Fahrer den Unfallhergang plausibel angibt. Auch der Vergleich von Versteegh (2004) mit der objektiven Spurenlage und der physikalischen Rekonstruktion (ohne EDR-Daten), deutet darauf hin, dass Fahrer einen Großteil der Details des Unfallhergangs in der Unfallforschung korrekt schildern. Die dargestellten wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischen Effekte und die bisherigen Erfahrungswerte aus der Sachverständigenarbeit und der Vergleich mit den aufgezeichneten Fahrzeugdaten zeigen allerdings auch, dass die Fahreraussagen bei einem plausibel angegebenen Unfallhergang hinsichtlich mancher Aspekte

(z. B. Geschwindigkeit, Reihenfolge der Ereignisse, Bewegungsverhalten) vom tatsächlichen Unfallablauf abweichen können. Es erscheint somit von Interesse, die Beschaffenheit dieser Abweichungen und mögliche Ursachen systematisch zu untersuchen.

Die Ergebnisse der Studie von McClafferty et al. (2003) weisen auf einen Zusammenhang zwischen der abweichenden Darstellung des Unfallhergangs und dem Begehen eines Verkehrsverstoßes hin. Größere Diskrepanzen im dargestellten Unfallhergang führten die Autoren mutmaßlich auf absichtliche Fehldarstellungen zur Sanktionsvermeidung oder falsche Vorstellungen über den Unfallablauf zurück, wie sie sich beispielsweise auch bei den unbeabsichtigten Beschleunigungsunfällen in Form einer Pedalverwechslung bei Lehouillier et al. (2013) zeigten. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass starke Abweichungen im geschilderten Unfallhergang eher bei Unfallverursachern vorkommen. Die von McClafferty et al. (2003) beschriebenen Verkehrsverstöße (Missachtung der Gurtpflicht, Geschwindigkeitsüberschreitung) müssen jedoch nicht in direktem Zusammenhang mit der Unfallverursachung stehen. Es scheint somit interessant, mehr über das Ausmaß solcher Abweichungen und einen möglichen Zusammenhang mit der Rolle der Unfallbeteiligung, also einer objektiven Schuldzuweisung, zu erfahren. Ergänzend könnte es einen Mehrwert bieten, zu verstehen, inwiefern die Plausibilität der Schilderung des Unfallhergangs mit dem subjektiven Verantwortungsgefühl des Fahrers für den Unfall korreliert und ob allgemein, unabhängig von äußeren Schuldzuweisungen, ein Zusammenhang mit einer zur Unfallentstehung beitragenden Unfallursache des Fahrers besteht.

In der Untersuchung von Gwehensberger et al. (2020) gab es einen nennenswerten Anteil an Alleinunfällen auf Autobahnen, bei denen zur Unfallaufklärung EDR-Daten nötig waren. Demzufolge ist fraglich, ob die Plausibilität der Fahrerangaben zum Unfallhergang damit zusammenhängt, ob es ein Alleinunfall gewesen ist oder nicht. Besondere Erwähnung fanden im Zusammenhang mit den Alleinunfällen Abkommensunfälle. Auch Lehouillier et al. (2013) konnten in einer Sondergruppe von Unfällen bestimmte Abweichungen hinsichtlich der Unfallentstehung zwischen den Fahrerangaben und den Erkenntnissen aus den EDR-Daten aufzeigen. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob sich die Angaben der Fahrer zum Unfallhergang in Abhängigkeit vom Unfallszenario in ihrer Plausibilität unterscheiden.

In Kapitel 2.1.4.5 ist ausführlich dargestellt, dass der zeitliche Abstand des Interviews zum Unfall hinsichtlich der Qualität der Aussagen als relevanter Einflussfaktor diskutiert wird. Es erscheint somit zusätzlich bedeutsam, zu untersuchen, ob die Plausibilität der Angaben in Abhängigkeit dieses zeitlichen Abstands verschieden ist. Die Forschungslage zeigte dazu inkonsistente Ergebnisse. Systematische Untersuchungen zeigten keine wesentliche Verschlechterung der Aussagequalität innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall (Staubach &

Lüken, 2009) sowie bei Befragungen, die im Durchschnitt 107 Tage nach dem Unfall stattgefunden hatten (Versteegh, 2004). Gegensätzliche Berichte über eine Verschlechterung der Aussagequalität im Laufe der Zeit beruhten hingegen auf Erfahrungen aus Einzelfallbetrachtungen (Pund & Nickel, 1994). Bei einem Verkehrsunfall kann es sich um ein subjektiv bedeutsames, stressreiches und emotionales Ereignis handeln, weshalb die zentralen Aspekte eines solchen Ereignisses in der Regel über längere Zeit gut erinnert werden können (Greuel, 2001; Greuel et al., 1998; Posch, 2023). In der Zusammenschau wird deshalb erwartet, dass die allgemeine Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang nicht mit dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall zusammenhängt. Gleichwohl ist aufgrund der in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Verzerrungs- und Vergessenseffekte eine weitere Zunahme der ohnehin zu erwartenden Abweichungen hinsichtlich gewisser Teilespekte des Unfallhergangs anzunehmen.

2.3.2 Geschwindigkeitsangaben

2.3.2.1 *Limitationen selbstberichteter Fahrgeschwindigkeiten*

Menschliche Geschwindigkeitseinschätzungen sind im Allgemeinen als ungenau einzustufen, außer sie basieren auf der Ablesung eines Messgerätes (Sacher, 1998). Dies gilt sowohl für die Einschätzung der gefahrenen Geschwindigkeit durch außenstehende Personen, wie beispielsweise Augenzeugen (Meyer-Gramcko, 1980), als auch für die Einschätzung der eigenen Fahrgeschwindigkeit (Hussain et al., 2019; Recarte & Nunes, 1996; Schütz et al., 2015). In experimentellen Untersuchungen unterschätzten die meisten Versuchspersonen, die keinen Tacho nutzen konnten, die eigene Fahrgeschwindigkeit, wobei das Ausmaß der Fehleinschätzung zum Teil stark variierte (Recarte & Nunes, 1996; Schütz et al., 2015). Wurden Fahrer in diesen Experimenten gebeten, ohne Zuhilfenahme eines Tachos eine bestimmte Geschwindigkeit zu fahren, überschritten sie die Zielgeschwindigkeit in der Folge meist deutlich. Da es sich bei den Untersuchungen um experimentelle Studien zur Geschwindigkeitswahrnehmung handelt, bei denen den Fahrern kein Tacho als Orientierungshilfe zur Verfügung stand, sind diese Ergebnisse aber nur bedingt auf die retrospektiven Angaben der Fahrer zur gefahrenen Geschwindigkeit vor einem Unfall übertragbar. Erfolgten die Experimente mit Tacho als Orientierungshilfe, fielen die Fehleinschätzungen im Vergleich zur Durchführung ohne Geschwindigkeitsanzeige wesentlich geringer aus und die gefahrenen Geschwindigkeiten lagen näher an der Zielgeschwindigkeit (Hussain et al., 2019). Allerdings handelt es sich auch in dieser Untersuchung um Experimente mit vorgegebenen Geschwindigkeitszielen und nicht um natürliches Fahrverhalten. So wird die Geschwindigkeitswahl beim Autofahren durch diverse

situative und persönliche Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel das Fahrmotiv, die Verkehrssituation oder die Beschaffenheit des Verkehrsraums (zusammenfassend vgl. Ahie et al., 2015; Nash et al., 2016).

Untersuchungen aus verschiedenen Forschungsbereichen zeigten relativ schwache Zusammenhänge und deutliche Diskrepanzen zwischen objektiv gemessenen und selbstberichteten Geschwindigkeiten sowie Geschwindigkeitsverstößen auf (zusammenfassend vgl. z. B. Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009). Haglund und Åberg (2000) erwogen auf Grundlage ihrer Ergebnisse in einer Feldstudie zur Geschwindigkeitswahl als möglichen Grund, dass bei den Fahrern zwar in der Regel ein Bewusstsein für den gefahrenen Geschwindigkeitsbereich besteht, aufgrund der unregelmäßigen Kontrollblicke auf den Tacho jedoch kein Wissen über exakte Geschwindigkeitswerte zu einzelnen Zeitpunkten im Fahrverlauf vorhanden ist. In der Folge schätzen Fahrer wohl ihre gefahrene Geschwindigkeit im Rahmen einer nachträglichen Befragung und neigen häufig dazu, sich dafür an der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu orientieren (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000). Diese Einschätzung wird zusätzlich durch die Annahme unterstützt, dass die Geschwindigkeitsregelung, wie viele andere Aspekte der Fahraufgabe, automatisch abläuft und Fahrer daher Schwierigkeiten haben, sich bewusst an ihre gefahrene Geschwindigkeit zu erinnern (Corbett, 2001). Weitere Erklärungsansätze für die Ungenauigkeit von subjektiven Geschwindigkeitsangaben sind, zusätzlich zu gewissen Unschärfen des Tachos aufgrund der Tachovoreichung (Haglund & Åberg, 2000), Unaufmerksamkeit, sowie Grenzen in der Geschwindigkeitswahrnehmung (Corbett, 2001). So kann die kognitive Beanspruchung in komplexen Fahrsituationen zu eingeschränkten Ressourcen für die Überwachung der Geschwindigkeit führen (Recarte & Nunes, 2002). In der Folge kann es beispielsweise unbewusst zu Geschwindigkeitsüberschreitungen (Corbett, 2001; Recarte & Nunes, 2002) oder zu Fehleinschätzungen der Geschwindigkeit kommen. Zum Beispiel gehen Abbremsmanöver mit einer stärkeren Unterschätzung der eigenen Fahrgeschwindigkeit einher (Recarte & Nunes, 1996). Zu hohe oder unangepasste Geschwindigkeiten sind ein relevanter Einflussfaktor für die Entstehung von Unfällen, insbesondere bei solchen, die tödlich enden (European Commission, 2021; Fondzenyuy et al., 2024). Eine möglichst adäquate Einschätzung der aktuellen Geschwindigkeit ist bedeutsam für eine sichere Fahrzeugführung. Die Geschwindigkeitswahrnehmung des Menschen ist jedoch fehleranfällig und wird durch diverse Faktoren beeinflusst (Sacher, 1998; Schütz et al., 2015): unter anderem Umgebungsfaktoren (z. B. Straßenbreite, Randbebauung), situative Einflüsse (z. B. Lichtverhältnisse) und weitere Faktoren (z. B. Fahrzeugbeschaffenheit). So haben die Größe des gefahrenen Fahrzeugs, die Fahrgeräusche im Innenraum (z. B. Motorengeräusche und Reifengeräusche) und die wahrgenommene Vibration des Fahrzeugs einen Einfluss darauf, wie die eigene Fahrgeschwindigkeit eingeschätzt wird (Sacher, 1998). Bei Fahrten mit einem unvertrauten Fahrzeug kann es

aufgrund abweichender Fahrzeugeigenschaften zu einem veränderten Geschwindigkeitsempfinden und in der Folge zu Fehleinschätzungen der Geschwindigkeit kommen (Recarte & Nunes, 1996). Diese Auswirkungen sind laut Recarte und Nunes aber nur vorübergehend und nehmen infolge zunehmender Adaption an die Fahreigenschaften des neuen Fahrzeugs ab. Ein wesentlicher Einfluss der allgemeinen Fahrerfahrung auf die Stimmigkeit der Geschwindigkeitseinschätzung hat sich in bisherigen Studien nicht gezeigt, außer für Personen ohne Fahrerfahrung (Recarte & Nunes, 1996; Richter, 2016). Allerdings ist das Fahren mit unangepasster Geschwindigkeit eine häufige Unfallursache von unerfahrenen Fahrern (Curry et al., 2011). Ein Grund dafür könnten mangelnde Lernerfahrungen für eine adäquate Anpassung der Geschwindigkeit an die Fahrsituation sein (Mueller & Trick, 2012; Rolison & Moutari, 2020).

Zusätzlich zu diesen Einflussfaktoren und Erklärungen werden im Zusammenhang mit den Abweichungen zwischen objektiv gemessenem und selbstberichtetem Geschwindigkeitsverhalten – insbesondere bei Geschwindigkeitsüberschreitungen – verschiedene Verzerrungseffekte diskutiert. Dazu zählen soziale Erwünschtheit, Selbsttäuschung sowie die bewusste oder unbewusste Veränderung von Informationen durch Lügen oder Auslassungen (für Diskussion siehe z. B. Lajunen & Özkan, 2011, zitiert nach Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Fahrer Schwierigkeiten haben, ihre Fahrgeschwindigkeit ohne technische Messgeräte quantitativ genau zu benennen, gleichwohl die implizite Geschwindigkeitseinschätzung für die Umsetzung der Fahraufgabe in der Regel funktional ausreichend ist (Schleinitz et al., 2015). Es gibt diverse Einflussfaktoren auf die Geschwindigkeitswahl und -wahrnehmung und Fehler in diesen Prozessen können zu einem Unfall führen. Geschwindigkeitsangaben nach Unfällen sind für gewöhnlich wohl nicht auf Erinnerungen an einen bewusst wahrgenommen Geschwindigkeitswert auf dem Tacho zurückzuführen, sondern werden wahrscheinlich auf Basis der eigenen Fahrerfahrungen und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit rekonstruiert (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000). Zudem können die Angaben zum Geschwindigkeitsverhalten durch verschiedene soziale und persönliche Verzerrungsprozesse beeinflusst werden (Lajunen & Özkan, 2011, zitiert nach Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009).

2.3.2.2 Übereinstimmungsgrad mit EDR- und rekonstruierten Daten

Einige Studien haben untersucht, inwieweit die von den Fahrern berichtete gefahrene Geschwindigkeit vor dem Unfall mit der Geschwindigkeitseinschätzung übereinstimmt, die auf Basis der physikalischen Unfallrekonstruktion ermittelt wurde. Dabei zeigte sich einerseits eine relativ geringe Übereinstimmungsrate (Staubach & Lüken, 2009) und andererseits eine Tendenz der meisten Fahrer, ihre gefahrene Geschwindigkeit zu unterschätzen (Versteegh, 2004). In der Analyse von Versteegh (2004) unterschieden sich Fahrer, die nach Einschätzung der

Polizei für den Unfall verantwortlich waren, nicht signifikant hinsichtlich der Genauigkeit ihrer Geschwindigkeitsangaben von Fahrern, die laut Polizei nicht die Schuld am Unfall trugen. Allerdings berichteten Fahrer, die vor dem Unfall eine Geschwindigkeitsüberschreitung begangen hatten, ihre Geschwindigkeit in signifikant stärkerem Ausmaß zu niedrig als Fahrer, die keinen Geschwindigkeitsverstoß begangen hatten. Zu bedenken ist, dass für die Unfallrekonstruktion und die Einschätzung der Ausgangsgeschwindigkeit Annahmen erforderlich sind, wenn keine objektiven Belege vorliegen (Burg & Moser, 2017; Fothen et al., 2020). So wurden hinsichtlich der Geschwindigkeitsschätzung nennenswerte Abweichungen zwischen fahrzeuginternen Datenaufzeichnungen und ingenieurwissenschaftlichen Herangehensweisen festgestellt, die auf objektiven Beweisen beruhen (Chung & Chang, 2015). Somit liefern EDR-Daten hier die zuverlässigeren Vergleichswerte (Gleave et al., 2014; Hynd & McCarthy, 2014).

Wie in Kapitel 2.3.1.2 bereits erwähnt, zeigten sich in der Untersuchung von McClafferty et al. (2003) vielmals Abweichungen zwischen den vom Fahrer berichteten Geschwindigkeiten und den vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeitswerten. McClafferty und Kollegen veröffentlichten 2005 eine weitere Analyse mit einer größeren Stichprobe als 2003, weshalb hier die Erkenntnisse zum Vergleich der Geschwindigkeitsangaben aus der Studie von 2005 dargestellt werden. Die Angaben der Fahrer entstammen entweder einem ausführlichen Interview im Rahmen einer explorativen Studie oder den Akten der Polizei und wurden mit der höchsten vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit in den letzten fünf Sekunden vor dem Unfall verglichen. Im Großteil der Fälle gaben die Fahrer niedrigere Geschwindigkeiten an als vom EDR aufgezeichnet, wobei die durchschnittliche Abweichung bei 14 km/h lag und das Ausmaß der Fehleinschätzung in 60 % der Fälle mehr als 10 km/h betrug. Die Dimension der Fehleinschätzung variierte insgesamt sehr stark und umfasste sowohl wesentlich höhere als auch sehr viel niedrigere Geschwindigkeitsangaben. Genauso wie in anderen Studien zu selbstberichteten Geschwindigkeiten (vgl. z. B. Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000), neigten auch die Fahrer in der Analyse von McClafferty et al. (2005) dazu, eine Geschwindigkeit im Bereich der Geschwindigkeitsbegrenzung anzugeben. Die einzige Ausnahme bildeten dabei Fahrer, die sich zum Unfallzeitpunkt im Abbiegevorgang befunden hatten. Dementsprechend waren die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer am genauesten, die kurz vor dem Unfall tatsächlich mit einer Geschwindigkeit nahe der geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung gefahren waren. Gemäß den Autoren hatten besonders Fahrer, die in der Vorunfallphase langsam unterwegs waren (≤ 40 km/h), Schwierigkeiten, ihre gefahrene Geschwindigkeit genau einzuschätzen. Fast 60 % dieser Fahrer unterschätzten ihre Geschwindigkeit so stark, dass die EDR-Geschwindigkeit mindestens 10 km/h über deren Angabe lag. Hinsichtlich dieses Ergebnisses ist allerdings kritisch anzumerken, dass als Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR die höchste aufgezeichnete Geschwindigkeit herangezogen worden war. Aufgrund der niedrigen

angegebenen Geschwindigkeit des Fahrers lässt sich mutmaßen, ob nicht in manchen Fällen in der Vorunfallphase ein Fahrmanöver mit Geschwindigkeitsänderungen durchgeführt worden ist. Je nach Unfallsituation und Richtung der Geschwindigkeitsänderung erscheint somit fraglich, ob die höchste aufgezeichnete Geschwindigkeit einen passenden Vergleichswert darstellt. Ob dies für die jeweilige Unfallsituation kritisch geprüft wurde, ist der Veröffentlichung nicht zu entnehmen. In mehr als der Hälfte der analysierten Fälle waren laut McClafferty et al. (2005) in den EDR-Daten Geschwindigkeitsüberschreitungen erkennbar, wobei sich in einer beachtlichen Anzahl an Fällen hohe Geschwindigkeitsverstöße (≥ 20 km/h) und in Einzelfällen sogar sehr hohe Geschwindigkeitsverstöße (≥ 40 km/h) zeigten. Demgegenüber gaben nur wenige Fahrer Geschwindigkeitsüberschreitungen von 10 km/h oder mehr zu, die laut EDR-Daten aber in fast 40 % der Fälle vorkamen. Zu bedenken ist jedoch, dass die Angaben der Fahrer zumindest teilweise bei der Polizei erfolgten, weshalb drohende Sanktionen die Geschwindigkeitsangabe in solchen Fällen vermutlich beeinflusst haben.

Nach dem Wissenstand der Autorin sind die Untersuchungen von McClafferty et al. (2003) und McClafferty et al. (2005) die einzigen, in denen die Geschwindigkeitsangaben der Unfallfahrer systematisch mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten verglichen wurden. Zwar gibt es weitere Studien mit EDR-Daten als Vergleichsbasis, allerdings mit anderen Quellen, wie beispielsweise der Geschwindigkeitseinschätzung der Polizei (z. B. daSilva, 2008; Elsegood et al., 2019).

Die bisherige Studienlage zeigt somit, dass die Übereinstimmung der Angaben von Fahrern zu ihrer gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall mit der Geschwindigkeitseinschätzung durch die physikalische Rekonstruktion auf Basis der objektiven Spurenlage sowie der tatsächlich laut EDR gefahrenen Geschwindigkeit relativ gering ist.

2.3.2.3 Fazit zu Geschwindigkeitsangaben bei Verkehrsunfällen

Abschließend kann festgehalten werden, dass sich über verschiedene Forschungsfelder hinweg Ungenauigkeiten in den Geschwindigkeitsangaben von Fahrern zeigten. Der EDR liefert gesicherte Daten zum Fahrverhalten in der Vorunfallphase und bietet die Möglichkeit zu untersuchen, wie stark die Fahrerangaben zur gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall von der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit abweichen. Bisher gab es nach Wissensstand der Autorin mit dieser Vergleichsgrundlage allerdings nur vereinzelte systematische Gegenüberstellungen, wobei für den Vergleich zumindest zum Teil Angaben gegenüber der Polizei herangezogen wurden (vgl. McClafferty et al., 2003, 2005). Es ist somit von Interesse, mehr über die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben von Fahrern in der Unfallforschung, sowie die Beschaffenheit und zugrundeliegenden Zusammenhänge der beobachtbaren Abweichungen zu erfahren. Auf Basis der bisherigen Forschungserkenntnisse sind Abweichungen zu den

EDR-Daten anzunehmen. So geben Fahrer Geschwindigkeitsüberschreitungen wesentlich seltener an, als sie vom EDR belegt werden (McClafferty et al., 2005). Zudem tendieren Fahrer dazu, in Fahrsituationen, in denen es realistisch erscheint, eine Geschwindigkeit im Bereich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu berichten (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000; McClafferty et al., 2005). Fehleinschätzungen der eigenen Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsüberschreitungen können unfallursächlich sein und die Abweichungen der Geschwindigkeitsangaben fielen in bisherigen Studien bei hohen Geschwindigkeitsverstößen besonders stark aus (McClafferty et al., 2003; Versteegh, 2004). Daher erscheint es interessant, ob sich das Ausmaß der Abweichung in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung unterscheidet, auch wenn sich in der Analyse von Versteegh (2004) diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zeigten. In diesem Zusammenhang könnte es auch von Interesse sein, mehr über die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe und die auftretenden Abweichungen in Abhängigkeit von der Unfallursache oder dem Unfallszenario zu erfahren. So fanden sich zum Beispiel bei McClafferty et al. (2005) Hinweise darauf, dass die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer im niedrigen Geschwindigkeitsbereich besonders häufig ungenau waren. Da die Geschwindigkeitswahrnehmung durch Gegebenheiten der Infrastruktur beeinflusst wird (Sacher, 1998; Schütz et al., 2015), ist zudem interessant, ob die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Ortslage der Unfallstelle verschieden ist. Da die Vertrautheit mit dem Fahrzeug zumindest anfänglich einen Einfluss auf das Geschwindigkeitsempfinden hat, ist von Interesse, ob ein solcher Zusammenhang auch bei Geschwindigkeitsangaben im Unfallkontext beobachtbar ist. Ausgehend davon, dass unerfahrene Fahrer häufig aufgrund unangepasster Geschwindigkeiten verunfallen, ist zudem interessant, ob sich in Abhängigkeit von der allgemeinen Fahrerfahrung Unterschiede hinsichtlich der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben zeigen. Bisherige Forschungserkenntnisse weisen allerdings daraufhin, dass sich die Genauigkeit der Geschwindigkeitseinschätzung mit zunehmender Fahrerfahrung nicht mehr wesentlich ändert (Recarte & Nunes, 1996). Weiter erscheint bedeutsam zu untersuchen, ob der zeitliche Abstand des Interviews zum Unfall einen Einfluss auf die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe hat. Wie in Kapitel 2.1.4.5 dargestellt zeigten sich in der bisherigen Forschungsliteratur diesbezüglich widersprüchliche Ergebnisse. In der systematischen Analyse von Staubach und Lüken (2009) waren in Bezug auf die Genauigkeit der angegebenen Geschwindigkeit innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall keine wesentlichen Unterschiede erkennbar. Abweichende Erfahrungswerte von Pund und Nickel (1994) hinsichtlich einer Verschlechterung der Geschwindigkeitsangaben im Laufe der Zeit basieren auf Einzelfallanalysen. Ausgehend von der Überlegung, dass die Geschwindigkeitsangaben auf Basis der eigenen Fahrerfahrungen und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit rekonstruiert werden (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000), wäre vorstellbar, dass Geschwindigkeitsangaben weniger von der zeitlichen Komponente beeinflusst sind.

2.3.3 Reaktionsangaben

2.3.3.1 Erkenntnisse zu Angaben zum Reaktionsverhalten

Da Reaktionen im Rahmen von kritischen Verkehrssituationen und Vorunfallphasen meist unbewusst und reflexartig ablaufen, haben Fahrer häufig Schwierigkeiten, ihre Reaktion zu erinnern und im Detail zu schildern (Fricke, 1990 zitiert nach Dilich et al., 2002; Hancock & Ridder, 2003; Sacher, 1998). Fricke beschrieb dabei, dass Fahrer sich eher an die beabsichtigte Handlung erinnern können als an die wirklich ausgeführte Reaktion. So kann es in den Reaktionsangaben der Fahrer zu einer Vermischung von intendierter und umgesetzter Handlung kommen (Sacher, 1998). Dies zeigt sich nach Sacher beispielsweise dadurch, dass manche Fahrer eine Vielzahl an ausgeführten Reaktionshandlungen berichten, die im kurzen Zeitabschnitt der Vorunfallphase jedoch gar nicht umsetzbar gewesen wären. In solchen Fällen wurde die mentale Rekonstruktion der Reaktion nach Meinung des Autors durch die Wunschvorstellung beeinflusst, die als logisch und richtig empfundenen Handlungen durchgeführt zu haben. Beim Erinnern der eigenen Reaktion scheinen somit sowohl konstruktive Prozesse, basierend auf dem Vorwissen der Person (vgl. Kapitel 2.1.2.4), als auch unterbewusste Interessen (vgl. Kapitel 2.1.4.3) eine Rolle zu spielen.

Der unbewusste, reflexhafte und automatisierte Ablauf der Reaktion bedingt zudem, dass Einleitung und Durchführung der Reaktionshandlung nicht im Gedächtnis gespeichert werden und dem Fahrer so maximal das merkliche Eintreten der Handlungswirkung erinnerlich ist (Meyer-Gramcko zitiert nach Sacher, 1999; Meyer-Gramcko, 1980 zitiert nach Wielke, 2012). In der Folge kommt es aus Sachverständigungssicht in den Angaben der Fahrer zu einer zeitlichen Verschiebung des Zeitpunkts der Gefahrenerkennung auf den Beginn der aktiven Ausführung des Reaktionsverhaltens (Sacher, 1998, 1999; Wielke, 2012). So zeigte sich in der früheren Sachverständigenarbeit, dass Fahrer häufig den Ort als Punkt der Gefahrenerkennung beschrieben, an dem die Spurenzeichnungen auf dem Asphalt begonnen haben (Sacher, 1999). Reagiert der Fahrer nicht reflexartig, sondern bewusst nach einem vorausgegangenen Abwägungsprozess, ist er gemäß Sacher (1999) hingegen fähig, den Zeitpunkt der Gefahrenerkennung passend zu erinnern.

2.3.3.2 Übereinstimmungsgrad mit EDR- und rekonstruierten Daten

Wie bereits in Kapitel 2.3.1.2 ausführlicher beschrieben, verglich Versteegh (2004) die Angaben von Fahrern im Rahmen der Verkehrsunfallforschung mit den Erkenntnissen der In-Depth-Unfallanalyse. Dabei zeigte sich, dass Fahrer ihre Vermeidungsreaktionen vor dem Unfall meist zuverlässig und in Übereinstimmung mit der objektiven Spurenlage schilderten. In der Studie von Versteegh standen allerdings noch keine EDR-Daten zur Verfügung. Sind keine

Spurzeichnungen oder objektiven Anhaltspunkte vorhanden, können potenzielle Vermeidungsreaktionen nicht vollständig gesichert rekonstruiert werden (Burg, 2016).

Der EDR bietet Einblicke in das Fahrerverhalten vor dem Unfall und ermöglicht es, mehr über das Reaktionsverhalten der Fahrer in der Vorunfallsituation zu erfahren (Gabler & Hinch, 2009). Diverse Studien analysieren mit Hilfe von EDR-Daten das Reaktionsverhalten der Fahrer in der Vorunfallphase (vgl. z. B. Elsegood et al., 2020; Gabler & Hinch, 2009; Scanlon et al., 2015). In diesen Studien werden unter anderem folgende Aspekte betrachtet: die Art der gezeigten Reaktion, die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Reaktionsarten, der Zeitpunkt des Beginns der Reaktionshandlung vor dem Unfall, das Auftreten von Unterschieden in Abhängigkeit vom Unfalltyp oder dem Fahrverhalten in der Vorunfallphase. Es konnte bei der Literaturrecherche jedoch keine Studie gefunden werden, in der explizit das vom Fahrer berichtete Reaktionsverhalten mit den aus den aufgezeichneten EDR-Daten erkennbaren Reaktionen verglichen wurde.

daSilva (2008) zog in seiner Untersuchung allerdings einen Vergleich mit der Reaktionseinschätzung der Unfallforscher, die in der Datenbank des National Automotive Sampling System (NASS) Crashworthiness Data System (CDS) gespeichert ist. Diese Einschätzung basiert auf Befragungen der Fahrer nach dem Unfall, dem Unfallbericht der Polizei und/oder den Spuren an der Unfallstelle (National Highway Traffic Safety Administration, 2006). Codiert haben die Unfallforscher dabei nur tatsächlich umgesetzte, nicht aber nur beabsichtigte Reaktionen der Fahrer. daSilva (2008) verglich den vom EDR aufgezeichneten Bremsstatus eine Sekunde vor Kollision mit der codierten Reaktionseinschätzung in der Datenbank. Insgesamt zeigte der Vergleich, dass Vermeidungsmanöver mit Bremsreaktion in der Unfalldatenbank weniger häufig codiert waren, als sie sich in den EDR-Daten zeigten. So fand sich in 58 % der auswertbaren EDR-Daten eine Bremsung, wohingegen nur in 23 % der analysierten Fälle in der NASS-CDS-Datenbank eine Vermeidungsreaktion mit Bremsen codiert war. In knapp der Hälfte der Fälle stimmte die Einschätzung in der Datenbank, ob eine Reaktion mit Bremsung gezeigt wurde, mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten überein. In 41 % der Fälle, in denen es laut EDR eine Bremsung gab, wurde in der Datenbank jedoch von keinem Vermeidungsmanöver oder von einer Reaktion ohne Bremsung ausgegangen. In wenigen Fällen (6 %) wurde in der Datenbank fälschlicherweise eine Reaktion mit Bremsung angenommen. Das Ergebnis, dass Vermeidungsmanöver mit Bremsreaktionen in der Unfalldatenbank weniger häufig codiert sind als in den EDR-Daten erkenntlich, zeigte sich ebenfalls bei Subanalysen von Unfällen mit Frontalaufprall und für auffahrende Fahrzeuge bei Auffahrunfällen. Hinsichtlich des Hauptbefundes ist allerdings kritisch anzumerken, dass es sich bei einer vom EDR aufgezeichneten Betätigung des Bremspedals in der Vorunfallphase nicht zwangsläufig um eine Bremsreaktion handeln muss (Scanlon et al., 2015). So kann auch eine gewöhnliche Handlung im normalen

Fahrverlauf vorliegen. Die reine Annahme einer Bremsreaktion aufgrund einer sichtbaren Bremspedalbetätigung im EDR ohne gesamtheitliche Bewertung, wie sie bei daSilva scheinbar erfolgt ist, kann zu einer Überschätzung von Bremsreaktionen führen. Bei den hier dargestellten Ergebnissen zur Studie von daSilva handelt es sich um ausgewählte Teilergebnisse.

Zusammenfassend zeigen sich hinsichtlich der Reaktionen in der Vorunfallphase somit deutliche Unterschiede zwischen den Einschätzungen der Unfallforscher, die auf den Angaben der Unfallbeteiligten und den Unfallspuren basieren, und den Erkenntnissen aus den EDR-Daten.

2.3.3.3 Fazit zu Reaktionsangaben bei Verkehrsunfällen

Insgesamt weisen die bisherigen Erfahrungswerte der Sachverständigenarbeit und die Forschungsergebnisse darauf hin, dass Fahrer sich nur begrenzt an ihr Vermeidungsverhalten in der Vorunfallphase erinnern können. Lediglich Versteegh (2004) fand eine hohe Übereinstimmung zwischen den Fahrerangaben zur gezeigten Vermeidungsreaktion und der objektiven Spurenlage. Allerdings können Vermeidungsreaktionen ohne EDR-Daten bei fehlender Spurenlage nicht immer rekonstruiert werden (Burg, 2016). Der EDR ermöglicht hingegen gesicherte Einblicke in die Vermeidungsreaktionen von Unfallbeteiligten in realen Unfallsituations und bietet die Möglichkeit, die Angaben der Fahrer zu ihrem Reaktionsverhalten hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit zu analysieren. Nach dem Wissenstand der Autorin gibt es bisher keine solche Gegenüberstellung der Fahrerangaben mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten. Es ist somit von Interesse zu erfahren, wie gut sich Fahrer tatsächlich an ihr Reaktionsverhalten in der Vorunfallphase erinnern. Die Erfahrungen aus der Sachverständigenarbeit (Sacher, 1998, 1999; Wielke, 2012) und das Ergebnis von daSilva (2008), dass Unfallforscher, deren Einschätzung zumindest teilweise auf den Angaben der Unfallbeteiligten beruhte, Bremsreaktionen im Vergleich mit den EDR-Daten unterschätzten, lassen Abweichungen der Fahrerangaben zu den EDR-Daten erwarten. Es ist relevant, die Beschaffenheit dieser Abweichungen zu verstehen. So soll herausgefunden werden, ob eher in der Vorunfallphase nicht erfolgte Reaktionen angegeben oder in den EDR-Daten ersichtliche Reaktionen nicht berichtet werden. Zudem ist bedeutsam zu begreifen, unter welchen Bedingungen sich übereinstimmende Angaben oder Unterschiede zeigen. Der Zeitpunkt des Reaktionsbeginns ist ein wichtiger Aspekt bei der Betrachtung von Vermeidungsreaktionen (Elsegood et al., 2020; Scanlon et al., 2015), weshalb von Interesse erscheint, ob ein Zusammenhang zwischen dem Reaktionsbeginn und der Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe besteht. Nach Meyer-Gramcko (zitiert nach Sacher, 1999) bleibt dem Fahrer aufgrund des reflexhaften und unbewussten Ablaufs der Reaktion nur das Wirksamwerden der Reaktionshandlung in Erinnerung. Basierend auf dieser Überlegung wäre vorstellbar, dass Reaktionen, die längere Zeit vor dem Unfall beginnen, aufgrund einer deutlicheren Reaktionswirkung besser erinnert werden. Da Fahrer häufig sowohl Längs- als auch Querreaktionen zeigen (vgl. z. B. Scanlon et al., 2015) und diese

nicht immer gleichzeitig initiiert werden (vgl. z. B. Weber, 2015), ist zudem interessant, ob die Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe mit der Art und der Reihenfolge der Reaktion zusammenhängt. Je nach Fahrerhandlung vor dem Unfall kann eine Vermeidungsreaktion einen Abbruch oder eine Verstärkung der ausgeführten Handlung zur Folge haben oder eine neue Handlung auslösen. Beispielsweise gibt es Kreuzungsunfälle, bei denen der Fahrer aus dem Stand anfährt und beim Erkennen der kritischen Situation bremst oder bei denen der Fahrer eine Kreuzung in der Fahrt geradeaus passiert und als Reaktion eine Lenkung einleitet (Scanlon et al., 2015). Daher erscheint es interessant, ob die Art der Handlungsänderung das Erinnerungsvermögen der Fahrer an die Reaktion beeinflusst. Weiter erscheint bedeutsam, ob es Unterschiede in der Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung, dem Unfallszenario oder der Art der Unfallursache gibt. Zu all diesen Aspekten liegen bisher keine Erkenntnisse vor.

Weiter erscheint es relevant, zu untersuchen, ob die Zuverlässigkeit der Reaktionsangaben in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall verschieden ist. Wie in Kapitel 2.1.4.5 dargestellt, zeigten sich in der Studie von Staubach und Lüken (2009) innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Genauigkeit der Reaktionsangabe. Auch Versteegh (2004) stellte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall ($M = 107$ Tage, $SD = 40.5$ Tage) und dem Erinnerungsumfang sowie der Erinnerungsgenauigkeit der Fahrer an den Unfallablauf fest. Aus diesem Grund ist anzunehmen, dass die Zuverlässigkeit der Angaben zur Reaktion in der Vorunfallphase nicht mit dem Zeitpunkt des Interviews zusammenhängt.

2.4 Fragestellung und Hypothesen

Um die in Kapitel 1.4 dargestellten übergeordneten Zielsetzungen aufzuklären, werden in dieser Arbeit die Aussagen, welche die Autofahrer im Rahmen der Verkehrsunfallforschung zur Vorunfallphase getätigt haben, systematisch mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten des Unfallfahrzeugs verglichen. Dabei soll Wissen dazu gewonnen werden, wie plausibel die Angaben der Fahrer zur Vorunfallphase sind, hinsichtlich welcher Aspekte sich Unterschiede zeigen, wie diese Unterschiede beschaffen sind und wie häufig und in welchen Kontexten diese Unterschiede vorkommen. Aufbauend auf dem dargestellten theoretischen und empirischen Hintergrund und den daraus abgeleiteten Forschungsinteressen sollen zusammenfassend folgende konkrete Fragestellungen und Hypothesen untersucht werden:

Allgemeine Fragestellungen:

- F1: Wie plausibel schildern Fahrer den Unfallhergang in der Vorunfallphase im Vergleich mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten?
- F2: Wie genau geben Fahrer die gefahrene Geschwindigkeit vor dem Unfall im Vergleich zu der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit an?
- F3: Wie zuverlässig berichten Fahrer ihr Reaktionsverhalten vor dem Unfall im Vergleich mit dem in den EDR-Daten erkennbaren Reaktionsverhalten?
- F4: Wie unterscheidet sich die Plausibilität und Zuverlässigkeit der Fahrerangaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung (Unfallverursacher vs. weiterer Unfallbeteiligter)?
- F5: Wie unterscheidet sich die Plausibilität und Zuverlässigkeit der Fahrerangaben in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall?

Hypothesen zur Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang:

- H 1.1: Die Fahrer schildern den Unfallhergang in der Vorunfallphase unterschiedlich häufig plausibel oder nicht plausibel.
- H 1.2: Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte unterscheiden sich hinsichtlich der Plausibilität ihrer Angaben zum Unfallhergang.
- H 1.3: Explorative Betrachtung, ob die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang damit zusammenhängt, ob es sich um einen Alleinunfall oder um einen Unfall mit mehreren Unfallbeteiligten handelt.
- H 1.4: Die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang ist in Abhängigkeit vom Begehen eines Verstoßes verschieden.
- H 1.5: Explorative Betrachtung, ob die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang in Abhängigkeit von der Unfallursache verschieden ist.
- H 1.6: Explorative Betrachtung, ob die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang in Abhängigkeit vom Unfallszenario verschieden ist.
- H 1.7: Explorative Betrachtung, ob die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang in Abhängigkeit vom Verantwortungsgefühl des Fahrers für den Unfall verschieden ist.
- H 1.8: Die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang hängt nicht mit dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall zusammen.

Hypothesen zur Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe:

- H 2.1: Geschwindigkeitsverstöße zeigen sich in den Fahrerangaben und den EDR-Daten unterschiedlich häufig.
- H 2.2: Die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer weisen Abweichungen zu den vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeitswerten auf.
- H 2.3: Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe ist in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung verschieden.
- H 2.4: Fahrer geben in passenden Fahrsituationen eine Geschwindigkeit in der Nähe der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an.
- H 2.5 Explorative Betrachtung, ob die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Ortslage verschieden ist.
- H 2.6: Explorative Betrachtung, ob die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Unfallursache unterschiedlich ist.
- H 2.7: Explorative Betrachtung, ob die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit vom Unfallszenario verschieden ist.
- H 2.8a: Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe hängt nicht mit der allgemeinen Fahrerfahrung zusammen.
- H 2.8b: Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe ist in Abhängigkeit von der Fahrerfahrung mit dem Fahrzeug verschieden.
- H 2.9: Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe hängt nicht mit dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall zusammen.

Hypothesen zur Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe:

- H 3.1: Die Fahrerangaben zur Reaktion vor dem Unfall unterscheiden sich von dem im EDR erkennbaren Reaktionsverhalten.
- H 3.2: Explorative Betrachtung, ob die Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung verschieden ist.
- H 3.3: Explorative Betrachtung, ob die Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe in Abhängigkeit von der Unfallursache verschieden ist.
- H 3.4: Explorative Betrachtung, ob die Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe in Abhängigkeit vom Unfallszenario verschieden ist.

- H 3.5: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall und der Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe.
- H 3.6: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Reaktion und dem Erinnerungsvermögen der Fahrer an die Reaktion.
- H 3.7: Explorative Betrachtung, ob das Erinnerungsvermögen der Fahrer an die Reaktion in Abhängigkeit von der Art der reaktionsbedingten Handlungsänderung verschieden ist.
- H 3.8: Explorative Betrachtung, ob das Erinnerungsvermögen der Fahrer an die Reaktion in Abhängigkeit von der Reaktionsreihenfolge verschieden ist.

3 Methode

3.1 Studienaufbau und -ablauf

Es wurde eine nicht-interventionelle, retrospektive Registerstudie mit den durch die AARU analysierten Unfällen durchgeführt. Im ersten Schritt wurden aus der AARU-Datenbank alle Fälle herausgesucht, in denen sowohl ein psychologisches Interview mit dem Fahrer als auch EDR-Daten aus dem Fahrzeug vorhanden waren. Anschließend wurde jeder Einzelfall entsprechend der in Kapitel 3.4 beschriebenen Auswertungsstrategie analysiert und bewertet. Dabei wurden die ausgewerteten und interpretierten Fahrzeugdaten und die Angaben der Fahrer im psychologischen Interview anhand festgelegter Regeln in vergleichbare Werte und Kategorien überführt. Im Anschluss wurden die erhobenen Daten, wie in Kapitel 3.5 ausgeführt, hinsichtlich aller Aspekte der Fragestellungen und Hypothesen quantitativ ausgewertet und statistisch geprüft.

3.2 Stichprobe

In die Untersuchung wurden alle Unfälle eingeschlossen, deren Analyse bis Ende Oktober 2023 abgeschlossen war. Eine genauere Beschreibung der Unfälle, die durch die AARU analysiert werden, findet sich in Kapitel 1.2. Für insgesamt 121 Fahrer aus 119 Unfällen waren sowohl ein psychologisches Interview als auch EDR-Daten aus dem Unfallfahrzeug vorhanden. In sechs Vergleichsfällen gab der Fahrer im psychologischen Interview an, keine genaue Erinnerung an den Unfallhergang zu haben, weshalb keine inhaltliche Auswertung erfolgen konnte. Da diese Angabe mit Blick auf die Grundfragestellung der Arbeit dennoch von Interesse erscheint, werden diese Vergleichsfälle in einem gesonderten Abschnitt des Ergebnisteils betrachtet (vgl. Kapitel 4.2.9). Die folgende Stichprobenbeschreibung basiert auf den verbleibenden inhaltlich auswertbaren Vergleichsfällen von 115 Fahrern aus 113 Unfällen.

Die Fahrer waren im Durchschnitt 41.3 Jahre alt ($SD \pm 17.8$). Die jüngste Person war 18 Jahre alt, die älteste 88 Jahre. Etwa die Hälfte (51.3 %) war Unfallverursacher. Alle anderen Fahrer bildeten die Gruppe der weiteren Unfallbeteiligten. 78.3 % der Fahrer waren männlich und 21.7 % weiblich. Die Fahrerlaubnis besaßen die Fahrer für eine Dauer zwischen ein und 62 Jahren, der Median lag bei 19.5 Jahren. Die Fahrleistung in den letzten 12 Monaten vor dem Unfall lag zwischen 1 000 und 90 000 Kilometern, mit einem Median von 27 000 Kilometern. Das Fahrzeug, mit dem die Fahrer verunfallt sind, nutzten diese für eine Dauer zwischen einem Tag und drei Jahren, der Median lag hier bei vier Monaten.

Die Unfälle, an denen die 115 Fahrer beteiligt waren, ereigneten sich im Zeitraum zwischen 2017 und 2023. 20.9 % davon waren Alleinunfälle. Bei allen anderen Unfällen gab es mindestens einen weiteren Unfallbeteiligten, wobei insgesamt maximal sechs Fahrzeuge an einem Unfall beteiligt waren. Beim Großteil der Unfälle gab es zwei Unfallbeteiligte (39.1 %). 24.3 % der Unfälle ereigneten sich innerorts, 46.1 % außerorts und 29.6 % auf Bundesautobahnen oder autobahnähnlich ausgebauten Straßen. Der größte Anteil der Unfälle ereignete sich tagsüber (73.9 %), knapp ein Viertel (24.3 %) bei Dunkelheit und 1.7 % bei Dämmerung. 13.0 % der Unfälle waren reine Sachschadensunfälle, bei denen keine Person verletzt wurde. In 63.5 % der Unfälle wurde mindestens eine Person leichtverletzt, in 22.6 % der Unfälle wurde mindestens eine Person schwerverletzt und bei einem Unfall verunglückte eine Person tödlich. Die Unfälle lassen sich in Zusammenschau des Unfallszenarios nach Feifel und Wagner (2018), des Unfalltyps gemäß dem Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) (2016) und weiteren Unfallinformationen wie folgt klassifizieren (Details zur Einteilung finden sich in Kapitel 3.4.4.1):

- 31.3 % waren Abbiege- und Kreuzungsunfälle, wobei 19 Fahrer in der Unfallsituation die Vorfahrt missachtet haben und 17 Fahrern die Vorfahrt genommen wurde.
- Bei 30.4 % handelte es sich um Auffahrunfälle. Acht Fahrern wurde vom nachfolgenden Fahrzeug aufgefahren und zehn Fahrer fuhren einem vorausfahrenden Fahrzeug auf. Zusätzlich gab es 14 Fahrer, die einem spurwechselnden Fahrzeug aufgefahren sind; einen spurwechselnden Fahrer, dem ein nachfolgendes Fahrzeug aufgefahren ist; und zwei überholende Fahrer, die einen anderen Auffahrunfall hatten.
- 33.9 % waren Abkommensunfälle, wobei 15 Fahrer aufgrund von zu hoher Geschwindigkeit von ihrer Spur abgekommen sind und 13 Fahrer aus anderen Gründen. Zudem kam 11 Fahrern ein anderes Fahrzeug auf ihrer Fahrspur entgegen.
- Darüber hinaus gab es 4.4 % weitere Unfallszenarien. Bei vier Unfällen betrat entweder ein Kind oder ein Tier unerwartet die Straße und in einem Fall wurde das Fahrzeug eines Fahrers von einem anderen Fahrzeug getroffen, das zuvor in einen Unfall verwickelt war.

3.3 Verwendete Daten

Nachfolgend werden die Erhebung der subjektiven Angaben der Fahrer und der EDR-Daten für die vorliegende Stichprobe sowie die Erfassung weiterer Variablen und Konstrukte näher dargestellt. Alle Daten wurden im Rahmen der Fallbearbeitung der AARU Verkehrsunfallforschung erhoben. Eine detaillierte Darstellung des Forschungsprojekts sowie einschlägige

Literaturverweise mit genauen Beschreibungen der Datenerhebung bei der AARU finden sich in Kapitel 1.2.

3.3.1 Interview

Die Angaben der Fahrer wurden im Rahmen der Datenerhebung der AARU mit Hilfe von standardisierten, telefonischen Interviews erfasst. Die Interviews dienen dazu herauszufinden, wie der Unfall aus subjektiver Perspektive der Unfallbeteiligten abgelaufen ist und welche potenziellen Einflussfaktoren zur Unfallentstehung beigetragen haben.

3.3.1.1 Durchführung

Der Durchführungszeitpunkt des Interviews differiert zwischen den einzelnen Beteiligten, da die Unfallmeldung an die AARU und das Einholen des Einverständnisses zur Teilnahme am Forschungsprojekt unterschiedlich lang dauert.

Die Telefoninterviews führen die zuständigen psychologischen Sachbearbeiter, die speziell für die Durchführung der Interviews geschult sind. Die Gesprächsinhalte werden während des Interviews stichpunktartig dokumentiert und anschließend in Form eines Berichts und in einer Datenbank festgehalten.

Die Fahrer werden vor dem Interview darüber aufgeklärt, dass ihre Angaben vertraulich behandelt, allein zu Forschungszwecken genutzt und nicht an Dritte weitergegeben werden. Weiter erfolgt eine Information darüber, dass alle Angaben freiwillig sind und keine Frage beantwortet werden muss. Es wird darauf hingewiesen, dass es im Rahmen der Befragung nicht darum geht herauszufinden, wer die Schuld am Unfall trägt, sondern darum zu ergründen, warum der Unfall passiert ist.

Zu Beginn des Interviews werden die Fahrer gebeten, ausführlich zu beschreiben, wie sich der Unfall aus ihrer Sicht ereignet hat. Zudem sollen sie im Verlauf des Interviews unter anderem einschätzen, wie schnell sie vor dem Unfall gefahren sind und wie sie auf den Unfallgegner oder die Situation reagiert haben. Auf die genauen Formulierungen im Interviewleitfaden wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

3.3.1.2 Interviewleitfaden

Da es sich bei der AARU um ein seit 1998 bestehendes Forschungsprojekt handelt, unterliegen die Erhebungsmethoden einer kontinuierlichen Weiterentwicklung. Aus diesem Grund wird der standardisierte Interviewleitfaden beständig überarbeitet und angepasst. Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit Unfälle aus den Jahren 2017 bis 2023 analysiert wurden, erfolgten die Interviews über die Zeitspanne hinweg mit drei verschiedenen Versionen des Interviewleitfadens. Version 1 wurde in 27.8 % der 115 Fälle verwendet, Version 2 in 27.0 % und

Version 3 in 41.7 %. In manchen Fällen konnte aufgrund der zeitlichen Kapazität des Fahrers nur ein verkürztes Interview geführt werden. Die für die Hauptfragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Informationen wurden in jeder Version abgefragt. In drei Fällen erfolgte kein ausführliches Interview zum Unfallhergang, sondern das Team Medizin stellte im Rahmen ihres Interviews ausgewählte Fragen zur Unfallentstehung. Für ein Interview konnte im Nachgang nicht mehr rekonstruiert werden, um welche Version des Leitfadens es sich gehandelt hat.

Tabelle 3.1 Fragen zum Unfallhergang, der Geschwindigkeit und der Reaktion in den verschiedenen Versionen des Interviewleitfadens der AARU

Unfallhergang	
Version 1	<i>Wie ist der Unfall aus Ihrer Sicht passiert?</i>
Version 2	<i>Wie ist der Unfall aus Ihrer Sicht passiert?</i>
Version 3	<i>Wie ist der Unfall aus Ihrer Sicht passiert?</i>
Geschwindigkeit	
Version 1	<i>Was schätzen Sie, wie schnell Sie vor dem Unfall gefahren sind?</i>
Version 2	<i>Was schätzen Sie, wie schnell Sie vor dem Unfall gefahren sind?</i>
Version 3	<i>Was schätzen Sie, wie schnell Sie vor dem Unfall gefahren sind?</i> <i>Bitte ordnen Sie die angegebene Geschwindigkeit zeitlich ins Unfallgeschehen ein</i> <u><i>Bei Kollision:</i></u> <i>Was schätzen Sie, wie schnell Sie gefahren sind, als Sie mit dem anderen Fahrzeug / dem Hindernis zusammengestoßen sind?</i> <u><i>Fahrunfall:</i></u> <i>Was schätzen Sie, wie schnell Sie gefahren sind, als Sie von der Fahrbahn abgekommen sind?</i>
Reaktion	
Version 1	<i>Wie haben Sie reagiert, als Sie erkannt haben, dass Sie sich in einer kritischen Situation befinden?</i>
Version 2	<i>Wie haben Sie auf den Gegner / in der Situation reagiert?</i>
Version 3	<i>Wie haben Sie auf den Gegner / in der Situation reagiert?</i> (Lenken als Antwortmöglichkeit)

In Tabelle 3.1 sind die Formulierungen der für die Hauptfragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Fragen für die drei Versionen des Interviewleitfadens dargestellt. Unterschiede zwischen den Versionen bestehen hinsichtlich der Frage zur gezeigten Reaktion und zur gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall. Wie Tabelle 3.1 zu entnehmen ist, unterschied sich die Frage zur gezeigten Reaktion vor dem Unfall in Version 1 in ihrer Formulierung zu den Versionen 2 und 3, da sie den Zeitpunkt der kritischen Situation einbezog. Bezuglich der Frage zum Unfallhergang und zur Geschwindigkeit gab es zwischen Version 1 und Version 2 keine Unterschiede.

Nach einer ersten Literaturrecherche und explorativen Auswertung der bis zum damaligen Zeitpunkt erhobenen Daten wurden im November 2021 im Interviewleitfaden noch einige Anpassungen vorgenommen, um die Vergleichbarkeit der Interviewangaben mit den Fahrzeugdaten zu verbessern. Dadurch entstand Version 3 des Interviewleitfadens, welche die im Folgenden beschriebenen Änderungen beinhaltete.

Da die explorative Auswertung der Daten gezeigt hatte, dass die Antwortkategorien der Frage zur Erfassung potenzieller Reaktionen vor der Kollision in der Version 2 nicht alle Reaktionsmöglichkeiten im Unfallgeschehen abdeckten, wurden die Antwortmöglichkeiten erweitert. Zusätzlich zu „keine Reaktion“, „bremsen“, „beschleunigen“, „ausweichen nach links“ und „ausweichen nach rechts“ wurden die Optionen „lenken nach links“ und „lenken nach rechts“ aufgenommen, um auch Reaktionen in Querrichtung auf fahrdynamische Ereignisse erfassen zu können.

Beim Vergleich der Geschwindigkeitsangabe der Fahrer mit den aufgezeichneten Fahrzeugdaten zeigten sich einige Herausforderungen (vgl. Kapitel 3.4.3). Um die Geschwindigkeitsangabe in der späteren Auswertung besser einem Vergleichszeitpunkt aus den EDR-Daten zuzuordnen zu können, sollten die Fahrer einordnen, zu welchem Zeitpunkt im Unfallgeschehen sie die genannte Geschwindigkeit gefahren sind. Zudem wurde entsprechend dem jeweiligen Unfallszenario noch die geschätzte Kollisions- beziehungsweise Abkommensgeschwindigkeit erfragt, da hier eine klare Definition des Zeitpunkts vorliegt.

Zur Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem subjektiven Verantwortungsgefühl für den Unfall und der Güte der Angaben wurden die Fahrer im Interview gebeten, auf einer Skala von 0 (*gar nicht verantwortlich*) bis 10 (*sehr verantwortlich*) einzuschätzen, wie sehr sie sich für den Unfall verantwortlich fühlen.

Da Erinnerungen durch nachträgliche Informationen (z. B. aus Gesprächen mit der Polizei, Zeugen oder vertrauten Personen) verzerrt werden können (vgl. Kapitel 2.1.3.2), wurde zudem erfasst, inwiefern die Fahrer von anderen Personen oder aus anderen Informationsquellen Informationen erhalten haben, an die sie sich selbst nicht erinnern konnten. Da solche

Verzerrungen allerdings meist unbewusst stattfinden, konnten auf diese Weise nur die bewusst zugänglichen Erinnerungseinflüsse ermittelt werden. Elf Fahrer berichteten einzelne Informationen zum Unfallgeschehen durch eine andere Quelle erfahren oder bestätigt bekommen zu haben. Dabei handelte es sich häufig um Informationen zum Unfallgegner oder zur Nach-Unfall-Phase, zum Teil aber auch um Informationen zur Unfallentstehung oder zum Unfallablauf an sich.

3.3.1.3 Weitere im Interview erfasste Konstrukte

Im Interview wurden zudem weitere Aspekte erfragt, die in die Auswertung der vorliegenden Arbeit eingeflossen sind. Die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Fragen waren, sofern nicht anders angegeben, in allen drei Versionen des Interviewleitfadens mit derselben Formulierung enthalten. Sie wurden allerdings in den erweiterten medizinischen Interviews und aus Zeitgründen auch in einzelnen anderen Interviews nicht gestellt.

Subjektiv gültige zulässige Höchstgeschwindigkeit

Um zu überprüfen, ob sich die Fahrer der geltenden Geschwindigkeitsvorschriften bewusst waren, wird im Zuge der Geschwindigkeitseinschätzung auch nach der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an der Unfallstelle gefragt.

Fahrerfahrung

Zur Untersuchung, inwieweit Unerfahrenheit bei der Entstehung des Unfalls einen Einfluss gehabt haben könnte, wird im Interview auch die allgemeine Fahrerfahrung der Fahrer sowie die spezifische Erfahrung mit dem Unfallfahrzeug erhoben. Dabei werden einerseits Informationen dazu erfasst, wie lange die Fahrer ihren Pkw-Führerschein besitzen und andererseits dazu, wie viele Kilometer sie in den letzten 12 Monaten gefahren sind. Zudem wird abgefragt, wie lange das Fahrzeug von den Fahrern bereits genutzt wurde.

Subjektives Verantwortungsgefühl

Wie bereits unter Abschnitt 3.3.1.2 beschrieben, wurden die Fahrer ab der Version 3 des Interviewleitfadens gebeten, einzuschätzen, wie sehr sie sich für den Unfall verantwortlich fühlen. Die Erfahrungen aus den Interviews zeigten jedoch, dass die Frage bei manchen Fahrern zu Abwehrreaktionen führte, weshalb einzelne Personen auch nicht bereit waren, die Frage zu beantworten.

3.3.2 EDR-Daten

Nachfolgend werden der Event Data Recorder und seine Funktionsweise sowie die relevanten Inhalte für die Auswertung der vorliegenden Arbeit dargestellt. Im Anschluss wird ein kurzer

Überblick über den Auslese- und Auswertungsprozess der EDR-Daten im Zuge der Fallbearbeitung der AARU und somit für die Stichprobe der vorliegenden Arbeit gegeben.

3.3.2.1 Event Data Recorder

Mit dem Ziel, bessere und umfassendere Informationen zu Unfällen zu generieren, ist der EDR darauf ausgelegt, allein unfallbezogene Daten kurz vor, während und direkt nach einem Unfallereignis zu erfassen (Verordnung (EU) 2022/545, 2022; UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; Verordnung (EU) 2019/2144, 2019). Dazu zählen unter anderem die Geschwindigkeit, der Lenkwinkel, die Betätigung des Brems- und Gaspedals, der Gurtstatus der Insassen sowie Daten über den Auslösestatus von passiven Sicherheitssystemen, wie den Airbags (Blanc et al., 2023; Bosch Automotive Service Solutions, 2015; Burg, 2016). Gemäß der Richtlinie 49 CFR Part 563 in den USA und der UN-Regelung Nr. 160 in der EU müssen bei Verbau eines EDRs gewisse Datenelemente obligatorisch erhoben werden. Zudem sind dort für einzelne Datenelemente (Mindest-)Anforderungen hinsichtlich des Erfassungszeitraums, der Auflösung, der Abtastrate und der Genauigkeit der Datenerfassung definiert (UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006).

Wie bereits in Kapitel 1.3 beschrieben, haben viele Automobilhersteller bereits vor Inkrafttreten der General Safety Regulation 2019 ihre Fahrzeugmodelle für den europäischen Markt freiwillig mit einem EDR ausgestattet beziehungsweise die Auslesbarkeit des EDR global freigegeben (ADAC, 2020; Blanc et al., 2023). Laut Blanc et al. (2023) stand dies mit dem Inkrafttreten der Richtlinie 49 CFR Part 563 in den USA 2012 und der damit einhergehenden Standardisierung und geforderten Zugänglichkeit der Daten in Zusammenhang. Ereignisdatenspeicher aus der Zeit vor der verpflichtenden Einführung in der EU basieren somit auf den Richtlinien der USA. Blanc und Kollegen stellten bei einem Vergleich der verpflichtend zu erfassenden Werte gemäß der Richtlinie 49 CFR Part 563 und der UN-Regelung Nr. 160 fest, dass viele Datenelemente, die in der UN-Regelung als verpflichtend eingestuft werden, im CFR nur als optional beschrieben sind. Laut Einschätzung der Autoren erfolgt in der Praxis aber bereits bei Fahrzeugen, die mit einem EDR basierend auf den Richtlinien der 49 CFR Part 563 ausgestattet sind, eine Erfassung dieser Datenelemente.

Im Folgenden werden die Inhalte und die Funktionsweise des EDR genauer beschrieben. Alle Angaben zu Zeit, Messgrößen, Auslösung und Speicheranzahl beziehen sich auf die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestanforderungen, können jedoch je nach Fahrzeughersteller abweichen.

Der EDR ist ein Ringspeicher (Blanc et al., 2023). Somit werden die genannten Parameter kontinuierlich entsprechend ihrer Aufzeichnungsfrequenz in einem temporären, flüchtigen Speicherelement erfasst und fortlaufend wieder überschrieben (UN-Regelung Nr. 160,

2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006). Eine semi-permanente Speicherung in einem nicht flüchtigen Speicher, die ein Auslesen der aufgezeichneten Daten ermöglicht, erfolgt nur bei einem auslöserelevanten Ereignis (Blanc et al., 2023; UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006). Als auslösende Faktoren gelten, wie in den zuvor benannten Quellen beschrieben, sowohl sogenannte *non deployment events* (z. B. Änderung der Längs- oder Quergeschwindigkeit um mehr als 8 km/h binnen 150 Millisekunden, Auslösung reversibler Rückhaltesysteme) als auch *deployment events*, Ereignisse, bei denen nicht reversible Rückhaltesysteme (z. B. Airbag, Gurtstraffer, etc.) ausgelöst werden. Wie in UN-Regelung Nr. 160 und 49 CFR Part 563 beschrieben, muss der EDR dabei mindestens zwei Ereignisse in seinem Speicher aufzeichnen können. Die aufgezeichneten Daten eines deployment events werden im Speicherelement gesperrt und können nicht überschrieben oder gelöscht werden. Daten von non deployment events können durch darauffolgende deployment oder non deployment events überschrieben werden, wenn kein leerer Speicherplatz mehr zur Verfügung steht. Beginnt die Aufzeichnung von wenigstens zwei Ereignissen innerhalb eines Zeitraums von fünf Sekunden, handelt es sich um einen Unfall mit mehreren Ereignissen (UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006). Unter gegebenen Umständen können somit zu einem Unfall mehrere Ereignisse im EDR abgespeichert worden sein.

Die Daten werden im Speicherelement des Steuergeräts – meistens handelt es sich hierbei um das Airbag Control Modul (ACM) – in Form eines unveränderbaren Hexadezimal-Codes gespeichert und können unter anderem mit Hilfe eines frei im Handel verkäuflichen Auslese-Tools ausgelesen werden (Blanc et al., 2023). Die Fahrzeuge der meisten Automobilhersteller sind dabei mit dem *Crash Data Retrieval Tool* von Bosch (CDR) auslesbar (Blanc et al., 2023; Bosch Automotive Service Solutions, 2015; Dürnberger & Kreutner, 2017). Das Auslesen findet dabei entweder über die On-Board-Diagnoseschnittstelle (OBD) im Fahrzeug oder unmittelbar aus dem ausgebauten Steuergerät statt (Blanc et al., 2023; Burg, 2016). Die Daten verbleiben dabei im Steuergerät und werden durch den Auslesevorgang nicht gelöscht oder in anderer Art verändert. Der ausgelesene Datensatz kann mit Hilfe des CDR-Tools in eine lesbare Form umgewandelt werden und liegt dann als CDR-Report im PDF-Format vor (Blanc et al., 2023; Bosch Automotive Service Solutions, 2015; Burg, 2016).

Am Anfang des CDR-Reports finden sich die sogenannten *Data Limitations*, in denen herstellerspezifische Erklärungen und Angaben zu den aufgezeichneten Elementen vermerkt sind, wie beispielsweise Begriffsbestimmungen und Vorzeichendefinitionen (Blanc et al., 2023; Dürnberger & Kreutner, 2017). Diese müssen gemäß den Autoren unbedingt zur Interpretation der aufgezeichneten EDR-Daten herangezogen werden.

3.3.2.2 Relevante Pre-Crash-Daten und deren Besonderheiten

Im Folgenden werden die relevanten Inhalte der aufgezeichneten Pre-Crash-Daten und ihre Besonderheiten für die Auswertung dargestellt. In Abbildung 3.1 findet sich eine beispielhafte tabellarische Übersicht der Vorunfallphase aus einem CDR-Protokoll.

Pre Crash Daten -5 bis 0 Sekunden

Time (sec)	Engine RPM (Combustion Engine) (RPM)	ABS Activity	Stability Control	Steering Input (deg)	Speed, Vehicle Indicated (MPH [km/h])	Accelerator Pedal (%)	Service Brake Activation
-5.0	1,664	No ABS Activity	No ESC Activity	-2	49 [79]	0	On (Driver)
-4.5	1,600	No ABS Activity	No ESC Activity	-2	48 [78]	0	On (Driver)
-4.0	1,600	No ABS Activity	No ESC Activity	0	47 [76]	0	On (Driver)
-3.5	1,536	No ABS Activity	No ESC Activity	0	46 [74]	0	On (Driver)
-3.0	1,472	No ABS Activity	No ESC Activity	0	44 [71]	0	On (Driver)
-2.5	1,408	No ABS Activity	No ESC Activity	0	42 [67]	0	On (Driver)
-2.0	1,408	No ABS Activity	No ESC Activity	-2	41 [66]	77	Off
-1.5	1,408	No ABS Activity	No ESC Activity	2	42 [67]	91	Off
-1.0	1,344	No ABS Activity	No ESC Activity	18	41 [66]	0	On (Driver)
-0.5	1,024	ABS Activity	No ESC Activity	2	29 [47]	0	On (Driver)
0.0	896	ABS Activity	ESC Activity	214	21 [33]	0	On (Driver)

Abbildung 3.1 Beispielhafte tabellarische Darstellung der Pre-Crash-Phase aus einem CDR-Protokoll des EDR

Der EDR speichert im Zeitraum der Vorunfallphase über eine Zeitspanne von minus fünf Sekunden bis null Sekunden vor dem auslösenden Ereignis Fahrzeugdaten mit einer Erfassungsrate von zwei Messwerten pro Sekunde, was einer Abtastrate von zwei Hertz entspricht (Blanc et al., 2023). Die EDR-Daten lassen keine Rückschlüsse zu, zu welchem Zeitpunkt des 0.5 Sekundenschritts genau eine Handlung oder ein Systemeingriff begonnen hat (Chen et al., 2022). Betrachtet man das Beispiel aus Abbildung 3.1 zum Zeitschritt „-1.0“ Sekunden ist dort eine Aktivierung der Bremse durch den Fahrer aufgezeichnet worden. Dies bedeutet allerdings nur, dass der Fahrer zum Zeitpunkt „-1.0“ Sekunden der Datenspeicherung auf der Bremse stand, wann genau der Fahrer im Zeitraum der 499 Millisekunden vor dem Zeitpunkt „-1.0“ Sekunden begonnen hatte zu bremsen, ist nicht bekannt. Dies ist ein wichtiger Punkt, der bei der Interpretation der EDR-Daten beachtet werden muss.

Die im EDR aufgezeichnete Geschwindigkeit, in den gesetzlichen Bestimmungen als „Geschwindigkeit, Fahrzeug angezeigt“ bezeichnet, definiert sich als „Fahrzeuggeschwindigkeit, die von einem vom Hersteller vorgesehenen Teilsystem angezeigt wird, das dazu bestimmt ist, die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs während des Betriebs anzuzeigen“ (UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021, S. 6). Je nach verwendetem Geschwindigkeitssignal kann es zu

gewissen Abweichungen zwischen der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit und der aufgezeichneten Geschwindigkeit kommen, zum Beispiel bei Verwendung des Tachosignals. So liegt die Tachogeschwindigkeit zur Erfüllung gesetzlicher Anforderungen durch die Tachovoreichung etwas oberhalb der tatsächlichen Realgeschwindigkeit (Blanc et al., 2023; Burg, 2016). Laut Blanc et al. (2023) können zusätzlich sowohl Schlupf am Rad aufgrund von starken Geschwindigkeitsänderungen als auch große Schwimmwinkel während Schleudervorgängen die Genauigkeit der Geschwindigkeitswerte im EDR, die auf der Tachogeschwindigkeit beruhen, beeinflussen. In solchen Fällen, also unter anderem bei ESP- oder ABS-Aktivität, kann für abgesicherte Werte gegebenenfalls eine dynamische Simulation des Vorgangs sinnvoll sein (Blanc et al., 2023; McClafferty et al., 2003). Bei konstanter Fahrt sowie mäßigen Beschleunigungs- oder Bremsvorgängen sind die Geschwindigkeitswerte im EDR basierend auf der Tachogeschwindigkeit ziemlich genau und befinden sich im gewöhnlichen Toleranzbereich der Tachoabweichung (Blanc et al., 2023).

Die im EDR gespeicherten Angaben zur Aktivierung der Bremse sind an den Systemstatus des Sensors gekoppelt, der registriert, ob das Bremspedal betätigt wurde (UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006). Allein auf Basis der EDR-Daten zur Bremsaktivität kann somit keine Aussage über die Stärke der Bremsung getroffen werden (McClafferty et al., 2003). Im EDR wird zudem der Lenkradwinkel aufgezeichnet, welcher ausgehend von der Geradeausposition gemessen wird und nicht dem tatsächlichen Lenkwinkel am Rad entspricht (UN-Regelung Nr. 160, 2021/1215, 2021; 49 CFR Part 563, 2006). Ob ein positives Vorzeichen eine Lenkung nach links oder rechts bedeutet, ist den Data Limitations des jeweiligen CDR-Protokolls zu entnehmen (Blanc et al., 2023).

Hinsichtlich der EDR-Daten ist abschließend festzuhalten, dass zur korrekten Interpretation der EDR-Daten fundiertes Fachwissen in der Rekonstruktion von Unfällen, sowie in den relevanten technischen und fahrdynamischen Bereichen erforderlich ist (Blanc et al., 2023; Dürnberger & Kreutner, 2017). Aus diesem Grund sollte dies nur durch entsprechend qualifizierte Personen erfolgen. So sind die Werte aus dem EDR toleranzbehaftet, weshalb eine Einordnung und Deutung in Verbindung mit dem Unfallhergang und den weiteren Unfallspuren notwendig ist (Blanc et al., 2023). Hierfür ist gerade bei komplexen Unfällen weiterhin eine sorgfältige Rekonstruktion des Unfalls erforderlich (Blanc et al., 2023; Burg, 2016; Comeau et al., 2017). Außerdem genügen die EDR-Daten allein nicht, um den Unfallablauf zu rekonstruieren und vollumfassend zu verstehen (Dürnberger & Kreutner, 2017). So stellen diese nur eine Ergänzung zur weiteren physikalischen Evidenz dar (Blanc et al., 2023).

3.3.2.3 Erhebung und Interpretation der EDR-Daten

Wenn das Einverständnis des Fahrzeughalters zur Fahrzeugbesichtigung vorliegt, im Fahrzeug ein EDR verbaut und ein Auslesen technisch möglich ist, werden die EDR-Daten im Rahmen der Fahrzeugbesichtigung durch die technischen Sachbearbeiter der AARU, wie unter 3.3.2.1 beschrieben, aus dem Fahrzeug ausgelesen. Im Anschluss wird der ausgelesene HEX-Datensatz mit Hilfe einer internen Software, ähnlich dem CDR-Tool von Bosch, in eine lesbare Form überführt. Auf Basis aller erhobenen Daten (u. A. Unfallstelle, EDR-Daten, Fahrzeugbeschädigungen, Erkenntnisse aus der Verkehrsunfallanzeige und den Aussagen im Interview, etc.) wird anschließend eine physikalische Rekonstruktion des Unfalls erstellt. Diese ermöglicht es, Erkenntnisse hinsichtlich des Unfallablaufs zu gewinnen und die EDR-Daten im Kontext des jeweiligen Unfalls zu interpretieren. So werden unter anderem Rückschlüsse darauf gezogen, ob und wie der Fahrer vor dem Unfall reagiert hat.

3.3.3 Weitere Variablen und Konstrukte

Nachfolgend sind weitere Variablen und Konstrukte beschrieben, die im Rahmen der Unfallanalyse der AARU Verkehrsunfallforschung erhoben und für die Auswertung in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden.

3.3.3.1 Demographische Daten

Die demographischen Daten der Person, wie Geschlecht und Alter zum Unfallzeitpunkt, werden durch das medizinische Team im Rahmen eines standardisierten Interviews erfasst.

3.3.3.2 Ortslage und zulässige Höchstgeschwindigkeit

Als Teil der technischen Datenerhebung der AARU begutachteten die technischen Sachbearbeiter retrospektiv die Unfallstelle. Die Kategorisierung der Unfallstelle hinsichtlich der Ortslage und die Beurteilung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an der Unfallstelle basiert auf der Einschätzung des technischen Sachbearbeiters im Nachgang zur Unfallstellenbesichtigung. Für die Auswertung der vorliegenden Arbeit wurde eine Unterteilung in innerorts, außerorts und Bundesautobahnen oder autobahnähnlich ausgebauten Straßen vorgenommen, um die infrastrukturellen Bedingungen der verschiedenen Unfallstellen mit Hilfe der Ortslage abzubilden. Unfallstellen wurden als autobahnähnlich ausgebauten Straßen kategorisiert, wenn es je Fahrtrichtung mindestens zwei Fahrstreifen mit einer baulichen Trennung zum Gegenverkehr gab. In Auswertungen, in denen nur eine Unterteilung in innerorts und außerorts erfolgte, wurden die Unfälle auf autobahnähnlich ausgebauten Straßen zu den Außerortsunfällen gezählt.

3.3.3.3 *Unfallursache*

Im Rahmen der psychologischen Unfallanalyse der AARU wird für alle am Unfall beteiligten Fahrer anhand der 5-Step-Methode ermittelt, ob und welche Faktoren ursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben. Die Unfallursachenbestimmung mittels der 5-Step-Methode ermöglicht dabei einen detaillierteren Einblick in die Gründe der Unfallentstehung, als die von der Polizei vergebenen amtlichen Unfallursachen (Weber et al., 2013, 2014). Ausführliche Beschreibungen der 5-Step-Methode finden sich unter anderem bei Graab et al. (2008), Chiellino et al. (2010), Weber et al. (2014) und Weber et al. (2013). Die wesentlichen Inhalte aus den genannten Veröffentlichungen sind im Folgenden zusammengefasst. Die 5-Step-Methode kann die unfallauslösenden Faktoren mittels einer vierstelligen Ursachencodierung in variierender Detailtiefe abbilden. Sie unterscheidet drei Hauptbereiche: menschliche Unfallursachen, Unfallursachen aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik sowie Unfallursachen aus dem Bereich der Umwelt und Infrastruktur. Wie in Abbildung 3.2 ersichtlich, basieren die menschlichen Unfallursachen auf den nacheinander ablaufenden Prozessen der Wahrnehmung, Intentionsbildung und Handlungsausführung und werden durch folgende fünf Kategorien beschrieben: Informationszugang, Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Zielsetzung und Handlung. Eine Unfallursache im Bereich des Informationszugangs liegt vor, wenn die relevanten Informationen für den Fahrer objektiv nicht wahrnehmbar gewesen sind, zum Beispiel aufgrund einer Sichtverdeckung. Bei einem Fehler in der Informationsaufnahme war der Informationszugang gegeben, aber die relevanten Informationen sind vom Fahrer nicht aufgenommen worden. Potenzielle Gründe dafür können beispielsweise verschiedene Formen der Ablenkung oder ein falscher Aufmerksamkeitsfokus sein. Bei einem Fehler in der Informationsverarbeitung wurden die relevanten Informationen zwar aufgenommen, aber nicht richtig verarbeitet und beurteilt. Gründe dafür können falsche Erwartungen oder Fehleinschätzungen hinsichtlich des Unfallortes, anderer Verkehrsteilnehmer oder des eigenen Fahrzeugs sein. Ein Zielsetzungsfehler ist gegeben, wenn auf Basis der aufgenommenen und richtig verarbeiteten Informationen eine nicht situationsangemessene Handlungsintention gebildet worden ist. Darunter fallen beispielsweise bewusste Regelverstöße und falsch geplante Manöver. Ist es bei der Umsetzung der Handlungsintention zu Problemen gekommen, liegt ein Fehler im Bereich der Handlung vor. Typische Beispiele dafür sind Bedien- und Reaktionsfehler. Jeder Unfallursachenkategorie lassen sich bestimmte Einflusskriterien zuordnen, welche die häufigsten Gründe für die Unfallentstehung innerhalb dieser Kategorie darstellen. Diese sind in der vorangehenden Beschreibung als Beispiele für die jeweilige Unfallursachenkategorie benannt. Die Einflusskriterien können auf der vierten Ebene durch einen Indikator weiter spezifiziert werden. Hat beispielsweise eine Ablenkung im Fahrzeug zur Entstehung des Unfalls geführt, kann so dokumentiert werden, um welche Form der Ablenkung es sich genau gehandelt hat (z. B. Bedienung verbauter Geräte). Die Unfallursachen werden dabei nur bis zu dem

Detailgrad bestimmt, zu dem auf Basis aller vorhandenen Informationen eine gesicherte Aussage getroffen werden kann.

Prozess (Fahrer)	(Fehler-) Kategorien
Wahrnehmung	 <p>(1) Informationszugang Konnte der Fahrer die relevanten Informationen objektiv wahrnehmen?</p> <p>(2) Informationsaufnahme Hat der Fahrer die relevanten Information subjektiv erkannt?</p>
Entscheidung	 <p>(3) Informationsverarbeitung Hat der Fahrer die verfügbaren Informationen korrekt beurteilt?</p> <p>(4) Zielsetzung Hat der Fahrer die richtige Intention gebildet?</p>
Ausführung	 <p>(5) Handlung Hat der Fahrer die Vorgehensweise korrekt in eine Handlung übersetzt?</p>

Abbildung 3.2 Unfallursachenkategorisierung nach der 5-Step-Methode

Ziel der psychologischen Analyse der AARU ist es, möglichst alle Unfallursachen und Faktoren herauszuarbeiten, die über den Verlauf der Zeit zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben. Da sowohl das Verhalten mehrerer Beteiligter als auch verschiedene Faktoren bei den einzelnen Personen unfallursächlich sein können, ist es möglich für alle relevanten Unfallbeteiligten bis zu drei Unfallursachen zu vergeben. Für jeden Unfall wird jedoch nur eine Hauptunfallursache vergeben, die demjenigen Unfallbeteiligten zugeordnet wird, der aus Sicht des Expertenteams die Entstehung des Unfalls vorwiegend verursacht hat.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde vorwiegend das Vorhandensein einer menschlich relevanten Unfallursache betrachtet. Gemeint sind damit Unfallursachen, bei denen menschliches Fehlverhalten zur Unfallentstehung beigetragen hat und somit die Person selbst Einfluss auf die Entstehung des Unfalls hatte. Unfallursachen aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik oder dem Bereich der Umwelt wurden für die Auswertung nicht berücksichtigt. Außerdem wurden Informationszugangsfehler nicht als menschlich relevante Unfallursachen gewertet, da hier entscheidende Informationen meist aufgrund von Umwelt- und Umgebungsbedingungen (z. B. Sichtverdeckungen) objektiv nicht vom Fahrer aufgenommen werden konnten. Dieses Vorgehen erschien für die Untersuchung der vorliegenden Fragestellung sinnvoll, um eine klare Differenzierung in Personen mit und ohne personenbezogene Faktoren der Unfallentstehung zu erreichen. Auf Basis dieses Vorgehens wurden die Fahrer für die Analysen in zwei Gruppen eingeteilt: Die Fahrer, für die entweder gar keine Unfallursache oder ausschließlich Unfallursachen aus dem Bereich des Informationszugangs, der Fahrzeugtechnik und/oder der Umwelt vergeben wurden, bildeten die Gruppe „keine Unfallursache“. Alle Fahrer, denen

mindestens eine Unfallursache aus den Kategorien der Informationsaufnahme, der Informationsverarbeitung, der Zielsetzung und/oder der Handlung zugeordnet wurde, fielen in die Gruppe „Unfallursache“. Die letzte Gruppe beinhaltet dabei alle Fahrer, die unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben und nicht nur die Unfallverursacher (siehe Kapitel 3.3.3.4).

Zudem wurde explorativ betrachtet, ob die Art der menschlichen Unfallursache einen Einfluss auf die Güte der Fahrerangaben hat. Dabei ergab sich die Herausforderung, dass pro Person potenziell mehrere menschlich relevante Unfallursachen aus verschiedenen Kategorien vergeben worden sein konnten. Für die inferenzstatistischen Auswertungen wurde deshalb die erste vergebene menschlich relevante Unfallursache herangezogen. Diese stellt entsprechend der Experteneinschätzung der AARU die bedeutsamste Unfallursache für die jeweilige Person dar. Für Personen, denen die Hauptunfallursache zugeordnet wurde, entspricht die erste vergebene Unfallursache der Hauptunfallursache. Um eine möglichst große Personenzahl betrachten zu können, wurde für die Auswertung die Ebene der Unfallursachenkategorien (Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Zielsetzung und Handlung) herangezogen. Waren die detaillierten Unfallursachencodierungen von Interesse, wurden Einzelbereiche der jeweiligen Unfallursachenkategorie deskriptiv betrachtet.

3.3.3.4 Rolle der Unfallbeteiligung

Die Einteilung in Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte erfolgte auf Basis der Hauptunfallursache. Wie in Kapitel 3.3.3.3 beschrieben, wird die Hauptunfallursache demjenigen Unfallbeteiligten zugeordnet, der nach Einschätzung des psychologischen Expertenteams die Entstehung des Unfalls maßgeblich herbeigeführt hat. Dementsprechend wurden Fahrer, für die eine Hauptunfallursache vergeben wurde, als Unfallverursacher klassifiziert und alle anderen Fahrer in die Gruppe der weiteren Unfallbeteiligten eingeordnet. Eine Einteilung anhand der polizeilich zugeordneten Personenkennziffer (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022) erschien nicht zielführend, da die Einschätzung der Polizei bereits bei der Unfallaufnahme erfolgt und die Erkenntnisse der Verkehrsunfallforschung nach einer eingehenden Analyse hinsichtlich der Hauptverantwortung nicht immer mit dieser übereingestimmt haben.

3.3.3.5 Verstoß

Im Rahmen der psychologischen Unfallanalyse der AARU wird für alle am Unfall beteiligten Fahrer zusätzlich zur Unfallursachenbewertung beurteilt, ob diese kurz vor oder während des Unfalls einen Verstoß begangen haben. Dabei können pro Person bis zu zwei Verstöße vergeben werden. Es werden folgende 13 Verstoß-Kategorien unterschieden: Geschwindigkeit, Vorfahrt, Alkohol/Drogen, Beleuchtung, Müdigkeit, Fahrerlaubnis, Rechtsfahrgebot, Überholen, Abstand, Falscher Verkehrsweg, Wartungsmangel, Ablenkung durch mobile Geräte und

sonstige weitere Verstöße (z. B. Fahrerflucht). Detaillierte Informationen zu den Vergabekriterien für die einzelnen Verstöße finden sich in Anhang A.

3.3.3.6 Anzahl Unfallbeteiligte

Zur Analyse potenzieller Unterschiede in der Plausibilität der Fahrerangaben in Abhängigkeit von der Anzahl der Unfallbeteiligten wurde eine Kategorisierung in Alleinunfälle und Unfälle mit weiteren Unfallbeteiligten (kein Alleinunfall) vorgenommen.

3.3.3.7 Zeitlicher Abstand Interview

Um zu untersuchen, ob sich in Abhängigkeit vom Zeitraum zwischen Interview und Unfall Unterschiede in der Plausibilität und Zuverlässigkeit der Fahrerangaben zeigen, wurde der zeitliche Abstand des Interviews zum Unfall in Tagen berechnet. In der vorliegenden Stichprobe betrug die zeitliche Differenz zwischen 2 und 181 Tagen. Der Median lag bei 27 Tagen.

3.4 Auswertungsstrategie

Bei der Gegenüberstellung der qualitativen Aussagen der Fahrer im Interview mit den quantitativ aufgezeichneten Daten aus dem EDR ergaben sich einige Herausforderungen. So existiert zwar Literatur zum Vergleich von EDR-Daten mit anderen Aussagequellen (vgl. Kapitel 2.3), aber bisher keine einheitlich erarbeitete Vorgehensweise. Grund dafür ist wohl, dass alle bisherigen Arbeiten unterschiedliche Vergleichsquellen (Polizeiberichte, Interviews, etc.) heranzogen und die EDR-Daten je nach Land, Hersteller und Modelljahr des Fahrzeugs unterschiedliche Daten und Aufzeichnungsfrequenzen umfassten (Gleave et al., 2014).

Nachfolgend werden aufgeteilt nach den Hauptfragestellungen der vorliegenden Arbeit die jeweiligen Herausforderungen sowie die erarbeitete Auswertungsstrategie dargestellt.

3.4.1 Unfallhergang

Wie in Kapitel 3.3.2.2 beschrieben, ist eine Interpretation der EDR-Daten in Zusammenschau mit weiteren Unfallspuren und Informationen erforderlich, um eine valide Aussage über den Unfallhergang treffen zu können (Blanc et al., 2023; Burg, 2016; Dürnberger & Kreutner, 2017). Eine solche Interpretation hatte für die Vergleichsfälle der vorliegenden Arbeit bereits mittels einer physikalischen Rekonstruktion des Unfalls im Rahmen der technischen Unfallanalyse der AARU stattgefunden. Der qualitative Vergleich der Aussagen im Interview erfolgte dementsprechend mit dem auf Basis der Fahrzeugdaten rekonstruierten Unfallhergang. Verkürzt wird im Folgenden von den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten beziehungsweise den EDR-Daten gesprochen, wobei immer der rekonstruierte Unfallhergang gemeint ist.

In der bisherigen Literatur fand sich keine erarbeitete methodische Herangehensweise, um die subjektiven Angaben zum Unfallhergang mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten über den Einzelfall hinaus zu vergleichen. Lediglich McClafferty et al. (2003) zogen ein globales Fazit für ihre gesamte Stichprobe. Es war jedoch nicht erkennbar, welche Aspekte genau übereingestimmt haben, wenn von einer Bestätigung des angegebenen Unfallhergangs durch die EDR-Daten gesprochen wurde.

Beim Unfallhergang handelt es sich um ein komplexes Konstrukt, das viele Teilbereiche umfasst. Eine explorative Auswertung zu Beginn der Dissertation zeigte, dass nicht immer eine klare Einteilung in plausibel und nicht plausibel möglich war. So gab der Fahrer eines Abbiegeunfalls beispielsweise übereinstimmend mit dem rekonstruierten Unfallhergang an, das entgegenkommende Fahrzeug nicht wahrgenommen und deshalb das Abbiegemanöver eingeleitet zu haben. Allerdings berichtete der Fahrer, vor dem Abbiegen stehen geblieben zu sein. In den EDR-Daten war zwar eine Geschwindigkeitsreduktion erkennbar, der Fahrer war jedoch ohne anzuhalten mit ca. 30 km/h abgebogen. Die Unfallentstehung wurde somit plausibel angegeben, hinsichtlich des gefahrenen Manövers zeigten sich jedoch Unterschiede. Eine reine Kategorisierung der Angaben zum Unfallhergang in plausibel und nicht plausibel kann somit nicht die Gesamtheit an potenzieller Übereinstimmung beziehungsweise Abweichung in den verschiedenen Aspekten des Unfallhergangs abbilden. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde die Kategorisierung weiter untergliedert. Um subjektive Beurteilungseffekte zu minimieren und eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Unfällen zu schaffen, wurden für die Kategorisierung klare Regeln erarbeitet. Die erarbeitete Auswertungsstrategie wird im Folgenden dargelegt und begründet.

Tabelle 3.2 zeigt, dass das Hauptentscheidungsmerkmal zur Einteilung der Aussagen zum Unfallhergang in plausibel und nicht plausibel die Unfallentstehung war. Waren die angegebenen Faktoren und Abläufe, die zur Entstehung des Unfalls geführt haben, im Vergleich mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten nicht plausibel, wurde die Angabe als *nicht plausibel* kategorisiert. Wurde die Unfallentstehung hingegen plausibel angegeben, wurde im nächsten Schritt geprüft, ob es in den Aussagen hinsichtlich anderer Teilespekte des Unfallhergangs, also der gefahrenen Geschwindigkeit, dem Fahrmanöver oder der Reaktion Unterschiede gab. Unter welchen Bedingungen von einem Unterschied in diesen Bereichen ausgegangen wurde, wird in den nachfolgenden Abschnitten näher erläutert. Gab es in einem oder mehreren Teilespekten Abweichungen oder war der Vergleich hinsichtlich mindestens eines Teilespekts aufgrund fehlender Angaben oder mangelnder Vergleichbarkeit nicht möglich, wurden die Angaben als *grundsätzlich plausibel* klassifiziert. Nur wenn sowohl die Unfallentstehung als auch alle anderen Teilespekte des Unfallhergangs im Vergleich zu den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten plausibel waren, wurden die Aussagen als *vollständig plausibel* eingeordnet.

Tabelle 3.2 Kategorien für die Einteilung des Plausibilitätsgrades der Aussage zum Unfallhergang

		Plausibilitätsgrad	
		grundsätzlich	nicht
		vollständig	
Unfallentstehung	plausibel	plausibel	nicht plausibel
Weitere Teilespekte:	kein Unterschied	Unterschied bzgl. mindestens eines Teilespekts oder mindestens ein Teilespekt nicht auswertbar	nicht ausgewertet
- Reaktion			
- Geschwindigkeit			
- Fahrmanöver			

In Fällen, in denen die Unfallentstehung nicht plausibel angegeben worden war, wurden die weiteren Teilespekte nicht mehr hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den Fahrzeugdaten bewertet. Denn die nicht plausibel angegebene Unfallentstehung bedingte häufig auch Unterschiede hinsichtlich anderer Teilespekte beziehungsweise war die nicht plausible Angabe zum Teil auch aufgrund von deutlichen Abweichungen in den anderen Teilespekten erkennbar (z. B. hohen Unterschieden in der Geschwindigkeitsangabe). Ein Fahrer berichtete beispielsweise vor der Kollision zur Kreuzung hin abgebremst zu haben, stehen geblieben zu sein und dann angefahren zu sein, da er den Unfallgegner nicht wahrgenommen habe. Die EDR-Daten zeigten allerdings, dass der Fahrer die letzten fünf Sekunden vor dem Unfall relativ konstant 50 km/h gefahren war. Es gab somit keinerlei Geschwindigkeitsanpassung an die nahende Kreuzung, an der der Fahrer Vorfahrt zu gewähren hatte. In diesem Fall ist von einer anderen Unfallentstehung auszugehen. Gleichzeitig hätte sich ein Unterschied hinsichtlich des gefahrenen Manövers und der gefahrenen Geschwindigkeit gezeigt, weil alle drei Aspekte miteinander zusammenhängen. Die nicht plausiblen Angaben wurden noch hinsichtlich des Ausmaßes ihrer Unstimmigkeit analysiert. So gab es Fälle, in denen sich zwischen der Aussage und den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten nur ein oder mehrere Details der Unfallentstehung unterschieden, während die Unterschiede in anderen Fällen so groß waren, dass die EDR-Daten eine vollkommen andere Unfallentstehung belegten.

Die Herausforderungen und das genaue Vorgehen beim Vergleich der subjektiven Geschwindigkeitsangabe mit der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit ist in Kapitel 3.4.3.2 erläutert. Da keine exakte Übereinstimmung der beiden Werte zu erwarten war, wurde ein

Differenzwert definiert, ab dem von einem Unterschied ausgegangen wurde. Da es in der Literatur hierfür keinen festgelegten Grenzwert gab, musste eine eigene Definition erarbeitet werden. Dabei wurde zwischen einem prozentualen und einem absoluten Grenzwert abgewogen. Ein prozentualer Grenzwert erschien weniger sinnvoll, da im niedrigen Geschwindigkeitsbereich bereits bei Abweichungen von wenigen Stundenkilometern ein hoher prozentualer Unterschied vorliegen würde. Im hohen Geschwindigkeitsbereich würde der Grenzwert hingegen auch bei vergleichsweise großen Unterschieden nicht überschritten werden. Aus diesem Grund basiert der Grenzwert auf absoluten Werten. In der Stichprobe waren sehr unterschiedliche Fahrmanöver vorhanden. Da die Geschwindigkeitswahrnehmung durch viele Faktoren beeinflusst wird (vgl. Kapitel 2.3.2.1), wurde für alle Fälle ein einheitlicher Grenzwert von ± 10 km/h festgelegt. Die Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR wurde für die Auswertung ohne weitere Berücksichtigung der in Kapitel 3.3.2.2 beschriebenen Toleranzen im Sinne des bestmöglichen Wissens als objektiv gemessene gefahrene Geschwindigkeit angenommen. Zusammenfassend wurde von einem Geschwindigkeitsunterschied ausgegangen, wenn die Geschwindigkeitsangabe des Fahrers um mehr als ± 10 km/h von der EDR-Geschwindigkeit abwich.

Die Vorgehensweise beim Vergleich der Reaktion ist in Kapitel 3.4.2 beschrieben. Die Quer- und Längsreaktion wurden separat betrachtet. Zeigte sich in mindestens einem der beiden Bereiche eine Differenz, wurde im Bereich des Unfallhergangs von einem Unterschied hinsichtlich der Reaktion ausgegangen. War „Lenken“ im Interview keine Antwortmöglichkeit, wurde nicht von einem Unterschied ausgegangen, wenn der Fahrer eine laut EDR-Daten gezeigte Lenkreaktion nicht angab und die Längsreaktion übereinstimmend angegeben wurde. Gab der Fahrer an, keine Erinnerung an die gezeigte Reaktion vor dem Unfall zu haben, wurde dies als Unterschied gewertet.

Die Kategorie Fahrmanöver umfasst Abweichungen hinsichtlich folgender sechs Aspekte: Der Fahrer hat entgegen seiner Angabe vor dem Auffahren des nachfolgenden Fahrzeugs nicht (beinahe) gestanden. Das angegebene Abbremsen bis in den Stillstand vor dem Einleiten eines Fahrmanövers war in den EDR-Daten nicht ersichtlich. Die Rekonstruktion auf Basis der Fahrzeugdaten zeigte eine Geschwindigkeitsreduktion vor der Reaktion auf das drohende Unfallereignis (z. B. aufgrund eines anderen vorausgegangenen Unfalls), welche vom Fahrer nicht angegeben wurde. Anhand der Lenkwinkel und Lenkdauer zeigte die Rekonstruktion, dass der Fahrer ausgangs auf einer anderen Spur unterwegs war als angegeben. Außerdem widerlegte die Rekonstruktion in manchen Fällen die Angabe des Fahrers, ausreichend Sicherheitsabstand zur vorausfahrenden Person gehalten zu haben oder vor Einleiten der Bremsreaktion bereits längere Zeit vom Gas gegangen zu sein.

War eine Kategorisierung auf Basis der aufgestellten Regeln nicht zweifelsfrei möglich, erfolgte eine Expertendiskussion mit dem Ziel einer gemeinsamen Entscheidungsfindung.

3.4.2 Reaktion

Für den Reaktionsvergleich war eine Einschätzung notwendig, ob es sich bei den im EDR aufgezeichneten Handlungen (Bremsen, Beschleunigen, Lenken) um eine Reaktion auf ein kritisches Ereignis oder um normales, situationsbedingtes Fahrverhalten gehandelt hat. Wie in Abschnitt 3.3.2.3 beschrieben, war eine solche Einschätzung im Rahmen der physikalischen Rekonstruktion durch das Team Technik bereits erfolgt. Zeigten sich im Rahmen der Auswertung in Einzelfällen Unstimmigkeiten, erfolgte nach einer Expertendiskussion gegebenenfalls eine Anpassung der Reaktionsbewertung. Nicht in allen Fällen handelte es sich um eine Reaktion auf die drohende Entstehung des betrachteten Unfalls. In manchen Fällen erfolgte die Reaktion auch auf eine andere kritische Situation. Zum Beispiel, wenn die Person auf eine plötzlich auftretende Staubildung stark abgebremst hatte und es zum Auffahren des nachfolgenden Fahrzeugs gekommen war. Stand eine solche Reaktion dennoch mit der Entstehung des Unfalls in Zusammenhang, wurde für die Auswertung ebenfalls von einer Reaktion ausgegangen und eine Bewertung der Angabe vorgenommen. Bei der Reaktionseinschätzung auf Basis der interpretierten EDR-Daten wurden folgende Kategorisierungen vorgenommen: Hat der Fahrer vor dem Unfall insgesamt und in Längs- und/oder Querrichtung eine Reaktion gezeigt? Wie hat diese Reaktion genau ausgesehen? In Längsrichtung wurden dabei die Reaktionsarten Bremsen und Beschleunigen unterschieden. Zudem gab es Einzelfälle, in denen sowohl das Gas- als auch das Bremspedal betätigt wurde oder auf Basis der Rekonstruktion davon ausgegangen wurde, dass eine Verwechslung von Gas und Bremse stattgefunden hatte. In diesen Fällen wurde von einer Übereinstimmung ausgegangen, wenn die ursprünglich intendierte Reaktion genannt wurde. In Querrichtung wurde entsprechend der Unterteilung bei der subjektiven Reaktionsangabe zwischen einem Ausweichmanöver (z. B. auf den Unfallgegner oder ein Hindernis) und einer Lenkung (z. B. zum Folgen des Straßenverlaufs) unterschieden und die jeweilige Richtung der Querreaktion beschrieben. Grundlage dafür bildete die gewünschte Bewegungsrichtung. Diese stimmte nicht immer mit der Vorzeichendefinition des aufgezeichneten Lenkwinkels überein. Zum Beispiel, wenn als Reaktion die Lenkung zum Linksabbiegen wieder geöffnet worden war und der aufgezeichnete Lenkwinkel zwar noch einer Lenkung nach links entsprach, aufgrund des Öffnens des Lenkwinkels aber ein Ausweichen nach rechts vorgelegen hatte.

Die subjektive Reaktionsangabe wurde, wie in Kapitel 3.3.1.2 beschrieben, im Rahmen des Interviews im Verlauf der psychologischen Fallbearbeitung der AARU erfasst.

Vor dem Vergleich der Reaktionsangabe mit der Reaktionsbeurteilung auf Basis der interpretierten Fahrzeugdaten wurde geprüft, ob sich beide Reaktionseinschätzungen auf dieselbe Situation beziehen. Nur unter diesen Voraussetzungen wurde ein Vergleich vorgenommen. Der Vergleich erfolgte separat für die Reaktionen in Längs- und Querrichtung. Kam es in der Vorunfallphase zu mehreren Reaktionen in Längs- und/oder Querrichtung, wurde jeweils nur die erste, längs beziehungsweise quer gerichtete Reaktion verglichen. In Bezug auf die Längsreaktion wurde betrachtet, ob die subjektive Reaktionsangabe mit der Einschätzung auf Basis der interpretierten EDR-Daten übereinstimmte. Auf gleiche Weise wurde bei der Querreaktion vorgegangen nur, dass hier nicht die Reaktionsform, sondern die Reaktionsrichtung für die Bewertung der Übereinstimmung entscheidend war. Anschließend wurde sowohl für die Reaktionsangabe der Fahrer als auch für die Reaktionsbeurteilung auf Basis der Fahrzeugdaten eingeteilt, ob keine Reaktion, nur eine Reaktion in Längs- oder Querrichtung oder eine Reaktion in Längs- und Querrichtung vorgelegen hatte.

Am Ende erfolgte eine Bewertung, ob die subjektive Reaktionsangabe insgesamt mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der interpretierten EDR-Daten übereinstimmte und falls nicht, welche Art der Abweichung vorlag. Unter „übereinstimmend“ wurde dabei sowohl verstanden, dass die Person entsprechend den Fahrzeugdaten angegeben hatte, keine Reaktion gezeigt zu haben, als auch, dass die von der Person angegebene Reaktion vollständig in Längs- und Querrichtung mit der Einschätzung auf Basis der interpretierten EDR-Daten zusammenstimmte. Gab es Unterschiede, wurden folgende Abweichungsarten differenziert: die laut interpretierten EDR-Daten gezeigte Reaktion wurde von der Person nicht („nicht“) oder nur zum Teil („teilweise“) berichtet oder die Person gab im Interview an, eine Reaktion gezeigt zu haben, die sie laut Einschätzung auf Basis der interpretierten Fahrzeugdaten nicht gezeigt hatte („falsch“).

3.4.2.1 Zeitpunkt der Reaktion

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Reaktion und dem Erinnerungsvermögen der Fahrer an die Reaktion überprüfen zu können, war eine Einschätzung des Reaktionsbeginns erforderlich. Der Reaktionsbeginn wurde gleichzeitig mit der Reaktionseinschätzung durch das Team Technik im Rahmen der physikalischen Rekonstruktion bestimmt. Dabei wurden zwei verschiedene Zeitpunkte definiert: der Reaktionspunkt und der Reaktionsbeginn. Dabei kann der Reaktionspunkt als Zeitpunkt der Gefahrenerkennung verstanden werden und der Reaktionsbeginn als Zeitpunkt des physikalisch messbaren Wirksamwerdens der Reaktion (Burg, 2017). Gemäß Burg wird der Zeitraum zwischen diesen beiden Punkten als Reaktionsdauer bezeichnet, welcher unter anderem die Entscheidungsfindung, die physische Ausführung und die mechanischen Prozesse bei der Betätigung der Fahrzeugsysteme umfasst. Der Reaktionspunkt und die Reaktionsdauer können sich je nach Person und Situation

unterscheiden und können zwar eingegrenzt, aber nicht gesichert festgelegt werden (Burg, 2017; Gratzer, 2007). Aus diesem Grund wurde für die Auswertung der Reaktionsbeginn herangezogen, da dieser im Rahmen der technischen Rekonstruktion auf Basis der aufgezeichneten Fahrzeugdaten relativ genau bestimmt werden konnte. Der ermittelte Reaktionsbeginn bezieht sich auf die zuerst begonnene Reaktion.

3.4.2.2 Reihenfolge der Reaktion

Gab es laut Einschätzung auf Basis der interpretierten Fahrzeugdaten sowohl eine Reaktion in Längs- als auch in Querrichtung, wurde die Reihenfolge der Reaktionen bestimmt. Dafür wurde betrachtet, ob die beiden Reaktionen gleichzeitig oder nacheinander stattgefunden haben. In manchen Vergleichsfällen lag bereits eine dokumentierte Einschätzung hinsichtlich der Reihenfolge der Reaktionen durch das Team Technik vor. In den anderen Fällen erfolgte die Bewertung im Rahmen der Auswertung auf Basis der tabellarisch dargestellten EDR-Daten in Zusammenschau mit der bereits erfolgten Reaktionseinschätzung. Wurde der Reaktionsbeginn der Längsreaktion dem gleichen Zeitstempel zugeordnet wie der Beginn der Querreaktion, wurde von einer gleichzeitigen Reaktion ausgegangen. Wie in Kapitel 3.3.2.2 beschrieben, kann anhand der EDR-Daten jedoch nur festgestellt werden, dass die beiden Reaktionen innerhalb des gleichen Intervalls der Datenspeicherung erfolgten und nicht wann genau im 0.5 Sekundenschritt die Reaktionen begonnen hatten (Chen et al., 2022). Somit kann nicht final ausgeschlossen werden, dass es in solchen Fällen zwischen dem Beginn der Längs- und Querreaktion nicht doch einen Versatz von bis zu 499 Millisekunden gegeben hat. Lag der Reaktionsbeginn der Längsreaktion in einem anderen 0.5 Sekundenabschnitt als der Beginn der Querreaktion, erfolgte eine Dokumentation, welche Reaktion zuerst stattgefunden hatte.

3.4.2.3 Art der reaktionsbedingten Handlungsmodifikation

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde außerdem beurteilt, ob die laut Fahrzeugdaten gezeigte Reaktion mit einem Abbruch, einer Veränderung oder einer Verstärkung der zuvor ausgeführten Handlung einherging. Die Beurteilung erfolgte dabei separat für die längs und die quer gerichtete Reaktion.

Von einem Handlungsabbruch wurde ausgegangen, wenn eine zuvor aktiv ausgeführte Handlung unterbrochen und mit der Reaktion eine andere, zuvor nicht intendierte Handlung eingeleitet worden war. Im Bereich der Längsreaktion war dies beispielsweise der Fall, wenn ein Fahrer beschleunigt hatte, um eine Kreuzung zu überqueren, und als Reaktion auf das Erkennen eines vorfahrtsberechtigten Fahrzeugs eine Bremsung einleitete. Für die Querreaktion lag zum Beispiel ein Handlungsabbruch vor, wenn der Fahrer zum Linksabbiegen bereits nach links eingelenkt hatte und nach dem Wahrnehmen eines entgegenkommenden Fahrzeugs die Lenkung wieder öffnete.

In Fällen, in denen vor dem Einleiten der Reaktion keine aktive Handlung in Längs- oder Querrichtung ausgeführt worden war, galt die Reaktion als Handlungsänderung. Das traf beispielsweise zu, wenn der Fahrer vor dem Einleiten einer Bremsreaktion weder auf dem Gas noch auf dem Bremspedal gestanden hatte, vorausgesetzt dies war über mehrere Zeitschritte sichtbar und nicht allein auf das Umsetzen vom Gaspedal auf die Bremse zurückzuführen. In solchen Fällen ließ der Fahrer das Fahrzeug entweder (aus)rollen oder fuhr (vermutlich) mit aktiviertem ACC mit konstanter Geschwindigkeit. Im Bereich der Querreaktion lag zum Beispiel eine Handlungsänderung vor, wenn der Fahrer geradeaus gefahren war und als Reaktion ein Ausweichmanöver einleitete.

Ging die eingeleitete Reaktion mit einer Verstärkung der ursprünglich ausgeführten Handlung einher, galt dies als Handlungsverstärkung. Dies war beispielsweise der Fall, wenn der Fahrer aufgrund zu hoher Geschwindigkeit aus der Kurve getragen wurde und als Reaktion stärker in die Kurve einlenkte oder wenn der Fahrer bereits situationsbedingt bremste und er die Bremssung als Reaktion weiter verstärkte.

3.4.3 Geschwindigkeit

3.4.3.1 Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit

Die Untersuchung hinsichtlich potenzieller Geschwindigkeitsüberschreitungen erfolgte anhand der Vorgehensweise von McClafferty et al. (2005). So wurde die höchste vom EDR aufgezeichnete Geschwindigkeit mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an der Unfallstelle verglichen, um zu analysieren, in wie vielen Fällen die EDR-Daten eine Geschwindigkeitsüberschreitung zeigten. Zur Bestimmung des Ausmaßes dieser Geschwindigkeitsüberschreitungen, wurde die Differenz zwischen den beiden Werten berechnet. Fälle, in denen es an der Unfallstelle keine zulässige Höchstgeschwindigkeit gab, wurden nicht in die Betrachtung einzogen. Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde außerdem geprüft, ob es kurz vor der Unfallstelle oder im Verlauf der Vorunfallphase zu einer Änderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gekommen war.

Um angelehnt an McClafferty et al. (2005) vergleichen zu können, wie häufig Fahrer selbst im Interview eine Geschwindigkeitsüberschreitung zugaben, wurden die Häufigkeit und das Ausmaß der subjektiv berichteten Geschwindigkeitsverstöße berechnet. Hierfür wurde die Differenz zwischen der angegebenen Geschwindigkeit und der im Interview berichteten zulässigen Höchstgeschwindigkeit gebildet. Dabei wurde die höchste angegebene Geschwindigkeit verwendet, also beispielsweise im Fall einer Bereichsangabe (z. B. 50-60 km/h) das obere Ende.

Als Geschwindigkeitsüberschreitung gewertet wurden in der vorliegenden Arbeit Geschwindigkeitswerte ab 5 km/h über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Diese Definition fand sowohl für die Bestimmung der objektiv in den EDR-Daten festgestellten als auch der subjektiv angegebenen Geschwindigkeitsüberschreitungen Anwendung. Bereits ab einem Stundenkilometer über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von einem Geschwindigkeitsverstoß auszugehen, erschien nicht sinnvoll, da erst ab einem gewissen Maß an Geschwindigkeitsüberschreitung eine Angabe im Interview zu erwarten ist. Zudem kann es, wie in Kapitel 3.3.2.2 beschrieben, auch zwischen der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit und der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit zu gewissen Abweichungen kommen. Da eine genaue Bestimmung solcher Abweichungen nicht möglich war, sollten sie auf diese Weise zumindest in einem gewissen Grad berücksichtigt werden.

Orientiert am Bußgeldkatalog (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023) wurden vier Kategorien gebildet: die erste Kategorie umfasste alle Fälle, in denen es entsprechend der Definition keine Geschwindigkeitsüberschreitung von mehr als 4 km/h gab, die zweite Kategorie beinhaltete Geschwindigkeitsverstöße im Bereich von 5 - 10 km/h, die dritte Kategorie Verstöße von 11 - 20 km/h und die vierte Kategorie Geschwindigkeitsüberschreitungen von mehr als 20 km/h. Die Kategorieneinteilung erfolgte auf diese Weise, da ab einer Geschwindigkeitsüberschreitung von mehr als 10 km/h die Bußgeldhöhe steigt und bei Verstößen von mehr als 20 km/h weitere Sanktionen hinzukommen, wie ein Eintrag im Fahreignungsregister (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023).

3.4.3.2 Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe

Für die Betrachtung der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe ergaben sich beim Vergleich mit der vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit einige Herausforderungen. So ließ sich in manchen Fällen nicht genau klären, auf welchen Zeitpunkt vor dem Unfall sich die Geschwindigkeitseinschätzung des Fahrers genau bezog, da die Frage „Wie schnell sind Sie vor dem Unfall gefahren?“, einen gewissen Interpretationsspielraum zulässt. Je nach Unfallschehen und Vorunfallphase kann es in den letzten Sekunden vor dem Unfall jedoch aufgrund des gefahrenen Manövers, der Verkehrssituation oder einer Reaktion auf die kritische Situation zu größeren Geschwindigkeitsänderungen kommen, die sich in den aufgezeichneten Geschwindigkeitswerten widerspiegeln. Aus diesem Grund stellte sich die Frage, welcher Referenzwert aus den EDR-Daten für einen sinnvollen Vergleich ausgewählt werden sollte. Schließlich ist eine möglichst genaue zeitliche Passung zwischen der subjektiven Geschwindigkeitsangabe und dem ausgewählten Vergleichszeitpunkt aus den EDR-Daten notwendig, um eine valide Aussage über die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe treffen zu können. Wie in Kapitel 3.3.1.2 beschrieben, wurden die Fahrer in Version 3 des Interviewleitfadens um eine zeitliche Einordnung ihrer Geschwindigkeitsangabe gebeten und zusätzlich, als zeitlich

klar definierte Angabe, die geschätzte Kollisions- beziehungsweise Abkommensgeschwindigkeit erfragt. Die Erfahrung aus den Interviews zeigte allerdings, dass die zeitliche Einordnung der Fahrer ebenfalls nicht unmittelbar einem Zeitpunkt aus den EDR-Daten zugeordnet werden konnte. Zudem wurde das Interview nur in 41.7 % der 115 Fälle mit Version 3 des Interviewleitfadens durchgeführt und auch in diesen Interviews sind nicht immer alle Zusatzfragen zur Geschwindigkeit abgefragt oder beantwortet worden. Um eine ausreichend große Stichprobe betrachten zu können, sollten in die Auswertung möglichst alle vorhandenen Fälle einzbezogen werden. Aus diesem Grund wurde auf Basis der Literatur und anhand von Beispieldfällen eine Vergleichsstrategie erarbeitet. Dabei wurden feste Regeln zur Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR aufgestellt, um den Vergleich so objektiv wie möglich durchzuführen. Die erarbeitete Vorgehensweise und die aufgestellten Regeln werden im Folgenden im Detail vorgestellt. Ein Kurzüberblick der Auswahlstrategie findet sich in Tabelle 3.3.

Die von McClafferty et al. (2005) verwendete Vergleichsstrategie mit der höchsten vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit erschien für die Betrachtung der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe nicht passend, da es in der Vorunfallphase zu den bereits erwähnten Geschwindigkeitsänderungen kommen kann und sich die Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Unfallsituation wohl nicht immer auf den Zeitpunkt der höchsten gefahrenen Geschwindigkeit in der Vorunfallphase bezieht (z. B. Auffahrunfall).

daSilva (2008) verglich im Rahmen seiner Arbeit Geschwindigkeitsinformationen aus verschiedenen Unfalldatenbanken in den USA mit den Geschwindigkeitsdaten aus dem EDR. Unter anderem bewertete er für Fahrzeuge von General Motors in der NASS-CDS-Datenbank die vom Sachbearbeiter der Polizei im Polizeibericht angegebene Fahrgeschwindigkeit (daSilva, 2008; National Highway Traffic Safety Administration, 2006). Dabei handelt es sich nicht um Schätzungen der Fahrer. Die Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR erfolgte in Abhängigkeit von der Rolle im Unfallgeschehen und einer möglichen Reaktion vor dem Unfall (daSilva, 2008): Für das getroffene Fahrzeug wurde die letzte aufgezeichnete EDR-Geschwindigkeit eine Sekunde vor der Kollision herangezogen, während die Bestimmung für die kollidierenden Fahrzeuge in Abhängigkeit vom Bremsstatus stattfand. War vor der Kollision keine Bremsung in den EDR-Daten sichtbar, wurde ebenfalls die letzte aufgezeichnete Geschwindigkeit ausgewählt. Zeigten die EDR-Daten zu irgendeinem Zeitpunkt eine Bremsaktivierung, wurde die letzte Geschwindigkeit vor der Bremsaktivierung herangezogen. Erfolgte die Bremsung über die letzten fünf Sekunden, verwendete der Autor die erste aufgezeichnete Geschwindigkeit fünf Sekunden vor der Kollision. Orientiert am Vorgehen von daSilva (2008) erfolgte die Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR in der vorliegenden Arbeit ebenfalls in Abhängigkeit von einer möglichen Vermeidungsreaktion. Für Fahrer, die eine

Reaktion gezeigt haben, bildet die Vergleichsgeschwindigkeit so etwa den Zeitpunkt der Vorunfallphase ab, zu dem der Person der drohende Unfall gerade bewusstgeworden war und es noch keine Geschwindigkeitsänderungen durch die Reaktion gab. Für Fahrer ohne Reaktion entspricht sie in etwa dem Zeitpunkt (kurz vor) der Kollision. Im Gegensatz zur Strategie von daSilva erfolgte die Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit allerdings für alle Fahrer anhand dieses Kriteriums unabhängig davon, welche Rolle sie im Unfallgeschehen hatten. Denn sowohl die Unfallverursacher als auch die weiteren Unfallbeteiligten könnten die drohende Unfallsituation erkannt und vor der Kollision eine Reaktion gezeigt haben. Für die Geschwindigkeitsauswahl wurden alle potenziellen Reaktionen, egal ob längs oder quer, berücksichtigt.

Hatte der Fahrer laut Einschätzung des Expertenteams der AARU (vgl. Kapitel 3.3.2.3) eine Reaktion gezeigt, wurde als Vergleichswert aus den EDR-Daten die Geschwindigkeit zwei Zeitschritte vor Beginn der ersten Reaktion ausgewählt. Hierfür wurde der durch die physikalische Rekonstruktion bestimmte Reaktionsbeginn (vgl. Kapitel 3.4.2.1) auf den entsprechenden Zeitabschnitt in den tabellarisch dargestellten EDR-Daten übertragen und die Geschwindigkeit zwei Zeitschritte zuvor bestimmt. Da die EDR-Daten in der Studie von daSilva (2008) in Sekundenschritten aufgezeichnet wurden, entsprechen die zwei Zeitschritte der vorliegenden Arbeit dem von daSilva angewendeten Zeitwert von einer Sekunde vor der Reaktion. Im Rahmen der Fallanalyse der AARU wird zur Bestimmung des Reaktionspunkts, also dem Zeitpunkt der Gefahrenerkennung, in der Regel eine Reaktionsdauer von 0.8 Sekunden angenommen. Die ausgewählte Vergleichsgeschwindigkeit zwei Zeitschritte vor Reaktionsbeginn bildet somit in etwa den angenommenen Reaktionspunkt ab. Wie in Abschnitt 3.4.2.1 beschrieben, ist allerdings zu beachten, dass der Reaktionspunkt nicht exakt bestimmt werden kann und gewissen Annahmen unterliegt (Burg, 2017; Gratzer, 2007).

Hatte der Fahrer vor der Kollision keine Reaktion gezeigt, wurde die letzte vom EDR aufgezeichnete Geschwindigkeit im Zeitabschnitt „0.0“ der tabellarisch dargestellten EDR-Daten ausgewählt. Dieses Vorgehen entspricht der Vorgehensweise von daSilva (2008), auch wenn die ausgewählte Geschwindigkeit dort aufgrund der Aufzeichnungsfrequenz eine Sekunde vor der Kollision lag.

Aufgrund der in Kapitel 3.3.2.2 beschriebenen potenziellen Unschärfen der Geschwindigkeitswerte im EDR bei Schlupf am Rad wurde bei einer aufgezeichneten ABS- und/oder ESP-Aktivierung eine gesonderte Regel angewendet. Lag eine System-Aktivierung vor, wurde die Geschwindigkeit einen Zeitabschnitt vor der entsprechenden System-Aktivierung ausgewählt. In Fällen, in denen das ABS und/oder das ESP mit oder während der Reaktion aktiviert worden war, wurde die reguläre Auswertungsstrategie beim Vorliegen einer Reaktion angewendet.

War in den EDR-Daten ab Aufzeichnungsbeginn durchgehend eine Betätigung des Bremspedals sichtbar, erfolgte die Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit im Gegensatz zum Vorgehen bei daSilva (2008) ebenfalls anhand der beschriebenen Regeln. Denn, wie bereits beschrieben, bedeutet die Betätigung des Bremspedals nicht unmittelbar, dass eine Reaktion auf ein kritisches Ereignis stattgefunden hat. Bremste ein Fahrer beispielsweise aufgrund eines geplanten Abbiegemanövers ab und zeigte keine Reaktion bevor das nachfolgende Fahrzeug auffuhr, wurde die Auswahlstrategie „keine Reaktion“ angewendet. Hingegen hätte die Auswahlstrategie „Reaktion“ Anwendung gefunden, wenn der Fahrer als Reaktion auf eine zu hohe Geschwindigkeit für das Abbiegemanöver stärker gebremst hätte.

Im Rahmen der Auswertung stellte sich heraus, dass die erarbeitete Auswertungsstrategie in einigen Sonderfällen nicht zur gewünschten Passung zwischen der subjektiven Geschwindigkeitsangabe und der Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR geführt hätte. Für diese Fälle wurde im Rahmen einer Expertendiskussion ein individuelles Vorgehen beraten und erarbeitet.

Tabelle 3.3 Auswahlstrategie der Vergleichsgeschwindigkeit aus den EDR-Daten

Auswahlkriterium	Vorgehen	n
keine Reaktion	letzte aufgezeichnete Geschwindigkeit	18
Reaktion	2 Zeitschritte vor Beginn der ersten Reaktion	70
ABS-/ESP-Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Zeitschritt vor ABS-/ESP-Eingriff • ABS-/ESP-Eingriff mit oder nach Reaktionsbeginn → Auswahlstrategie „Reaktion“ 	4
Andere	Individuelle Auswahlstrategie	5
Alle bewertbaren Fälle		97

Wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, wurde die Geschwindigkeitsangabe der Fahrer im Rahmen der Interviews im Verlauf der psychologischen Fallbearbeitung der AARU erfasst. In Einzelfällen machten Fahrer im psychologischen Interview keine Geschwindigkeitsangabe, im medizinischen Interview hingegen schon. In diesen Fällen wurde die Geschwindigkeitsangabe aus dem medizinischen Interview herangezogen. Gaben Fahrer einen Geschwindigkeitsbereich an (z. B. 50 - 60 km/h), wurde für die Auswertung der Mittelwert verwendet. In manchen Fällen machten die Fahrer eine umschriebene Geschwindigkeitsangabe, sodass diese für die Auswertung in Zahlenwerte überführt werden musste. Beispielsweise berichteten einige Fahrer,

vor dem Unfall Schrittgeschwindigkeit gefahren zu sein oder sich in die Kreuzung hinein getastet zu haben. Da Schrittgeschwindigkeit in der Straßenverkehrsordnung nicht genau definiert ist und es auch gerichtlich keine einheitlich festgelegte Definition gibt (Baumgarten & Zollner, 2024), wurde für die vorliegende Arbeit von einem Geschwindigkeitsbereich von 5 bis 10 km/h ausgegangen und als Vergleichsgrundlage 7.5 km/h herangezogen. Diese Geschwindigkeit wurde auch bei der Angabe „hinein tasten“ verwendet.

Um potenzielle Unterschiede in der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben untersuchen zu können, wurde als Maß für die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe das Ausmaß berechnet, mit dem die Geschwindigkeitsangabe von der Vergleichsgeschwindigkeit aus den EDR-Daten abwich. Hierfür wurde der ausgewählte EDR-Wert von der subjektiven Geschwindigkeitsangabe abgezogen. Ergab sich ein negativer Wert, berichtete der Fahrer eine niedrigere Geschwindigkeit als vom EDR aufgezeichnet und unterschätzte somit seine gefahrene Geschwindigkeit. Lag ein positiver Wert vor, lag die Geschwindigkeitsangabe oberhalb der Vergleichsgeschwindigkeit und der Fahrer überschätzte seine gefahrene Geschwindigkeit.

3.4.4 Clusterung der Vergleichsfälle

Um entsprechend der aufgestellten Hypothesen prüfen zu können, ob es in Abhängigkeit vom Unfallszenario Unterschiede in der Güte der Fahrerangaben gibt, sollten Auswertungen geclustert nach verschiedenen Unfallszenarien durchgeführt werden. Hierfür musste zunächst eine geeignete Strategie gefunden werden, um die Vergleichsfälle sinnvoll in ähnliche Szenario-Gruppen einzuteilen. Zudem wurden die Fahrmanöver der einzelnen Unfallbeteiligten näher kategorisiert.

3.4.4.1 Unfallszenarien

In den bisherigen Studien zum Vergleich von EDR-Daten mit anderen Aussagequellen wurde nur bei daSilva (2008) eine Analyse nach verschiedenen Unfallszenarien durchgeführt. Die von daSilva angewendete Gruppierungsstrategie nach Kollisionsarten erschien für die Untersuchung der vorliegenden Fragestellungen allerdings nicht passend und wurde von daSilva vermutlich mit Fokus auf seine Fragestellungen hinsichtlich des Delta v und der Airbagauslösungen ausgewählt.

Für die Analyse von Unfällen wird häufig eine Einteilung anhand des Unfalltyps gemäß des Unfalltypen-Katalogs vom GDV (2016) und/oder der Unfallart vorgenommen. Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, die den Unfall ausgelöst hat, wobei diese nicht unbedingt der tatsächlich stattgefundenen Kollision entspricht (GDV, 2016; Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022). Die Unfallart bildet die Bewegungsrichtung der am Unfall beteiligten Fahrzeuge bei

der ersten Kollision ab (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022). In der vorliegenden Stichprobe waren nicht alle Fahrer am unfallauslösenden Konflikt und/oder der ersten Kollision beteiligt, wodurch weder der Unfalltyp noch die Unfallart eine aussagekräftige Kategorisierung für alle Fahrer ermöglichen. Zudem können die Unfalltypen zwar durch einen dreistelligen Zahlencode in unterschiedlichen Detailtiefen dargestellt werden (GDV, 2016), jedoch erschien eine Einteilung anhand der Oberkategorien nicht hinreichend genau und eine detaillierte Aufteilung wäre zumindest teilweise einer Einzelfallbewertung gleichgekommen. Außerdem kommen den Unfallbeteiligten im Konflikt, der durch den Unfalltyp beschrieben wird, verschiedene Rollen (z. B. Wartepflichtiger vs. Vorfahrtsberechtigter) zu (Feifel & Wagner, 2018; GDV, 2016; Lara et al., 2019). Im Rahmen der Unfalltypenkategorisierung der AARU erfolgt allerdings keine Klassifizierung der Beteiligten hinsichtlich ihrer Konfliktrolle, wie es beispielsweise bei der German In-Depth Accident Study (GIDAS) der Fall ist (Feifel & Wagner, 2018; Lara et al., 2019). Da die Auswertung in der vorliegenden Arbeit auf Beteiligten-Ebene erfolgte, sollten diese unterschiedlichen Rollen bei der Bildung der Unfallszenarien jedoch berücksichtigt werden.

Feifel und Wagner (2018) stellten eine Methode vor, um basierend auf den dreistelligen Unfalltypen-Codierungen und unter Berücksichtigung der jeweiligen Rolle im Konflikt einheitlich festgelegte Unfallszenarien zu bilden. Diese Unfallszenarien ermöglichen eine komprimierte und personenbezogene Darstellung der Unfallentstehung mit zahlreichen relevanten Details zur Vorunfall-Phase (Feifel & Wagner, 2018; Lara et al., 2019). Hierzu zählen unter anderem die Handlungen und Intentionen der einzelnen Unfallbeteiligten. Aus diesem Grund erschienen sie als geeignete Herangehensweise für die Clusterung in der vorliegenden Arbeit. Der ursprüngliche Anwendungsfokus der Unfallszenarien liegt in der (Weiter-)Entwicklung von aktiven Fahrzeugsicherheitssystemen (Feifel & Wagner, 2018; Lara et al., 2019). Da die Bestimmung der Unfallszenarien auf den Unfalltypen basiert, ist die Klassifizierung nur für die am unfallauslösenden Konflikt beteiligten Personen beschrieben (Feifel & Wagner, 2018). Deshalb wurde die von Feifel und Wagner vorgestellte Methode bei Bedarf für die Belange der vorliegenden Stichprobe und Fragestellung adaptiert.

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde für alle Fahrer festgelegt, ob sie im Sinne des Unfalltyps die konfliktauslösende (UTYPA) oder die konfliktbeteiligte Person (UTYPB) waren (Feifel & Wagner, 2018; GDV, 2016). Diese Einteilung kann in manchen Fällen von der vergebenen Rolle der Unfallbeteiligung (siehe Kapitel 3.3.3.4) abweichen, da der konfliktauslösenden Person im Sinne des Unfalltyps nicht in allen Fällen auch die Hauptunfallursache für die Entstehung des Unfalls zugeordnet wurde. Fahrer, die nicht am unfallauslösenden Konflikt beteiligt waren, wurden der Gruppe der nicht konfliktauslösenden Personen zugeordnet.

Basierend auf der von Feifel und Wagner (2018) und Lara et al. (2019) beschriebenen Vorgehensweise wurde für alle Fahrer der vorliegenden Stichprobe eine Klassifizierung des Unfallszenarios vorgenommen. Dabei wurde für jeden Einzelfall überprüft, ob das auf Basis des Unfalltyps zugeordnete Unfallszenario die Vorunfallphase des jeweiligen Beteiligten adäquat abbildet und gegebenenfalls ein passenderes Unfallszenario vergeben. Für manche Unfalltypen wird lediglich dem konfliktauslösenden Beteiligten ein Unfallszenario zugewiesen oder es gibt keine entsprechende Zuordnung (Feifel & Wagner, 2018). In solchen Fällen wurde auf Grundlage der Beschreibungen der Unfallszenarien eine eigene Zuordnung für die Vorunfallphase der jeweiligen Beteiligten getroffen.

Tabelle 3.4 Beschreibung der Unfallszenario-Gruppe 1 - eigener unfallauslösender Fehler

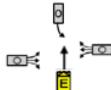
Unfallszenario-Gruppe 1		n
Vorfahrt missachtet		19
Aufgefahren		10
Abkommen von Fahrspur		13
Abkommen (zu schnell)		15
Unerwartetes „Hindernis“		4
Spurwechsler		1

Anmerkung: Die Unfallszenario-Skizzen sind der Veröffentlichung von Feifel und Wagner (2018) und dem Codebook von GIDAS (German In-Depth Accident Study, 2024) entnommen.

Eine Gruppenbildung rein auf Basis der von Feifel und Wagner (2018) und Lara et al. (2019) für die Entwicklung von aktiven Fahrzeugsicherheitssystemen vorgeschlagenen Unfall-Szenarien stellte sich für die Untersuchung der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit als nicht

zielführend heraus. Aus diesem Grund erfolgte die Gruppierung in ähnliche Szenario-Gruppen unter Berücksichtigung des Unfallszenarios, des Unfalltyps und gegebenenfalls weiterer relevanter Informationen. Es wurden separate Gruppen gebildet für Fahrer, die im Sinne des Unfalltypen selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatten, also Personen für die der UTYP A vergeben wurde (Gruppe 1 - Eigener unfallauslösender Fehler) und für Personen, die im Sinne der Szenario-Gruppe auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatten reagieren müssen (Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person). Eine detaillierte Aufstellung der einzelnen Subgruppen mit den vergebenen Unfalltypen und zugeordneten Pre-Crash-Szenarien findet sich in Anhang B.

Tabelle 3.5 Beschreibung der Unfallszenario-Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person

Unfallszenario-Gruppe 2		n
Vorfahrtsberechtigter		17
Auffahren auf Spurwechsler		14
Entgegenkommender eigene Spur		11
Aufgefahren worden		8
Auffahrender Überholer in anderer Situation		2
Anderes Fahrzeug durch Vorkollision auf eigenes geschleudert	On Other oncoming	1

Anmerkung: Die Unfallszenario-Skizzen sind der Veröffentlichung von Feifel und Wagner (2018) und dem Codebook von GIDAS (German In-Depth Accident Study, 2024) entnommen.

Die für Gruppe 1 „Eigener unfallauslösender Fehler“ gebildeten Szenario-Gruppen sind in Tabelle 3.4 mit der entsprechenden Fallzahl aufgeführt. Aufgrund der geringen Personenanzahl wurden die Gruppe der Spurwechsler und die Gruppe der Fahrer, die einen Konflikt mit einem

Tier oder Fußgänger hatten, nicht für die Auswertung herangezogen. In Tabelle 3.5 sind die für Gruppe 2 „Fehlverhalten anderer Person“ erstellten Szenario-Gruppen mit der jeweiligen Personenanzahl dargestellt. Die letzten beiden Szenario-Gruppen wurden aufgrund der geringen Fallzahl nicht in die Auswertungen der vorliegenden Arbeit einbezogen.

3.4.4.2 Fahrmanöver

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde zudem kategorisiert, welches Fahrmanöver die Person vor dem Unfall beziehungsweise bis zur Reaktion gefahren war. Dabei wurden folgende Fahrmanöver unterschieden: konstante Fahrt, Beschleunigen, Abbremsen, Anfahren aus dem Stand, Abbiegen aus dem Stand, Abbiegen aus der Fahrt, Orientieren an der Kreuzung, Wenden aus der Fahrt, Schleudern auf der Fahrbahn, Kurvenfahrt und Stehen. In die Kategorie konstante Fahrt fielen alle Fälle, bei denen die gefahrene Geschwindigkeit in den letzten Sekunden vor dem Unfall relativ konstant geblieben war, unabhängig davon, ob die Person auf dem Gaspedal gestanden war oder nicht. Von einem Beschleunigen beziehungsweise Abbremsen wurde hingegen ausgegangen, wenn es eine deutlich sichtbare Geschwindigkeitszunahme beziehungsweise -abnahme gegeben hatte. Orientieren an der Kreuzung wurde vergeben, wenn die Person zur Kreuzung hin langsamer geworden war, um sich hinsichtlich potenziell vorfahrtsberechtigten Verkehrs zu orientieren und dann zum Überqueren der Kreuzung wieder beschleunigt hatte. Eine Einordnung in die Kategorie Kurvenfahrt erfolgte, wenn die Person zur Durchfahrt einer Kurve entsprechende Geschwindigkeitsänderungen vorgenommen hatte. Da der Großteil der Fahrmanöver nur wenige Einzelfälle enthielt, wurde für die Analyse eine übergeordnete Kategorisierung in konstantes Fahren und andere nicht konstante Fahrmanöver vorgenommen.

3.4.5 Erinnerungseinschränkende Faktoren

In manchen Fällen gab es Faktoren und Unfallursachen, die das Erinnerungsvermögen der Fahrer beeinträchtigt haben könnten. Dabei handelte es sich beispielsweise um Unfälle, bei denen der Fahrer vor dem Unfall Alkohol oder Drogen konsumiert hatte oder unter dem Einfluss von Medikamenten gestanden hatte. Dies traf ebenso auf Unfälle zu, in denen der Fahrer eingeschlafen oder aufgrund eines körperlichen Unvermögens verunfallt war. In diesen Fällen stellte sich die Frage, ob und inwiefern sie sinnvoll in die Auswertung einbezogen werden können. Wie bereits in der Stichprobenbeschreibung erwähnt, machten einige Fahrer die Angabe, keine genaue Erinnerung an den Unfallhergang zu haben. Aus diesem Grund konnte in diesen Fällen keine inhaltliche Auswertung erfolgen. Die Fälle wurden jedoch in einem gesonderten Abschnitt genauer analysiert. Fälle, in denen es eine erinnerungsbeeinträchtigende Unfallursache gegeben hatte und dennoch Angaben zum Unfallhergang, der Geschwindigkeit

und/oder der Reaktion gemacht wurden, wurden nach kritischer Überprüfung in die Auswertung einbezogen. Denn unabhängig von der Unfallursache, ist zu erwarten, dass die Fahrer ihre Angaben auf Basis von konstruktiven Prozessen treffen (vgl. Kapitel 2.1.2.4).

3.5 Datenanalyse

3.5.1 Datenaufbereitung

Jeder Einzelfall wurde entsprechend der dargelegten Auswertungsstrategie in Bezug auf die zuvor beschriebenen Aspekte bewertet. Anschließend erfolgte die Datenaufbereitung nach der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Methodik, wobei alle erforderlichen Variablen berechnet wurden.

3.5.2 Statistisches Vorgehen

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics in der Version 29. Für alle inferenzstatistischen Testungen wurde ein Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$ zu Grunde gelegt. Zudem wurden entsprechende Maße der Effektstärke berechnet, um eine Einordnung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Bedeutsamkeit zu ermöglichen (Field, 2018). Da alle metrischen Variablen nicht normalverteilt waren und Ausreißer und/oder Extremwerte enthielten, wurden auch zur Untersuchung von Hypothesen mit metrischen Variablen nicht-parametrische Verfahren verwendet (Janssen & Laatz, 2017). In Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung wurden verschiedene Teilstichproben in die Analysen einbezogen. Wurde nicht die gesamte Stichprobe berücksichtigt, ist zu Beginn des jeweiligen Ergebnisabschnitts aufgeführt, welche Teilstichprobe in die entsprechende Analyse eingeflossen ist.

Zunächst wurde im Sinne einer erweiterten Stichprobenbeschreibung in Abhängigkeit vom Datenniveau mit Hilfe von Chi-Quadrat- bzw. Mann-Whitney-U-Tests geprüft, ob Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte hinsichtlich ihrer grundlegenden Eigenschaften vergleichbar sind. Weitere Informationen zur Durchführung und Interpretation der beiden Testverfahren sind in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

3.5.2.1 *Unfallhergang*

Für die Untersuchung der verschiedenen Hypothesen hinsichtlich der Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang wurden, sofern im Sinne der Fallzahl sinnvoll, jeweils drei Aspekte betrachtet: der allgemeine Plausibilitätsgrad sowie die Anzahl und die Art der beobachteten Unterschiede in den grundsätzlich plausiblen Angaben. Um mögliche Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit von plausiblen und nicht plausiblen Angaben zum Unfallhergang zu untersuchen, wurde ein Chi-Quadrat-Anpassungstest durchgeführt. Als Maß für die Effektstärke

wurde Cohen's ω nach der Formel $\omega = \sqrt{\chi^2 \div N}$ berechnet, wobei N die Gesamtzahl an Beobachtungen darstellt, die in die Analyse einbezogen wurde (Cohen, 1988). Dabei ordnete Cohen ein ω von 0.1 als kleinen Effekt, von 0.3 als mittleren Effekt und von 0.5 als großen Effekt ein. Die Prüfung eines potenziellen Zusammenhangs zwischen den drei genannten Aspekten zum Unfallhergang und den untersuchten Variablen erfolgte für kategoriale Variablen mittels Chi-Quadrat-Test und für metrische Variablen durch einen Kruskal-Wallis-Test. Welcher Test genau verwendet wurde, ist der jeweiligen Ergebnisdarstellung zu entnehmen. In Fällen, in denen die Voraussetzungen für den Chi-Quadrat-Test verletzt waren, da mehr als 20 % der erwarteten Häufigkeiten kleiner fünf oder nicht alle erwarteten Häufigkeiten größer als eins waren, wurde ein exakter Test nach Fisher durchgeführt (Bortz et al., 2008; Field, 2018). Als Maß für die Effektstärke wurde Cramér's V berechnet (Field, 2018). Ein Cramér's V von 0.1 wurde als kleiner Effekt, von 0.3 als mittlerer Effekt und von 0.5 als großer Effekt gewertet (Cohen, 1988). Um zu prüfen, ob sich die untersuchten Teilstichproben hinsichtlich der Art der beobachteten Unterschiede in den grundsätzlich plausiblen Angaben unterscheiden, erfolgten separate Analysen hinsichtlich der Geschwindigkeit, der Reaktion und des Fahrmanövers.

3.5.2.2 Geschwindigkeit

Die Analysen zur Geschwindigkeitsüberschreitung beinhalteten als erstes eine genauere Be trachtung der in den EDR-Daten erkennbaren Geschwindigkeitsüberschreitungen und eine Prüfung potenzieller Unterschiede in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung und der Ortslage mittels Mann-Whitney-U-Tests. Als Effektstärkemaß wurde r nach der Formel $r = z/\sqrt{N}$ berechnet, wobei N die Anzahl an Beobachtungen ist, die insgesamt in die Analyse einbezogen wurde (Rosenthal, 1991). Ein Wert von $r = 0.1$ wurde als kleiner Effekt, von $r = 0.3$ als mittlerer Effekt und von $r = 0.5$ als großer Effekt interpretiert (Cohen, 1988). Im Anschluss wurde mittels Rand-Homogenitäts-Test für verbundene Stichproben geprüft, ob sich die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer hinsichtlich der Geschwindigkeitsüberschreitungen von den Erkenntnissen aus den EDR-Daten unterscheiden. Vertiefend wurde zudem mittels Chi-Quadrat-Tests (entsprechend dem Vorgehen in Kapitel 3.5.2.1) untersucht, ob laut EDR-Daten begangene Geschwindigkeitsverstöße in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung oder der Ortslage unterschiedlich häufig von den Fahrern berichtet wurden.

Zur Einschätzung der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben insgesamt wurde ein Vorzeichenrangtest nach Wilcoxon für verbundene Stichproben durchgeführt. Als Effektstärke wurde wiederum r , nach der im Absatz zuvor beschriebenen Formel, berechnet (Field, 2018). Für die Untersuchung der verschiedenen Hypothesen hinsichtlich der Genauigkeit der

Geschwindigkeitsangaben wurde in Abhängigkeit vom Datenniveau und der Anzahl der untersuchten Subgruppen entweder ein Mann-Whitney-U-Test oder ein Kruskal-Wallis-Test oder der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Zeigte sich beim Kruskal-Wallis-Test ein signifikantes Ergebnis wurden paarweise Vergleiche zwischen den Subgruppen mit nach Bonferroni korrigierten p -Werten durchgeführt (Field, 2018). Entsprechend des beschriebenen Vorgehens wurde für die Einzelvergleiche ebenfalls die Effektstärke r berechnet.

3.5.2.3 Reaktion

Für den Vergleich der Reaktionsangabe mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten wurden einerseits ein Chi-Quadrat-Test (siehe Kapitel 3.5.2.1) und andererseits Cohen's Kappa als Maß der Übereinstimmung berechnet. Entsprechend der Interpretation von Landis und Koch (1977) wurde ein Kappa von < 0.00 als mangelhaft, von 0.00 - 0.20 als gering, von 0.21 - 0.40 als mäßig, von 0.41 - 0.60 als moderat, von 0.61 - 0.80 als substanzuell und von 0.81 - 1.00 als fast perfekt bewertet. Zur Untersuchung der weiteren Hypothesen wurde in Abhängigkeit von der Fragestellung entweder die Reaktionsangabe oder der Übereinstimmungsgrad oder die Vollständigkeit der Reaktionsangabe herangezogen. Potenzielle Zusammenhänge wurden für kategoriale Variablen mit einem Chi-Quadrat-Test und für metrische Variablen mit einem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Dabei wurde nach dem in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Vorgehen verfahren.

4 Ergebnisse

4.1 Vergleichbarkeit Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte

Eine Hauptfragestellung der vorliegenden Arbeit ist, ob sich die Aussagen von Unfallverursachern und weiteren Unfallbeteiligten hinsichtlich ihrer Plausibilität und Zuverlässigkeit unterscheiden. Vor Durchführung der entsprechenden Analysen wurde geprüft, ob die beiden Substichproben hinsichtlich ihrer Grundstruktur vergleichbar sind. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

Hinsichtlich des Geschlechts zeigte sich in den beiden Subgruppen ein ähnliches Verhältnis an Männern und Frauen ($\chi^2(1) = 0.01$, $p = .937$, $V = .01$). Sowohl bei den Unfallverursachern als auch bei den weiteren Unfallbeteiligten war etwa ein Fünftel weiblich (Unfallverursacher 22.0 %, weitere Unfallbeteiligte 21.4 %). Die Unfallverursacher der vorliegenden Stichprobe waren allerdings signifikant jünger ($Mdn = 32.0$ Jahre) als die weiteren Unfallbeteiligten ($Mdn = 44.0$ Jahre, $U = 1232.50$, $z = -2.348$, $p = .019$, $r = -0.22$). Tabelle 4.1 zeigt, dass die Unfallverursacher ihre Fahrerlaubnis dementsprechend für einen signifikant kürzeren Zeitraum besessen hatten als die weiteren Unfallbeteiligten ($p = .011$). Hinsichtlich der Fahrleistung in den letzten 12 Monaten vor dem Unfall und der Nutzungsdauer des Fahrzeugs waren keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fahrergruppen beobachtbar.

Tabelle 4.1 Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests bezüglich der Fahrerfahrung in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

Fahrerfahrung	Verursacher		Beteiligte		U	z	p	r
	n	Mdn	n	Mdn				
Besitz Fahrerlaubnis (Jahre)	56	14.5	54	24.0	1088.50	-2.53	.011	-0.24
Fahrleistung letztes Jahr (x 1000 km)	53	25.0	49	25.0	1235.50	-0.42	.675	-0.04
Nutzungsdauer Fahrzeug (Monate)	56	3.0	56	4.0	1430.50	-0.80	.424	-0.08

Auf Unfallebene zeigten sich in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung weder hinsichtlich der Ortslage ($\chi^2(2) = 0.54$, $p = .765$, $V = .07$) noch hinsichtlich der Tageszeit ($\chi^2(2) = 2.23$, $p = .352$, $V = .15$) signifikante Unterschiede. In Tabelle 4.2 ist jedoch ersichtlich,

dass sich beide Gruppen bezüglich der Unfallszenarien unterscheiden. Fahrer in den Unfallszenarien der Szenario-Gruppe 1 „eigener unfallauslösender Fehler“ waren im Großteil Unfallverursacher, wohingegen die Fahrer in der Szenario-Gruppe 2 „Fehlverhalten einer anderen Person“ ausschließlich weitere Unfallbeteiligte waren.

Tabelle 4.2 Häufigkeitsverteilung der Tageszeit, der Ortslage und der Unfallszenarien der analysierten Unfälle in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

		Verursacher		Beteiligte	
		n	%	n	%
Tageszeit	tagsüber	41	69.5	44	78.6
	Dämmerung	16	27.1	12	21.4
	Dunkelheit	2	3.4	0	0.0
Ortslage	innerorts	13	22.0	15	26.8
	außerorts	29	49.2	24	42.9
	Autobahn	17	28.8	17	30.4
Unfallszenario	Gruppe 1 „eigener unfallauslösender Fehler“				
	Vorfahrt missachtet	18	32.7	1	1.9
	Aufgefahren	9	16.4	1	1.9
	Abkommen von Fahrspur	13	23.6	0	0.0
	Abkommen (zu schnell)	15	27.3	0	0.0
	Gruppe 2 „Fehlverhalten anderer Person“				
	Vorfahrtsberechtigter	0	0.0	17	32.7
	Auffahren auf Spurwechsler	0	0.0	14	26.9
	Entgegenkommender eigene Spur	0	0.0	11	21.2
	Aufgefahren worden	0	0.0	8	15.4

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Unfallverursacher und die weiteren Unfallbeteiligten der vorliegenden Stichprobe auf Personenebene grundsätzlich vergleichbar waren. Die Unfallverursacher waren allerdings signifikant jünger und besaßen ihre Fahrerlaubnis

signifikant kürzer als die weiteren Unfallbeteiligten. Auf Unfallebene waren zwar die Grundgegebenheiten vergleichbar, jedoch unterschieden sich die Unfallszenarien und somit die Vorunfallphasen und Rollen im Unfallgeschehen in beiden Fahrergruppen wesentlich. Folglich muss bei den nachfolgenden Analysen geprüft werden, ob das Alter oder die Fahrerfahrung eine Alternativerklärung für potenzielle Unterschiede zwischen den Unfallverursachern und den weiteren Unfallbeteiligten sein könnten. Zudem muss diskutiert werden, inwiefern gefundene Unterschiede durch die unterschiedlichen Rollen im Unfallgeschehen erklärbar sein könnten.

4.2 Plausibilitätsgrad der Aussagen zum Unfallhergang

Im Rahmen der ersten Forschungsfrage wurde die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang in der Vorunfallphase untersucht. Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, wurden die Aussagen hierfür in drei Plausibilitätsgrade eingeteilt. Zur besseren Verständlichkeit der nachfolgenden Ergebnisse wird die Definition der drei Plausibilitätsgrade hier noch einmal zusammengefasst:

- vollständig plausibel:

Die Unfallentstehung war plausibel und alle anderen Teilespekte des Unfallhergangs (Geschwindigkeit, Reaktion, Fahrmanöver) stimmten per Definition überein.

- grundsätzlich plausibel:

Die Unfallentstehung war plausibel, aber hinsichtlich mindestens eines Teilespekts des Unfallhergangs (Geschwindigkeit, Reaktion, Fahrmanöver) zeigte sich ein Unterschied.

- nicht plausibel:

Die Unfallentstehung war nicht plausibel.

Wird nachfolgend von *plausiblen Angaben zur Unfallentstehung* gesprochen, sind zusammenfassend die vollständig und grundsätzlich plausiblen Aussagen zum Unfallhergang gemeint.

4.2.1 Plausibilitätsgrad insgesamt

Als Erstes wurde analysiert, wie plausibel die Aussagen der Fahrer zum Unfallhergang in der Vorunfallphase insgesamt waren. Ein Chi-Quadrat-Anpassungstest zeigte, dass die Fahrer signifikant häufiger plausible Angaben zur Unfallentstehung gemacht haben als nicht plausible ($\chi^2(1) = 57.05, p < .001, \omega = .70$). Aus der Häufigkeitsverteilung der Plausibilitätsgrade in Abbildung 4.1 ist ersichtlich, dass der Großteil der Fahrer den Unfallhergang grundsätzlich plausibel angegeben hat. Von den 85.2 % plausiblen Angaben zur Unfallentstehung stimmten nur 13.0 % der Aussagen bezüglich aller Aspekte mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten überein und waren folglich vollständig plausibel. Bei den restlichen 14.8 % der Vergleichsfälle belegte die Rekonstruktion auf Basis der EDR-Daten eine andere Unfallentstehung, weshalb

die Aussagen als nicht plausibel gewertet wurden. Dies bestätigt die Hypothese H 1.1, dass Fahrer den Unfallhergang in der Vorunfallphase unterschiedlich häufig plausibel oder nicht plausibel schildern.

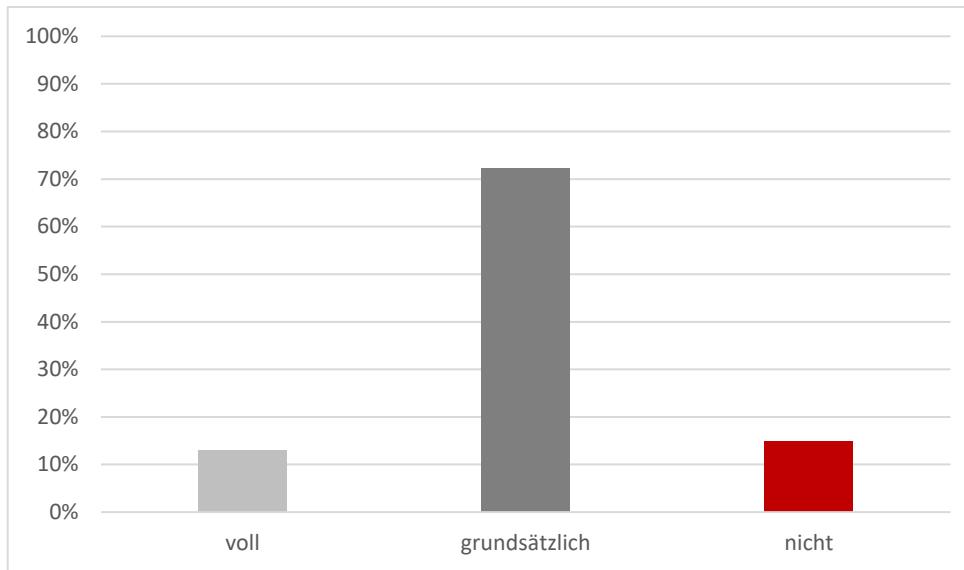


Abbildung 4.1 Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang, $n = 115$.

Bei den nicht plausiblen Aussagen ($n = 17$) gab es drei Fälle, in denen der vom Fahrer dargestellte Ablauf der Unfallentstehung anhand der Erkenntnisse aus den EDR-Daten widerlegt werden konnte. In den anderen 14 Fällen gab es unterschiedlich stark ausgeprägte Unstimmigkeiten hinsichtlich einzelner oder mehrerer Teilaspekte der Unfallentstehung.

In den 83 grundsätzlich plausiblen Aussagen zeigte sich bei etwa der Hälfte (51.8 %) ein Unterschied hinsichtlich eines Teilaspektes zum Unfallhergang, also der Geschwindigkeit, der Reaktion oder des Fahrmanövers. In 43.4 % traten Unterschiede bei zwei Teilaspekten auf. Unterschiede in allen drei Kategorien kamen bei 4.8 % vor. Am häufigsten lagen Geschwindigkeitsabweichungen (62.7 %) vor. In etwas mehr als der Hälfte zeigten sich Unterschiede bezüglich der Reaktion (54.2 %) und lediglich bei 26.5 % hinsichtlich des Fahrmanövers.

Die Abweichungen bezüglich der Geschwindigkeit und der Reaktion werden in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich dargestellt, daher wird an dieser Stelle nur auf die Unterschiede hinsichtlich des angegebenen Fahrmanövers eingegangen. Art und Anzahl der aufgetretenen Unterschiede in der Kategorie Fahrmanöver sind in Tabelle 4.3 dargestellt. Die häufigsten Abweichungen betrafen das Ausmaß einer Geschwindigkeitsänderung in der Vorunfallphase, welches aus Sicht des Fahrers größer ausgefallen war als es die Fahrzeugdaten belegten. Wie in den ersten beiden Zeilen in Tabelle 4.3 ersichtlich ist, handelte es sich dabei um Fahrer,

die fälschlicherweise annahmen, vor dem Auffahren des nachfolgenden Fahrzeugs bereits gestanden zu haben oder vor dem Einleiten eines Fahrmanövers (z. B. Abbiegen) in den Stillstand abgebremst zu haben.

Tabelle 4.3 Art und Anzahl der Unterschiede hinsichtlich des Fahrmanövers in grundsätzlich plausiblen Aussagen

Art des Unterschieds	Anzahl
kein (Fast-)Stillstand vor Auffahren des nachfolgenden Fahrzeugs	10
kein Abbremsen (fast) in Stillstand vor Einleiten des Fahrmanövers	7
Abbremsen vor Unfall aufgrund vorausgehender Verkehrslage oder anderem Grund nicht angegeben	3
genutzte Fahrspur	1
kein ausreichender Sicherheitsabstand	1
kein sichtbares längeres vom Gas gehen vor der Bremsreaktion	1
gesamt	23

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die meisten Fahrer plausible Angaben zur Unfallentstehung machten. Bei einem Großteil der Aussagen gab es jedoch ein bis zwei Teilespekte zum Unfallhergang, meistens die Angaben zur Geschwindigkeit und/oder Reaktion, die nicht mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten übereinstimmten. Hinsichtlich des Fahrmanövers fielen Geschwindigkeitsänderungen in der Vorunfallphase aus Sicht des Fahrers häufig größer aus als es die Fahrzeugdaten zeigten. Eine vollständige Übereinstimmung der Aussagen mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten war eher selten. Ein relativ geringer, jedoch nicht zu vernachlässigender Anteil machte falsche Angaben zur Unfallentstehung. Dabei traten unterschiedlich starke Unstimmigkeiten hinsichtlich einzelner oder mehrerer Teilespekte der Unfallentstehung auf. In Einzelfällen widerlegten die Erkenntnisse aus den EDR-Daten den dargestellten Ablauf der Unfallentstehung.

4.2.2 Rolle Unfallbeteiligung

Mittels eines Chi-Quadrat-Tests wurde untersucht, ob sich die Aussagen der Unfallverursacher und der weiteren Unfallbeteiligten zum Unfallhergang hinsichtlich ihrer Plausibilität unterscheiden haben. Dabei wurde ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussagen und der Rolle der Unfallbeteiligung ersichtlich ($\chi^2(2) = 10.91, p = .004, V = .31$). Abbildung 4.2 zeigt, dass Unfallverursacher mehr nicht plausible Angaben (25.4 % vs. 3.6 %) und weniger grundsätzlich plausible Aussagen (62.7 % vs. 82.1 %) machten als die weiteren Unfallbeteiligten. In beiden Gruppen stellten die grundsätzlich plausiblen Angaben den größten Anteil dar und der Anteil an vollständig plausiblen Angaben war vergleichbar gering. Somit machte sowohl der Großteil der Unfallverursacher (74.6 %) als auch der weiteren

Unfallbeteiligten (96.4 %) insgesamt betrachtet plausible Angaben zur Unfallentstehung, wobei der Anteil bei den Unfallverursachern deutlich geringer war. Die Hypothese H 1.2, dass Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte sich hinsichtlich des Plausibilitätsgrades ihrer Angaben unterscheiden, wurde bestätigt. Das Alter der Fahrer ($H(2) = 0.30, p = .860$) und die Dauer des Führerscheinbesitzes ($H(2) = 0.11, p = .949$) konnten als Alternativerklärungen für diesen Unterschied ausgeschlossen werden.

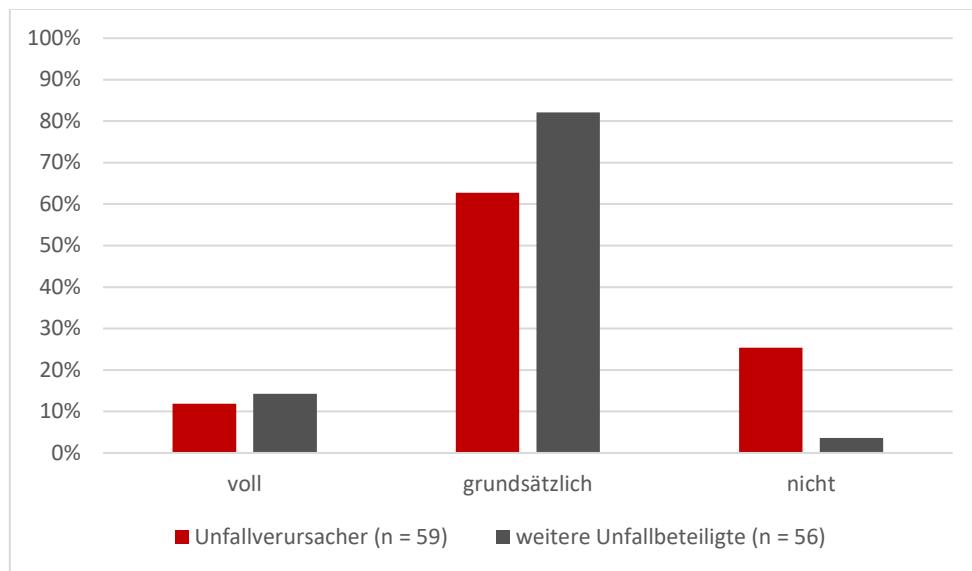


Abbildung 4.2 Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang nach der Rolle der Unfallbeteiligung

Eine Einzelfallanalyse der nicht plausiblen Angaben hatte zum Ergebnis, dass alle Fahrer, bei denen der geschilderte Ablauf der Unfallentstehung anhand der Erkenntnisse aus den EDR-Daten widerlegt werden konnte, Unfallverursacher waren.

Tabelle 4.4 Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen der Unfallverursachern und weiteren Unfallbeteiligten

Anzahl	Verursacher		Beteiligte	
	n	%	n	%
1 Unterschied	22	59.5	21	45.7
2 Unterschiede	15	40.5	21	45.7
3 Unterschiede	0	0.0	4	8.6
Gesamt	37	100.0	46	100.0

Für die grundsätzlich plausiblen Angaben wurde geprüft, ob sich die Unfallverursacher und die weiteren Unfallbeteiligten hinsichtlich der Anzahl und der Bereiche unterscheiden, in denen Abweichungen zu den Fahrzeugdaten gefunden wurden. Bezuglich der Anzahl ergab ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fischer keine signifikanten Unterschiede ($\chi^2(2) = 3.78, p = .150, V = .22$). Tabelle 4.4 zeigt, dass sich in beiden Gruppen die Angaben am häufigsten in ein oder zwei Teilaспектen unterschieden.

Tabelle 4.5 ist zu entnehmen, dass es auch bezüglich der Häufigkeit, mit der Abweichungen hinsichtlich der Geschwindigkeit, der Reaktion und dem Fahrmanöver auftraten, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Unfallverursachern und den weiteren Unfallbeteiligten gab. In beiden Gruppen wichen die Angaben am häufigsten hinsichtlich der Geschwindigkeit und der Reaktion ab.

Tabelle 4.5 Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

Bereich	Verursacher		Beteiligte		$\chi^2(1)$	p	V
	n_{Bereich}	%	n_{Bereich}	%			
Geschwindigkeit	37	59.5	45	66.7	0.46	.500	.07
Reaktion	35	57.1	45	55.6	0.02	.887	.02
Fahrmanöver	36	16.7	46	34.8	3.38	.066	.20

Anmerkung $n_{Bereich}$ stellt die Anzahl der bewerteten Aussagen dar. Die Prozentangabe bezieht sich auf die bewerteten Fälle.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Aussagen von Unfallverursachern und weiteren Unfallbeteiligten signifikant in ihrem Plausibilitätsgrad unterschieden. Nicht plausible Angaben zur Unfallentstehung wurden vorwiegend von Unfallverursachern gemacht. In beiden Gruppen gab der größte Anteil den Unfallhergang grundsätzlich plausibel an, wobei er bei den Unfallverursachern deutlich geringer war. Bei grundsätzlich plausiblen Angaben unterschieden sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte nicht signifikant hinsichtlich der Anzahl und Bereiche, bei denen Abweichungen zu den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten auftraten. Vollständig plausible Angaben waren in beiden Gruppen selten.

4.2.3 Anzahl Unfallbeteiligte

Explorativ wurde betrachtet, ob sich die Aussagen von Fahrern, die alleinbeteilt verunfallt waren, hinsichtlich des Plausibilitätsgrads von Fahrern unterscheiden, die nicht alleinbeteilt

verunfallt waren. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher zeigte einen signifikanten, mittleren Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussagen und der Anzahl an Unfallbeteiligten ($\chi^2(2) = 6.80, p = .027, V = .26$). Abbildung 4.3 zeigt, dass Fahrer aus Alleinunfällen mehr nicht plausible Aussagen (32.0 % vs. 10.0 %) und weniger grundsätzlich plausible Angaben (56.0 % vs. 76.7 %) machten als Fahrer, die nicht alleinbeteiligt verunfallt waren. Dennoch stellten die grundsätzlich plausiblen Aussagen in beiden Gruppen den größten Anteil dar. Vollständig plausible Angaben waren in beiden Gruppen vergleichbar selten. Insgesamt gaben 68.0 % der Fahrer aus Alleinunfällen und 90.0 % der Fahrer aus Unfällen mit mindestens einem anderen Beteiligten die Unfallentstehung plausibel an. Der Anteil war bei Alleinverunfallten somit deutlich geringer.

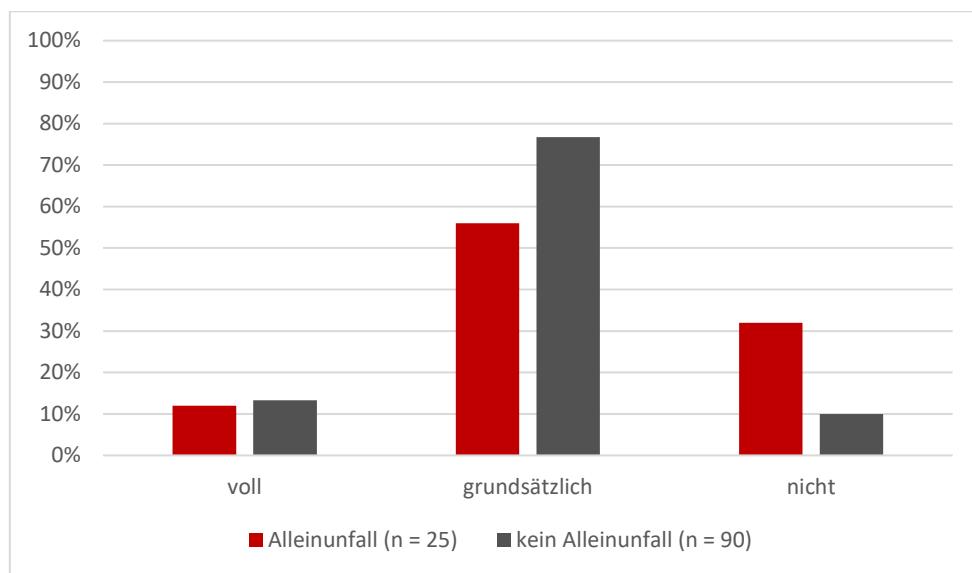


Abbildung 4.3 Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang in Alleinunfällen und Unfällen mit anderen Unfallbeteiligten

Eine Einzelfallanalyse der nicht plausiblen Aussagen ergab, dass drei der acht Fahrer aus Alleinunfällen angaben, dass kritisches Verhalten eines anderen Verkehrsteilnehmers zur Auslösung des Unfalls geführt hatte. Die Fahrzeugdaten belegten jedoch eine andere Unfallentstehung. Bei den neun Fahrern aus Unfällen mit weiteren Beteiligten gaben insgesamt fünf Personen fälschlicherweise an, dass das Verhalten des anderen Unfallbeteiligten unfallauslösend gewesen sei oder dementierten zumindest den eigenen Beitrag zur Entstehung des Unfalls. Das Zurückweisen der eigenen Verantwortung für die Entstehung des Unfalls war somit in beiden Fahrergruppen ein zentrales Motiv für die nicht plausiblen Aussagen.

Bei der genaueren Analyse der grundsätzlich plausiblen Angaben ergab ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher hinsichtlich der Anzahl an gefundenen Abweichungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fahrern aus beiden Gruppen ($\chi^2(2) = 0.98, p = .614, V = .14$).

Wie in Tabelle 4.6 ersichtlich, waren in beiden Gruppen Unterschiede in ein oder zwei Teilaспектen am häufigsten.

Tabelle 4.6 Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen nach der Anzahl der Unfallbeteiligten

Anzahl	Allein		Mehrere	
	n	%	n	%
1 Unterschied	9	64.3	34	49.3
2 Unterschiede	5	35.7	31	44.9
3 Unterschiede	0	0.0	4	5.8
Gesamtsumme	14	100.0	69	100.0

Tabelle 4.7 zeigt, dass es in den Aussagen der Fahrer, die nicht alleinbeteiligt verunfallt waren, signifikant häufiger Unterschiede bezüglich des angegebenen Fahrmanövers gab als bei den Fahrern aus Alleinunfällen ($p = .016$). Hinsichtlich der angegebenen Geschwindigkeit und Reaktion zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fahrergruppen. Abweichungen in diesen zwei Bereichen waren in beiden Gruppen am häufigsten.

Tabelle 4.7 Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit von der Anzahl an Unfallbeteiligten

Bereich	Allein		Mehrere		X²(1)	p	V
	n_{Bereich}	%	n_{Bereich}	%			
Geschwindigkeit	14	71.4	68	61.8	0.47	.494	.08
Reaktion	12	58.3	68	55.9	0.03	.875	.02
Fahrmanöver	13	0.0	69	31.9	5.67 ¹	.016	.26

Anmerkung *n_{Bereich} stellt die Anzahl der bewerteten Aussagen dar. Die Prozentangabe bezieht sich auf die bewerteten Fälle.*

¹ exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher.

Zu explorativen Hypothese H 1.3 kann abschließend festgehalten werden, dass sich die Aussagen von Fahrern aus Alleinunfällen signifikant hinsichtlich des Plausibilitätsgrades von Fahrrern unterschieden, die nicht alleinbeteiligt verunfallt waren. So gaben diese Fahrer die Unfallentstehung häufiger nicht plausibel an. Unabhängig davon, ob es sich um einen Alleinunfall

gehandelt hatte, scheint das Zurückweisen der eigenen Verantwortung für die Entstehung des Unfalls ein zentrales Motiv für nicht plausible Aussagen zu sein. Die Unfallentstehung wurde dennoch vom Großteil beider Gruppen plausibel angegeben, wobei die meisten Aussagen nur grundsätzlich plausibel waren. Der Anteil an grundsätzlich plausiblen Angaben war bei den Fahrern aus Alleinunfällen jedoch deutlich geringer. In den grundsätzlich plausiblen Aussagen der Fahrer, die nicht alleinbeteiligt verunfallt waren, kamen signifikant häufiger Unterschiede bezüglich des Fahrmanövers vor. Die Anzahl der gefundenen Abweichungen und das Vorkommen von Unterschieden in den Bereichen Geschwindigkeit und Reaktion war in beiden Gruppen nicht signifikant verschieden.

4.2.4 Verstoß

Weiter wurde untersucht, ob Fahrer, die vor dem Unfall einen Verstoß begangen hatten, sich hinsichtlich des Plausibilitätsgrads ihrer Aussagen von Fahrern unterscheiden, die keinen Verstoß begangen hatten. Ein Chi-Quadrat-Test zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Begehen eines Verstoßes und dem Plausibilitätsgrad der Aussage ($\chi^2(2) = 1.51$, $p = .471$, $V = .11$). Wie in Abbildung 4.4 erkennbar, war die Verteilung der Plausibilitätsgrade in beiden Gruppen ähnlich. Unabhängig von einem Verstoß gab der Großteil der Fahrer den Unfallhergang grundsätzlich plausibel an und in beiden Gruppen war der Anteil, der die Unfallentstehung vollständig oder nicht plausibel angab, gering. Die Hypothese H 1.4, dass ein Zusammenhang zwischen dem Begehen eines Verstoßes und dem Plausibilitätsgrad der Aussage besteht, kann somit verworfen werden.

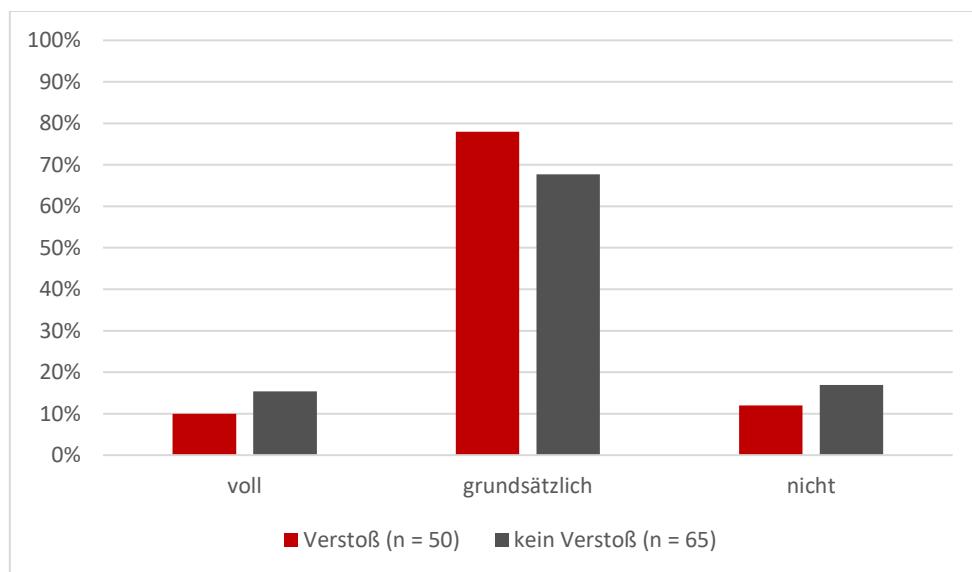


Abbildung 4.4 Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang von Fahrern mit und ohne Verstoß

Eine genauere Betrachtung der grundsätzlich plausiblen Angaben ließ ebenfalls keine Korrelation mit einem Verstoß erkennen. So zeigte ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl an gefundenen Abweichungen und dem Begehen eines Verstoßes ($\chi^2(2) = 0.87, p = .711, V = .11$). Wie in Tabelle 4.8 ersichtlich, war die Anzahl an Unterschieden in beiden Gruppen ähnlich häufig.

Tabelle 4.8 Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Verstoßes

Anzahl	Verstoß		Kein Verstoß	
	n	%	n	%
1 Unterschied	20	51.3	23	52.3
2 Unterschiede	18	46.2	18	40.9
3 Unterschiede	1	2.6	3	6.8
Gesamtsumme	39	100.0	44	100.0

Tabelle 4.9 ist zu entnehmen, dass auch bezüglich der Bereiche, in denen Abweichungen gefunden wurden, keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fahrergruppen beobachtbar waren.

Tabelle 4.9 Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich der Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Verstoßes

Bereich	Verstoß		Kein Verstoß		$\chi^2(1)$	p	V
	n_{Bereich}	%	n_{Bereich}	%			
Geschwindigkeit	38	57.9	44	68.2	0.93	.335	.11
Reaktion	38	63.2	42	50.0	1.40	.236	.13
Fahrmanöver	38	18.4	44	34.1	2.55	.110	.18

Anmerkung *n_{Bereich} stellt die Anzahl der bewerteten Aussagen dar. Die Prozentangabe bezieht sich auf die bewerteten Fälle.*

In Abbildung 4.5 ist dargestellt, welchen Plausibilitätsgrad die Aussagen der Fahrer in Abhängigkeit von der Art des begangenen Verkehrsverstoßes hatten. Für 9 der 50 Fahrer wurden zwei Verstöße registriert, weshalb sie in der Darstellung doppelt vorkommen. Auch die

deskriptive Betrachtung einzelner Verstöße bietet keine Hinweise darauf, dass das Begehen dieses Verstoßes den Plausibilitätsgrad beeinflusst.

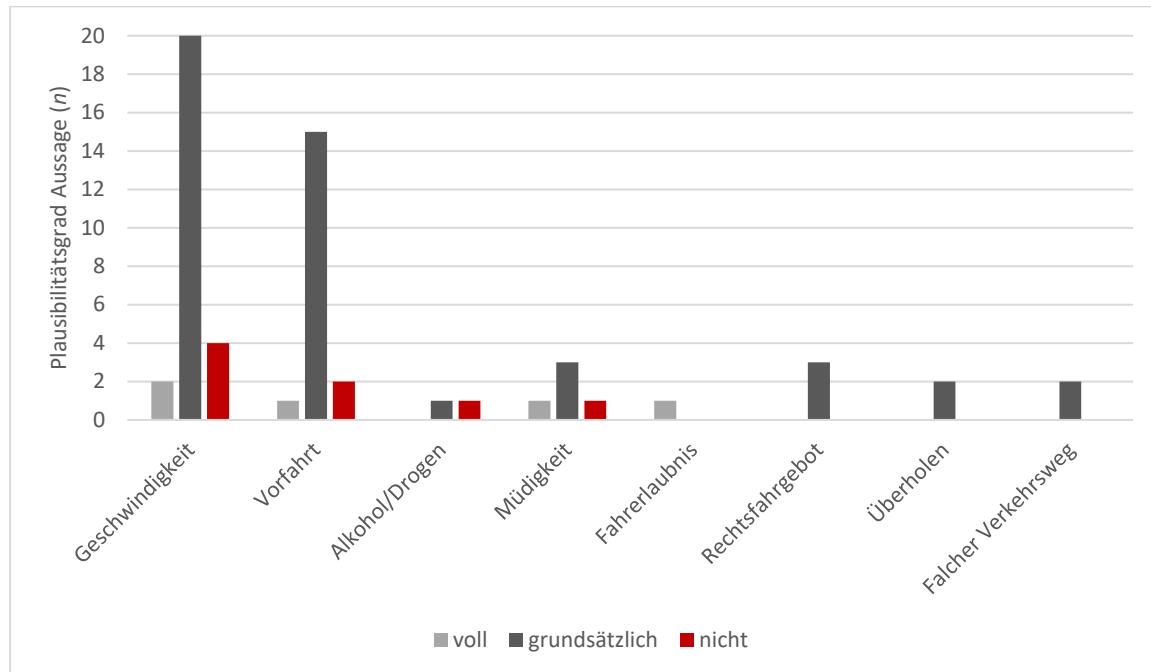


Abbildung 4.5 Häufigkeit der Plausibilitätsgrade bei Vorliegen spezifischer Verstöße

Somit konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Begehen eines Verstoßes und dem Plausibilitätsgrad der Aussage festgestellt werden. Fahrer, die einen Verstoß begangen hatten, machten ähnlich häufig vollständig oder nicht plausible Angaben wie Fahrer ohne Verstoß.

4.2.5 Unfallursache

Weiter wurde explorativ betrachtet, ob sich die Aussagen von Fahrern, die durch ihr Verhalten ursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen hatten, hinsichtlich des Plausibilitätsgrades von Fahrern ohne Unfallursache unterscheiden. Wie in Kapitel 3.3.3.3 beschrieben, handelt es sich dabei um alle Fahrer, die unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen hatten, und nicht nur um die Unfallverursacher. Ein Chi-Quadrat-Test zeigte einen signifikanten, mittleren Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und dem Vorhandensein einer menschlich relevanten Unfallursache ($\chi^2(2) = 13.09, p = .001, V = .34$). Wie in Abbildung 4.6 ersichtlich, machten Fahrer, bei denen eine Unfallursache vorlag, mehr nicht plausible und weniger grundsätzlich plausible Angaben als Fahrer, die durch ihr Verhalten nicht zur Entstehung des Unfalls beigetragen hatten. So gab fast ein Viertel (24.3 %) der Fahrer mit Unfallursache die Unfallentstehung falsch an, wohingegen alle Fahrer ohne Unfallursache den Unfallhergang mindestens grundsätzlich plausibel wiedergaben. Vollständig plausible Angaben kamen in beiden Gruppen mit vergleichbarer Häufigkeit und relativ selten vor. Somit

machten die grundsätzlich plausiblen Angaben in beiden Fahrergruppen den größten Anteil aus.

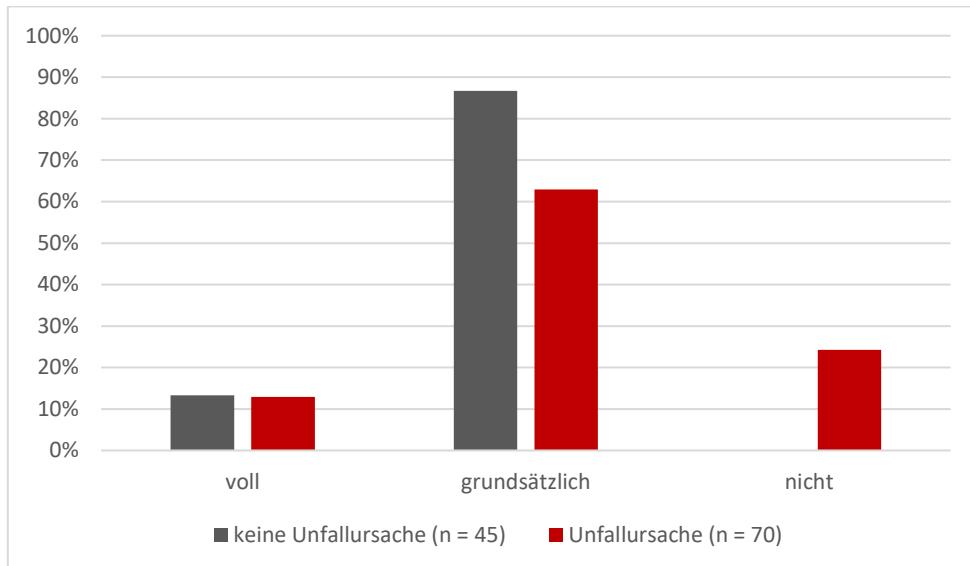


Abbildung 4.6 Prozentuale Häufigkeit des Plausibilitätsgrads der Aussagen zum Unfallhergang bei Fahrern mit und ohne menschlich relevante Unfallursache

Wie häufig in den grundsätzlich plausiblen Angaben der beiden Fahrergruppen Unterschiede im Vergleich zu den EDR-Daten vorkamen, ist in Tabelle 4.10 dargestellt. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab, dass sich Fahrer mit und ohne Unfallursache nicht signifikant im Hinblick auf die Anzahl der gefundenen Abweichungen unterschieden ($\chi^2(2) = 5.29$, $p = .056$, $V = .26$).

Tabelle 4.10 Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Aussagen in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache (UU)

Anzahl	UU		Keine UU	
	n	%	n	%
1 Unterschied	26	59.1	17	43.6
2 Unterschiede	18	40.9	18	46.2
3 Unterschiede	0	0.0	4	10.3
Gesamt	44	100.0	39	100.0

In Tabelle 4.11 ist ersichtlich, dass es in den Aussagen der Fahrer ohne Unfallursache signifikant häufiger Unterschiede bezüglich des angegebenen Fahrmanövers gab als bei den

Fahrern mit Unfallursache ($p = .006$). Hinsichtlich der angegebenen Geschwindigkeit und Reaktion waren keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fahrergruppen beobachtbar. Abweichungen in diesen zwei Bereichen waren in beiden Gruppen am häufigsten.

Tabelle 4.11 Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests bezüglich des Vorkommens der verschiedenen Abweichungsbereiche in den grundsätzlich plausiblen Angaben in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache

Bereich	Unfallursache		Keine Unfallursache		$\chi^2(1)$	<i>p</i>	<i>V</i>
	<i>n</i> _{Bereich}	%	<i>n</i> _{Bereich}	%			
Geschwindigkeit	43	67.4	39	59.0	0.63	.427	.09
Reaktion	42	54.8	38	57.9	0.08	.778	.03
Fahrmanöver	43	14.0	39	41.0	7.64	.006*	.31

Anmerkung *n*_{Bereich} stellt die Anzahl der bewerteten Aussagen dar. Die Prozentangabe bezieht sich auf die bewerteten Fälle.

Tabelle 4.12 Häufigkeitsverteilung der Plausibilitätsgrade in Abhängigkeit von der Art der ersten Unfallursache

Unfallursachenart	Plausibilitätsgrad (n)			
	voll	grundsätzlich	nicht	gesamt
Informationsaufnahme	6	20	6	32
Informationsverarbeitung	0	15	5	20
Zielsetzung	2	7	2	11
Handlung	0	0	2	2
gesamt	8	42	15	65

Für Fahrer mit Unfallursache wurde untersucht, ob die Plausibilität der Aussagen in Abhängigkeit von der Art der Unfallursache verschieden war. Hierfür wurden 65 Fälle mit einer näher definierten ersten Unfallursache analysiert. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Unfallursachenart und dem Plausibilitätsgrad der Aussage ($\chi^2(6) = 9.74$, $p = .090$, $V = .30$). So ist in Tabelle 4.12 ersichtlich, dass bei den meisten Arten von Unfallursachen der Großteil der Fahrer den Unfallhergang plausibel

angab. Einzige Ausnahme bildeten die Handlungsfehler, die nur vereinzelt und für eine hinreichende Bewertung zu selten vorkamen. Demnach waren auch die Angaben von Fahrern mit Zielsetzungsfehlern in der Mehrheit plausibel.

Zusammenfassend kann zur explorativen Hypothese H 1.5 Folgendes festgehalten werden: Die Plausibilität der Aussagen von Fahrern mit und ohne Unfallursache war signifikant verschieden. So wurden nicht plausible Angaben zur Unfallentstehung ausschließlich von Fahrern mit Unfallursache gemacht. Dennoch gab auch der Großteil der Fahrer mit Unfallursache den Unfallhergang plausibel an. Dabei war in beiden Gruppen der größte Anteil der Aussagen nur grundsätzlich plausibel. Der Anteil bei Fahrern mit Unfallursache war allerdings deutlich geringer. In den grundsätzlich plausiblen Aussagen der Fahrer ohne Unfallursache kamen signifikant häufiger Unterschiede bezüglich des Fahrmanövers vor. Im Hinblick auf die Anzahl der gefundenen Abweichungen und das Vorkommen von Unterschieden in den Bereichen Geschwindigkeit und Reaktion waren keine signifikanten Unterschiede beobachtbar. In Abhängigkeit von der Art der Unfallursache gab es keine signifikanten Unterschiede im Plausibilitätsgrad der Aussagen.

4.2.6 Unfallszenarien

Es wurde explorativ betrachtet, ob die Plausibilität der Aussagen in Abhängigkeit vom Unfallszenario verschieden war. Die Auswertung erfolgte separat für die Unfallszenario-Gruppe 1, in der die Fahrer selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatten und die Unfallszenario-Gruppe 2, in der die Fahrer auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatten reagieren müssen.

4.2.6.1 Gruppe 1 – Eigener unfallauslösender Fehler

Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher zeigte einen signifikanten, mittleren Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und den Unfallszenarien der Szenario-Gruppe 1 ($\chi^2(6) = 12.87, p = .025, V = .35$). Aus der Häufigkeitsverteilung der Plausibilitätsgrade in Tabelle 4.13 ist ersichtlich, dass Fahrer, die aufgrund zu hoher Geschwindigkeit von der Fahrbahn abgekommen waren, häufiger nicht plausible Aussagen zur Unfallentstehung machten. So gab nur etwa die Hälfte dieser Fahrer den Unfallhergang plausibel an, wobei keine einzige Aussage vollständig mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten übereinstimmte. Am deutlichsten unterschieden sie sich dabei von Fahrern, welche die Vorfahrt missachtet hatten. Diese gaben den Unfallhergang häufiger grundsätzlich plausibel an, vor allem im Vergleich zu Fahrern, die von der eigenen Fahrspur abgekommen waren. Die Vorfahrtsmissachter wiesen auch den geringsten Anteil an nicht plausiblen Aussagen auf. Bei den Fahrern, die von der eigenen Fahrbahn abgekommen waren, war der Anteil an vollständig plausiblen Aussagen etwas größer als in den anderen Unfallszenarien.

Tabelle 4.13 Häufigkeiten der Plausibilitätsgrade in den Unfallszenarien der Gruppe 1 – eigener unfallauslösender Fehler

Unfallszenarien Gruppe 1	Plausibilitätsgrad Aussage (n)			
	voll	grundsätzlich	nicht	gesamt
Vorfahrt missachtet	1	16	2	19
Aufgefahren	2	6	2	10
Abkommen von Fahrspur	4	5	4	13
Abkommen (zu schnell)	0	8	7	15
gesamt	7	35	15	57

Aufgrund der geringen Fallzahl im Großteil der Unfallszenarien erfolgte keine vertiefende Analyse der grundsätzlich plausiblen Angaben.

Alles in allem kann hinsichtlich der explorativen Hypothese H 1.6 festgehalten werden, dass sich bei Fahrern, die selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatten, der Plausibilitätsgrad der Aussage in Abhängigkeit vom Unfallszenario unterschied. Fahrer, die aufgrund zu hoher Geschwindigkeit einen Fahrunfall gehabt hatten, machten mehr nicht plausible Angaben. Fahrer, welche die Vorfahrt missachtet hatten, wiesen den größten Anteil an grundsätzlich plausiblen Angaben auf.

4.2.6.2 Gruppe 2 – Fehlverhalten anderer Person

Für die Szenario-Gruppe 2 zeigte ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und den Unfallszenarien ($\chi^2(6) = 4.91, p = .544, V = 0.22$). Aus Tabelle 4.14 ist erkennbar, dass die Plausibilitätsgrade in allen Unfallszenarien der Gruppe 2 ähnlich verteilt waren. Die Fahrer machten unabhängig vom Unfallszenario fast ausschließlich plausible Angaben zur Unfallentstehung, wobei die meisten Aussagen grundsätzlich plausibel waren.

Aufgrund der geringen Fallzahl erfolgte auch für die Unfallszenario-Gruppe 2 keine detaillierte Analyse der grundsätzlich plausiblen Angaben.

Zusammenfassend lässt sich bezüglich der explorativen Hypothese H 1.6 weiter festhalten, dass sich die Aussagen der Fahrer, die im Sinne des Unfallszenarios auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatten reagieren müssen, in Abhängigkeit vom Unfallszenario nicht signifikant im Plausibilitätsgrad unterschieden.

Tabelle 4.14 Häufigkeiten der Plausibilitätsgrade in den Unfallszenarien der Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person

Unfallszenarien Gruppe 2	Plausibilitätsgrad Aussage (n)			
	voll	grundsätzlich	nicht	gesamt
Vorfahrtsberechtigter	3	13	1	17
Auffahren auf Spurwechsler	1	12	1	14
Entgegenkommender eigene Spur	0	11	0	11
Aufgefahren worden	2	6	0	8
gesamt	6	42	2	50

4.2.7 Verantwortungsgefühl für den Unfall

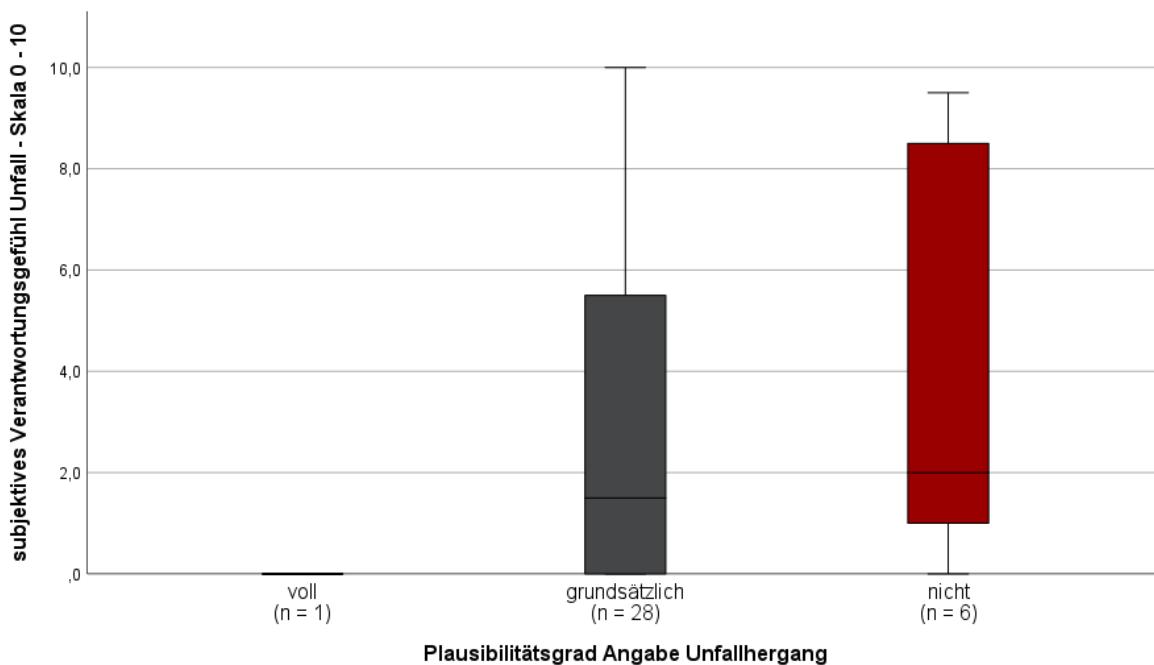


Abbildung 4.7 Subjektives Verantwortungsgefühl für den Unfall in Abhängigkeit vom Plausibilitätsgrad der Aussage

Explorativ sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und dem subjektiven Verantwortungsgefühl für den Unfall bestand. Da nur für 35 Fahrer eine Einschätzung zu diesem Aspekt vorlag und davon lediglich eine Person den Unfallhergang vollständig plausibel angegeben hatte, wurde keine inferenzstatistische Auswertung durchgeführt. Die Hypothese H 1.7 konnte somit auf Basis der erhobenen Daten nicht geprüft werden. In Abbildung 4.7 ist das Verantwortungsgefühl der Fahrer in Abhängigkeit vom

Plausibilitätsgrad ihrer Aussagen dargestellt. Augenscheinlich ist dort kein großer Unterschied zwischen Fahrern mit grundsätzlich plausiblen und nicht plausiblen Angaben zum Unfallhergang erkennbar. In beiden Gruppen gab es sowohl Fahrer, die sich kaum oder stark für den Unfall verantwortlich fühlten.

4.2.8 Zeitlicher Abstand Interview

Mittels eines Kruskal-Wallis-Test wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und dem Zeitpunkt des Interviews besteht. Wie aus Abbildung 4.8 ersichtlich, gab es hinsichtlich der zeitlichen Differenz zwischen Interview und Unfall keinen signifikanten Unterschied zwischen den vollständig ($Mdn = 18$ Tage), grundsätzlich ($Mdn = 27$ Tage) und nicht plausiblen ($Mdn = 25$ Tage) Aussagen ($H(2) = 0.54, p = .765$). Dieses Ergebnis bestätigt Hypothese H 1.8, dass kein Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Abstand des Interviews und dem Plausibilitätsgrad der Aussage besteht.

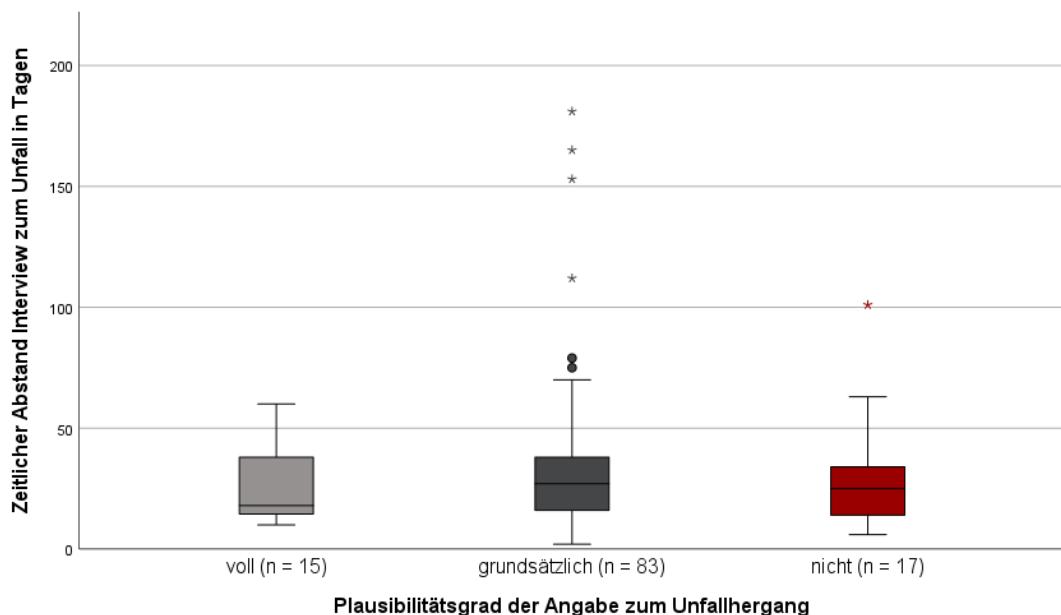


Abbildung 4.8 Zeitlicher Abstand des Interviews zum Unfall aufgeteilt nach dem Plausibilitätsgrad der Aussage

Bei den grundsätzlich plausiblen Aussagen wurde zusätzlich ein möglicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der von den Fahrzeugdaten abweichenden Angaben und dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall betrachtet. Abbildung 4.9 kann entnommen werden, dass auch hier keine signifikanten Unterschiede auftraten ($H(2) = 3.26, p = .196$). Bei Aussagen mit einer festgestellten Abweichung lag der Median der Interviewdurchführung bei 23.0 Tagen. Bei zwei festgestellten Abweichungen betrug der Median 29.0 Tage und bei drei festgestellten Abweichungen 31.5 Tage.

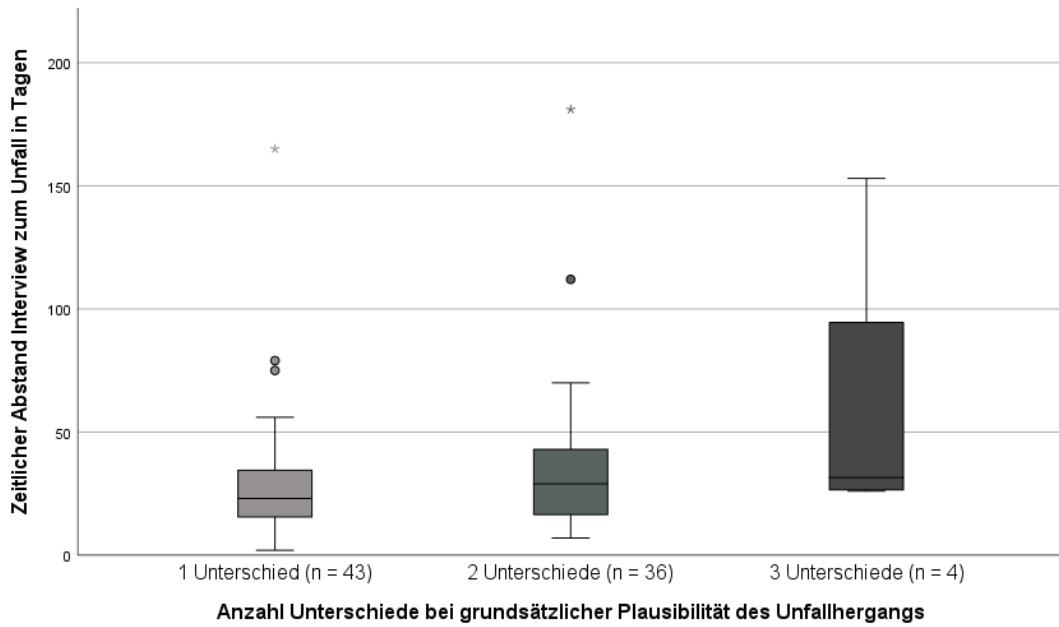


Abbildung 4.9 Zeitlicher Abstand des Interviews zum Unfall aufgeteilt nach der Anzahl an Unterschieden in den grundsätzlich plausiblen Angaben

Als Fazit kann daher festgehalten werden, dass der Zeitpunkt des Interviews weder mit der Plausibilität der Aussage noch mit der Anzahl an gefundenen Abweichungen in grundsätzlich plausiblen Aussagen signifikant in Zusammenhang stand.

4.2.9 Keine Erinnerung an den Unfallhergang

Wie in Kapitel 3.2 berichtet, flossen sechs Fahrer, aufgrund ihrer Angabe, keine Erinnerung an die Entstehung des Unfalls zu haben, nicht in die Hauptauswertung ein. Alle diese Fahrer waren Unfallverursacher und bei fünf der sechs Unfälle handelte es sich um Alleinunfälle. Für den signifikanten Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und der Rolle der Unfallbeteiligung führte das Einschließen dieser Fälle in einer vierten Kategorie „keine Erinnerung“ in den Chi-Quadrat-Test zu einem Anstieg der Effektstärke, Cramér's V, von .31 auf .37 ($\chi^2(3) = 16.95, p < .001$). Bei gleichem Vorgehen stieg Cramér's V auch für den signifikanten Zusammenhang zwischen dem Plausibilitätsgrad der Aussage und der Anzahl an Unfallbeteiligten und zwar von .26 auf .39 ($\chi^2(3) = 16.10, p < .001$). Unfallverursacher sowie Fahrer aus Alleinunfällen gaben somit häufiger an, keine Erinnerung an die Unfallentstehung zu haben, als weitere Unfallbeteiligte und Fahrer aus Unfällen mit anderen Beteiligten.

In vier dieser Fälle war eine zu niedrige Aktivierung des Fahrers unfallursächlich, also beispielsweise ein körperliches Unvermögen oder Sekundenschlaf. In den weiteren beiden Fällen konnte die Unfallursache nicht näher bestimmt werden. Aus der Häufigkeitsverteilung der Plausibilitätsgrade in Tabelle 4.15 ist ersichtlich, dass die Aussagen der Fahrer in den Vergleichsfällen mit einer zu niedrigen Aktivierung als Unfallursache überwiegend hinsichtlich

ihres Plausibilitätsgrades bewertbar waren und in die Kategorien voll, grundsätzlich und nicht eingeordnet werden konnten. Folglich führte eine zu niedrige Aktivierung als Unfallursache nicht generell zur Angabe, keine Erinnerung zu haben.

Tabelle 4.15 Häufigkeitsverteilung des Plausibilitätsgrades der Aussagen und der Angabe keine Erinnerung bei zu niedriger Aktivierung als Unfallursache

	Plausibilitätsgrad (<i>n</i>)				
	voll	grundsätzlich	nicht	keine Erinnerung	gesamt
Müdigkeit, Sekundenschlaf	1	4	1	1	7
Alkohol	0	1	0	2	3
Blackout	1	0	0	1	2
gesamt	2	5	1	4	12

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass vorwiegend Unfallverursacher aus Alleinunfällen die Angabe machten, sich nicht an die genaue Unfallentstehung erinnern zu können. Hierbei war häufiger eine zu niedrige Aktivierung des Fahrers unfallursächlich. Eine zu niedrige Aktivierung als Unfallursache ging jedoch nicht generell mit der Angabe einher, keine Erinnerung zu haben.

4.3 Geschwindigkeitsangabe

Im nachfolgenden Kapitel werden die Differenzen zwischen der Geschwindigkeitsangabe und den vom Fahrzeug aufgezeichneten Geschwindigkeitswerten im Detail untersucht. Ein Teil der Ergebnisse ist zur Veröffentlichung eingereicht (Tschech et al., submitted).

4.3.1 Geschwindigkeitsüberschreitung

Als Erstes wurden die EDR-Daten von 87 Fahrzeugen auf das Vorliegen einer Geschwindigkeitsüberschreitung untersucht. 28 Unfälle ereigneten sich auf Streckenabschnitten der Bundesautobahn ohne Geschwindigkeitsbegrenzung und sind deshalb nicht in die Auswertung eingeflossen. Ein Abgleich der höchsten aufgezeichneten Geschwindigkeit mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an der Unfallstelle ergab, dass 36.7 % der Fahrer mindestens 5 km/h zu schnell waren. Die größte Geschwindigkeitsüberschreitung betrug 113 km/h. Der Median lag bei 15.5 km/h. Von 47 Unfallverursachern überschritten 29.8 % die zulässige Höchstgeschwindigkeit um mindestens 5 km/h, bei den 40 weiteren Unfallbeteiligten waren es 45.0 %. Laut eines Chi-Quadrat-Tests war dieser deskriptive Unterschied nicht signifikant ($\chi^2(1) = 2.15$,

$p = .143$, $V = .16$). Ein Mann-Whitney-U-Test ergab, dass sich Unfallverursacher ($Mdn = 21.5 \text{ km/h}$) und weitere Unfallbeteiligte ($Mdn = 13.0 \text{ km/h}$) nicht signifikant im Ausmaß der begangenen Geschwindigkeitsüberschreitungen unterschieden ($U = 75.50$, $Z = -1.921$, $p = .055$, $r = -.34$). Das Signifikanzniveau wurde allerdings nur knapp überschritten. Das Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung in Tabelle 4.16 weist darauf hin, dass weitere Unfallbeteiligte in der Tendenz niedrigere Geschwindigkeitsüberschreitungen begingen als Unfallverursacher. Da sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte hinsichtlich ihres Alters und ihrer Fahrerfahrung unterschieden, wurde zudem geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Aspekten und dem Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung bestand. Dabei zeigte sich sowohl hinsichtlich des Alters ($r_s = -0.43$, $p = .014$), als auch bezüglich der Dauer des Führerscheinbesitzes ($r_s = -0.45$, $p = .012$) ein signifikanter Zusammenhang. Jüngere Fahrer sowie Fahrer mit weniger Fahrerfahrung begingen höhere Geschwindigkeitsüberschreitungen. Hinsichtlich der Ortslage zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung ($U = 105.00$, $Z = -0.204$, $p = .839$, $r = -.04$).

Tabelle 4.16 Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung nach Rolle der Unfallbeteiligung und aufgeteilt nach der Ortslage.

		n	Mdn	Min	Max
Verursacher	innerorts	4	32.5	6	113
	außerorts	10	21.5	8	89
	gesamt	14	21.5	6	113
Beteiligte	innerorts	6	13.0	7	29
	außerorts	12	13.0	6	41
	gesamt	18	13.0	6	41
Gesamt	innerorts	10	16.0	6	113
	außerorts	22	15.5	6	89
	gesamt	32	15.5	6	113

Anmerkung Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Teil der Stichprobe für den eine Geschwindigkeitsüberschreitung vorlag: $n = 32$.

Alles in allem unterschieden sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte demnach nicht signifikant in der Anzahl und dem Ausmaß der begangenen Geschwindigkeitsüberschreitungen. In der Tendenz waren die Geschwindigkeitsverstöße von Unfallverursachern aber größer.

4.3.1.1 Angabe Geschwindigkeitsverstöße insgesamt

Ein Vergleich der subjektiv angegebenen Geschwindigkeitsüberschreitungen mit den objektiv in den Fahrzeugdaten festgestellten war für 75 Fahrer möglich. Für 11 Fahrer lagen keine Angaben zur Geschwindigkeit und/oder zulässigen Höchstgeschwindigkeit vor. Ein Fall wurde ausgeschlossen, da sich die Geschwindigkeitsangabe auf den Zeitpunkt kurz vor einem Abbiegemanöver bezog und somit nach dem Zeitpunkt lag, zu dem in den Fahrzeugdaten eine Geschwindigkeitsüberschreitung festgehalten wurde.

Tabelle 4.17 Häufigkeit der Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und laut Angaben im Interview

EDR (n)	Angabe Interview (n)					gesamt
	keine	5 - 10 km/h	11 - 20 km/h	> 20 km/h		
keine	47	1	0	0	48	
5 - 10 km/h	5	2	0	0	7	
11 - 20 km/h	9	2	0	0	11	
> 20 km/h	3	5	1	0	9	
gesamt	64	10	1	0	75	

Ein Rand-Homogenitäts-Test ergab, dass sich die Geschwindigkeitsangaben im Interview im Hinblick auf Geschwindigkeitsüberschreitungen signifikant von den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten unterschieden ($z = 4.59$, $p < .001$). Aus Tabelle 4.17 wird ersichtlich, dass 14.7 % der Fahrer im Interview angaben, sie hätten die zulässige Höchstgeschwindigkeit um mindestens 5 km/h überschritten gehabt. Dagegen wurden in den Fahrzeugdaten für 36.0 % Geschwindigkeitsüberschreitungen festgestellt. Wurden keine Geschwindigkeitsüberschreitungen angegeben, zeigten die Fahrzeugdaten etwa für ein Viertel (26.6 %) dennoch Geschwindigkeitsüberschreitungen. In Tabelle 4.17 ist zudem ersichtlich, dass Fahrer vorwiegend geringe Geschwindigkeitsüberschreitungen von 5 bis 10 km/h und keine hohen Geschwindigkeitsverstöße von mehr als 20 km/h angaben. Tendenziell berichteten Fahrer mit einem hohen Geschwindigkeitsverstoß im Interview eher, sie hätten die zulässige Höchstgeschwindigkeit überschritten gehabt als Fahrer mit Geschwindigkeitsüberschreitungen bis 20 km/h. Das eingeräumte Ausmaß der Geschwindigkeitsüberschreitung war jedoch geringer. Lagen laut Fahrzeugdaten Geschwindigkeitsüberschreitungen zwischen 5 km/h und 20 km/h vor, gaben die Fahrer im Interview tendenziell eher an, sie hätten die zulässige Höchstge-

schwindigkeit nicht überschritten gehabt. Eine Person berichtete, sie hätte eine niedrige Geschwindigkeitsüberschreitung von 5 bis 10 km/h begangen gehabt, die in den Fahrzeugdaten jedoch nicht ersichtlich war. Alles in allem wurde die Hypothese H 2.1, dass sich Geschwindigkeitsverstöße in den Fahrzeugdaten und in den Aussagen der Fahrer unterschiedlich häufig zeigen, bestätigt.

Ein Abgleich der subjektiv angegebenen mit der objektiv zulässigen Höchstgeschwindigkeit zeigte, dass 18 Fahrer von einer anderen Geschwindigkeitsbegrenzung ausgingen als der offiziell gültigen. Die eine Hälfte gab eine niedrigere zulässige Höchstgeschwindigkeit an, die andere eine höhere. Sechs Fahrer, die eine Geschwindigkeitsüberschreitung nicht oder nur in geringerem Ausmaß berichteten, gaben eine andere zulässige Höchstgeschwindigkeit an als die an der Unfallstelle offiziell gültige. In fünf dieser Fälle gab es kurz vor der Unfallstelle eine Änderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Bei vier davon hätte das Berichten der richtigen zulässigen Höchstgeschwindigkeit zur Angabe einer Geschwindigkeitsüberschreitung (in höherem Ausmaß) geführt. Hier ist vorstellbar, dass der Fahrer die Änderung der Geschwindigkeitsbegrenzung nicht wahrgenommen und somit die zulässige Höchstgeschwindigkeit nicht absichtlich überschritten hatte. In den anderen Fällen gaben die Fahrer zusätzlich wesentlich geringere Geschwindigkeiten an, als sie laut Fahrzeugdaten gefahren worden waren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Fahrer signifikant seltener eine Geschwindigkeitsüberschreitung angaben, als es sich in den Fahrzeugdaten zeigte. Lag laut Fahrzeugdaten eine hohe Geschwindigkeitsüberschreitung vor, berichteten die Fahrer eher, sie hätten eine Geschwindigkeitsüberschreitung begangen gehabt, als bei Geschwindigkeitsüberschreitungen im niedrigen Bereich. Das berichtete Ausmaß war aber wesentlich geringer. In einigen Fällen führte eine falsche Annahme über die zulässige Höchstgeschwindigkeit dazu, dass keine Geschwindigkeitsüberschreitung berichtet wurde. Solche Geschwindigkeitsverstöße könnten unbewusst erfolgt sein.

4.3.1.2 Angabe Geschwindigkeitsverstöße nach Rolle Unfallbeteiligung

Ein Vergleich der Unfallverursacher und der weiteren Unfallbeteiligten hinsichtlich der Angabe begangener Geschwindigkeitsüberschreitungen mittels eines exakten Chi-Quadrat-Tests nach Fisher ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Rolle der Unfallbeteiligung und der Angabe von Geschwindigkeitsüberschreitungen ($\chi^2(1) = 6.45, p = .018, V = .49$). Tabelle 4.18 zeigt, dass in Fällen, in denen laut Fahrzeugdaten ein Geschwindigkeitsverstoß begangen worden war, Unfallverursacher häufiger Geschwindigkeitsüberschreitungen angaben als die weiteren Unfallbeteiligten. Um potenzielle Alternativerklärungen für diesen Unterschied zu prüfen, wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Angabe von Geschwindigkeitsüberschreitungen und dem Alter der Fahrer sowie der Dauer des Führerscheinbesitzes

untersucht. Es zeigte sich weder bezüglich des Alters ($U = 47.60, z = -1.91, p = .056, r = -0.37$) noch bezüglich der Dauer des Führerscheinbesitzes ($U = 48.00, z = -1.86, p = .063, r = -0.36$) ein signifikanter Zusammenhang. In der Tendenz gaben jüngere Fahrer und Personen mit kürzerem Führerscheinbesitz aber häufiger Geschwindigkeitsüberschreitungen an.

Tabelle 4.18 Subjektive Angabe Geschwindigkeitsüberschreitung bei Vorliegen eines Geschwindigkeitsverstoßes laut EDR-Daten nach Rolle Unfallbeteiligung

subjektive Angabe	Rolle Unfallbeteiligung (n)			
	Geschwindigkeitsüberschreitung (n)	Verursacher	Beteiligte	gesamt
ja	8	2	10	
nein	5	12	17	
gesamt	13	14	27	

Eine vertiefende Einzelfallanalyse ergab, dass sowohl Unfallverursacher (5 von 7 Verstößen $> 20 \text{ km/h}$) als auch weitere Unfallbeteiligte (1 von 2 Verstößen $> 20 \text{ km/h}$) vorwiegend bei Begehen einer sehr hohen Geschwindigkeitsüberschreitung eine geringere Geschwindigkeitsüberschreitung einräumten. Unfallverursacher begingen allerdings mehr sehr hohe Geschwindigkeitsverstöße. Dennoch gaben auch Unfallverursacher mit geringen Geschwindigkeitsüberschreitungen häufiger einen Geschwindigkeitsverstoß an als die weiteren Unfallbeteiligten (3 von 6 Unfallverursachern vs. 1 von 12 weiteren Unfallbeteiligten). Unabhängig von der Rolle der Unfallbeteiligung berichteten eher die Fahrer eine geringe Geschwindigkeitsüberschreitung, bei denen die zu hohe Geschwindigkeit zur Entstehung des Unfalls geführt oder zumindest beigetragen hatte (5 von 7 unfallursächlichen Geschwindigkeitsverstößen vs. 5 von 20 nicht ursächlichen). Eine separate Gegenüberstellung des Ausmaßes der Geschwindigkeitsüberschreitung laut EDR-Daten und der Angabe im Interview für Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte ist in Anhang C dargestellt.

Abschließend kann festgehalten werden, dass Unfallverursacher signifikant häufiger angaben, zu schnell gefahren zu sein als die weiteren Unfallbeteiligten. Ihre Geschwindigkeitsverstöße lagen vorwiegend im höheren Bereich, während sie eher geringere Verstöße im Interview einräumten. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die zu hohe Geschwindigkeit unfallursächlich gewesen war.

4.3.1.3 Angabe Geschwindigkeitsverstöße nach Ortslage

Mittels eines exakten Chi-Quadrat-Tests nach Fisher wurde zudem untersucht, ob die Fahrer mit Geschwindigkeitsverstoß in Abhängigkeit von der Ortslage unterschiedlich häufig selbst

eine Geschwindigkeitsüberschreitung berichteten. Hier ergab sich kein signifikanter Zusammenhang ($\chi^2(1) = 1.99, p = .219, V = .27$). Tabelle 4.19 kann entnommen werden, dass sowohl innerorts als auch außerorts jeweils fünf Fahrer eine Geschwindigkeitsüberschreitung angaben, bei denen laut Fahrzeugdaten ein Geschwindigkeitsverstoß vorgelegen hatte. Insgesamt gab es außerorts mehr Geschwindigkeitsüberschreitungen. Auch hier räumten unabhängig von der Ortslage vor allem Fahrer, die eine sehr hohe Geschwindigkeitsüberschreitung begangen hatten, eine geringe Überschreitung ein. Der Vergleich des Ausmaßes der Geschwindigkeitsüberschreitung laut EDR-Daten und der Aussage des Fahrers in Abhängigkeit von der Ortslage ist in Anhang D abgebildet.

Tabelle 4.19 Subjektive Angabe Geschwindigkeitsüberschreitung bei Vorliegen eines Geschwindigkeitsverstößes laut EDR-Daten nach Ortslage

subjektive Angabe Geschwindigkeitsüberschreitung (n)	Ortslage (n)		
	innerorts	außerorts	gesamt
ja	5	5	10
nein	4	13	17
gesamt	9	18	27

Alles in allem wurden somit unabhängig von der Ortslage bei hohen Geschwindigkeitsverstößen geringe Geschwindigkeitsverstöße berichtet.

4.3.2 Genauigkeit Geschwindigkeitsangabe

In den Vergleich der subjektiven Geschwindigkeitsangabe mit der gefahrenen Geschwindigkeit laut EDR wurden nur die 97 Fahrer einbezogen, deren Angabe zur Unfallentstehung plausibel war und für die eine Geschwindigkeitsangabe vorlag.

4.3.2.1 Vergleich Geschwindigkeitsangabe insgesamt

Die subjektive Angabe zur gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall wurde mittels Vorzeichenrangtest nach Wilcoxon mit der ausgewählten Vergleichsgeschwindigkeit aus den aufgezeichneten EDR-Daten verglichen. Dieser ergab, dass die von den Fahrern im Interview angegebene Geschwindigkeit signifikant niedriger war als die gefahrene Geschwindigkeit laut EDR ($z = -6.89, p < .001, r = -0.50$). So ist in Abbildung 4.10 ersichtlich, dass der Großteil eine zu geringe Geschwindigkeit berichtete. 83.5 % der Geschwindigkeitsangaben liegen unterhalb der hellgrauen Diagonalen, welche die vollständige Übereinstimmung mit der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit darstellt. Lediglich in zwei Fällen stimmten die Angabe des Fahrers und

die EDR-Geschwindigkeit exakt überein. 14.4 % der Fahrer gaben eine höhere Geschwindigkeit an als aus dem EDR ersichtlich. Bei mehr als der Hälfte der Fahrer (53.6 %) wichen die Geschwindigkeitsangabe um mehr als ± 10 km/h von der EDR-Geschwindigkeit ab. Die Bandbreite in Tabelle 4.20 reicht von 100 km/h unter der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit bis zu 31 km/h über dieser. In Abbildung 4.10 fällt auf, dass sich die subjektive Geschwindigkeitsangabe in den Geschwindigkeitsbereichen über 150 km/h stärker von der EDR-Geschwindigkeit unterschied als in den niedrigeren Geschwindigkeitsbereichen. Die größten Differenzen zeigten sich bei Fahrern auf der Überholspur der Autobahn, die 200 km/h oder schneller gefahren waren. Auffällig ist zudem eine Gruppe von Fahrern, die selbst angab, sie hätte (fast) gestanden gehabt, laut Fahrzeugdaten aber gefahren war. Diese Fahrer hatten verkehrsbedingt oder aufgrund eines Fahrmanövers abgebremst, bevor ihnen ein nachfolgendes Fahrzeug aufgefahren war. Bei den 81 Fahrern, die eine geringere Geschwindigkeit berichteten, lagen 60.5 % der Geschwindigkeitsangaben mehr als 10 km/h unter der gefahrenen EDR-Geschwindigkeit. Im niedrigen Geschwindigkeitsbereich von weniger als 40 km/h gaben die meisten Fahrer ebenfalls eine zu niedrige Geschwindigkeit an.

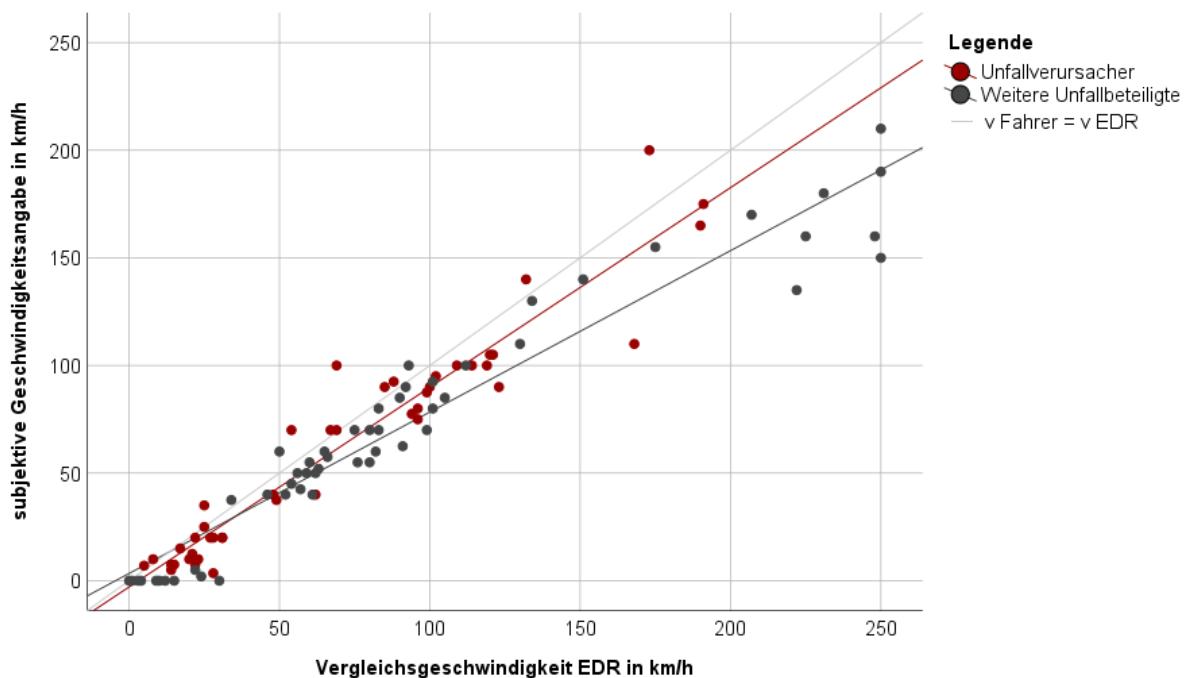


Abbildung 4.10 Streudiagramm der subjektiven Geschwindigkeitsangabe im Vergleich zur Vergleichsgeschwindigkeit aus dem EDR

Betrachtet man in Abbildung 4.10 die Fälle genauer, in denen der Fahrer eine höhere Geschwindigkeit angab, fällt auf, dass die meisten Geschwindigkeitsangaben nur in geringem Ausmaß von der EDR-Geschwindigkeit abwichen. In neun der 14 Fälle betrug die Differenz weniger als 10 km/h. Fehleinschätzungen dieser Art kamen in allen Geschwindigkeitsbereichen vor. Am häufigsten sind Überschätzungen aber im Geschwindigkeitsbereich bis 100 km/h

erkennbar. Eine Betrachtung der Fälle, in denen die Angabe mindestens 10 km/h über der EDR-Geschwindigkeit lag, ergab keine erkennbaren Muster. Es gab sowohl Personen, welche im Interview ihre Geschwindigkeit bei der Durchführung eines Fahrmanövers (z. B. Abbiegen oder Spurwechsel) überschätzt hatten, als auch Personen, die mit konstanter Geschwindigkeit gefahren waren und möglicherweise ihre Fahrgeschwindigkeit falsch rekonstruiert hatten. In einem Fahrunfall könnte die Auswahl der Vergleichsgeschwindigkeit aufgrund einer starken Geschwindigkeitsreduktion in der Vorunfallphase zu einer im Vergleich zu hohen Geschwindigkeitsangabe geführt haben.

Tabelle 4.20 Absolute und prozentuale Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe von der EDR-Geschwindigkeit

		n	Mdn	Min	Max (-)	Max (+)
Verursacher	absolut (km/h)	44	-9.0	0.0	-58.0	31.0
	prozentual	44	-13.2 %	0.0 %	-87.5 %	44.9 %
Beteiligte	absolut (km/h)	53	-12.0	0.0	-100.0	10.0
	prozentual	53	-19.1 %	0.0 %	-100.0 %	20.0 %
Gesamt	absolut (km/h)	97	-11.0	0.0	-100.0	31.0
	prozentual	97	-16.7 %	0.0 %	-100.0 %	44.9 %

Anmerkung Max (-) besagt, um wieviel niedriger als die EDR-Geschwindigkeit die subjektive Geschwindigkeitsangabe maximal war und Max (+), um wieviel höher.

Alles in allem hat sich die Hypothese H 2.2, dass sich die subjektive Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten Geschwindigkeit unterscheidet, bestätigt. Die meisten Fahrer gaben eine niedrigere Geschwindigkeit an als sie laut Fahrzeugdaten gefahren waren. Eine exakte Übereinstimmung gab es nur in Einzelfällen. Nur wenige Fahrer berichteten eine höhere Geschwindigkeit. Dabei fanden sich weder hinsichtlich des Geschwindigkeitsbereichs noch hinsichtlich des Fahrmanövers Muster bezüglich des Auftretens zu hoher Angaben. Die subjektive Geschwindigkeitsangabe wichen in mehr als der Hälfte der Fälle um mehr als 10 km/h ab. Insgesamt waren die Abweichungen im sehr hohen Geschwindigkeitsbereich größer. Die höchsten Differenzen gab es bei schnellen Überholern auf der Autobahn. Fahrer, denen im Abbremsvorgang aufgefahren worden war, hatten häufig die subjektive Erinnerung, sie hätten zum Unfallzeitpunkt gestanden.

4.3.2.2 Rolle Unfallbeteiligung

Ein Mann-Whitney-U-Test ergab, dass sich Unfallverursacher und die weiteren Unfallbeteiligten signifikant bezüglich der Abweichung ihrer Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit unterschieden ($U = 861.50$, $z = -2.21$, $p = .027$, $r = -0.22$). Aus Abbildung 4.10 und Abbildung 4.11 kann entnommen werden, dass die weiteren Unfallbeteiligten die Geschwindigkeit in höherem Ausmaß und häufiger zu niedrig angaben als die Unfallverursacher. So verläuft die Regressionslinie der weiteren Unfallbeteiligten in Abbildung 4.10 flacher als bei den Unfallverursachern. Dies ist auch auf die Ausreißer-Gruppe der schnellen Überholer zurückzuführen, die über 200 km/h gefahren war und deren Geschwindigkeitsangabe am stärksten nach unten abwich. Höhere Geschwindigkeitsangaben als sie aus den EDR-Daten ersichtlich waren, wurden fast ausschließlich von Unfallverursachern gemacht. Tabelle 4.20 zeigt, dass deren Ausmaß bei den Unfallverursachern zusätzlich größer war als bei den weiteren Unfallbeteiligten. Dadurch hat sich die Hypothese H 2.3, dass sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte im Hinblick auf die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe unterscheiden, bestätigt. Das Alter der Fahrer ($r_s = -0.07$, $p = .529$) und die Dauer des Führerscheinbesitzes (vgl. Kapitel 4.3.2.7) konnten als Alternativerklärungen für diesen Unterschied ausgeschlossen werden.

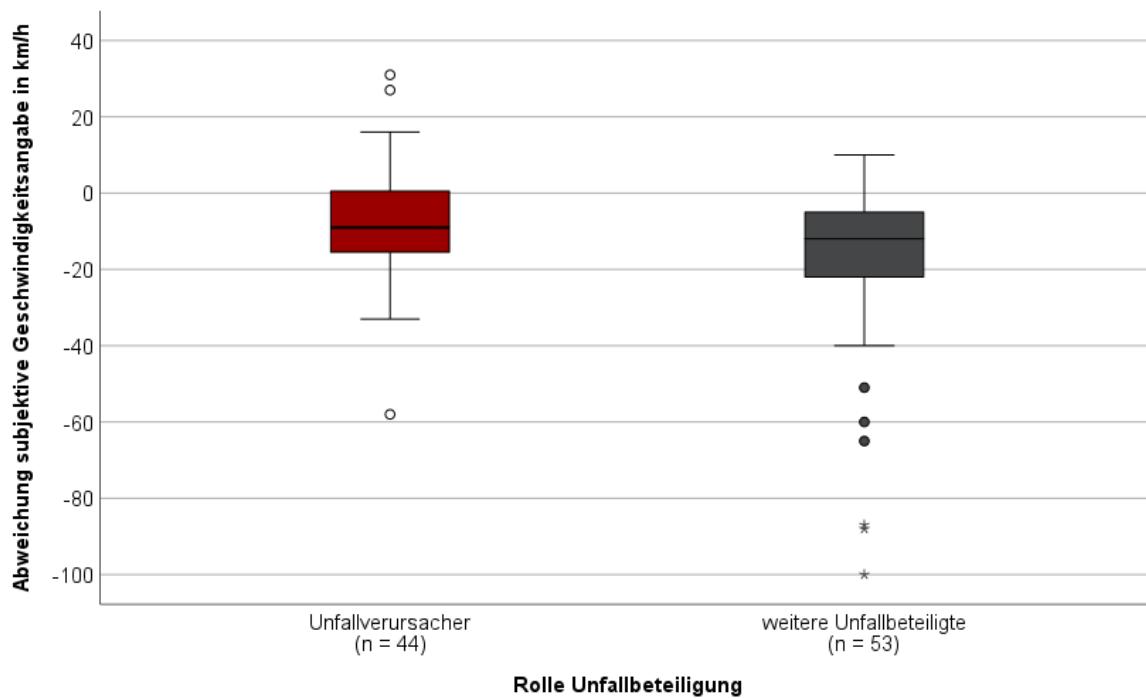


Abbildung 4.11 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die weiteren Unfallbeteiligten signifikant häufiger und in größerem Ausmaß zu niedrige Geschwindigkeiten berichteten als die Unfallverursacher.

4.3.2.3 Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Von 67 Fahrern, die auf einem Streckenabschnitt mit einer offiziell gültigen zulässigen Höchstgeschwindigkeit verunfallt waren, gaben knapp die Hälfte (46.3 %) eine Geschwindigkeit an, die im Bereich ± 10 km/h um die berichtete zulässige Höchstgeschwindigkeit lag. Eine exakte Übereinstimmung gab es bei neun Fahrern. Tabelle 4.21 zeigt, dass Fahrer, die eine Geschwindigkeit nahe der subjektiv gültigen zulässigen Höchstgeschwindigkeit angaben, in der Vorunfallphase signifikant häufiger konstant gefahren waren ($\chi^2(1) = 20.34, p < .001, V = .55$). War ein Fahrmanöver, wie Abbiegen, Wenden, Bremsen oder Beschleunigen durchgeführt worden, lag die Geschwindigkeitsangabe meist nicht im Bereich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Die Hypothese H 2.4, dass Fahrer in passenden Fahrsituationen häufig eine Geschwindigkeit in der Nähe der zulässigen Höchstgeschwindigkeit angeben, hat sich somit bestätigt.

Tabelle 4.21 Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeitsangabe nahe der berichteten zulässigen Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fahrmanöver

Geschwindigkeitsangabe ± 10 km/h v zulässig	Fahrmanöver (n)		
	konstant	nicht konstant	gesamt
ja	21	10	31
nein	5	31	36
gesamt	26	41	67

Im Hinblick auf die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe von der berichteten zulässigen Höchstgeschwindigkeit erfolgte eine vertiefende Analyse der 26 Fälle, in denen der Fahrer vor dem Unfall mit konstanter Geschwindigkeit gefahren war. In Abbildung 4.12 ist ersichtlich, dass die meisten Fahrer eine niedrigere Geschwindigkeit als die berichtete zulässige Höchstgeschwindigkeit angaben. Eine exakte Übereinstimmung gab es in sieben Fällen. Zehn Fahrer gaben einen Geschwindigkeitsbereich an. Bei sechs davon bildete die subjektiv angegebene zulässige Höchstgeschwindigkeit den oberen oder unteren Rand der Geschwindigkeitsangabe. Bei den fünf Fahrern mit einer Abweichung von mehr als 10 km/h gab es laut eigener Angabe besondere persönliche Belange oder Witterungs- oder Verkehrsumstände, die zu einer geringeren Geschwindigkeitswahl geführt hatten.

Im Vergleich zur laut EDR gefahrenen Geschwindigkeit gaben die meisten Fahrer (19 von 26) zu niedrige Geschwindigkeiten an. In zehn Fällen betrug die Abweichung mehr als 10 km/h. Wie in Kapitel 4.3.1.1 beschrieben, entsprach die angegebene zulässige Höchstgeschwindigkeit in manchen Fällen nicht der offiziell gültigen.

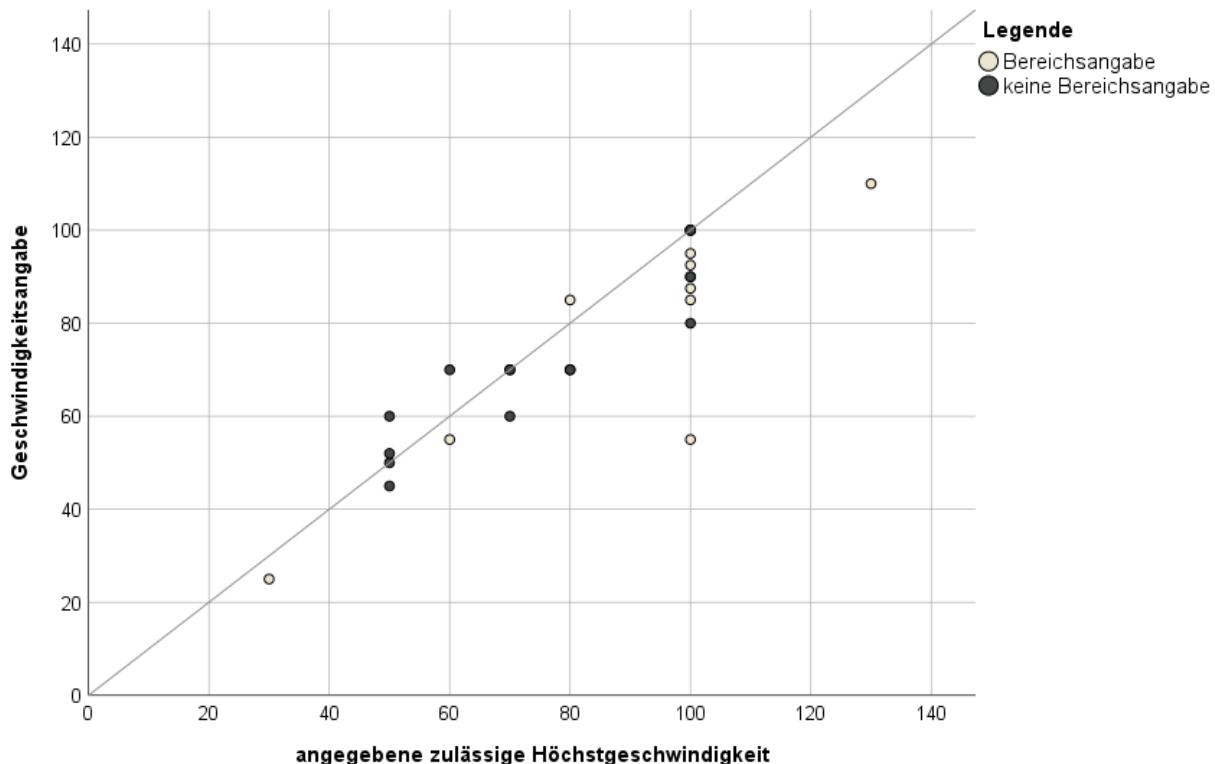


Abbildung 4.12 Streudiagramm der subjektiven Geschwindigkeitsangabe im Vergleich zur subjektiv angegebenen Höchstgeschwindigkeit bei konstanter Fahrt

Alles in allem zeigte die Analyse, dass Fahrer mit konstanter Fahrt in der Vorunfallphase im Großteil eine Geschwindigkeit in der Nähe der berichteten zulässigen Höchstgeschwindigkeit angaben, meist knapp darunter. Gab es in der Vorunfallphase ein Fahrmanöver, lag die Geschwindigkeitsangabe zum Großteil nicht im Bereich der subjektiven zulässigen Höchstgeschwindigkeit.

4.3.2.4 Ortslage

Ein Kruskal-Wallis-Tests zeigte, dass die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Ortslage signifikant verschieden war ($H(2) = 6.98, p = .030$). Anschließend durchgeföhrte paarweise Vergleiche der verschiedenen Ortslagen mit nach Bonferroni korrigierten p -Werten ergaben, dass sich die Abweichungen innerorts und auf der Autobahn signifikant unterschieden ($p = 0.029, r = 0.36$). In Abbildung 4.13 ist ersichtlich, dass die Geschwindigkeitsangaben von Fahrern,

die auf der Autobahn ($Mdn = -20.0 \text{ km/h}$) verunfallt waren, in stärkerem Ausmaß von der aufgezeichneten Geschwindigkeit abwichen als diejenigen bei Fahrern von Unfällen innerorts ($Mdn = -8.8 \text{ km/h}$). Fahrer von Autobahn-Unfällen gaben vor allem in größerem Ausmaß zu niedrige Geschwindigkeiten an. Bei Fahrern die außerorts ($Mdn = -10.0 \text{ km/h}$) verunfallt waren, zeigten sich weder im Vergleich mit den innerorts ($p = 0.940, r = 0.12$) noch mit den auf der Autobahn Verunfallten ($p = 0.164, r = 0.23$) signifikante Unterschiede hinsichtlich der Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe.

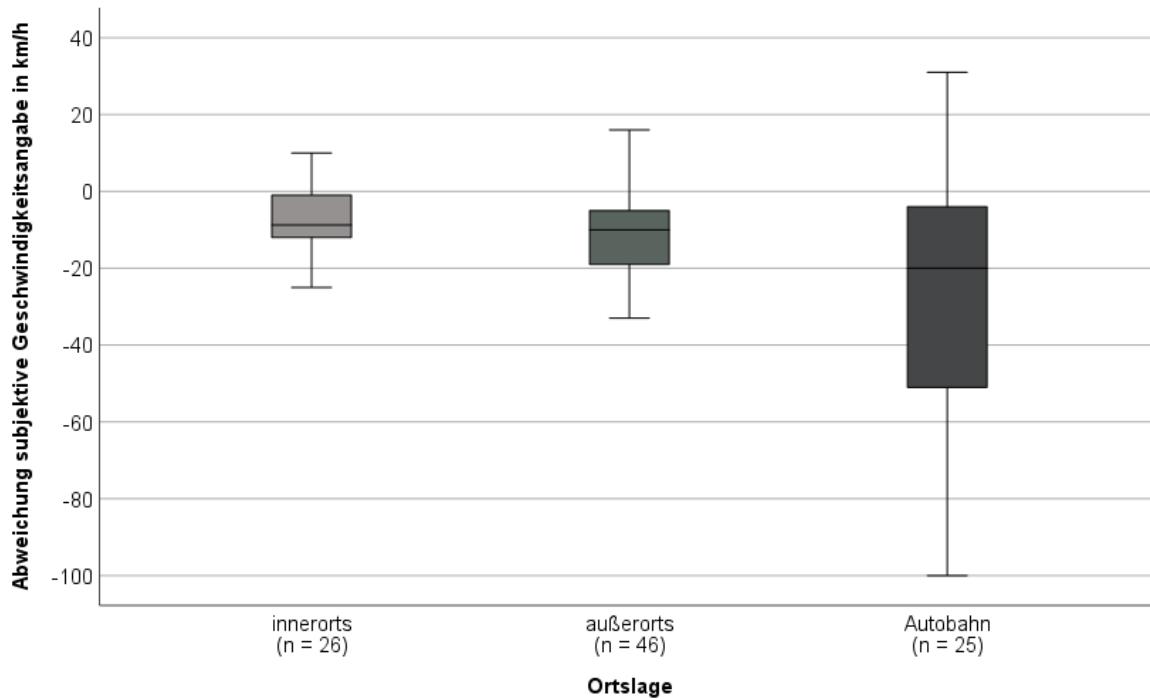


Abbildung 4.13 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Ortslage

Abschließend kann hinsichtlich der explorativen Hypothese H 2.5 festgehalten werden, dass die subjektive Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Ortslage unterschiedlich stark von der aufgezeichneten Geschwindigkeit abwich. Die Angaben von Fahrern aus Autobahn-Unfällen differierten am stärksten und lagen signifikant deutlicher unterhalb der EDR-Geschwindigkeit als bei den innerorts Verunfallten.

4.3.2.5 Unfallursache

Explorativ wurde geprüft, ob die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe mit dem Vorliegen einer Unfallursache in Zusammenhang stand. Eine grafische Darstellung der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache ist in Abbildung 4.14 dargestellt. Ein Mann-Whitney-U-Test ergab, dass sich Fahrer, die unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen hatten ($Mdn = -10.5 \text{ km/h}$), hinsichtlich der

Abweichung der Geschwindigkeitsangabe nicht signifikant von Fahren ohne Unfallursache unterschieden ($Mdn = -11.0 \text{ km/h}$, $U = 1157.50$, $z = -0.09$, $p = .928$, $r = -0.01$).

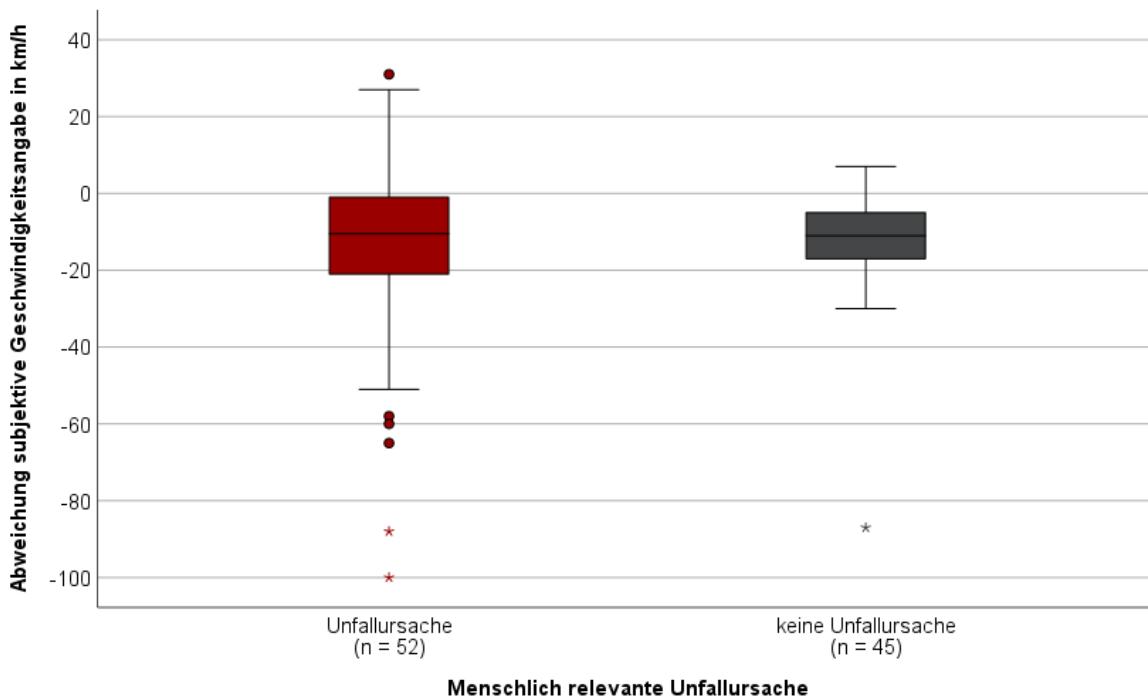


Abbildung 4.14 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache

Weiter wurde explorativ betrachtet, ob bei Vorliegen einer Unfallursache die Abweichung in Abhängigkeit von der Art der Unfallursache verschieden war. Hierfür wurde die erste vergebene Unfallursache herangezogen und eine Analyse mit 50 Fällen durchgeführt, in denen eine näher definierte, menschlich relevante Unfallursache vorlag. Ein Kruskal-Wallis-Tests ergab, dass die Unfallursachenart die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe signifikant beeinflusste ($H(2) = 13.82$, $p < .001$). Im Anschluss durchgeführte paarweise Vergleiche der Unfallursachenarten mit nach Bonferroni korrigierten p -Werten zeigten, dass die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe von den EDR-Daten zwischen Fahrern mit Informationsaufnahmefehler und Fahrern mit Informationsverarbeitungsfehlern signifikant verschieden war ($p < 0.001$, $r = 0.57$). Aus Abbildung 4.15 ist ersichtlich, dass Fahrer mit Informationsverarbeitungsfehlern ($Mdn = -37.0 \text{ km/h}$) in stärkerem Ausmaß eine zu niedrige Geschwindigkeit berichteten als Fahrer mit Informationsaufnahmefehler ($Mdn = -8.3 \text{ km/h}$). Bei Vorliegen eines Informationsverarbeitungsfehlers wichen die Geschwindigkeitsangabe auch insgesamt in stärkerem Ausmaß von der aufgezeichneten Geschwindigkeit ab. Für Fahrer mit Zielsetzungsfehler ($Mdn = -8.5 \text{ km/h}$) bestand im Hinblick auf die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe weder im Vergleich mit dem Vorliegen eines Informationsaufnahmefehlers ($p = 1.000$, $r = 0.08$)

noch mit dem Vorhandensein eines Informationsverarbeitungsfehlers ein signifikanter Unterschied ($p = .055$, $r = 0.48$). Das Signifikanzniveau wurde allerdings nur knapp überschritten. In der Tendenz war das Ausmaß der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten Geschwindigkeit bei Fahrern mit Zielsetzungsfehler aber ebenfalls geringer als bei Fahrern mit Informationsverarbeitungsfehler.

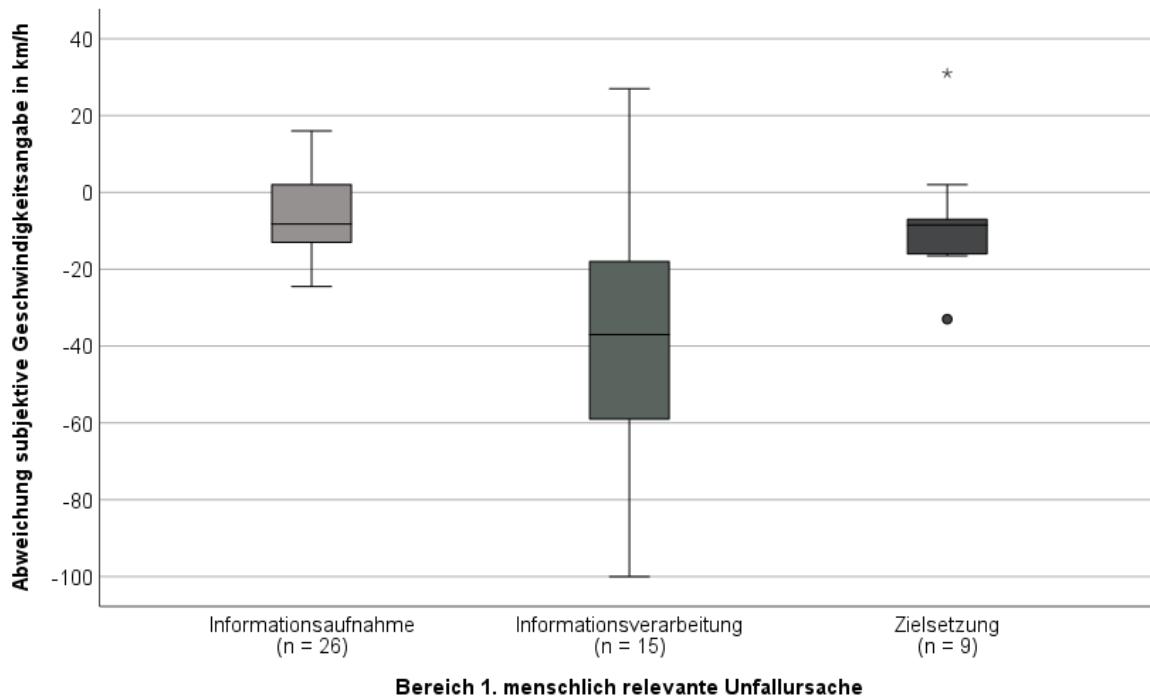


Abbildung 4.15 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art der ersten Unfallursache

Insgesamt zeigte sich hinsichtlich der explorativen Hypothese H 2.6, dass Fahrer mit und ohne Unfallursache sich nicht bezüglich der Abweichung ihrer subjektiven Geschwindigkeitsangabe unterschieden. Bei Vorliegen einer Unfallursache wichen die Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art der Unfallursache unterschiedlich stark von der aufgezeichneten Geschwindigkeit ab. Die Angaben von Fahrern mit Informationsverarbeitungsfehler differierten am stärksten von der EDR-Geschwindigkeit verglichen mit Fahrern mit Informationsaufnahme- oder Zielsetzungsfehler. Hier lag die Geschwindigkeitsangabe meist deutlich unterhalb der aufgezeichneten Geschwindigkeit.

4.3.2.6 Unfallszenarien

Die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit wurde explorativ in Abhängigkeit vom Unfallszenario in den beiden nachfolgend definierten Gruppen untersucht. Die Auswertung erfolgte separat für Unfallszenarien, in denen der Fahrer

selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatte (Gruppe 1) und Szenarien, in denen der Fahrer auf das Fehlverhalten einer anderen Person reagieren hatte müssen (Gruppe 2).

Gruppe 1 - Eigener unfallauslösender Fehler

In Abbildung 4.16 ist die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von den Unfallszenarien der Gruppe 1 „eigener unfallauslösender Fehler“ dargestellt. Ein Kruskal-Wallis-Test zeigte, dass die Angaben von Fahrern, welche entweder die Vorfahrt missachtet ($Mdn = -8.5 \text{ km/h}$), einer anderen Person aufgefahren ($Mdn = -8.5 \text{ km/h}$), von der eigenen Fahrspur abgekommen ($Mdn = -7.5 \text{ km/h}$) oder aufgrund zu hoher Geschwindigkeit ($Mdn = -16.3 \text{ km/h}$) verunfallt waren, sich nicht signifikant hinsichtlich der Abweichung ihrer Geschwindigkeitsangabe von den EDR-Daten unterschieden ($H(3) = 4.99, p = .173$).

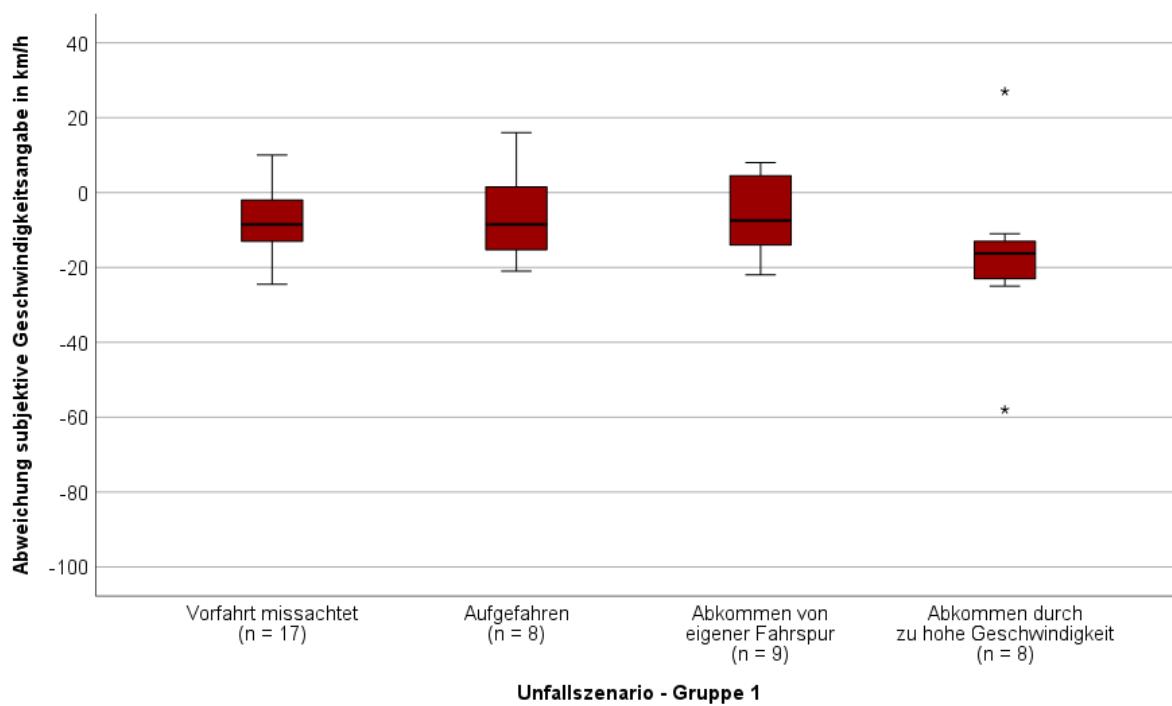


Abbildung 4.16 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art des Unfallszenarios in Szenario-Gruppe 1

Alles in allem differierte die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe demnach nicht signifikant in den Unfallszenarien, in denen die Person selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatte.

Gruppe 2 – Fehlverhalten anderer Person

Hier zeigte ein Kruskal-Wallis-Test, dass die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in dieser Gruppe signifikant durch das Unfallszenario beeinflusst wurde ($H(3) = 16.75, p < .001$). Paarweise Vergleiche der einzelnen Szenarien mit nach Bonferroni korrigierten p -Werten ergaben, dass die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe zwischen

Fahrern, die auf einen Spurwechsler aufgefahren waren und Fahrern, denen die Vorfahrt genommen worden war, signifikant verschieden war ($p = 0.003$, $r = 0.65$). Abbildung 4.17 verdeutlicht, dass Fahrer, die auf einen Spurwechsler aufgefahren waren ($Mdn = -45.5 \text{ km/h}$) in stärkerem Ausmaß eine zu niedrige Geschwindigkeit angaben als Fahrer, denen in Abbiege- und Kreuzungssituationen die Vorfahrt genommen worden war ($Mdn = -9.5 \text{ km/h}$). Dies war auch im Vergleich mit Personen der Fall, denen das nachfolgende Fahrzeug aufgefahren war ($Mdn = -4.0 \text{ km/h}$, $p = 0.002$, $r = -0.80$). Tendenziell ist dies in Abbildung 4.17 auch bei Fahrern zu erkennen, denen ein Fahrzeug auf der eigenen Spur entgegengekommen war ($Mdn = -12.0 \text{ km/h}$). Der Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p = 0.097$, $r = 0.50$). Alle weiteren Paarvergleiche waren nicht signifikant.

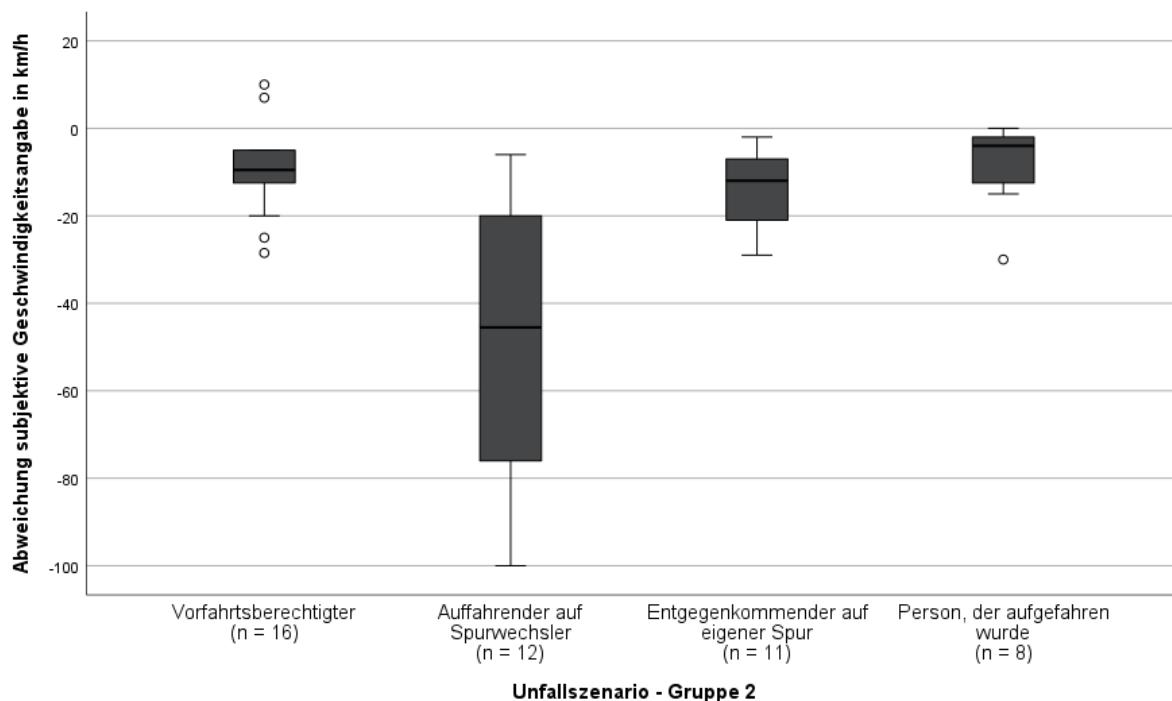


Abbildung 4.17 Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Art des Unfallszenarios in Szenario-Gruppe 2

Zusammenfassend kann hinsichtlich der explorativen Hypothese H 2.7 festgehalten werden, dass die Geschwindigkeitsangabe von Fahrern, die einem Spurwechsler aufgefahren waren, stärker von der EDR-Geschwindigkeit abwich als bei den Fahrern der anderen Unfallszenarien in Gruppe 2. Dies passt zu den Erkenntnissen der Analyse in Kapitel 4.3.2.1, dass sich die größten Differenzen zwischen der angegebenen und der aufgezeichneten Geschwindigkeit bei schnellen Überholern auf der Autobahn zeigten. Die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe war demnach bei Unfällen, in denen der Fahrer auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatte reagieren müssen, in Abhängigkeit von der Art des Unfallszenarios verschieden.

4.3.2.7 Fahrerfahrung

Weiterhin wurde untersucht, ob zwischen der Fahrerfahrung des Fahrers und der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe von der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit ein Zusammenhang bestand. Hierbei wurde sowohl die Fahrerfahrung insgesamt als auch die Fahrerfahrung mit dem Unfallfahrzeug betrachtet. In Tabelle 4.22 sind die Ergebnisse der berechneten Korrelationskoeffizienten nach Spearman dargestellt. Diese zeigen, dass die Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe weder mit der Länge des Fahrerlaubnisbesitzes noch mit der Fahrleistung des Fahrers in den letzten 12 Monaten vor dem Unfall signifikant in Zusammenhang stand. Auch mit der Nutzungsdauer des Unfallfahrzeugs bestand keine signifikante Korrelation. Eine separate Betrachtung für die Unfallverursacher und weiteren Unfallbeteiligten ergab keinen signifikanten Zusammenhang der Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe mit diesen Aspekten der Fahrerfahrung. Die Hypothese H 2.8a, dass kein Zusammenhang zwischen der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe und der allgemeinen Fahrerfahrung besteht, hat sich bestätigt. Hypothese H 2.8b, dass die Fahrerfahrung mit dem Unfallfahrzeug mit der Abweichung in Zusammenhang steht, wird hingegen verworfen.

Tabelle 4.22 Korrelationen zwischen der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe und den Variablen zur Fahrerfahrung des Fahrers

	Besitz			Fahrleistung			Nutzungsdauer		
	Fahrerlaubnis			letzte 12 Monate			Fahrzeug		
	n	r _s	p	n	r _s	p	n	r _s	p
Verursacher	41	0.07	.682	40	-0.07	.687	42	0.02	.885
Beteiligte	51	0.04	.804	47	-0.14	.353	53	-0.02	.916
Gesamt	92	-0.05	.625	87	-0.11	.304	95	-0.01	.892

Anmerkung *r_s = Korrelationskoeffizienten nach Spearman*

Abschließend kann festgehalten werden, dass weder die Fahrerfahrung allgemein noch die Fahrerfahrung mit dem konkreten Unfallfahrzeug einen signifikanten Einfluss darauf hatte, wie und in welchem Ausmaß die Geschwindigkeitsangabe des Fahrers von der aufgezeichneten Geschwindigkeit abwich.

4.3.2.8 Zeitlicher Abstand Interview

Eine Betrachtung des zeitlichen Abstands des Interviews zum Unfall ergab keinen signifikanten Zusammenhang mit der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe von der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit ($r_s = 0.06, p = .588$). Auch eine subgruppenspezifische Betrachtung ergab weder für die Unfallverursacher ($r_s = 0.11, p = .458$) noch für die weiteren Unfallbeteiligten ($r_s = 0.06, p = .640$) eine signifikante Korrelation. Dies bestätigt Hypothese H 2.9, dass kein Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Abstand des Interviews und der Abweichung der subjektiven Geschwindigkeitsangabe besteht.

In Summe beeinflusste der Zeitpunkt des Interviews demnach nicht signifikant, wie und in welchem Ausmaß die Geschwindigkeitsangabe von der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit abwich.

4.4 Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe

In diesem Kapitel wird die Übereinstimmung der Reaktionsangabe mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten untersucht. Der Vergleich der beiden Reaktionseinschätzungen erfolgte dabei nur für die 90 Fahrer, deren Angabe zur Unfallentstehung plausibel war, für die eine auswertbare Reaktionsangabe vorlag und ein sinnvoller Vergleich mit den Fahrzeugdaten möglich war.

4.4.1 Vergleich Reaktionsangabe insgesamt

Als Erstes wurde die Reaktionsangabe der Fahrer mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der Fahrzeugdaten verglichen. Ein exakter Chi-Quadrat Test nach Fisher zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Reaktionsangabe und der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten ($\chi^2(9) = 32.59, p < .001, V = .38$). Die Übereinstimmung zwischen beiden Einschätzungen war allerdings nur mäßig ($\kappa = 0.37, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.24, 0.50]$). In Tabelle 4.23 ist ersichtlich, dass mehr als die Hälfte (55.3 %) der Fahrer, die angab nicht reagiert zu haben, laut Fahrzeugdaten doch eine Reaktion gezeigt hatte. Die meisten hatten sogar in Längs- und Querrichtung reagiert. Berichtete der Fahrer eine Reaktion, war die angegebene Reaktion in 84.6 % der Fälle auch laut Fahrzeugdaten erfolgt. In 27.3 % dieser Fälle gab der Fahrer aber nur einen Teil der in den EDR-Daten ersichtlichen Reaktion an. 15.4 % der Fahrer berichteten eine Reaktion, die laut Fahrzeugdaten nicht oder zum Teil nicht stattgefunden hatte. Eine separate Betrachtung der Quer- und Längsreaktionen ergab, dass nur wenige Fahrer der Stichprobe ausschließlich in Querrichtung reagiert hatten. Hatten die Fahrer allein in Längsrichtung reagiert, wurde die Längsreaktion von einer Vielzahl berichtet. Reaktionen in Längs- und Querrichtung kamen am häufigsten vor. Weniger als die Hälfte der Fahrer berichtete beide Reaktionen und etwas mehr als ein Drittel gab an, keine Reaktion gezeigt zu haben.

Insgesamt wurden nur 47.1 % der Reaktionen, die in den EDR-Daten erkennbar waren, auch vollständig vom Fahrer im Interview berichtet. Die Hypothese H 3.1, dass sich die Angaben der Fahrer zur eigenen Reaktion vor dem Unfall von den vom Fahrzeug aufgezeichneten Reaktionen unterscheidet, wurde somit bestätigt.

Tabelle 4.23 Häufigkeitsverteilung der Reaktionsangaben im Vergleich mit der Reaktions-
einschätzung auf Basis der EDR-Daten

Reaktion laut EDR	Reaktionsangabe Interview (n)				
	keine	quer	längs	quer & längs	gesamt
keine	17	1	2	2	22
quer	3	2	1	0	6
längs	4	1	10	1	16
quer & längs	14	4	8	20	46
gesamt	38	8	21	23	90

Eine vertiefende Betrachtung der Einzelfälle, in denen der Fahrer eine Reaktion angab, die es laut EDR-Daten nicht gegeben hatte, zeigte, dass zwei Fahrer die Reaktion vermutlich falsch rekonstruierten. Beide hatten in der Vorunfallphase zwar eine Reaktion gezeigt, berichteten im Interview aber eine andere Reaktion, die in der Unfallsituation sinnvoll erscheinen würde. Fünf Fahrer gaben eine Reaktion an, die sie erst nach der Kollision gezeigt hatten. Vorstellbar wäre, dass sie fälschlicherweise annahmen, noch vor der dem Unfall reagiert zu haben, oder dass sie die Frage nach der Reaktion auf den falschen Zeitpunkt im Unfallgeschehen bezogen. In einem Fall ist die Abweichung wohl auf ein definitorisches Problem zurückzuführen. Hierbei war in den Fahrzeugdaten kein aktives Ausweichen oder Öffnen der Lenkung erkennbar. Da der Unfall in einem Kurvenbereich stattgefunden hatte, war die Kollision jedoch auf der Nebenspur erfolgt. Aus diesem Grund wurde wohl ein Ausweichen als Reaktion angegeben.

Abschließend kann festgehalten werden, dass viele Reaktionen, die aus den Fahrzeugdaten ersichtlich waren, von den Fahrern nicht berichtet wurden. So war die Angabe, keine Reaktion gezeigt zu haben, in mehr als der Hälfte der Fälle nicht korrekt und in den Fahrzeugdaten doch eine Reaktion erkennbar, meist sogar in Längs- und Querrichtung. Umgekehrt waren die nach Angabe des Fahrers gezeigten Reaktionen in den meisten Fällen korrekt und waren laut EDR-Daten tatsächlich erfolgt. Hatte ausschließlich eine Reaktion in Längsrichtung stattgefunden, wussten viele Fahrer, dass sie entsprechend reagiert hatten. Bei Reaktionen in Längs- und

Querrichtung erinnerte sich mehr als die Hälfte nicht oder nur an einen Teil der Reaktion. Reaktionen ausschließlich in Querrichtung kamen für eine Bewertung zu selten vor. Die lediglich in Einzelfällen falsch angegebenen Reaktionen waren vermutlich auf eine (zeitlich) fehlerhafte Rekonstruktion der eigenen Reaktion oder eine Fehlinterpretation des zeitlichen Bezugs der Interviewfrage zurückzuführen.

4.4.2 Rolle Unfallbeteiligung

Explorativ wurde untersucht, ob sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte im Hinblick auf die Übereinstimmung ihrer Reaktionsangabe mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten unterscheiden. Hierfür wurden die Reaktionsangaben entsprechend ihrer Übereinstimmungsweise der Art ihrer Abweichung klassifiziert (vgl. Kapitel 3.4.2). Eine separate Gegenüberstellung der genauen Reaktionsangabe und der Reaktionseinschätzung laut Fahrzeugdaten für Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte ist in Anhang D dargestellt. Gemäß den EDR-Daten zeigte der Großteil beider Gruppen vor dem Unfall eine Reaktion: 71.8 % der Unfallverursacher sowie 78.4 % der weiteren Unfallbeteiligten.

Tabelle 4.24 Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

Rolle	Übereinstimmungsart Reaktionsangabe (n)					
	Unfallbeteiligung	nicht ¹	teilweise	übereinstimmend ²	falsch ³	gesamt
Unfallverursacher	10	2	21	6	39	
Weitere Unfallbeteiligte	11	10	28	2	51	
gesamt	21	12	49	8	90	

Anmerkung ¹erfolgte Reaktion nicht angegeben; ²vollständige Reaktion oder keine Reaktion übereinstimmend angegeben; ³angegebene Reaktion laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt

Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Übereinstimmungsgrad der Reaktionsangabe und der Rolle der Unfallbeteiligung ($\chi^2(3) = 6.74, p = .075, V = .28$). Das Signifikanzniveau wurde allerdings nur knapp überschritten. Die Häufigkeitsverteilung in Tabelle 4.24 weist darauf hin, dass Unfallverursacher im Vergleich zu den weiteren Unfallbeteiligten in der Tendenz häufiger Reaktionen berichteten, die laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt waren. Weitere Unfallbeteiligte gaben im Interview tendenziell häufiger nur einen Teil der erfolgten Reaktion an. Die Reaktionsangabe beider Gruppen stimmte in etwas mehr als der Hälfte der Fälle mit der Reaktionseinschätzung laut EDR-Daten überein sowohl im Hinblick auf die Angabe „keine Erinnerung“, als auch im Hinblick auf die

vollständige Beschreibung der erfolgten Reaktionen. Das Alter der Fahrer ($H(3) = 4.88$, $p = .181$) und die Dauer des Führerscheinbesitzes ($H(3) = 4.56$, $p = .207$) konnten als Alternativerklärungen für die beschriebene Tendenz ausgeschlossen werden. Unabhängig von der Rolle der Unfallbeteiligung wichen die Reaktionsangaben vorwiegend dahingehend ab, dass erfolgte Reaktionen nicht berichtet wurden.

Alles in allem kann bezüglich der explorativen Hypothese H 3.2 festgehalten werden, dass sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte im Hinblick auf die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben über ihre Reaktion nicht signifikant unterschieden. In der Tendenz gaben Unfallverursacher aber häufiger falsche, laut Fahrzeugdaten nicht erfolgte Reaktionen an. Weitere Unfallbeteiligte berichteten tendenziell häufiger nur einen Teil der erfolgten Reaktion. In beiden Gruppen wurde ein beachtlicher Anteil der tatsächlich erfolgten Reaktionen vom Fahrer im Interview nicht erinnert.

4.4.3 Unfallursache

Explorativ wurde geprüft, ob das Vorhandensein einer Unfallursache mit der Vollständigkeit und Richtigkeit der Reaktionsangabe in Zusammenhang stand. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab, dass sich Fahrer mit und ohne Unfallursache nicht signifikant hinsichtlich der Übereinstimmungskategorie ihrer Reaktionsangabe unterschieden ($\chi^2(3) = 7.32$, $p = .056$, $V = .29$). Das Signifikanzniveau wurde allerdings nur knapp überschritten. Das grenzwertige Ergebnis deutet darauf hin, dass Fahrer mit Unfallursache im Vergleich zu Fahrern ohne Unfallursache tendenziell häufiger eine Reaktion angaben, die es laut Fahrzeugdaten nicht gegeben hat (vgl. Tabelle 4.25). Fahrer ohne Unfallursache berichteten Reaktionen in der Tendenz häufiger nicht oder nur zum Teil. Unabhängig vom Vorliegen einer Unfallursache gab mindestens die Hälfte der Fahrer übereinstimmend mit der Einschätzung auf Basis der EDR-Daten an, keine Reaktion gezeigt zu haben, oder beschrieb die erfolgten Reaktionen vollständig.

Für 43 Fälle mit einer näher definierten ersten Unfallursache, wurde zudem geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Art der Unfallursache und dem Übereinstimmungsgrad der Reaktionsangabe mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten bestand. Die Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien bezüglich der Reaktionsangabe für die spezifischen Unfallursachen ist in Tabelle 4.26 dargestellt. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen ($\chi^2(6) = 4.25$, $p = .707$, $V = .23$).

Tabelle 4.25 Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer menschlich relevanten Unfallursache

		Übereinstimmungsart Reaktionsangabe (n)			
Vorhandensein		nicht ¹	teilweise	übereinstimmend ²	falsch ³
Unfallursache					gesamt
Unfallursache		8	4	27	7
Keine Unfallursache		13	8	22	1
gesamt		21	12	49	8
gesamt					90

Anmerkung ¹erfolgte Reaktion nicht angegeben; ²vollständige Reaktion oder keine Reaktion übereinstimmend angegeben; ³angegebene Reaktion laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt

Tabelle 4.26 Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben nach dem Bereich der 1. menschlich relevanten Unfallursache

		Übereinstimmungsart Reaktionsangabe (n)			
Bereich		nicht ¹	teilweise	übereinstimmend ²	falsch ³
1. Unfallursache					gesamt
Informationsaufnahme		6	2	13	4
Informationsverarbeitung		1	0	6	2
Zielsetzung		0	1	7	1
gesamt		7	3	26	7
gesamt					43

Anmerkung ¹erfolgte Reaktion nicht angegeben; ²vollständige Reaktion oder keine Reaktion übereinstimmend angegeben; ³angegebene Reaktion laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt

Zusammenfassend kann für die explorative Hypothese H 3.3 festgehalten werden, dass weder das Vorhandensein einer Unfallursache noch die Art der Unfallursache signifikant mit der Vollständigkeit und Richtigkeit der angegebenen Reaktion in Zusammenhang stand. In der Tendenz machten Fahrer mit Unfallursache aber häufiger Fehlangaben bezüglich der Reaktion und berichteten laut Fahrzeugdaten nicht erfolgte Reaktionen.

4.4.4 Unfallszenarien

Weiter wurde explorativ untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Unfallszenario und der Vollständigkeit und Richtigkeit der angegebenen Reaktion bestand. Die Auswertung erfolgte separat für Unfallszenarien, in denen der Fahrer selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatte (Gruppe 1) und Szenarien, in denen der Fahrer auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatte reagieren müssen (Gruppe 2).

Für die Unfallszenarien der Gruppe 1 „eigener unfallauslösender Fehler“ ist die Verteilung der Übereinstimmungskategorien bezüglich der Reaktionsangabe in Tabelle 4.27 dargestellt. Ein exakter Chi-Quadrat-Test nach Fisher ergab im Hinblick auf die Übereinstimmung der Reaktionsangabe mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Unfallszenarien dieser Gruppe ($\chi^2(9) = 7.89, p = .518, V = .26$). Außer im Unfallszenario „Vorfahrt missachtet“ war die Fallzahl jedoch gering.

Tabelle 4.27 Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben für die Unfallszenarien der Gruppe 1 – eigener unfallauslösender Fehler

Unfallszenarien Gruppe 1	Übereinstimmungsart Reaktionsangabe (n)				
	nicht ¹	teilweise	stimmend ²	falsch ³	gesamt
Vorfahrt missachtet	6	1	6	4	17
Aufgefahren	0	1	6	1	8
Abkommen von Fahrspur	2	0	5	1	8
Abkommen (zu hohe Geschwindigkeit)	1	0	3	0	4
gesamt	9	2	20	6	37

Anmerkung ¹erfolgte Reaktion nicht angegeben; ²vollständige Reaktion oder keine Reaktion übereinstimmend angegeben; ³angegebene Reaktion laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt

In Gruppe 2 „Fehlverhalten anderer Person“ zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Unfallszenarien und der Übereinstimmung der Reaktionsangabe mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten ($\chi^2(9) = 14.36, p = .043, V = .34$). Aus der Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien in Tabelle 4.28 ist ersichtlich, dass Fahrer, denen die Vorfahrt genommen worden war, häufiger eine laut EDR-Daten erfolgte Reaktion nicht angeben als die Fahrer der anderen Unfallszenarien. Alle Fahrer, denen ein nachfolgendes Fahrzeug aufgefahren war, gaben übereinstimmend mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten

an, vor dem Unfall keine Reaktion gezeigt zu haben oder sie berichteten die gezeigte Reaktion vollständig. Die Fallzahl war allerdings gering.

Tabelle 4.28 Häufigkeitsverteilung der Übereinstimmungskategorien der Reaktionsangaben für die Unfallszenarien der Gruppe 2 - Fehlverhalten anderer Person.

Unfallszenarien Gruppe 2	Übereinstimmungsart Reaktionsangabe (n)				
	nicht ¹	teilweise	stimmend ²	falsch ³	gesamt
Vorfahrtsberechtigter	7	3	6	0	16
Auffahren auf Spurwechsler	0	3	7	1	11
Entgegenkommender eigene Spur	2	3	5	1	11
Aufgefahren worden	0	0	7	0	7
gesamt	9	9	25	2	45

Anmerkung ¹erfolgte Reaktion nicht angegeben; ²vollständige Reaktion oder keine Reaktion übereinstimmend angegeben; ³angegebene Reaktion laut Fahrzeugdaten nicht erfolgt

Zusammenfassend kann bezüglich der explorativen Hypothese H 3.4 festgehalten werden, dass sich die Reaktionsangaben der Fahrer, die selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatten, nicht signifikant hinsichtlich ihrer Vollständigkeit und Richtigkeit unterschieden. Bei Fahrern, die auf das Fehlverhalten einer anderen Person hatten reagieren müssen, war die Übereinstimmung der Reaktionsangabe in Abhängigkeit vom Unfallszenario verschieden. Fahrer, denen die Vorfahrt genommen worden war, gaben erfolgte Reaktionen häufiger nicht an. Fahrer aus Auffahrunfällen berichteten übereinstimmend mit den Fahrzeugdaten vor dem Auffahren des Nachfolgenden keine Reaktion gezeigt zu haben oder gaben ihre Reaktion vollständig an.

4.4.5 Zeitlicher Abstand Interview

Es wurde geprüft, ob der Übereinstimmungsgrad der Reaktionsangabe mit dem Zeitpunkt des Interviews zum Unfall in Zusammenhang stand. In Abbildung 4.18 ist der zeitliche Abstand des Interviews zum Unfall je nach Übereinstimmungskategorie der Reaktionsangabe dargestellt. Ein Kruskal-Wallis-Test ergab, dass sich die Interviews in Abhängigkeit davon, ob die Reaktion vom Fahrer nicht ($Mdn = 30$ Tage), nur zum Teil ($Mdn = 25.5$ Tage), übereinstimmend ($Mdn = 27$ Tage) oder falsch ($Mdn = 34$ Tage) angegeben wurde, nicht signifikant in der zeitlichen Differenz zum Unfall unterschieden ($H(3) = 1.03, p = .794$). Bei Interviews, in denen eine

falsche Reaktion angegeben wurde, war die Spannweite im zeitlichen Abstand zum Unfall mit 158 Tagen größer als in den drei übrigen Gruppen.

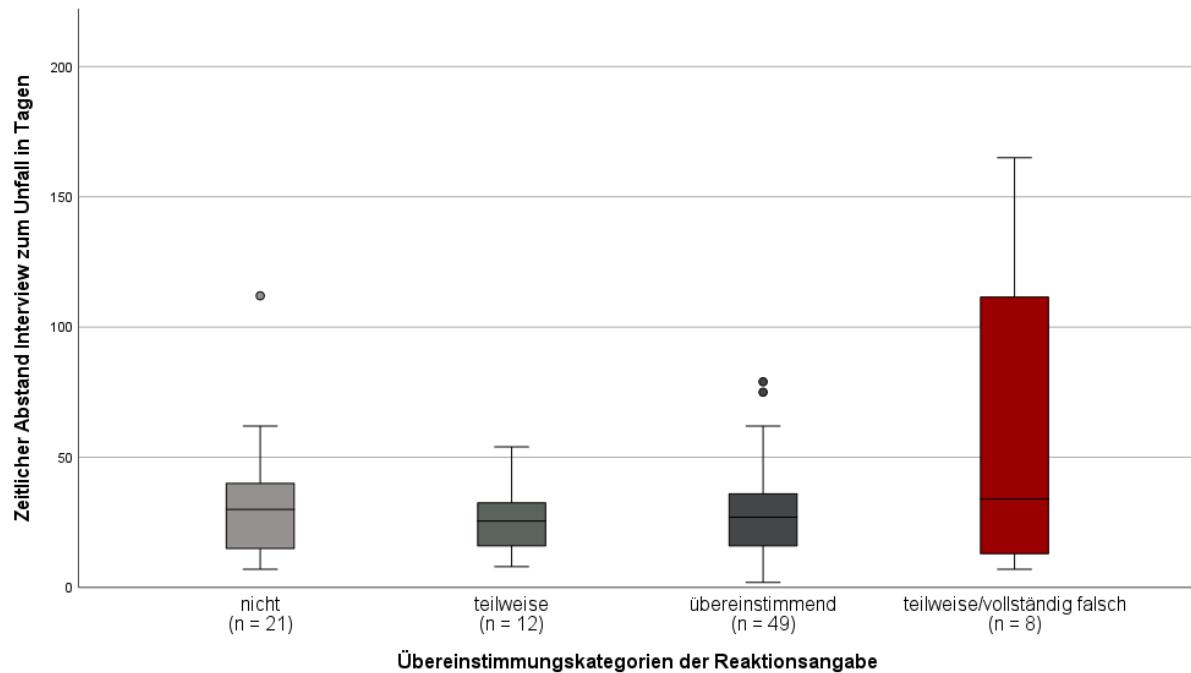


Abbildung 4.18 Verteilung des zeitlichen Abstands des Interviews zum Unfall in Tagen in Abhängigkeit vom Übereinstimmungsgrad der Reaktionsangabe

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Richtigkeit und Vollständigkeit der Reaktionsangabe nicht signifikant mit dem Durchführungszeitpunkt des Interviews in Zusammenhang stand. Dies bestätigt die Annahme der Hypothese H 3.5.

4.4.6 Zeitpunkt Reaktion

Weiter wurde untersucht, ob das Erinnern von erfolgten Reaktionen im Interview mit dem Zeitpunkt des Reaktionsbeginns laut Fahrzeugdaten in Zusammenhang steht. Da sich der Reaktionsbeginn auf die zuerst beginnende Reaktion bezieht, wurde in den Fällen, in denen es zu einem späteren Zeitpunkt noch zu einer Reaktion in die andere Bewegungsrichtung gekommen war, nur die Angabe der ersten Reaktion betrachtet. In die Untersuchung einbezogen wurden auch Fälle, in denen nur eine Reaktion gezeigt worden war oder die Reaktion in Längs- und Querrichtung gleichzeitig erfolgt war. Fälle, in denen Fahrer eine andere Reaktion berichteten, wurden ausgeschlossen. Die Analyse erfolgte schließlich für 65 Fälle, in denen die laut Fahrzeugdaten gezeigte Reaktion vom Fahrer nicht, teilweise oder übereinstimmend angegeben wurde.

Ein Kruskal-Wallis-Test für diese Fälle zeigte, dass in Abhängigkeit davon, ob eine Reaktion im Interview angegeben wurde, der Reaktionsbeginn signifikant verschieden war

($H(2) = 13.90, p < .001$). Paarweise Vergleiche nach der Vollständigkeit der Reaktionsangabe mit nach Bonferroni korrigierten p -Werten ergaben, dass im Hinblick auf den Reaktionsbeginn ein signifikanter Unterschied zwischen Reaktionen bestand, die im Interview vollständig berichtet wurden und denen, die nicht angegeben wurden ($p = 0.001, r = .48$). Abbildung 4.19 zeigt, dass Reaktionen, die vom Fahrer im Interview nicht berichtet wurden, zeitlich kürzer vor der Kollision begonnen hatten ($Mdn = 0.45$ Sekunden) als Reaktionen, die vollenfänglich angegeben wurden ($Mdn = 1.00$ Sekunde). Für die gleichzeitig erfolgten Längs- und Querreaktionen, die vom Fahrer nur zum Teil berichtet wurden ($Mdn = 0.90$ Sekunden), bestand weder zu den Reaktionen, die gar nicht angegeben wurden ($p = 0.316, r = .25$), noch zu den Reaktionen, die vollständig berichtet wurden ($p = 1.000, r = .10$), ein signifikanter Unterschied im Zeitpunkt des Reaktionsbeginns. Hypothese H 3.6, dass ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Reaktion und der Angabe der Reaktion besteht, kann somit bestätigt werden.

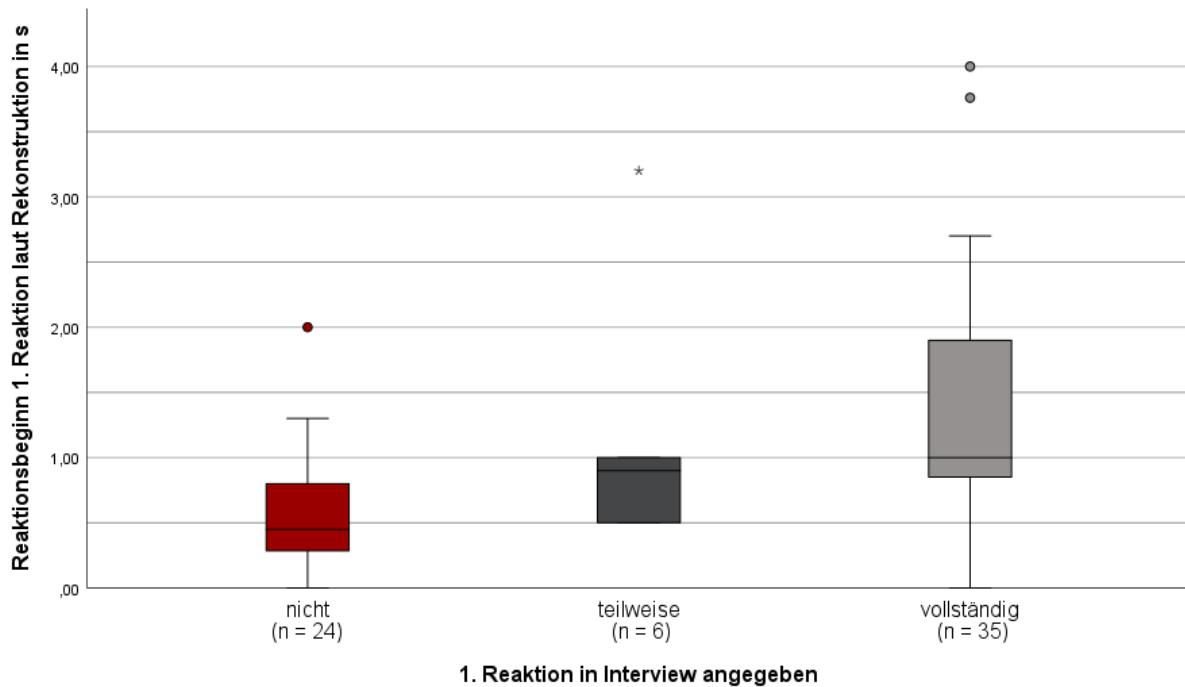


Abbildung 4.19 Reaktionsbeginn in Sekunden in Abhängigkeit von der Angabe der Reaktion

Abschließend kann festgehalten werden, dass Reaktionen, die nicht angegeben wurden, zeitlich signifikant näher zum Unfall erfolgt waren, als Reaktionen, die vollständig angegeben wurden.

4.4.7 Art der reaktionsbedingten Handlungsmodifikation

Weiter wurde separat für die Quer- und Längsreaktionen explorativ analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen der Angabe einer erfolgten Reaktion im Interview und der reaktionsbe-

dingten Modifikation der zuvor ausgeführten Handlung besteht. Wie in Kapitel 3.4.2.3 beschrieben, wurden dabei folgende drei Modifikationsarten unterschieden: Handlungsabbruch, also das Beenden einer aktiv ausgeführten Handlung und Einleiten einer anderen; Handlungsänderung im Sinne eines reaktionsbedingten Einleitens einer Handlung, ohne dass zuvor eine aktive Handlung ausgeführt wurde; und Handlungsverstärkung, das heißt, das Intensivieren der bereits zuvor ausgeführten Handlung.

Für die Längsreaktion ergab ein exakter Chi-Quadrat Test nach Fisher, dass die Angabe einer Längsreaktion im Interview nicht signifikant damit in Zusammenhang stand, zu welcher Modifikation der zuvor ausgeübten Handlung die Reaktion geführt hatte ($\chi^2(2) = 0.39, p = .916, V = .07$). Aus Tabelle 4.29 geht hervor, dass die 62 Längsreaktionen am häufigsten mit einem Abbruch der zuvor in Längsrichtung erfolgten Handlung einhergingen. Unabhängig von der Art der Handlungsmodifikation wurden die Längsreaktionen jeweils in mehr als der Hälfte der Fälle im Interview vom Fahrer angegeben.

Im Hinblick auf die Querreaktion ergab ein Chi-Quadrat Test ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Berichten der gezeigten Querreaktion und der Modifikationsart des ursprünglich intendierten Bewegungsverhaltens ($\chi^2(2) = 1.91, p = .385, V = .19$). Tabelle 4.29 zeigt, dass bei den 53 Querreaktionen im Vergleich zu den Längsreaktionen keine Modifikationsart ausgeprägt häufiger vorkam. Insgesamt war die Angaberate bei den Querreaktionen etwas geringer.

Tabelle 4.29 Häufigkeiten der Reaktionsangabe der gezeigten Längs- und Querreaktion in Abhängigkeit von der Art der Handlungsmodifikation

Modifikationsart	Längsreaktion angegeben			Querreaktion angegeben		
	ja	nein	gesamt	ja	nein	gesamt
Handlungsabbruch	27	15	42	5	9	14
Handlungsänderung	8	6	14	13	9	22
Handlungsverstärkung	4	2	6	9	8	17
gesamt	39	23	62	27	26	53

Bezüglich der explorativen Hypothese H 3.7 kann folglich festgehalten werden, dass es weder für die Angabe der Längs- noch der Querreaktion einen signifikanten Unterschied machte, ob die Reaktion mit einem Abbruch, einer Änderung oder einer Verstärkung der zuvor im Fahrverlauf ausgeübten Handlung einhergegangen war.

4.4.8 Reihenfolge Reaktion

In Tabelle 4.30 ist ersichtlich, dass 46 Fahrer laut Fahrzeugdaten sowohl in Längs- als auch in Querrichtung reagiert hatten. Weniger als die Hälfte der Fahrer gab im Interview beide Reaktionen an. Etwa ein Viertel berichtete nur eine der beiden Reaktionen und der Rest gab an keine Reaktion gezeigt zu haben. In etwa der Hälfte der Fälle hatte der Fahrer gleichzeitig in beide Bewegungsrichtungen reagiert. War eine Reaktion zuerst ausgeführt worden, war dies eher die Längsreaktion.

Mittels eines exakten Chi-Quadrat Tests nach Fisher wurde geprüft, ob die Reihenfolge, in der die Quer- und Längsreaktion laut Fahrzeugdaten stattgefunden hatte, mit dem Erinnern der Reaktionen in Zusammenhang stand. Dieser ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Variablen ($\chi^2(6) = 8.05, p = .187, V = .31$). Tabelle 4.30 zeigt, dass unabhängig davon, ob die Reaktionen gleichzeitig oder nacheinander stattgefunden hatten, sich ein gewisser Anteil an Fahrern gar nicht oder nur an einen Teil der Reaktion erinnerte. Wurde nur eine Reaktion berichtet, gab es sowohl Fahrer, welche die erste als auch Fahrer, welche die zweite Reaktion angaben.

Tabelle 4.30 Häufigkeiten der Reaktionsangabe bei erfolgter Quer- und Längsreaktion in Abhängigkeit von der Reihenfolge, in der die Reaktionen erfolgt waren

Reihenfolge Reaktion	Angabe Interview (n)				
	keine	quer	längs	quer & längs	gesamt
zuerst quer	2	2	2	1	7
zuerst längs	3	1	1	9	14
längs & quer gleichzeitig	9	1	5	10	25
gesamt	14	4	8	20	46

Abschließend kann mit Blick auf die explorative Hypothese H 3.8 festgestellt werden, dass bei Fahrern, die in beide Bewegungsrichtungen reagiert hatten, die Reihenfolge der Quer- und Längsreaktion keinen signifikanten Einfluss auf das Berichten der Reaktion hatte.

5 Diskussion

5.1 Zusammenfassung & Einordnung in den bisherigen Forschungsstand

Ausgehend vom Ziel dieser Arbeit, eine präzisere Vorstellung über die Qualität der Aussagen von Fahrern im Rahmen der Verkehrsunfallforschung zu entwickeln, wurden die Fahrerangaben zur Vorunfallphase systematisch mit den Erkenntnissen aus den interpretierten EDR-Daten des Unfallfahrzeugs verglichen. Dabei sollte ein besseres Verständnis über die Plausibilität und Zuverlässigkeit der Angaben zum Unfallhergang, zur gefahrenen Geschwindigkeit und zur Reaktion vor dem Unfall gewonnen werden. Zudem wurden potenzielle Zusammenhänge mit der Rolle der Unfallbeteiligung, dem zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall und weiteren Merkmalen geprüft. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Analysen, aufgeteilt nach den untersuchten Themenbereichen, zusammengefasst, kritisch diskutiert und in den bisherigen empirischen und theoretischen Wissenstand eingeordnet.

5.1.1 Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang

Die Annahmen über die Plausibilität der Fahrerangaben zum Unfallhergang konnten überwiegend bestätigt werden. Entsprechend der formulierten Erwartungen schilderten die Fahrer den Unfallhergang in der Vorunfallphase unterschiedlich häufig plausibel oder nicht plausibel (H 1.1). So gaben die meisten Fahrer die Unfallentstehung im Abgleich mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten plausibel an. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem Resultat der Studie von McClafferty et al. (2003), in der die Angaben der Fahrer zum Unfallablauf ebenfalls im Großteil mit dem vom EDR belegten Unfallhergang konsistent waren. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass die Aussagen der Fahrer über den Unfallhergang in der Vorunfallphase bei Befragungen im Rahmen der Verkehrsunfallforschung in der Regel eine hinreichende Plausibilität aufweisen, um diese für die Analyse im Rahmen der Unfallforschung und der Unfallsachenanalyse nutzen zu können. Diese Erkenntnis weist in eine ähnliche Richtung wie die Ergebnisse von Versteegh (2004), wonach Fahrer einen Großteil der Details zum Unfallhergang erinnern und in der Unfallforschung korrekt angeben.

Trotz der plausibel geschilderten Unfallentstehung waren in den meisten Aussagen jedoch hinsichtlich einzelner Teilespekte Abweichungen zu den Fahrzeugdaten erkennbar. Diese Angaben wurden als grundsätzlich plausibel eingeordnet. Vollständig mit den EDR-Daten übereinstimmende Aussagen ohne wesentliche Unterschiede in allen untersuchten Teilespekten waren selten. Bei den grundsätzlich plausiblen Aussagen konnten drei Abweichungsbereiche

bezüglich des Unfallhergangs ausgemacht werden: die gefahrene Geschwindigkeit, die Angabe zur Reaktion und das geschilderte Fahrmanöver. Die Geschwindigkeitsangaben wichen am häufigsten ab, während Unterschiede hinsichtlich des Fahrmanövers am seltensten vorkamen. Abweichungen bezüglich des Fahrmanövers waren im Verhältnis signifikant häufiger bei Fahrern zu verzeichnen, die Teil eines Unfalls mit mindestens einem anderen Unfallbeteiligten waren und/oder nicht unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben. Hinsichtlich der weiteren Abweichungsbereiche und der Anzahl der gefundenen Abweichungen pro Aussage waren in Abhängigkeit von allen untersuchten Merkmalen keine signifikanten Unterschiede erkennbar. In der gesamten Stichprobe zeigten sich größtenteils Abweichungen in ein bis zwei Teilespekten. Die regelmäßig in den Aussagen zu beobachtenden Abweichungen und die gefundenen Abweichungsbereiche stimmen mit den Erfahrungswerten aus der Sachverständigenarbeit (vgl. Sacher, 1998; Wielke, 2012) und der bisherigen Forschungslage zum Vergleich der Fahrerangaben mit EDR-Daten bzw. dem rekonstruierten Unfallhergang auf Basis der objektiven Spurenlage (vgl. z. B. McClafferty et al., 2003; Versteegh, 2004) überein. Allerdings gab es bisher nur hinsichtlich der Geschwindigkeitsangabe systematisch aufbereitete Vergleichsstudien. So beobachteten auch McClafferty et al. (2003, 2005) im Vergleich zu den EDR-Daten, sowie Versteegh (2004) und Staubach und Lüken (2009) im Vergleich zu den Erkenntnissen aus der Unfallrekonstruktion (ohne EDR-Daten) häufig Abweichungen bezüglich der gefahrenen Geschwindigkeit in den Fahrerangaben. Die detaillierten Erkenntnisse zur Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben werden in Kapitel 5.1.2 dargestellt und diskutiert. An dieser Stelle kann jedoch festgehalten werden, dass die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer, unabhängig von der Rolle der Unfallbeteiligung, der Anzahl der Unfallbeteiligten, dem Vorliegen einer Unfallursache oder eines Verstoßes, häufig als ungenau zu bewerten sind. So wich die Geschwindigkeitsangabe bei der Mehrheit der grundsätzlich plausiblen Angaben um mehr als ± 10 km/h vom Vergleichswert aus dem EDR ab. Die Begründung für die Auswahl dieses Grenzwertes für die Einstufung als abweichende Geschwindigkeitsangabe wurde in Kapitel 3.4.1 dargestellt. Da in der Stichprobe eine hohe Variabilität der Geschwindigkeitsbereiche und unterschiedliche Fahrmanöver enthalten sind, kann die Angemessenheit des gewählten Grenzbereichs im Einzelfall diskutiert werden.

Ein Überblick und eine tiefergehende Diskussion der Erkenntnisse zur Zuverlässigkeit der Reaktionsangaben findet sich in Kapitel 5.1.3. Diskrepanzen zu den Erkenntnissen aus den EDR-Daten kamen hier unabhängig von den betrachteten Parametern in etwas mehr als der Hälfte der grundsätzlich plausiblen Angaben vor. Die Angaben zur Reaktion vor dem Unfall können somit ebenfalls als eher unzuverlässig eingestuft werden.

Die erkennbaren Abweichungen im geschilderten Fahrmanöver betrafen vorwiegend Geschwindigkeitsänderungen in der Vorunfallphase, welche in Erinnerung des Fahrers größer ausgefallen waren, als es die EDR-Daten belegten. Die beiden häufigsten Fehlerinnerungen

waren, vor dem Auffahren eines nachfolgenden Fahrzeugs bereits gestanden und vor dem Einleiten eines Fahrmanövers (z. B. Abbiegen) in den Stillstand abgebremst zu haben. Dies bestätigt die Erfahrungen aus der Sachverständigenarbeit, dass solche Fehlerinnerungen bei Fahrern, denen aufgefahren wurde, häufig vorkommen (Sacher, 1998). Charlton und Starkey (2018) beschrieben das Auftreten ähnlicher Fehlerinnerungen an Abbiege- und Kreuzungssituationen in ihrer Studie zur Erinnerung ans alltägliche Autofahren (vgl. Kapitel 2.1.2.1). In ihrer Studie ging es zwar nicht um Unfallsituationen, dennoch weist diese Parallele darauf hin, dass Fahrer beim Erinnern an Unfälle auf die gleichen schemabasierten konstruktiven Prozesse zurückgreifen, wie sie von Charlton und Starkey für alltägliche Fahrsituationen beschrieben wurden (vgl. Kapitel 2.1.2.1 und Kapitel 2.1.2.4). Dies erscheint plausibel, nachdem Unfälle in Abbiege- und Kreuzungssituationen für Unfallverursacher meist unerwartet aufgrund eines verspäteten oder unterbliebenen Wahrnehmens des vorfahrtberechtigten Unfallgegners geschehen. Die automatisierten Abläufe der Autofahrt vor der Unfallentstehung können nicht bewusst erinnert werden und werden deshalb auf Basis der vorhandenen Schemata über die normalerweise stattfindenden Abläufe rekonstruiert. Solche Fehlerinnerungen hinsichtlich des Fahrmanövers zeigten sich in der vorliegenden Stichprobe zum Großteil bei Auffahr-, Abbiege- und Kreuzungsunfällen und somit bei Unfallsituationen mit weiteren Unfallbeteiligten. Der mittelstarke Effekt, dass Fahrer, die nicht alleinbeteiligt verunfallt sind, Fahrmanöver signifikant häufiger abweichend zu den EDR-Daten geschildert haben als Alleinverunfallte, könnte auf die verschiedenen Vorunfallsituationen bei Alleinunfällen und Unfällen mit weiteren Beteiligten zurückzuführen sein. Zu beachten ist jedoch, dass die Anzahl der auswertbaren Alleinunfälle sehr gering war. Abkommen von der Fahrbahn, z. B. aufgrund von Problemen in der Informationsaufnahme, zu hoher Geschwindigkeit oder in Folge einer Reaktion auf ein unerwartetes Hindernis auf der Fahrbahn, sind typische Unfallmechanismen bei Alleinunfällen. Auch in diesen Unfallsituationen können Fahrmanöver mit Geschwindigkeitsänderung (z. B. bremsen, beschleunigen) vorkommen, beispielsweise beim Abkommen von der Fahrbahn aufgrund überhöhter Geschwindigkeit. Allerdings ist vorstellbar, dass die kritische Situation bereits beim Durchführen dieses Manövers besteht, weshalb die konstruktiven Prozesse möglicherweise nicht auf die gleiche Weise zum Tragen kommen, wie bei Fahrmanövern vor Entstehung der kritischen Situation bei Unfallsituationen mit anderen Unfallbeteiligten. Bei Informationsaufnahmeproblemen oder unerwarteten Hindernissen auf der Fahrbahn ist außerdem konstantes und somit zuverlässiger rekonstruierbares Fahrverhalten vor Einleitung einer potenziellen Reaktion vorstellbar. Ein weiterer Erklärungsansatz wäre, dass abweichende Schilderungen hinsichtlich des Fahrmanövers in der Vorunfallphase bei den Alleinunfällen als nicht plausible Angaben zur Unfallentstehung gewertet wurden. In der Folge wurden diese Fälle nicht in die Analyse hinsichtlich potenziell aufgetretener Abweichungen im Fahrmanöver einbezogen. Das erhöhte Aufkommen von Abweichungen im geschilderten Fahrmanöver bei Fahrern, die nicht

unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben, könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Unfallsituation für die Fahrer besonders unerwartet aufgetreten ist. So waren alle Fahrer ohne Unfallursache weitere Unfallbeteiligte. Außer bei Auffahrunfällen in kritischen Verkehrssituationen (z. B. Staubildung), ist anzunehmen, dass sich das Unfallereignis für die Fahrer unvorhergesehen entwickelt, soweit sie nicht aktiv mit einem Fehlverhalten anderer Verkehrsbeteiligter gerechnet hatten. Somit befanden sie sich in ihrer alltäglichen Fahroutine, weshalb die konstruktiven Prozesse zur Erinnerung des Fahrverhaltens in der Vorunfallsituation besonders wirksam wurden.

Abschließend ist die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Fahrerangaben zum Unfallhergang in der Vorunfallphase aufgrund der häufig abweichend berichteten Detailaspekte insgesamt als begrenzt zu bewerten.

Bei einem kleineren, aber dennoch bedeutsamen Anteil der Fahrer zeigten sich grundlegende Unstimmigkeiten zu den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten und die Angaben zur Unfallentstehung wurden als nicht plausibel eingeordnet. Das Vorkommen solch unstimmiger Angaben ist auch in verschiedenen anderen Studien beobachtbar, in denen Fahrerangaben mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten verglichen wurden (vgl. z. B. Lehouillier et al., 2013; McClafferty et al., 2003). In diesen Studien machte jedoch mindestens ein Teil der Fahrer seine Angaben in einem rechtlichen Kontext. Aus dem Ergebnis der vorliegenden Arbeit lässt sich ableiten, dass es auch bei den Fahrern, die sich freiwillig für die Teilnahme an der Verkehrsunfallforschung entscheiden und die deshalb keine unmittelbaren rechtlichen Konsequenzen zu fürchten haben, einen gewissen Anteil gibt, der die Unfallentstehung und somit den Unfallhergang in der Vorunfallphase nicht plausibel schildert. Die Varianz reichte dabei von unterschiedlich stark ausgeprägten Unstimmigkeiten hinsichtlich einzelner oder mehrerer Teilauspekte der Unfallentstehung bis hin zu völlig anders dargestellten Abläufen der Unfallentstehung, die auf Basis der Erkenntnisse aus den EDR-Daten widerlegt werden konnten. Die ursächlichen Faktoren für diese abweichende Darstellung der Unfallentstehung sind auf Basis der vorhandenen Informationen nicht ermittelbar. Gerade in den Einzelfällen, in denen die Erkenntnisse aus den EDR-Daten eine völlig andere Unfallentstehung aufgezeigt haben, kann vermutet werden, dass die Fahrer die Unfallentstehung aus einem unbekannten persönlichen Interesse heraus bewusst anders dargestellt haben. Auch McClafferty et al. (2003) diskutierten in ihrer Studie absichtliche Fehlangaben, um rechtliche Konsequenzen für ein begangenes Fehlverhalten zu vermeiden, als mögliche Erklärung für unzutreffende Darstellungen der Fahrer. Ein Teil der von ihnen analysierten Fahrerangaben stammte jedoch aus Polizeiaukten. Wie in Kapitel 2.1.4.3 dargestellt, wird in der Verkehrsunfallforschung schon länger diskutiert, dass manche Fahrer auch dort Aspekte der Unfallentstehung falsch angeben, wenn es um eigenes Fehlverhalten oder ein potenzielles (Mit-)Verschulden am Unfall geht (Clarke et al., 1998;

Gründl, 2005; Pund & Nickel, 1994). Potenziell geschieht dies aus der Sorge heraus, dass die Angaben gegen sie verwendet werden könnten (Pund & Nickel, 1994). Hinweise darauf fanden sich auch in der vorliegenden Arbeit und zwar sowohl bei den Fällen, bei denen die Erkenntnisse aus den EDR-Daten die angegebene Unfallentstehung widerlegten, als auch bei den Fällen, bei denen sich Unstimmigkeiten hinsichtlich einzelner oder mehrerer Teilespekte der Unfallentstehung zeigten. Detailanalysen wiesen darauf hin, dass das Zurückweisen der eigenen Verantwortung für die Entstehung des Unfalls ein Motiv bei mehreren der nicht plausiblen Aussagen war. Zudem wurden nicht plausible Angaben ausschließlich von Fahrern gemacht, die ursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben. Demnach kamen sie auch bei Unfallverursachern häufiger vor. Neben Sorgen vor potenziellen rechtlichen Konsequenzen könnten aber auch andere in Kapitel 2.1.4.3 und Kapitel 2.1.4.2 beschriebene, bewusste oder unbewusste Interessen eine Rolle gespielt haben. So wären beispielsweise auch soziale (z. B. soziale Erwünschtheit) oder persönliche (z. B. Erhalt des Selbstwertes) Motive vorstellbar, die dazu geführt haben könnten, dass Fahrer manche Teilespekte der Unfallentstehung anders dargestellten (vgl. z. B. Lajunen & Özkan, 2011, zitiert nach Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009). Soziale Erwünschtheit wurde zum Beispiel von Möller et al. (2019) und Tivesten (2014) als Faktor diskutiert, der zu einer verzerrten Darstellung der unfallauslösenden Elemente in den Angaben der Unfallfahrer führen kann. Da viele Handlungsabläufe beim Autofahren automatisiert und unbewusst ablaufen (Charlton, 2023; Charlton & Starkey, 2011; Rannay, 1994), könnte den Fahrern der tatsächliche Ablauf der Unfallentstehung auch nicht bewusst gewesen sein (Clarke et al., 1998; Tivesten, 2014). Die Schilderungen könnten somit dem Erleben und der Erinnerung des Fahrers an die Unfallentstehung entsprochen haben. Eine falsche Vorstellung über die Unfallentstehung wurde auch von McClafferty et al. (2003) als möglicher Erklärungsansatz für nicht passende Schilderungen diskutiert.

Einhergehend mit dem erhöhten Vorkommen nicht plausibler Angaben bei Unfallverursachern, konnte die Annahme bestätigt werden, dass sich Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte hinsichtlich der Plausibilität ihrer Angaben zum Unfallhergang unterscheiden (H 1.2). Während Unfallverursacher häufiger nicht plausible Angaben machten als weitere Unfallbeteiligte, kamen vollständig plausible Aussagen in beiden Gruppen ähnlich selten vor. Dies zeigt, dass sich die beiden Gruppen vorwiegend in der Plausibilität ihrer Angaben zur Unfallentstehung unterschieden haben. Basierend auf den zuvor dargestellten Erklärungsansätzen für nicht plausible Angaben erscheint dies schlüssig. Da die Unfallverursacher der vorliegenden Arbeit signifikant jünger waren und signifikant weniger Fahrerfahrung hatten, wurden Alter und Fahrerfahrung als Erklärung für diesen mittleren Effekt ausgeschlossen. Bei keinem der beiden Aspekte bestand ein signifikanter Zusammenhang mit der Plausibilität der Angaben. Wichtig

ist es, hierbei zu bedenken, dass sich Unfallverursacher und weitere Beteiligte auch hinsichtlich des Unfallszenarios und somit der Vorunfallphase unterscheiden. Da die Rolle der Unfallbeteiligung und das Unfallszenario eng miteinander verwoben sind, kann diesbezüglich nur schwer differenziert werden. Für das nicht plausible Angeben des Unfallhergangs erscheint auf Basis der soeben diskutierten Hintergründe vor allem das Begehen eines unfallauslösenden Fehlers beziehungsweise eines unfallbegünstigenden Verhaltens der entscheidendere Faktor zu sein. Dafür spricht das Ergebnis, dass die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache signifikant verschieden war (H 1.5). Es zeigte sich ein ähnliches Bild, wie bei der Rolle der Unfallbeteiligung, nur hinsichtlich der nicht plausiblen Angaben etwas ausgeprägter. Denn in der Gruppe mit Unfallursache waren alle Fahrer enthalten, die nach Einschätzung der Verkehrsunfallforschung ursächlich zur Entstehung des Unfalls beigetragen haben. Nicht plausible Angaben zur Unfallentstehung wurden ausschließlich von Fahrern mit Unfallursache gemacht, auch wenn der Großteil dieser Fahrer die Unfallentstehung plausibel schilderte. In Abhängigkeit von der Art der Unfallursache zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Dieses Ergebnis deutet in eine ähnliche Richtung, wie der Eindruck von McClafferty et al. (2003), dass größere Abweichungen in der Darstellung des Unfallhergangs vor allem bei Fahrern vorkamen, die beispielsweise zu schnell fuhren. Entgegen dieser Feststellung und der vorab formulierten Annahmen konnte in der vorliegenden Arbeit allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Plausibilität der Angabe zum Unfallhergang und dem Begehen eines Verstoßes gefunden werden (H 1.4). Dies könnte auf unterschiedliche Definitionen für das Vorliegen eines Verstoßes in der vorliegenden Arbeit und der Studie von McClafferty et al. (2003) zurückzuführen sein. So bezog sich die Aussage von McClafferty et al. explizit auf im Abgleich mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten festgestellte Geschwindigkeitsüberschreitungen und Verletzungen der Gurtpflicht. Das Vorliegen eines Verstoßes basierte in der vorliegenden Arbeit hingegen auf einer größeren Bandbreite an Delikten (vgl. Kapitel 3.3.3.5) und enthielt beispielsweise auch das Missachten der Vorfahrt. McClafferty et al. untersuchten den Zusammenhang nicht systematisch, sondern gaben ihren Eindruck aus den Detailanalysen der Unfälle wieder, deren Ablauf vom Fahrer nicht passend geschildert wurde. Zudem wurde ein Teil der von McClafferty et al. analysierten Fahrerangaben gegenüber der Polizei gemacht. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten darauf hin, dass nicht plausible Angaben zur Unfallentstehung eher mit dem Begehen eines unfallbegünstigenden Fehlers in Zusammenhang stehen als mit dem Begehen eines Verstoßes nach Definition der AARU Verkehrsunfallforschung. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass in verschiedenen Unfallsituationen zwar vom Fahrer ein unfallsächlicher Fehler begangen wurde, per Definition aber kein Verstoß vorlag. Verunfallt ein Fahrer beispielsweise aufgrund einer nicht an die Situation angepassten Geschwindigkeit, hielt sich dabei jedoch an die geltende

Geschwindigkeitsvorschrift, liegt der Definition nach kein Verstoß vor. Die von der AARU vergebenen Unfallursachen scheinen unfallauslösende Fehler und unfallbegünstigendes Verhalten somit besser abzubilden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nicht plausible Angaben zum Unfallhergang wohl mit, nach Vorgehen der AARU feststellbaren, unfallauslösenden Fehlern beziehungsweise unfallbegünstigenden Verhaltensweisen zusammenhängen. Ein Zusammenhang mit dem Verantwortungsempfinden des Fahrers konnte aufgrund einer zu geringen Anzahl an Angaben nicht untersucht werden (H 1.7). Den in Kapitel 3.3.1.3 dargestellten Erhebungsbedingungen kann entnommen werden, dass es einen eingeschränkten Erhebungszeitraum gab und einzelne Fahrer keine Einschätzung geben wollten. Die zum Teil abwehrende Reaktion zeigte, dass die Abfrage des subjektiven Verantwortungsgefühls für den Unfall im Rahmen des telefonischen Interviews von den Fahrern teilweise als eher unangebracht empfunden wurde. Dies könnte einerseits damit in Zusammenhang stehen, dass diese sehr persönliche und potenziell selbstwertbedrohende Frage in einer Interaktion mit einer unbekannten Person erfolgte. Zudem könnten die Fahrer das Gefühl gehabt haben, ein Schuldbekenntnis abzugeben. Dies steht zwar im Widerspruch zur Aufklärung vor dem Interview, dass es nicht um eine Klärung der Schuld gehe, sondern darum zu verstehen, warum der Unfall passiert ist, kann aber dadurch nicht ausgeschlossen werden. Die Erhebung des subjektiven Verantwortungsempfindens stellte sich mit den angewendeten Methoden als schwierig heraus.

Die Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang war in Abhängigkeit von der Anzahl der Unfallbeteiligten signifikant verschieden (H 1.3). Fahrer aus Alleinunfällen machten im Verhältnis häufiger nicht plausible und seltener grundsätzlich plausible Angaben zum Unfallhergang als Fahrer, die nicht alleinverunfallt sind. Zu bedenken ist allerdings, dass deren Anzahl in der vorliegenden Stichprobe vergleichsweise gering war. Im Rahmen der Auswertung fiel zudem eine kleine Gruppe an Unfallverursachern auf, die vorwiegend allein verunfallt ist und angab keine Erinnerung an die Unfallentstehung zu haben. Aus diesem Grund konnte sie nicht in die Auswertung einbezogen werden. In der Mehrheit dieser Fälle war eine zu niedrige Aktivierung des Fahrers unfallursächlich, wobei dies nicht generell zur Angabe führte, keine Erinnerung zu haben. Diese Erkenntnisse deuten in die Richtung der Ergebnisse von Gwehnsberger et al. (2020), die für Versicherungsfälle festgestellt haben, dass für einen nennenswerten Anteil an Alleinunfällen auf Autobahnen EDR-Daten zur Unfallaufklärung nötig waren. Mögliche Erklärungsansätze für die im Verhältnis häufiger nicht plausiblen Angaben Alleinverunfallter könnten eine abweichende Wahrnehmung und Erinnerung der Fahrer an den Unfall sein. Die mangelnden Erinnerungen könnten durch die Unfallursache selbst erklärbar sein. Letzteres ist zum Beispiel bei einer zu niedrigen Aktivierung durch Einschlafen vorstellbar. Da es keine weiteren Unfallbeteiligten und oft auch keine Zeugen gibt, die den Unfall beobachtet haben, sind dem

Fahrer nach dem Unfall keine weiteren Informationen zum Ablauf zugänglich. Dadurch gibt es aber auch niemanden, der potenziell bewusst abweichende Darstellungen des Fahrers widerlegen könnte. Möglicherweise fühlen sich allein verunfallte Fahrer deshalb sicherer, wenn sie den Unfallhergang in ihrem Sinne darstellen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang, dass der Anteil an nicht plausiblen Angaben bei Fahrern, die aufgrund zu hoher Geschwindigkeit von der Fahrbahn abgekommen waren, größer war als in den anderen Unfallszenarien, in denen der Fahrer selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatte. In dieser Szenario-Gruppe zeigten sich somit signifikante Unterschiede in der Plausibilität der Angaben, während in der Gruppe von Fahren, die im Sinne des Unfallszenarios auf das Fehlverhalten einer anderen Person reagieren hatten müssen, keine erkennbar waren (H 1.6). Zu beachten ist dabei, dass die Fallzahlen in den einzelnen Szenario-Gruppen relativ gering waren. Ein Grund, warum nicht plausible Angaben besonders häufig bei Abkommensunfällen aufgrund zu hoher Geschwindigkeit vorkommen, könnte sein, dass die Fahrer bei sehr hohen, nicht angepassten Geschwindigkeiten gegebenenfalls Sorge vor eingeschränkten Versicherungsleistungen oder rechtlichen Konsequenzen haben. Zudem könnten die bereits ausführlich erörterten sozialen und persönlichen Motive eine Rolle spielen (vgl. z. B. Bailey & Wundersitz, 2019; Møller et al., 2019; Wählberg, 2009).

5.1.2 Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe

Die formulierten Erwartungen hinsichtlich der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangaben haben sich überwiegend bestätigt. Den Erwartungen entsprechend räumten die Fahrer im Rahmen ihrer Geschwindigkeitsangaben signifikant seltener Geschwindigkeitsverstöße ein, als die vom EDR aufgezeichnete Geschwindigkeit aufgezeigt hat (H 2.1). Zu bedenken ist hierbei allerdings die Toleranzbehaftung der vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit (vgl. Kapitel 3.3.2.2). Der Geschwindigkeitswert liegt bei Verwendung des Tachosignals aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen Tachovoreichung etwas oberhalb der tatsächlichen Realgeschwindigkeit (Blanc et al., 2023; Burg, 2016). Die festgestellten Geschwindigkeitsüberschreitungen und deren Ausmaß stellen somit keine exakten Werte dar. Da der Großteil der Stichprobe keine Geschwindigkeitsüberschreitung begangen hatte, konnte zudem nur für eine relativ geringe Fallzahl ein Abgleich zwischen den berichteten Geschwindigkeiten und den vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeitsüberschreitungen durchgeführt werden. Dieses Ergebnis entspricht den Beobachtungen von McClafferty et al. (2005), die in ihrer Analyse anhand der EDR-Daten wesentlich mehr Geschwindigkeitsüberschreitungen feststellen konnten als von den Fahrern berichtet wurden. Ein Teil der von McClafferty et al. untersuchten Fahrerangaben erfolgte im polizeilichen Kontext. Als Resultat der vorliegenden Arbeit kann festgehalten werden, dass Fahrer Geschwindigkeitsüberschreitungen im Rahmen der Verkehrsunfallforschung ebenfalls selten berichten, auch wenn sie in diesem Kontext keine unmittelbaren Sanktionen

zu fürchten haben. Diese Erkenntnis steht im Einklang mit der Feststellung von Versteegh (2004), dass Fahrer, die vor dem Unfall die Geschwindigkeitsbegrenzung überschritten haben, ihre Geschwindigkeit im Kontext der Verkehrsunfallforschung in signifikant stärkerem Ausmaß zu niedrig berichteten als Fahrer ohne Geschwindigkeitsverstoß. Die Studie von Møller et al. (2019) zeigte zudem, dass Fahrer überhöhte Geschwindigkeit seltener als unfallursächlichen Faktor angeben als es andere Datenquellen nahelegen. Abweichungen zwischen dem selbst berichteten Geschwindigkeitsverhalten von Fahrern und objektiven Daten fanden sich auch in anderen Forschungsfeldern (zusammenfassend vgl. z. B. Bailey & Wundersitz, 2019; Wählberg, 2009). Die beobachteten Unterschiede in der Angabe von Geschwindigkeitsüberschreitungen könnten unter anderem auf diverse unbewusste und bewusste interessengesteuerte Prozesse zurückzuführen sein, wie zum Beispiel soziale Erwünschtheit, Erhalt des Selbstwertes oder Sorgen hinsichtlich potenzieller Konsequenzen (vgl. Kapitel 2.1.4.2 und Kapitel 2.1.4.3). Diese Einflussfaktoren wurden unter anderem von Bailey & Wundersitz, 2019 sowie von Wählberg, 2009 in Zusammenhang mit den Diskrepanzen zwischen subjektiven und objektiven Geschwindigkeitseinschätzungen diskutiert. Andererseits können auch die ablaufenden konstruktiven Prozesse bei der Einschätzung der gefahrenen Geschwindigkeit eine Rolle spielen. Fahrer haben aufgrund der automatisiert ablaufenden Geschwindigkeitswahl meist kein exaktes Wissen über ihre Geschwindigkeit in der Vorunfallphase (Haglund & Åberg, 2000), weshalb sie ihre Geschwindigkeit orientiert an der zulässigen Höchstgeschwindigkeit schätzen (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000). Dieser Prozess könnte gerade bei geringeren Geschwindigkeitsverstößen zum Tragen kommen. Viele Fahrer beziehen zudem den Toleranzbereich des Tachos bewusst in ihre Geschwindigkeitswahl ein und fahren mit einer Tachogeschwindigkeit im vermuteten Toleranzrahmen über der Geschwindigkeitsbegrenzung (Picco et al., 2025). Vorstellbar ist, dass Fahrer diesen Toleranzbereich auch bei ihrer Geschwindigkeitsangabe bewusst berücksichtigen und die von ihnen angenommene Fahrgeschwindigkeit nach Abzug des geschätzten Toleranzbereiches angeben. Nachdem die vom EDR aufgezeichnete Geschwindigkeit die zuvor beschriebenen Unschärfen enthält, könnte das Nichtangeben geringer Geschwindigkeitsüberschreitungen durch das bewusste Abziehen der vermuteten Tachoabweichung durch die Fahrer bedingt sein. Detailanalysen konnten aufzeigen, dass manche Fahrer Geschwindigkeitsverstöße möglicherweise nicht berichteten, da sie eine falsche Annahme über die zulässige Höchstgeschwindigkeit hatten. Solche Geschwindigkeitsverstöße könnten unbewusst passiert sein. Ein unbemerktes Überschreiten der Geschwindigkeitsbegrenzung wurde auch von Corbett (2001) als mögliche Erklärung für abweichende Geschwindigkeitsangaben diskutiert. Versteegh (2004) stellte in seiner Analyse ebenfalls fest, dass sich Fahrer nicht immer korrekt an die an der Unfallstelle geltende Geschwindigkeitsvorschrift erinnern. Auch in seiner Untersuchung nahmen einige Fahrer eine höhere und andere eine niedrigere zulässige Höchstgeschwindigkeit an. Die Fahrer der vorliegenden

Arbeit räumten eher eine Geschwindigkeitsüberschreitung ein, wenn laut der EDR-Daten eine sehr hohe Geschwindigkeitsüberschreitung ($> 20 \text{ km/h}$) vorgelegen hatte. Das berichtete Ausmaß war aber wesentlich geringer. Unfallverursacher, die in der Tendenz höhere Geschwindigkeitsüberschreitungen begangen hatten, gaben signifikant häufiger solche geringen Geschwindigkeitsüberschreitungen an. Vertiefte Einzelfallanalysen gaben Hinweise darauf, dass in solchen Fällen die zu hohe Geschwindigkeit häufiger unfallursächlich gewesen war. Möglicherweise räumten Fahrer in diesen Fällen geringe Geschwindigkeitsüberschreitungen ein, da ersichtlich war, dass eine zu hohe Geschwindigkeit bei der Unfallentstehung eine Rolle gespielt hatte. Da die Unfallverursacher der vorliegenden Stichprobe signifikant jünger waren und ihre Fahrerlaubnis signifikant kürzer besessen hatten als die weiteren Unfallbeteiligten, ist fraglich, ob der beobachtete Unterschied in der Angabe von Geschwindigkeitsüberschreitungen nur von der Rolle der Unfallbeteiligung oder alternativ vom Alter oder der Fahrerfahrung abhängig ist. Die jüngeren und weniger erfahrenen Fahrer haben signifikant höhere Geschwindigkeitsüberschreitungen begangen und in der Tendenz häufiger niedrige Geschwindigkeitsverstöße eingeräumt. Da unangepasste Geschwindigkeit eine häufige Unfallursache von unerfahrenen Fahrern ist (Curry et al., 2011), erscheint es plausibler, dass die jüngeren und weniger erfahrenen Fahrer häufiger aufgrund zu hoher Geschwindigkeit verunfallt sind und wegen der bereits beschriebenen Erkennbarkeit der unfallursächlichen Geschwindigkeitsüberschreitung eher niedrige Geschwindigkeitsverstöße einräumten. Somit wäre eher die Rolle der Unfallbeteiligung entscheidend. Unfallverursacher und weitere Unfallbeteiligte haben sich auch hinsichtlich der Unfallszenario-Gruppe und somit hinsichtlich ihrer Vorunfallphase unterschieden. Geschwindigkeitsüberschreitungen können in Abhängigkeit vom Unfallszenario eine unterschiedlich starke unfallbegünstigende Wirkung haben. Da die Rolle der Unfallbeteiligung und die Vorunfallphase stark miteinander verwoben sind, erscheint eine Differenzierung hier schwierig.

Entsprechend der formulierten Annahmen zeigten sich signifikante Abweichungen zwischen den Geschwindigkeitsangaben und den vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeiten (H 2.2). Die Mehrzahl der Fahrer berichtete eine niedrigere Geschwindigkeit als diejenige, welche sie laut Fahrzeugdaten gefahren war. Nur wenige Fahrer gaben eine höhere Geschwindigkeit an, wobei sich dabei weder hinsichtlich des Geschwindigkeitsbereichs, noch hinsichtlich des Fahrmanövers Muster erkennen ließen. Insgesamt wich die Geschwindigkeitsangabe in mehr als der Hälfte der Fälle um mehr als 10 km/h ab, wobei die Abweichungen im sehr hohen Geschwindigkeitsbereich am größten waren. Aufgrund der beschriebenen potenziellen Ungenauigkeiten der vom EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit stellen die für die Geschwindigkeitsangabe berechneten Ausmaße der Abweichung keine exakten Werte dar. Da die

zeitliche Einordnung der Geschwindigkeitsangabe schwierig war, sind trotz sorgfältig ausgearbeiteter Auswahlstrategien für den Vergleichswert aus den EDR-Daten (vgl. Kapitel 3.4.3.2) gewisse Abweichungen hinsichtlich der zeitlichen Passung zwischen Geschwindigkeitsangabe und der ausgewählten Vergleichsgeschwindigkeit aus den EDR-Daten nicht völlig auszuschließen. Diese könnten den Umfang der Abweichung ebenfalls beeinflusst haben. Die beobachteten Ungenauigkeiten in den Angaben der Fahrer entsprechen dem bisherigen Forschungsstand zu selbstberichteten Fahrgeschwindigkeiten in der Verkehrsunfallforschung und in anderen Forschungsbereichen (vgl. Kapitel 2.3.2). So beobachteten McClafferty et al. (2005) bei ihrem Vergleich mit EDR-Daten ähnlich häufige und in vergleichbaren Bereichen liegende Abweichungen in den von den Fahrern angegebenen Geschwindigkeiten (vgl. Kapitel 2.3.2.2). Auch der Vergleich von Fahrerangaben mit den auf der Unfallrekonstruktion basierenden Geschwindigkeitseinschätzungen von Versteegh (2004) zeigte, dass der Großteil der Fahrer seine gefahrene Geschwindigkeit unterschätzte, wobei ein geringerer Anteil sie auch überschätzte. Mögliche Gründe für die Ungenauigkeit der selbstberichteten Fahrgeschwindigkeit vor dem Unfall wurden zum Teil bereits im Absatz zuvor im Rahmen der nichtangegebenen Geschwindigkeitsüberschreitungen beschrieben. Diese können auch im Zusammenhang mit dem allgemeinen Ausmaß, in dem die angegebene Geschwindigkeit, von der im EDR aufgezeichneten Geschwindigkeit, abwich, als mögliche Erklärungen herangezogen werden. Unter anderem wurde darauf eingegangen, dass Fahrer ihre Geschwindigkeit rekonstruieren und sich hierbei häufig an der geltenden Geschwindigkeitsvorschrift orientieren (Corbett, 2001; Haglund & Åberg, 2000), zumindest in passenden Fahrsituationen (McClafferty et al., 2005). Dieses Bild zeigte sich auch bei den Fahrern in der vorliegenden Arbeit. Erwartungsgemäß gaben Fahrer in konstanten Fahrsituationen häufiger eine Geschwindigkeit in der Nähe der von ihnen angenommenen zulässigen Höchstgeschwindigkeit an als Fahrer, die in der Vorunfallphase ein Fahrmanöver durchgeführt hatten (H 2.4). Dies erscheint stimmig, da die Geschwindigkeitsvorschrift bei Fahrmanövern keinen sinnvollen Orientierungspunkt darstellen würde. Fahrer aus konstanten Fahrsituationen tendierten eher dazu, eine Geschwindigkeit etwas unterhalb der zulässigen Höchstgeschwindigkeit anzugeben, wobei manche auch eine leicht höhere Geschwindigkeit berichteten. Im Vergleich zur EDR-Geschwindigkeit wurde meist eine zu niedrige Geschwindigkeit angegeben. Corbett (2001) diskutierten inwiefern soziale Normen und Vorurteile zum Fahrverhalten die Geschwindigkeitsangabe in Richtung einer Unter- oder Überschätzung beeinflussen können. Möglicherweise neigten Fahrer in konstanten Fahrsituationen dazu, eine Geschwindigkeit leicht unterhalb der Verkehrsvorschrift zu berichten, um unbewusst oder bewusst das Bild einer defensiven Fahrweise in der Vorunfallphase zu zeichnen.

Entsprechend der formulierten Annahmen war die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung unterschiedlich (H 2.3). Allerdings in eine andere Richtung als dies zu erwarten gewesen wäre. So wichen die Angaben der weiteren Unfallbeteiligten in signifikant stärkerem Ausmaß ab und lagen deutlicher unterhalb der EDR-Geschwindigkeit als bei den Unfallverursachern. Dies stimmt nicht mit dem Ergebnis von Versteegh (2004) überein, der in seiner Untersuchung keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe und der von der Polizei zugeordneten Schuld am Unfall beobachten konnte, auch wenn Fahrer, die einen Geschwindigkeitsverstoß begingen, ihre Geschwindigkeit stärker unterschätzten. Zu bedenken ist, dass in die Auswertung zur Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe nur die Fälle eingeflossen sind, in denen die Unfallentstehung vom Fahrer plausibel angegeben wurde, da bei den nicht plausiblen Angaben kein sinnvoller Vergleich und keine Auswahl einer geeigneten Vergleichsgeschwindigkeit aus den EDR-Daten möglich war. Da sich weder mit dem Alter noch mit der Fahrerfahrung ein signifikanter Zusammenhang mit der Abweichung der Geschwindigkeitsangabe zeigte, konnten diese Faktoren als Erklärung für den beobachteten Unterschied ausgeschlossen werden. Auffallend war eine Teilgruppe der weiteren Unfallbeteiligten, nämlich Fahrer, die mit sehr hoher Geschwindigkeit auf der Autobahn gefahren waren und einem spurwechselnden Fahrzeug aufgefahren waren. Bei diesen sogenannten *schnellen Überholern* zeigten sich insgesamt die größten Abweichungen in den Geschwindigkeitsangaben, wobei die berichtete Geschwindigkeit weit unterhalb der aufgezeichneten EDR-Geschwindigkeit lag. Eine explorative Analyse zeigte, dass die Geschwindigkeitsangaben der Fahrer, die auf einen Spurwechsler aufgefahren waren, in stärkerem Ausmaß von der EDR-Geschwindigkeit abwichen als bei den Fahrern der anderen Unfallszenarien, in denen das Fehlverhalten einer anderen Person unfallauslösend gewesen war (H 2.7). Lediglich zu den Fahrern, denen ein anderes Fahrzeug auf der eigenen Spur entgegengekommen war, zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Aber auch hier ließ sich eine Tendenz in die beschriebene Richtung erkennen. Alle diese Szenario-Gruppen bestanden ausschließlich aus weiteren Unfallbeteiligten. Die Fahrer, die auf einen Spurwechsler aufgefahren waren und von denen die schnellen Überholer auf der Autobahn einen wesentlichen Anteil ausmachten, stellten demnach wohl hinsichtlich der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe eine Sondergruppe der weiteren Unfallbeteiligten dar. Vorstellbar ist, dass der kleine Effekt bezüglich der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung vor allem auf diese Sondergruppe zurückzuführen ist. Mögliche Erklärungen, warum diese Fahrer ihre Geschwindigkeit in stärkerem Ausmaß zu niedrig angaben, könnten verschiedene bewusste oder unbewusste Interessen sein. So könnten, wie bereits erwähnt, rechtliche, soziale und persönliche Befürchtungen, eine Mitverantwortung für die Entstehung des Unfalls zugewiesen zu bekommen, einen Einfluss gehabt haben. Andererseits kommt auch ein Effekt aufgrund der psychophysiologischen Grenzen in der

menschlichen Geschwindigkeitswahrnehmung in Frage. So war diese Gruppe mit über 200 km/h unterwegs. Es wäre vorstellbar, dass Fahrer ihre Geschwindigkeit im sehr hohen Geschwindigkeitsbereich weniger genau einschätzen können als in niedrigeren Geschwindigkeitsbereichen. In einigen experimentellen Studien zur Einschätzung der eigenen Fahrgeschwindigkeit beim Autofahren zeigten sich zwar in niedrigeren Geschwindigkeitsbereichen stärkere Unterschätzungen als in höheren (vgl. z. B. Recarte & Nunes, 1996; Schütz et al., 2015), das Maximum der untersuchten Geschwindigkeitsspanne lag in diesen Studien allerdings bei 120 km/h (Recarte & Nunes, 1996) und somit wesentlich niedriger als das Geschwindigkeitsniveau, in dem sich die schnellen Überholer bewegt hatten. Die Wahrnehmung der eigenen Fahrgeschwindigkeit basiert auf einer Integration von Informationen aus verschiedenen Sinneskanälen, nämlich dem visuellen, dem auditiven und dem somatosensorischen System (Bode & Meyer-Gramcko, 2007). Recarte und Nunes (1996) stellten die Theorie auf, dass die Verbesserung der Geschwindigkeitseinschätzung mit steigender Geschwindigkeit auf eine Zunahme des auditiven und somatosensorischen Informationsgehalts zurückzuführen sein könnte. So nehmen unter anderem die Fahr- und Motorengeräusche mit steigender Geschwindigkeit zu. Ab einem gewissen Geschwindigkeitsniveau ist jedoch keine nennenswerte Zunahme mehr zu erwarten, sodass vorstellbar ist, dass die Diskriminierung der Geschwindigkeit entsprechend schwieriger wird. Nach dem Wissensstand der Autorin gibt es aber bisher keine Studie zur Geschwindigkeitswahrnehmung, die diesen hohen Geschwindigkeitsbereich mitbeachtet. Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe war auch in Abhängigkeit von der Ortslage signifikant verschieden (H 2.5). Die Angaben von Fahrern aus Autobahn-Unfällen differierten am stärksten und lagen signifikant deutlicher unterhalb der EDR-Geschwindigkeit als bei den innerorts Verunfallten. Der mittlere Effekt könnte ebenfalls hauptsächlich auf die schnellen Überholer auf der Autobahn zurückzuführen sein. Da die gefahrenen Geschwindigkeitsbereiche innerorts und auf der Autobahn am stärksten differieren, könnte dies ebenfalls ein Hinweis auf die beschriebene Theorie sein, dass die Einschätzung der eigenen Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsniveau unterschiedlich genau ist. Allerdings zeigten sich, wie bereits beschrieben, in den experimentellen Studien im niedrigeren Geschwindigkeitsbereich stärkere Unterschätzungen (vgl. z. B. Recarte & Nunes, 1996; Schütz et al., 2015). Recarte und Nunes (1996) diskutierten jedoch beispielsweise, inwiefern die offen gestaltete Versuchsstrecke mit einem für den niedrigen Geschwindigkeitsbereich gewöhnlich vorliegenden Innerortsbereich vergleichbar ist. So unterscheiden sich die verschiedenen Ortslagen auch in der Verkehrsraumgestaltung, was die Geschwindigkeitswahrnehmung ebenfalls beeinflusst (Sacher, 1998; Schütz et al., 2015). Der Unterschied hinsichtlich der Ortslage in der vorliegenden Arbeit könnte auch dadurch erklärbar sein, dass die gefahrene Geschwindigkeit innerorts aufgrund der Geschwindigkeitsvorschriften besser rekonstruiert werden kann, wohingegen die Geschwindigkeitswahl auf der Autobahn stärker variiert. Zu

bedenken ist allerdings, dass gerade innerorts aufgrund von Fahrmanövern im Rahmen von Abbiege- und Kreuzungssituationen die Geschwindigkeitsvorschrift nicht immer als Orientierungspunkt dienen kann.

Die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe war auch in Abhängigkeit von der Art der Unfallsache signifikant verschieden (H 2.6). Die Angaben von Fahrern mit Informationsverarbeitungsfehler wichen verglichen mit Fahrern mit Informationsaufnahme- oder Zielsetzungsfehler stärker von der EDR-Geschwindigkeit ab. Dabei war ihre Geschwindigkeitsangabe meist deutlich niedriger. Informationsverarbeitungsfehler können nach der 5-Step-Methode (vgl. Kapitel 3.3.3.3) unter anderem Fehleinschätzungen bezüglich des eigenen Fahrzeugs betreffen. Darunter fallen zum Beispiel Fehleinschätzungen der eigenen Geschwindigkeit oder Fehleinschätzungen des Fahrzeugverhaltens, die auch für eine nicht situationsangepasste Geschwindigkeitswahl ursächlich sein können. In diesen Fällen könnte somit eine in der Unfallsituation vorliegende Fehleinschätzung der eigenen Geschwindigkeit die Ungenauigkeit der Geschwindigkeitsangabe erklären. Bei einer unangepassten Geschwindigkeitswahl kommen als Erklärungsansatz für die hohe Ungenauigkeit der Geschwindigkeitsangabe auch ähnliche bewusste oder unbewusste Interessen in Frage, wie sie in anderen Zusammenhängen bereits beschrieben wurden. Auch bei schnellen Überholern auf der Autobahn, die nicht mehr rechtzeitig auf ein spurwechselndes Fahrzeug reagieren können, liegt häufig eine nicht situationsangemessene Geschwindigkeitswahl vor, die zur Unfallentstehung beigetragen hat und als Unfallsache festgehalten wird. Dementsprechend könnte der Effekt ebenfalls auf diese Sondergruppe zurückzuführen sein. In Zusammenhang mit Fehleinschätzungen bezüglich der Geschwindigkeitswahl erscheint zusätzlich interessant, dass die Abweichung der Geschwindigkeitsangabe in der Gruppe der Unfallszenarien, in denen der Fahrer selbst einen unfallauslösenden Fehler begangen hatte, nicht signifikant differierte. So berichteten Fahrer, die aufgrund zu hoher Geschwindigkeit von der Fahrbahn abgekommen waren, ihre Fahrgeschwindigkeit nicht wesentlich ungenauer als die Fahrer der anderen Unfallszenarien. Zu beachten sind dabei jedoch die recht geringen Fallzahlen in den Subgruppen der einzelnen Unfallszenarien. Die Fahrer, die aufgrund überhöhter Geschwindigkeit von der Fahrbahn abgekommen waren, gaben den Unfallhergang allerdings häufiger nicht plausibel an. Es ist vorstellbar, dass in solchen Fällen unter anderem eine starke Abweichung der Geschwindigkeitsangabe zur Bewertung als nicht plausibel geführt hat. In der Folge sind solche stark abweichenden Angaben nicht in die Analyse zur Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe eingeflossen, was ein Grund dafür sein könnte, dass sich kein Unterschied zeigte.

Erwartungsgemäß ergab sich kein Zusammenhang zwischen der allgemeinen Fahrerfahrung und der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe (H 2.8a). Zwar verunfallen wenig erfahrene Fahrer häufiger aufgrund nicht ausreichend an die Fahrsituation angepasster Geschwindigkeit

(Curry et al., 2011). In der Folge wären die eben dargestellten methodischen Prozesse (Einordnung als nicht plausible Angabe zum Unfallhergang) bei stark abweichenden Geschwindigkeitsangaben eine mögliche Erklärung, warum sich kein Unterschied zeigte. Da, wie in Kapitel 2.3.2.1 dargestellt, wohl weniger besondere Schwierigkeiten in der Geschwindigkeitswahrnehmung (Recarte & Nunes, 1996), sondern eher die Geschwindigkeitswahl entscheidend sind (Mueller & Trick, 2012; Rolison & Moutari, 2020), könnte die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe aber auch nicht stärker als in anderen Unfallsituationen beeinflusst sein. Zudem verunfallen junge Fahrer, genauso wie Fahrer anderer Altersgruppen, am häufigsten aufgrund von Problemen in der Informationsaufnahme (Curry et al., 2011; Karl, 2016; Tschech et al., 2020). Im bisherigen Kapitel wurde eine Reihe an Erklärungsansätzen aufgezeigt, welche Prozesse hier zum Tragen kommen. Bei vielen davon, wie zum Beispiel den konstruktiven Prozessen zur retrospektiven Einschätzung der Geschwindigkeit oder den Einflüssen durch bewusste oder unbewusste Interessen, ist anzunehmen, dass sie sich unabhängig von der Fahrerfahrung auswirken. Entgegen den zuvor getroffenen Annahmen zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe und der Fahrerfahrung mit dem Unfallfahrzeug (H 2.8b). Da das veränderte Geschwindigkeitsempfinden in unvertrauten Fahrzeugen nur vorübergehend ist (Recarte & Nunes, 1996), ist fraglich, in wie vielen Fällen der vorliegenden Stichprobe die Fahrer überhaupt in einem solchen Grad mit dem Unfallfahrzeug unerfahren waren, dass diese Unerfahrenheit bei der Unfallentstehung eine Rolle gespielt haben könnte. So wäre ein solcher Zusammenhang in Einzelfällen zwar vorstellbar. Mit einem unbekannten Fahrzeug sind jedoch auch verschiedene weitere Unfallszenarien möglich, die nicht durch diesen Faktor beeinflusst werden.

5.1.3 Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe

Die Zuverlässigkeit der Fahrerangaben zur Reaktion vor dem Unfall wurde vorwiegend explorativ betrachtet. Erwartungsgemäß zeigten sich Unterschiede zwischen der Reaktionsangabe der Fahrer und der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten und beides stimmte nur mäßig überein (H 3.1). So berichteten die Fahrer viele aus den Fahrzeugdaten ersichtliche Reaktionen nicht. Daher waren in den Fahrzeugdaten häufig Reaktionen erkennbar, obwohl die Fahrer angaben, keine Reaktion gezeigt zu haben. Umgekehrt waren von den Fahrern berichtete Reaktionen meistens laut der Fahrzeugdaten tatsächlich erfolgt. Nur in Einzelfällen wurden Reaktionen berichtet, die in den Fahrzeugdaten nicht erkennbar waren. Die Fahrer scheinen somit vor allem Schwierigkeiten zu haben, sich an ihre Reaktionen vor dem Unfall zu erinnern, wohingegen die erinnerten Reaktionen offenbar recht zuverlässig sind. Dieses Ergebnis stimmt nur zum Teil mit den Erkenntnissen von Versteegh (2004) überein. So erinnerten sich die Fahrer seiner Studie im Vergleich zur objektiven Spurenlage sehr zuverlässig an ihre Vermeidungsreaktion vor dem Unfall. Eine solch hohe Übereinstimmung zeigte sich

für die berichteten Reaktionshandlungen auch in der vorliegenden Arbeit. Ein möglicher Grund, warum in der Analyse von Versteegh kein Problem der Fahrer bei der Erinnerung an ihre Reaktion festgestellt wurde, könnte sein, dass Vermeidungsreaktionen ohne EDR-Daten bei fehlender Spurenlage nicht immer rekonstruierbar sind (Burg, 2016). Darauf weist auch das Ergebnis von daSilva (2008) hin, der in seiner Analyse von Vermeidungsmanövern mit Bremsreaktionen in der NASS-CDS-Unfalldatenbank festgestellt hat, dass diese weniger häufig codiert waren als in den EDR-Daten erkenntlich. Viele vermeintliche Bremsreaktionen in den EDR-Daten konnten von den Unfallforschern somit nicht allein auf Basis der Erinnerungen der Unfallfahrer und den Unfallspuren (ohne EDR-Daten) rekonstruiert werden. Fehlcodierungen von Bremsreaktionen, die aus den EDR-Daten nicht hervorgingen, waren hingegen selten. Das Ergebnis von daSilva deutet somit in die gleiche Richtung wie das Resultat der vorliegenden Arbeit. Die Einschätzung der Unfallforscher für die Codierung basierte zwar nicht ausschließlich auf den Angaben der Unfallfahrer, aber diese wurden für die Bewertung teilweise herangezogen (National Highway Traffic Safety Administration, 2006). Die Probleme der Fahrer, sich an ihre Reaktionen vor dem Unfall zu erinnern, sind, wie in Kapitel 2.3.3.1 beschrieben, wohl auf den unbewussten und reflexhaften Ablauf dieser Reaktionen zurückzuführen (Fricke, 1990 zitiert nach Dilich et al., 2002; Sacher, 1998). Entsprechend der konstruktiven Funktionsweise des Gedächtnisses (vgl. Kapitel 2.1.2.4) sind hier ebenfalls konstruktive Prozesse zu diskutieren. So kann nicht abschließend geklärt werden, inwiefern angegebene Reaktionen auf einer tatsächlich im Gedächtnis abgespeicherten Erinnerung oder einem konstruktiven Gedächtnisprozess beruhen. Wird hier von Erinnern und Erinnerungsvermögen gesprochen sind beide Mechanismen möglich. Grundsätzlich soll an dieser Stelle noch kritisch erwähnt werden, dass die Nichtangabe von in den Fahrzeugdaten erkennbaren Reaktionshandlungen nicht nur auf eine fehlende Erinnerung, sondern theoretisch auch auf eine definitorische Problematik zurückzuführen sein könnte. So wäre vorstellbar, dass Fahrer eine Handlung nicht als Reaktion berichteten, da sie diese in ihrer Definition nicht als Reaktion gewertet haben.

Die vorliegende Analyse ergab erwartungsgemäß, dass das Erinnerungsvermögen der Fahrer an die gezeigte Reaktion vor dem Unfall in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Reaktionsbeginns signifikant verschieden war (H 3.6). So lag der Beginn von vom Fahrer nicht angegebenen Reaktionen zeitlich signifikant kürzer vor der Kollision als der von Reaktionen, die vollständig erinnert wurden. Wichtig zu bedenken ist hierbei, dass der Zeitpunkt des Reaktionsbeginns im Rahmen der technischen Rekonstruktion auf Basis der aufgezeichneten Fahrzeugdaten zwar relativ genau bestimmt werden konnte (vgl. Kapitel 3.4.2.1), es aber dennoch gewisse Unschärfen gibt (vgl. Kapitel 3.3.2.2). Dieses Ergebnis weist in die Richtung der Hypothese von Meyer-Gramcko (zitiert nach Sacher, 1999), dass den Fahrern erst das Wirksamwerden der

reflexhaften Reaktionshandlung erinnerbar ist. Fahrer erinnern sich scheinbar eher an ihre Reaktion, wenn die Reaktionshandlung länger ausgeführt wurde und der Effekt der Reaktion für den Fahrer in der Folge (deutlicher) bemerkbar war. So kann beispielsweise in den EDR-Daten eine Betätigung des Bremspedals erkennbar sein, in Abhängigkeit von Bremsbeginn und Bremsstärke kann es vor der Kollision aber nur zu einer geringfügigen Geschwindigkeitsreduktion von wenigen Kilometern pro Stunde gekommen sein. Neben dem unbewussten Ablauf der Reaktion und einer noch nicht ausreichenden Wahrnehmbarkeit der Reaktionswirkung wäre auch vorstellbar, dass die Reaktionshandlung aufgrund der hohen Informationsdichte und der intensiveren Eindrücklichkeit der nachfolgenden Unfallsituation (vgl. Kapitel 2.1.2.2) überlagert wird. So folgen auf eine Kollision unter anderem meist eine stärkere Geschwindigkeitsänderung in Verbindung mit einer entsprechenden Körperbewegung sowie weitere intensive Sinneseindrücke (z. B. Kollisionsgeräusche). Gerade wenn sich die Kollision kurz nach Reaktionsbeginn ereignet, könnte diese starke Aufmerksamkeitswirkung zu einer Verdrängung der vorherigen Wahrnehmungen führen.

Eine explorative Analyse ergab, dass das Erinnerungsvermögen der Fahrer an die gezeigte Reaktion vor dem Unfall weder in Abhängigkeit von der Art der reaktionsbedingten Handlungsänderung (H 3.7) noch von der Reaktionsreihenfolge (H 3.8) signifikant verschieden war. Weder für die Angabe der Längs- noch der Querreaktion war es von Bedeutung, ob die Reaktion mit einem Abbruch, einer Änderung oder einer Verstärkung der zuvor im Fahrverlauf ausgeübten Handlung einherging. Da die Längsreaktion allerdings meist mit einem Abbruch der zuvor in Längsrichtung erfolgten Handlung einherging, ist zu bedenken, dass die Fallzahl in den beiden anderen Vergleichsgruppen relativ gering war. Dieses Ergebnis könnte ebenfalls dadurch beeinflusst sein, dass das Erinnern der Reaktion erst durch das bemerkbare Wirksamwerden der Reaktionshandlung ermöglicht wird, unabhängig davon, auf welche Weise die Reaktionshandlung die ursprünglich ausgeführte Handlung verändert.

Erfolgte eine Reaktion in Längs- und Querrichtung, spielte die Reihenfolge keine signifikante Rolle dafür, ob und welche Reaktion berichtet wurde. Unabhängig davon, ob die Reaktionen gleichzeitig oder nacheinander stattgefunden haben, gab es Fahrer, welche ihre Reaktion gar nicht oder nur zum Teil angaben. Wurde nur eine Reaktion berichtet, gab es sowohl Fahrer, welche die erste, als auch solche, welche die zweite Reaktion berichteten. Das könnte darauf hinweisen, dass neben dem Zeitpunkt des Reaktionsbeginns als Erklärung für das Nichtangeben von Reaktionen noch andere Prozesse das Erinnerungsvermögen an die gezeigte Reaktion vor dem Unfall beeinflussen. Es muss allerdings beachtet werden, dass in dieser Analyse die Informationen, wie lange vor dem Unfall die jeweiligen Handlungen begonnen haben und wieviel Zeit zwischen dem Beginn der Quer- und Längshandlung vergangen ist, nicht berücksichtigt wurden. Es liegt auch keine Information über die Intensität der Handlungen vor.

Aufgrund der begrenzten Stichprobengröße konnten nicht all diese Variablen in die Analyse einbezogen werden. Gerade in den Subgruppen, in denen die Quer- oder Längsreaktion zuerst erfolgt ist, waren die Fallzahlen gering. Dementsprechend sind es lediglich Einzelfälle, in denen Fahrer nur die zweite Reaktion oder bei gleichzeitiger Ausführung nur einen Teil der Reaktion berichteten. Die Daten- und Informationslage ist somit zu vage, um in diesem Zusammenhang grundlegende Überlegungen hinsichtlich weiterer potenzieller Erklärungen für das Erinnern beziehungsweise Nichtangeben bestimmter Reaktionen zu entwickeln. Es ist allerdings allgemein zu bedenken, dass der Unfallmechanismus und die empfundene Kritikalität der Situationen einen Einfluss darauf haben, welche Reaktion (zuerst) erfolgt (Weber, 2015). Potenziell könnten diese Punkte also eine Rolle spielen.

Wie bereits beschrieben, gaben Fahrer in Einzelfällen Reaktionen an, die in den EDR-Daten nicht ersichtlich waren. Vertiefte Betrachtungen dieser Fälle ließen vermuten, dass manche Fahrer ihre Reaktion falsch rekonstruiert haben könnten. In der Folge berichteten sie eine andere Reaktion als die eigentlich gezeigte oder nahmen fälschlicherweise an, noch vor dem Unfall reagiert zu haben. Es ist allerdings auch nicht auszuschließen, dass die Fahrer, welche eine Reaktion berichteten, die sie erst nach der Kollision gezeigt hatten, die Frage nach der Reaktion auf den falschen Zeitpunkt im Unfallgeschehen bezogen haben. Auch wenn die Interviews durch geschultes Personal geführt wurden, das wusste, dass sich die Frage auf eine mögliche Reaktion vor dem Unfall bezog, ließ die Fragenformulierung einen gewissen Interpretationsspielraum (*Wie haben Sie auf den Gegner/in der Situation reagiert?*). Somit ist ein Ergebnis der Untersuchung, dass die Frage zur Reaktion noch einmal hinsichtlich des zeitlichen Bezugs präzisiert werden sollte, um potenzielle Fehlinterpretationen der befragten Fahrer auszuschließen. In einem Fall zeigte sich zudem eine definitorische Problematik. In dieser Arbeit und bei der Reaktionseinschätzung im Rahmen der Fallbearbeitung der AARU wird von einer Reaktion ausgegangen, wenn eine aktive Handlung des Fahrers erkennbar war. In diesem Fall berichtete der Fahrer, ausgewichen zu sein, obwohl in den Fahrzeugdaten kein aktives Lenken oder Öffnen der Lenkung beobachtbar war. Der Fahrer lenkte jedoch nicht in eine Kurve ein, weshalb die Kollision mit einem Fahrzeug auf der Nebenspur erfolgte. Der Fahrer nahm dabei an, dass er auf die Nebenspur ausgewichen sei. Die von Sacher (1998) beschriebene Tendenz mancher Fahrer, anstelle von umgesetzten Handlungen intendierte zu berichten, zeigte sich in der vorliegenden Analyse nur in wenigen Einzelfällen. Wie aufgezeigt, können die beobachteten Abweichungen in manchen Fällen aber auch auf anderen Ursachen beruhen.

Eine explorative Betrachtung zeigte weder in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung (H 3.2) noch in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Unfallursache (H 3.3) signifikante Unterschiede in der Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe. Es war aber eine Tendenz beobachtbar,

dass Unfallverursacher sowie Fahrer, die unfallursächlich zur Entstehung des Unfalls beigebrachten hatten, häufiger Reaktionen berichteten, die in den Fahrzeugdaten nicht erkennbar waren. Zu beachten ist dabei allerdings, dass es sich hierbei insgesamt nur um Einzelfälle handelte und die falschen Angaben durch verschiedene, im Absatz zuvor aufgezeigte, Prozesse entstanden sein können. Eine Interpretation erscheint somit schwierig. Weitere Unfallbeteiligte und/oder Fahrer ohne Unfallursache berichteten Reaktionen hingegen häufiger nicht oder nur zum Teil. Diese Tendenzen könnten durch das unterschiedliche Erleben der Unfallsituation und die verschiedenen Vorunfallphasen erklärbar sein. Für die Fahrer ohne Unfallursache und auch viele weitere Unfallbeteiligte trat die Unfallsituation vermutlich besonders unerwartet auf. Möglicherweise war die kritische Situation für diese Fahrer in vielen Unfallsituationen auch erst spät erkennbar, weshalb der Reaktionsbeginn in der Folge näher an der Kollision lag.

Hinsichtlich des Unfallszenarios (H 3.4) zeigten sich nur in der Gruppe der Fahrer, die im Sinne des Unfallszenarios auf das Fehlverhalten einer anderen Person reagieren hatten müssen, signifikante Unterschiede in der Vollständigkeit und Richtigkeit der Reaktionsangaben. Fahrer, denen die Vorfahrt genommen worden war, gaben erfolgte Reaktionen häufiger nicht an. Hingegen berichteten Fahrer aus Auffahruntfällen ihre Reaktion häufiger vollständig oder schilderten konsistent mit den EDR-Daten, vor dem Auffahren des Nachfolgenden keine Reaktion gezeigt zu haben. Zu beachten sind dabei jedoch die recht geringen Fallzahlen in den Subgruppen der einzelnen Unfallszenarien. Dieser mittlere Effekt könnte vorwiegend durch die verschiedenen Vorunfallphasen erklärbar sein. So war den Fahrern, denen aufgefahren wurde, die drohende Kollision entweder nicht bewusst oder sie befanden sich selbst in einer kritischen Situation (z. B. plötzliche Staubbildung), in der sie vor dem Auffahren des Nachfolgenden vermeintlich bereits längere Zeit reagierten. Eine Reaktion auf eine solche kritische Situation wurde in der vorliegenden Arbeit ebenfalls bezüglich der Reaktionsangabe betrachtet, wenn sie mit der Entstehung des Unfalls in Zusammenhang stand. Beide Vorunfallphasen bieten somit auf Basis des Unfallablaufs die Chance, die eigene Reaktion beziehungsweise die mangelnde Reaktionsmöglichkeit vergleichsweise zuverlässig zu rekonstruieren. Für Fahrer, denen die Vorfahrt genommen wurde, könnte die kritische Situation zwar noch vor Unfallentstehung erkennbar geworden sein, allerdings eben zeitkritischer vor dem Unfall. Hier könnte somit wiederum der Zeitpunkt des Reaktionsbeginns eine mögliche Erklärung sein. Anhand der verschiedenen Unfallszenarien wird deutlich, dass die Vorunfallphasen und somit die Reaktionsmöglichkeiten in den Fällen der vorliegenden Stichprobe recht verschieden waren, was die Interpretation der Ergebnisse insgesamt erschwert. Um genauere Aussagen zu treffen, wäre es hilfreich die untersuchten Aspekte noch einmal für ausgewählte Unfallszenarien anhand einer größeren Datenbasis zu betrachten.

5.1.4 Rolle der Unfallbeteiligung

Eine Teilfragestellung der vorliegenden Arbeit beschäftigte sich damit, ob die Plausibilität und Zuverlässigkeit der Fahrerangaben in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung verschieden sind. Abschließend kann festgehalten werden, dass sich Unterschiede gezeigt haben. Die Diskussion der spezifischen Ergebnisse bezüglich der drei Hauptfragestellungen ist in den jeweiligen Unterkapiteln zur Plausibilität des Unfallhergangs (Kapitel 5.1.1), der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe (Kapitel 5.1.2) und der Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe (Kapitel 5.1.3) dargestellt.

5.1.5 Zeitpunkt des Interviews

Im Rahmen einer Teilfragestellung wurde untersucht, ob die Plausibilität und Zuverlässigkeit der Fahrerangaben in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand des Interviews zum Unfall verschieden sind. Entsprechend der formulierten Erwartungen zeigte sich weder bezüglich der Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang (H 1.8) noch hinsichtlich der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe (H 2.9), noch in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Reaktionsangabe (H 3.5) ein signifikanter Zusammenhang mit dem Zeitpunkt des Interviews. Im Hinblick auf die Plausibilität der Aussagen zum Unfallhergang trat sowohl beim Plausibilitätsgrad als auch bei der Anzahl an gefundenen Abweichungen in grundsätzlich plausiblen Aussagen kein signifikanter Zusammenhang auf. Diese Ergebnisse weisen in die gleiche Richtung wie die Resultate von Staubach und Lüken (2009) sowie von Versteegh (2004), die in ihren Untersuchungen über den Zeitverlauf hinweg keine wesentlichen Beeinträchtigungen der Aussagequalität feststellen konnten. So zeigten sich bei Versteegh keine Unterschiede bezüglich des Erinnerungsumfangs sowie der Erinnerungsgenauigkeit der Fahrer an den Unfallablauf, wobei der durchschnittliche Befragungszeitpunkt 107 Tage nach dem Unfall lag. Staubach und Lüken konnten zudem innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall keine Verschlechterung in der Genauigkeit der Geschwindigkeits- und Reaktionsangaben beobachten. Die von Pund und Nickel (1994) beschriebenen Erfahrungen mit der Zeit zunehmender Erinnerungseffekte und Verschlechterungen in der Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe traten in der vorliegenden Stichprobe nicht auf. Da der Großteil der Befragungen in der vorliegenden Arbeit innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall erfolgte, könnten die von Pund und Nickel beschriebenen Verschlechterungen auch erst bei einem noch späteren Befragungszeitpunkt relevant werden. Allerdings war in der Studie von Versteegh, in der die Interviews durchschnittlich etwas später erfolgten ($M = 107$ Tage, $SD = 40.5$ Tage, Min = 45 Tage, Max = 195 Tage), insgesamt keine Verschlechterung der Erinnerungsqualität erkennbar. Dabei wurde die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe aber wohl nicht explizit analysiert.

Ob der Unfallhergang plausibel angegeben wird, scheint basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit innerhalb der ersten Monate nach dem Unfall nicht durch den Befragungszeitpunkt beeinflusst zu werden. Vorstellbar wäre, dass nicht plausible Aussagen, wie in Kapitel 5.1.1 beschrieben, eher durch Wahrnehmungseffekte und interessensgesteuerte Prozesse beeinflusst werden, welche unabhängig vom zeitlichen Faktor zum Tragen kommen. Ausgehend davon, dass beim Großteil der plausiblen Angaben Abweichungen beobachtbar waren und viele der untersuchten Teilespekte des Unfallhergangs automatisiert ablaufende Fahrhandlungen darstellen (z. B. Geschwindigkeitswahl, Fahrmanöver), scheinen sich die konstruktiven Gedächtniseffekte in zeitversetzten Befragungen unabhängig vom zeitlichen Abstand zum Unfall unmittelbar auszuwirken. Gleichermaßen gilt für die weiteren in Kapitel 5.1.2 dargestellten Prozesse, welche die Genauigkeit der Geschwindigkeitsangabe beeinflussen können (z. B. Einflüsse durch Interessen, Fehleinschätzungen der gefahrenen Geschwindigkeit). Auch für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Reaktionsangabe scheint der Durchführungszeitpunkt des Interviews keine entscheidende Rolle zu spielen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das bemerkbare Wirksamwerden der Reaktionshandlung und somit die Dauer der Reaktionswirkung das Erinnern der Reaktion begünstigt (vgl. Kapitel 5.1.3). Dieser Faktor scheint das Erinnerungsvermögen losgelöst vom Zeitpunkt des Interviews zu beeinflussen.

5.2 Limitationen

Die vorliegende Untersuchung weist einige methodische Einschränkungen auf. So sind die Befragungen mit den Fahrern für die Unfallursachenanalyse und nicht spezifisch für den Vergleich mit den Erkenntnissen aus den EDR-Daten erhoben worden. In der Folge ergaben sich die in Kapitel 3.4 dargestellten Schwierigkeiten bei der Gegenüberstellung mit den Erkenntnissen aus den Fahrzeugdaten. Zum Beispiel ließen die Geschwindigkeitsangaben keine genaue zeitliche Einordnung ins Vorunfallgeschehen zu. Auch die in Kapitel 3.3.1.2 dargestellten Anpassungen in der Befragung konnten dieses Problem nicht hinreichend beheben. Hierfür wäre wohl ein anderes methodisches Vorgehen notwendig, wobei fraglich erscheint, inwiefern überhaupt eine vollständige Vergleichbarkeit zwischen beiden Informationsquellen hergestellt werden kann. So lässt die Formulierung der Fragen zwar einen gewissen Interpretationsspielraum, weshalb die Abfrage der gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall vertieft wurde und eine Konkretisierung der Frage nach der Reaktion vor dem Unfall empfohlen wird. Zu bedenken ist allerdings, dass die Fahrer unter anderem aufgrund von verschiedenen wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischen Prozessen, Schwierigkeiten beim korrekten Erinnern von zeitlichen Abfolgen und Zeitspannen haben (Sacher, 1998; Wielke, 2012). Entscheidend erscheint somit, dass der Interviewer (zukünftig) so gut wie möglich ermittelt und dokumentiert, auf welchen Zeitpunkt der Vorunfallphase sich die Angaben beziehen.

Zum methodischen Ablauf ist zudem kritisch anzumerken, dass gewisse Einflüsse durch den Interviewer und den Beurteiler nicht ausgeschlossen werden können. Gemäß dem in Kapitel 3.3.1.1 dargestellten Ablauf der Interviewdurchführung wurden die Angaben der Fahrer während des Interviews stichpunktartig durch den Interviewer dokumentiert und anschließend in einem Bericht festgehalten. Auf diese Weise haben die Angaben der Fahrer einen gewissen Zusammenfassungs- und Interpretationsprozess durchlaufen. Die Interviewer sind in der Durchführung der Befragung geschult und der Befragungsablauf durch einen standardisierten Interviewleitfaden festgelegt, dennoch können unbewusste Einflüsse, zum Beispiel durch schemabasierte Denkmuster (vgl. Kapitel 2.1.4.2), nicht gänzlich eliminiert werden. Solche Einflüsse sind auch für die Beurteilung der Plausibilität und Zuverlässigkeit der Angaben nicht vollkommen auszuschließen. So war der Beurteilerin bei der Bewertung beispielsweise bekannt, ob es sich um einen Unfallverursacher oder einen weiteren Unfallbeteiligten handelte. Gerade für die Prüfung der Plausibilität der Aussage zum Unfallhergang ist jedoch ein tiefes Verständnis für die Unfallentstehung notwendig, sodass ein Verblinden solcher Informationen schwer umsetzbar ist. Darüber hinaus ermöglichen bereits allgemeine Informationen über den Ablauf der Vorunfallphase und das Unfallszenario Hypothesen über die Rolle der Unfallbeteiligung. Es könnte jedoch für zukünftige Analysen dieser Art ein Optimierungspotenzial darstellen, zumindest allgemeine Informationen für den Beurteiler zu maskieren, wie zum Beispiel das Alter oder die Fahrerfahrung des Fahrers. Da der Beurteilerin die Einzelfälle aus der Unfallursachenbewertung in der alltäglichen Fallbearbeitung der AARU bekannt waren, wäre ein solches Vorgehen aufgrund von möglichen Wiedererkennungseffekten jedoch ebenfalls nicht ohne Ausschluss potentieller Verzerrungsprozesse operativ umsetzbar gewesen. Um Beurteilungseffekte so weit wie möglich zu minimieren, wurden bei der Erarbeitung der Auswertungsstrategie die in Kapitel 3.4 dargestellten Regeln zur Auswahl der Vergleichswerte und Bewertung der verschiedenen untersuchten Teilaspekte festgelegt. In Fällen, in denen eine Entscheidungsfindung auf Basis der definierten Vorgaben nicht eindeutig möglich war oder für den Einzelfall als nicht passend erschien, wurde die Bewertung im Rahmen einer Expertendiskussion erarbeitet. Eine unabhängige Bewertung durch einen zweiten Beurteiler wäre wünschenswert, um die Objektivität der Beurteilung prüfen und einschätzen zu können. Aufgrund der Komplexität des Themas und der Notwendigkeit einer tiefgehenden Einarbeitung in umfangreiches Detailwissen war dies jedoch im Rahmen der vorhandenen Ressourcen nicht umsetzbar. Wie in den Kapiteln zuvor hinsichtlich der spezifischen Fragestellungen dargestellt, kann aufgrund der Herausforderungen bei der Gegenüberstellung der Interviewdaten und den Erkenntnissen aus den EDR-Daten eine vollkommene zeitliche und inhaltliche Passung trotz der gründlich durchdachten Auswertungsstrategie nicht absolut sichergestellt werden. Diese Unschärpen in der Vergleichbarkeit können die Bewertung der Aussagequalität beeinflusst haben. Dabei ist zu bedenken, dass auch die EDR-Daten den in Kapitel 3.3.2.2 dargestellten

Ungenauigkeiten unterliegen können und in Zusammenschau mit weiteren Informationen mittels einer physikalischen Rekonstruktion interpretiert wurden (vgl. Kapitel 3.3.2.3). Diese Aspekte können ebenfalls zu gewissen Abweichungen geführt und auf die Ergebnisse zur Aussagequalität eingewirkt haben.

Da es sich um eine nicht-interventionelle, retrospektive Registerstudie handelt, können keine Kausalzusammenhänge festgestellt werden. Zudem ist für die Interpretation und Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse zu bedenken, dass es sich nicht um eine Zufallsstichprobe handelt und die analysierten Unfälle und Fahrer weder für das Unfallgeschehen in Deutschland noch für die von der AARU erhobenen Unfälle repräsentativ sind. Dies liegt einerseits an der grundsätzlichen Stichprobenauswahl der AARU Verkehrsunfallforschung, welche unter anderem regionale und herstellerspezifische Auswahlkriterien hat (vgl. Kapitel 1.2). Andererseits konnten in die Studie nur Vergleichsfälle einbezogen werden, in denen sowohl ein Interview mit dem Fahrer als auch EDR-Daten aus dem Unfallfahrzeug vorhanden waren. Dementsprechend befinden sich in der vorliegenden Stichprobe vor allem Fahrer, die mit einem vergleichsweise neuwertigen Fahrzeug eines gewissen Fahrzeugsegments verunfallt sind. Zudem haben sich alle Fahrer freiwillig dafür entschieden, an der Unfallforschung und einer Befragung zum Unfallhergang teilzunehmen. Dementsprechend können die Erkenntnisse nur eingeschränkt auf andere Kontexte übertragen werden, wie zum Beispiel Aussagen zum Unfall im rechtlichen Rahmen. Gleichwohl können sie zumindest eine bessere Einschätzung der Plausibilität und Zuverlässigkeit der Angaben im freiwilligen Kontext zulassen. Dabei können auf Basis der Analyse jedoch keine Rückschlüsse gezogen werden, welche Prozesse tatsächlich zu den gefundenen Abweichungen in den Angaben der Fahrer geführt haben. Auf Grundlage der Ergebnisse besteht demnach lediglich die Möglichkeit in Zusammenschau mit dem bisherigen theoretischen Wissensstand Hypothesen darüber aufzustellen und zu diskutieren. Wie aus Kapitel 2.1 hervorgeht, sind die potenziellen Fehler- und Verzerrungsquellen dabei zahlreich (Risser & Schützhofer, 2014, 2015; Strigl, 1996). Es ist zu beachten, dass die Erinnerungen und Angaben der Fahrer bewusst und unbewusst auch durch Informationen von Dritten (z. B. Unfallzeugen) beeinflusst worden sein können (vgl. Kapitel 2.1.3.2). Dies stellt zwar eine generelle Einflussgröße für die Angaben der Unfallfahrer in retrospektiven Befragungen im Rahmen der Unfallforschung dar. Jedoch können solche Prozesse nur begrenzt rückverfolgt und offengelegt werden, weshalb beobachtete Abweichungen zum Teil auch darauf zurückzuführen sein könnten. Von Bedeutung ist außerdem, dass die Stichprobe viele verschiedene Unfallszenarien und Vorunfallphasen enthält, welche nur begrenzt vergleichbar sind. So ähneln sich Unfälle zwar hinsichtlich bestimmter Aspekte und Mechanismen, jedoch handelt es sich bei jedem Unfall um ein einzigartiges Geschehen mit unterschiedlichen Bedingungen. Bei Analysen ohne Unterteilung hinsichtlich der Unfallszenarien muss deshalb berücksichtigt werden,

dass manche beobachteten Unterschiede auch auf verschiedene Unfallmechanismen zurückzuführen sein könnten oder potenzielle Effekte aufgrund der vielen verschiedenen Unfallszenarien nicht entdeckt werden konnten. Zwar wurden auch Analysen aufgeteilt nach Szenario-Gruppen (vgl. Kapitel 3.4.4.1) durchgeführt, um die verschiedenen Unfallszenarien zu berücksichtigen und potenzielle Unterschiede aufzudecken. Die Anzahl der Vergleichsfälle in den einzelnen Unfallszenarien war jedoch relativ gering, weshalb eine Berücksichtigung in allen statistischen Analysen nicht möglich war.

5.3 Ausblick

Eine Erkenntnis der vorliegenden Arbeit ist, dass es einen gewissen Anteil an Fahrern gibt, der freiwillig an der Verkehrsunfallforschung teilnimmt und die Unfallentstehung bewusst oder unbewusst nicht plausibel schildert. Für die Arbeit in der Verkehrsunfallforschung wäre es interessant, noch mehr über das Vorkommen solch nicht plausibler Angaben herauszufinden und zu untersuchen, ob es Merkmale und Merkmalskombinationen gibt, bei denen nicht plausible Angaben wahrscheinlicher sind. Auf Basis der Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit konnten hierfür erste Hypothesen generiert werden. Da die absolute Anzahl an nicht plausiblen Angaben insgesamt relativ gering war, könnte eine Analyse mit einer größeren Stichprobe vertiefende Erkenntnisse ermöglichen. Da unter anderem bewusste und unbewusste Interessen als Grund für abweichende Angaben diskutiert werden, könnten folgende Aspekte für eine weitere Betrachtung interessant sein: War das Unfallfahrzeug das eigene Fahrzeug oder handelte es sich um ein Firmenfahrzeug oder einen Mietwagen? Ereignete sich der Unfall auf einer Dienstfahrt oder einer Privatfahrt? Zeigen sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Schwere der Verletzungen weiterer am Unfall beteiligter Personen?

Eine größere Stichprobe könnte zudem die nähere Betrachtung einzelner oder den Vergleich ausgewählter Unfallszenarien ermöglichen. Eine genauere Untersuchung von Kreuzungs- und Abbiegeszenarien wäre beispielsweise hilfreich, um mehr Informationen über das Auftreten und die Häufigkeit von falschen Erinnerungen hinsichtlich des Fahrmanövers vor dem Unfall zu gewinnen. So wäre zum Beispiel von Interesse, ob diese in bestimmten Situationen häufiger vorkommen (z. B. auf der alltäglichen Fahrstrecke).

Aufgrund der gesetzlichen Regelungen und der Stichprobenauswahl der AARU Verkehrsunfallforschung wird die Anzahl an potenziellen Vergleichsfällen, in denen sowohl ein Interview mit dem Fahrer als auch aufgezeichnete Fahrzeugdaten aus dem Unfallfahrzeug vorliegen, bei der AARU weiter steigen. Dies bietet die Möglichkeit, eine größere Datenbasis aufzubauen. Da die Aufbereitung und Bewertung der Einzelfälle zeitintensiv war, sollten Überlegungen angestellt werden, ob und wie eine solche Bewertung bereits im Rahmen der regulären Fallerehebung der AARU umgesetzt werden kann. Zudem können potenzielle Vergleichsfälle, die

nach dem Stichtag für den Einschluss in die Analyse dieser Arbeit erhoben wurden, entsprechend des beschriebenen Vorgehens aufbereitet und in den bestehenden Datensatz integriert werden.

5.4 Abschließendes Fazit

Mit dieser Arbeit wird eine Grundlage geschaffen, um die Güte und Nutzbarkeit der Fahrerangaben im Rahmen der Verkehrsunfallforschung besser einschätzen zu können. Dabei kann abschließend festgehalten werden, dass die meisten Autofahrer zwar den grundsätzlichen Unfallhergang in der Vorunfallphase im Rahmen einer Befragung plausibel schildern, die Zuverlässigkeit und Genauigkeit hinsichtlich verschiedener Detailaspekte jedoch in relevantem Ausmaß eingeschränkt ist. Dementsprechend müssen die Aussagen der Fahrer immer in Zusammenhau aller vorhandenen Informationen bewertet und unter Berücksichtigung wahrnehmungs- und gedächtnispsychologischer Verzerrungsprozesse interpretiert werden. Die auf den EDR-Daten basierende physikalische Rekonstruktion des Unfalls ist dabei ein wichtiges Mittel, um die Plausibilität der Fahrerangaben einzuschätzen und grundlegende Unstimmigkeiten in der Aussage des Fahrers aufzudecken. Auf diese Weise kann die grundsätzliche Verwendbarkeit der Aussagen, auch für die Unfallursachenbewertung, beurteilt werden. Denn von den Personen, die sich bereit erklärt haben, an der Verkehrsunfallforschung teilzunehmen, gibt es einen gewissen Anteil, der bewusst oder unbewusst einen Unfallhergang angibt, der in grundlegenden Aspekten nicht mit den technischen Informationen zum Unfall übereinstimmt.

Ein Teilziel dieser Arbeit war, zu prüfen, ob die Art der bisher durchgeföhrten Befragung der Fahrer mit dem zunehmenden Vorhandensein von objektiven Informationen über die Vorunfallphase durch den EDR weiterhin sinnvoll ist oder ob Anpassungen erforderlich sind. Auf Basis der Ergebnisse, erscheint die Befragung der Fahrer zu ihrer gefahrenen Geschwindigkeit und gezeigten Reaktion vor dem Unfall aufgrund der mangelnden Zuverlässigkeit dieser Angaben als weniger nützlich, gerade wenn dafür zuverlässigere Datenquellen wie EDR-Daten zur Verfügung stehen. Die Angaben können aber gegebenenfalls hilfreich sein, um im Vergleich mit den EDR-Daten eine Gesamtbewertung der Plausibilität der Angaben zum Unfallhergang vorzunehmen und Rückschlüsse für die Unfallursachenbewertung zu ziehen. So wurden die grundlegenden Abweichungen in den Angaben zum Unfallhergang zum Teil auch anhand der hohen Unterschiede in der Geschwindigkeitsangabe deutlich. Eine präzise Formulierung der Fragen ist allerdings sowohl für die Abfrage der gefahrenen Geschwindigkeit als auch der Reaktion vor dem Unfall entscheidend, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Der Interviewer muss zudem so gut wie möglich mit dem Fahrer abgleichen, auf welchen Zeitpunkt der Vorunfallphase sich die Angaben beziehen. Zusätzlich gibt es immer noch viele Fahrzeuge auf deutschen Straßen, in denen kein EDR verbaut ist. Außerdem kann es unter

gewissen Umständen, wie zum Beispiel aufgrund einer sehr hohen Beschädigungsschwere, dazu kommen, dass die EDR-Daten aus verunfallten Fahrzeugen nicht ausgelesen werden können. Aus diesem Grund erscheint es für solche Fälle dennoch besser, durch die subjektiven Angaben der Befragten Anhaltspunkte zum gefahrenen Fahrmanöver, zur gefahrenen Geschwindigkeit und gezeigten Reaktion vor dem Unfall zu erhalten, als gar keine Informationen. So ist die Zuverlässigkeit dieser Angaben zwar eingeschränkt, weshalb sie, nur unter Kenntnis der bestehenden Limitationen, mit Bedacht und dem beschriebenen Vorgehen Verwendung finden sollten. Dennoch können die subjektiven Angaben einen zu prüfenden zweckmäßigen Hinweis geben, wenn verlässlichere und genauere objektive Daten für diese Informationen fehlen. Die Erkenntnisse dieser Arbeit bieten dabei eine wichtige Grundlage, um eine bessere Vorstellung von den bestehenden Limitationen der subjektiven Angaben und deren Beschaffenheit zu erhalten. Zwar handelt es sich bei jedem Unfall und jeder Aussage um einen Einzelfall. Auf Basis der Ergebnisse erscheint aber zum Beispiel die Angabe, keine Reaktion gezeigt zu haben, als eher unzuverlässig, wohingegen konkret berichtetes Reaktionsverhalten als überwiegend zuverlässig gewertet werden kann.

Die Befragungen der Fahrer werden auch zukünftig, trotz ihrer Qualitätseinschränkungen, ein wichtiger Bestandteil der Verkehrsunfallforschung bleiben. So erfasst der EDR zwar viele Parameter, die für die Aufarbeitung des Unfallgeschehens sehr hilfreich sind und die eine genauere und abgesicherte physikalische Rekonstruktion des Unfalls ermöglichen. Die Daten reichen aber nicht aus, um alle Aspekte der Unfallentstehung zu erfassen. Gerade für die Unfallursachenanalyse liefern die Aussagen der Fahrer einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen der Unfallentstehung, die allein auf Basis der aufgezeichneten Fahrzeugdaten nicht bestimmt werden könnten. Beispielsweise können die EDR-Daten zwar nähere Erkenntnisse dazu ermöglichen, wie das Fahrverhalten in den letzten Sekunden vor dem Abkommen von der Fahrbahn war und ob eine Reaktion des Fahrers stattgefunden hat. Warum der Fahrer Probleme bei der Spurhaltung hatte, kann anhand der technischen Daten jedoch nicht bestimmt werden. Der Fahrer selbst kann gegebenenfalls mehr darüber berichten und zum Beispiel angeben, ob er eingeschlafen war oder wodurch er abgelenkt war. Die Korrektheit und Vollständigkeit der angegebenen Gründe können jedoch nicht final verifiziert werden. So ist es eine grundlegende Problematik der retrospektiven Unfallursachenbestimmung, dass kein vollständiges Bild der Unfallsituation vorhanden ist und die Unfallentstehung nur auf Basis der vorhandenen Informationen nachvollzogen werden kann. Die Aussagen der Fahrer sind jedoch durch die beschriebenen Verzerrungsprozesse limitiert und dem Fahrer selbst sind die Gründe der Unfallentstehung nicht immer zugänglich. Mit Hilfe der auf den EDR-Daten basierenden Rekonstruktion kann aber zumindest eine Plausibilisierung der

Erklärungen des Fahrers durchgeführt werden. Erscheinen die Angaben grundsätzlich plausibel, kann nach einer psychologischen Analyse und Einbettung in den Gesamtkontext eine Annäherung an die vermutlichen Unfallursachen stattfinden. In manchen Fällen ermöglichen aber auch die festgestellten Unterschiede Rückschlüsse auf die Unfallursache, beispielsweise bei einer Pedalverwechslung. Es wird daher auf Grundlage der vorliegenden Arbeit empfohlen, die Befragung der Unfallbeteiligten trotz der dargestellten Einschränkungen in der Zuverlässigkeit der Aussagen weiterhin zusätzlich zur technischen Betrachtung des Unfalls durchzuführen.

6 Anhang

Anhang A:	Leitfaden Verstoß	153
Anhang B:	Unfallszenarien.....	156
Anhang C:	Vergleich Geschwindigkeitsüberschreitung laut Fahrzeugdaten und Angabe im Interview in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung ...	165
Anhang D:	Vergleich Geschwindigkeitsüberschreitung laut Fahrzeugdaten und Angabe im Interview in Abhängigkeit von der Ortslage	166
Anhang E:	Vergleich der Reaktionsangabe und der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten in Abhängigkeit von der Rolle Unfallbeteiligung.....	167

Anhang A: Leitfaden Verstoß

Leitfaden zur Vergabe der Verstöße

1 – Geschwindigkeit

Überschreiten der vorgegebenen Geschwindigkeit

außerorts um mindestens 10 km/h

innerorts um mindestens 5 km/h

2 – Vorfahrt

Missachten der Vorfahrtsregelung

- Rechts vor links, Vorfahrt achten, Stopp, Rotlicht
- Verkehrsregelung durch Polizei
- Linksabbiegen bei geradeausfahrendem oder rechtsabbiegenden Gegenverkehr
- Beim Ausparken
- Wenden mit Gefährdung eines anderen
- Auf Autobahn/Bundesstraße fahrende Fahrzeuge haben Vorrang vor auffahrenden Fahrzeugen
- Überholen während schon ein anderer überholt (*sowohl Landstraße als auch BAB*)

Auf Autobahn oder zweispurig ausgebauter Bundesstraße:

Spurwechsler muss Vorfahrt gewähren (egal in welche Richtung er wechselt)

3 – Alkohol/Drogen

Autofahrer und Radfahrer: ab 0,3 Promille Blutalkohol

Fahranfänger: ab 0,0 Promille Blutalkohol bis mind. 21 Jahre, aber immer 2 Jahre nach Erhalt
Führerschein

Fußgänger: ab 1,6 Promille Blutalkohol

Bei Drogen: Sobald etwas festgestellt wurde (Null-Toleranz)

4 – Beleuchtung

Keine vorhandene Beleuchtung während Dämmerung, Dunkelheit, Nebel, Schneefall oder wenn es die Sichtverhältnisse sonst erfordern, gilt für alle Fahrzeuge
Fehlende bzw. defekte Bremslichter oder Begrenzungslichter (bei Traktoren, großen Anhängern)
Krafträder müssen auch am Tag mit Licht fahren.

5 – Müdigkeit

Bei Unfallursache Müdigkeit

6 – Fahrerlaubnis

Nicht Vorhandensein einer gültigen Fahrerlaubnis für das gefahrene Fahrzeug

7 – Rechtsfahrgebot

Nichtbefolgen des Rechtsfahrgabots

- Bei Gegenverkehr, beim Überholtwerden, an Kuppen, in Kurven oder bei Unübersichtlichkeit
 - **mit Gefährdung eines anderen**
- Auf Autobahnen oder Kraftstraßen **mit Gefährdung eines anderen**

8 – Überholen

Falsches Überholen

- Bei unzulässigem Rechtsüberholen
- trotz Gegenverkehrs
- trotz Überholverbots (Verbotsschild, durchgezogene Linie)
- trotz unklarer Verkehrslage
- trotz unzureichender Sichtverhältnisse
- ohne Beachtung des nachfolgenden Verkehrs und/oder ohne rechtzeitige und deutliche Ankündigung des Ausscherens
- Fehler beim Wiedereinordnen
- Sonstige Fehler: z.B. ohne genügenden Seitenabstand, an Fußgängerüberwegen
- **Vergabe, sobald Person mit Vorfahrt bremsen muss**
- **Vergabe aber nur, wenn die Intention zu überholen vorlag**

9 – Abstand

Ungenügender Sicherheitsabstand der auffahrenden Person (z.B. bei Drängeln, zu nahem Auffahren)

Wenn Vorausfahrender ohne objektiv erkennbaren Grund bremst, dann keine Vergabe für nachfolgende Person

Keine Vergabe bei Auffahrunfällen, die aufgrund von Übersehen, Fehleinschätzungen etc. zu Stande kommen

10 – Falscher Verkehrsweg

Benutzung eines für den Beteiligten nicht vorgesehenen Verkehrsweges

Zum Beispiel

- Geisterfahrer / Geisterradler
- Falsches Befahren von Baustellen
- Falsches Überqueren von Fahrbahnen
- Verbotswidrige Benutzung von Straßenteilen (z.B. Fahrradfahrer auf Autobahn)
- Wenden trotz durchgezogener Linie
- Überqueren einer Kreuzung nicht der Fahrstreifenwahl entsprechend (z.B. geradeaus trotz Links-/Rechtsabbiegespur)

11 – Wartungsmangel

- Missachtung Winterreifenpflicht
- zu geringe Profiltiefe (gesetzlich vorgeschrieben: mind. 1,6 mm)
- angefrorene Scheiben
- Ladung unzureichend gesichert
- Anhänger nicht ordnungsgemäß befestigt

12 – Ablenkung durch mobile Geräte

- Ablenkung durch Benutzung (Aufnahme/Halten) von mobilen, elektronischen Geräten (Handy, Navi, Laptop, Tablet, etc.)
- den Straßen- und Verkehrsverhältnissen unangepasste Blickzuwendung zu oben angeführten mobilen, elektronischen Geräten

98– Sonstiges

Zum Beispiel

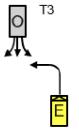
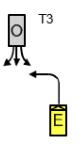
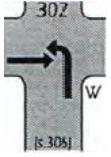
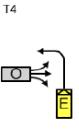
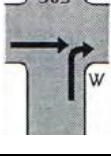
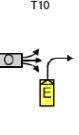
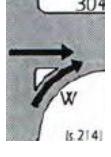
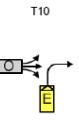
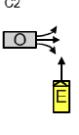
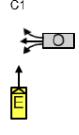
- Vorausfahrender Verkehr bremst ohne zwingenden Grund
- Fahrerflucht
- Fahren eines illegalen Autorennens
- Falsches Blinken
- Fehlende Betriebserlaubnis

Anhang B: Unfallszenarien

Die Piktogramme der Unfallszenarien sind der Veröffentlichung von Feifel und Wagner (2018) sowie dem Codebook von GIDAS (German In-Depth Accident Study, 2024) entnommen. Die Abbildungen der Unfalltypen entstammen dem Unfalltypenkatalog des GDV (2016).

Unfallszenario-Gruppe 1 – Eigener unfallauslösender Fehler

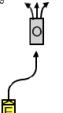
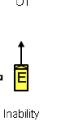
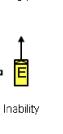
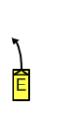
Vorfahrt missachtet ($n = 19$) – Einbiegen, Abbiegen und Kreuzen

UTYP		UTYPA - PCAS		<i>n</i>
211		T3		10
722		T3		1
302		T4		1
303		T10		1
304		T10		2
301		C2		1
321		C1		3

Aufgefahren ($n = 10$)

UTYP		UTYPA- PCAS		n
201		L1		3
501		L1		1
601		L1		1
601		On2		1
602		L1		1
603		L1		1
611		L1		1
612		L1		1

Abkommen von eigener Fahrspur ($n = 13$)

UTYP		UTYPA- PCAS		<i>n</i>
639	639 Spurwechsel aus unklaren Gründen	L6		1
649	649 Spurwechsel aus unklaren Gründen	L9		1
681		On2		1
682		On2		1
761		O1	 D1 Inability	4
763		O1	 D1 Inability	2
121		D2		1
141		D3		2

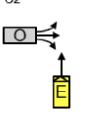
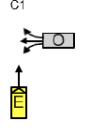
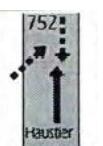
Abkommen aufgrund zu hoher Geschwindigkeit ($n = 15$)

UTYP		UTYPA- PCAS		<i>n</i>
101		D2		5
102		D1		4
122		D1		3
141		D3		2
153		D3		1

Spurwechsler ($n = 1$)

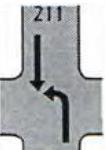
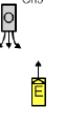
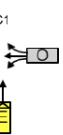
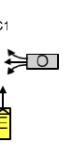
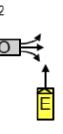
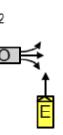
UTYP		UTYPA- PCAS		<i>n</i>
631		L6		1

Unerwartetes „Hindernis“ auf der Fahrbahn ($n = 4$)

UTYP		UTYPA- PCAS		n
401		C2		1
421		C1		1
751		O4		1
752		O4		1

Unfallszenario-Gruppe 2 – Fehlverhalten anderer Person

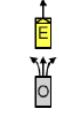
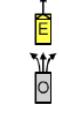
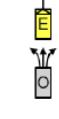
Vorfahrtberechtigte ($n = 17$) – Einbiegen, Abbiegen und Kreuzen

UTYP		UTYPB - PCAS		<i>n</i>
211		On5		5
301		T3		1
301		C1		1
302		C1		6
321		C2		3
322		C2		1

Entgegenkommender eigene Spur ($n = 11$)

UTYP		UTYPB - PCAS		n
101	 Linkskurve	On1		1
102	 Rechtskurve	On1		2
122	 122	On1		1
141	 141	On1		3
681	 681	On1		1
682	 682	On1		2
763	 763 Sorgäte (nicht Alkohol)	On1		1

Aufgefahren worden ($n = 8$)

UTYP		UTYPB - PCAS		n
601		L4		2
602		L4		1
612		L4		1
613		L4		2
621		L4		1
762		L4		1

Andere Situationen auffahrender Überholer ($n = 2$)

UTYP		UTYPB - PCAS		n
721		L2		1
202		L2		1

Auffahren auf Spurwechsler ($n = 14$)

UTYP		UTYPB - PCAS		<i>n</i>
631		L2		11
639	639 Spurwechsel aus unklaren Gründen	L2		2
601		L2		1

Anderes Fahrzeug kollisionsbedingt auf eigenes Fahrzeug geschleudert ($n = 1$)

UTYP		UTYPB - PCAS		<i>n</i>
722		On	On Other oncoming	1

Anhang C: Vergleich Geschwindigkeitsüberschreitung laut Fahrzeugdaten und Angabe im Interview in Abhängigkeit von der Rolle der Unfallbeteiligung

Tabelle 6.1 Unfallverursacher: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview

EDR (n)	Angabe Interview (n)				
	keine	5 - 10 km/h	11 - 20 km/h	> 20 km/h	gesamt
keine	27	0	0	0	27
5 - 10 km/h	1	2	0	0	3
11 - 20 km/h	2	1	0	0	3
> 20 km/h	2	4	1	0	7
gesamt	32	7	1	0	40

Tabelle 6.2 Weitere Unfallbeteiligte: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview

EDR (n)	Angabe Interview (n)				
	keine	5 - 10 km/h	11 - 20 km/h	> 20 km/h	gesamt
keine	20	1	0	0	21
5 - 10 km/h	4	0	0	0	4
11 - 20 km/h	7	1	0	0	8
> 20 km/h	1	1	0	0	2
gesamt	32	3	0	0	35

Anhang D: Vergleich Geschwindigkeitsüberschreitung laut Fahrzeugdaten und Angabe im Interview in Abhängigkeit von der Ortslage

Tabelle 6.3 Innerorts: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview

EDR (n)	Angabe Interview (n)					gesamt
	keine	5 - 10 km/h	11 - 20 km/h	> 20 km/h		
keine	13	1	0	0	0	14
5 - 10 km/h	1	1	0	0	0	2
11 - 20 km/h	2	1	0	0	0	3
> 20 km/h	1	2	1	0	0	4
gesamt	17	5	1	0	0	23

Tabelle 6.4 Außerorts: Geschwindigkeitsüberschreitungen laut EDR-Daten und nach Angaben im Interview

EDR (n)	Angabe Interview (n)					gesamt
	keine	5 - 10 km/h	11 - 20 km/h	> 20 km/h		
keine	34	0	0	0	0	34
5 - 10 km/h	4	1	0	0	0	5
11 - 20 km/h	7	1	0	0	0	8
> 20 km/h	2	3	0	0	0	5
gesamt	47	5	0	0	0	52

Anhang E: Vergleich der Reaktionsangabe und der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten in Abhängigkeit von der Rolle Unfallbeteiligung

Tabelle 6.5 Reaktionsangabe der Unfallverursacher im Vergleich mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten

EDR (n)	Reaktionsangabe Unfallverursacher (n)				
	keine	quer	längs	quer & längs	gesamt
keine	7	1	1	2	11
quer	2	1	1	0	4
längs	3	1	6	0	10
quer & längs	5	1	1	7	14
gesamt	17	4	9	9	39

Tabelle 6.6 Reaktionsangabe der weiteren Unfallbeteiligte im Vergleich mit der Reaktionseinschätzung auf Basis der EDR-Daten

EDR (n)	Reaktionsangabe weitere Unfallbeteiligte (n)				
	keine	quer	längs	quer & längs	gesamt
keine	10	0	1	0	11
quer	1	1	0	0	2
längs	1	0	4	1	6
quer & längs	9	3	7	13	32
gesamt	21	4	12	14	51

7 Literaturverzeichnis

- ADAC. (2020). *Information zu neuen Fahrzeugsystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit: General Safety Regulation 2019*. https://www.adac.de/-/media/pdf/tet/general_safety_regulation.pdf?la=de-de&hash=F4E9B47FBB51F1DA7574B2FAE95136DD3781AEA9
- Ahie, L. M., Charlton, S. G. & Starkey, N. J. (2015). The role of preference in speed choice. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 30, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.02.007>
- Arntzen, F. (2011). *Psychologie der Zeugenaussage: System der Glaubhaftigkeitsmerkmale* (5. Auflage). Beck.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory. Volume 2* (S. 89–195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60422-3)
- Auerbach, K. (2014). *Psychische Folgen von Verkehrsunfällen* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit Heft M 245). Bundesanstalt für Straßenwesen. <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/files/746/M245.pdf>
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W. & Anderson, M. C. (2020). *Memory* (Third edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429449642>
- Bailey, T. & Wundersitz, L. (2019). *The relationship between self-reported and actual driving-related behaviours: A literature review* (CASR Report Series CASR162). Centre for Automotive Safety Research. <https://casr.adelaide.edu.au/publications/list/?id=1820>
- Baumgarten, A. & Zollner, P. (2024, 17. September). *Schrittgeschwindigkeit: Wie schnell ist das?* ADAC. <https://www.adac.de/verkehr/recht/verkehrsvorschriften-deutschland/schrittgeschwindigkeit/>
- Becker-Carus, C. & Wendt, M. (Hrsg.). (2017). *Allgemeine Psychologie* (2. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53006-1>
- Berg, F. A. & Mayer, U. (1997). *Unfalldatenspeicher als Informationsquelle für die Unfallforschung in der Pre-Crash-Phase* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik Heft F 23). Bundesanstalt für Straßenwesen.

- Berntsen, D. (2002). Tunnel memories for autobiographical events: Central details are remembered more frequently from shocking than from happy experiences. *Memory & Cognition*, 30(7), 1010–1020. <https://doi.org/10.3758/BF03194319>
- Blanc, A., Zuber, S., Keusch, T., Liechtie, S., Brosi, M., Dalessi, M., Knobel, G., Leu, A., Metzger, M., Riatsch, M. & Winkler, H. (2023). Digitale Unfallspuren im Event Data Recorder – was EDR kann und was nicht! *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, 61(5), 168–177.
- Bode, H. J. & Meyer-Gramcko, F. (2007). *Überforderung des Kraftfahrers: Medizinische, psychologische und rechtliche Grundlagen für eine erfolgreiche Verteidigung*. Deutscher Anwaltverlag.
- Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (2008). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik* (3. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74707-9>
- Bosch Automotive Service Solutions. (2015). *CDR Product Brochure: Crash Data Retrieval*. https://cdr.boschdiagnostics.com/cdr/sites/default/files/15-93_cdr_crash_data_retrieval.pdf
- Brockmann, C. (1990). Vernehmungstechniken. In F. Stein (Hrsg.), *Brennpunkte der Polizeipsychologie: Grundlagen, Fallbeispiele, Handlungshinweise* (S. 39–47). Verlag für Angewandte Psychologie.
- Buchner, A. & Brandt, M. (2017). Gedächtniskonzeptionen und Wissensrepräsentationen. In J. Müsseler & M. Rieger (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (3. Auflage, S. 401–434). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53898-8_12
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr. (2024, 22. Juli). *Pakt für Verkehrssicherheit: „Sichere Mobilität – jeder trägt Verantwortung, alle machen mit.“*. abgerufen am 05.01.2025 von <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Artikel/StV/Verkehrssicherheit/pakt-fuer-verkehrssicherheit.html>
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2021). *Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2021 bis 2030*. https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Anlage/StV/broschuere-verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.pdf?__blob=publicationFile
- Burg, H. (2016). *Erfahrungen mit der Auslesung von Daten aus dem Event Data Recorder (EDR)*. 25. Kongress der Europäischen Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse e.V., Bratislava, Slowakei. <https://ibb-info.de/index.php/de/ibb-magazin/16-erfahrungen-mit-der-auslesung-von-daten-aus-dem-event-data-recorder-edr>

- Burg, H. (2017). Vermeidbarkeitsbetrachtungen. In H. Burg & A. Moser (Hrsg.), *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme - Fahrdynamik - Simulation* (3. Auflage). Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16143-9_8
- Burg, H. & Moser, A. (Hrsg.). (2017). *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme - Fahrdynamik - Simulation* (3. Auflage). Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16143-9>
- Caird, J. K., Simmons, S. M., Wiley, K., Johnston, K. A. & Horrey, W. J. (2018). Does Talking on a Cell Phone, With a Passenger, or Dialing Affect Driving Performance? An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Experimental Studies. *Human Factors*, 60(1), 101–133. <https://doi.org/10.1177/0018720817748145>
- Chaloupka-Risser, C. (2011). Wahrnehmung. In C. Chaloupka-Risser, R. Risser & W.-D. Zuzan (Hrsg.), *Verkehrspychologie: Grundlagen und Anwendungen* (1. Auflage, S. 58–81). Facultas.
- Chapman, P. & Groeger, J. A. (2004). Risk and the recognition of driving situations. *Applied Cognitive Psychology*, 18(9), 1231–1249. <https://doi.org/10.1002/acp.1043>
- Charlton, S. G. (2023). Driving and forgetting: Why what we remember isn't what occurred. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 95, 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.04.016>
- Charlton, S. G. & Leov, J. (2021). Driving without memory: The strength of schema-consistent false memories. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 83, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.09.018>
- Charlton, S. G. & Starkey, N. J. (2011). Driving without awareness: The effects of practice and automaticity on attention and driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(6), 456–471. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.010>
- Charlton, S. G. & Starkey, N. J. (2018). Memory for everyday driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 57, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.06.007>
- Chen, R. J., Tatem, W. M. & Gabler, C. H. (2022). *Event Data Recorder Duration Study* (Appendix to a Report to Congress Report No. DOT HS 813 082B). National Highway Traffic Safety Administration. <https://doi.org/10.21949/1530244>
- Chidester, A., Hinch, J. & Roston, T. A. (2001). Real World Experience with Event Data Recorders. In *Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference*, Amsterdam, Niederlande.

- https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/real_world_experience_with_event_data_recorders.pdf
- Chiellino, U., Winkle, T., Graab, B., Ernstberger, A., Donner, E. & Nerlich, M. (2010). Was können Fahrerassistenzsysteme im Unfallgeschehen leisten? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 56(3), 131–137.
- Christianson, S. A. (1992). Emotional stress and eyewitness memory: A critical review. *Psychological Bulletin*, 112(2), 284–309. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.2.284>
- Chung, Y. & Chang, I. (2015). How accurate is accident data in road safety research? An application of vehicle black box data regarding pedestrian-to-taxi accidents in Korea. *Accident Analysis & Prevention*, 84, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.001>
- Clarke, D. D., Forsyth, R. & Wright, R. (1998). Behavioural factors in accidents at road junctions: the use of a genetic algorithm to extract descriptive rules from police case files. *Accident Analysis & Prevention*, 30(2), 223–234. [https://doi.org/10.1016/s0001-4575\(97\)00080-8](https://doi.org/10.1016/s0001-4575(97)00080-8)
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Comeau, J.-L., Holmes, W., Monk, B., Dalmotas, D., German, A., Schramm, S., Thannhauser, S. & Good, C. (2017). The Application of Event Data Recorders to Vehicle Safety Research. In *27th Conference of the Canadian Association of Road Safety Professionals*, Toronto, Canada. <https://djdsafety.com/publications.htm>
- Corbett, C. (2001). Explanations for “understating” in self-reported speeding behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4(2), 133–150. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00019-5)
- Curry, A. E., Hafetz, J., Kallan, M. J., Winston, F. K. & Durbin, D. R. (2011). Prevalence of teen driver errors leading to serious motor vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 43(4), 1285–1290. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.10.019>
- daSilva, M. P. (2008). *Analysis of Event Data Recorder for vehicle safety improvement* (Report No. DOT HS 810 935). National Highway Traffic Safety Administration. https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/6182/dot_6182_DS1.pdf.
- Delegierte Verordnung (EU) 2022/545 der Kommission vom 26. Januar 2022, Amtsblatt der Europäischen Union L107/18 (2022). https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2022/545/oj

- Dilich, M. A., Kopernik, D. & Goebelbecker, J. (2002). Evaluating Driver Response to a Sudden Emergency: Issues of Expectancy, Emotional Arousal and Uncertainty. *SAE Transactions*, 111, 238–248. <http://www.jstor.org/stable/44719199>
- Dürnberger, S. & Kreutner, M. (2017). EDR-Daten heute und in Zukunft. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, 55(10), 328–341.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Duncker & Humblot.
- Elsegood, M., Doecke, S. & Ponte, G. (2019). Speeding and restraint use in crashes: fresh insights from event data recorders (EDRs). In M. R. J. Baldock & R. H. Grzebieta (Hrsg.), *Proceedings of the 2019 Australasian Road Safety Conference* (S. 288–290). Australasian College of Road Safety. <https://archive.acrs.org.au/files/papers/arsc/2019/JACRS-D-19-00082-Elsegood.pdf>
- Elsegood, M., Doeke, S. & Ponte, G. (2020). *Pre-impact braking in crashes: insights from event data recorders (EDRs)* (CASR Report Series CASR171). Centre for Automotive Safety Research. <https://casr.adelaide.edu.au/casrpubfile/2487/CASR171.pdf>
- Europäische Kommission. (2018, 17. Mai). *Europa in Bewegung: Nachhaltige Mobilität für Europa: sicher, vernetzt und umweltfreundlich: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen* (COM(2018) 293 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0293>
- European Commission. (2021). *Road safety thematic report – Speeding*. European Commission, Directorate General for Transport European. https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/5a6206ab-2624-41f4-8de9-180e7335911d_en?filename=road_safety_thematic_report_speeding.pdf
- Feifel, H. & Wagner, M. (2018). Harmonized Scenarios for the Evaluation of Active Safety Systems based on In-Depth-Accident Data. In *8th International Expert Symposium on Accident Research (ESAR)*, Hannover. https://www.researchgate.net/profile/hardl_feifel/publication/376084606_harmonized_scenarios_for_the_evaluation_of_active_safety_systems_based_on_in-depth-accident_data
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS statistics* (5th edition). SAGE.
- Fisher, J. (1992). Testing the Effect of Road Traffic Signs' Informational Value on Driver Behavior. *Human Factors*, 34(2), 231–237.
<https://doi.org/10.1177/001872089203400208>

- Fondzenyuy, S. K., Turner, B. M., Burlacu, A. F. & Jurewicz, C. (2024). The contribution of excessive or inappropriate speeds to road traffic crashes and fatalities: A review of literature. *Transportation Engineering*, 17, Artikel 100259.
<https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100259>
- Foster, M., McClafferty, K., Tiessen, P., Shkrum, M., Hibbert, B. & Carter, D. (2007). Event Data Recorders: An Impartial Witness. In *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XVII*, Montreal, Quebec, Kanada. <http://www.ontariocrash.ca/papers/025-foster-3a.pdf>
- Fothen, C., Böhm, K. & Paula, D. (2020). Kann die Verwendung digitaler Fahrzeugdaten zur Rekonstruktion von Verkehrsunfällen unterhalb der Schwelle schwerster Unfallereignisse verhältnismäßig sein? *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht*, 33(6), 284–289.
- Gabler, H. C., Gabauer, D. J., Newell, H. L. & O'Neill, M. E. (2004). *Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis*. National Cooperative Highway Research Program.
https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w75.pdf
- Gabler, H. C. & Hinch, J. (2009). Feasibility of Using Event Data Recorders to Characterize the Pre-Crash Behavior of Drivers in Rear-End Collisions. In *21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Stuttgart. <https://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/ESV/Proceedings/21/09-0452.pdf>
- Gagnon, S. A. & Wagner, A. D. (2016). Acute stress and episodic memory retrieval: neurobiological mechanisms and behavioral consequences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1369(1), 55–75. <https://doi.org/10.1111/nyas.12996>
- Gegenfurtner, K. R. (2011). *Gehirn und Wahrnehmung: Eine Einführung*. Fischer Taschenbuch Verlag.
- German, A., Comeau, J.-L., Monk, B., McClafferty, K. J., Tiessen, P. F. & Chan, J. (2001). *The Use of Event Data Recorders in the Analysis of Real-World Crashes*.
https://www.roadsafetyresearch.ca/papers/edr_real_world_crashes.pdf
- German In-Depth Accident Study. (2024). *Codebook GIDAS 4.0*.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV). (2016). *Unfalltypen-Katalog: Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps*. <https://www.udv.de/resource/blob/80022/89b4d80028aacf8cab649d3a3c6157a0/unfalltypenkatalog-data.pdf>
- Gleave, S., Frisoni, R., Dionori, F., Casullo, L., Vollath, C., Tavani, M., Devenish, L., Rangetti, D. & Spano, F. (2014). *Technical Development and Implementation of Event*

- Data Recording in the Road Safety Policy: Study* (Diretorate General for Internal Policies Policy Department B: Structural and Cohesion Policies Transportation and Tourism). European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU\(2014\)529071](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU(2014)529071)
- Godoy, L. D., Rossignoli, M. T., Delfino-Pereira, P., Garcia-Cairasco, N. & Lima Umeoka, E. H. de (2018). A Comprehensive Overview on Stress Neurobiology: Basic Concepts and Clinical Implications. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, Artikel 127. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00127>
- Goldstein, E. B. (2015). *Wahrnehmungspsychologie: Der Grundkurs* (9. Auflage). Springer.
- Graab, B., Donner, E., Chiellino, U. & Hoppe, M. (2008). Analyse von Verkehrsunfällen hinsichtlich unterschiedlicher Fahrerpopulationen und daraus ableitbarer Ergebnisse für die Entwicklung adaptiver Fahrerassistenzsysteme. In *3. Tagung Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz, 7.-8. April 2008*, München.
- Gratzer, W. (2007). Informationsaufnahme beim Kraftfahrer. In H. Burg & A. Moser (Hrsg.), *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme - Fahrdynamik - Simulation* (S. 193–208). Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9412-0_7
- Greuel, L. (2001). *Wirklichkeit - Erinnerung - Aussage* (1. Auflage). Beltz, Psychologie Verlags Union.
- Greuel, L., Offe, S., Fabian, A., Wetzels, P., Fabian, T., Offe, H. & Stadler, M. (1998). *Glaubhaftigkeit der Zeugenaussage: Die Praxis der forensisch-psychologischen Begutachtung*. Beltz, Psychologie Verlags Union.
- Gruber, T. (2018). *Gedächtnis* (2. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56362-5>
- Gründl, M. (2005). *Fehler und Fehlverhalten als Ursache von Verkehrsunfällen und Konsequenzen für das Unfallvermeidungspotenzial und die Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen* [Dissertation]. Universität Regensburg, Regensburg. <https://doi.org/10.5283/epub.10345>
- Gwehensberger, J., Braxmeier, O., Lauterwasser, C., Kreutner, M. A., Borrack, M. & Rein kemeyer, C. (2020). Bedarf und Anforderungen für Event Data Recorder automatisierter Fahrzeuge: Eine Analyse auf der Basis von Versicherungsschäden der Allianz Versicherung in Deutschland. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 66(3), 173–182.
- Haglund, M. & Åberg, L. (2000). Speed choice in relation to speed limit and influences from other drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 3(1), 39–51. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(00\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(00)00014-0)

- Hancock, P. A. & Ridder, S. N. de (2003). Behavioural accident avoidance science: understanding response in collision incipient conditions. *Ergonomics*, 46(12), 1111–1135. <https://doi.org/10.1080/0014013031000136386>
- Hardt, O., Einarsson, E. O. & Nader, K. (2010). A Bridge Over Troubled Water: Reconsolidation as a Link Between Cognitive and Neuroscientific Memory Research Traditions. *Annual Review of Psychology*, 61, 141–167. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100455>
- Holmes, K. J., Kassin, L. & Flusberg, S. (2024). When does suggestive language shape memory for car accidents? Assessing the role of elaboration and pragmatics in a classic framing effect. In L. K. Samuelson, S. L. Frank, M. Toneva, A. Mackey & E. Hazeltine (Vorsitz), *Proceedings of the 46th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Rotterdam, Niederlande. <https://escholarship.org/uc/item/0wk430xs>
- Horstmann, G. & Dreisbach, G. (2017). *Allgemeine Psychologie 2 kompakt: Lernen - Emotion - Motivation - Gedächtnis* (2. Auflage). Beltz.
- Hossiep, R. (2021). Soziale Erwünschtheit. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch - Lexikon der Psychologie* (20. Auflage, S. 1702–1703). Hogrefe.
- Hussain, Q., Alhajyaseen, W. K. M., Brijs, K., Pirdavani, A., Reinolsmann, N. & Brijs, T. (2019). Drivers' estimation of their travelling speed: a study on an expressway and a local road. *International journal of injury control and safety promotion*, 26(3), 216-224. <https://doi.org/10.1080/17457300.2019.1618342>
- Hynd, D. & McCarthy, M. (2014). *Study on the benefits resulting from the installation of Event Data Recorders: Final Report* (Project Report PPR707). European Union. <https://doi.org/10.2832/66709>
- Janssen, J. & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS: Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests* (9. Auflage). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53477-9>
- Johannsen, H. (2013). *Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion: Grundlagen der Unfallaufklärung* (3. Auflage). Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01594-7>
- Kamaluddin, N. A., Andersen, C. S., Larsen, M. K., Meltofte, K. R. & Várhelyi, A. (2018). Self-reporting traffic crashes – a systematic literature review. *European Transport Research Review*, 10, Artikel 26 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0301-0>

- Karl, I. (2016). *Ermittlung des spezifischen Assistenzbedarfs junger, unerfahrener Fahrerinnen und Fahrer zur Auslegung von Fahrerassistenzsystemen* [Dissertation, Universität der Bundeswehr München, München]. Athene Forschung Universität der Bundeswehr München. <https://athene-forschung.unibw.de/doc/114646/114646.pdf>
- Kensinger, E. A. (2009). Remembering the Details: Effects of Emotion. *Emotion Review*, 1(2), 99–113. <https://doi.org/10.1177/1754073908100432>
- Kim, J. S.-C., Vossel, G. & Gamer, M. (2013). Effects of Emotional Context on Memory for Details: The Role of Attention. *PLoS ONE*, 8(10), Artikel e77405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077405>
- Kleider, H. M., Pezdek, K., Goldinger, S. D. & Kirk, A. (2008). Schema-Driven Source Misattribution Errors: Remembering the Expected from a Witnessed Event. *Applied Cognitive Psychology*, 22(1), 1–20. <https://doi.org/10.1002/acp.1361>
- Kocab, K. & Sporer, S. L. (2016). The Weapon Focus Effect for Person Identifications and Descriptions: A Meta-analysis. In M. K. Miller & B. H. Bornstein (Hrsg.), *Advances in Psychology and Law: Volume 1* (S. 71–117). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29406-3_3
- Kraftfahrt-Bundesamt. (2023). *Bundeseinheitlicher Tatbestandskatalog - Straßenverkehrsordnungswidrigkeiten: Bundeseinheitlicher Tatbestandskatalog*. https://www.kba.de/DE/Themen/ZentraleRegister/FAER/BT_KAT_OWI/bkat_owi_01_09_2023.pdf;jsessionid=DBDFAD64D1F72201D54E2FA435A5B9DB.live11313?__blob=publicationFile&v=2
- Lachenmayr, B. (2003). Anforderungen an das Sehvermögen des Kraftfahrers. *Deutsches Ärzteblatt*, 100(10), 624–634. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/35886>
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lara, A., Skvarce, J., Feifel, H., Wagner, M. & Tengeiji, T. (2019). Harmonized Pre-Crash Scenarios for Reaching Global Vision Zero. In *Proceedings of the 26th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Eindhoven, Niederlande. https://www.researchgate.net/profile/harald_feifel/publication/376084901_harmonized_pre-crash_scenarios_for_reaching_global_vision_zero
- Lehouillier, T., Holmes, W. & German, A. (2013). The Use of Event Data Recorders in the Analysis of Unintended Acceleration Incidents. In *23rd Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference*, Montréal, Québec, Canada. https://roadsafetystreasearch.ca/papers/edr_unintended_acceleration.pdf

- Loftus, E. F. (2019). Eyewitness testimony. *Applied Cognitive Psychology*, 33(4), 498–503. <https://doi.org/10.1002/acp.3542>
- Loftus, E. F., Miller, D. G. & Burns, H. J. (1978). Semantic integration of verbal information into a visual memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4(1), 19–31. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.4.1.19>
- Loftus, E. F. & Palmer, J. C. (1974). Reconstruction of Automobile Destruction: An Example of the Interaction between Language and Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13(5), 585–589. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(74\)80011-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(74)80011-3)
- Loftus, E. F. & Zanni, G. (1975). Eyewitness testimony: The influence of the wording of a question. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 5(1), 86–88. <https://doi.org/10.3758/BF03336715>
- Mack, A. & Rock, I. (1998). *Inattentional blindness*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3707.001.0001>
- Marr, C., Sauerland, M., Otgaar, H., Quaedflieg, C. W. E. M. & Hope, L. (2021). The effects of acute stress on eyewitness memory: an integrative review for eyewitness researchers. *Memory*, 29(8), 1091–1100. <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1955935>
- McCarley, J. S., Vais, M. J., Pringle, H., Kramer, A. F., Irwin, D. E. & Strayer, D. L. (2004). Conversation Disrupts Change Detection in Complex Traffic Scenes. *Human Factors*, 46(3), 424–436. <https://doi.org/10.1518/hfes.46.3.424.50394>
- McClafferty, K., Tiessen, P. & German, A. (2005). The Use of Event Data Recorders in the Analysis of Real-World Crashes: Tales from the silent Witness. In D. A. Hennessy & D. L. Wiesenthal (Hrsg.), *Contemporary Issues in Road User Behavior and Traffic Safety* (S. 251–262). Nova Science Publishers.
- McClafferty, K., Tiessen, P., Shkrum, M., German, A., White, J., Glazduri, V., Chan, J. & Deyell, P. (2003). A Study of Pre-Crash Events Using Information Retrieved from Event Data Recorders. In *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XIII*, Banff, Alberta, Canada. https://www.roadsafetyresearch.ca/papers/edr_pre_crash.pdf
- McGaugh, J. L. (2000). Memory – a Century of Consolidation. *Science*, 287(5451), 248–251. <https://doi.org/10.1126/science.287.5451.248>
- Meunier, J.-C., Dupont, E., Mersch, J. & Van den Berghe, W. (2018). *My Life After the Crash - MyLAC: An international study on medical, psycho-social and economic consequences of road injuries* (Research Report Nr. 2017-R-15-EN). Vias institute. https://www.vias.be/publications/MyLAC/MyLAC_My_Life_After_the_Crash.pdf

- Meyer-Gramcko, F. (1980). Die Schätzung der Fahrgeschwindigkeit. *Der Sachverständige*, 4(1), 2–12. <https://widab.gerichts-sv.at/website2016/wp-content/uploads/2016/08/1-80.pdf>
- Milne, R. & Bull, R. (2003). *Psychologie der Vernehmung: Die Befragung von Tatverdächtigen, Zeugen und Opfern* (1. Auflage). Hans Huber.
- Möhring, W. & Schlütz, D. (2019). *Die Befragung in der Medien- und Kommunikationswissenschaft: Eine praxisorientierte Einführung* (3. Auflage). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25865-8>
- Møller, K., Olesen, A., Martinussen, L. & Lahrmann, H. (2019). Perceived Fault and Accident Causation Factors in Self-Reported Traffic Accidents. In K. Møller (Hrsg.), *Self-reports of traffic accidents: a critical evaluation of information validity, survey design and limitations of use [Dissertation]* (S. 153–169). Aalborg Universitetsforlag. <https://vbn.aau.dk/en/publications/self-reports-of-traffic-accidents-a-critical-evaluation-of-inform>
- Mueller, A. S. & Trick, L. M. (2012). Driving in fog: the effects of driving experience and visibility on speed compensation and hazard avoidance. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 472–479. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.003>
- Müsseler, J., Debus, G., Huestegge, L., Anders, S. & Skottke, E.-M. (2009). *Maßnahmen zur Verbesserung der visuellen Orientierungsleistung bei Fahrerfängern: Entwicklung von Indikatoren zur Erfassung der visuellen Orientierungsleistung* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit Heft M 199). Bundesanstalt für Straßenwesen. <https://bast.opus.hbz-nrw.de/files/207/m199.pdf>
- Myers, D. G. & DeWall, C. N. (2023). *Psychologie* (4., vollständig überarbeitete Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66765-1>
- Nash, C. J., Cole, D. J. & Bigler, R. S. (2016). A review of human sensory dynamics for application to models of driver steering and speed control. *Biological Cybernetics*, 110, 91–116. <https://doi.org/10.1007/s00422-016-0682-x>
- National Highway Traffic Safety Administration. (2006). *National Automotive Sampling System Crashworthiness Data System: 2006 Coding and Editing Manual*. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/CDS06>
- Pastötter, B., Oberauer, K. & Bäuml, K.-H. T. (2018). Gedächtnis und Wissen. In A. Kiesel & H. Spada (Hrsg.), *Lehrbuch Allgemeine Psychologie* (4. Auflage, S. 121–196). Hogrefe. <https://doi.org/10.1024/85606-000>

- Paulhus, D. L. & Reid, D. B. (1991). Enhancement and denial in socially desirable responding. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(2), 307–317.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.60.2.307>
- Petersen, E. & Ahlgrimm, J. (2014). Nutzen/Kosten-Analyse des obligatorischen Einsatzes von Unfalldatenspeichern, Methodik und Ergebnisse. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 60(2), 101-107.
- Picco, A., Stuiver, A., Winter, J. de & Waard, D. de (2025). "Why were you speeding?": A self-confrontation study on awareness and reasons for speed behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 109, 421–438.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.12.015>
- Posch, L. (2023). *Vernehmungs- und Aussagepsychologie für Polizeistudium und -praxis*. Boorberg. <https://doi.org/10.5771/9783415072695>
- Pund, B. & Nickel, W.-R. (1994). *Psychologische Untersuchungen am Unfallort: Methodenstudie* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit Heft M 27). Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Ranney, T. A. (1994). Models of driving behavior: a review of their evolution. *Accident Analysis & Prevention*, 26(6), 733–750. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)90051-5](https://doi.org/10.1016/0001-4575(94)90051-5)
- Recarte, M. A. & Nunes, L. M. (1996). Perception of speed in an automobile: Estimation and Production. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2(4), 291–304.
<https://doi.org/10.1037//1076-898x.2.4.291>
- Recarte, M. A. & Nunes, L. (2002). Mental load and loss of control over speed in real driving: Towards a theory of attentional speed control. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(2), 111–122. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00010-4)
- Renner, K.-H. & Jacob, N.-C. (2020). *Das Interview: Grundlagen und Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-60441-0>
- Richter, S. (2016). *Verkehrspsychologie – Verkehrspädagogik: Eine Einführung für Lehramtsstudierende*. https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/vpsy/ressourcen/dateien/publikationen/Lehrhandbuch_Stiftung_GE_10-16_FINAL_277331.pdf
- Risser, R. & Schützhofer, B. (2014). Zur Glaubwürdigkeit von Zeugenaussagen bei Verkehrsunfällen. *Sachverständige*, 38(2), 67–75. <https://widab.gerichts-sv.at/website2016/wp-content/uploads/2016/08/Sach-2014-67-75-Risser.pdf>

- Risser, R. & Schützhofer, B. (2015). Wahrnehmung, ihre Zuverlässigkeit und Implikationen für die Gutachtertätigkeit nach Verkehrsunfällen. In M. Graw, V. Dittmann & W. Schubert (Hrsg.), *Tagungsband 10. Gemeinsames Symposium der DGVM und DGVP am 5. und 6. September 2014 in München: Interdisziplinäre Unfallrekonstruktion und Prävention* (S. 48–53). Kirschbaum Verlag. https://dgvm-verkehrsmedizin.de/wp-content/uploads/2019/10/Tagungsband-Symposium-Muenchen-2014_.pdf
- Rolison, J. J. & Moutari, S. (2020). Combinations of factors contribute to young driver crashes. *Journal of Safety Research*, 73, 171–177.
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.02.017>
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. SAGE.
<https://doi.org/10.4135/9781412984997>
- Sacher, F. (1998). Verkehrsunfall-Aufklärung. In R. Fucik, F. Hartl, H. Schlosser & B. Wielke (Hrsg.), *Handbuch des Verkehrsunfalls: 2. Teil: Unfallaufklärung und Fahrzeugschaden* (S. 67–205). Manz.
- Sacher, F. (1999). Die wahrhafte Falschaussage. In F. Meyer-Gramcko (Hrsg.), *Verkehrspsychologie auf neuen Wegen: Herausforderungen von Straße, Wasser, Luft und Schiene: 37. Kongreß für Verkehrspsychologie des Berufsverbandes Deutscher und Österreichischer Psychologinnen und Psychologen und der Föderation der Schweizer Psychologinnen und Psychologen, Braunschweig, 14. - 16. September 1998* (S. 235–246). Deutscher Psychologen Verlag.
- Safer, M. A., Christianson, S.-Å., Autry, M. W. & Österlund, K. (1998). Tunnel memory for traumatic events. *Applied Cognitive Psychology*, 12(2), 99–117.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199804\)12:2<99::AID-ACP509>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199804)12:2<99::AID-ACP509>3.0.CO;2-7)
- Scanlon, J. M., Kusano, K. D. & Gabler, H. C. (2015). Analysis of Driver Evasive Maneuvering Prior to Intersection Crashes Using Event Data Recorders. *Traffic Injury Prevention*, 16, 182–189. <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1066500>
- Schlag, B., Petermann, I., Weller, G. & Schulze, C. (2009). *Mehr Licht - mehr Sicht - mehr Sicherheit? Zur Wirkung verbesserter Licht- und Sichtbedingungen auf das Fahrerverhalten* (1. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
<https://doi.org/10.1007/978-3-531-91397-1>
- Schlag, B., Richter, S., Buchholz, K. & Gehlert, T. (2018). *Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche: Teil 1: Wissenschaftliche Grundlagen* (Forschungsbericht Nr. 50). Unfallforschung der Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versiche-

- rungswirtschaft e.V. <https://www.udv.de/resource/blob/79820/10401df58d13a42053992244fed46c2f/50-ganzheitliche-verkehrs-erziehung-fuer-kinder-und-jugendliche-1--data.pdf>
- Schleinitz, K., Petzold, T., Krems, J., Kühn, M. & Gehlert, T. (2015). *Geschwindigkeitswahrnehmung von einspurigen Fahrzeugen* (Forschungsbericht Nr. 33). Unfallforschung der Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. <https://www.udv.de/resource/blob/79762/0b6b40ef012a7efd6a70acee16a8c946/33-geschwindigkeitswahrnehmung-von-einspurigen-fahrzeugen-data.pdf>
- Schmidt-Cotta, R.-R. (2009). *VERONICA - II: Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment, Final Report*. European Commission Directorate General Energy and Transport. https://road-safety.transport.ec.europa.eu/sites/default/files/pdf/projects_sources/veronica2_final_report.pdf
- Schmidt-Cotta, R.-R., Steffan, H., Kast, A., Labbett, S. & Brenner, M. (2006). *VERONICA: Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assesment*. Project Final Report. European Commission Directorate General Energy and Transport. https://road-safety.transport.ec.europa.eu/sites/default/files/pdf/projects_sources/veronica_final_report.pdf
- Scholl, B. J., Noles, N. S., Pasheva, V. & Sussman, R. (2003). Talking on a cellular telephone dramatically increases 'sustained inattentional blindness'. *Journal of Vision*, 3(9), Artikel 156. <https://doi.org/10.1167/3.9.156>
- Schütz, A. C., Billino, J., Bodrogi, P., Polin, D., Khanh, T. Q. & Gegenfurtner, K. R. (2015). Robust Underestimation of Speed During Driving: A Field Study. *Perception*, 44(12), 1356–1370. <https://doi.org/10.1177/0301006615599137>
- Schwabe, L., Joëls, M., Roozendaal, B., Wolf, O. T. & Oitzl, M. S. (2012). Stress effects on memory: An update and integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(7), 1740–1749. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.07.002>
- Simons, D. J. & Ambinder, M. S. (2005). Change Blindness: Theory and Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 14(1), 44–48. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00332.x>
- Sivak, M. (1996). The Information That Drivers Use: Is it Indeed 90% Visual? *Perception*, 25(9), 1081–1089. <https://doi.org/10.1080/p251081>
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2022). *Verkehrsunfälle - Grundbegriffe der Verkehrsunfallstatistik*. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft->

- Umwelt/Verkehrsunfaelle/Methoden/verkehrsunfaelle-grundbegriffe.pdf?__blob=publicationFile
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2024, 5. Juli). *Durchschnittlich 8 Tote und 1 004 Verletzte pro Tag im Straßenverkehr im Jahr 2023: Pressemitteilung Nr. 261* [Pressemitteilung]. abgerufen am 18.07.2024 von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/07/PD24_261_46241.html
- Staubach, M. & Lüken, P. (2009). Bewertung von Zeugenaussagen verunfallter Fahrzeugführer. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 55(3), 129–134.
- Strayer, D. L., Drews, F. A. & Johnston, W. A. (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(1), 23–32. <https://doi.org/10.1037/1076-898x.9.1.23>
- Strigl, K. (1996). Zuverlässigkeit von Zeugenaussagen nach Verkehrsunfällen. In Kuratorium für Verkehrssicherheit (Hrsg.), *Die Rekonstruktion von Verkehrsunfällen zur Ermittlung von Unfallursachen: Seminar im Hotel Dorint, Salzburg, 30.-31.05.1995 und 12.-13.06.1995. Kursleitung Dr. Wolf-Dietrich Zuzan* (S. 4–11).
- Strobach, T. & Wendt, M. (Hrsg.). (2019). *Allgemeine Psychologie: Ein Überblick für Psychologiestudierende und -interessierte*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57570-3>
- Tivesten, E. (2014). *Understanding and prioritizing crash contributing factors: Analyzing naturalistic driving data and self-reported crash data for car safety development* [Dissertation]. Chalmers University of Technology, Göteborg. <https://research.chalmers.se/en/publication/201745>
- Tschech, K., Labenski, V. & Weber, S. (2020). Wie unterscheiden sich Fahrerinnen und Fahrer verschiedener Altersgruppen hinsichtlich der Unfallursachen? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 66(2), 122–123. https://dgvm-verkehrsmedizin.de/wp-content/uploads/2020/05/ZVS_02-2020.pdf
- Tschech, K., Schenk, T., Popp, D., Alt, V. & Weber, S. (submitted). How accurate do car drivers report their travelled speed before an accident: a comparison with insights of the Event Data Recorder. *Traffic Safety Research*.
- Undeutsch, U. (1962). *Ergebnisse psychologischer Untersuchungen am Unfallort*. (L. Brandt, Hrsg.). *Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen: Nr. 1087*. Westdeutscher Verlag.

- United Nations. (2020). *UN Resolution 74/299 on Improving Global Road Safety: Resolution adopted by the General Assembly on 31 August 2020 (A/RES/74/299)*. https://digital-library.un.org/record/3879711/files/A_RES_74_299-EN.pdf
- UN-Regelung Nr. 160 - Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Ereignisdatenspeichers [2021/1215], Amtsblatt der Europäischen Union L265/3 (2021). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1215/oj>
- United States Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 49 CFR Part 563, Docket No. NHTSA-2006-25666, Event Data Recorders (2006). https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/fmvss/EDRFinalRule_Aug2006.pdf
- United States Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 49 CFR Part 563, Docket No. NHTSA-2022-0021, Event Data Recorders (2022). <https://downloads.regulations.gov/NHTSA-2022-0021-0001/content.pdf>
- Verordnung (EU) 2019/2144 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019, Amtsblatt der Europäischen Union L325/1 (2019). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2144/oj>
- Versteegh, S. (2004). The Accuracy Of Driver Accounts Of Vehicle Accidents. In *Proceedings of the 2004 Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*, Perth, Australia. <https://archive.acrs.org.au/article/the-accuracy-of-driver-accounts-of-vehicle-accidents/>
- Volbert, R. (2004). *Beurteilung von Aussagen über Traumata: Erinnerungen und ihre psychologische Bewertung*. Huber.
- Volbert, R. (2017a). Aussagen über Traumata. In R. Ludewig, S. Baumer & D. Tavor (Hrsg.), *Aussagepsychologie für die Rechtspraxis: Zwischen Wahrheit und Lüge* (S. 399–412). DIKE.
- Volbert, R. (2017b). Suggestion. In R. Ludewig, S. Baumer & D. Tavor (Hrsg.), *Aussagepsychologie für die Rechtspraxis: Zwischen Wahrheit und Lüge* (S. 413–426). DIKE.
- Vollrath, M. & Krems, J. F. (2011). *Verkehrspychologie: Ein Lehrbuch für Psychologen, Ingenieure und Informatiker* (1. Auflage). Kohlhammer. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-029561-2>
- Wåhlberg, A. af. (2009). *Driver Behaviour and Accident Research Methodology: Unresolved Problems* (1. Auflage). Ashgate. <https://doi.org/10.1201/9781315578149>
- Weber, S. (2015). *Standardreaktionen in kritischen Fahrsituationen: Studien mit dem Vehicle in the Loop zur Untersuchung des Reaktionsverhaltens bei Vorfahrtsmissachtung von*

- rechts (1. Auflage). Cuvillier Verlag. https://cuvillier.de/get/ebook/4770/9783736981515_E-Book.pdf
- Weber, S., Donner, E. & Ernstberger, A. (2015). Interdisziplinäre Zusammenarbeit von Technik, Medizin und Psychologie zur Steigerung der Verkehrssicherheit. In M. Graw, V. Dittmann & W. Schubert (Hrsg.), *Tagungsband 10. Gemeinsames Symposium der DGVM und DGVP am 5. und 6. September 2014 in München: Interdisziplinäre Unfallrekonstruktion und Prävention* (S. 22–25). Kirschbaum Verlag. https://dgvm-verkehrs-medizin.de/wp-content/uploads/2019/10/Tagungsband-Symposium-Muenchen-2014_.pdf
- Weber, S., Ernstberger, A., Donner, E. & Kiss, M. (2013). Learning from Accidents: Using Technical and Subjective Information to Identify Accident Mechanisms and to Develop Driver Assistance Systems. In L. Dorn & M. Sullman (Hrsg.), *Driver Behaviour and Training - Volume VI* (S. 223–230). Ashgate.
<https://doi.org/10.4324/9781315257372>
- Weber, S., Ernstberger, A., Donner, E. & Kiss, M. (2014). Interdisziplinäre Unfallforschung – ein Zusammenschluss von Technik, Medizin und Psychologie zur Steigerung der Verkehrssicherheit. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, 52(2), 61–65.
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T. & Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: The frontal lobes and autonoetic consciousness. *Psychological Bulletin*, 121(3), 331–354.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.3.331>
- Wickens, C. D. & Horrey, W. J. (2008). Models of Attention, Distraction, and Highway Hazard Avoidance. In M. A. Regan, J. D. Lee & K. L. Young (Hrsg.), *Driver Distraction: Theory, Effects and Mitigation* (S. 57–69). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781420007497-12>
- Wielke, B. (1998). Verkehrsunfall: Würdigung "falscher" Zeugenaussagen. *Der Sachverständige*, 22(2), 10–14. <https://widab.gerichts-sv.at/website2016/wp-content/uploads/2016/08/2-98.pdf>
- Wielke, B. (2012). Verkehrsunfall: Zeugenaussagen problematisch, aber unverzichtbar! In M. Rant (Hrsg.), *Sachverständige in Österreich: Festschrift 100 Jahre Hauptverband der Gerichtssachverständigen* (S. 445–462). Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreich.
- Wulff, A. N. & Thomas, A. K. (2021). The Dynamic and Fragile Nature of Eyewitness Memory Formation: Considering Stress and Attention. *Frontiers in Psychology*, 12, Artikel 666724. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.666724>