



GDV
Unfallforschung
der Versicherer

FORSCHUNGSBERICHT NR. 94

Analysen zum Abstands- verhalten von Autofahrern auf BAB

Reinhard Koettnitz
Maximilian Fischer
Johanna Böhm
J. Emmanuel Bakaba

im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)
Forschungsbericht Nr. 94

Analysen zum Abstandsverhalten von Autofahrern auf Bundesautobahnen

Bearbeitet durch:

Technische Universität Dresden
Professur für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen



Prof. Dipl.-Ing. Ltd. BD a. D. Reinhard Koettnitz
Maximilian Fischer M. Sc.
Dipl.-Ing. Johanna Böhm

Projektleitung bei der UDV:

Dr.-Ing. J. Emmanuel Bakaba

Herausgeber

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
Unfallforschung der Versicherer
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 / 20 20 - 50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00
www.gdv.de, berlin@gdv.de
www.udv.de, unfallforschung@gdv.de
www.facebook.com/unfallforschung
[@unfallforschung](https://www.instagram.com/unfallforschung)
www.youtube.com/unfallforschung

Redaktion

Dr.-Ing. J. Emmanuel Bakaba

Bildnachweis

Die Nutzungsrechte der in dieser Broschüre abgebildeten Fotos liegen bei der Unfallforschung der Versicherer

Erschienen

02/2024

ISBN-Nr.:

978-3-948917-25-8

Alle Ausgaben

auf UDV.de

Disclaimer

Die Inhalte wurden mit der erforderlichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl besteht keine Gewährleistung auf Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Angemessenheit der darin enthaltenen Angaben oder Einschätzungen.

Inhalt

Kurzfassung.....	3
Abstract.....	5
1 Einleitung.....	7
2 Literaturanalyse.....	8
2.1 Gesetzliche Grundlagen.....	8
2.2 Definitionen zum Abstand.....	9
2.3 Messmethoden zum Abstandsverhalten.....	11
2.4 Untersuchungen zum Abstandsverhalten.....	13
2.5 Einflüsse auf das Abstandsverhalten.....	15
2.6 Untersuchungen zum Unfallgeschehen auf Autobahnen.....	17
2.7 Ablenkungen der Verkehrsteilnehmer.....	18
2.8 Technische Hilfsmittel zur Reduzierung von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand.....	19
2.9 Zusammenfassung.....	21
3 Methodik.....	23
3.1 Unfallanalyse mit ungenügendem Sicherheitsabstand.....	24
3.1.1 Makroskopische Unfallanalyse.....	24
3.1.2 Mikroskopische Unfallanalyse an Unfallhäufungsstellen.....	25
3.1.3 Stichprobenanalyse von Unfallhergängen.....	26
3.2 Messkonzept und Auswahl der Messstrecken.....	26
3.2.1 Messkonzept.....	26
3.2.2 Auswahl der Messstrecken.....	28
3.3 Auswertung der Messungen.....	30
3.3.1 Analyse des Abstandsverhaltens.....	34
3.3.2 Analyse von Fahrstreifenwechseln.....	36
4 Unfallanalyse mit ungenügendem Sicherheitsabstand.....	38
4.1 Makroskopische Unfallanalyse.....	38
4.1.1 Fehlverhalten Unfallverursacher.....	39
4.1.2 Art der Verkehrsbeteiligung.....	41
4.1.3 Unfallkategorien.....	42
4.1.4 Unfalltypen.....	43
4.1.5 Unfallarten.....	45
4.1.6 Zeitliche Verteilung.....	47
4.1.7 Lichtverhältnisse.....	51
4.1.8 Straßenzustand.....	52
4.1.9 Streckencharakteristik.....	52
4.1.10 Besonderheit Arbeitsstelle.....	53
4.2 Mikroskopische Unfallanalyse an Unfallhäufungsstellen.....	54

4.2.1	Sachsen	54
4.2.2	Sachsen-Anhalt	54
4.3	Stichprobenanalyse von Unfallhergängen	55
4.4	Zusammenfassung	57
5	Ergebnisse Freie Strecke	59
5.1	Abstandsverhalten	59
5.1.1	Auslastungsgrad / Verkehrsqualität	59
5.1.2	Fahrstreifen	61
5.1.3	Fahrzeugart / Fahrzeugfolge	63
5.1.4	Geschwindigkeit	67
5.2	Fahrstreifenwechsel	70
5.2.1	Häufigkeit Fahrstreifenwechsel	70
5.2.2	Fahrstreifenwechsel nach Links	71
5.2.3	Fahrstreifenwechsel nach Rechts	77
5.3	Unfallanalyse	83
5.4	Zusammenfassung	84
6	Ergebnisse Knotenpunkte	85
6.1	Abstandsverhalten	85
6.1.1	Verkehrsstärke	85
6.1.2	Fahrstreifen	86
6.1.3	Fahrzeugart / Fahrzeugfolge	88
6.1.4	Geschwindigkeit	90
6.2	Fahrstreifenwechsel	93
6.2.1	Häufigkeit Fahrstreifenwechsel	93
6.2.2	Fahrstreifenwechsel im Einfahrbereich	94
6.2.3	Fahrstreifenwechsel im Ausfahrbereich	102
6.3	Unfallanalyse	110
6.4	Zusammenfassung	111
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	112
	Literaturverzeichnis	116
	Abbildungsverzeichnis	118
	Tabellenverzeichnis	122
	Abkürzungsverzeichnis	123

Kurzfassung

In den 10 Jahren von 2009 bis 2019 sind die Anteile der Unfälle mit Unfallursache 14 (ungenügender Sicherheitsabstand) auf Autobahnen kontinuierlich von ca. 20 % auf 30 % gestiegen. Damit wurde das Fehlverhalten „Nicht angepasste Geschwindigkeit“ als häufigste Unfallursache auf Autobahnen abgelöst. Aufgrund dieser Zunahme der Unfälle, die auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückgeführt werden, wurde das vorliegende Forschungsprojekt initiiert. Zielstellung dieses Forschungsprojektes war es, das Abstandsverhalten auf Autobahnen zu analysieren und daraus Empfehlungen abzuleiten, die zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit in Zusammenhang mit der Unfallursache „Ungenügender Sicherheitsabstand“ führen können.

Dazu wurde im ersten Schritt eine makroskopische Verkehrsunfallanalyse von Unfällen mit Unfallursache 14 sowie eine stichprobenartige Untersuchung der Unfallhergangstexte durchgeführt. Im zweiten Schritt wurden für die Bundesländer Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt Unfallhäufungsstellen nach M Uko identifiziert, welche durch eine Häufung von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand gekennzeichnet sind. Anschließend wurden an insgesamt 25 ausgewählten Messtellen auf der Freien Strecke und in Knotenpunkten Aufnahmen mit Hilfe von Drohnen angefertigt. Die Auswahl der Messtellen erfolgte anhand der vorab identifizierten Unfallhäufungsstellen. Dabei wurden zehn Messstellen der Freien Strecke, welche eine Unfallhäufung darstellen, jeweils eine Kontrollstelle auf demselben Streckenabschnitt ohne auffälliges Unfallgeschehen mit Ursache 14 zugeordnet. Die Aufnahmen wurden mit Hilfe des kommerziellen Programmes DataFromSky hinsichtlich gehaltener Abstände, Geschwindigkeiten und dem Verhalten bei Fahrstreifenwechseln ausgewertet. Im Bereich der Freien Strecke werden Aufnahmen von insgesamt drei Stunden je Messstelle zu drei verschiedenen Tageszeiten erstellt, im Bereich der Knotenpunkte umfassen die Aufnahmen insgesamt eine Stunde jeweils für den Ein- und Ausfahrbereich eines Knotenpunktes zu zwei verschiedenen Tageszeiten.

Die makroskopische Verkehrsunfallanalyse zeigt, dass der ungenügende Sicherheitsabstand (Unfallursache 14) bei Unfällen mit Personenschaden das am häufigsten genannte Fehlverhalten beim Unfallverursacher auf Bundesautobahnen ist. Unfälle mit Unfallursache 14 sind in mehr als 90 % der Fälle Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) und in mehr als 80 % der Fälle Zusammenstöße mit einem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet (Unfallart 2). Als Unfallverursacher werden häufig Pkw angegeben, mit zunehmender Unfallschwere steigt jedoch der Anteil von Lkw als Unfallverursacher. Auffahrunfälle ereignen sich häufig bei Tageslicht und trockener Fahrbahn, im Tagesverlauf sind diese Unfälle besonders zu den Hauptverkehrszeiten überdurchschnittlich häufig vertreten. Durch die stichprobenhafte Auswertung von Unfallhergangstexten hat sich zudem gezeigt, dass sich Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand häufig auf erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Störungen im Verkehrsablauf zurückführen lassen. Insgesamt deuten die Ergebnisse der Unfallanalyse auf eine hohe Korrelation zwischen dem Verkehrsaufkommen und dem Unfallgeschehen mit Angabe der Unfallursache 14 hin.

Die Analysen des Abstandsverhaltens haben gezeigt, dass dieses von mehreren Faktoren beeinflusst werden kann. Der Anteil an Zeitlücken kleiner zwei Sekunden nimmt mit steigendem Auslastungsgrad linear zu (Abbildung 1). Des Weiteren hat sich gezeigt, dass die Anteile von Zeitlücken kleiner zwei Sekunden vom rechten zum linken Fahrstreifen ansteigen. Auch die Fahrzeugart hat einen Einfluss auf das Abstandsverhalten. Pkw halten beispielsweise häufiger geringe Abstände als Lkw. Während bei Pkw mit steigendem Auslastungsgrad ein linearer Anstieg des Anteils von Zeitlücken kleiner zwei Sekunden beobachtet werden konnte, konnte dies bei Lkw nicht festgestellt werden. Hinsichtlich der Fahrzeugfolgebeziehung zeigt sich die Tendenz, dass zu gleichen Fahrzeugarten geringere Abstände gehalten werden als zu anderen Fahrzeugarten. Konkrete Gründe für die Entstehung von Unfallhäufungen mit Unfallursache 14 ließen sich aus dem analysierten Abstandsverhalten jedoch nicht ableiten. Hinsichtlich der gefahrenen Geschwindigkeiten auf der Freien Strecke hat sich herausgestellt, dass bei Geschwindigkeiten zwischen 100 und 130 km/h die Anteile geringer Abstände am größten sind, bei zunehmender Geschwindigkeit nehmen diese Anteile ab.

Bei der Analyse des Abstandsverhaltens im Bereich der untersuchten Knotenpunkte hat sich darüber hinaus gezeigt, dass im Einfahrbereich tendenziell häufiger geringe Abstände gehalten werden als im Ausfahrbereich. Gleichzeitig liegt das Geschwindigkeitsniveau in den Einfahrbereichen der untersuchten Knotenpunkte geringfügig unter dem

Geschwindigkeitsniveau der Ausfahrbereiche. Es wird vermutet, dass dies durch die Fahrstreifenwechsel im Zuge von Einfahrvorgängen zustande kommt.

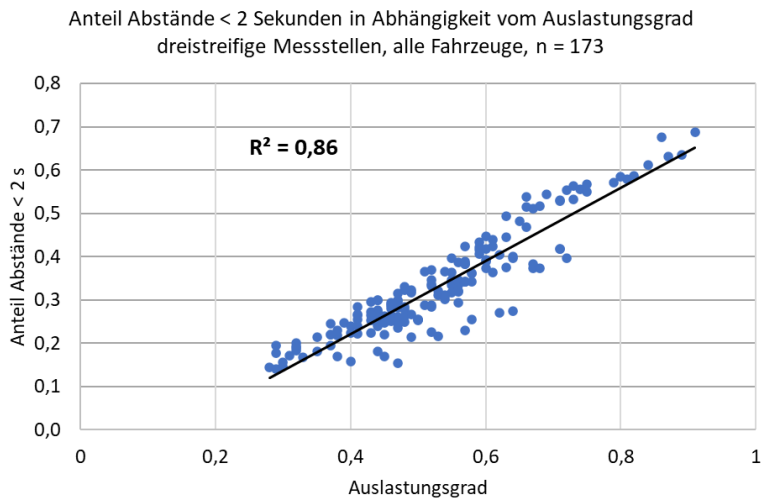


Abbildung 1: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, alle Fahrzeuge

Im Rahmen der gesonderten Betrachtung von durchgeführten Fahrstreifenwechseln hat sich gezeigt, dass besonders Fahrstreifenwechsel nach Links häufiger kritische Situationen mit sich führen, da im Zuge dieser sehr häufig geringe Abstände gehalten werden oder das nachfolgende Fahrzeug aufgrund des Fahrstreifenwechsels abbremsen muss. Lücken kleiner 100 Meter werden am häufigsten für Fahrstreifenwechsel nach Links vom ersten in den zweiten Fahrstreifen oder für einen Fahrstreifenwechsel vom Einfahrstreifen in den ersten Fahrstreifen genutzt. Ein direkter Einfluss der Fahrstreifenwechsel auf das Unfallgeschehen konnte auf Grundlage der durchgeführten Unfallanalyse jedoch nicht festgestellt werden.

Anhand der Analyseergebnisse werden folgende Empfehlungen getroffen, welche dazu beitragen können, die Verkehrssicherheit auf Autobahnen, insbesondere im Zusammenhang mit Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand, zu erhöhen:

- Verbesserung des Verkehrsflusses an unfallauffälligen Autobahnabschnitten mit hohem Auslastungsgrad durch Streckenbeeinflussungsanlagen, Netzbeeinflussungsanlagen oder wirksame Beschilderungen (z. B. Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder Anordnung von (temporären) Lkw-Überholverböten)
- Implementierung von Warnungen vor Stauenden in Echtzeit in Navigationsgeräten in Fahrzeugen und in mobilen Geräten anderer Mobilitätsdienstleister zur rechtzeitigen Anpassung des Fahrverhaltens
- Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen durch Kooperative Intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) zur Unterstützung einer rechtzeitigen Anpassung des Fahrverhaltens
- Überprüfung der Wirksamkeit vorgeschriebener Notbremsysteme im Unfallgeschehen und ggf. Anpassung dieser
- Einbau von Fahrerassistenzsystemen in Neufahrzeugen (z. B. Spurwechselassistentz, Adaptive Cruise Control (ACC), Notbremslicht, Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarner)
- Sensibilisierung der Verkehrsteilnehmenden für potenzielle Gefahren bei Störungen im Verkehrsablauf durch geeignete Kampagnen
- Sensibilisierung von Pkw-Fahrenden für einzuhaltende Abstände durch verstärkte mobile und ortsfeste Abstandsmessungen, ggf. Anpassung der Bußgeldkatalog-Verordnung für Pkw durch Festlegung eines konkreten Mindestabstandes auf Autobahnen
- Aufnahme des Merkmals „Stau“ als Besonderheit in Verkehrsunfallanzeigen

Abstract

In the 10 years from 2009 to 2019, the proportion of accidents involving the cause of accidents 14 (insufficient safety distance) on motorways increased continuously from about 20 % to 30 %. This replaced the misconduct “Unadjusted Speed” as the most common cause of accidents on motorways. Due to this increase in accidents, which are attributed to insufficient safety distances, this research project was initiated. The aim of this research project was to analyse the distance behaviour on motorways and to derive recommendations that could lead to an improvement of road safety in connection with insufficient safety distance.

In the first step, a macroscopic road accident analysis of accidents with cause of accident 14 was carried out as well as a random testing of accident reports. In the second step, accident accumulation points according to M Uko were identified for Hesse, Saxony and Saxony-Anhalt, which are characterised by an accumulation of accidents with insufficient safety distances. Subsequently, videos were made using drones at a total of 25 selected measuring sites on the open road and at nodes. The selection of the measuring sites was based on the pre-identified accident accumulation points. Ten measuring points on the open road, which represent an accident accumulation, were assigned a control point on the same section of the route without any conspicuous accident events with cause 14. The video recordings were evaluated with the help of the commercial program DataFromSky with regard to maintained distances, speeds and behaviour during lane changes. In the area of the open road, video recordings of a total of three hours per measuring point at three different times of the day are created, in the area of the nodes, the recordings comprise a total of one hour for the entry and exit area of a node at two different times of the day.

The macroscopic traffic accident analysis shows that the insufficient safety distance (cause of accident 14) in accidents involving personal injury is the most commonly mentioned misconduct for the accident perpetrator on federal highways. Accidents with cause of accident 14 are in more than 90 % of the cases accidents in longitudinal traffic (Unfalltyp 6) and in more than 80 % of the cases collisions with a vehicle driving or waiting ahead (Unfallart 2). Cars are often cited as the accident perpetrators, but with increasing accident severity, the proportion of trucks as the accident perpetrator increases. Rear-end accidents often occur in daylight and on dry roads, during the day these accidents are during peak hours above average. The random testing of accident reports has also shown that accidents with insufficient safety distances can often be attributed to increased traffic volume or disruptions in the traffic flow. Overall, the results of the accident analysis point to a high correlation between traffic volume and accidents with cause of accident 14.

The analysis of the distance behaviour has shown that this can be influenced by several factors. The proportion of time gaps of less than two seconds increases linearly as the capacity utilisation rate increases (Figure 1). Furthermore, it has been shown that the proportions of time gaps of less than two seconds increase from the right to the left lane. The vehicle type also has an influence on the distance behaviour. Cars are more likely to maintain low distances than trucks. While a linear increase in the proportion of time gaps of less than two seconds with increasing capacity utilisation rate could be observed for cars, this could not be observed for trucks. With regard to the vehicle sequence relations, there is a tendency to keep smaller distances to similar vehicle types than to other vehicle types. However, concrete reasons for the emergence of accident accumulation points with cause of accident 14 could not be derived from the analysed distance behaviour. With regard to the speeds driven on the open road, it has been found that at speeds between 100 and 130 km/h, the proportions of short distances are the largest, and these proportions decrease as speed increases.

The analysis of the distance behaviour in the area of the examined nodes has shown that in the entry area small distances tend to be kept more often than in the exit area. At the same time, the speed level in the entry areas of the examined nodes is slightly below the speed level of the exit areas. It is assumed that this is due to the change of lanes in the course of drive-in processes.

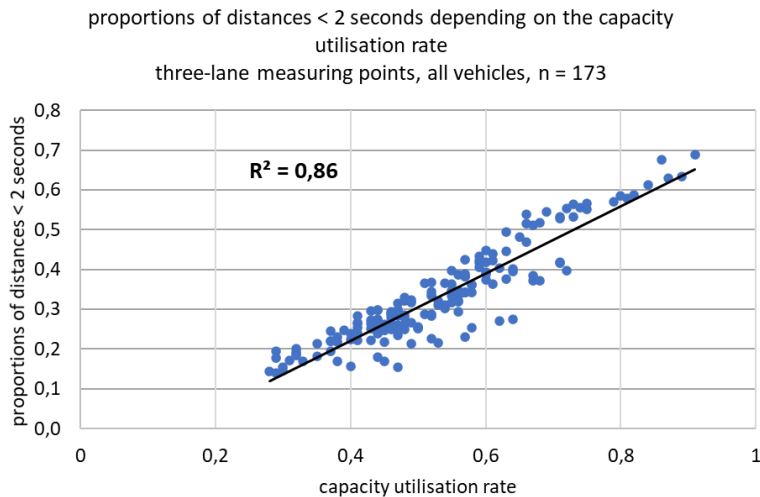


Figure 1: Proportions of distances of less than two seconds for the three-lane measuring points depending on the capacity utilisation rate, all vehicle types

The separate consideration of lane changes has shown that lane changes to the left lead to critical situations more often, because in the course of these very often small distances are maintained or the subsequent vehicle has to brake due to the lane change. Gaps of less than 100 meters are most commonly used for lane changes to the left from the first to the second lane or for lane changes from the entry lane to the first lane. However, a direct influence of the lane changes on the accident events could not be determined on the basis of the accident analysis carried out.

Based on the results of the analysis, the following recommendations are made, which can help to increase road safety on motorways, in particular in the context of accidents with insufficient safety distances:

- Improvement of traffic flow on accident-obtrusive motorway sections with high capacity utilisation rates through route control systems, network control systems or effective signage (e.g. limitation of maximum permissible speed or arrangement of (temporary) truck overtaking bans)
- Implementation of real-time warnings against congestion in navigation devices in vehicles and in mobile devices of other mobility service providers for timely adaptation of driving behaviour
- Networking of infrastructure and vehicles through Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) to support timely adaptation of driving behaviour
- Verification of the effectiveness of mandatory emergency braking systems in the event of an accident and, where appropriate, adapting them
- Installation of driver assistance systems in new vehicles (e.g. lane change assistance, adaptive cruise control (ACC), emergency braking lights, fatigue and attention warnings)
- Raising awareness among road users about potential hazards in the event of disruptions in the traffic flow through appropriate campaigns
- Raising awareness of passenger car drivers about distances to be maintained through increased mobile and stationary distance measurements, possibly accompanied by an adaptation of the fines regulation for passenger cars by setting a concrete minimum distance on motorways
- Inclusion of the attribute 'Stau' as a characteristic in traffic accident indications

1 Einleitung

Auf deutschen Bundesautobahnen gab es im Jahr 2019 insgesamt 19.980 Unfälle mit Personenschaden. Dabei wurden 26.650 Fälle von Fehlverhalten erfasst, von denen 8.524 dem Fehlverhalten „ungenügender Sicherheitsabstand“ (Unfallursache 14) zugeordnet waren (Statistisches Bundesamt, 2021). Bei der Betrachtung der letzten zehn Jahre fällt auf, dass der Anteil dieses Fehlverhaltens kontinuierlich von ca. 20 % auf über 30 % zugenommen hat und damit das Fehlverhalten „Nicht angepasste Geschwindigkeit“ als wesentliche Unfallursache abgelöst hat.

Weiterhin fällt auf, dass sich Unfälle mit dem Fehlverhalten „ungenügender Sicherheitsabstand“ in Stadtstaaten häufen. So liegt dieser Prozentsatz beispielsweise in Berlin bei 58,5 % und in Hamburg bei 36,5 %, wohingegen Mecklenburg-Vorpommern lediglich 18,1 % und Niedersachsen 23,2 % verzeichnen (Statistisches Bundesamt, 2021). Dies deutet darauf hin, dass es in Ballungszentren mit einer höheren Verkehrsstärke vermehrt Unfälle wegen ungenügendem Sicherheitsabstand gibt.

Aufgrund der Zunahme der Unfälle, die auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückgeführt werden, ist es das Ziel dieses Projektes, das Abstandsverhalten auf deutschen Autobahnen zu analysieren. Anhand einer Unfallanalyse soll zunächst die Struktur der Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand untersucht werden. Durch die Identifikation von Unfallhäufungen und der Auswertung von Unfallhergängen sollen aus der Unfallanalyse Einflüsse abgeleitet werden, die Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand begünstigen.

Für konkrete Aussagen zum Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten auf deutschen Bundesautobahnen werden auf ausgewählten Autobahnabschnitten, auf denen sich Unfälle häufen, Messungen bei unterschiedlichen Verkehrszuständen mit einer Drohne durchgeführt. Aus den Ergebnissen dieser Messungen werden Empfehlungen abgeleitet, die zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit in Zusammenhang mit der Ursache „Ungenügender Sicherheitsabstand“ führen.

2 Literaturanalyse

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für das Einhalten von Abstand im Straßenverkehr ist in der Straßenverkehrsordnung (StVO) verankert. Gemäß §4 (1) StVO heißt es:

„Der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug muss in der Regel so groß sein, dass auch dann hinter diesem gehalten werden kann, wenn es plötzlich gebremst wird. Wer vorausfährt, darf nicht ohne zwingenden Grund stark bremsen.“

Somit schreibt die StVO nicht konkret vor, wie groß der Abstand in Metern oder Sekunden sein muss. Als Faustregel gilt in Deutschland das Einhalten des „halben Tachos in Metern“. Dies spiegelt sich auch im Bußgeldkatalog wider. Bei Nichteinhalten dieser Regel drohen ab einer Geschwindigkeit von 80 km/h Bußgelder. Wird ein Viertel des Tachowertes (5/10 des halben Tachowertes) unterschritten, drohen abhängig von der Geschwindigkeit und der Höhe der Unterschreitung unterschiedlich hohe Bußgelder, Punkte und Fahrverbote (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bußgeld bei ungenügendem Abstand (Bußgeldkatalog-Verordnung (BKatV))

Geschwindigkeit	Über 80 km/h			Über 100 km/h			Über 130 km/h		
	Bußgeld [€]	Punkte [-]	Fahrverbot [M]	Bußgeld [€]	Punkte [-]	Fahrverbot [M]	Bußgeld [€]	Punkte [-]	Fahrverbot [M]
< 5/10 des halben Tachowertes	75	1	0	75	1	0	100	1	0
< 4/10 des halben Tachowertes	100	1	0	100	1	0	180	1	0
< 3/10 des halben Tachowertes	160	1	0	160	2	1	240	2	1
< 2/10 des halben Tachowertes	240	1	0	240	2	2	320	2	2
< 1/10 des halben Tachowertes	320	1	0	320	2	3	400	2	3

In §4 (3) StVO wird explizit für Lastkraftwagen auf Autobahnen folgendes festgelegt:

„Wer einen Lastkraftwagen mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t oder einen Kraftomnibus führt, muss auf Autobahnen, wenn die Geschwindigkeit mehr als 50 km/h beträgt, zu vorausfahrenden Fahrzeugen einen Mindestabstand von 50 m einhalten.“

Für Lkw ab 3,5 t und Omnibusse ist somit ein einzuhaltender Mindestabstand auf Autobahnen in der StVO festgeschrieben.

Nach Burmann et al. (2020) wird eine Unterschreitung von Mindestabständen dann als Ordnungswidrigkeit gewertet, wenn sie „nicht nur ganz vorübergehend“ stattfindet. Als „nicht nur ganz vorübergehend“ wird bei höheren Geschwindigkeiten - wie auf Bundesautobahnen (BAB) - eine Mindeststrecke von 250 - 300 m angesetzt. Ein Fahrzeug, welches vor einem anderen Fahrzeug zum Überholen nach links ausschert, wird dabei nicht als Vorausfahrendes Fahrzeug gesehen.

2.2 Definitionen zum Abstand

Das Abstandsverhalten beschreibt den Abstand, den ein Fahrzeugführer zu dem vorausfahrenden Fahrzeug einstellt. Dabei wird der Fahrer durch das vorausfahrende Fahrzeug beeinflusst. Nach Lippold & Schulz (2008) ist ein Fahrzeug dann unbeeinflusst, wenn es eine Zeitlücke zum vorausfahrenden Fahrzeug von mindestens sieben Sekunden und zum nachfolgenden Fahrzeug eine Zeitlücke von mindestens vier Sekunden hat.

Für die Beschreibung des Abstandsverhaltens eignen sich Zeit- und Weglücken. Die Zeitlücke beschreibt den Abstand in Sekunden, während die Weglücke den Abstand in Metern angibt. Beide Lückenarten können als Netto- und Bruttolücken angegeben werden. Die Bruttolücke misst den Abstand von Front zu Front zweier sich folgender Fahrzeuge. Dies hat den Nachteil, dass die unterschiedlichen Längen der Fahrzeuge in der Abstandsbewertung nicht berücksichtigt werden. Daher wird in der Wissenschaft die Nettolücke verwendet. Diese ergibt sich aus dem Abstand der hinteren Stoßstange des vorausfahrenden Fahrzeugs und der vorderen Stoßstange des nachfolgenden Fahrzeugs.

Die Bruttoweglücke Δx ergibt sich aus der Differenz der Position des vorausfahrenden Fahrzeugs und der Position des nachfolgenden Fahrzeugs. Durch Abzug der Fahrzeuglänge des vorausfahrenden Fahrzeugs lässt sich die Nettoweglücke s_α berechnen (Abbildung 2).

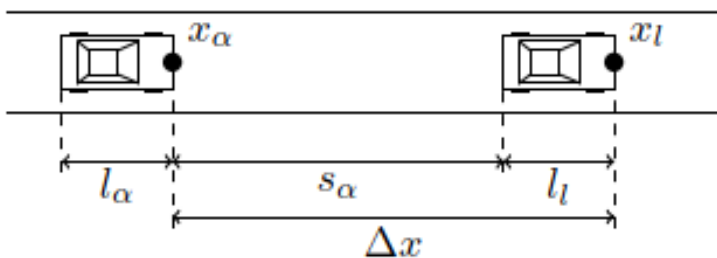


Abbildung 2: Bestimmung der Nettoweglücke s_α und der Bruttoweglücke Δx zwischen zwei Fahrzeugen (Kreisel, 2016)

Durch den Zusammenhang der Bruttoweglücke mit der Verkehrsdichte kann durch Bilden des Kehrwertes die mittlere Bruttoweglücke bestimmt werden (Sümmermann, 2012):

$$\text{mittlere Bruttoweglücke} = \frac{\text{Streckenabschnittlänge}}{\text{Anzahl der Fahrzeuge}} = \frac{1}{\text{Verkehrsdichte}} \quad [m] \quad (1)$$

Bei gleichbleibender Geschwindigkeit folgt durch eine Verringerung des Abstandes zwischen zwei Fahrzeugen eine Zunahme der Verkehrsdichte.

Die Zeitlücke ergibt sich aus dem zeitlichen Abstand, mit dem zwei aufeinander folgende Fahrzeuge einen Messquerschnitt durchfahren. Abbildung 3 stellt die Ermittlung des zeitlichen Nettoabstands (T_α) und des Bruttoabstands (Δt_α) an einem Messquerschnitt dar.

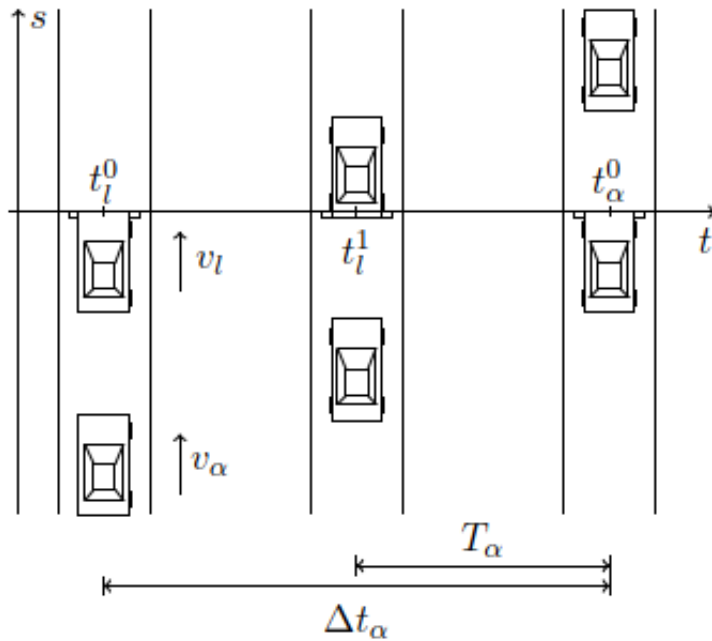


Abbildung 3: Bestimmung des zeitlichen Nettoabstands T_α und des Bruttoabstands Δt_α zwischen zwei Fahrzeugen (Kreisel, 2016)

Analog zur mittleren Bruttoweglücke lässt sich mit Hilfe des Kehrwertes der Verkehrsstärke die mittlere Bruttozeitlücke bestimmen (Sümmermann, 2012):

$$\text{mittlere Bruttozeitlücke} = \frac{\text{Anzahl der Fahrzeuge im Streckenabschnitt}}{\text{Beobachtungszeitraum}} = \frac{1}{\text{Verkehrsdichte}} \quad [\text{s}] \quad (2)$$

Hieraus resultiert, dass die angenommenen Zeitlücken mitbestimmend für die Kapazität einer Straße sind. So hat eine Verringerung des Abstands einen positiven Einfluss auf die Kapazität einer Straße. Baselau (2005) stellt hierzu fest, dass sicheres Abstandsverhalten zu wesentlich geringeren Kapazitäten der Verkehrsanlagen und einer schlechteren Bewertung der Verkehrsqualität führt.

Für die Einstufung der Sicherheitsrisiken, die von Fahrzeugfolgeabständen ausgehen, nutzen Ellinghaus & Steinbrecher (1994) eine Klassifizierung der Sicherheitslücken. Dabei gelten der Reaktions- und Bremsweg als absolut sicherer Abstand. Dieser wird in Metern angegeben und ist von der momentan gefahrenen Geschwindigkeit abhängig. Berechnet wird der absolute sichere Abstand ($d_{\text{abs.sich.}}$) mit folgender Formel:

$$d_{\text{abs.sich.}} = \left(\frac{v}{10}\right)^2 + 3 * \frac{v}{10} \quad (3)$$

Dabei ermittelt der erste Summand den Bremsweg und der zweite Summand den Reaktionsweg. Zusammen bilden Bremsweg und Reaktionsweg den Anhaltweg. Bei einer Gefahrenbremsung bleibt der Reaktionsweg konstant. Durch den höheren Bremsdruck wird der Bremsweg bei einer Gefahrenbremsung geringer, weswegen bei der Berechnung der Bremsweg halbiert wird.

$$d_{\text{Gef.brems.}} = \frac{\left(\frac{v}{10}\right)^2}{2} + 3 * \frac{v}{10} \quad (4)$$

Das Einhalten der Faustregel „halber Tacho in Metern“ ist unsicherer als der absolut sichere Abstand, weswegen Ellinghaus & Steinbrecher (1994) diesen als *relativ sicheren* Abstand ($d_{\text{rel.sich.}}$) bezeichnen.

$$d_{\text{rel.sich.}} = \frac{v}{2} \quad (5)$$

Das Einhalten des relativ sicheren Abstandes entspricht einer Zeitlücke von 1,8 Sekunden. Hieraus lässt sich die „Zwei-Sekunden-Regel“ ableiten, die besagt, dass möglichst ein Abstand von zwei Sekunden zum vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten werden soll. Da die Abstände meist geringer sind als $d_{rel.sich.}$, definieren Ellinghaus & Steinbrecher (1994) den kritischen Abstand ($d_{krit.}$) als ein Viertel des Tachowertes in Metern, was einer Zeitlücke von 0,9 Sekunden entspricht.

$$d_{krit.} = \frac{v}{4} \quad (6)$$

Einen Vergleich dieser Werte in Abhängigkeit der Geschwindigkeit stellt Tabelle 2 dar. Es zeigt sich, dass bei zunehmender Geschwindigkeit die Differenz zwischen dem Anhalteweg bei einer Gefahrenbremsung ($d_{Gef.brems.}$) und dem relativ sicheren Abstand ($d_{rel.sich.}$), welcher der Faustregel „halber Tacho in Metern“ entspricht, immer größer wird. Der relativ sichere Abstand steigt linear an, während der Anhalteweg exponentiell zunimmt. Bei einem plötzlichen Stillstand des vorausfahrenden Fahrzeugs wäre demnach bei einer Geschwindigkeit über 50 km/h der relativ sichere Abstand nicht ausreichend, um rechtzeitig zum Stehen zu kommen.

Tabelle 2: Vergleich der Abstände in Abhängigkeit Geschwindigkeit

Geschwindigkeit [km/h]	$d_{abs.sich.}$ [m]	$d_{Gef.brems.}$ [m]	$d_{rel.sich.}$ [m]	$d_{krit.}$ [m]
50	40,0	27,5	25,0	12,5
80	88,0	56,0	40,0	20,0
100	130,0	80,0	50,0	25,0
120	180,0	108,0	60,0	30,0
130	208,0	123,5	65,0	32,5
140	238,0	140,0	70,0	35,0
150	270,0	157,5	75,0	37,5
160	304,0	176,0	80,0	40,0

2.3 Messmethoden zum Abstandsverhalten

Das Abstandsverhalten von Fahrzeugen auf BAB wird in der Regel mittels Videoabstandsmessanlagen (VAMA) bzw. Video-Brücken-Abstandsmessungen (ViBrAM) untersucht. Dabei handelt es sich um ein stationäres Verfahren, mit dem die Weglücke zwischen verschiedenen Fahrzeugen gemessen wird. Dafür werden zwei Kameras auf einer Brücke oberhalb der Straße installiert. Mit einer Kamera wird der Nahbereich, mit einer weiteren der Fernbereich aufgenommen. Dabei werden die Kameras meist so ausgerichtet, dass der Bereich zwischen ca. 40 m und ca. 700 m vor der Kameraposition abgedeckt ist (Burmam et al., 2020). Die Abstände und Geschwindigkeiten können im Fern- und Nahbereich anhand von Straßenmarkierungen berechnet werden. Die Auswertungen der Videomessungen können anschließend durch eigene Sichtung oder mithilfe einer Software vorgenommen werden. Bei Fehlverhalten eines Kfz-Führenden werden Standbilder gemacht, die in Kombination mit dem entstandenen Videomaterial als Beweisstücke dienen (Abbildung 4).



Abbildung 4: Kamerabild mit Abstandsmarkierungen (POLIZEIKÖLN)

Ein neuerer Ansatz um Abstände in Form der Weglücke zu messen ist die Abstandsmessung mittels Drohnenaufnahmen. Seit 2019 setzt die Polizei Brandenburg Drohnen für Abstandsmessungen von Lkw auf BAB ein (Winkler, 2019). Die angewandte Methode ist dabei ähnlich zu den Brückenabstandsmessungen. Dafür verwendet die Polizei eine Drohne, die in einer Höhe von 70 Metern an konstanter Position steht. Für gewöhnlich dürfen Drohnen aus Sicherheitsgründen nicht direkt über der Autobahn fliegen und müssen einen gesetzlichen Mindestabstand von 100 Metern von der Fahrbahn halten. Von dieser Regelung ist die Polizei nach §21k LuftVO befreit. Aus Sicherheitsgründen wird die Drohne dennoch 20 Meter neben der Fahrbahn positioniert. Die eingesetzte Drohne wird zunächst so ausgerichtet, dass die Kamera einen möglichst großen Bereich der Autobahn aufnehmen kann (Abbildung 5). Deutet sich auf dem übertragenen Bild ein Fehlverhalten an, wird die Videoaufnahme gestartet und den entsprechenden Fahrzeugen mit der schwenkbaren Kamera gefolgt. Auf Höhe der Drohne sind auf dem Seitenstreifen Abstandsmarkierungen aufgebracht. Anhand dieser wird festgestellt, ob eine Unterschreitung des Mindestabstandes vorliegt (Abbildung 6). Liegt diese vor wird die Aufnahme gespeichert und dient als Beweisstück. Damit die Messungen später als Beweisstück vor Gericht Bestand haben, werden die Abstände der Markierungen mit einem geeichten Abstandsmesser bestätigt.



Abbildung 5: Verdacht eines Abstandsverstößes (Polizei Brandenburg, 2021)

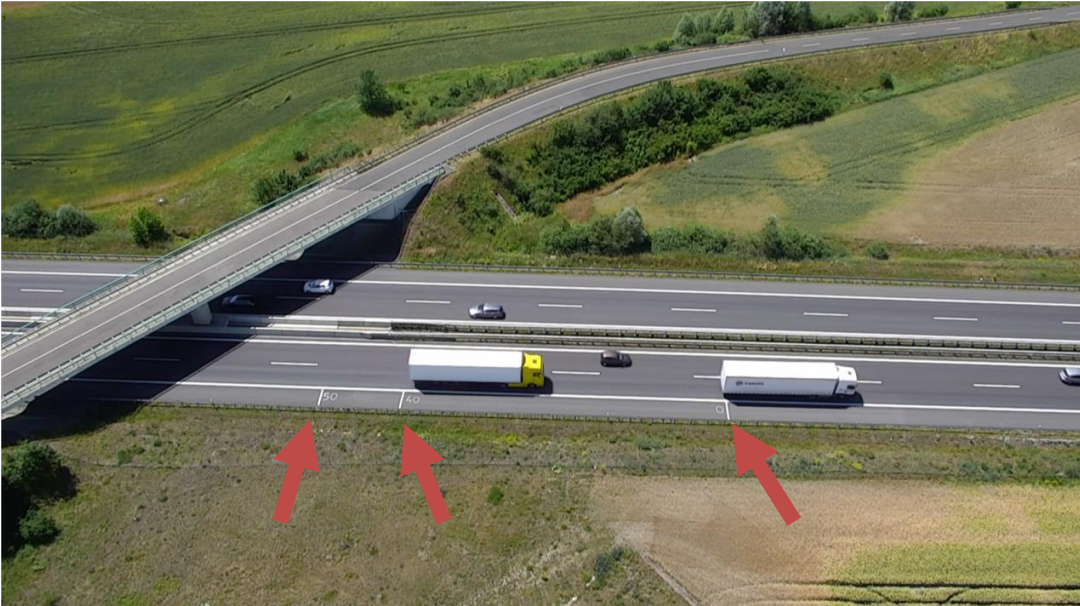


Abbildung 6: Markierungen auf dem Seitenstreifen und Unterschreiten des Mindestabstands (Polizei Brandenburg, 2021)

Neben der Weglücke besteht die Möglichkeit die Zeitlücke zwischen Fahrzeugen zu ermitteln. Hierfür können Induktionsschleifen verwendet werden. Über Induktionsschleifen lassen sich Informationen über Geschwindigkeit und Länge von Fahrzeugen erheben. Dies erfolgt über Spannungsänderungen und den Schleifen, die durch metallische Komponenten der Fahrzeuge hervorgerufen werden (Lohmiller, 2014). Brutto- und Nettozeitlücken lassen sich dann, wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, berechnen.

2.4 Untersuchungen zum Abstandsverhalten

Filzek (2002) untersuchte in seiner Dissertation das Abstandsverhalten auf Autobahnen, wobei er das Fahrverhalten mit und ohne die Verwendung eines Adaptive Cruise Control (ACC) zur automatischen Einhaltung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug miteinander verglich. In den Versuchen ohne das ACC wurde von den Probanden eine Zeitlücke von zwei Sekunden bei Folgefahrten in ca. 95 % der Fälle nicht eingehalten. Weiterhin zeigt Filzek (2002), dass in 41 % der Folgefahrten der kritische Abstand von 0,9 Sekunden unterschritten wird, obwohl dies mit einem Bußgeld und Punkten im Fahreignungsregister verbunden ist.

Aus den Untersuchungen von Schlag & Richter (2000), bei denen unter anderem das Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten bei unterschiedlichen Sichtbedingungen gemessen wurde, lässt sich ableiten, dass bei Sichtweiten über 400 Metern 14 % der Fahrzeuge weniger als 1,8 Sekunden Abstand zum vorderen Fahrzeug halten. Bei Betrachtung der beeinflussten Fahrzeuge, die sich im Abstand von maximal zehn Sekunden folgen, ergibt sich ein Anteil von etwa 20 %, die den Abstand von 1,8 Sekunden unterschreiten. Die Messungen fanden auf der A 13 zwischen Berlin und Dresden bei ausschließlich geringen Verkehrsstärken statt, sodass eine relativ freie Geschwindigkeits- und Abstandswahl möglich war.

Geistfeldt (2007) beobachtete bei Messungen auf der vierstreifigen Richtungsfahrbahn auf der A 5 zwischen Darmstadt und Frankfurt, dass 60 % der Pkw eine Bruttozeitlücke von unter zwei Sekunden zum vorausfahrenden Fahrzeug unterschreiten. Auf dem linken Fahrstreifen lag die Bruttozeitlücke in 40 % der Fälle sogar unter einer Sekunde. Die Messungen wurden Werktags an einem Vormittag durchgeführt, wobei Verkehrsstärken bis zu 7.800 Kfz/h erreicht wurden.

In einer über 25 Jahre angelegten Langzeitstudie ermittelten Dietrich et al. (1998) charakteristische Werte zum Abstandsverhalten auf Autobahnen in der Schweiz. Zwischen den Jahren 1972 und 1997 protokollierten sie die Häufigkeit von Zeitlücken unter zwei Sekunden. Außerdem protokollierten sie $\Delta T15\%$ -Werte, die die Zeitlücke wiedergeben, die von 15 % der Fahrer eingehalten oder unterschritten wurde (Tabelle 3).

Tabelle 3: Entwicklung der kleinen Zeitlücken $\Delta T15\%$ und der Anteile kleiner Zeitlücken $T < 2\text{ s}$ (Dietrich et al., 1998)

Zeitlücken				
Jahr	linker Fahrstreifen		rechter Fahrstreifen	
	$\Delta T15\%$ in [s]	$T < 2\text{s}$ in [%]	$\Delta T15\%$ in [s]	$T < 2\text{s}$ in [%]
1972	2,6	12,4	2,6	9,5
1973	1,9	19,2	2,6	9,9
1974	1,9	17,7	2,5	11,2
1976	1,3	26,3	2,4	11,4
1977	1,3	25,9	2,3	11,9
1980	1,4	27,4	2,2	12,2
1981	1,3	31,2	1,8	20,2
1982	1,4	24,0	2,2	12,8
1984	(2,0)	(15,1)	(2,3)	(9,3)
1985	(2,0)	(16,2)	(2,1)	(9,6)
1986	(1,8)	(15,3)	(2,0)	(9,2)
1987	(2,0)	(13,2)	(2,0)	(9,9)
1989	(1,9)	(12,0)	(1,9)	(10,8)
1990	1,4	24,1	1,8	15,9
1991	1,4	25,6	2,0	15,3
1992	1,2	31,0	1,9	16,2
1993	1,1	30,0	,8	18,4
1994	1,5	25,4	2,0	15,6
1995	1,1	39,8	1,5	20,9
1996	1,3	28,8	1,9	17,1
Ø	1,6	23,0	2,1	13,4

() Messungen ersatzweise mit Radar

Der Anteil der Fahrer, welche die zwei Sekunden unterschritten, schwankt im Untersuchungszeitraum auf beiden Fahrstreifen, insgesamt nimmt der Anteil zwischen dem Beginn 1972 und dem Ende 1996 zu. Des Weiteren sinkt auch auf beiden Fahrstreifen der $\Delta T15\%$ -Wert. Beim Vergleich des Abstandsverhaltens zwischen dem linken und dem rechten Fahrstreifen lässt sich feststellen, dass die Zeitlücken auf dem linken Fahrstreifen geringer sind als auf dem rechten Fahrstreifen. Geistefeldt (2007) führt eine solche Auffälligkeit auf eine unterdurchschnittliche Verkehrsstärke auf dem von LKW befahrenen Fahrstreifen zurück.

Brackstone & McDonald (2007) betrachteten Studien, die in Großbritannien zum Abstandsverhalten durchgeführt worden sind. Sie weisen darauf hin, dass der Folgeabstand eines Fahrzeuges auf ein vorausfahrendes Fahrzeug sehr variabel und situationsabhängig ist, weswegen ein Vergleich unterschiedlicher Situationen schwierig ist. Bei den Messungen von Brackstone et al. (2002) mit einem Messfahrzeug, welches vorne und hinten mit Sensoren zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung ausgestattet ist, wurde der Abstand von zwei Sekunden in 95,8 % der untersuchten Fahrzeugfolgebeziehungen unterschritten, in 47,9 % wurde der Abstand von einer Sekunde unterschritten.

Lkw weisen, insbesondere auf Autobahnen, grundsätzlich ein anderes Fahrverhalten auf als Personenkraftwagen. Das Kuratorium für Verkehrssicherheit hat im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte Wien genauere

Untersuchungen zu diesem Thema durchgeführt, welche 2000 im Bericht „Lkw-Geschwindigkeiten und Lkw-Abstandsverhalten auf Autobahnen“ veröffentlicht wurden (Robatsch, 2000).

Die Auswertung der gemessenen Lkw-Geschwindigkeiten zeigt deutlich, dass sich im Jahr 2000 nur wenige Lkw-Fahrer an die zulässige Höchstgeschwindigkeit gehalten haben. Bis auf wenige Ausnahmen wurden Anteile von mehr als 85 % ermittelt, welche die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h überschreiten. Robatsch (2000) stellt dabei einen Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke und gefahrener Geschwindigkeit fest. Bei geringerer Verkehrsstärke werden höhere Geschwindigkeiten gefahren und umgekehrt.

Bei der Betrachtung des Abstandsverhaltens zeigen sich Unterschiede zwischen dem rechten und dem linken Fahrstreifen. Im rechten Fahrstreifen wird der empfohlene Sicherheitsabstand von zwei Sekunden von etwa 30 % der Lkw nicht eingehalten, wohingegen der Wert im linken Fahrstreifen von etwa 50 % der Lkw nicht eingehalten wird. Bezüglich der Tageszeit gibt es beim Abstandsverhalten keine Auffälligkeiten. Mit Ausnahme geringer Schwankungen ist das Abstandsverhalten im Tagesverlauf konstant. (Robatsch, 2000)

Eine interessante Erkenntnis von Robatsch (2000) ist es, dass in Bereichen mit einem Überholverbot für Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 7,5 Tonnen weniger Lkw registriert wurden, die den Sicherheitsabstand von einer bzw. zwei Sekunden unterschreiten. Ein solches Überholverbot kann laut den Autoren demnach zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit beitragen, da die gehaltenen Abstände konstant und etwas größer sind, und besonders geringe Abstände, wie sie meist in Verbindung mit Fahrstreifenwechseln auftreten, vermieden würden.

2.5 Einflüsse auf das Abstandsverhalten

Das Abstandsverhalten ist von mehreren Faktoren abhängig. Nach Schulz & Fröming (2008) ist das Abstandsverhalten abhängig vom Fahrer (Alter, Geschlecht, eigene Risikoeinschätzung), dem Fahrverhalten (Geschwindigkeit, Bremsverhalten, gewählte Zeitlücke) und weiteren Umfeldbedingungen. Zu diesen weiteren Einflüssen gehören die Sichtverhältnisse, die Verkehrsdichte und Einflüsse wie die Fahrbahnbeschaffenheit, die vorliegende Geschwindigkeitsbegrenzung und die Anzahl der Fahrstreifen (Shrestha & Chang, 2005).

Wille (2009) unterscheidet zwischen situativen und persönlichkeitsbezogenen Faktoren des Fahrers, die Einfluss auf die gefahrene Zeitlücke haben. Situative Faktoren beschreiben den physischen und psychischen Zustand eines Fahrers (z.B. Müdigkeit, Aufmerksamkeit) und sind daher über die Zeit variabel. Die persönlichkeitsbezogenen Faktoren sind hingegen konstant.

Zu den persönlichkeitsbezogenen Aspekten zählt das individuelle Sicherheitsbedürfnis eines Autofahrers. Laut Wille (2009) halten Fahrer mit einem hohen Sicherheitsbedürfnis größere Abstände ein und achten auf größere Lücken für den Fahrstreifenwechsel. Das Sicherheitsbedürfnis steht dabei im Zielkonflikt mit dem Wunsch nach Komfort, sodass nach dem Einscheren eines vorausfahrenden Fahrzeugs geringere Abstände in Kauf genommen werden, um komfortabel verzögern zu können (Filzek, 2002).

Auch Brackstone et al. (2009) kommen zu dem Ergebnis, dass Fahrer im Allgemeinen unbeständig in ihrer Abstandswahl sind. Geringfügige Änderungen des persönlichen Befindens des Fahrers, zum Beispiel bezüglich der Motivation, der Aggressivität oder der Wachsamkeit, können sich auf die Abstandswahl auswirken. Dies wurde daran erkannt, dass in relevanter Häufigkeit individuelle und zeitlich begrenzte Unterschiede der gehaltenen Abstände festgestellt wurden.

Einen weiteren Einfluss auf das Abstandsverhalten haben die vorherrschenden Sichtbedingungen. Schlag & Richter (2000) erkennen deutliche Zusammenhänge zwischen gefahrenen Abständen und den vorhandenen

Sichtverhältnissen. Die Sichtweite beeinflusst demnach signifikant die Wahl des räumlichen Abstands und der Geschwindigkeit. Bei geringerer Sichtweite verringert sich der räumliche Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Gleichzeitig werden aber auch geringere Geschwindigkeiten gefahren. Dennoch sind die mittleren Zeitlücken bei Nebel geringer als bei klarer Sicht. Die Ursache für das Verkleinern der Lücke sehen Schlag & Richter (2000) in dem Versuch die eingeschränkte Orientierungsmöglichkeit durch das Anhängen an das vorausfahrende Fahrzeug zu kompensieren. Dies erhöhe zwar subjektiv die Sicherheit, entspricht aber einem objektiv gefährlichen Verhalten.

Die Tageszeit wirkt sich entgegengesetzt zu den Beobachtungen bei Nebel aus. Nach Lorkowski (2009) wird die Zeitlücke bei gleichbleibender Verkehrsstärke nachts größer. Dies sei auf größere Sicherheitsabstände zurückzuführen, die durch erschwerte Abschätzung des Abstandes bei Dunkelheit zustande komme.

Die gefahrene Geschwindigkeit hat ebenfalls einen Einfluss auf den Abstand. Mit steigender Geschwindigkeit nimmt insbesondere der räumliche Abstand zu. Bei Einhaltung des halben Tachoabstandes steigt die Weglücke mit der Geschwindigkeit linear an. Die Zeitlücke bleibt dabei konstant (1,8 Sekunden). In den Untersuchungen von Dou et al. (2016) zeigt sich, dass die Weglücke mit der Geschwindigkeit zwar ansteigt, die Zeitlücke jedoch kleiner wird.

Geistefeldt (2007) konnte in seiner Arbeit einen linearen Zusammenhang zwischen dem Anteil riskanter Abstände und der Verkehrsstärke feststellen. Als riskanten Abstand definiert Geistefeldt (2007) eine Zeitlücke von weniger als einer Sekunde. Mit zunehmender Verkehrsstärke steigt der Anteil der riskanten Abstände (siehe Abbildung 7). Bei hohen Verkehrsstärken liegt der Anteil riskanter Abstände zum Teil bei über 40 %.

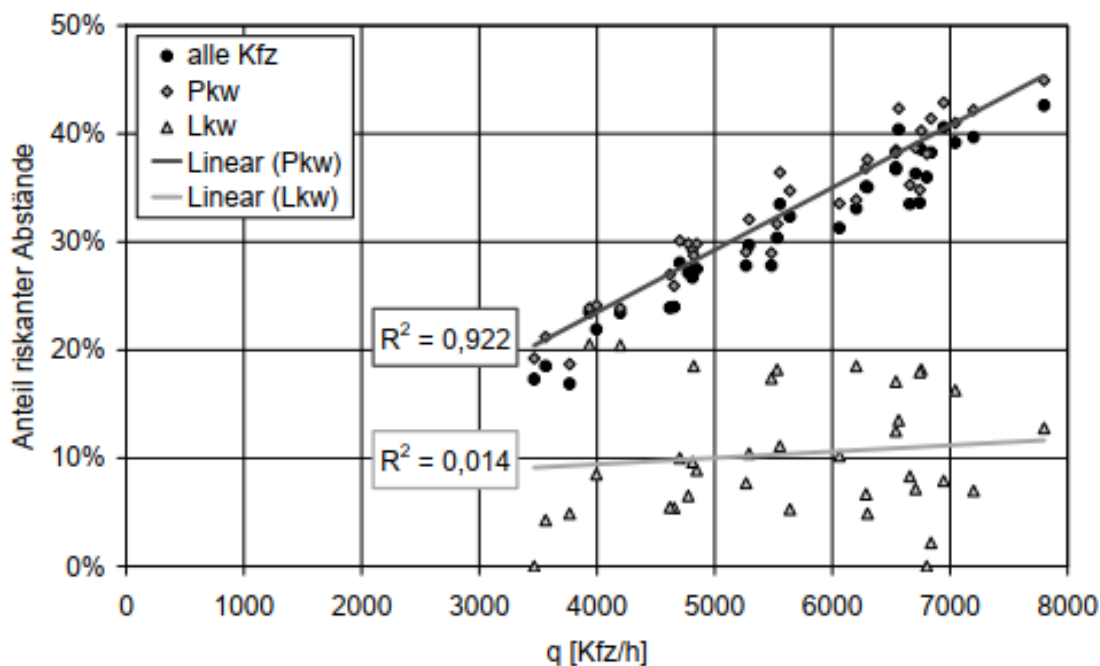


Abbildung 7: Anteil riskanter Abstände ($t_{RM} < 1$ Sekunde) in Abhängigkeit der Verkehrsstärke (5-Minuten-Intervalle) (Geistefeldt, 2007)

Einen ähnlichen Zusammenhang konnten Bakaba et al. (2012) an Baustellen feststellen. Mit zunehmender Verkehrsstärke steigt der Anteil derer, die den Sicherheitsabstand von 1,8 Sekunden unterschreiten. Bei einer Verkehrsstärke von über 1.000 Kfz/h wird der Sicherheitsabstand von bis zu 40 % der Fahrer nicht eingehalten. Hieraus lässt sich ableiten, dass das Risiko von Unfällen mit der Ursache „Ungenügender Sicherheitsabstand“ gerade auf hochbelasteten Autobahnen zu Zeiten mit hohen Verkehrsstärken größer einzuschätzen ist.

Brackstone et al. (2009) konnten einen Einfluss des vorausfahrenden Fahrzeugs feststellen. Sie erkannten, dass die Fahrer zu Lkw oder auch größeren Transportern einen geringeren Abstand einhalten.

Einen weiteren Einfluss auf das Abstandsverhalten haben Fahrstreifenwechsel. Durch einen Fahrstreifenwechsel ändern sich die vorhandenen Abstände zu den umliegenden Fahrzeugen. Hat der Fahrer für ein Überholmanöver die Absicht den Fahrstreifen zu wechseln, so verkürzt er seinen Abstand zum vorderen Fahrzeug. Der Fahrer möchte einen Geschwindigkeitsverlust vermeiden bzw. seine Geschwindigkeit erhöhen. Fahrstreifenwechsel werden nach Kreisel (2016) in freiwillige und notwendige Fahrstreifenwechsel unterschieden. Ein Fahrstreifenwechsel ist dann freiwillig, wenn der Fahrer dies aus eigenem Antrieb und ohne Zwang tut. Ein weiterer Grund für einen Fahrstreifenwechsel kann ein notwendiger Wechsel durch eine Fahrstreifenreduktion oder das Auf- und Abfahren an einer Anschlussstelle sein.

Schert ein Fahrzeug in eine zu kleine Lücke ein, so wird dies in der englischsprachigen Literatur oft als „cut-in“ bezeichnet (Dou et al., 2016). Hierdurch muss der Hinterherfahrende seine Geschwindigkeit reduzieren, um den Sicherheitsabstand wiederherzustellen.

Abhängig von der Fahrzeugart kann es Unterschiede beim Fahrstreifenwechselverhalten geben. Fank et al. (2019) kommen in ihrer Analyse von LKW-Überholmanövern zu dem Schluss, dass die Abstände vor einem Fahrstreifenwechsel nur geringfügig verkürzt werden, der Abstand zum vorfahrenden Fahrzeug also vor dem Ausscheren nahezu konstant gehalten wird. Gegenteilig ist das Verhalten jedoch beim Einscheren der Lkw nach dem Überholvorgang. Hier ergibt sich nach Fank et al. (2019) ein mittlerer Einschereabstand von 14 Metern. Es werden also nach einem Überholmanöver Abstände von deutlich weniger als 50 Metern akzeptiert.

Wenn mehrere Fahrzeuge durch die Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeuges beeinflusst werden, handelt es sich um einen Fahrzeugpulk. Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2020) definiert einen Pulk als „Fahrzeuge einer Fahrzeugreihe, von denen jedes außer dem ersten in seinem Geschwindigkeitsverhalten durch ein vorausfahrendes Fahrzeug beeinflusst wird.“ Pulk entstehen, wenn schnellere Fahrzeuge die vorausfahrenden Fahrzeuge nicht sofort überholen können und daher ihre Geschwindigkeit an das vorausfahrende Fahrzeug anpassen müssen. Das Anwachsen eines Pulkes ist unter anderem abhängig von der Anzahl der Fahrstreifen und der vorliegenden Verkehrsstärke (Baselau, 2005).

Lindenmann et al. (2000) sieht die Einflüsse des Abstandverhaltens auf Unfälle besonders im Bereich der kleinen Zeitlücken und dem Risiko der Pulkbildung. Die Pulkbildung birgt ein besonders großes Risiko für Auffahrunfälle, weil durch dichtes Auffahren mehrerer Fahrzeuge Folgeunfälle begünstigt werden. Diese Annahme deckt sich mit der Erkenntnis, dass die Zahl Auffahrunfälle in Ballungsräumen mit hohen Verkehrsstärken prozentual zunimmt.

2.6 Untersuchungen zum Unfallgeschehen auf Autobahnen

Ellinghaus & Steinbrecher (1994) untersuchten die Entwicklung des Autobahnnetzes, der Fahrleistung und des Unfallgeschehens auf deutschen Autobahnen ab 1970. Weiterhin untersuchten sie die Struktur des Unfallgeschehens 1992. Ellinghaus & Steinbrecher (1994) stellten dabei fest, dass die Autobahnen im Vergleich zu anderen Straßentypen den sichersten Verkehrsweg darstellen, da sie die geringste Anzahl Unfälle bezogen auf die Fahrleistung aufweisen.

Die höchsten Unfallzahlen 1992 lagen im Juli, August und Oktober vor, mit jeweils mehr als 6000 Unfällen mit Personenschäden und schweren Sachschäden. Begründet wurde dies mit der höheren Verkehrsstärke in den Sommermonaten und dem erhöhten Urlaubsverkehr. Unter den Wochentagen war der Freitag der Tag mit der höchsten Unfallbelastung. Das geringste Unfallaufkommen lag dienstags und mittwochs vor. Das erhöhte Unfallaufkommen freitags wurde durch die besondere Motivation der Fahrer am Ende der Arbeitswoche begründet.

Diese These wird durch die am stärksten unfallbelastete Stunde der Woche gestützt, welche freitags zwischen 13 und 14 Uhr lag und somit genau in die Zeit fiel, in welche die meisten Personen zu dieser Zeit freitags Feierabend hatten. (Ellinghaus & Steinbrecher, 1994)

Innerhalb der Unfalltypen dominierten 1992 die Unfalltypen 6 (52 %) und 1 (27 %), wobei die Fahrurfälle zumeist Alleinunfälle darstellten. Die vorherrschenden Unfallarten waren die Arten 2, 8, 9 und 3. Die häufigste dieser Arten war die Unfallart 2 mit 34 %. Bezüglich der Unfallursachen trat die Ursache der nicht angepassten Geschwindigkeit mit einem Anteil von 33 % am häufigsten auf. Darauf folgte die Angabe der Ursache 49 (andere Fehler), was von den Autoren für eine Kritik an der Aussagekraft der amtlich erfassten Fehlverhaltensweisen genutzt wurde. Unzureichender Abstand wurde in 19 % der Fälle als Unfallursache angegeben. (Ellinghaus & Steinbrecher, 1994)

Kühnen et al. (1995) untersuchten für die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) die generelle Struktur der Unfälle auf Autobahnen getrennt nach alten und neuen Bundesländern. Die Untersuchungen fanden ebenfalls für das Jahr 1992, allerdings mit dem Fokus auf Unfällen mit schwerem Personenschaden. Über 45 % der Unfälle wurden dem Unfalltyp 6 zugeordnet. Die Unfallarten 2 (30,4 %), 8 (26,6 %) und 9 (14,2 %) wurden analog zu den Untersuchungen von Ellinghaus & Steinbrecher (1994) am häufigsten angegeben.

In den alten Ländern wurde 1992 in über 50 % der Fälle Geschwindigkeit als Unfallursache für Unfälle mit schwerem Personenschaden angegeben, ungenügender Sicherheitsabstand in etwa 18 % der Fälle. In den neuen Ländern lagen die Werte bei für Geschwindigkeit und Abstand bei 40,4 % und 16,7 %. (Kühnen et al., 1995)

Weiterhin untersuchten Kühnen et al. (1995) die Unfallumstände. Über 46 % der Unfälle mit schwerem Personenschaden fanden bei Dämmerung oder Dunkelheit statt, knapp 30 % bei glatter oder nasser Fahrbahn. Lediglich 3,5 % der Unfälle sind auf eine Baustelle zurückzuführen. Bei 63,5 % der Unfälle wurde keine Angabe zur Charakteristik der Unfallstelle gemacht, mit 17,5 % wurde am häufigsten Steigung/Gefälle angegeben. (Kühnen et al., 1995)

Aktuellere Untersuchungen zum Unfallgeschehen und zur Verkehrssicherheit auf deutschen Bundesautobahnen führte die UDV durch (Bakaba, 2021). Darin wurde das Unfallgeschehen über den Zeitraum von 2011 bis 2016 untersucht. Im Vergleich zu 1992 hat der Anteil der Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) zugenommen und liegt nun bei 61,3 %. Der Anteil der Fahrurfälle (Unfalltyp 1) liegt bei 26,1 %. Bei Unfällen im Längsverkehr mit Getöteten liegt der Anteil des Güterverkehrs bei über 40 %. Auch der Anteil der Unfallart 2 am Unfallgeschehen hat im Vergleich zu 1992 mit einem Wert von 45,2 % zugenommen. Der Anteil der Abkommensunfälle (Unfallarten 8 und 9) hat hingegen etwas abgenommen.

Die mit Abstand am häufigsten genannten Unfallursachen sind die nicht angepasste Geschwindigkeit (35 %) und der ungenügende Sicherheitsabstand (34 %). Analog den Untersuchungen von Kühnen et al. (1995) konnte nachgewiesen werden, dass die Unfallfolgen bei Dunkelheit schwerer sind. Die meisten Unfälle mit Personenschaden geschehen freitags, was sich mit den Untersuchungen von Ellinghaus & Steinbrecher (1994) deckt. (Bakaba, 2021)

2.7 Ablenkungen der Verkehrsteilnehmer

In dem Unfallursachenverzeichnis des statistischen Bundesamtes gibt es erst seit 2021 eine Unfallursache, die auf fahrfremde Tätigkeiten, wie Ablenkung durch den Mitfahrer oder die Nutzung elektronischer Geräte hindeutet. Seitdem gibt es für Ablenkung die Unfallursachen 05 und 06. Vorher musste bei fahrfremden Tätigkeiten als Unfallursache die Unfallursache 49 (Andere Fehler beim Fahrzeugführer) angegeben werden. Grundsätzlich ist Ablenkung bei der Unfallaufnahme durch die Polizei auch nur schwer nachzuweisen.

Aufgrund dieser Tatsache haben Kreuzlein et al. (2020) im Auftrag der BASt eine Untersuchung zu häufigen Ablenkungen beim Autofahren durchgeführt. Im ersten Teil wurden die Teilnehmer nach ihren Nebentätigkeiten in den letzten 30 Fahrminuten befragt. Im zweiten Teil wurden die Teilnehmer beobachtet und anschließend befragt, sodass geprüft werden konnte, inwieweit die Teilnehmer die Nebentätigkeit wahrnehmen.

Die häufigste fahrfremde Tätigkeit, welche von 85 % der Befragten angegeben wurde, ist die Interaktion mit Mitfahrern. Weiterhin gaben 55 % der Befragten an, im entsprechenden Zeitraum fahrzeug-zugehörige Geräte wie die Klimaanlage, Spiegel oder die Einstellung der Sitzposition bedient zu haben. Diese fahrfremde Tätigkeit wird von Männern signifikant häufiger durchgeführt. Zudem sinkt die Nutzung der fahrzeugzugehörigen Geräte mit steigendem Alter der Befragten. (Kreuzlein et al., 2020)

Ablenkungen von außen können ebenso auftreten. Etwa 20 % der Befragten gaben dies an. Dazu können zum Beispiel Tätigkeiten anderer Verkehrsteilnehmer, Werbungen oder der Streckenverlauf allgemein zählen. (Kreuzlein et al., 2020)

Bezüglich der Nutzung des Mobiltelefons wurde in der Untersuchung zwischen der Nutzung zum Telefonieren und der Nutzung zum Verfassen und Lesen von Textnachrichten unterschieden. 12 % der Befragten gaben an mit Freisprecheinrichtung telefoniert zu haben. Bezüglich der Nutzung des Mobiltelefons zum Lesen oder Verfassen von Textnachrichten gaben 12 % der Befragten an, Textnachrichten gelesen zu haben und 6 % gaben an, selbst Textnachrichten verfasst zu haben.

Um weitere Aussagen zur Smartphonennutzung von Pkw-Fahrern zu gewinnen, wurden Kathmann et al. (2020) von der BASt beauftragt, die Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer zu erheben. Bei einer Stichprobenuntersuchung auf Autobahnen wurde festgestellt, dass 4,2 % der Fahrer ihr Smartphone nutzen, davon 2,7 % indem sie tippen und 1,4 % zum Telefonieren. Zusätzlich wird festgestellt, dass die Anwesenheit von Beifahrern sich positiv auswirkt und die Smartphonennutzung minimiert. Zudem wird innerorts häufiger eine Nutzung des Smartphones registriert (Kathmann et al., 2020).

Die Untersuchungen zeigen, dass es vielfältige Tätigkeiten gibt, die vom Fahrvorgang ablenken und sich dies nicht nur auf die Nutzung des Mobiltelefons beschränkt. In den Unfallstatistiken des statistischen Bundesamtes werden fahrfremde Tätigkeiten, wie Ablenkung, erst seit 2021 erfasst.

2.8 Technische Hilfsmittel zur Reduzierung von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand

Fahrerassistenzsysteme stellen technische Hilfsmittel dar, welche den Fahrer bei seiner Fahraufgabe unterstützen. Nach Ersoy & Gies (2017) können Fahrerassistenzsysteme in vier Hauptgruppen eingeteilt werden. Diese Hauptgruppen richten sich danach, ob die Assistenzsysteme den Fahrer informieren, warnen, unterstützen oder ersetzen. In ihrer Gesamtheit sollen die Fahrerassistenzsysteme vor allem die Sicherheit der Fahrer erhöhen und Unfälle vermeiden oder zumindest die Unfallschwere reduzieren.

Fahrerinformationssysteme sind die grundlegendste Form der Assistenzsysteme. Dazu zählen alle Informationen, die dem Fahrer in den verschiedenen Fahrzeugdisplays zur Verfügung gestellt werden, also beispielsweise automatisch erkannte Verkehrszeichen, die Navigation, aber auch die Motordrehzahl oder die Tankanzeige. Informationssysteme stellen ausschließlich Informationen für den Fahrer zur Verfügung, ohne Handlungsempfehlungen oder Warnhinweise. (Ersoy & Gies, 2017)

Systeme, die die Fahrer warnen, unterstützen vor allem bei Unaufmerksamkeiten des Fahrers. Dabei werden nicht nur bestimmte Informationen bereitgestellt, sondern auch direkte Warnsignale gesendet. Ein Beispiel hierbei ist der

Parkassistent, welcher über akustische Signale zunehmender Intensität während des Parkvorganges auf näherkommende Hindernisse aufmerksam macht. (Ersoy & Gies, 2017)

Assistenzsysteme, die den Fahrer unterstützen, werden als aktive Fahrerassistenzsysteme bezeichnet. Sie basieren auf den Informations- und Warnsystemen, greifen zusätzlich dazu aber auch aktiv in die Fahrzeugführung ein, um beispielsweise Kollisionen zu vermeiden. Ein Beispiel für ein solches System ist der Bremsassistent. (Ersoy & Gies, 2017)

Systeme, die den Fahrer ersetzen, finden im Bereich des autonomen Fahrens Anwendung und sind daher für die momentane verkehrliche Situation auf den Autobahnen von geringerer Relevanz. Allerdings wird das autonome Fahren von vielen Herstellern angestrebt und untersucht, sodass der Einfluss dieser Assistenzsysteme in Zukunft steigen könnte.

Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC-Systeme)

Das Fahrerassistenzsystem der adaptiven Geschwindigkeitsregelung ist eine Weiterentwicklung der Geschwindigkeitsregelung, auch Tempomat genannt, und dient der Geschwindigkeitskontrolle sowie -regelung unter Berücksichtigung vorausfahrender Fahrzeuge. Dadurch passt das System die Geschwindigkeit an die Geschwindigkeit vorausfahrender Fahrzeuge an und hält gleichzeitig einen konstanten Abstand zu diesem Fahrzeug in Abhängigkeit zur gefahrenen Geschwindigkeit. Weisen die ACC-Systeme zusätzlich eine Stop-and-Go-Funktion auf, sind sie zudem auch für niedrige Geschwindigkeiten geeignet und übernehmen beispielsweise Anhalte- sowie Anfahrvorgänge im Stau (Vollrath et al., 2006).

Die Systeme sorgen nicht nur für einen erhöhten Fahrkomfort, sondern bewirken auch eine erhöhte Sicherheit, da sie Untersuchungen zufolge auch dafür sorgen, dass eine geringere maximale Geschwindigkeit gefahren wird (Vollrath et al., 2010). Der Anteil der Fahrzeuge mit ACC in Deutschland steigerte sich von 2017 bis 2021 um neun Prozent auf 17 % (Gruschwitz et al., 2023). Sollten diese auf Autobahnen auch regelmäßig genutzt werden, kann sich dies positiv auf das Unfallgeschehen von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand auswirken.

Bremsassistenten

Bremsassistenten wurden in der Vergangenheit stetig weiterentwickelt. Aus dem einfachen Bremsassistenten (BAS), welcher direkt auf dem ESP-Funktionsumfang aufbaut, wurde der Bremsassistent PLUS (BAS PLUS), welcher auch als Notbremsassistent bezeichnet wird. Dieser warnt den Fahrzeugführer optisch als auch akustisch vor einem potenziellen Auffahrunfall und berechnet gleichzeitig den notwendigen Bremsdruck um die Kollision zu vermeiden. Reagiert der Fahrer in einer Gefahrensituation nicht oder nur durch zu schwaches Bremsen, wird der Bremsdruck automatisch erhöht und somit die so genannte Zielbremsung ausgelöst. Dadurch kann in einer Gefahrensituation der Bremsweg verkürzt werden. (Ersoy & Gies, 2017)

Untersuchungen der UDV zum Thema Fahrerassistenzsysteme kamen zu dem Ergebnis, dass insbesondere der Notbremsassistent ein hohes Sicherheitspotenzial hat. Für Pkw liegt das theoretische Sicherheitspotenzial bei knapp 45 % und bei Lkw bei 12 %. (Hummel et al., 2011)

Während Bremsassistenten (86 %) und ESP (90 %) in den meisten Fahrzeugen in Deutschland enthalten sind, sind 2021 lediglich zwölf Prozent der Fahrzeuge mit einem Notbremssystem über 30 km/h ausgestattet (Gruschwitz et al., 2023).

Aktive Verkehrszeichenassistentenz

Eine weitere, allerdings noch nicht so weit verbreitete Fahrerassistenz ist die aktive Verkehrszeichenassistentenz. Das System baut auf dem Verkehrszeichenerkennungssystem auf, welches in einigen Fahrzeugen installiert ist und Verkehrszeichen, welche über eine Kamera erfasst wurden, im Display anzeigt. Die aktive Verkehrszeichenassistentenz sorgt dann zusätzlich dafür, dass erkannte Geschwindigkeiten eingehalten werden und bremst bei Stoppschildern oder roten Ampeln automatisch ab. (Ersoy & Gies, 2017)

Weitere Assistenzsysteme zur Unfallreduzierung auf Autobahnen

Bremsassistenten und die adaptive Geschwindigkeitsregelung können sich vor allem positiv auf das Unfallgeschehen von Auffahrunfällen auswirken. Es existieren allerdings ebenfalls Assistenzsysteme, die bei der Querführung unterstützen und somit andere Unfallformen auf Autobahnen erheblich verringern können.

Ein solches Assistenzsystem ist der Spurwechselassistent. Zum einen warnt dieses System den Fahrer vor dem Verlassen der eigenen Fahrspur. Zusätzlich beinhaltet das System eine Totwinkelwarnung, welche heute meist zweistufig funktioniert. Wird ein Fahrzeug im toten Winkel registriert, sendet das System über eine leuchtende LED im Seitenspiegel eine Information an den Fahrer. Beabsichtigt der Fahrer einen Spurwechsel, während sich ein Fahrzeug im toten Winkel befindet, wird aus der Information eine Warnung, welche sich dann beispielsweise durch eine blinkende LED äußert. Dieses Fahrerassistenzsystem kann den Wechsel des Fahrstreifens verhindern, wenn die Gefahr eines Zusammenstoßes besteht und so für zusätzliche Sicherheit beim Fahrstreifenwechsel auf Autobahnen sorgen und Unfälle im Zusammenhang damit verhindern. Der Spurwechselassistent ist in Deutschland allerdings nur in wenigen Fahrzeugen (3 %) enthalten. Deutlich häufiger sind die Fahrzeuge mit dem Totwinkelwarner ausgestattet (20 %) (Gruschwitz et al., 2023). Das theoretische Sicherheitspotenzial des Totwinkelwarners wird von der UDV mit 1,7 % bewertet (Hummel et al., 2011).

Ein weiteres System ist der Spurhalteassistent, mit dem 2021 14 % der Fahrzeuge in Deutschland ausgestattet waren (Gruschwitz et al., 2023). Dieser führt das Fahrzeug zurück in die Fahrspur, wenn ohne eine Ankündigung des Spurwechsels durch Blinken die Gefahr besteht, dass das Fahrzeug seine Fahrspur verlässt. Die Spurführungsassistent geht darüber hinaus und führt das Fahrzeug durch eine aktive Unterstützung der Lenkung immer entlang der Spurmitte. Neuere Systeme benötigen für die Spurhaltung nicht mehr zwingend Fahrbahnmarkierungen, sondern können sich auch an Bordsteinen oder Schutzplanken orientieren. Dieses System kann ebenfalls Unfälle im Zusammenhang mit unbeabsichtigten Fahrstreifenwechseln verhindern, viel mehr wirkt es dem Abkommen von der Fahrbahn entgegen. Dadurch können möglicherweise weitere Unfallarten auf Autobahnen reduziert werden.

2.9 Zusammenfassung

Gemäß §4 (1) StVO muss der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug in der Regel so groß sein, dass dahinter angehalten werden kann, wenn es plötzlich gebremst wird. In der BKatV wird sich dabei am halben Tachowert in Metern orientiert. Dies ist insofern nicht ausreichend, da der Anhalteweg im Gegensatz zum halben Tachowert nicht linear, sondern exponentiell mit der Geschwindigkeit zunimmt. Demzufolge sollte mit zunehmender Geschwindigkeit nicht nur die Weglücke zwischen zwei Fahrzeugen zunehmen, sondern auch die Zeitlücke.

Die bisherigen Forschungen zeigen unabhängig ihrer unterschiedlichen Randbedingungen, dass die erforderlichen Mindestabstände in vielen Fällen nicht eingehalten werden. Der Anteil derer, die den Mindestabstand unterschreiten ist dabei zum Teil sehr hoch. Dabei werden häufig auch Abstände in Kauf genommen, die einen bußgeldbewehrten Tatbestand darstellen (Abstand geringer als ein Viertel des Tachowertes oder geringer als 0,9 Sekunden). Die Abstände sind auf den linken Fahrstreifen geringer als auf dem rechten Fahrstreifen (Geistefeldt (2007), Dietrich et al. (1998)).

Das Abstandsverhalten ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. Zu diesen Faktoren gehören der Fahrer, das Fahrverhalten und die Umfeldbedingungen (Schulz & Fröming, 2008). Dabei ist der physische und psychische Zustand des Fahrers grundsätzlich über die Zeit variabel (Wille, 2009), weswegen auch die individuelle Abstandswahl unbeständig ist (Brackstone et al., 2009). Die Sichtverhältnisse (Nebel, Dunkelheit) und die Verkehrsstärke sind Teile des Umfelds, die Auswirkungen auf das Abstandsverhalten haben. Bei zunehmenden Verkehrsstärken nimmt der Anteil kritischer Abstände zu (Bakaba et al. (2012), Geistefeldt (2007)). Die zunehmenden Verkehrsstärken auf deutschen Autobahnen könnte daher eine Ursache sein, warum der Anteil der Unfälle mit der Ursache Ungenügender Sicherheitsabstand in den letzten Jahren zugenommen hat.

Des Weiteren können Fahrstreifenwechsel und Pulkbildung auf Autobahnen zu geringen Abständen führen, die Einfluss auf das Unfallgeschehen haben. Lkw nehmen beispielsweise bei Überholmanövern geringe Abstände beim Einscheren in Kauf (Fank et al., 2019).

Die in Deutschland durchgeführten Unfalluntersuchungen befassten sich mit der Struktur der Unfälle und gehen dabei nicht vertieft auf das Thema ungenügender Sicherheitsabstand ein. In der Untersuchung der UDV (Bakaba, 2021) wurde festgestellt, dass der häufigste Unfalltyp Unfalltyp 6 und die häufigste Unfallart Unfallart 2 auf deutschen Autobahnen sind. Die Unfallursache ungenügender Sicherheitsabstand ist gemäß dieser Untersuchung mit 34 % die am zweithäufigsten genannte Unfallursache.

Neuere Studien setzen sich zudem mit den Ablenkungen der Verkehrsteilnehmer auseinander (Kreußlein et al. (2020), Kathmann et al. (2020)), da solche Ablenkungen in der Unfallstatistik nicht mit aufgeführt sind. Kreußlein et al. (2020) können zeigen, dass es eine Reihe von fahrfremden Tätigkeiten gibt, die von Autofahrern während der Fahrt durchgeführt werden.

Zur Reduzierung der Anzahl und der Schwere von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand können technische Hilfsmittel wie der ACC oder Notbremsassistent einen Beitrag leisten.

3 Methodik

Die dem Forschungsprojekt zugrunde liegende Methodik wird in Abbildung 8 dargestellt. In den darauffolgenden Kapiteln werden die Arbeitsschritte der Methodik ausführlicher erläutert.

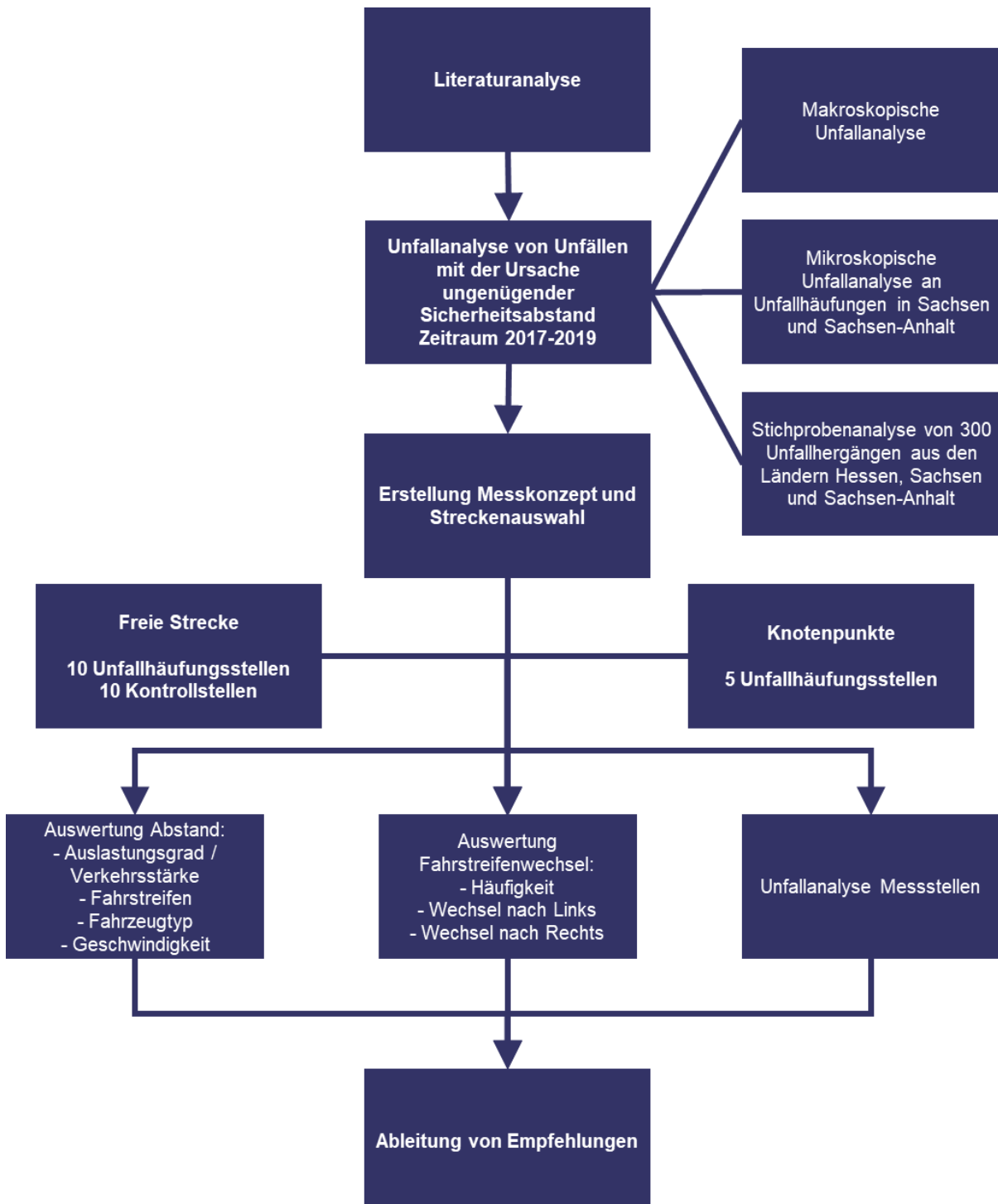


Abbildung 8: Methodik

3.1 Unfallanalyse mit ungenügendem Sicherheitsabstand

Für die Unfallanalyse wurden dem Forschungsnehmer Unfalldaten für den Dreijahreszeitraum von 2017 bis 2019 aus Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt zur Verfügung gestellt. Der Dreijahreszeitraum wurde gewählt, um für diesen Unfallhäufungsstellen (UHS) nach dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko) (FGSV, 2012) identifizieren zu können. Für die Länder Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt wurden zusätzlich die Unfallhergangstexte mit übergeben, sodass diese stichprobenhaft ausgewertet werden können.

Die Unfallanalyse gliedert sich in drei Teile. Zunächst erfolgt eine makroskopische Analyse, bei der die Unfallmerkmale für Unfälle mit Personenschaden mit und ohne die Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher gegenübergestellt werden. Weiterhin werden in Sachsen und Sachsen-Anhalt UHS mit der Unfallursache 14 identifiziert und anhand der Unfallberichte geprüft, worauf die Häufung der Unfälle zurückzuführen ist. Bei 300 stichprobenhaft ausgewählten Unfallberichten werden die Unfallhergänge ausgewertet, um zu überprüfen, ob es weitere Einflüsse gibt, die Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand begünstigen, welche sich nicht aus den Unfallmerkmalen ableiten lassen. So gibt es beispielsweise kein statistisches Unfallmerkmal, welches auf Stau schließen lässt.

3.1.1 Makroskopische Unfallanalyse

Die makroskopische Unfallanalyse hat das Ziel, Grundmuster und Auffälligkeiten für das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand (Unfallursache 14) festzustellen. Hierfür erfolgt überwiegend ein Vergleich zwischen dem Unfallgeschehen mit der Angabe der Unfallursache 14 und dem Unfallgeschehen ohne die Angabe der Unfallursache 14 beim 1. Verkehrsbeteiligten (Hauptverursacher). Der Vergleich erfolgt anhand mehrerer Merkmale für die Unfälle mit Personenschaden. Die Auswertung erfolgt für all die Bundesländer, für die Daten zur Verfügung gestellt wurden, um mögliche Unterschiede beim Unfallgeschehen zwischen den Ländern identifizieren zu können. Ergänzt wird die Auswertung der einzelnen Bundesländer durch Daten für Deutschland, welche durch eine Sonderabfrage vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt werden konnten.

Als Erstes werden die Unfalldichten und die Unfallraten für die betrachteten Bundesländer und Deutschland bestimmt. Die Unfalldichte (UD) gibt die mittlere jährliche Anzahl von Unfällen auf einem Straßenabschnitt von 1 km Länge an. Mit der Berechnung der Unfallrate (UR) wird die absolute Zahl der Unfälle mit der Länge eines Streckenabschnitts und der zugehörigen täglichen Verkehrsstärke ins Verhältnis gesetzt. Die Unfallrate beschreibt die Verkehrssicherheit auf einem Straßenabschnitt und „ist ein Maß für das (fahrleistungsbezogene) Risiko des Verkehrsteilnehmers, in einen Unfall verwickelt zu werden oder dabei zu verunglücken.“ (FGSV, 2003)

Im Folgenden wird geprüft, welches Fehlverhalten bei dem Hauptverursacher eines Unfalls angegeben wird. Bis zu drei Unfallursachen können dabei dem Hauptverursacher zugeordnet werden. Um nicht alle möglichen Fehlverhalten aufzuzählen, werden nur die für Autobahnen maßgebenden Fehlverhalten betrachtet und zum Teil zusammengefasst. Folgende Kategorisierung wird dabei vorgenommen:

- Nicht angepasste Geschwindigkeit (Unfallursachen 12, 13)
- Ungenügender Sicherheitsabstand (Unfallursache 14)
- Fehler beim Überholen (Unfallursachen 16 – 23)
- Fehler beim Fahrstreifenwechsel (Unfallursache 26)
- Andere Fehler (Unfallursache 49)

Anhand der Art der Verkehrsbeteiligung wird untersucht, wie häufig welche Fahrzeugart an Unfällen mit Personenschaden und mit schwerem Personenschaden beteiligt ist. Die Zuordnung erfolgt durch die vorliegenden

Daten zwischen Pkw, Lkw und Krad. Daraus soll ersichtlich werden, welche Formen der Verkehrsbeteiligung häufiger an Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand beteiligt sind.

Mit der Unfallkategorie wird die schwerste Folge eines Unfalls beschrieben. Die Verteilung der Unfallkategorie soll Aufschlüsse darüber geben, ob Unfälle, die auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückzuführen sind, eine höhere oder geringere Unfallschwere aufweisen als die übrigen Unfälle.

Der Unfalltyp eines Unfalls beschreibt nach den Ausführungen des M Uko (FGSV, 2012) die Konfliktsituation, durch welche es zum Unfall kommt. Die Unfallart gibt die Bewegungsrichtung der Fahrzeuge beim ersten Zusammenstoß auf der Fahrbahn an. Bei den Untersuchungen zur Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen (Bakaba, 2021) zeigte sich, dass Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) und Fahrnfälle (Unfalltyp 1) am häufigsten auftreten. Bei den Unfallarten dominierten der Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet (Unfallart 2), der Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt (Unfallart 3) und das Abkommen von der Fahrbahn nach rechts oder links (Unfallart 8 und 9). Daher wird in der Unfallanalyse auch geprüft, welchen Unfalltypen und Unfallarten Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand zugeordnet werden.

Weiterhin erfolgt eine Betrachtung der zeitlichen Verteilung der Unfälle. Es wird nach der Verteilung nach Wochentagen und Tagesstunden unterschieden. Dadurch soll festgestellt werden, ob es im wöchentlichen oder täglichen Verlauf auffällige Zeitpunkte gibt, an welchen ein deutlich höheres oder deutlich niedrigeres Unfallaufkommen mit ungenügendem Sicherheitsabstand vorliegt als während der verbleibenden Zeit. Mit den Daten der automatischen Zählstellen auf Autobahnen erfolgt für die Länder eine Überlagerung des Unfallgeschehens mit dem Verkehrsaufkommen.

Anhand der Angaben in den Unfallberichten zu den Lichtverhältnissen, zum Straßenzustand und zur Streckencharakteristik wird geprüft, ob es bestimmte Bedingungen von außen gibt, die Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand begünstigen.

3.1.2 Mikroskopische Unfallanalyse an Unfallhäufungsstellen

Für die mikroskopische Unfallanalyse werden UHS identifiziert. Dies erfolgt grundsätzlich gemäß der Definition des M Uko (FGSV, 2012) für eine UHS auf Autobahnen. Die Festlegung der UHS erfolgt prinzipiell anhand der 3-JK_{U(P)}. Die Grenzwerte werden für jede Fahrtrichtung getrennt betrachtet. Es werden Unfälle mit schwerem Personenschaden (U(SP)) und Unfälle mit Leichtverletzten (U(LV)) unterschiedlich gewichtet, wodurch die Unfallschwere in der Festlegung einer UHS berücksichtigt wird.

Damit nur UHS betrachtet werden, bei denen sich Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand ereignen, werden die Unfälle mit der Unfallursache 14 vorab gefiltert. Damit ergibt sich folgende abgewandelte Formel (7) für die Festlegung von UHS.

$$n_{U(SP)_U14} \times 5 + n_{U(LV)_U14} \times 2 \geq 15 \quad (7)$$

$n_{U(SP)_U14}$ Anzahl U(SP) mit der Unfallursache 14

$n_{U(LV)_U14}$ Anzahl U(LV) mit der Unfallursache 14

Für Knotenpunkte und die freie Strecke wird der Grenzwert pro Fahrtrichtung gleichermaßen über Formel (7) bestimmt. Unterschieden wird dabei nach der Ausdehnung des Bereiches, aus welchem die Unfälle in die Gleichung eingehen. Für die freie Strecke wird im M Uko (FGSV, 2012) eine Ausdehnung von maximal 1000 Metern empfohlen. Bei Knotenpunkten wird der Bereich 250 Meter vor Beginn des Ausfädelungstreifens bis 250 Meter nach Ende des

Einfädlungsstreifens betrachtet. Die 250 Meter gelten dabei jeweils ab dem Punkt, an welchem der Streifen mit der Hauptfahrbahn zusammengeführt beziehungsweise von dieser getrennt wird. Unfälle, welche sich in Knotenpunkten auf Rampen oder Verteilerfahrbahnen ereignen, werden in Formel (7) nicht mit einbezogen (FGSV, 2012).

Nach der örtlichen Feststellung der UHS werden besondere Merkmale und die zeitliche Einordnung der innerhalb der Unfallhäufung geschehenen Unfälle zusammengetragen. Zu den Merkmalen zählen Angaben zur Streckencharakteristik (z. B. Steigung, Gefälle) und Besonderheiten der Unfallstelle (z. B. Arbeitsstelle). Weiterhin werden Unfallursachen, welche die Verkehrstüchtigkeit oder den Straßenzustand betreffen (z. B. Alkoholeinfluss oder Schnee und Eis), und nachteilige Lichtverhältnisse notiert, falls diese auffällig für die Unfallhäufung sind.

Durch die zeitliche Einordnung kann festgestellt werden ob bestimmte Monate, Tage oder Uhrzeiten innerhalb der UHS dominieren. Dies zeigt, ob das Unfallgeschehen nur während bestimmter Zeiträume erhöht ist oder manche Zeiten oder Wochentage auffälliger sind was das Unfallgeschehen betrifft. Jeder UHS wird die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) der nächstgelegenen automatischen Zählstelle zugeordnet und die Anzahl der Fahrstreifen notiert. Durch die Zuordnung der Verkehrsstärke zum Unfallzeitpunkt kann geprüft werden, ob an dieser Stelle ein hoher Auslastungsgrad vorgelegen hat.

Bei der Auswertung der UHS wird als weiteres Kriterium noch das Staugeschehen zum Unfallzeitpunkt betrachtet. Dieses Merkmal ist den statistischen Unfallmerkmalen nicht zu entnehmen, sondern muss aus der Beschreibung des Unfallherganges entnommen werden. Allen Unfällen, die in der Beschreibung die Stichworte „Stauerscheinungen“, „verkehrsbedingt stehend“, „Stillstand“ oder ähnliche Stichworte, welche Stillstand auf der Fahrbahn ausdrücken, enthalten, wird die Besonderheit Stau ergänzt.

3.1.3 Stichprobenanalyse von Unfallhergängen

Eine stichprobenartige Untersuchung der Unfallhergangstexte von Unfällen mit Personenschaden und der Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher wird zusätzlich zur makroskopischen und mikroskopischen Unfallanalyse vorgenommen. Ziel ist es, festzustellen, ob es weitere Einflüsse auf das Unfallgeschehen gibt, die sich nicht aus den statistisch auswertbaren Daten ableiten lassen.

Es werden insgesamt 300 Unfallhergänge untersucht und Begriffe bzw. Sachverhalte festgehalten, welche in den Berichten erwähnt wurden und zur Unfallentstehung beigetragen haben. Die häufigsten Begriffe bzw. Sachverhalten werden in ein Verzeichnis aufgenommen, auf deren Basis die Unfallhergänge geprüft werden. Einem Unfall können mehrere Sachverhalte zugeordnet werden. Da die Unfallhergänge für die Bundesländer Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt vorliegen, werden aus jedem Land jeweils 100 Unfallberichte über den gesamten Untersuchungszeitraum von 2017 bis 2019 ausgewählt.

3.2 Messkonzept und Auswahl der Messstrecken

3.2.1 Messkonzept

Die Messungen des Abstandsverhaltens sollen von einem erhöhten Standort erfolgen, um mögliche Verdeckungen auf den Fahrstreifen zu vermeiden, die bei einer Radarmessung auftreten können. Im Gegensatz zu Abstandsmessungen von der Brücke werden die Messungen aus der Luft mit einer Drohne durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass die Abstände durch die Vogelperspektive besser eingeschätzt werden können als dies von einer Brücke aus möglich ist.

Für die Videoaufnahmen aus der Luft wird eine DJI Mavic 2 Pro genutzt (Abbildung 9). Diese hat ein Gewicht von 907 g und im entfalteten Zustand eine Größe von 322x242x84 (Länge x Breite x Höhe). Die Drohne verfügt über eine Hasselblad Kamera mit einer Auflösung von 20 Megapixeln und einer Videoauflösung von 4K. Damit sind auch in einer Höhe von 120 Metern hochauflösende und gut erkennbare Videoaufnahmen des Verkehrs möglich.



Abbildung 9: DJI Mavic 2 Pro der Professur für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Um eine Drohne ohne Genehmigung fliegen zu können, sind eine Reihe von Randbedingungen einzuhalten. Um mit einer DJI Mavic 2 Pro in sicherer Entfernung (mindestens 30 Meter) zu unbeteiligten Personen fliegen zu können, benötigt der Pilot ein EU Fernpiloten-Zeugnis. Weiterhin beträgt die maximale Flughöhe 120 Meter.

In § 21h der LuftVO sind weitere Gebiete definiert, in denen nur unter den dort genannten Voraussetzungen geflogen werden darf. Dies betrifft unter anderem folgende Bereiche:

- Über und innerhalb eines seitlichen Abstands von 1,5 Kilometern von der Begrenzung von Flugplätzen, die keine Flughäfen sind,
- über und innerhalb eines seitlichen Abstands von 1.000 Metern von der Begrenzung von Flughäfen,
- über und innerhalb eines seitlichen Abstands von 100 Metern von Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen und Bahnanlagen,
- über Naturschutzgebiete im Sinne des § 23 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- in Kontrollzonen von Flughäfen.

Für Flüge in diesen Gebieten sind zusätzliche Genehmigungen erforderlich. Zur Vermeidung zusätzlicher Genehmigungsprozesse werden die Messstrecken so ausgewählt, dass ein Drohnenflug ohne Genehmigung möglich ist.

Weiterhin ist beim Drohnenflug zu beachten, dass der Flug nur in Sichtweite (VLOS = Visual Line of Sight) erfolgen darf. Daher ist bei der Auswahl der Messstrecken sicherzustellen, dass ein sicherer Startplatz für die Drohne nahe der Autobahn vorhanden ist. Besonders geeignet sind hierfür Wirtschaftswege parallel zur Autobahn. Unter Einhaltung der Randbedingungen wird die Drohne in einem seitlichen Abstand von 100 Metern zur Autobahn und einer Höhe von 120 Metern positioniert, sodass sich in etwa die in Abbildung 10 dargestellte Perspektive ergibt. Von der dargestellten Position können beide Richtungsfahrbahnen beobachtet und getrennt ausgewertet werden. Der beobachtbare Autobahnabschnitt hat eine Länge von etwa 200 Metern.



Abbildung 10: Aufnahme der A 4 zwischen der AS Chemnitz-Ost und der AS Frankenberg

Um zu überprüfen, ob sich das Abstands- und Geschwindigkeitsverhalten im Bereich einer UHS auf der freien Strecke unterscheidet, wird parallel zur Messung an der UHS eine weitere Messung auf einer Kontrollstelle (KS) in der räumlichen Nähe (ca. 1 Kilometer) auf demselben Streckenabschnitt durchgeführt, wo keine UHS festgestellt werden konnte. Dadurch wird sichergestellt, dass die Verkehrsstärken im Messzeitraum in etwa identisch sind.

In Knotenpunkten erfolgen die Messungen insgesamt an vier Standorten. Es erfolgt eine Messung im Bereich der Ein- und Ausfädelungstreifen sowie im Bereich kurz davor bzw. danach. Abbildung 11 zeigt exemplarisch die Anordnung der Drohnen an einem Einfädelungstreifen. Die Aufnahme erfolgt gleichzeitig um mögliche Besonderheiten über einen längeren Abschnitt beobachten zu können. Es wird erwartet, dass in diesen Bereichen eine Häufung von Fahrstreifenwechseln stattfindet, die Einfluss auf das Abstandsverhalten haben. Mit der hier dargestellten Untersuchungsmethodik sollen diese registriert und ausgewertet werden können.



Abbildung 11: Aufnahme der A 2 an der AS Alleringersleben (links Einfädelungstreifen, rechts Bereich nach dem Einfädelungstreifen)

Um den Einfluss der Verkehrsstärke untersuchen zu können, werden die Messungen auf der freien Strecke zu drei unterschiedlichen Tageszeiten (Vormittag, Mittag, Nachmittag) durchgeführt. Die Aufnahmedauer beträgt dabei jeweils 60 Minuten, sodass sich eine Gesamtzeit von 180 Minuten ergibt. In Knotenpunkten wird in jedem der vier Aufnahmebereiche jeweils 60 Minuten gemessen, woraus eine Aufnahmezeit von 240 Minuten resultiert.

3.2.2 Auswahl der Messstrecken

Die Messungen sollen an insgesamt 20 Stellen auf der freien Strecke und in fünf Knotenpunkten durchgeführt werden. Die Auswahl eines geeigneten Kollektivs erfolgte auf Grundlage von UHS mit der Unfallursache 14, wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben. Weiterhin wurden die Randbedingungen für die Drohnenmessungen beachtet. Zudem wurde bei der Auswahl der UHS darauf geachtet, dass die Messungen nicht an UHS durchgeführt werden, die möglicherweise auf Arbeitsstellen zurückzuführen sind. In die Auswahl wurde zudem der DTV, der Schwerverkehrsanteil (SV-Anteil) und die Anzahl der Fahrstreifen einbezogen.

Es wurde eine Vorauswahl von 22 potenziellen Messstrecken auf der freien Strecke in den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Nordrhein-Westfalen getroffen, welche in Anhang 1 dargestellt ist. Daraus werden zehn Messstrecken ausgewählt, an denen jeweils an der UHS und einer weiteren Stelle Messungen durchgeführt werden. Die weiteren Messstrecken aus der Vorauswahl dienen als Reserve, falls es beispielsweise Baumaßnahmen im Betrachtungszeitraum gibt oder die örtlichen Bedingungen eine Durchführung der Messungen doch nicht zulassen. Beispielsweise war die Messstelle auf der A 7 zwischen Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg und Kassel-Nord ursprünglich eine Reservestrecke, wurde dann aber aufgrund von Bauarbeiten an der geplanten Strecke (A 7 zwischen Kirchheim und Hattenbacher Dreieck) als Messstelle genutzt. In Tabelle 4 sind die zehn ausgewählten Messstrecken aufgeführt, an welchen die Messungen im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführt wurden. Die Lage der ausgewählten Messstellen in Deutschland kann in Anhang 3 nachvollzogen werden.

Tabelle 4: Auswahl der Messstellen auf der freien Strecke

Bundesland	Autobahn	Abschnitt	Fahrtrichtung	Fahrstreifen
Sachsen	A 4	Chemnitz-Ost – Frankenberg	Dresden	3
Sachsen	A 4	Nossen – Wilsdruff	Dresden	3
Sachsen	A 72	Chemnitz-Süd – Stollberg-Nord	Hof	2
Sachsen-Anhalt	A 2	Eilsleben – Alleringersleben	Hannover	3
Sachsen-Anhalt	A 9	Bad Dürrenberg – Rippachtal	Berlin	3
Hessen	A 7	Guxhagen – Kassel-Süd	Hannover	3
Hessen	A 7	Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg – Kassel-Nord	Fulda	3
Hessen	A 5	Homberg(Ohm) – Alsfeld-West	Hattenbach	2
Hessen	A 5	Nordwestkreuz Frankfurt – Bad Homburger Kreuz	Hattenbach	3
Hessen	A 45	Gambacher Kreuz – Gießener Südkreuz	Dortmund	2

Für die Messungen in Knotenpunkten wurde eine Vorauswahl von sieben Knotenpunkten getroffen (Anhang 2). Bei der Auswahl wurde überprüft, welcher Ein- und Ausfahrtyp an der UHS vorliegt. In fünf Fällen ist dies der Einfahrtyp E 1, einmal der Einfahrtyp E 4 und einmal Einfahrtyp EE 1 (Doppelfahrt). Bei den Ausfahrtypen liegt sechs Mal der Ausfahrtyp A 1 und einmal der Ausfahrtyp A 3 vor. Tabelle 5 stellt die fünf ausgewählten Knotenpunkte dar, deren Lage in Deutschland kann in Anhang 3 nachvollzogen werden.

Tabelle 5: Auswahl der Messstellen in Knotenpunkten

Bundesland	Autobahn	Knotenpunkt	Fahrtrichtung	Fahrstreifen
Sachsen	A 4	AD Nossen	Dresden	3
Sachsen-Anhalt	A 2	AS Alleringersleben	Hannover	3
Hessen	A 5	AS Friedberg	Frankfurt a. M.	3
Hessen	A 45	Gießener Südkreuz	Aschaffenburg	2
Hessen	A 49	Kreuz Kassel-West	Kassel	2

Für die Messstrecken und Knotenpunkte der Vorauswahl erfolgte eine Abfrage der Straßendaten zur Geometrie und zur Ausstattung bei der Autobahn GmbH, damit diese bei der Auswertung der durchgeführten Messungen mitberücksichtigt werden können. Folgende Informationen wurden angefragt:

- Grundriss
- Aufriss
- Querschnitt
- Markierung
- Beschilderung
- Fahrzeurückhaltesysteme

Für die Messstrecken in Sachsen und Sachsen-Anhalt konnten Daten übergeben werden, die jedoch zum Teil lückenhaft waren. Für Hessen konnten zum Zeitpunkt der Anfrage keine Daten übergeben werden. Aus diesen Gründen erfolgte für die meisten Messstrecken eine selbst durchgeführte GPS-unterstützte Befahrung, mit welcher eine Nachtrassierung der Strecken möglich wurde. Anhand der Ergebnisse dieser Befahrung können Parameter wie Kurvenradien oder Längsneigungen nachvollzogen werden. Zusätzlich erfolgt eine visuelle Befahrung der Messstrecke, um die Daten der GPS-unterstützten Befahrung zu ergänzen beziehungsweise um ggfs. vorhandene Abweichungen zwischen den übergebenen Daten und der tatsächlichen Ausstattung vor Ort feststellen zu können.

3.3 Auswertung der Messungen

Die Auswertung der Videoaufnahmen erfolgt mit dem kommerziellen Programm *DataFromSky*, welches speziell für die Auswertung von Drohnenaufnahmen ausgelegt ist. Das Programm ist in der Lage, bewegliche Objekte auf einem Video von einem festen Standort zu erkennen. Dabei wird dem Objekt ein Punkt mit einer ID zugewiesen und anhand der Größe des Fahrzeuges eine Zuordnung zu einer Fahrzeugart vorgenommen. Mit Hilfe des zugehörigen *DataFromSkyViewer* können manuell weitere Auswertungen vorgenommen werden.

Im ersten Schritt wird bei der Auswertung überprüft, ob das Programm den Objekten die Fahrzeugarten richtig zugeordnet hat. In Tabelle 6 sind unter anderem die fünf Fahrzeugarten dargestellt, welche von *DataFromSky* automatisch zugeordnet werden. Zudem besteht die Möglichkeit eigene Fahrzeugarten zu definieren. Der Nachteil in der Umsetzung besteht darin, dass die Zuordnung der Fahrzeuge in diese Fahrzeugkategorie manuell vorgenommen werden muss. Dennoch wird für jedes Video die Fahrzeugkategorie „kleiner Lkw“ manuell hinzugefügt und entsprechende Fahrzeuge dieser zugeordnet, da diese Fahrzeuge erhebliche Längenunterschiede zu anderen Lkw aufweisen, was wiederum zu einer fehlerhaften Abstandsberechnung führen würde. Darüber hinaus wird die Kategorisierung *Undefined* genutzt, um fehlerhafte Zuordnungen aus dem Untersuchungskollektiv ausschließen zu können. In Abbildung 12 ist dies beispielhaft für einen Pkw auf einem Abschleppwagen dargestellt. Bei Fahrzeugarten, die von *DataFromSky* offensichtlich falsch zugeordnet wurden, wird eine Korrektur vorgenommen.

Tabelle 6: Fahrzeugarten in DataFromSky

Fahrzeugart DataFromSky	Zugeordnete Fahrzeuge	Benennung in Auswertung
Car	Pkw, Pkw mit kleineren Anhängern	Pkw
Medium Vehicle	Transporter, Lieferwagen, Wohnmobile bis 3,5 t	Lfw
Heavy Vehicle	Lkw und Sattelzüge mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t	Lkw
Bus	Busse	Bus
Motorcycle	Motorräder	Krad
kleiner Lkw	Kleine bzw. leichte Lkw über 3,5 t	kLkw

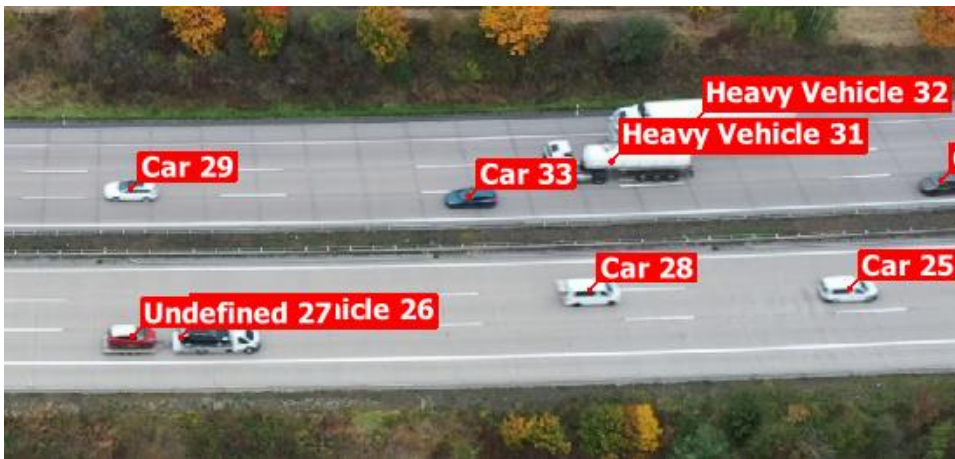


Abbildung 12: Zuordnung der Fahrzeugarten in DataFromSky

Im nächsten Schritt werden mit Hilfe des *DataFromSkyViewer* virtuelle Messquerschnitte eingefügt. Diese werden als *Gate* bezeichnet. Mit Hilfe dieser Messquerschnitte können die Zeiten exportiert werden, wann ein Fahrzeug den jeweiligen Messquerschnitt passiert. Die Messquerschnitte werden mit einem gleichmäßigen Abstand über den betrachteten Streckenabschnitt verteilt. Wenn es möglich ist, werden die Messquerschnitte anhand des Strich-Lücke-Verhältnisses der Leitlinie auf Autobahnen von 6:12 Metern in einem Abstand von 54 Metern zueinander positioniert. Damit eine Unterscheidung der Fahrstreifen und die Identifikation von Fahrstreifenwechseln möglich ist, werden für jeden Fahrstreifen eigene Gates eingefügt. Für jeden Fahrstreifen ergeben sich insgesamt vier Messquerschnitte, Abbildung 13 stellt die Anordnung exemplarisch dar.



Abbildung 13: Festlegung von Gates in DataFromSky anhand der Trajektorien für jeden Fahrstreifen im Abstand von 54 Metern

Mit Hilfe der Exportdatei *Gates Crossing Events* im csv-Format ist es möglich Berechnungen zum Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten durchzuführen. Die exportierten Zeiten, an denen die Messquerschnitte durchfahren werden, werden in eine vorbereitete Tabelle eingefügt, mit deren Hilfe die Durchschnittsgeschwindigkeit eines Fahrzeuges zwischen zwei Messquerschnitten und die Abstände zwischen zwei Fahrzeugen berechnet werden. Die Einordnung des Nettoabstands erfolgt vorrangig nach dem Nettozeitabstand. Dafür werden folgende fünf Intervalle genutzt:

- Nettoabstand zwischen 0 und 1 Sekunde
- Nettoabstand zwischen 1 und 2 Sekunde
- Nettoabstand zwischen 2 und 3 Sekunde
- Nettoabstand zwischen 3 und 4 Sekunde
- Nettoabstand über 4 Sekunden

Abbildung 14 zeigt, wie groß der zurückgelegte Weg innerhalb der genutzten Zeitintervalle in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit ist. Die Grenzen der Intervalle steigen bei dieser Einteilung mit zunehmender Geschwindigkeit linear an. Zur Veranschaulichung des ungebremst zurückgelegten Weges während der Reaktionszeit zeigt die Abbildung ebenfalls die Werte für die Reaktionswege nach der Faustformel der Fahrschule sowie nach den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA) (FGSV, 2008). Der hellblau dargestellte Reaktionsweg der Fahrschule geht von einer Reaktionszeit von einer Sekunde aus und bildet damit die obere Grenze des pink dargestellten Intervalls der Nettozeitabstände zwischen null und einer Sekunde. Die RAA (FGSV, 2008) nimmt zur Bestimmung der Haltsichtweiten eine Reaktionszeit von zwei Sekunden an, um im Rahmen der Dimensionierung ausreichende Sicherheiten anzusetzen und nicht anhand physiologisch begründeter Mindestwerte zu dimensionieren. Demnach bildet der Reaktionsweg nach der gefahrenen Geschwindigkeit nach den RAA (FGSV, 2008), hier dunkelblau dargestellt, die obere Grenze des rot dargestellten Intervalls der Nettozeitabstände zwischen einer und zwei Sekunden.

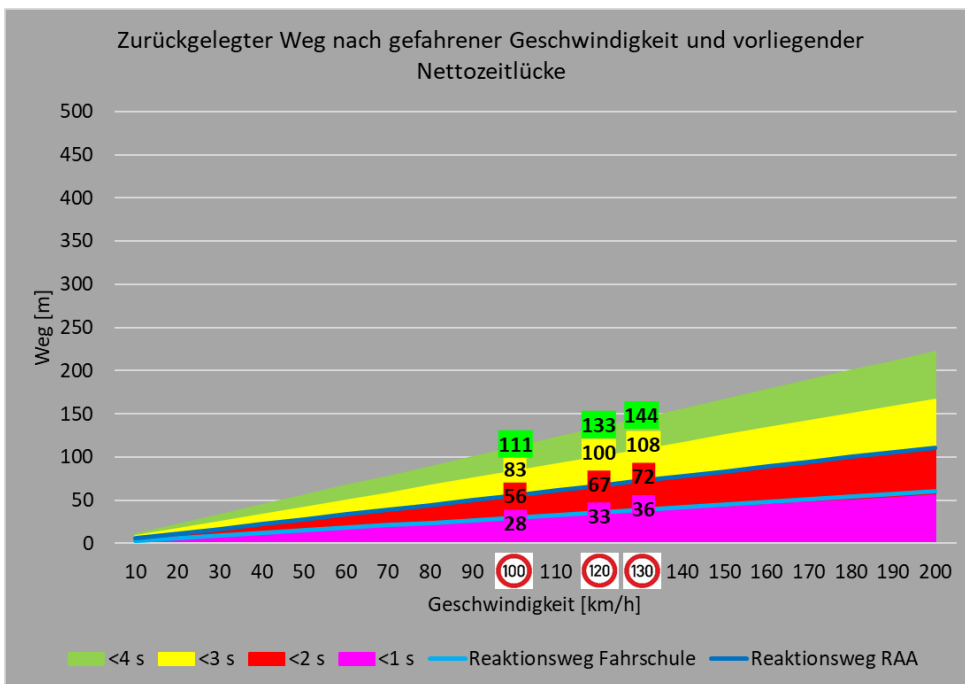


Abbildung 14: zurückgelegter Weg nach gefahrener Geschwindigkeit und vorliegender Nettozeitlücke

Neben der Einteilung in Intervalle der Nettozeitabstände wurde zusätzlich eine Einteilung in die Kategorien gemäß Tabelle 7 vorgenommen. Die Gefahrenbremsung entspricht dem Wert nach Formel (4) und der Anhalteweg dem Wert nach Formel (3).

Tabelle 7: Kategorisierung des Abstandsverhaltens

Kategorie	Abstand
bußgeldbewehrt	Abstand < 5/10 des halben Tachowertes bzw. 50 Meter für Lkw
Zu gering	Abstand < Mindestabstand (halber Tacho bzw. 50 Meter für Lkw)
Kritisch	Mindestabstand ≤ Abstand < Gefahrenbremsung
Ausreichend	Gefahrenbremsung ≤ Abstand < Anhalteweg
Sehr gut	Abstand > Anhalteweg

Die Länge des zurückgelegten Weges innerhalb der Kategorien gemäß Tabelle 7 nach der gefahrenen Geschwindigkeit wird in Abbildung 15 dargestellt. Dies zeigt die in der Realität zurückgelegten Anhaltewege bei einem Bremsvorgang entsprechend der gefahrenen Geschwindigkeit sowie die zur Verfügung stehenden Wege anhand der Vorgaben zum Mindestabstand. Da der Bremsweg über eine quadratische Funktion berechnet wird, steigen die Bereiche der Kategorien Gefahrenbremsung und Anhalteweg quadratisch mit zunehmender Geschwindigkeit. Da die Einteilung anhand dieser Kategorien durch die hinterlegten Formeln weniger einschlägig ist als die Einteilung nach den Intervallen der Nettozeitabstände, wird in den folgenden Ausführungen die Einteilung anhand der Nettozeitabstände für die Analysen genutzt.

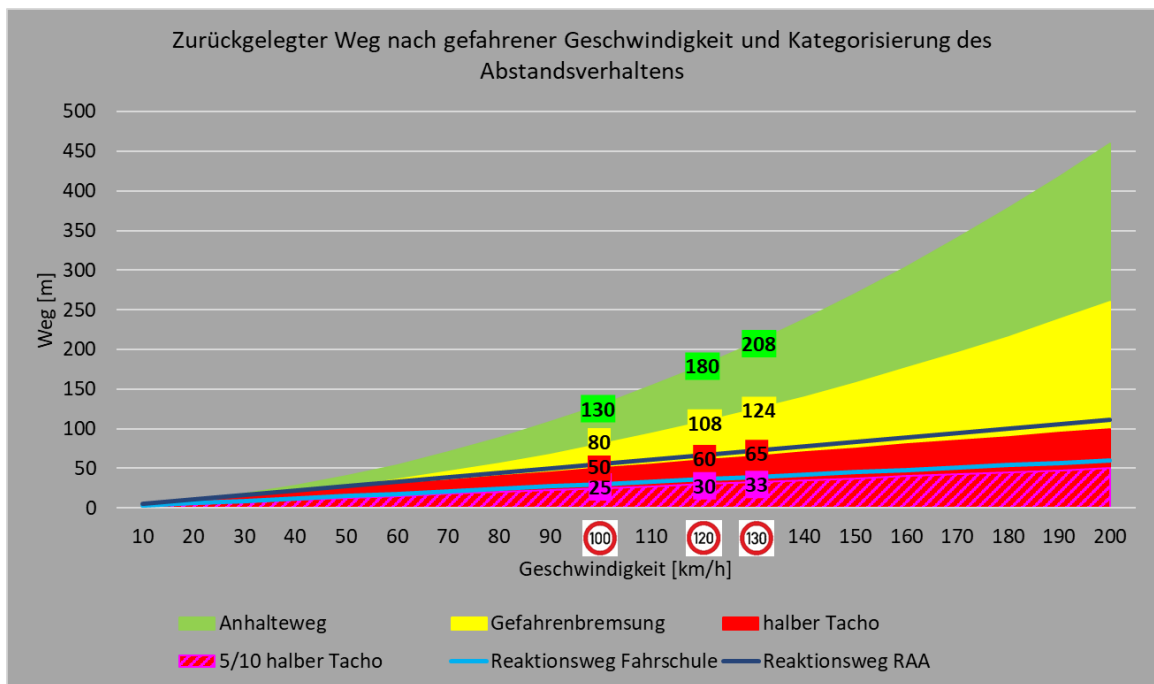


Abbildung 15: zurückgelegter Weg nach gefahrener Geschwindigkeit und Kategorisierung des Abstandsverhaltens

3.3.1 Analyse des Abstandsverhaltens

Die berechneten Abstände zwischen zwei Fahrzeugen werden nach den im Folgenden erläuterten Kriterien analysiert. Die Analysen erfolgen summiert über alle drei- bzw. zweistreifigen Messstellen hinweg, sowie, sofern es möglich ist, für jede Messstelle gesondert. Die Messstellen der Freien Strecke und der Knotenpunkte werden dabei getrennt voneinander betrachtet.

Auslastungsgrad / Verkehrsqualität / Verkehrsstärke

Bereits die im Vorfeld untersuchte Literatur hat einen Einfluss der Verkehrsstärke auf das Abstandsverhalten gezeigt, daher soll auch im Rahmen dieser Untersuchung die Auswirkung der Verkehrsstärke auf die gehaltenen Abstände untersucht werden. Dazu wird für jedes aufgenommene Video die vorliegende Verkehrsstärke bestimmt.

Da allerdings an den gewählten Messstellen unterschiedliche Rahmenbedingungen vorliegen, soll, wo möglich, nicht der absolute Wert der Verkehrsstärke für die Analyse genutzt werden. Stattdessen wird die Kapazität des jeweiligen Streckenabschnittes nach dem Handbuch für die Vermessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) für Autobahnen (FGSV, 2015), anhand der zum Aufnahmezeitpunkt gültigen Randbedingungen, bestimmt. Relevante Randbedingungen sind hierbei der Schwerverkehrsanteil, die Längsneigung, die Fahrstreifenanzahl, geltende Geschwindigkeitsregelungen sowie die Lage in Bezug zu Ballungsgebieten. Wird die ermittelte Verkehrsstärke mit der Kapazität des Streckenabschnittes ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich der Auslastungsgrad des Streckenabschnittes zum Aufnahmezeitpunkt. Der Auslastungsgrad kann dann wiederum einer entsprechenden Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) entsprechend Tabelle 8 zugeordnet werden. Die hervorgehobenen Stichworte können zur Beschreibung der QSV in den Darstellungen genutzt werden.

Tabelle 8: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach HBS (FGSV, 2015)

	Auslastungsgrad x	Beschreibung
QSV A	$\leq 0,30$	freie Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, unbeeinflusster Verkehr
QSV B	$0,30 < x \leq 0,55$	weitgehend freie Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, unwesentlich beeinflusster Verkehr
QSV C	$0,55 < x \leq 0,75$	eingeschränkte Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, merklich beeinflusster Verkehr , Verkehrszustand stabil
QSV D	$0,75 < x \leq 0,90$ (0,92 bei SBA)	erheblich eingeschränkte Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, ständig beeinflusster Verkehr , Verkehrszustand noch stabil
QSV E	$0,90 < x \leq 1,00$	weitgehend Kolonnenverkehr, kleine Unregelmäßigkeiten können zu Stau führen, Verkehrszustand instabil
QSV F	$> 1,00$	Stop-and-go Verkehr durch Zusammenbrechen des Verkehrs

Die Bestimmung der QSV erfolgt für alle durchgeführten Aufnahmen an den Messstellen der Freien Strecke. Darauf aufbauend werden die gehaltenen Abstände in Abhängigkeit der vorliegenden Qualitätsstufe sowie die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden in Abhängigkeit vom vorliegenden Auslastungsgrad untersucht. Auch bei weiteren Analysen kann die QSV genutzt werden, um die Einflüsse der Verkehrsstärke bei der Untersuchung anderer Kriterien auszublenden indem lediglich die Abstände bei einer bestimmten vorliegenden QSV für die Analyse genutzt werden.

Für die Messstellen der Knotenpunkte kann die Einteilung in die QSV nicht erfolgen, da die zugrunde liegende Messmethodik nicht alle erforderlichen Daten zur Bestimmung des Auslastungsgrades von Knotenpunkten liefert. Aus diesem Grund werden für diese Messstellen lediglich die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in Abhängigkeit von der vorliegenden Verkehrsstärke untersucht.

Fahrstreifen

Ein weiteres Kriterium, welches möglicherweise einen Einfluss auf das Abstandsverhalten ausüben kann, ist der Fahrstreifen, in welchem sich das betrachtete Fahrzeug bewegt. Daher werden die ermittelten Abstände auch nach den Fahrstreifen differenziert analysiert. In diese Analyse fließen alle Fahrzeuge ein, die sich an jedem der vier Messquerschnitte in demselben Fahrstreifen befinden. Betrachtet werden alle durchgehenden Fahrstreifen der Messstellen, bei Knotenpunkten werden demnach Fahrzeuge auf dem Ein- bzw. Ausfädelungsstreifen nicht berücksichtigt.

Fahrzeugart / Fahrzeugfolge

Da für verschiedene Fahrzeugarten auf Autobahnen unterschiedliche Geschwindigkeits- sowie Abstandsregelungen gelten, liegt es nahe, dass sich auch die in der Realität gehaltenen Abstände je nach Fahrzeugkategorie unterscheiden. Aus diesem Grund werden die ermittelten Abstände differenziert nach der Fahrzeugkategorisierung gemäß Tabelle 6 untersucht. Dabei wird jedoch nicht nur betrachtet, wie sich die gehaltenen Abstände der einzelnen Fahrzeugkategorien insgesamt unterscheiden, sondern auch untersucht, wie sich das Abstandsverhalten unterscheidet in Abhängigkeit von der vorausfahrenden Fahrzeugkategorie. Daraus können Aussagen zum Fahrzeugfolgeverhalten abgeleitet werden.

Geschwindigkeit

Im Rahmen der Messungen wird auch die durchschnittliche Geschwindigkeit der Fahrzeuge im betrachteten Abschnitt ermittelt und ausgewertet. Die Auswertung gliedert sich dabei in zwei Teile. Zum einen wird für jede Messstelle bzw. auch als Summe über Messstellen mit gleicher Fahrstreifenanzahl hinweg, das Geschwindigkeitsverhalten allgemein analysiert. Dazu werden auf Grundlage der durchschnittlichen Geschwindigkeiten die in Tabelle 9 dargestellten Kennwerte, sowohl für alle Fahrzeuge gesamt als auch getrennt für einzelne Fahrzeugkategorien gebildet.

Tabelle 9: Geschwindigkeitskennwerte

V ₁₅	15 %-Quantil der Geschwindigkeiten: 15 % der betrachteten Fahrzeuge überschreiten diese Geschwindigkeit nicht
V ₅₀	50 %-Quantil der Geschwindigkeiten: 50 % der betrachteten Fahrzeuge überschreiten diese Geschwindigkeit nicht
V ₈₅	85 %-Quantil der Geschwindigkeiten: 85 % der betrachteten Fahrzeuge überschreiten diese Geschwindigkeit nicht

Darüber hinaus werden die ermittelten Abstände in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit des betrachteten Fahrzeugs analysiert, wodurch mögliche Unterschiede im Abstandsverhalten in verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen festgestellt werden können.

3.3.2 Analyse von Fahrstreifenwechseln

Einen weiteren Aspekt der Untersuchungen im Rahmen dieses Forschungsprojektes stellt die Untersuchung von Fahrstreifenwechseln dar. Ziel dieser Untersuchung ist es, Aussagen zur Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln und zum Verhalten der Fahrer bei der Durchführung von Fahrstreifenwechseln, insbesondere hinsichtlich gehaltener Abstände, treffen zu können.

Für die Analyse von Fahrstreifenwechseln werden ebenfalls die in Abschnitt 3.3 beschriebenen Gates bzw. Messquerschnitte und die daraus resultierenden Exporte der *Gates Crossing Events* im csv-Format genutzt. Die Exportdateien werden dann in eine für die Detektion und Analyse von Fahrstreifenwechseln vorbereitete Tabelle eingefügt. In dieser Tabelle wird untersucht, ob Fahrzeuge an zwei aufeinanderfolgenden Messquerschnitten auf unterschiedlichen Fahrstreifen registriert werden. Ist dies der Fall, handelt es sich um einen Fahrstreifenwechsel. Ein Beispiel, wie sich ein solcher Fahrstreifenwechsel im *DataFromSkyViewer* zeigt, ist in Abbildung 16 zu sehen.



Abbildung 16: Beispiel für einen Fahrstreifenwechsel im *DataFromSkyViewer*

Wird in der Tabelle ein Fahrstreifenwechsel festgestellt, werden zunächst allgemeine Informationen zu diesem festgehalten, wie beispielweise zwischen welchen Fahrstreifen und in welche Richtung der Wechsel stattfindet, aber auch Fahrzeugart und Geschwindigkeit des Fahrzeuges, welches den Wechsel vollzieht. Darüber hinaus werden Abstände und Relativgeschwindigkeiten zum vorausfahrenden sowie zum nachfolgenden Fahrzeug bestimmt. Dies erfolgt sowohl für den Fahrstreifen/Messquerschnitt vor dem Fahrstreifenwechsel als auch für den Fahrstreifen/Messquerschnitt nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels. Als letzte Größe wird die Lücke berechnet, welche für den Fahrstreifenwechsel genutzt wird.

Die für die Analyse des Abstandsverhaltens bei Fahrstreifenwechseln genutzten Größen werden in Abbildung 17 schematisch dargestellt. Dabei werden die folgenden Variablen genutzt:

- L = genutzte Lücke
 - Lücke zwischen zwei Fahrzeugen, in welche im Zuge des Fahrstreifenwechsels eingefahren wird
- v = Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug
 - v_1 = Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung des Fahrstreifenwechsels
 - v_2 = Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels
- n = Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug
 - n_1 = Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug vor Durchführung des Fahrstreifenwechsels
 - n_2 = Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels

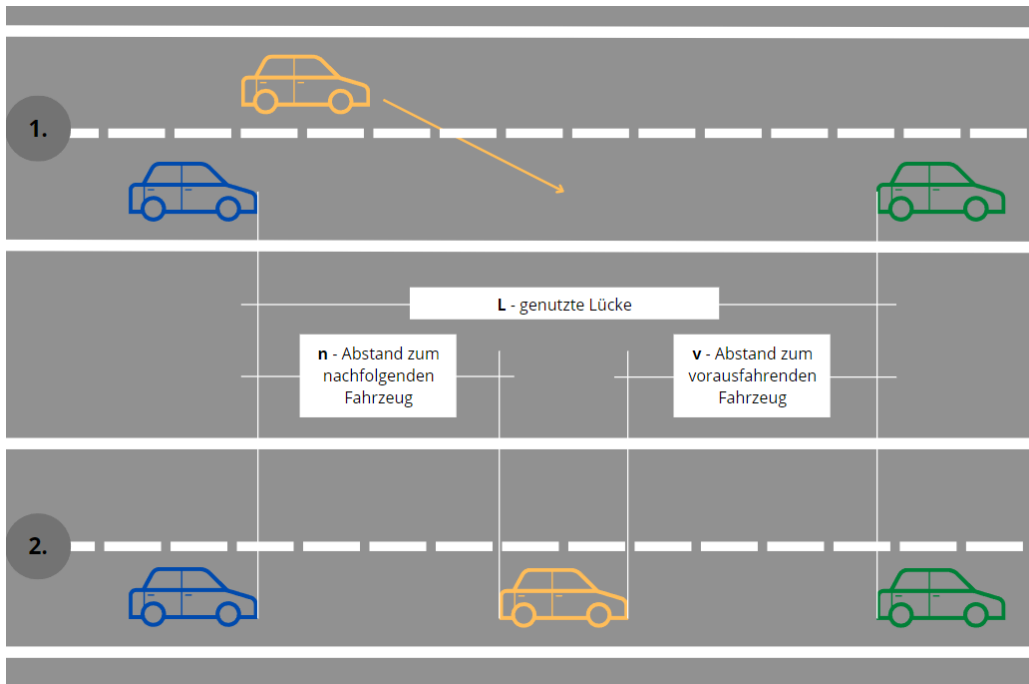


Abbildung 17: schematische Darstellung genutzter Größen für die Analyse von Fahrstreifenwechseln

Die Analyse der berechneten Größen erfolgt dann nach verschiedenen Kriterien. Diese sind beispielsweise:

- Genutzte Lücken nach der Richtung des Fahrstreifenwechsels und nach beteiligten Fahrstreifen
- Abstände in Abhängigkeit von der Richtung des Fahrstreifenwechsels
- Abstände in Abhängigkeit von Fahrzeugart / Fahrzeugfolge
- Relativgeschwindigkeit zum nachfolgenden Fahrzeug

Im Gegensatz zur Analyse des Abstandsverhaltens werden für die Analysen der Fahrstreifenwechsel Intervalle in Metern genutzt, da diese beispielsweise bei der Betrachtung genutzter Lücken als nachvollziehbarer erachtet werden. Diese Intervalle wurden anhand der Werte für die Einteilungen aus Abbildung 15 bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h festgelegt.

4 Unfallanalyse mit ungenügendem Sicherheitsabstand

4.1 Makroskopische Unfallanalyse

Die grundlegenden Kenngrößen für die in der makroskopischen Unfallanalyse betrachteten Länder sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 zusammengefasst. Da in der Unfallanalyse die Jahre von 2017-2019 betrachtet werden, sind in den Tabellen die Größe des Autobahnnetzes und die Verkehrsstärken von 2018 enthalten. Die Quelle hierfür sind das Verkehr in Zahlen 2019/2020 (BMVI, 2019) und die Ergebnisse der Straßenverkehrszählung von 2015 (Mahmoudi & Frenken, 2020).

Das längste Autobahnnetz der untersuchten Länder hat Nordrhein-Westfalen (2.255 km). Dieses ist auch das zweitgrößte Autobahnnetz in Deutschland hinter Bayern. Hamburg hat das kleinste Autobahnnetz der untersuchten Länder mit lediglich 81 km. Im Gegensatz dazu hat Hamburg den höchsten DTV mit einem Wert von 84.622 Kfz/24h. Dahinter folgt Hessen mit einem DTV von 68.093 Kfz/24h. Den geringsten DTV der untersuchten Länder hat Sachsen (45.457 Kfz/24h). Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt liegt der DTV in den Ländern Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen darüber. Den höchsten Schwerverkehrsanteil hat Sachsen-Anhalt mit einem Wert von knapp 23 %, den geringsten Schwerverkehrsanteil hat Hamburg mit 12,37 %.

In Tabelle 10 ist die Unfalldichte und die Unfallrate für die Unfälle mit Personenschaden dargestellt. Die höchste Unfalldichte mit einem Wert über 11 U/(km*a) hat Hamburg. Obwohl Hamburg den höchsten DTV hat, ist dort auch die Unfallrate am höchsten. Die geringste Unfalldichte und Unfallrate hat Sachsen-Anhalt. Die Unfalldichten liegen in Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen über dem Bundesdurchschnitt. Die Unfallrate in Nordrhein-Westfalen ist hingegen geringer als der Bundesdurchschnitt.

Tabelle 10: Kennwerte des Untersuchungskollektivs für Unfälle mit Personenschaden (Quelle der Daten: BMVI (2019), Mahmoudi & Frenken (2020), Statistisches Bundesamt (2021))

Bundesland	Autobahnnetz 2018 [km]	DTV Autobahn 2018 [-]	SV-Anteil Autobahn 2018 [%]	Anzahl U(P) 2017-2019	Unfall-dichte	Unfall-rate
Hamburg	81	84.622	12,37	904	11,160	0,120
Hessen	996	68.093	14,26	6.844	6,871	0,092
Nordrhein-Westfalen	2.255	63.957	13,63	12.021	5,331	0,076
Sachsen	531	45.557	18,55	1.909	3,595	0,072
Sachsen-Anhalt	499	46.707	23,06	1.559	3,124	0,061
Deutschland	13.141	52.300	15,41	61.445	4,676	0,082

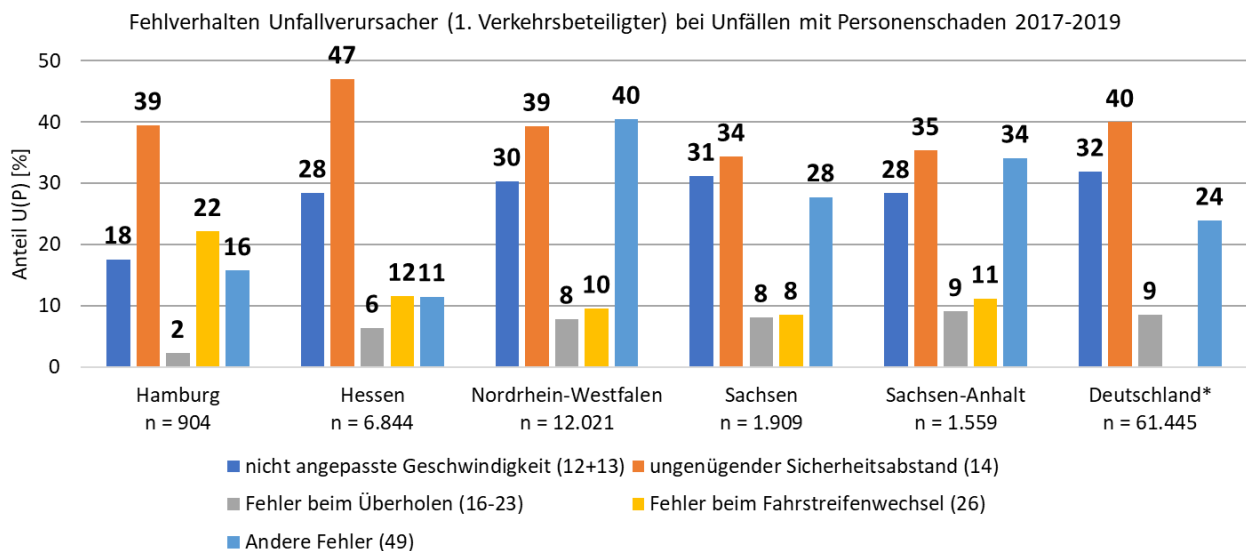
Tabelle 11 zeigt die Unfalldichte und die Unfallrate für Unfälle mit Personenschaden und der Angabe der Unfallursache 14. Die höchsten Unfalldichten und Unfallraten befinden sich analog dem gesamten Unfallgeschehen in Hamburg und Hessen. Beide liegen über dem Bundesdurchschnitt. Nordrhein-Westfalen entspricht in etwa dem Bundesdurchschnitt, während Sachsen und Sachsen-Anhalt darunterliegen.

Tabelle 11: Kennwerte des Untersuchungskollektivs für Unfälle mit Personenschaden und Angabe der Unfallursache 14 (U14) (Quelle der Daten: BMVI (2019), Mahmoudi & Frenken (2020), Statistisches Bundesamt (2021))

Bundesland	Autobahnnetz 2018 [km]	DTV Autobahn 2018 [-]	SV-Anteil Autobahn 2018 [%]	Anzahl U(P) U14 2017-2019	Unfall-dichte U14	Unfall-rate U14
Hamburg	81	84.622	12,37	357	4,407	0,048
Hessen	996	68.093	14,26	3.220	3,233	0,043
Nordrhein-Westfalen	2.255	63.957	13,63	4.725	2,095	0,030
Sachsen	531	45.557	18,55	656	1,235	0,025
Sachsen-Anhalt	499	46.707	23,06	551	1,104	0,022
Deutschland	13.141	52.300	15,41	25.877	1,969	0,034

4.1.1 Fehlverhalten Unfallverursacher

Bei der Untersuchung des Fehlverhaltens des Unfallverursachers bei Unfällen mit Personenschaden (Abbildung 18) zeigt sich, dass in fast allen betrachteten Bundesländern am häufigsten der ungenügende Sicherheitsabstand angegeben wird. Im Bundesdurchschnitt liegt der Anteil dieser Unfallursache bei 40 %. Dahinter folgen die Unfallursachen nicht angepasste Geschwindigkeit mit 32 % und andere Fehler mit 24 %. Andere Fehler werden in Nordrhein-Westfalen als häufigste Unfallursache mit angegeben (40 %). Daraus lässt sich ableiten, dass im Vergleich zu früheren Untersuchungen nicht mehr Geschwindigkeit die häufigste Unfallursache ist, sondern ungenügender Sicherheitsabstand. Des Weiteren zeigt sich, dass viele Unfälle auf andere Fehler zurückzuführen sind, die in der Unfallstatistik nicht weiter definiert werden.

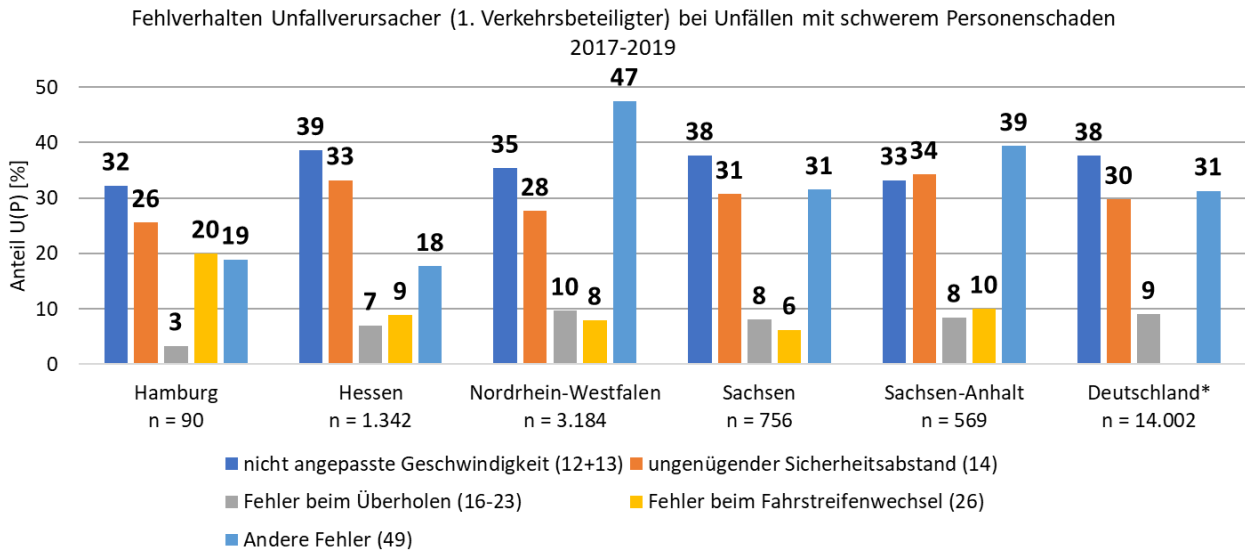


* Die statistische Sonderabfrage für Deutschland gibt keine Auskunft zur Häufigkeit der Unfallursache 26, weshalb an dieser Stelle kein Anteil angegeben werden kann.

Abbildung 18: Fehlverhalten des Unfallverursachers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

Abbildung 19 stellt ebenfalls das Fehlverhalten des Unfallverursachers dar. Hierbei werden jedoch ausschließlich die Unfälle mit schwerem Personenschaden betrachtet. In Deutschland liegt der Anteil der Unfallursache ungenügender Sicherheitsabstand nur bei 30 %, was zeigt, dass bei Unfällen mit schwerem Personenschaden andere Unfallursachen vorherrschend sind. In Hamburg, Hessen und Sachsen sind die meisten Unfälle mit

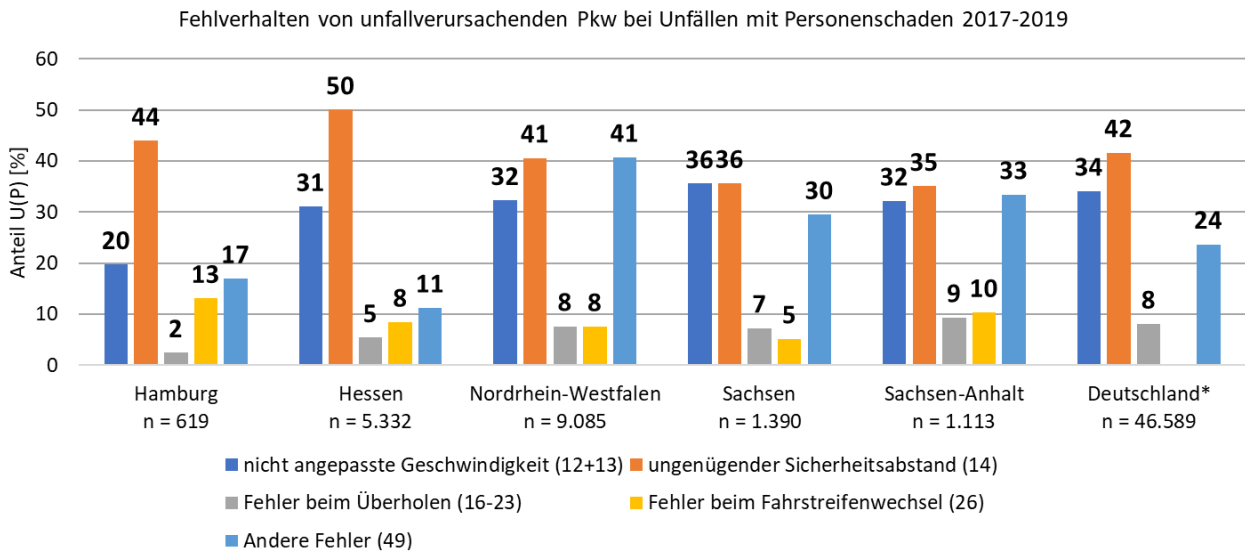
schwerem Personenschaden auf nicht angepasste Geschwindigkeit zurückzuführen, wohingegen dies in Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt auf andere Fehler zurückgeführt wird.



* Die statistische Sonderabfrage für Deutschland gibt keine Auskunft zur Häufigkeit der Unfallursache 26, weshalb an dieser Stelle kein Anteil angegeben werden kann.

Abbildung 19: Fehlverhalten des Unfallverursachers bei Unfällen mit schwerem Personenschaden 2017-2019

Bei der Untersuchung des Fehlverhaltens von Pkw-Fahrern (Abbildung 20) ergeben sich nur geringfügige Unterschiede zu Abbildung 18, was auch auf den höheren Anteil an Pkw am Unfallgeschehen zurückzuführen sein kann.



* Die statistische Sonderabfrage für Deutschland gibt keine Auskunft zur Häufigkeit der Unfallursache 26, weshalb an dieser Stelle kein Anteil angegeben werden kann.

Abbildung 20: Fehlverhalten des unfallverursachenden Pkw-Fahrers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

Für Lkw-Fahrer zeigt sich ein etwas differenziertes Bild (Abbildung 21). Die häufigste Unfallursache ist auch dort der ungenügende Sicherheitsabstand. Nicht angepasste Geschwindigkeit wird in Deutschland nur bei 22 % der Unfälle angegeben. In Hamburg werden bei 47 % der Unfälle Fehler beim Fahrstreifenwechsel als Ursache angegeben, in Hessen bei 24 % der Unfälle. Da in Hamburg und Hessen die höchsten Verkehrsstärken vorliegen, besteht hierzu möglicherweise ein Zusammenhang. Grundsätzlich zeigt die Untersuchung, dass sich bei Lkw neben dem ungenügenden Sicherheitsabstand auch Fehler beim Fahrstreifenwechsel auf das Unfallgeschehen auswirken.

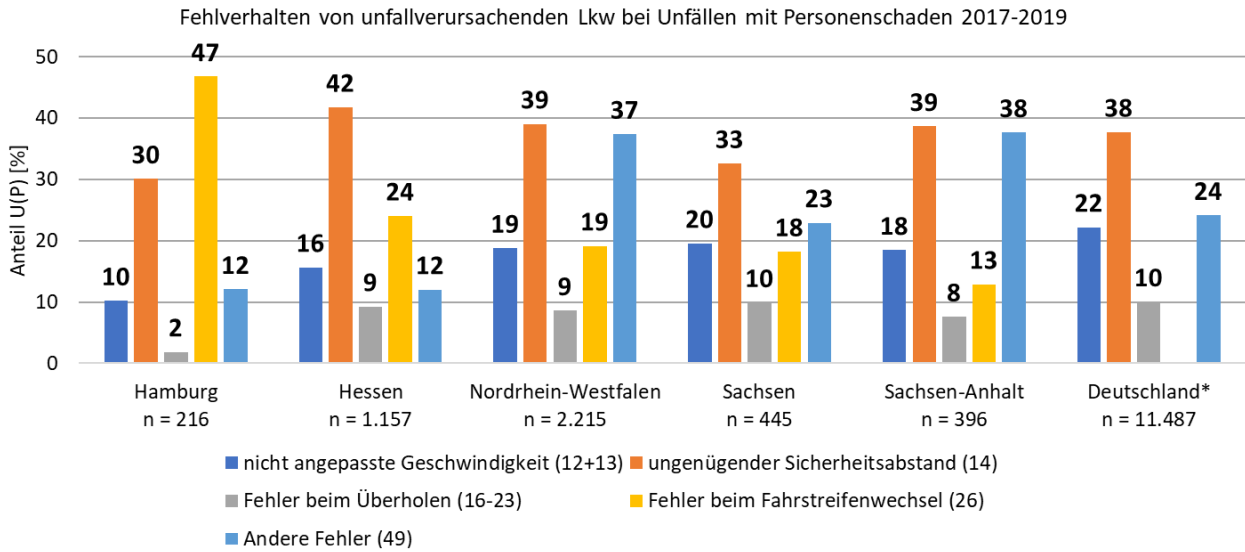


Abbildung 21: Fehlverhalten des unfallverursachenden Lkw-Fahrers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

4.1.2 Art der Verkehrsbeteiligung

In Abbildung 22 ist die Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit Personenschaden dargestellt. Dabei wird zwischen Unfällen mit und ohne die Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher unterschieden. Mit Ausnahme von Sachsen-Anhalt, wo der Schwerverkehrsanteil am höchsten ist, ist bei Unfällen mit Angabe der Unfallursache 14 der Anteil an Pkw größer als bei Unfällen ohne Angabe der Unfallursache 14. Lkw sind demzufolge nicht häufiger bei Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand beteiligt.

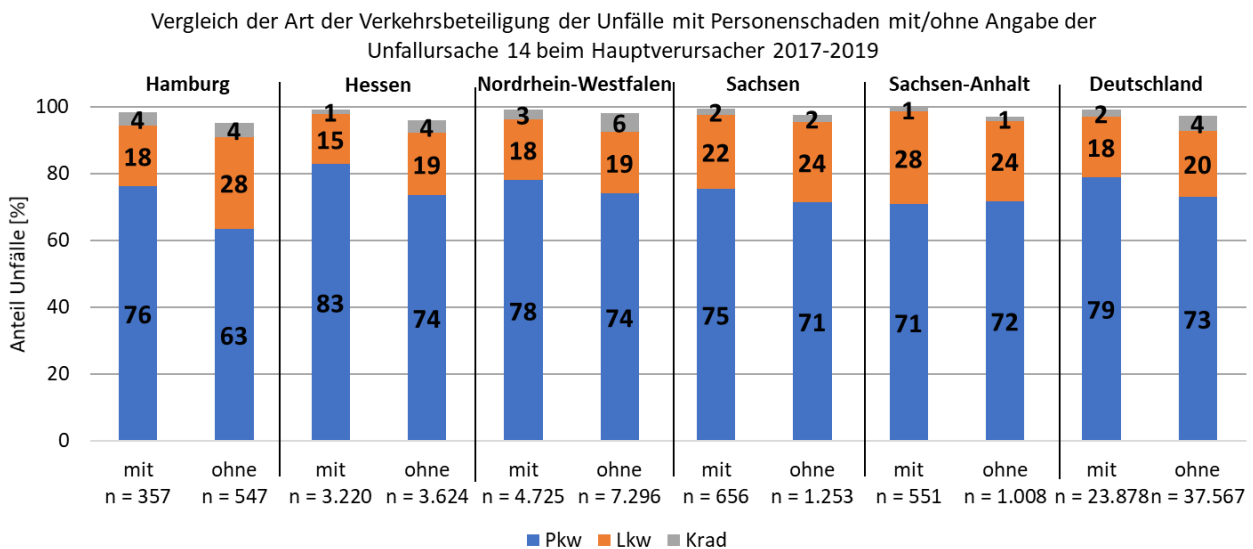


Abbildung 22: Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

Bei Unfällen mit schwerem Personenschaden (Abbildung 23) unterscheidet sich die Verteilung zu den Unfällen mit Personenschaden (Abbildung 22). Der Anteil der Lkw ist hier bei Unfällen mit Angabe der Unfallursache 14 höher. Obwohl der Schwerverkehrsanteil in Deutschland überwiegend bei knapp über 15 % liegt, verursachen Lkw mit 32 % deutlich häufiger Unfälle mit schwerem Personenschaden durch ungenügenden Sicherheitsabstand.

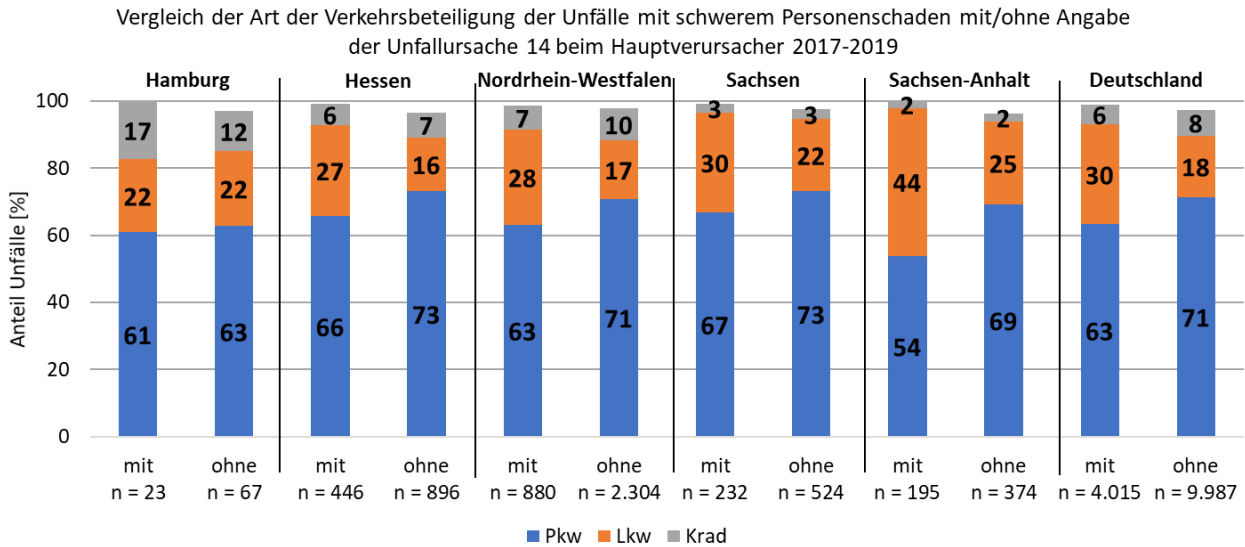


Abbildung 23: Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit schwerem Personenschaden 2017-2019

Abbildung 24 stellt den Anteil von Unfällen mit bzw. ohne der Angabe von Unfallursache 14 beim Hauptverursacher in Abhängigkeit von Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung für Deutschland dar. Bei zunehmender Unfallschwere nimmt bei Unfällen mit der Angabe der Unfallursache 14 der Anteil von Lkw als Unfallverursacher stärker zu als bei Unfällen ohne Angabe der Unfallursache 14.

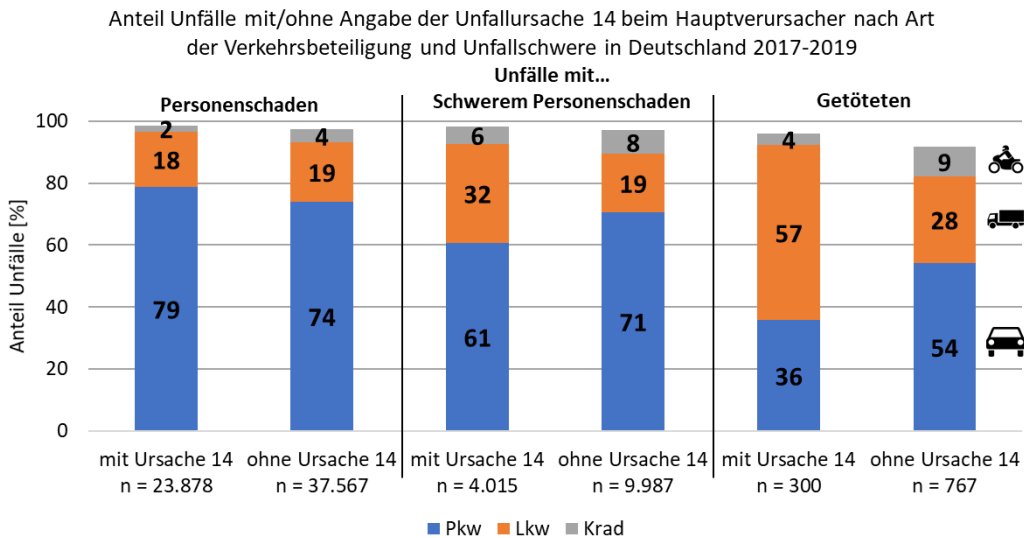


Abbildung 24: Vergleich der Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit Personenschaden, schwerem Personenschaden und Getöteten 2017-2019

4.1.3 Unfallkategorien

Anhand der Verteilung der Unfallkategorien wird sichtbar, ob Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 im Durchschnitt schwerer ausfallen als Unfälle ohne die Angabe der Unfallursache 14. Abbildung 25 zeigt, dass in Deutschland 83 % der Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand der Unfallkategorie 3 zugewiesen werden, wohingegen bei den übrigen Unfällen der Anteil der Unfallkategorie 3 bei 73 % liegt. Insgesamt weisen somit Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher eine geringere Unfallschwere auf.

In den Ländern mit höheren Verkehrsstärken (Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen) ist der Unterschied bei der Verteilung größer als in den Ländern Sachsen und Sachsen-Anhalt, in denen die Verkehrsstärken geringer sind. In Sachsen und Sachsen-Anhalt ist der Anteil an Unfällen mit schwerem Personenschaden höher als in den übrigen Ländern. In den Ländern mit hohen Verkehrsstärken haben die Unfälle im Durchschnitt eine geringere Unfallschwere.

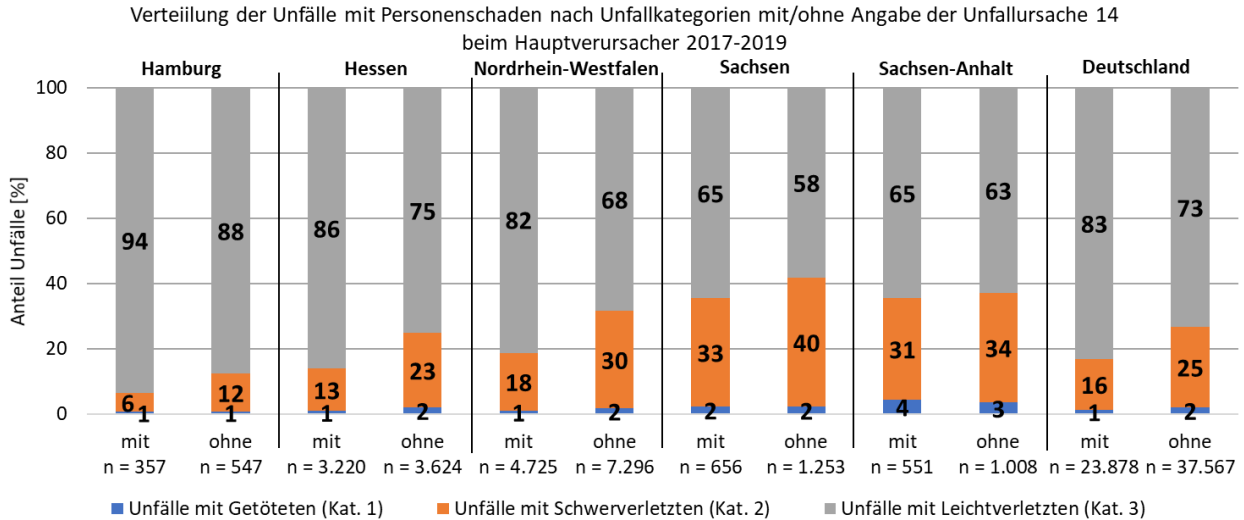


Abbildung 25: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallkategorien 2017-2019

4.1.4 Unfalltypen

Die Verteilung der für Autobahnen maßgebenden Unfalltypen zeigt für Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand, dass diese beinahe vollständig dem Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr) zugeordnet werden (Abbildung 26). Bei 94,4 % der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland erfolgte diese Zuordnung.

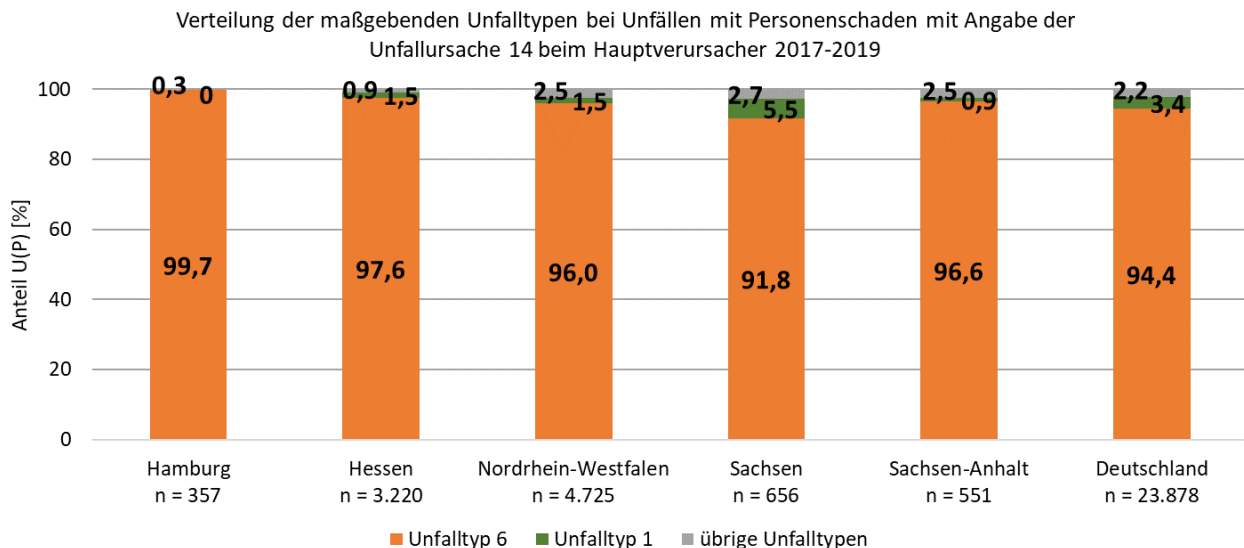


Abbildung 26: Verteilung der maßgebenden Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Bei Unfällen ohne die Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher zeigt sich, dass der Anteil der Unfälle im Längsverkehr deutlich geringer ist (Abbildung 27). Der Unfalltyp 1 (Fahrerunfall) ist entsprechend erhöht.

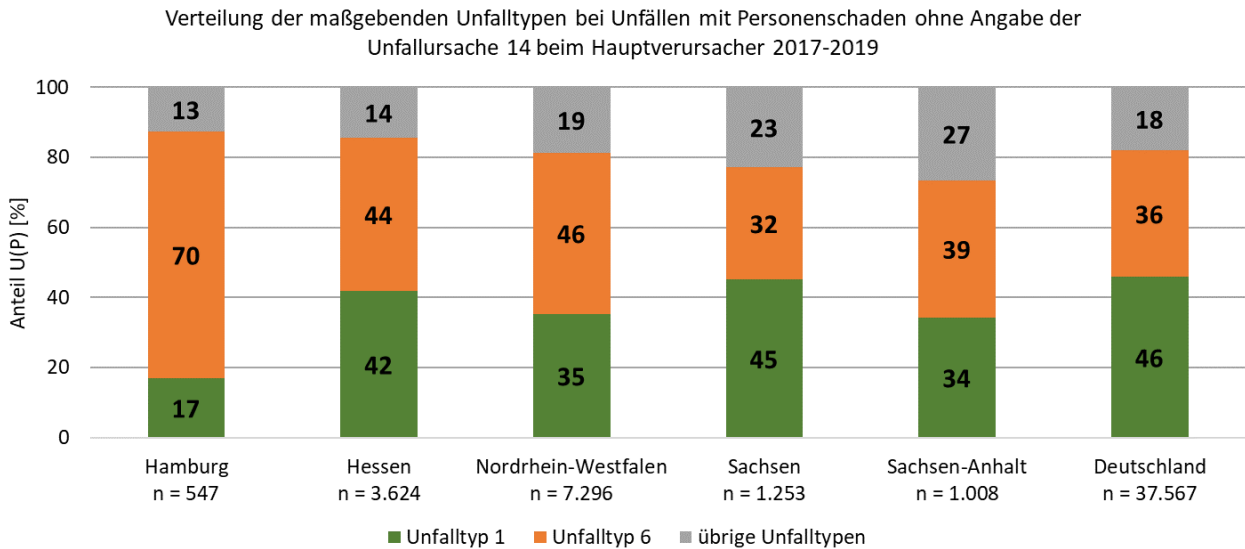


Abbildung 27: Verteilung der maßgebenden Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden ohne Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Werden ausschließlich die Unfälle mit dem Unfalltyp 6 betrachtet, zeigt sich, dass in Deutschland 57 % dieser Unfälle auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückzuführen sind (Abbildung 28). Ungenügender Sicherheitsabstand hat daher eine hohe Relevanz bei Unfällen im Längsverkehr.

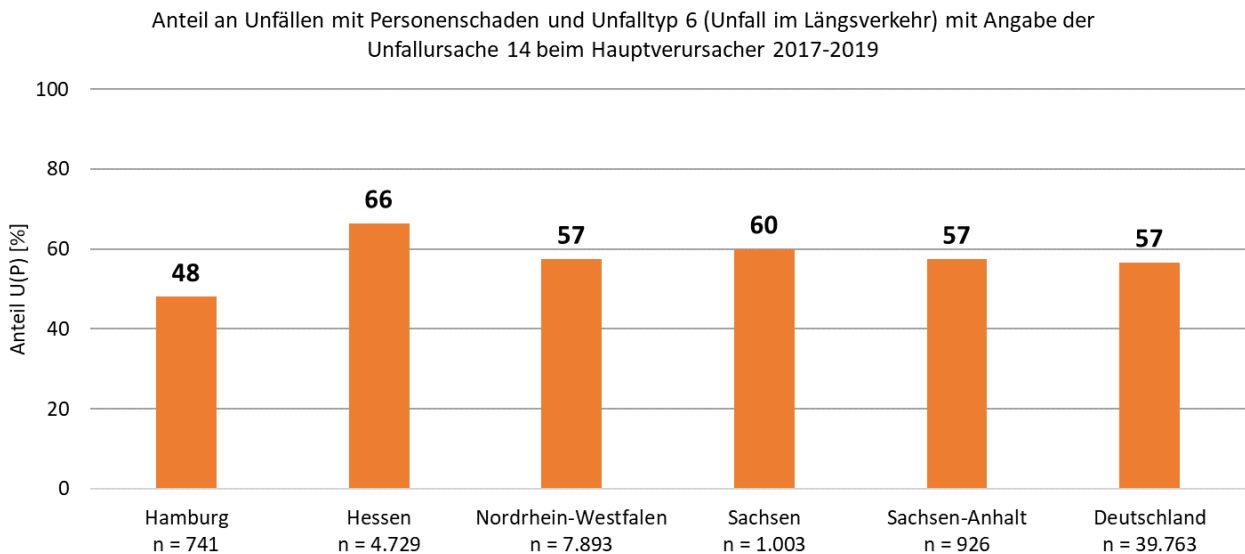


Abbildung 28: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfalltyp 6 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Bei Unfällen mit dem Unfalltyp 1 ist der Anteil der Unfälle mit der Angabe der Unfallursache 14 sehr gering (Abbildung 29). In Hamburg wird bei keinem Unfall vom Unfalltyp 1 diese Unfallursache angegeben. Insgesamt liegt der Anteil der Unfälle in Deutschland bei lediglich sechs Prozent. Fahrerunfälle sind demzufolge nur selten auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückzuführen.

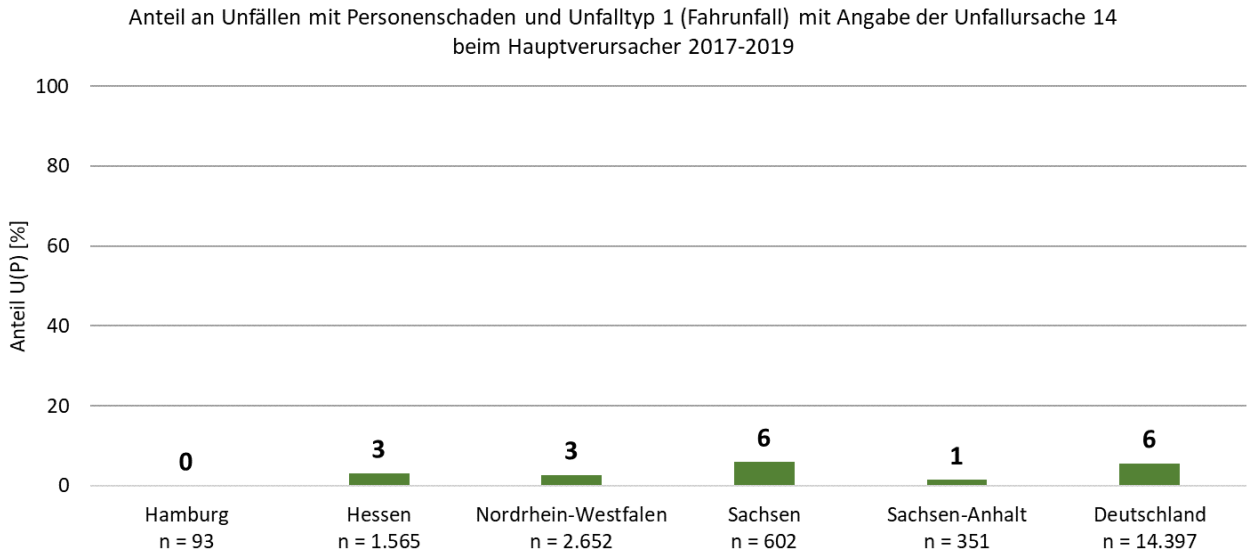


Abbildung 29: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfalltyp 1 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

4.1.5 Unfallarten

Die Verteilung der Unfallarten bei Unfällen mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher zeigt, dass die Unfälle überwiegend der Unfallart 2 (Unfall durch Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, welches vorausfährt oder wartet) zugeordnet werden (Abbildung 30). Bei 91 % der Unfälle ist dies der Fall. Die Unfallart 3 wird nur sehr selten (2 %) in diesem Zusammenhang angegeben.

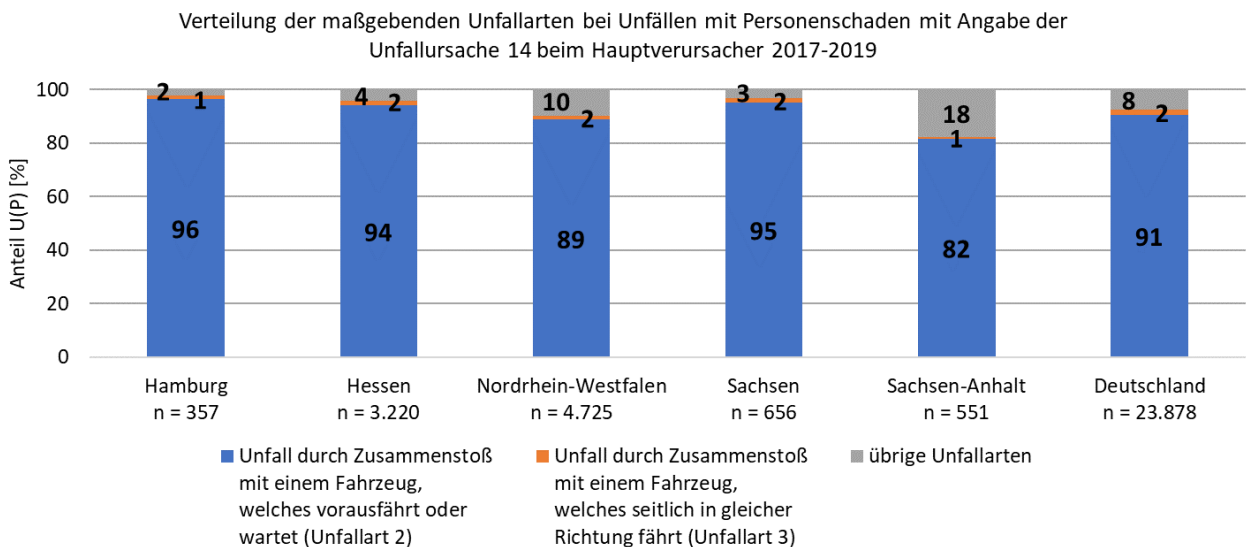


Abbildung 30: Verteilung der maßgebenden Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Bei der Betrachtung der Unfälle ohne Angabe der Unfallursache 14 ist der Anteil der Unfallart 2 deutlich geringer (Abbildung 31). Bei diesen Unfällen werden häufig auch andere Unfallarten, wie die Unfallarten 8 und 9 (Abkommen von der Fahrbahn nach rechts / links) angegeben.

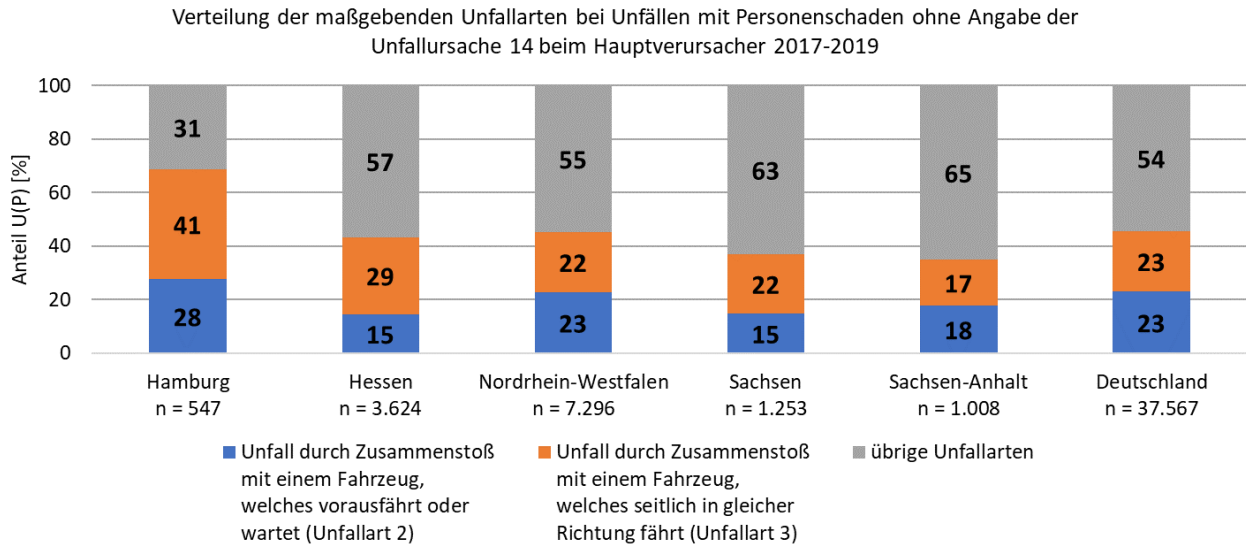


Abbildung 31: Verteilung der maßgebenden Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden ohne Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Abbildung 32 stellt den Anteil der Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher an den Unfällen mit der Unfallart 2 dar. Bei Unfällen durch einen Zusammenstoß auf ein vorausfahrendes oder wartendes Fahrzeug werden demnach häufig auf ungenügenden Sicherheitsabstand (71 %) zurückgeführt. In Hessen liegt dieser Wert sogar bei 85 %.

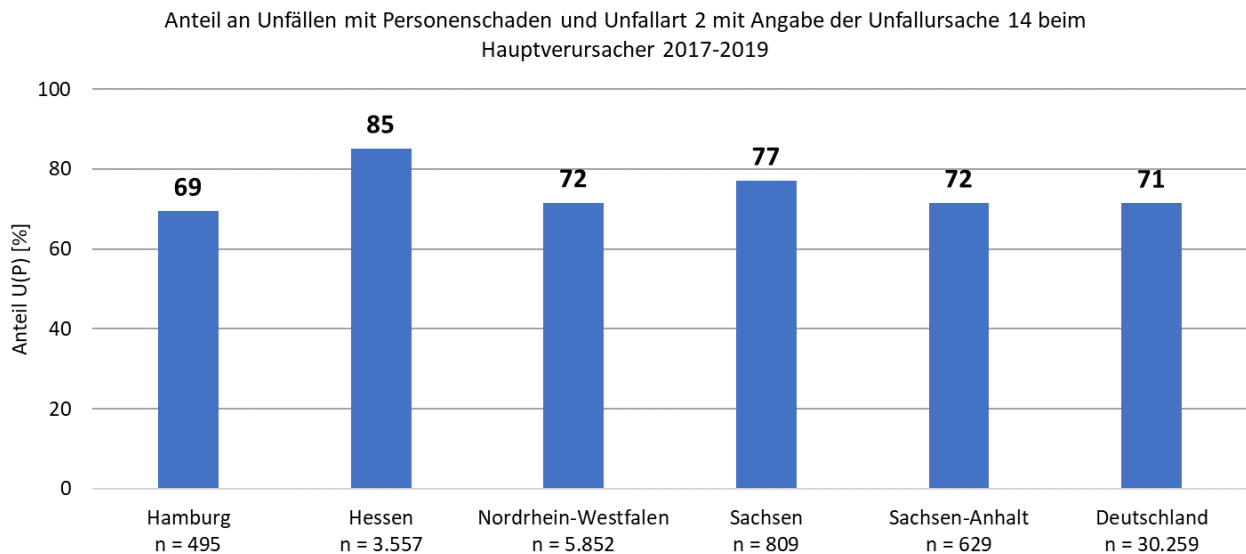


Abbildung 32: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfallart 2 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

Bei Unfällen durch einen Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, welches seitlich in gleicher Richtung fährt (Unfallart 3) wird die Unfallursache 14 beim Hauptverursacher in Deutschland nur bei fünf Prozent der Unfälle angegeben (Abbildung 33). Unfälle der Unfallart 3 sind demzufolge nur selten auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückzuführen.

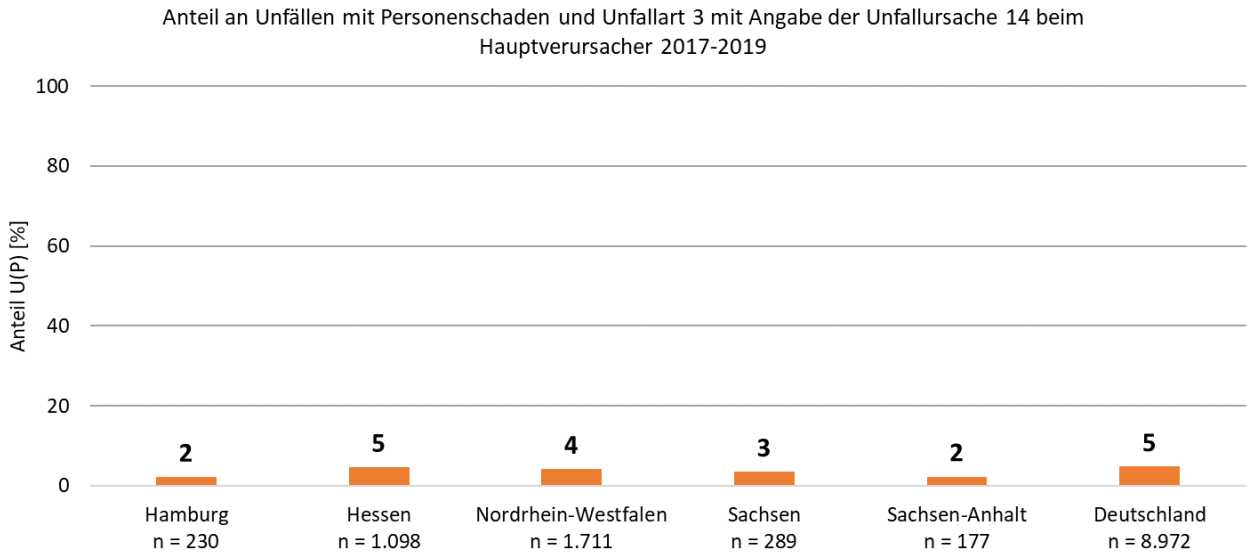


Abbildung 33: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfallart 3 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019

4.1.6 Zeitliche Verteilung

Wochenverteilung

In Abbildung 34 und Abbildung 35 sind exemplarisch die Verteilung der Unfälle mit Personenschaden im Wochenverlauf für die Länder Sachsen und Hessen dargestellt. Bei beiden Ländern zeigt sich, dass das Unfallgeschehen mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher im Vergleich zum Anteil der Verkehrsstärke an Freitagen überdurchschnittlich und am Wochenende unterdurchschnittlich ist. Der Anteil der Unfälle ohne Angabe der Unfallursache 14 ist im Wochenverlauf relativ konstant und unterliegt nur geringen Schwankungen. Da die Verkehrsstärke an Freitagen in den betrachteten Ländern am höchsten ist und am Wochenende geringer ist, scheint es einen Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke und dem Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand zu geben.

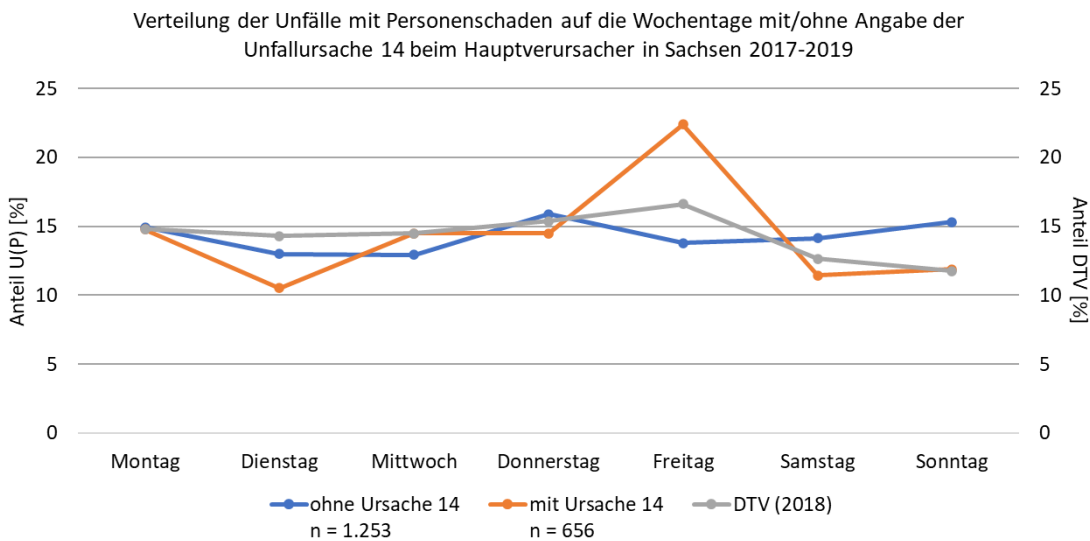


Abbildung 34: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Sachsen auf die Wochentage 2017-2019

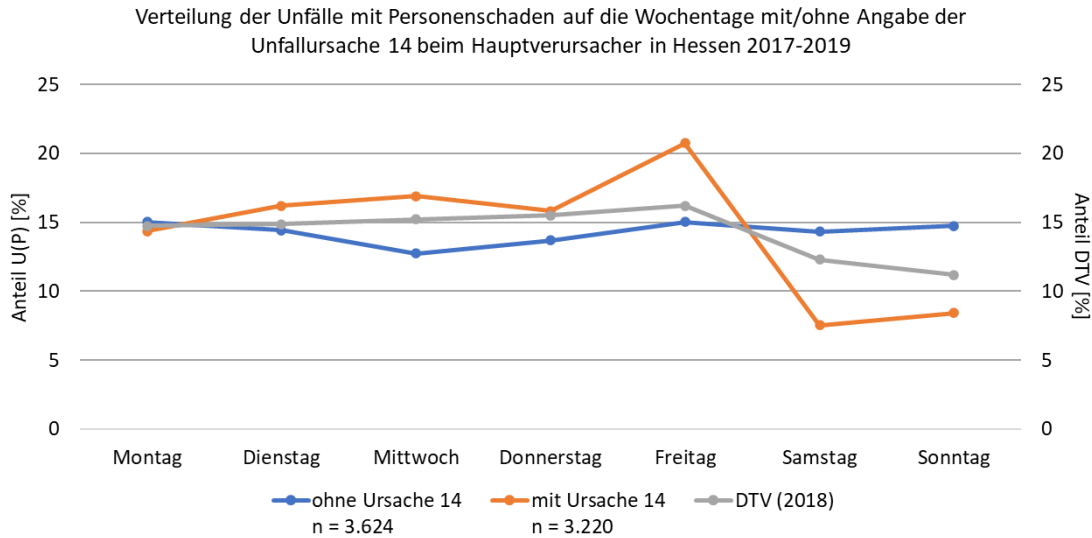


Abbildung 35: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Hessen auf die Wochentage 2017-2019

Abbildung 36 zeigt die Verteilung aller Unfälle mit Personenschaden in Deutschland. Auch an dieser Abbildung ist erkennbar, dass das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand an Freitagen überdurchschnittlich und an Wochenende unterdurchschnittlich ist. Das Unfallgeschehen ohne Angabe der Unfallursache 14 unterliegt insgesamt nur geringen Schwankungen.

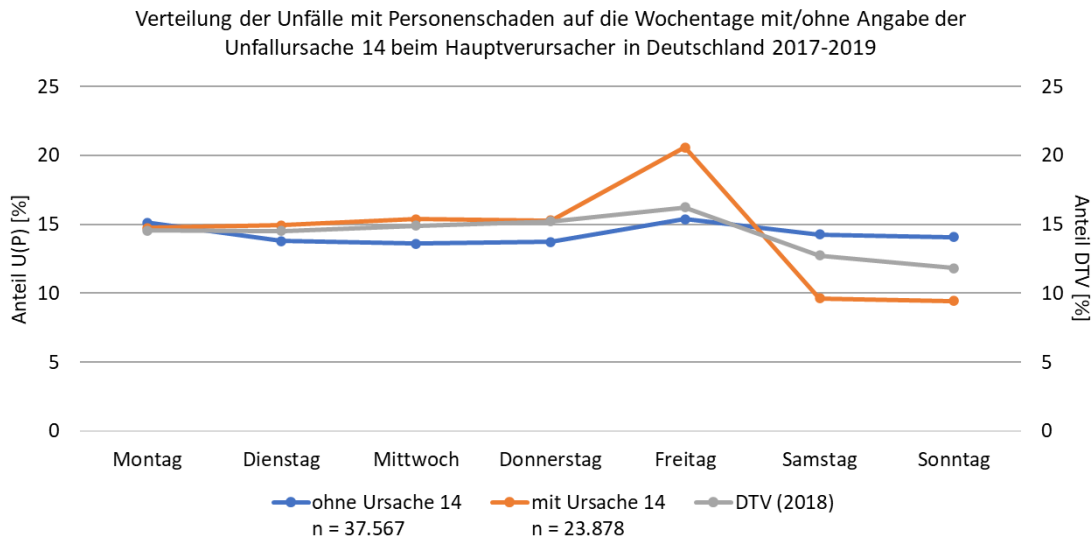


Abbildung 36: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland auf die Wochentage 2017-2019

Tagesverteilung

Bei Betrachtung der Tagesverteilung der Unfälle mit Personenschaden zeigt sich exemplarisch für Sachsen (Abbildung 37) und Hessen (Abbildung 38), dass das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand tagsüber zwischen 7 und 19 Uhr über dem übrigen Unfallgeschehen liegt. Mit Blick auf die Verteilung der der Verkehrsstärke zeigt sich, dass der Anteil der Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 morgens und nachmittags über dem Verkehrsaufkommen liegt. Auch die Tagesverteilung der Unfälle und der Verkehrsstärke deuten somit auf einen Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke und dem Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand hin.

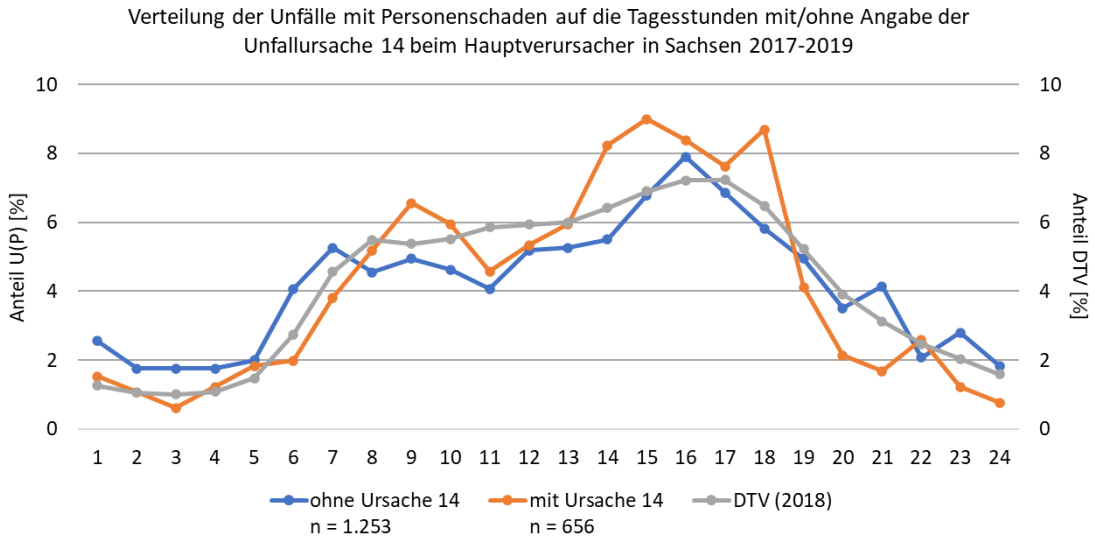


Abbildung 37: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Sachsen auf die Tagesstunden 2017-2019

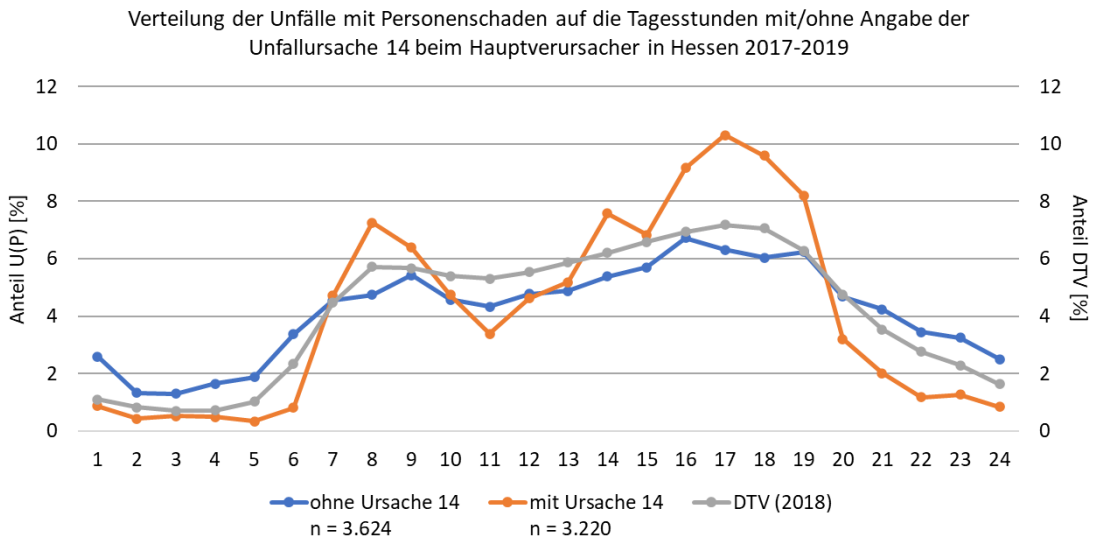


Abbildung 38: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Hessen auf die Tagesstunden 2017-2019

In Abbildung 39 ist die Tagesverteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland dargestellt. Zwischen 7 und 19 Uhr liegt das Unfallgeschehen mit Angabe der Unfallursache 14 weitgehend über dem übrigen Unfallgeschehen. Nach einem Rückgang des Unfallgeschehens über Mittag wird nachmittags der höchste Wert erreicht. In den Nachtstunden liegt das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand deutlich unter dem übrigen Unfallgeschehen. Anhand der Tagesverteilung lässt sich somit bereits erkennen, dass sich die meisten Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 bei Helligkeit ereignen.

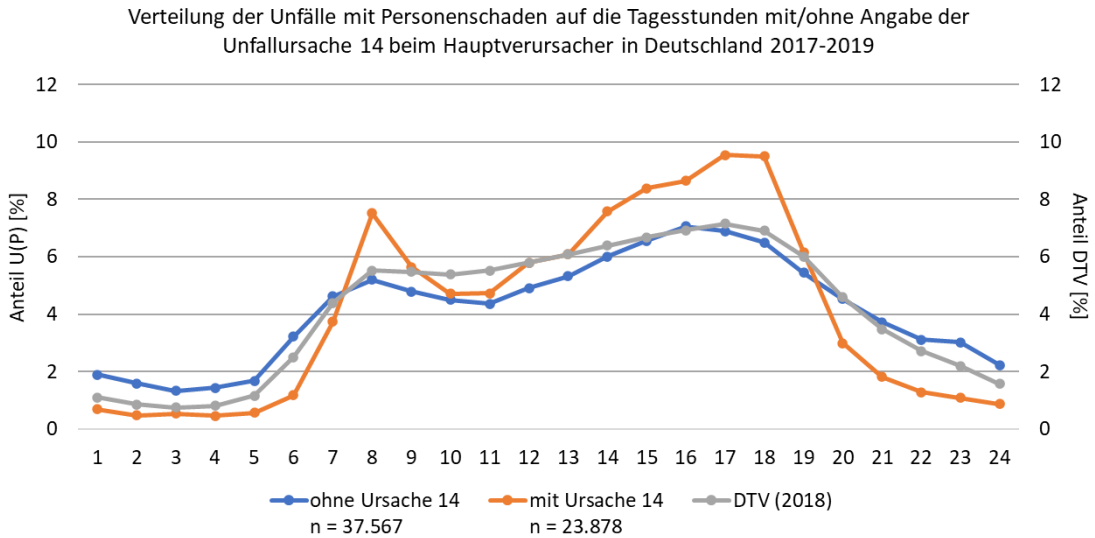


Abbildung 39: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland auf die Tagesstunden 2017-2019

Die Tagesverteilung der Unfälle mit schwerem Personenschaden deutet nicht auf ein besonders hohes Unfallgeschehen von Unfällen mit der Unfallursache 14 bei Nacht hin. Wie in Abbildung 40 zu erkennen ist, sind die Schwankungen bei Unfällen mit schwerem Personenschaden tagsüber weniger stark ausgeprägt wie in Abbildung 39. Die Anteile der U(SP) mit bzw. ohne Angabe der Unfallursache 14 sind sich über den gesamten Tagesverlauf hinweg ähnlicher.

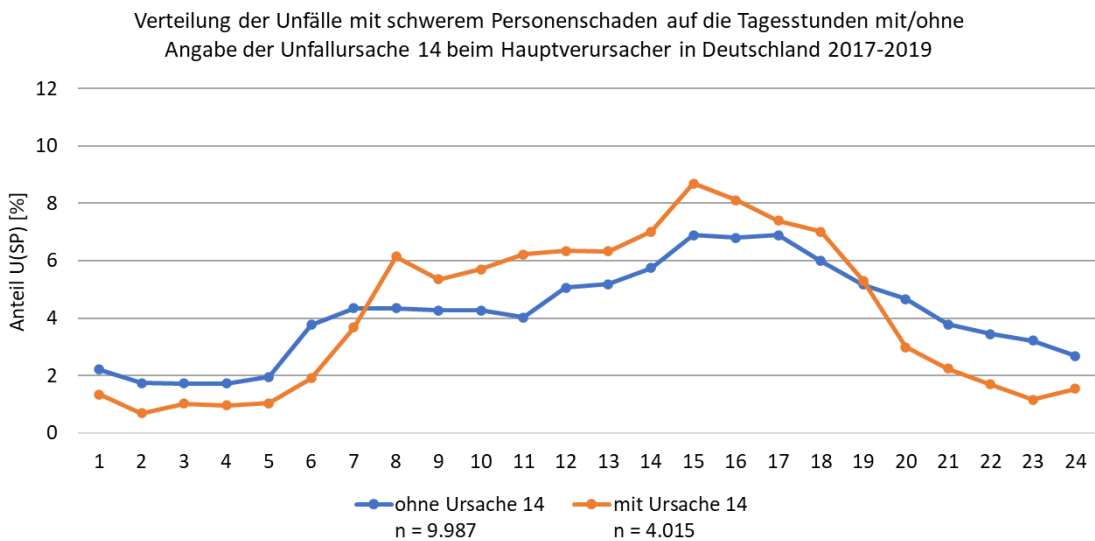


Abbildung 40: Verteilung der Unfälle mit schwerem Personenschaden in Deutschland auf die Tagesstunden 2017-2019

4.1.7 Lichtverhältnisse

Bei der makroskopischen Unfallanalyse zu den Lichtverhältnissen ist zu beachten, dass hierzu keine Daten für das Bundesland Nordrhein-Westfalen vorlagen, weswegen dieses in den Abbildungen nicht mit enthalten ist. Die Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden (Abbildung 41) spiegeln grundsätzlich die Erkenntnisse aus der Tagesverteilung wider. Rund drei Viertel der Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher ereigneten sich bei hellen Lichtverhältnissen. Bei Unfällen ohne die Angabe der Unfallursache 14 liegt der Anteil zehn Prozent darunter bei 66 %. Diese Beobachtung lässt sich grundsätzlich auf die vier untersuchten Länder übertragen. Ein Einfluss der Lichtverhältnisse auf das Unfallgeschehen von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand ist somit nicht feststellbar.

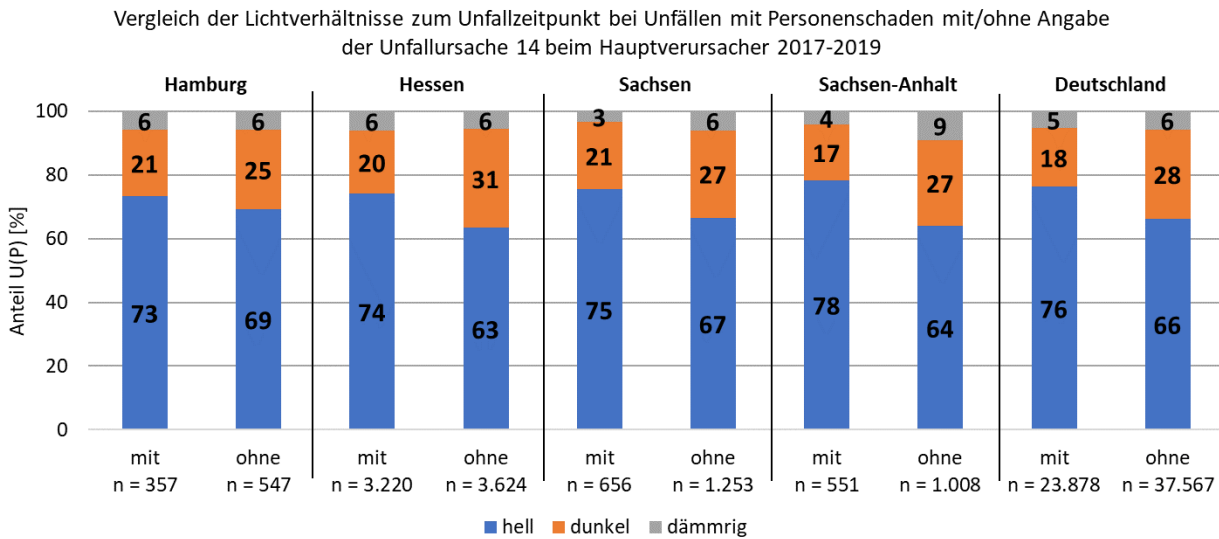


Abbildung 41: Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

In Abbildung 42 ist ein Vergleich zwischen der Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit schwerem Personenschaden dargestellt. Die Anteile der Lichtverhältnisse unterscheiden sich dabei nur geringfügig, sodass auch bei Unfällen mit schwerem Personenschaden kein Einfluss der Lichtverhältnisse auf das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand erkennbar ist.

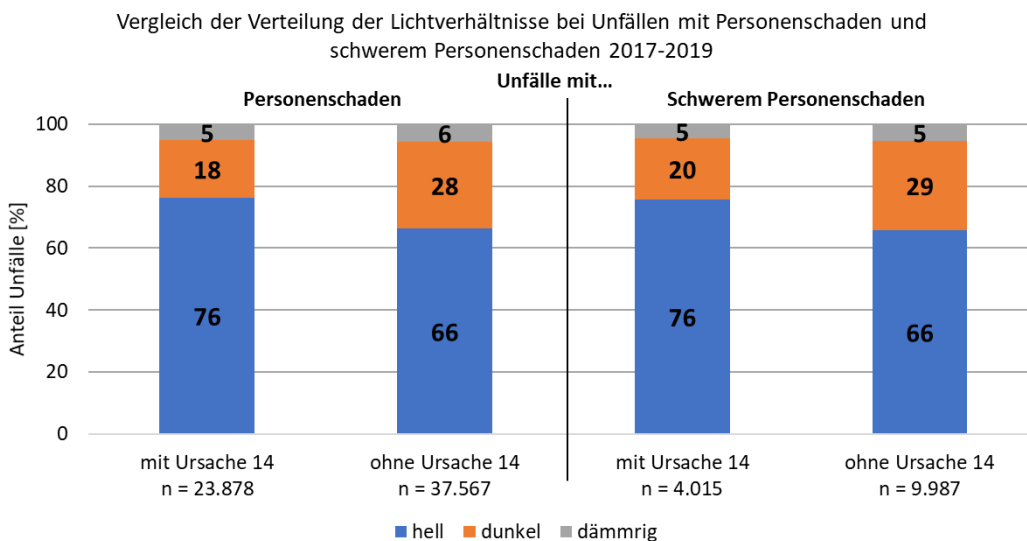


Abbildung 42: Vergleich der Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden und schwerem Personenschaden 2017-2019

4.1.8 Straßenzustand

Bei der Verteilung des Straßenzustands bei Unfällen mit Personenschaden ist erkennbar, dass Unfälle mit Angabe der Unfallursache 14 überwiegend auf trockener Fahrbahn stattfinden (Abbildung 43). Für Deutschland liegt der Anteil bei 80 % und damit 14 % höher als bei Unfällen ohne Angabe der Unfallursache 14. In Sachsen-Anhalt ereignen sich fast 90 % der Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand bei trockener Fahrbahn. Für den Straßenzustand ist somit kein Einfluss des auf das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand feststellbar.

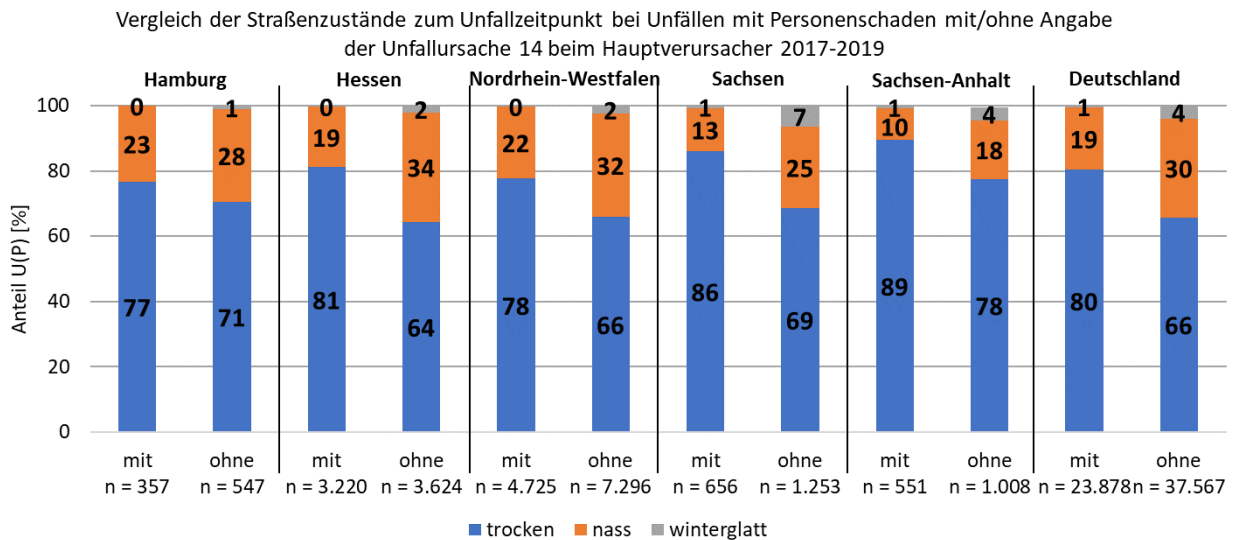


Abbildung 43: Verteilung des Straßenzustands bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

4.1.9 Streckencharakteristik

Die Auswertung der Verteilung für die Streckencharakteristik erfolgt ohne Betrachtung der Verteilung für Nordrhein-Westfalen und Gesamtdeutschland, da hierfür keine Daten vorlagen. Stattdessen wird die Summe der vier übrigen Länder mit dargestellt. Abbildung 44 zeigt eine inhomogene Verteilung der Angaben zur Streckencharakteristik in den untersuchten Ländern. In Hamburg und Sachsen-Anhalt werden zumeist nur wenige Angaben zur Streckencharakteristik gemacht, wohingegen in Hessen und Sachsen häufiger Angaben gemacht werden. Am häufigsten wird Kurve als Merkmal angegeben, wobei dies nur für Unfälle ohne Angabe der Unfallursache 14 gilt. Insgesamt werden bei Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand seltener Angaben zur Streckencharakteristik gemacht als bei den übrigen Unfällen. Anhand der Unfalldaten ist somit kein Einfluss der Streckencharakteristik auf das Unfallgeschehen mit der Unfallursache 14 erkennbar.

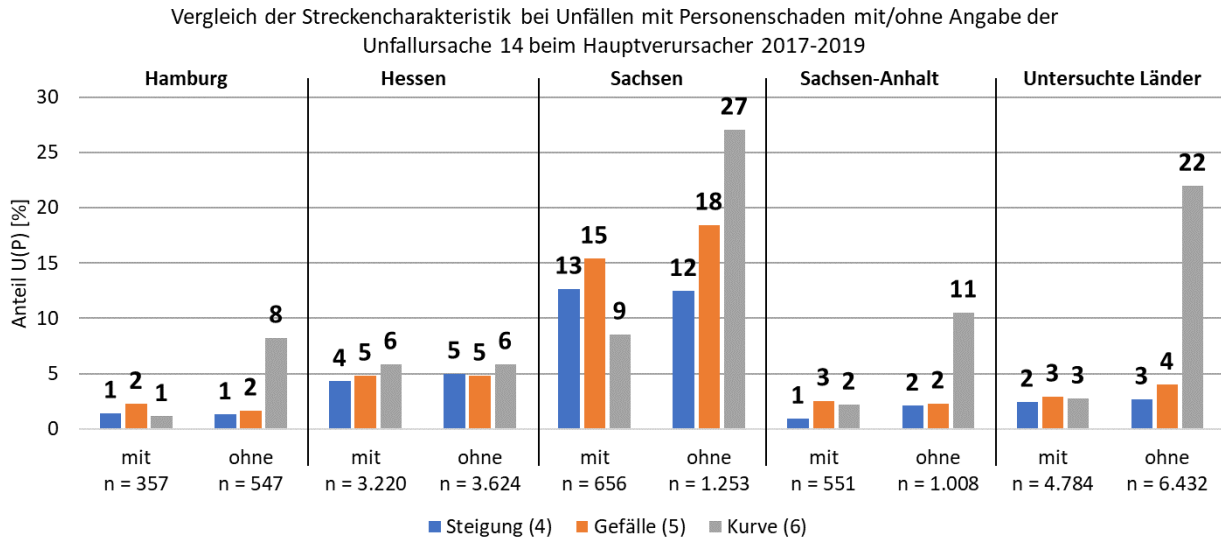


Abbildung 44: Verteilung der Streckencharakteristik bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

4.1.10 Besonderheit Arbeitsstelle

Der Anteil der Besonderheit Arbeitsstelle, die in den Unfallberichten angegeben werden kann, an den Unfällen mit Personenschaden ist in Abbildung 45 dargestellt. Die hohen Werte in Hamburg deuten auf Baumaßnahmen auf dem kurzen Autobahnnetz hin. Grundsätzlich ist in jedem der untersuchten Länder der Anteil bei Unfällen mit Angabe der Unfallursache 14 höher als bei den Unfällen ohne Angabe der Unfallursache 14. Insgesamt liegt der Anteil der Unfälle mit Unfallursache 14 mit der Besonderheit Arbeitsstelle bei etwa 10 %, was darauf hindeutet, dass es in Arbeitsstellen vermehrt zu Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand kommt.

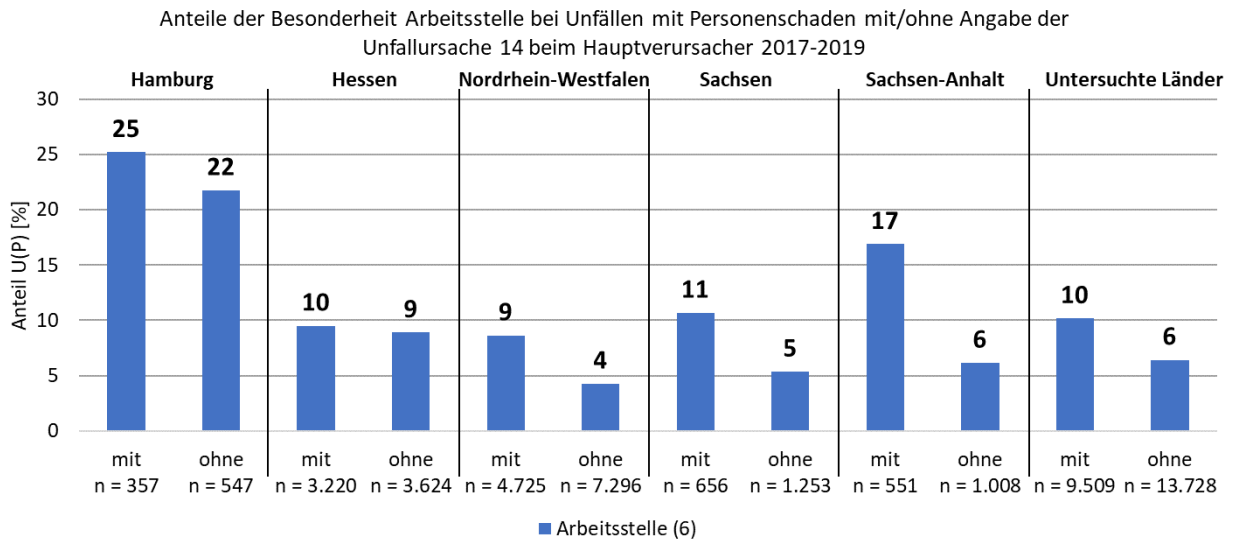


Abbildung 45: Anteil der Besonderheit Arbeitsstelle bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019

4.2 Mikroskopische Unfallanalyse an Unfallhäufungsstellen

4.2.1 Sachsen

Insgesamt wurden auf den sächsischen Autobahnen 23 UHS mit 156 U(P) festgestellt, welche ausschließlich Unfälle mit der Unfallursache 14 beinhalten. Der Schwerpunkt dieser UHS befindet sich auf der A 4. Dort wurden 17 UHS identifiziert. Unter diesen befinden sich zudem auch die UHS mit den meisten Unfällen. Die A 4 ist mit einer Länge von rund 210 Kilometern die längste und als Ost-West-Achse die meist befahrene Autobahn in Sachsen. Demzufolge gibt es in Sachsen nur sechs UHS, die nicht auf der A 4 liegen. Auf der A 17 und der A 38 gibt es keine UHS mit ungenügendem Sicherheitsabstand.

Innerhalb der UHS konnte keine höhere Beteiligung von Lkw am Unfallgeschehen festgestellt werden als bei der makroskopischen Unfallanalyse. Es wurde lediglich bei rund zwei Dritteln der Unfälle erkannt, dass bei einer Beteiligung eines Lkw die Lkw-Verkehrsstärke über der mittleren Lkw-Verkehrsstärke gelegen hat. Lkw sind demnach eher an Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand beteiligt, wenn auch der Schwerverkehrsanteil erhöht ist.

Bezüglich der zeitlichen Verteilung im Wochenverlauf zeigen die Unfälle mit der Unfallursache 14 prinzipiell ein sehr ähnliches Bild zur makroskopischen Auswertung der Unfälle. Der Anteil der U(P), die sich innerhalb der gebildeten UHS an Freitagen ereignen, liegt bei etwa 26 %. Der Schwerpunkt der Unfälle in den UHS liegt mit 44 % nachmittags in der Zeit zwischen 14 und 18 Uhr. Zu diesen Zeiten werden in Sachsen auch die höchsten Verkehrsstärken erreicht, weswegen ein Einfluss der Verkehrsstärke auf das Unfallgeschehen möglich ist.

Bezüglich der Lichtverhältnisse und des Straßenzustands zum Unfallzeitpunkt sind die U(P) innerhalb der gebildeten UHS unauffällig. Etwa 90 % dieser Unfälle ereignen sich bei Tageslicht und fast 94 % bei trockener Fahrbahn, was die Werte aus der makroskopischen Unfallanalyse noch übersteigt. Nachteilige Straßenzustände oder Lichtverhältnisse wirken sich somit kaum auf die Unfälle innerhalb einer UHS aus, was bedeutet, dass von ihnen im Bereich der Unfallhäufungen kein erhöhtes Unfallrisiko ausgeht.

Eine weitere Erkenntnis aus den Auswertungen der UHS der Abstundsunfälle ist die in den Bereichen der UHS oftmals vorliegende Stauproblematik. 82 der 156 U(P) innerhalb der UHS sind laut den Beschreibungen des Unfallherganges auf Staus zurückzuführen. Das heißt, dass in den Texten Begriffe wie „Stauerscheinungen“, „Stau“ oder „verkehrsbedingt stehend“ erwähnt wurden. Formulierungen wie „verkehrsbedingt abbremsten“ oder „zähfließender Verkehr“ waren in den Berichten ebenfalls zu finden, wurden an dieser Stelle jedoch nicht in die Staubetrachtungen einbezogen, da sie nicht zwangsläufig auf einen Stau hinweisen. Dies zeigt ein erhöhtes Risiko von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand in Staus und an Stauenden.

4.2.2 Sachsen-Anhalt

In Sachsen-Anhalt wurden insgesamt 19 UHS mit insgesamt 100 U(P) identifiziert, die auf die Unfallursache 14 zurückzuführen sind.

In Sachsen-Anhalt ist in den UHS in 36 % der Fälle ein LKW als Hauptverursacher genannt, was etwas häufiger ist als in der makroskopischen Unfallanalyse.

Auch in Sachsen-Anhalt ist die zeitliche Verteilung der Unfälle mit der Unfallursache 14 in den UHS ähnlich zur makroskopischen Auswertung der Unfälle. Der Anteil der U(P), die sich innerhalb der gebildeten UHS an Freitagen ereignen, liegt bei 28 %. An Wochenenden liegt der Anteil bei lediglich 15 %. Im Tagesverlauf befindet sich der

Schwerpunkt der Unfälle in den UHS wie in Sachsen nachmittags. In Sachsen-Anhalt liegt dieser Zeitraum zwischen 12 und 16 Uhr. In dieser Zeit geschehen 47 % der Unfälle mit der Unfallursache 14 in den UHS.

Wie in Sachsen sind die U(P) in den UHS hinsichtlich der Lichtverhältnisse und des Straßenzustands unauffällig. 85 % dieser Unfälle ereignen sich bei Tageslicht, was 7 % über dem Wert aus der makroskopischen Unfallanalyse liegt. 96 % der Unfälle in den UHS ereignen sich bei trockener Fahrbahn. Nachteilige Straßenzustände oder Lichtverhältnisse begünstigen somit nicht das Zustandekommen einer UHS mit der Unfallursache 14.

Hinsichtlich der Angaben zur Streckencharakteristik konnten analog der makroskopischen Unfallanalyse keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Die Besonderheit Arbeitsstelle wurde in den UHS in 12 % der Fälle angegeben. Bei der Untersuchung der Unfallhergänge fiel jedoch auf, dass insgesamt 32 % der Unfälle auf Arbeitsstellen zurückgeführt werden können. Da sich die Unfälle zum Teil räumlich vor der Arbeitsstelle ereignen, kann es sein, dass diese zwar im Unfallhergang vermerkt wird, jedoch nicht als Besonderheit im Unfallbericht angegeben wird. Folglich könnten mehr Unfälle auf Arbeitsstellen zurückzuführen sein als sich dies aus der Statistik ablesen lässt.

Die Auswertung der Unfallhergänge in den UHS hinsichtlich Staus ergibt, dass bei 58 % der Unfallhergänge Begriffe verwendet werden, die auf Stau schließen lassen. Folglich findet in den UHS nur ein geringerer Teil der Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand bei fließendem Verkehr statt.

4.3 Stichprobenanalyse von Unfallhergängen

In Tabelle 12 sind die Sachverhalte mit den zugehörigen Häufigkeiten enthalten, die bei der Stichprobenanalyse der Unfallhergänge aufgefallen sind. Die gesamte Auswertung ist den Anhängen 3 und 4 zu entnehmen. Rund ein Drittel der untersuchten Unfälle ist auf Stau zurückzuführen, indem dies wörtlich in den Unfallhergängen genannt wird. Neben Stau werden häufig weitere Ursachen genannt, die mit dem Verkehrsablauf in Zusammenhang stehen. In etwa 12 % der Fälle wird auf ein stehendes Fahrzeug aufgefahren. Bei einem Viertel der Unfälle erfolgt durch das vorausfahrende Fahrzeug eine verkehrsbedingte Verringerung der Geschwindigkeit, auf die das nachfolgende Fahrzeug nicht oder nicht rechtzeitig reagieren kann. Über 50 % der Unfälle sind somit auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Störungen im Verkehrsablauf zurückzuführen.

Hinweise auf Unaufmerksamkeit zeigen sich in 13 % der untersuchten Unfallhergänge. Ablenkung wird lediglich ein einziges Mal genannt, was zeigt, dass dies entweder keine relevante Unfallursache ist oder bei der Aufnahme des Unfalls nur sehr schwer oder nur auf Hinweise des Unfallverursachers nachzuweisen ist. Bei 5 % der untersuchten Unfälle erfolgt dieser ungebremst. Bei der Hälfte dieser ungebremsten Unfälle wird Stau genannt, was darauf hindeutet, dass der Stau vom Fahrzeugführer nicht wahrgenommen wurde. Unaufmerksamkeit wird lediglich ein einziges Mal im Zusammenhang mit einem ungebremsten Unfall genannt.

9 % der Unfälle stehen in Verbindung mit einem Fahrstreifenwechsel und in 10 % wurde vor dem Unfall noch ein Ausweichversuch unternommen. Lediglich in drei Unfällen wurden diese auf Sekundenschlaf zurückgeführt. Hinweise auf einen Unfall im Baustellenbereich fanden sich in 9 % der Unfälle, was sich mit in etwa mit den Ergebnissen aus der makroskopischen Unfallanalyse deckt.

Tabelle 12: Häufigkeit von Sachverhalten aus Unfallhergängen

Thema	Sachverhalt	Bedeutung	Häufigkeit	
			Absolut [-]	Relativ [%]
Verkehrszustand	Stau	„Stau“ wird wörtlich genannt (z. B. Stau, Stauerscheinung, Rückstau).	95	32
	Verkehrsbedingt abbremsen	Verringerung der Geschwindigkeit, ohne Nennung von „Stau“.	74	25
	Stillstand	Auffahren auf stehende Fahrzeuge, ohne Nennung von „Stau“ (z. B. „kommt zum Stillstand“, „verkehrsbedingt stehend“).	37	12
	Stockungen	„Stockungen“ oder „stockender Verkehr“ werden genannt, ohne Nennung von „Stau“.	17	6
	Hohes Verkehrsaufkommen	„Hohes Verkehrsaufkommen“ wird als Ursache genannt, ohne Nennung von „Stau“.	16	5
	Unfall	Unmittelbar vor dem betrachteten Unfall hatte sich ein weiterer Unfall ereignet.	9	3
Mensch	Unaufmerksamkeit	„Unaufmerksamkeit“ oder „Unachtsamkeit“ wird als Ursache genannt.	38	13
	Ausweichen	Es wurde ein Ausweichversuch unternommen.	31	10
	Fahrstreifenwechsel	Der Unfall steht im Zusammenhang mit einem Fahrstreifenwechsel, welcher vor oder während dem Unfall stattgefunden hat.	28	9
	Geschwindigkeit	Überhöhte oder nicht angepasste Geschwindigkeit wird unabhängig von der Unfallursache genannt.	15	5
	Ungebremstes Auffahren	Der Auffahrunfall erfolgte ungebremst.	14	5
	Gefahrenbremsung	Einer der Unfallbeteiligten hat eine Gefahrenbremsung durchgeführt.	12	4
	Sekundenschlaf	Der Hauptverursacher verfiel in einen Sekundenschlaf.	3	1
	Ablenkung	„Ablenkung“ wird wörtlich genannt.	1	0
Betrieb	Baustelle	Es wird beschrieben, dass sich der Unfall im Baustellenbereich ereignete.	27	9
Sonstiges	Ungeklärte Ursache	Keine konkreten Hinweise auf die Gründe des Auffahrens, „ungeklärte Ursache“ oder ähnliches werden genannt.	25	8

Die häufigsten Fahrzeugfolgebeziehungen zwischen erstem und zweitem Verkehrsbeteiligten fanden zwischen Pkws und Lkws statt. In 98 % der untersuchten Berichte war dies der Fall. Tabelle 13 enthält die Häufigkeit der jeweiligen Fahrzeugfolgebeziehungen zwischen Pkw und Lkw. Die Häufigkeitsverteilung aller betrachteten Sachverhalte ist in Anhang 5 enthalten. Der Anteil der Pkw und Lkw als Hauptverursacher entspricht in etwa dem aus der makroskopischen Unfallanalyse für die drei Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen (vgl. Abbildung 22).

Tabelle 13: Fahrzeugfolgebeziehungen bei den untersuchten Unfallhergängen

1. Beteiligter	2. Beteiligter	Häufigkeit	
		Absolut [-]	Relativ [%]
Pkw	Pkw	191	64
Pkw	Lkw	32	11
Lkw	Pkw	25	8
Lkw	Lkw	46	15

Wenn zwei Pkw an einem Unfall beteiligt sind, ergeben sich nur geringfügige Unterschiede zur Verteilung in Tabelle 12. Wenn ein Pkw auf einen Lkw auffährt wird dies häufig auf Unaufmerksamkeit (28 %) und selten auf Stau (13 %) zurückgeführt. In 19 % dieser Fälle ist die genaue Ursache ungeklärt.

Bei einem Auffahrunfall von einem Lkw auf einen Pkw fällt lediglich auf, dass dies vier Mal (16 %) in Zusammenhang mit einem Fahrstreifenwechsel steht. Wenn zwei Lkws an einem Unfall beteiligt sind, wird dies besonders oft auf Stau zurückgeführt. In 59 % der untersuchten Unfallhergänge wird Stau erwähnt. Bei 17 % der Unfälle erfolgt dieser ungebremst. Dies deutet auf eine hohe Relevanz von Stau bei Unfällen mit Lkw hin.

4.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der makroskopischen Unfallanalyse (vgl. Abschnitt 4.1) zeigen, dass das Fehlverhalten ungenügender Sicherheitsabstand (Unfallursache 14) bei Unfällen mit Personenschaden am häufigsten beim Unfallverursacher genannt wird. Dahinter folgen die Unfallursachen nicht angepasste Geschwindigkeit (Unfallursachen 12+13) und andere Fehler (Unfallursache 49). Bei Unfällen mit schwerem Personenschaden werden am häufigsten andere Fehler und nicht angepasste Geschwindigkeit angegeben. Ungenügender Sicherheitsabstand ist demnach bei Unfällen mit schwerem Personenschaden nicht die häufigste Unfallursache. Bei Lkws werden etwas häufiger Fehler beim Fahrstreifenwechsel (Unfallursache 26) als Unfallursache angegeben.

Lkw sind bei Unfällen mit Personenschaden und ungenügendem Sicherheitsabstand nicht häufiger beteiligt als bei den übrigen Unfällen mit Personenschaden. Allerdings sind Lkw häufiger bei Unfällen mit schwerem Personenschaden beteiligt.

Bei Unfällen mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher kommt es seltener zu Unfällen mit schwerem Personenschaden, weswegen durchschnittlich die Unfallschwere bei Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand geringer einzuschätzen ist.

Unfälle mit der Unfallursache ungenügender Sicherheitsabstand werden in aller Regel dem Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr) (96 %) und der Unfallart 2 (Unfall durch Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, welches vorausfährt oder wartet) (91 %) zugeordnet.

Bei der zeitlichen Verteilung im Wochenverlauf ist erkennbar, dass sich die Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand an Freitagen häufen und damit an den Tagen, an denen auch die höchsten Verkehrsstärken erreicht werden. Die zeitliche Verteilung im Tagesverlauf weist ebenfalls auf einen Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke und dem Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand hin. Das Unfallgeschehen ist besonders nachmittags erhöht, wohingegen es in der Nacht unter dem übrigen Unfallgeschehen liegt.

Hinsichtlich der Lichtverhältnisse, des Straßenzustands und der Streckencharakteristik können aus der Unfallstatistik keine Einflüsse auf das Unfallgeschehen mit ungenügendem Sicherheitsabstand festgestellt werden.

Die meisten Unfälle mit der Unfallursache 14 finden bei hellen Lichtverhältnissen und trockener Fahrbahn statt. Lediglich in Arbeitsstellen scheinen sich Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand zu häufen.

Die mikroskopische Unfallanalyse der UHS von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand in Sachsen und Sachsen-Anhalt (vgl. Abschnitt 4.2) bestätigt größtenteils die Beobachtungen aus der makroskopischen Unfallanalyse. Die UHS liegen zumeist auf den Abschnitten, auf denen auch hohe Verkehrsstärken erreicht werden.

Die meisten Unfälle innerhalb der UHS ereignen sich freitags. Der zeitliche Schwerpunkt liegt in den beiden Bundesländern nachmittags. In Sachsen ist dies die Zeit zwischen 14 und 18 Uhr und in Sachsen-Anhalt die Zeit zwischen 12 und 16 Uhr, was auf einen Zusammenhang zur Verkehrsstärke hindeutet. Auffälligkeiten hinsichtlich der Lichtverhältnisse, Straßenzustand und Streckencharakteristik zeigten sich auch in den UHS nicht.

Bei der Untersuchung der zugehörigen Unfallhergänge in den UHS zeigte sich, dass mehr als die Hälfte der Unfälle auf Staus oder stehende Fahrzeuge zurückzuführen sind. Dieser Sachverhalt wurde in der Stichprobenanalyse der Unfallhergänge (Abschnitt 4.3) weitergehend untersucht.

Bei der Analyse der Unfallhergänge zeigte sich, dass über 50 % der untersuchten Unfälle mit Personenschaden auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Störungen im Verkehrsablauf (z. B. Stau, Stillstand, verkehrsbedingtes Abbremsen) zurückzuführen sind. Unaufmerksamkeit wurde in 13 % der Fälle als Ursache genannt. Ablenkung oder Sekundenschlaf als häufige Unfallursache konnte in den Unfallhergängen nicht nachgewiesen werden.

Ein Auffahren eines Pkw auf einen Lkw wird nur selten auf Stau (13 %) zurückgeführt, dafür häufiger auf Unaufmerksamkeit (28 %). Unfälle zwischen zwei Lkw werden hingegen häufig auf Stau zurückgeführt (59 %).

Die Ergebnisse der Unfallanalyse deuten insgesamt auf eine hohe Korrelation zwischen dem Verkehrsaufkommen und dem Unfallgeschehen mit Angabe der Unfallursache ungenügender Sicherheitsabstand hin, weswegen eine Untersuchung des Abstandsverhalten bei unterschiedlichen Verkehrszuständen erfolgen sollte.

5 Ergebnisse Freie Strecke

5.1 Abstandsverhalten

Für die Messstellen der Freien Strecke, welche in Tabelle 4 aufgelistet werden, wird das Abstandsverhalten jeweils im Bereich einer Unfallhäufung und einer Kontrollstelle entsprechend den in Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Kriterien analysiert. In den folgenden Unterkapiteln werden die wesentlichen Ergebnisse dieser Analysen dargestellt. Diese Ergebnisse setzen sich aus Werten zusammen, die durch die Summierung aller Messstellen der Freien Strecke mit gleicher Fahrstreifenanzahl bestimmt wurden. Analyseergebnisse explizit für einzelne Messstellen, können, wenn vorhanden, in Anhang 11 nachvollzogen werden. Insofern keine wesentlichen Unterschiede in den Analyseergebnissen für zweistreifige und dreistreifige Messstellen auftreten, werden die Ergebnisse der zweistreifigen Messstellen lediglich wörtlich beschrieben. Die dazugehörige Abbildung wird in diesen Fällen jeweils in Anhang 7 beigefügt.

5.1.1 Auslastungsgrad / Verkehrsqualität

Zur Analyse der Abstände in Abhängigkeit von der Verkehrsqualität wurde zunächst die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs für jedes Video bestimmt und anschließend die Abstände in Abhängigkeit von dieser und den Intervallen für die Nettozeitabstände in Abbildung 46 für die dreistreifigen Messstellen dargestellt. Die Ergebnisse der Unfallhäufungsstelle werden den Ergebnissen der Kontrollstelle gegenübergestellt.

Es wird ersichtlich, dass die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden mit sinkender Verkehrsqualität deutlich zunehmen. Unterschiede im Abstandsverhalten zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle zeigen sich dabei nicht. So sind bei einer QSV von B, also unwesentlich beeinflusstem Verkehr, sieben bis acht Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde und 19 % der Abstände liegen zwischen einer und zwei Sekunden. Bei einer QSV von D, also ständig beeinflusstem Verkehr, steigen diese Anteile auf rund 20 % kleiner einer Sekunde und etwa 40 % zwischen einer und zwei Sekunden. Das empfohlene Maß für den einzuhaltenden Mindestabstand liegt bei einem Wert vom halben Tacho in Metern, was umgerechnet in Sekunden 1,8 Sekunden entspricht. Bei einer QSV von D sind also nahezu 60 % der gemessenen Abstände geringer als der einzuhaltende Mindestabstand.

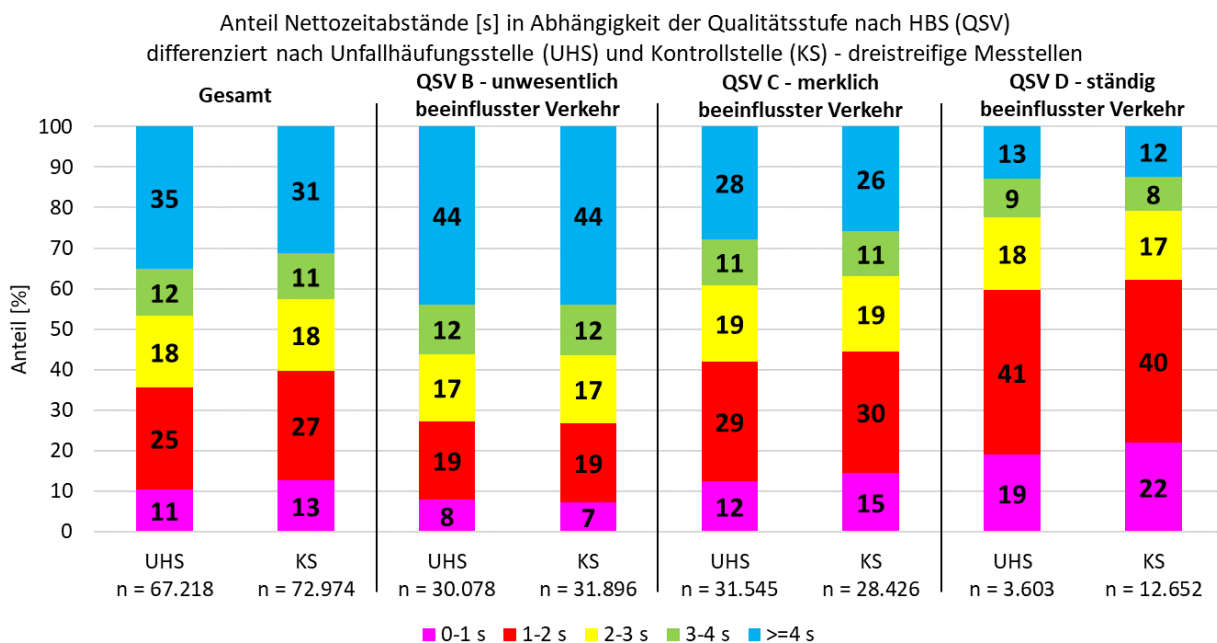


Abbildung 46: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit der QSV nach HBS für die dreistreifigen Messstellen

An den untersuchten zweistreifigen Messstellen zeigt sich diese Entwicklung gleichermaßen mit nahezu gleichen Werten für die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden, welche lediglich wenige Prozentpunkte über den Ergebnissen der dreistreifigen Messstellen liegen.

Da die Abstände kleiner zwei Sekunden in den meisten Fällen eine Unterschreitung des empfohlenen Mindestabstandes bedeuten, wurden diese noch einmal genauer untersucht und die Anteile dieser Abstände in Abhängigkeit des vorliegenden Auslastungsgrades betrachtet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 47 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden mit zunehmendem Auslastungsgrad annähernd linear ansteigen. Diese Tendenz zeigt sich an zweistreifigen Messstellen gleichermaßen, allerdings mit einem leicht geringeren Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,787$.

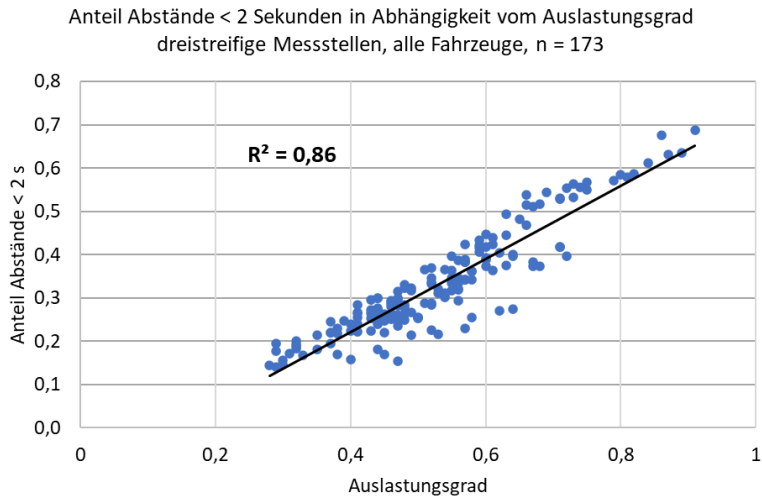


Abbildung 47: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, alle Fahrzeuge

Im Rahmen dieser Analysen wurde außerdem untersucht, ob die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad unterschiedliche Tendenzen aufweisen, je nachdem welcher Fahrzeugart sie zugeordnet werden können. Für die Fahrzeugart Pkw zeigt sich dabei, wie in Abbildung 48 zu sehen, ebenfalls ein linearer Anstieg der Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei zunehmendem Auslastungsgrad.

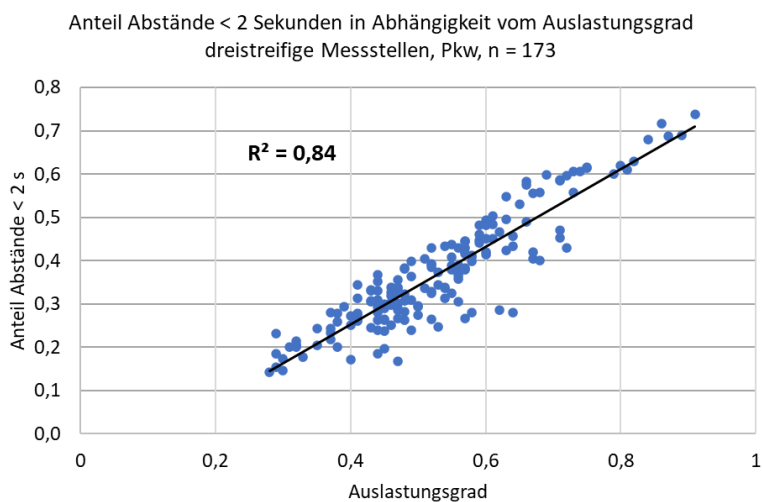


Abbildung 48: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, Pkw

Für Lkw bestätigt sich dies allerdings nicht. Wie in Abbildung 49 ersichtlich, tritt bei Lkw keine wesentliche Zunahme der Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei steigendem Auslastungsgrad auf, die Anteile betragen unabhängig vom Auslastungsgrad meist zwischen zehn und 30 %.

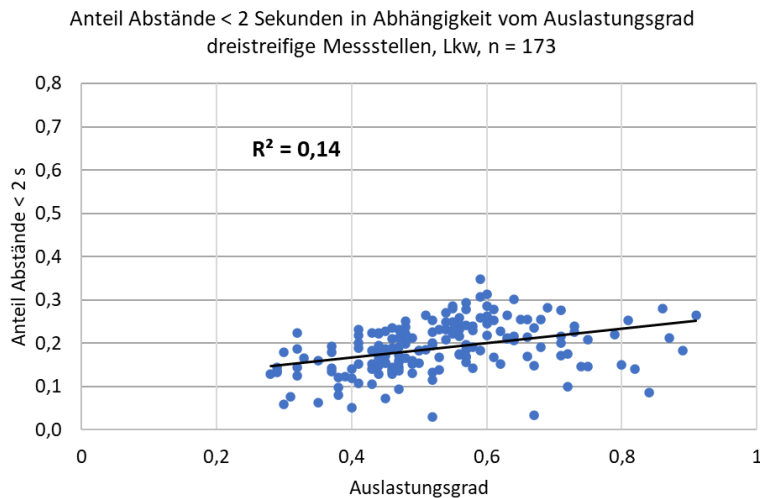


Abbildung 49: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, Lkw

Für die zweistreifigen Messstellen bestätigen sich die Ergebnisse der dreistreifigen Messstellen auch in diesem Punkt. Während bei Pkw mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,6828$ ein annähernd linearer Anstieg festgestellt wird, sind die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden von Lkw eher zufällig verteilt mit einem Bestimmtheitsmaß für einen linearen Anstieg von lediglich $R^2 = 0,0113$.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich das Abstandsverhalten auf Autobahnen in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad bzw. von der Verkehrsqualität auf Autobahnen ändert. Ein höherer Auslastungsgrad führt zu größeren Anteilen von Abständen kleiner zwei bzw. auch einer Sekunde. Dabei hat der Auslastungsgrad lediglich bei Pkw einen nachweisbaren Einfluss auf das Abstandsverhalten. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass Pkw das Abstandsverhalten auf Autobahnen maßgeblich beeinflussen, da auch unabhängig von der Fahrzeugart ein Einfluss des Auslastungsgrades bzw. ein linearer Anstieg der Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden festgestellt wurde (Abbildung 47).

5.1.2 Fahrstreifen

Bei der Analyse der gehaltenen Nettozeitabstände nach dem genutzten Fahrstreifen zeigt sich, dass bei dreistreifigen Messstellen auf dem linken Fahrstreifen am häufigsten Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten werden und auf dem rechten Fahrstreifen am seltensten. Abbildung 50 zeigt die konkrete Verteilung. Die wesentlichen Unterschiede liegen dabei in den Anteilen der Abstände kleiner einer Sekunde. Auf dem linken Fahrstreifen treten diese zu 17 bzw. 22 % auf, auf dem mittleren Fahrstreifen zu zehn bzw. zwölf Prozent und auf den rechten Fahrstreifen nur noch zu fünf Prozent. Für das Intervall zwischen einer und zwei Sekunden sind die Anteile im linken und mittleren Fahrstreifen nahezu gleich mit 26 bzw. 27 % im Bereich der Unfallhäufung und 30 bzw. 31 % im Bereich der Kontrollstelle. In diesen beiden Fahrstreifen stellt sich auch heraus, dass im Bereich der Kontrollstelle, welche keine Unfallhäufung mit Ursache 14 darstellt, häufiger geringe Abstände gehalten werden als im Bereich der Unfallhäufung. Abstände größer zwei Sekunden sind aber in beiden Bereichen gleich verteilt, ebenso wie sich im rechten Fahrstreifen keine Unterschiede im Abstandsverhalten der beiden Bereiche zeigen. Dieser Unterschied lässt sich sehr wahrscheinlich auf unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte mit demzufolge unterschiedlichen Verkehrsstärken zurückführen. Durch Verzögerungen bei der Beschaffung der Straßendaten kam es dazu, dass für einige Messstellen die Bereiche der Kontrollstellen nicht parallel gemessen werden konnten.

Dadurch konnte nicht gewährleistet werden, dass die Verkehrsstärke bzw. der Auslastungsgrad zum Aufnahmezeitpunkt in beiden Bereichen gleich ist.

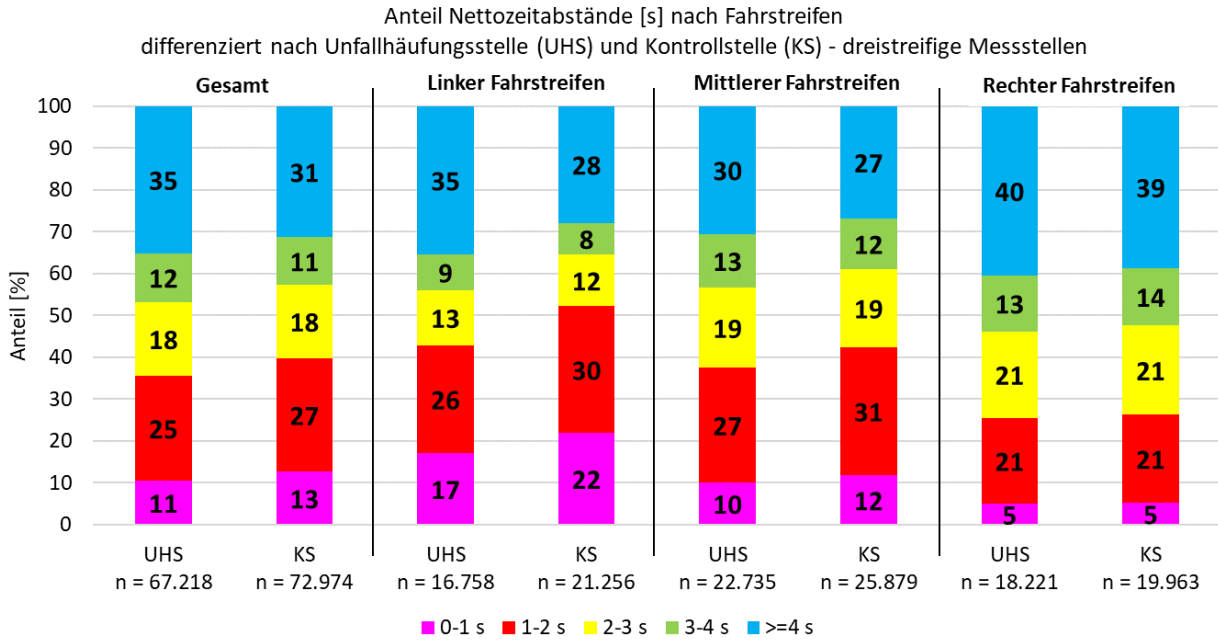


Abbildung 50: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen

Bei zweistreifigen Messstellen zeigt sich ein noch deutlicherer Unterschied zwischen dem linken und dem rechten Fahrstreifen, wie in Abbildung 51 dargestellt. Während im linken Fahrstreifen 28 % der Abstände kleiner einer Sekunde sind und 32 bzw. 36 % zwischen einer und zwei Sekunden liegen, treten im rechten Fahrstreifen nur zu etwa fünf Prozent Abstände unter einer Sekunde und zu etwa 19 % Abstände zwischen einer und zwei Sekunden auf. Der geringfügig höhere Anteil von Abständen zwischen einer und zwei Sekunden im Bereich der Kontrollstelle im linken Fahrstreifen wird auch hier höchstwahrscheinlich durch die unterschiedlichen Messzeitpunkte herbeigeführt, da zwei der drei zweistreifigen Messstellen nicht parallel aufgenommen werden konnten.

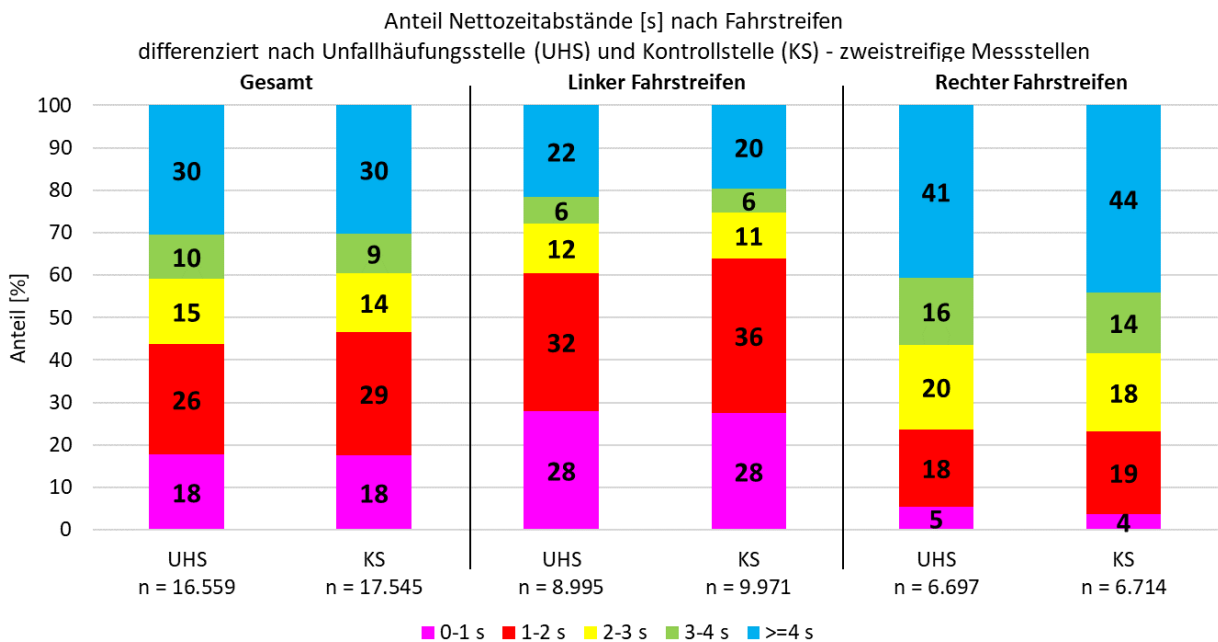


Abbildung 51: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die zweistreifigen Messstellen

Die Analyse der Abstände nach dem Fahrstreifen zeigt demnach, dass das Abstandsverhalten schlechter einzuschätzen ist, je weiter links sich der Fahrstreifen im Querschnitt befindet. Darüber hinaus zeigt diese Analyse, auch in Verbindung mit den Ergebnissen aus Abschnitt 5.1.1, dass Pkw häufiger ein schlechteres Abstandsverhalten aufweisen bzw. geringere Abstände halten als Lkw. Dies ergibt sich daraus, dass die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden im rechten Fahrstreifen, welcher erfahrungsgemäß hauptsächlich von Lkw genutzt wird, durchgängig am geringsten sind. Auf den weiter links liegenden Fahrstreifen, welche häufiger bzw. hauptsächlich von Pkw genutzt werden, sind die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden größer.

5.1.3 Fahrzeugart / Fahrzeugfolge

Da sich bei der Analyse der Abstände nach der Verkehrsqualität in Abschnitt 5.1.1 herausgestellt hat, dass die Verkehrsqualität einen wesentlichen Einfluss auf das Abstandsverhalten von Pkw ausübt, wird die Analyse des Abstandsverhaltens von Pkw und deren Fahrzeugfolgeverhalten für die Qualitätsstufen B und C getrennt durchgeführt. Auf diese Weise kann der Einfluss der Verkehrsqualität bzw. des Auslastungsgrades ausgeblendet werden.

Abbildung 52 zeigt die Anteile der Nettozeitabstände von Pkw für die dreistreifigen Messstellen bei einer QSV von B. Es wird deutlich, dass Pkw zu anderen Pkw und zu Lieferwagen zu etwa 30 % Abstände kleiner zwei Sekunden halten, die Abstände kleiner einer Sekunde betragen rund zehn Prozent. Zu Lkw und kleinen Lkw werden, mit Ausnahme von kleinen Lkw im Bereich der UHS, seltener Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten. Hier sind etwa fünf Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde und rund 15 % zwischen einer und zwei Sekunden. Gleichzeitig kann aber auch anhand der Stichprobengröße festgestellt werden, dass Pkw deutlich häufiger anderen Pkw folgen als beispielsweise Lieferwagen und Lkw. Besonders für die Fahrzeugfolgebeziehung Pkw folgt kLkw sind die Stichprobengrößen im Vergleich zu den anderen Fahrzeugfolgebeziehungen sehr gering, weshalb nicht davon ausgegangen werden kann, dass der deutliche Unterschied im Abstandsverhalten zu kleinen Lkw zwischen Unfallhäufung und Kontrollstelle eine Erklärung für die Entstehung der Unfallhäufung liefern kann.

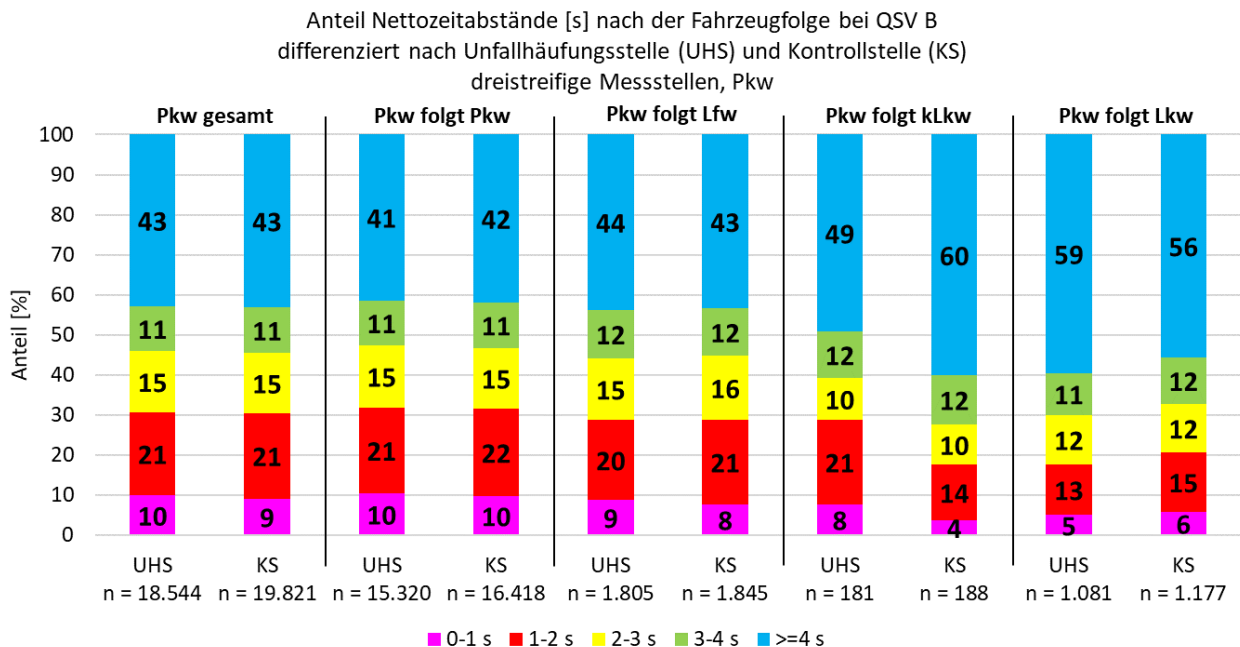


Abbildung 52: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV B für Pkw für die dreistreifigen Messstellen

Auch für zweistreifige Messstellen bestätigt sich bei einer QSV von B die grundlegende Tendenz, dass Pkw zu anderen Pkw und Lieferwagen häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden halten als zu Lkw (Abbildung 53). Die Anteile der Abstände kleiner einer Sekunde von Pkw zu anderen Pkw betragen hier rund 20 %, Abstände zwischen einer und zwei Sekunden treten zu 27 % auf. Zwischen Pkw und Lkw treten Abstände kleiner einer Sekunde zu sechs bzw. acht Prozent auf, Abstände zwischen einer und zwei Sekunden zu rund 17 %. Gleichzeitig treten auch auf den zweistreifigen Streckenabschnitten häufiger Fahrzeugfolgen zwischen zwei Pkw als zwischen Pkw und Lkw auf.

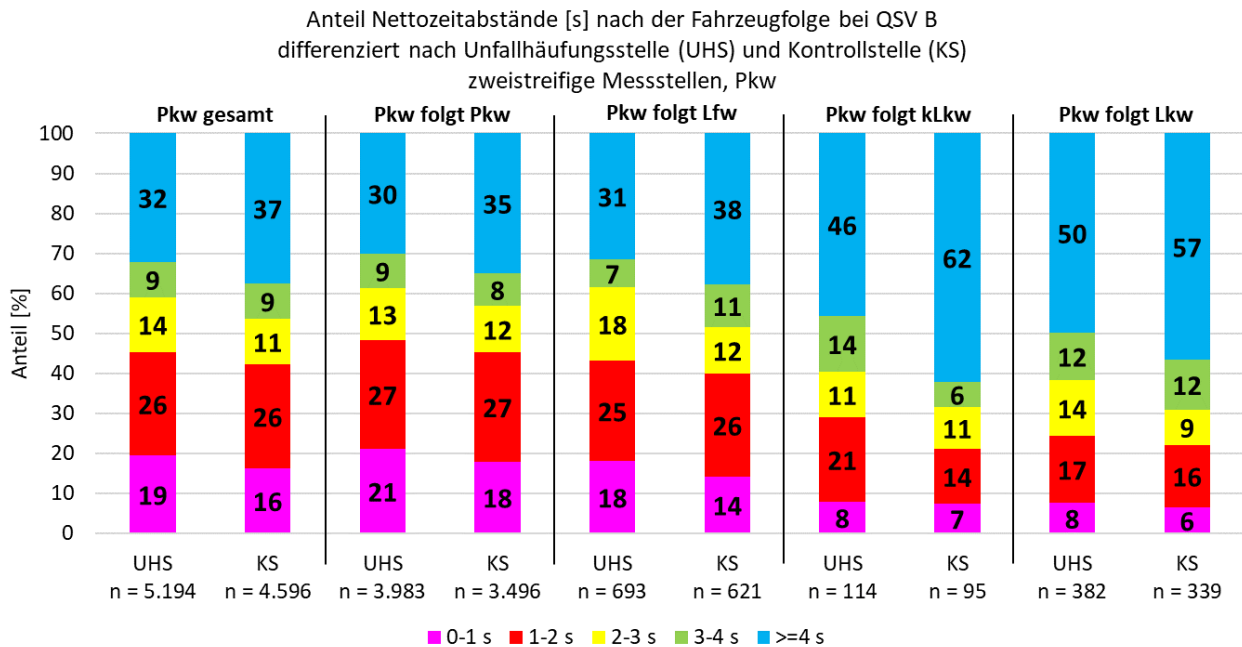


Abbildung 53: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV B für Pkw für die zweistreifigen Messstellen

Mit zunehmendem Auslastungsgrad nehmen, wie bereits in Abschnitt 5.1.1 beschrieben, auch die Anteile der Abstände unter zwei Sekunden zu. Dies wird auch durch die Auswertung des Abstandsverhaltens nach der Fahrzeugart bzw. der Fahrzeugfolge bestätigt. Wie Abbildung 54 zeigt, halten Pkw bei merklich beeinflusstem Verkehr (QSV C) häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden als bei wesentlich beeinflusstem Verkehr (QSV B, Abbildung 52). Dabei sind rund 15 % der Abstände von Pkw zu anderen Pkw und Lfw kleiner einer Sekunde und rund 30 % dieser Abstände liegen zwischen einer und zwei Sekunden. Weiterhin fällt auf, dass bei QSV C die Unterschiede im Abstandsverhalten von Pkw zu anderen Pkw und zu Lkw geringer werden. Mit höherem Auslastungsgrad werden auch zu Lkw geringere Abstände gehalten. Dabei sind rund zwölf Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde und nahezu 30 % zwischen einer und zwei Sekunden.

Die Beobachtung, dass mit zunehmendem Auslastungsgrad häufiger geringe Abstände von Pkw zu Lkw gehalten werden, bestätigt sich auch auf den zweistreifigen Streckenabschnitten. Allerdings ist bei den zweistreifigen Messstellen bei merklich beeinflusstem Verkehr (QSV C) noch immer ein deutlicher Unterschied im Abstandsverhalten von Pkw zu anderen Pkw und von Pkw zu Lkw erkennbar (Abbildung 55). In rund 60 % der Fälle ist der Abstand eines Pkw zu einem anderen Pkw kleiner als zwei Sekunden, etwa 25 % sind sogar kleiner als eine Sekunde. Zu Lkw sind etwa 35 bis 40 % der Abstände kleiner als zwei Sekunden und nur rund zehn Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde.

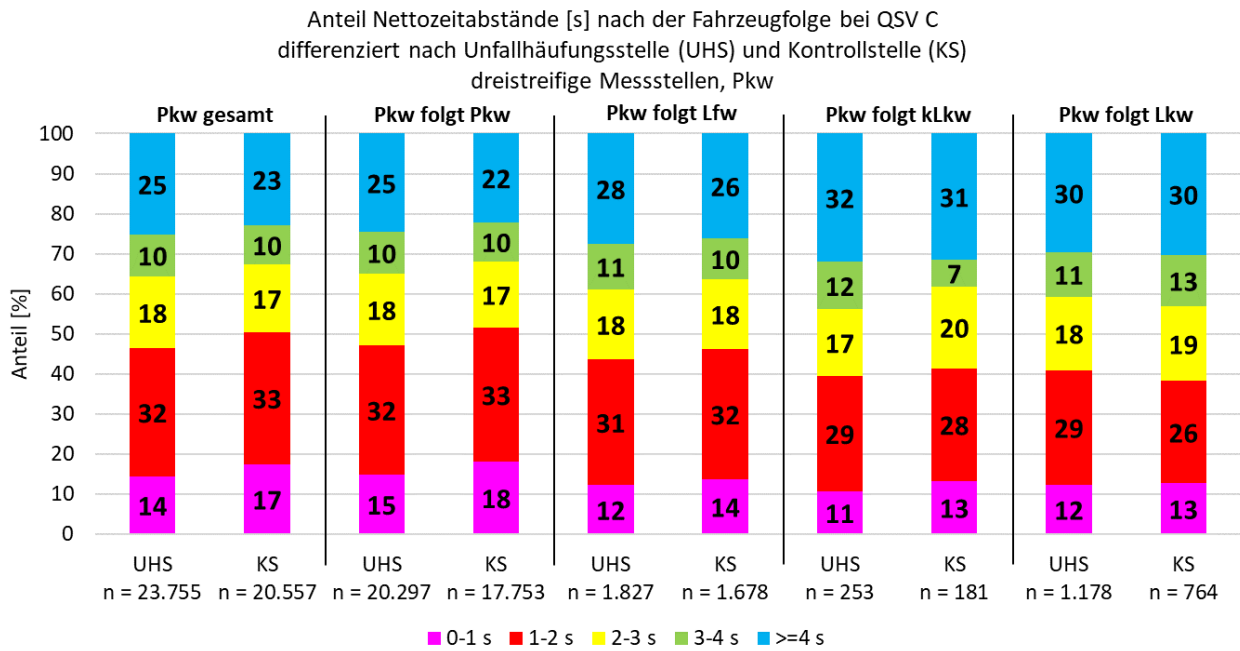


Abbildung 54: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV C für Pkw für die dreistreifigen Messstellen

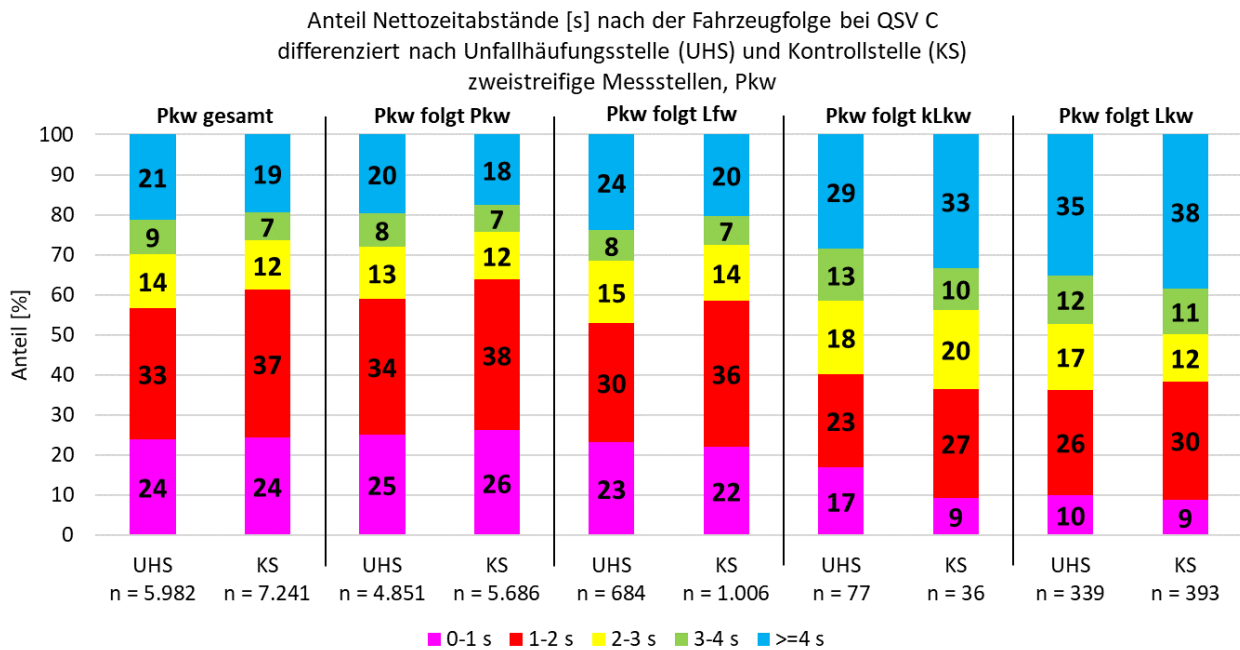


Abbildung 55: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV C für Pkw für die zweistreifigen Messstellen

Die Auswertung des Abstandsverhaltens und Fahrzeugfolgeverhaltens von Pkw hat somit bestätigt, dass Pkw mit zunehmendem Auslastungsgrad häufiger geringe Abstände halten. Pkw halten zu anderen Pkw häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden als zu Lkw, gleichzeitig folgen Pkw auch deutlich häufiger anderen Pkw als Lkw. Mit zunehmendem Auslastungsgrad werden die Unterschiede im Abstandsverhalten von Pkw zu anderen Fahrzeugarten geringer. An den zweistreifigen Messstellen werden unabhängig vom Auslastungsgrad häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden von Pkw gehalten als an den dreistreifigen Messstellen. Wesentliche Unterschiede zwischen den Bereichen der Unfallhäufungsstelle und der Kontrollstelle konnten auch hier nicht festgestellt werden. Für die Abstände von Pkw zu kLkw wurden im Bereich der Unfallhäufung häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden

registriert als im Bereich der Kontrollstelle, allerdings wird dies durch die vergleichsweise geringe Stichprobengröße nicht als aussagekräftig eingeschätzt, da auch keine andere Fahrzeugfolgebeziehung eine ähnliche Tendenz im Bereich der UHS aufzeigt.

Da sich für Lkw in Abschnitt 5.1.1 kein Einfluss des Auslastungsgrades auf das Abstandsverhalten der Lkw herausgestellt hat, erfolgt die Analyse des Abstandsverhaltens von Lkw in Abhängigkeit der Fahrzeugfolgebeziehung ohne eine Filterung nach den Qualitätsstufen.

Grundsätzlich zeigt sich, dass Lkw seltener Abstände kleiner zwei Sekunden halten als Pkw, unabhängig von der vorausfahrenden Fahrzeugart. Abbildung 56 zeigt, dass Lkw zu anderen Lkw und kLkw auf den dreistreifigen Streckenabschnitten häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden halten als zu Pkw. Rund 20 % der Abstände von Lkw zu anderen Lkw liegen zwischen einer und zwei Sekunden. Abstände kleiner einer Sekunde sind unabhängig vom vorausfahrenden Fahrzeug durchgängig selten und treten zu maximal vier Prozent auf. Die Abstände zwischen Lkw und Pkw betragen in rund zehn Prozent der Fälle zwischen einer und zwei Sekunden. Gleichzeitig zeigt sich auch hier anhand der Stichprobengröße, dass Lkw häufiger anderen Lkw folgen als beispielsweise Pkw.

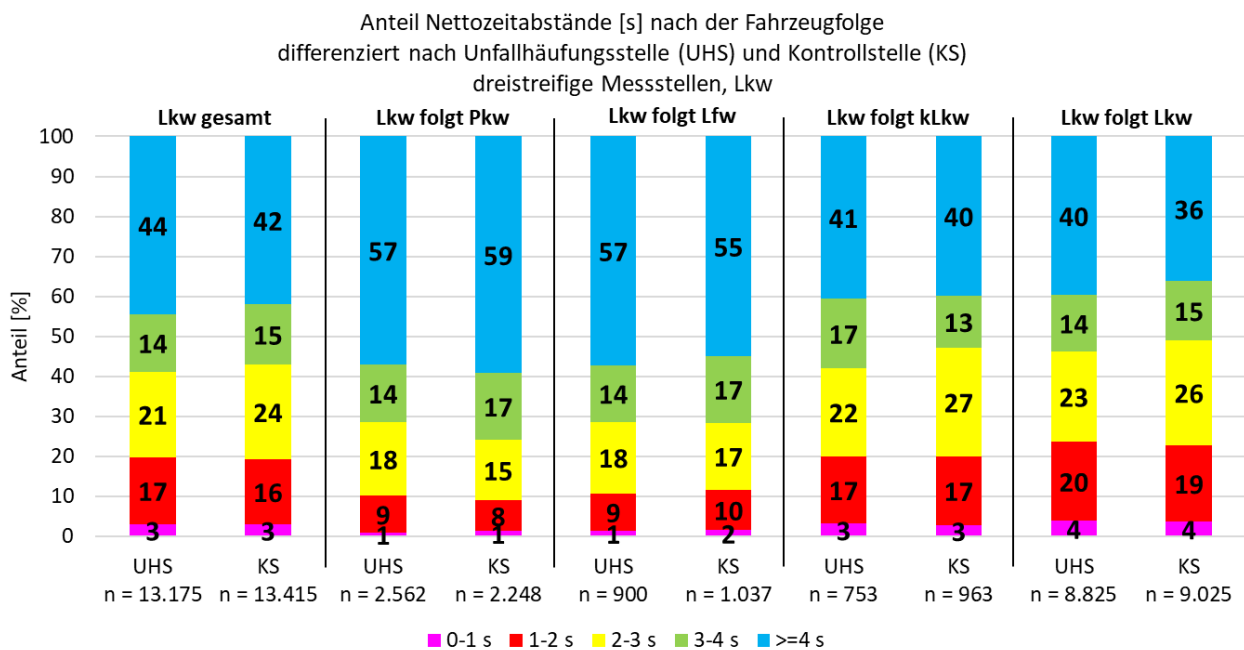


Abbildung 56: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Lkw für die dreistreifigen Messstellen

Für die zweistreifigen Messstellen bestätigen sich diese Erkenntnisse grundsätzlich, weshalb an dieser Stelle auf eine gesonderte Abbildung verzichtet wird. Abstände kleiner einer Sekunde sind auch hier selten und treten maximal zu sieben Prozent zwischen zwei Lkw im Bereich der UHS auf. Abstände zwischen einer und zwei Sekunden zwischen zwei Lkw treten auch auf den zweistreifigen Streckenabschnitten zu rund 20 % auf. Abstände von Lkw zu Pkw sind zu sechs Prozent kleiner zwei Sekunden, gleichzeitig wurden auch hier deutlich häufiger Fahrzeugfolgebeziehungen zwischen zwei Lkw festgestellt als zwischen Lkw und Pkw.

Zusammenfassend hat sich demnach gezeigt, dass Pkw häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden halten als Lkw. Auch Abstände kleiner einer Sekunde treten bei Pkw deutlich häufiger auf als bei Lkw. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen von Abschnitt 5.1.2, da dort in den Fahrstreifen weiter links, in welchen sich hauptsächlich Pkw fortbewegen, ein schlechteres Abstandsverhalten festgestellt wurde als im rechten Fahrstreifen, welcher hauptsächlich von Lkw genutzt wird. Auf eine gesonderte Betrachtung des Fahrzeugfolgeverhaltens von

Lieferwagen und kleinen Lkw wird an dieser Stelle verzichtet, da durch die geringe Stichprobengröße keine belastbaren Ergebnisse für alle Fahrzeugfolgebeziehungen zu erwarten sind.

5.1.4 Geschwindigkeit

Als erster Schritt der Untersuchung des Abstandsverhaltens nach der gefahrenen Geschwindigkeit wird das grundsätzliche Geschwindigkeitsniveau auf den betrachteten Streckenabschnitten zu den Messzeitpunkten bestimmt. Die Ergebnisse für die dreistreifigen Messstellen sind in Tabelle 14 dargestellt. Es zeigt sich, dass kein wesentlicher Unterschied im Geschwindigkeitsverhalten zwischen den Unfallhäufungsstellen und den Kontrollstellen besteht, unabhängig davon ob alle Fahrzeuge oder nur einzelne Fahrzeugarten betrachtet werden. Einzige Ausnahme bilden hier die Werte für die v_{15} von Lkw und kLkw, welche im Bereich der Unfallhäufung geringer sind, da hier vereinzelt Längsneigungen von mehr als vier Prozent vorliegen, welche sich negativ auf die Lkw-Geschwindigkeiten auswirken. Auch an den zweistreifigen Messstellen liegen keine wesentlichen Unterschiede im Geschwindigkeitsniveau von Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle vor. Gleichzeitig sind die Werte im Bereich dieser Messstellen durchgängig ähnlich zu den Geschwindigkeitskennwerten für die dreistreifigen Messstellen, weshalb an dieser Stelle auf die gesonderte Darstellung verzichtet wird.

Tabelle 14: Geschwindigkeitsniveau an dreistreifigen Messstellen

Geschwindigkeit	Dreistreifige Unfallhäufungsstellen			Dreistreifige Kontrollstellen		
	v_{85}	v_{50}	v_{15}	v_{85}	v_{50}	v_{15}
Gesamt	136	110	84	136	114	87
Pkw	141	119	95	142	121	102
Lfw	126	107	87	127	108	90
kLkw	92	86	71	92	86	78
Lkw	90	85	68	91	87	78

Da sich im Geschwindigkeitsniveau keine Unterschiede zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle zeigen und auch die vorangegangenen Analysen keine wesentlichen Unterschiede im Abstandsverhalten dieser Bereiche gezeigt haben, wird im Folgenden aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Unterscheidung zwischen UHS und KS in den Abbildungen verzichtet. Stattdessen werden die Ergebnisse beider Bereiche zusammengefasst dargestellt.

Abbildung 57 zeigt die Anteile der Nettozeitabstände nach der gefahrenen Geschwindigkeit für die dreistreifigen Messstellen. Bei Geschwindigkeiten kleiner 100 km/h sind weniger als 40 % der Abstände kleiner zwei Sekunden, Abstände kleiner einer Sekunde treten zu rund zehn Prozent auf. Bei Geschwindigkeiten über 100 km/h treten häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden auf, wobei die Anteile dieser mit zunehmender Geschwindigkeit abnehmen. Während bei 100 bis 110 km/h 33 % der Abstände zwischen einer und zwei Sekunden liegen, sind es zwischen 130 und 140 km/h nur noch 23 % und bei mehr als 160 km/h nur noch zwölf Prozent. Auch die Anteile der Abstände kleiner einer Sekunde nehmen kontinuierlich ab. Dies zeigt, dass hohe Geschwindigkeiten meist nur dann gefahren werden, wenn dafür ausreichend Platz zur Verfügung steht und die Geschwindigkeit frei gewählt werden kann. Bei geringeren Geschwindigkeiten, welche häufiger nicht frei gewählt werden können, sondern durch gebundenen Verkehr vorgegeben werden, sind auch die Abstände geringer. Dies zeigt sich auch in der Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit der vorliegenden QSV (Abbildung 58), wonach bei den dreistreifigen Messstellen mit abnehmender Verkehrsqualität der Anteil an Fahrzeugen, die Geschwindigkeiten schneller als 130 km/h fahren, deutlich zurückgeht. Gleichzeitig werden bei abnehmender Verkehrsqualität die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei Geschwindigkeiten zwischen 100 und 130 km/h größer. Entsprechende Abbildungen um dies nachzuvollziehen werden in Anhang 7 dargestellt.

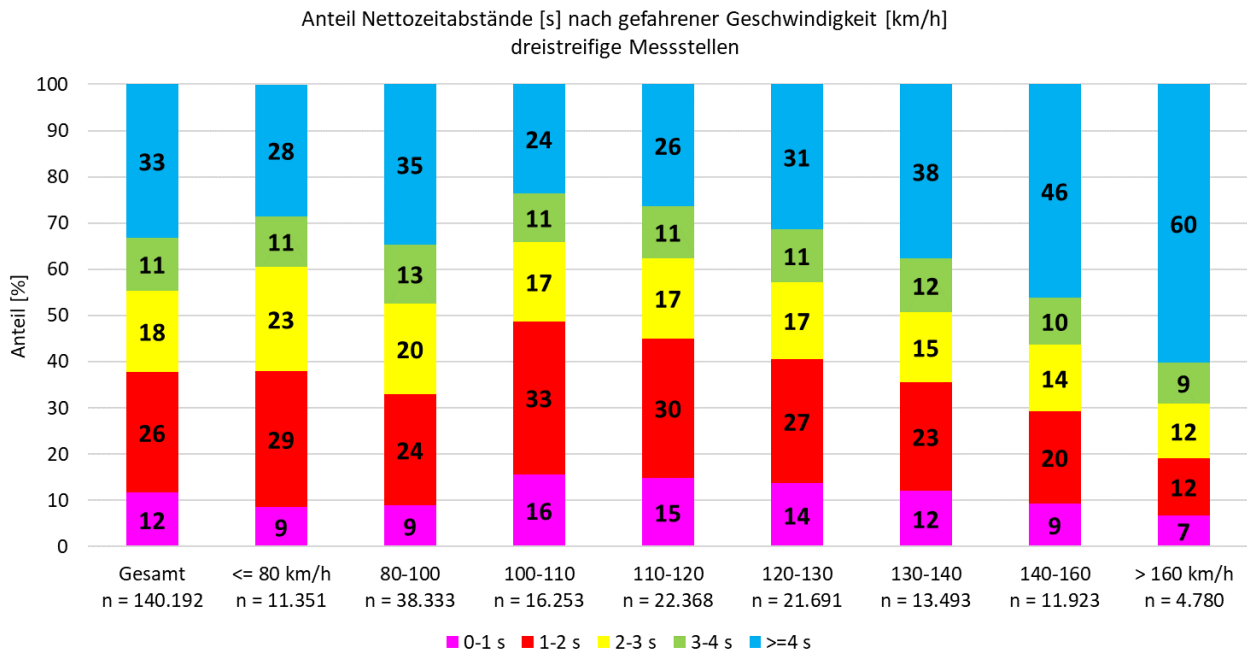


Abbildung 57: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit für die dreistreifigen Messstellen

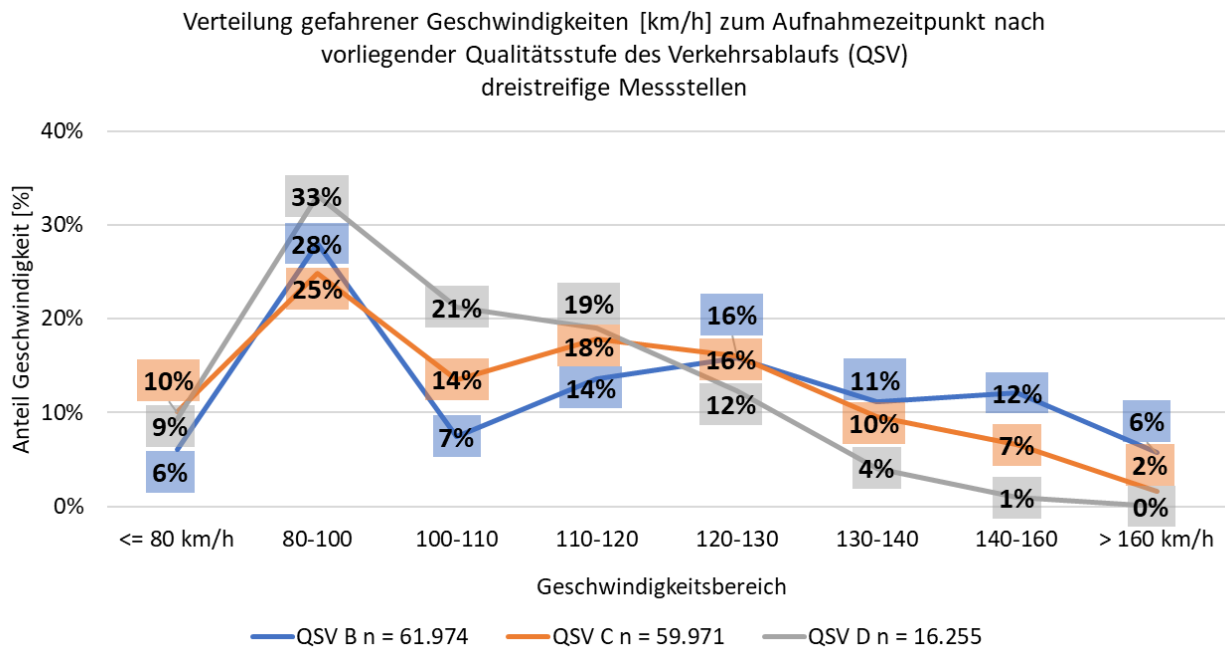


Abbildung 58: Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der vorliegenden Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs für die dreistreifigen Messstellen

Auch für die zweistreifigen Messstellen bestätigt sich diese Tendenz für das Abstandsverhalten nach der gefahrenen Geschwindigkeit (Abbildung 59). Allerdings zeigt sich auch, dass an zweistreifigen Messstellen häufiger geringe Abstände gehalten werden als an dreistreifigen Messstellen, besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der Anteile von Abständen kleiner einer Sekunde bei mehr als 100 km/h, wo die Werte für die zweistreifigen Messstellen teilweise bis zu zehn Prozent über denen der dreistreifigen Messstellen liegen. Auch für die zweistreifigen Messstellen zeigt die Geschwindigkeitsverteilung in Abhängigkeit von der vorliegenden QSV, dass mit abnehmender Verkehrsqualität seltener Geschwindigkeiten von mehr als 130 km/h gefahren werden (Abbildung 60). Auch für die zweistreifigen Messstellen steigen die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden bei Geschwindigkeiten zwischen 100 und 130 km/h mit abnehmender Verkehrsqualität, die zugehörigen Abbildungen können in Anhang 7

nachvollzogen werden. Diese Entwicklungen hinsichtlich der gefahrenen Geschwindigkeiten und gehaltener Abstände in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Verkehrsqualität wurden für die zweistreifigen Messstellen weniger ausgeprägt festgestellt als für die dreistreifigen Messstellen.

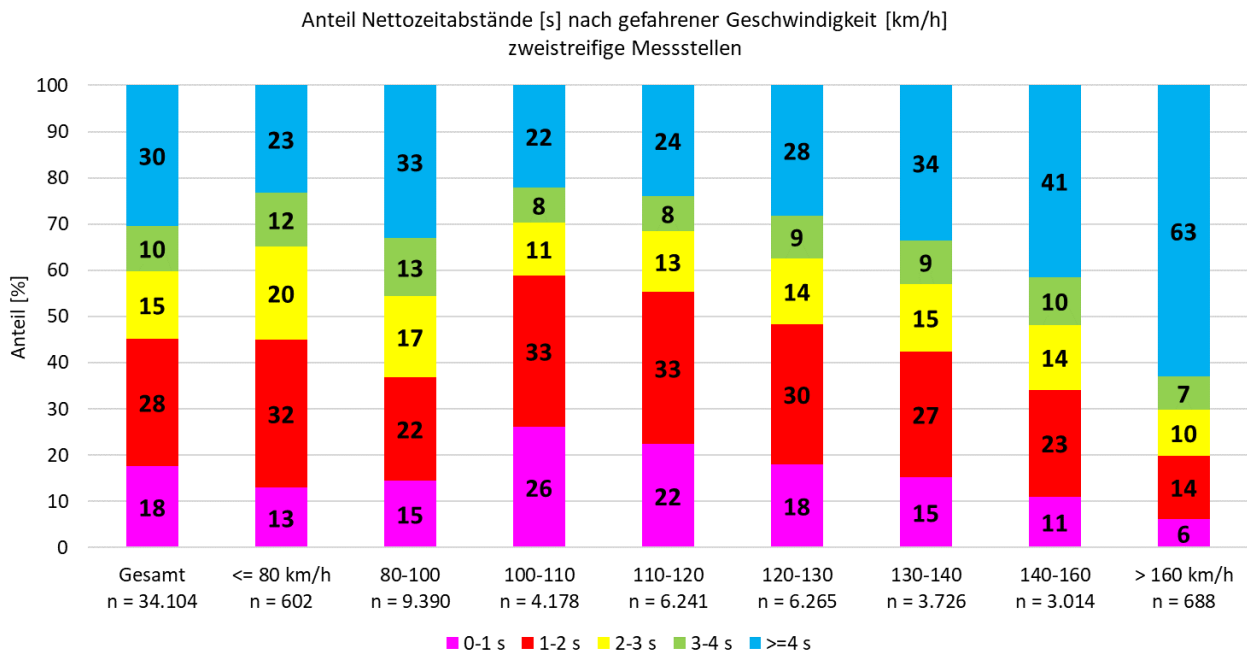


Abbildung 59: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit für die zweistreifigen Messstellen

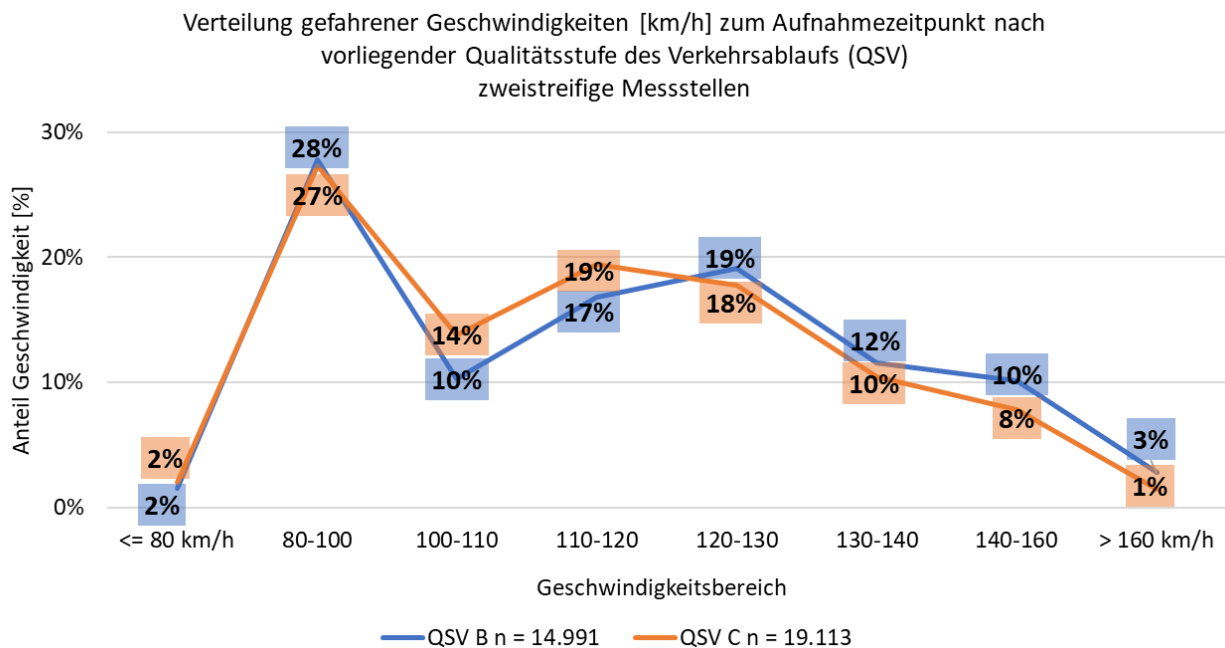


Abbildung 60: Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der vorliegenden Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs für die zweistreifigen Messstellen

Die Analyse des Abstandsverhaltens nach gefahrener Geschwindigkeit zeigt, dass grundsätzliche Unterschiede zwischen den Abständen bei verschiedenen Geschwindigkeiten vorliegen. Dabei zeigt sich auch deutlich der Einfluss der unterschiedlichen Fahrzeugarten, da im Bereich der Geschwindigkeiten kleiner 100 km/h, welche hauptsächlich von Lkw gefahren werden, die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden geringer sind. Weiterhin

wurde festgestellt, dass hohe Geschwindigkeiten häufig auch mit größeren Abständen einhergehen. Dies zeigt, dass hohe Geschwindigkeiten in den meisten Fällen nur dann gefahren werden, wenn es die verkehrliche Situation zulässt und ausreichend Abstand nach vorne vorhanden ist.

5.2 Fahrstreifenwechsel

5.2.1 Häufigkeit Fahrstreifenwechsel

Im ersten Schritt der Analyse der Fahrstreifenwechsel im Bereich der Messstellen der Freien Strecke wurde untersucht, wie häufig Fahrstreifenwechsel durchgeführt wurden. Dazu wurde für jede Messstelle bestimmt, wie viele Fahrstreifenwechsel (FSW) je 100 aufgenommene Fahrzeuge durchgeführt wurden. Dieser Wert wurde jeweils für die Unfallhäufungsstelle sowie die Kontrollstelle einer Messstelle bestimmt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 15 dargestellt. Dabei zeigen sich nur geringe Unterschiede in der Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle. Eine Tendenz, dass in den Unfallhäufungsstellen grundsätzlich mehr Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden, zeigt sich nicht. Die einzige Auffälligkeit dieser Analysen besteht darin, dass in Bereichen, welche sich in geringen Abständen zu Knotenpunkten befinden, häufiger Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden als in Bereichen ohne Knotenpunktnähe. Die betreffenden Bereiche werden in Tabelle 15 durch fette Schrift hervorgehoben.

Tabelle 15: Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln (FSW) im Bereich der Messstellen der Freien Strecke

Messstelle Freie Strecke		Anzahl FSW je 100 Kfz	
		Unfallhäufungsstelle	Kontrollstelle
1	A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg	7,3	9,4
2	A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff	8,7	7,6
3	A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord	7,0	6,0
4	A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben	7,0	7,8
5	A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg	7,2	7,5
6	A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd	20,4	6,5
7a	A 7 AS Hann.Münden - AS Kassel-Nord	5,1	4,4
7b	A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden	7,1	8,8
8	A 5 AS Alsfeld-West - AS Homberg(Ohm)	6,0	4,7
9a	A 5 Bad Homburger Kreuz - Nordwestkreuz Frankfurt	8,7	3,7
9b	A 5 Nordwestkreuz Frankfurt - Bad Homburger Kreuz	11,0	5,2
10	A 45 Gambacher Kreuz - Gießener Südkreuz	5,5	5,0

5.2.2 Fahrstreifenwechsel nach Links

Fahrstreifenwechsel nach Links auf Autobahnen im Bereich der Freien Strecke stellen für gewöhnlich den Beginn eines Überholvorganges dar. Abbildung 61 zeigt exemplarisch einen Fahrstreifenwechsel nach Links inklusive der für die Auswertung genutzten Größen. Genaue Erklärungen zu den genutzten Größen können in Abschnitt 3.3.2 nachgelesen werden.

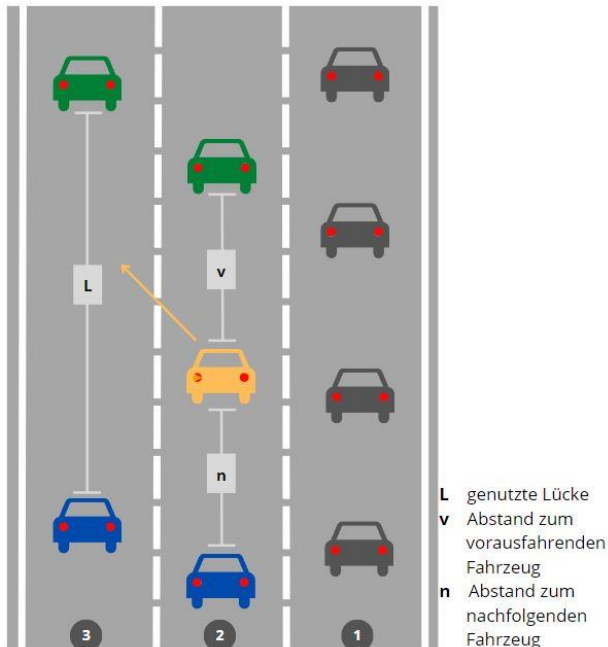


Abbildung 61: Exemplarische Abbildung eines Fahrstreifenwechsels nach Links auf der Freien Strecke

Abbildung 62 zeigt die Anteile der genutzten Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Links in Summe und in Abhängigkeit der Fahrstreifen, zwischen denen der Wechsel durchgeführt wird, für die dreistreifigen Messstellen der Freien Strecke. Für Fahrstreifenwechsel nach Links auf dreistreifigen Streckenabschnitten werden zu rund 25 % Lücken kleiner 100 Meter genutzt. Dabei werden häufiger solch kritische Lücken genutzt, wenn der Wechsel vom rechten in den mittleren Fahrstreifen stattfindet als bei einem Wechsel vom mittleren in den linken Fahrstreifen. Für einen Fahrstreifenwechsel vom rechten in den mittleren Fahrstreifen werden im Bereich der Unfallhäufung zu 33 % und im Bereich der Kontrollstelle zu 28 % Lücken kleiner 100 Meter genutzt. Es zeigt sich also geringfügig kritischeres Verhalten im Bereich der Unfallhäufung. Für einen Fahrstreifenwechsel vom mittleren in den linken Fahrstreifen werden in beiden Bereichen zu 20 % Lücken kleiner 100 Meter genutzt. Positiv hervorzuheben ist zudem, dass bei Fahrstreifenwechseln vom mittleren in den linken Fahrstreifen nahezu die Hälfte aller Wechsel in Lücken größer 260 Meter erfolgt. Dies zeigt, dass dieser Fahrstreifenwechsel häufig nur dann durchgeführt wird, wenn auf dem linken Fahrstreifen ausreichend Platz dazu zur Verfügung steht. Gleichzeitig werden Fahrstreifenwechsel vom mittleren in den linken Fahrstreifen häufiger durchgeführt als Wechsel vom rechten in den mittleren Fahrstreifen, wie die Stichprobengröße zeigt.

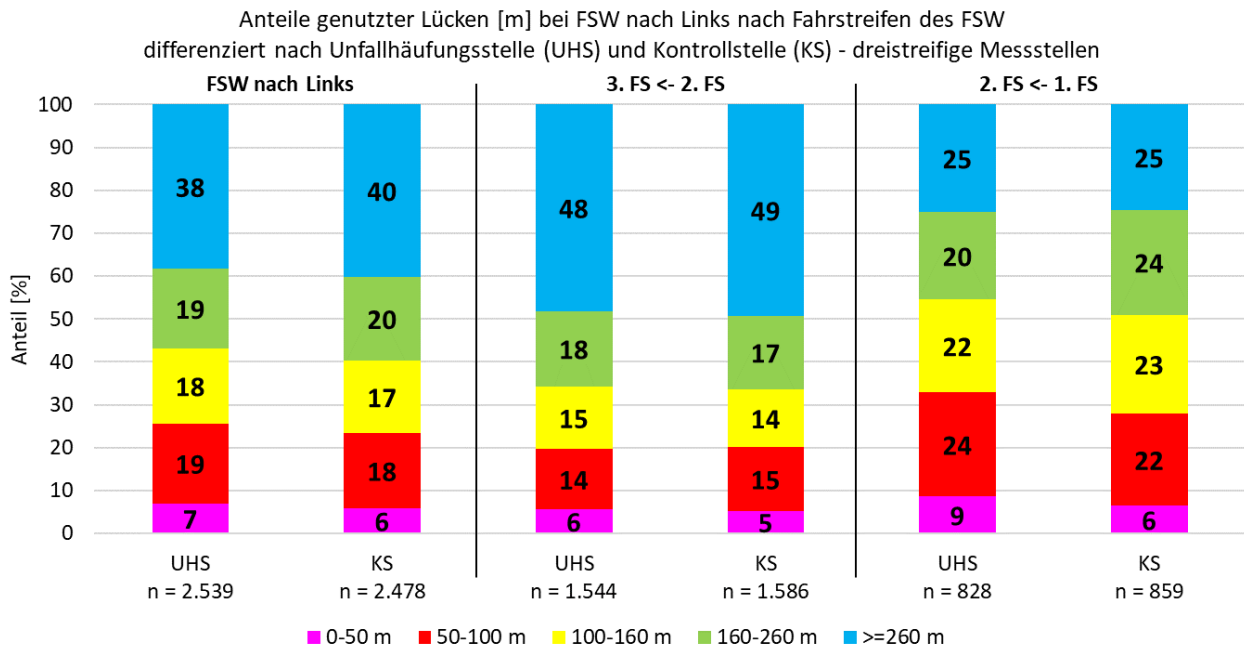


Abbildung 62: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Links in Abhängigkeit der beteiligten Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen

Auf zweistreifigen Streckenabschnitten findet ein Fahrstreifenwechsel nach Links zwangsläufig als Wechsel vom rechten in den linken Fahrstreifen statt. Die dazugehörigen Anteile der genutzten Lücken werden in Abbildung 63 dargestellt. Es wird deutlich, dass im Bereich der Kontrollstellen mit Anteilen von 28 % häufiger Lücken kleiner 100 Meter für den Fahrstreifenwechsel nach Links genutzt werden als im Bereich der Unfallhäufung mit Anteilen von insgesamt 21 %. Lücken, die größer als 260 Meter sind, werden in beiden Bereichen für mindestens 40 % aller durchgeführten Fahrstreifenwechsel genutzt. Grundsätzlich zeigt sich demnach, dass auf zweistreifigen Streckenabschnitten Fahrstreifenwechsel nach Links oft nur dann durchgeführt werden, wenn ausreichend Platz dafür zur Verfügung steht.

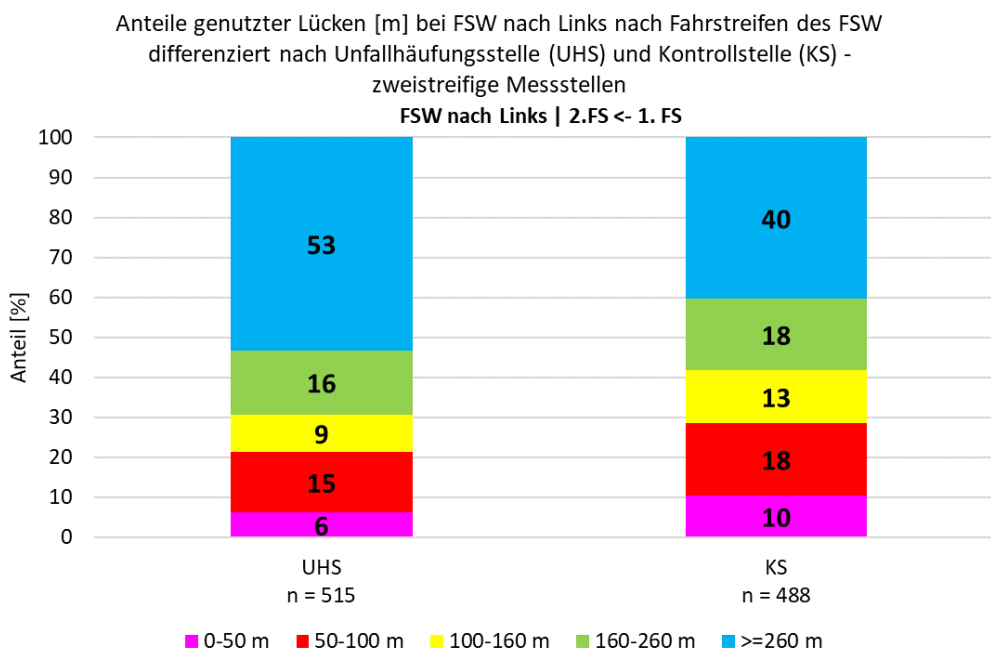


Abbildung 63: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Links für die zweistreifigen Messstellen

Abstände bei Fahrstreifenwechseln nach Links auf der Freien Strecke

Werden die Abstände zum vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug vor und nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels betrachtet, zeigt sich, dass die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug deutlich häufiger kleiner 50 Meter sind als die Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug. Die konkreten Anteile für die untersuchten dreistreifigen Messstellen werden in Abbildung 64 dargestellt, wobei an dieser Stelle Unfallhäufung und Kontrollstelle gemeinsam betrachtet werden. Vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links werden zu 28 % Abstände kleiner 25 Meter gehalten, weitere 32 % der Abstände liegen zwischen 25 und 50 Metern. Der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug ist vor Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Links nur zu 20 % kleiner 50 Meter. Nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels nach Links sind 20 % der Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug kleiner 25 Meter und weitere 24 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Die Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug sind zu 28 % kleiner 50 Meter, was ein geringfügig größerer Anteil ist als vor der Durchführung des Fahrstreifenwechsels nach Links.

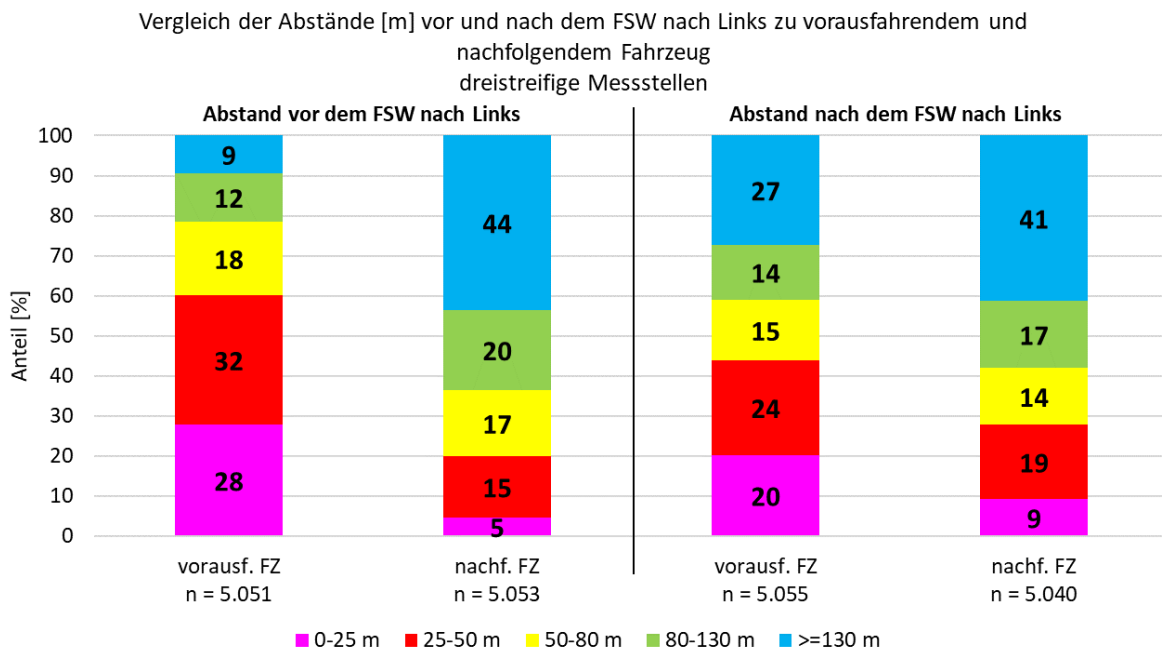


Abbildung 64: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Links für die dreistreifigen Messstellen

Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Streckenabschnitte ist die Verteilung der Abstände zum vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug vor und nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Links ähnlich zur Verteilung der dreistreifigen Streckenabschnitte, weshalb auf eine gesonderte Darstellung verzichtet wird. Am häufigsten sind auch in diesen Bereichen die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug kleiner 50 Meter, allerdings ohne wesentliche Unterschiede in der Größe der Anteile vor und nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels. Vor Durchführung des Fahrstreifenwechsels sind 43 % der Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug kleiner 50 Meter, nach der Durchführung beträgt dieser Anteil 44 %.

Bei Fahrstreifenwechseln nach Links auf der Freien Strecke sind insbesondere die Abstände, die zum vorausfahrenden Fahrzeug gehalten werden, häufig sehr gering. Das bedeutet, dass vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels dicht an das vorausfahrende Fahrzeug herangefahren wird. Nach dem Fahrstreifenwechsel kommt es ebenfalls zu geringen Abständen zum vorausfahrenden Fahrzeug. Dies kommt dadurch zustande, dass der Wechsel meist dann durchgeführt wird, wenn auf dem links liegenden Fahrstreifen gerade ein Fahrzeug überholt hat.

Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug nach dessen Fahrzeugart vor Fahrstreifenwechseln nach Links

Die vorangegangenen Analysen haben gezeigt, dass insbesondere die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels häufig kleiner 50 Meter sind. Aus diesem Grund werden diese Abstände im Folgenden in Abhängigkeit von der Fahrzeugart des wechselnden Fahrzeuges und in Abhängigkeit von der Fahrzeugart des vorausfahrenden Fahrzeuges betrachtet. Dabei erfolgt die Analyse aufsummiert für Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle. Dennoch sind die Stichprobengrößen für die Folgebeziehungen zu Lieferwagen und kleinen Lkw meist vergleichsweise gering, weshalb diese der Vollständigkeit halber zwar dargestellt, aber nicht genauer beschrieben werden.

Auf dreistreifigen Streckenabschnitten zeigt sich, dass Pkw grundsätzlich zu 60 % Abstände kleiner 50 Meter zu vorausfahrenden Fahrzeugen halten unmittelbar bevor sie einen Fahrstreifenwechsel nach Links durchführen (Abbildung 65). In etwa 70 % der Fälle halten Pkw vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links Abstände kleiner 50 Meter zu einem vorausfahrenden Pkw. Dabei sind 32 % dieser Abstände kleiner 25 Metern und weitere 36 % der Abstände liegen zwischen 25 und 50 Metern. Zu vorausfahrenden Lkw werden im Vorfeld von Fahrstreifenwechseln nach Links im Vergleich seltener Abstände kleiner 50 Meter gehalten, dennoch treten solch geringe Abstände mit Anteilen von 45 % häufig auf.

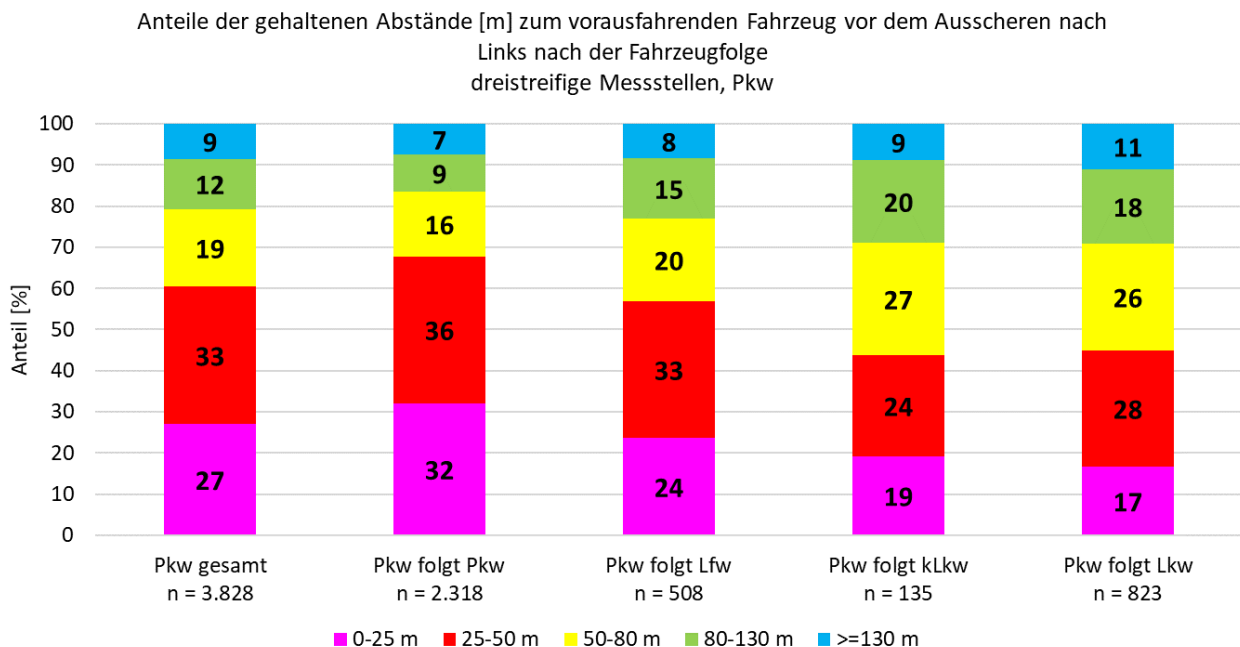


Abbildung 65: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links für die dreistreifigen Messstellen

Auf den untersuchten zweistreifigen Streckenabschnitten ist die Verteilung der Abstände von Pkw ähnlich der Verteilung auf den dreistreifigen Messstellen, lediglich mit geringeren Werten für die Anteile von Abständen kleiner 50 Metern und einer geringeren Stichprobengröße von insgesamt 753 Fahrstreifenwechseln von Pkw. Auf eine gesonderte Darstellung wird daher an dieser Stelle verzichtet. Pkw halten auch auf zweistreifigen Streckenabschnitten zu vorausfahrenden Pkw mit Anteilen von 47 % häufiger Abstände kleiner 50 Meter als zu vorausfahrenden Lkw mit Anteilen von 29 % im Vorfeld eines Fahrstreifenwechsels nach Links. Die Anteile der Abstände kleiner 25 Meter sind auf zweistreifigen Abschnitten mit Werten von maximal 15 % kleiner als auf dreistreifigen Abschnitten.

Pkw fahren grundsätzlich vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links oftmals sehr dicht an das vorausfahrende Fahrzeug heran. Dabei ist der Abstand zu anderen Pkw häufiger kleiner 50 Meter als der Abstand zu

vorausfahrenden Lkw. Auf dreistreifigen Abschnitten sind die Anteile von Abständen kleiner 50 Metern deutlich größer als auf zweistreifigen Abschnitten.

Abbildung 66 zeigt die Anteile der von Lkw gehaltenen Abstände im Vorfeld eines Fahrstreifenwechsels nach Links in Abhängigkeit von der vorausfahrenden Fahrzeugart für die dreistreifigen Messstellen. Im Bereich der zweistreifigen Messstellen wurde lediglich eine Stichprobengröße von insgesamt 43 Fahrstreifenwechseln von Lkw erreicht, weshalb an dieser Stelle für diese Messstellen keine Analyse möglich ist.

Lkw halten durchschnittlich zu 56 % Abstände kleiner 50 Meter vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Links, dabei treten Abstände kleiner 25 Meter mit einem Anteil von 31 % häufiger auf als Abstände zwischen 25 und 50 Metern mit einem Anteil von 25 %. Bei Betrachtung der vorausfahrenden Fahrzeugart zeigt sich, dass Lkw zu vorausfahrenden Lkw deutlich häufiger Abstände kleiner 50 Meter halten, bevor sie einen Fahrstreifenwechsel nach Links durchführen, als zu vorausfahrenden Pkw. Dabei sind 39 % der Abstände zu vorausfahrenden Lkw kleiner 25 Meter und weitere 27 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Zu einem vorausfahrenden Pkw sind insgesamt 31 % der Abstände kleiner 50 Meter.

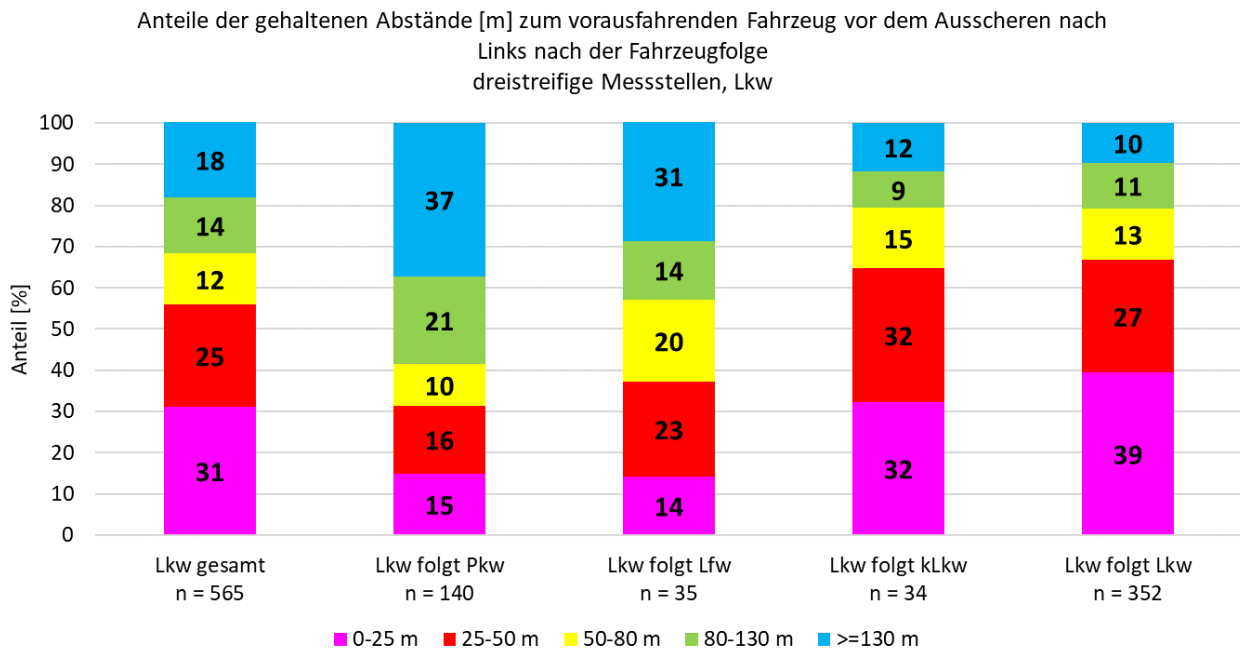


Abbildung 66: Abstände von Lkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links für die dreistreifigen Messstellen

Auch Lkw halten vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Links häufig geringe Abstände, dabei ist ein großer Anteil der Abstände sogar kleiner als 25 Meter, besonders wenn ein Lkw vorausfährt. Es stellt sich also heraus, dass sowohl Pkw als auch Lkw im Vorfeld eines Fahrstreifenwechsels häufig dicht an das vorausfahrende Fahrzeug herantreten und dabei eine Unterschreitung des geforderten Mindestabstands in Kauf nehmen.

Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln nach Links

Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei Fahrzeugen im Zuge eines Fahrstreifenwechsels wird durch die relative Geschwindigkeit beschrieben. Diese gibt an, wie groß die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem nachfolgenden Fahrzeug, vor welchem eingeschert wird, und dem einschierenden Fahrzeug ist. Ist die relative Geschwindigkeit positiv, ist das nachfolgende Fahrzeug schneller und muss Abbremsen um eine Kollision zu vermeiden. Die relativen Geschwindigkeiten wurden für alle Fahrstreifenwechsel nach Links ausgewertet, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt wurden.

Die Verteilung dieser relativen Geschwindigkeiten auf den untersuchten dreistreifigen Streckenabschnitten wird in Abbildung 67 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass bei Fahrstreifenwechseln nach Links auf dreistreifigen Streckenabschnitten, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, in etwa 78 % der Fälle das nachfolgende Fahrzeug schneller ist und somit in Folge des Fahrstreifenwechsels abbremsten muss. Bei rund 25 % dieser Fahrstreifenwechsel ist das nachfolgende Fahrzeug mehr als 20 km/h schneller.

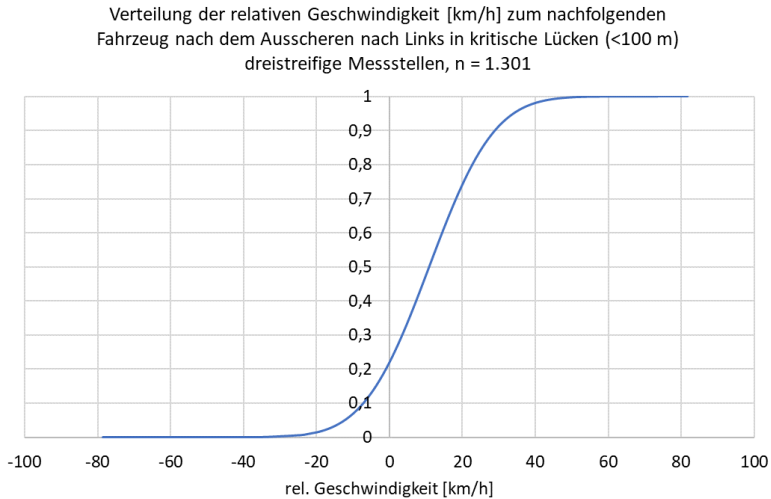


Abbildung 67: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links in Lücken kleiner 100 Meter für die dreistreifigen Messstellen

Bei Fahrstreifenwechseln nach Links auf zweistreifigen Streckenabschnitten zeigt sich ein ähnliches Bild wie auf dreistreifigen Streckenabschnitten (Abbildung 68). Bei etwa 86 % dieser Fahrstreifenwechsel ist das nachfolgende Fahrzeug schneller und muss somit abbremsten. Bei rund 32 % der Fahrstreifenwechsel ist die Geschwindigkeitsdifferenz größer 20 km/h.

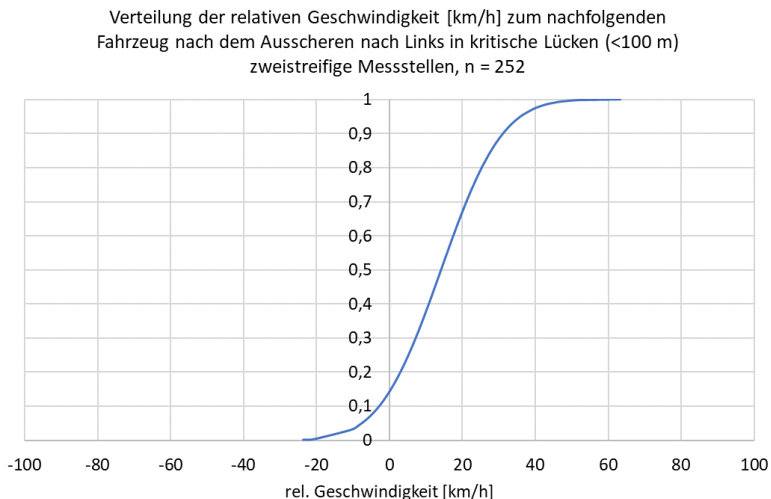


Abbildung 68: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links in Lücken kleiner 100 Meter für die zweistreifigen Messstellen

Fahrstreifenwechsel nach Links, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, können Auswirkungen auf den Verkehrsfluss haben, da bei mindestens 80 % dieser Fahrstreifenwechsel das nachfolgende Fahrzeug schneller ist. In Folge derartiger Fahrstreifenwechsel kommt es demnach häufig dazu, dass nachfolgende Fahrzeuge abbremsten müssen, um Kollisionen zu vermeiden, was wiederum auch zu potenziellen Konflikten mit weiteren folgenden Fahrzeugen führen kann.

5.2.3 Fahrstreifenwechsel nach Rechts

Fahrstreifenwechsel nach Rechts auf Autobahnen im Bereich der Freien Strecke stellen für gewöhnlich das Ende eines Überholvorganges dar. Abbildung 69 zeigt exemplarisch einen Fahrstreifenwechsel nach Rechts inklusive der für die Auswertung genutzten Größen. Genaue Erklärungen zu den genutzten Größen können in Abschnitt 3.3.2 nachgelesen werden.

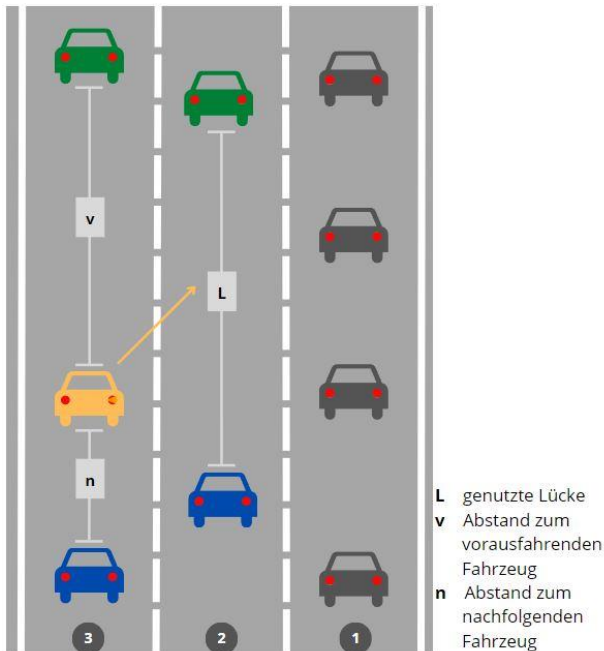


Abbildung 69: Exemplarische Abbildung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts auf der Freien Strecke

Abbildung 70 zeigt, dass bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts an dreistreifigen Messstellen Lücken kleiner 100 Meter meist zu weniger als 20 % auftreten. Bei der allgemeinen Betrachtung der Fahrstreifenwechsel nach Rechts werden im Bereich der Unfallhäufung in 23 % der Fälle Lücken kleiner 100 Meter genutzt, im Bereich der Kontrollstelle liegt dieser Wert bei 16 %. Bei Betrachtung der genutzten Lücken in Abhängigkeit der genutzten Fahrstreifen zeigt sich, dass beim Wechsel vom mittleren in den rechten Fahrstreifen im Bereich der Unfallhäufungsstelle etwas häufiger Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. In diesem Bereich sind acht Prozent der genutzten Lücken kleiner 50 Meter und weitere 18 % liegen zwischen 50 und 100 Meter. In allen anderen Bereichen treten Lücken kleiner 100 Meter insgesamt zu maximal 17 % auf.

Auf den untersuchten zweistreifigen Streckenabschnitten finden Fahrstreifenwechsel nach Rechts zwangsläufig vom linken in den rechten Fahrstreifen statt. Die Anteile genutzter Lücken kleiner 100 Meter liegen dabei bei maximal zehn Prozent und es zeigt sich kein Unterschied zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle, weshalb an dieser Stelle auf eine gesonderte Abbildung verzichtet wird. In beiden Bereichen sind jeweils etwa ein Drittel der genutzten Lücken größer 260 Meter, auch die Anteile der Lücken zwischen 160 und 260 Metern liegen bei über 30 %. Das zeigt, dass Fahrstreifenwechsel nach Rechts auf zweistreifigen Streckenabschnitten meist nur durchgeführt werden, wenn der Überholvorgang abgeschlossen ist und ausreichend Platz für den Wechsel zur Verfügung steht und in den meisten Fällen Lücken genutzt werden, welche es erlauben, dass alle Beteiligten die erforderlichen Sicherheitsabstände weiterhin einhalten können.

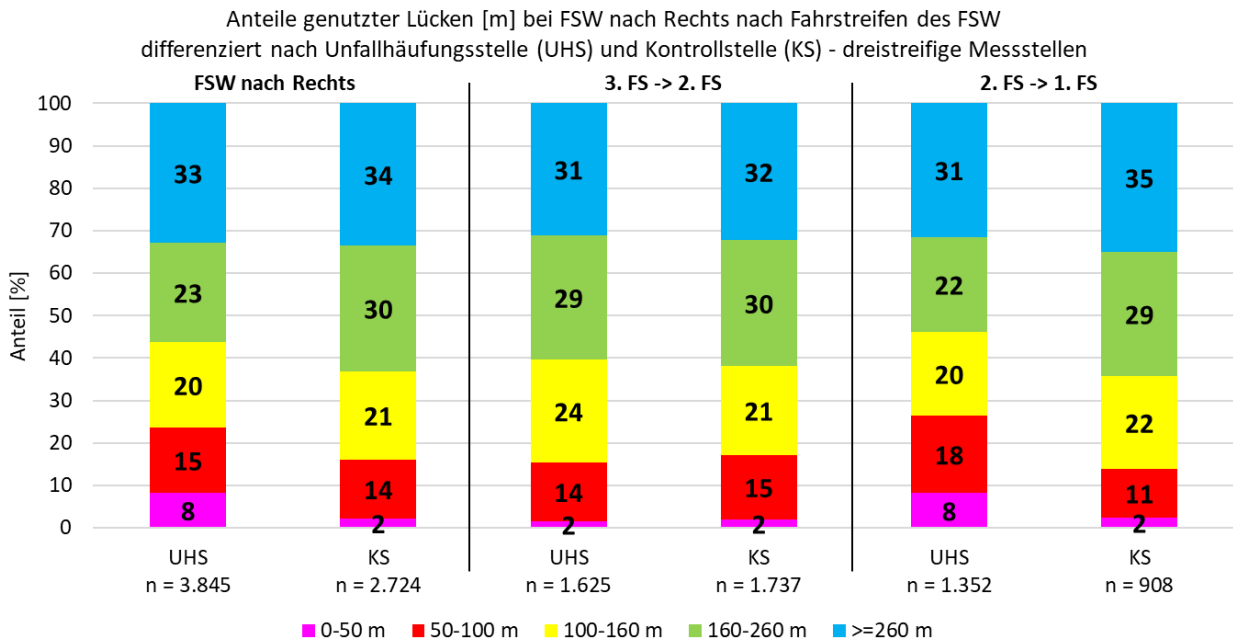


Abbildung 70: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts in Abhängigkeit der beteiligten Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen

Abstände bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts auf der Freien Strecke

Abbildung 71 zeigt die Abstände zum vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug vor und nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen. Darin wird deutlich, dass bei diesen Fahrstreifenwechseln meist der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug geringer ist als der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Vor dem Fahrstreifenwechsel nach Rechts sind 42 % der Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug kleiner 50 Meter, nach dem Wechsel beträgt dieser Anteil 45 %. Die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug sind vor dem Wechsel nach Rechts zu 23 % kleiner 50 Meter und nach dem Wechsel zu 24 %.

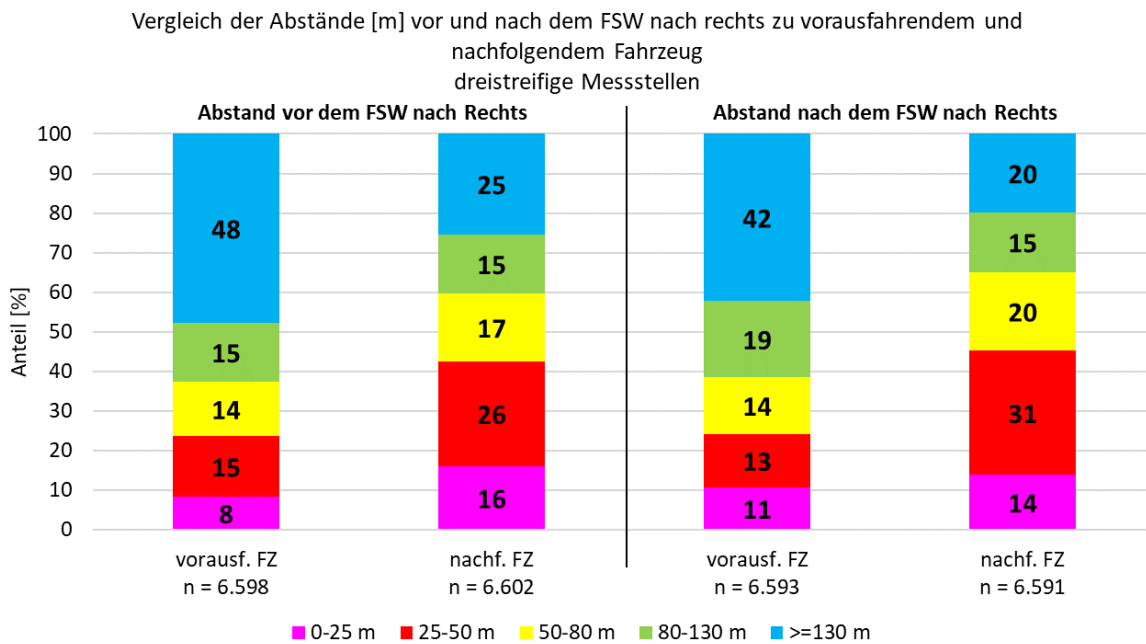


Abbildung 71: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen

Auch für die Fahrstreifenwechsel auf den zweistreifigen Messstellen zeigt sich diese Tendenz. Wie Abbildung 72 zeigt, sind hier die Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug vor einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts mit Anteilen von insgesamt 53 % häufiger kleiner 50 Meter als nach Durchführung des Wechsels nach Rechts mit Anteilen von insgesamt 36 %. Die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug sind vor dem Wechsel nur zu zehn Prozent und nach dem Wechsel zu 14 % kleiner 50 Meter.

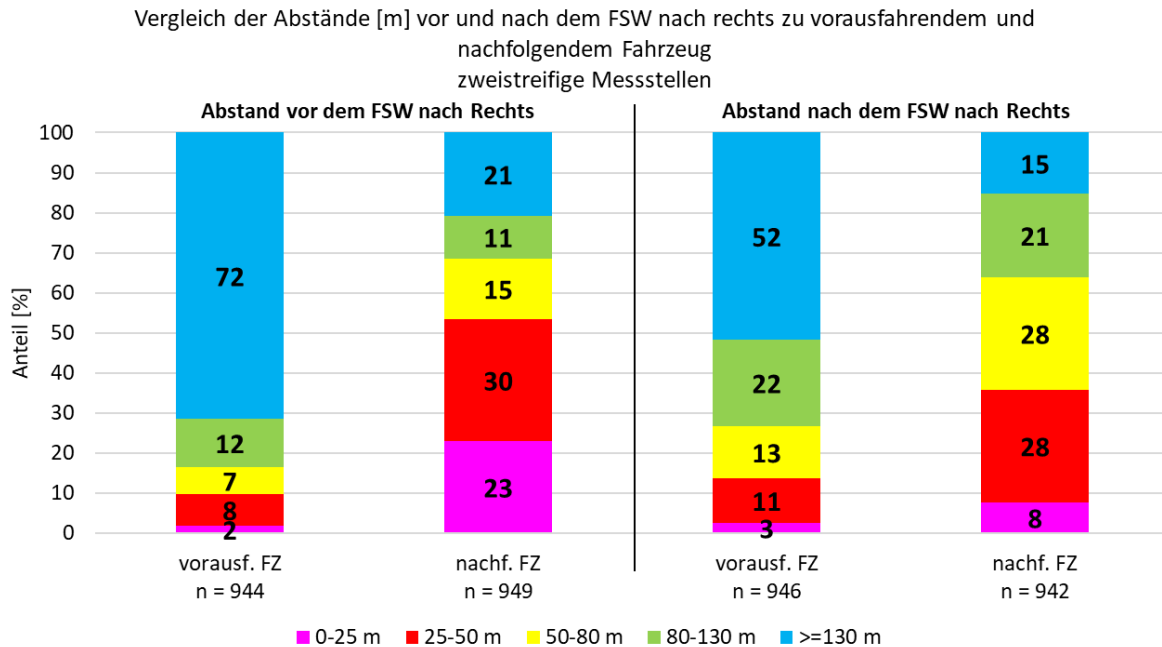


Abbildung 72: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts für die zweistreifigen Messstellen

Bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts sind insbesondere die Abstände der nachfolgenden Fahrzeuge vor und nach Durchführung eines solchen Wechsels als kritisch zu betrachten. Insbesondere auf zweistreifigen Abschnitten deuten die großen Anteile von Abständen kleiner 50 Meter zum nachfolgenden Fahrzeug vor dem Fahrstreifenwechsel auf Überholvorgänge langsamerer Fahrzeuge hin, welche damit nachfolgenden Fahrzeuge eine geringere Geschwindigkeit als deren Wunschgeschwindigkeit vorgeben. Nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels nach Rechts zeigen geringe Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug, dass mit einem geringen Abstand vor diesem Fahrzeug eingeschert wurde. Da dieser Abstand nach dem Wechsel als einziger der beiden Abstände zu nachfolgenden Fahrzeugen von dem Fahrzeug, welches den Fahrstreifenwechsel durchführt, beeinflussbar ist, wird dieser im Folgenden in Abhängigkeit der Fahrzeugarten genauer betrachtet.

Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug nach dessen Fahrzeugart nach Fahrstreifenwechseln nach Rechts

Der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts gibt Aufschluss darüber, wie dicht vor einem Fahrzeug im Zuge des Fahrstreifenwechsels eingeschert wurde. Für das Einscheren vor Lieferwagen und kleinen Lkw sind die Stichproben teilweise sehr gering, sodass auf diese Folgebeziehungen in den Erläuterungen nicht genauer eingegangen wird.

Abbildung 73 zeigt die Anteile der Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts für Pkw auf dreistreifigen Streckenabschnitten. Diese zeigen, dass Pkw vor anderen Pkw dichter einscheren als vor Lkw. Folgt einem Pkw ein anderer Pkw nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts sind 13 % der Abstände zwischen den Fahrzeugen kleiner 25 Meter und weitere 32 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Folgt ein Lkw einem Pkw nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts, sind lediglich vier Prozent der Abstände kleiner 25 Meter und 24 % liegen zwischen 25 und 50 Meter. Insbesondere die Differenz in den

Anteilen der Abstände kleiner 25 Meter zwischen dem Einscheren vor Lkw und Pkw zeigt, dass Pkw bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts zu Lkw einen größeren Abstand lassen, bevor sie vor ihnen einscheren.

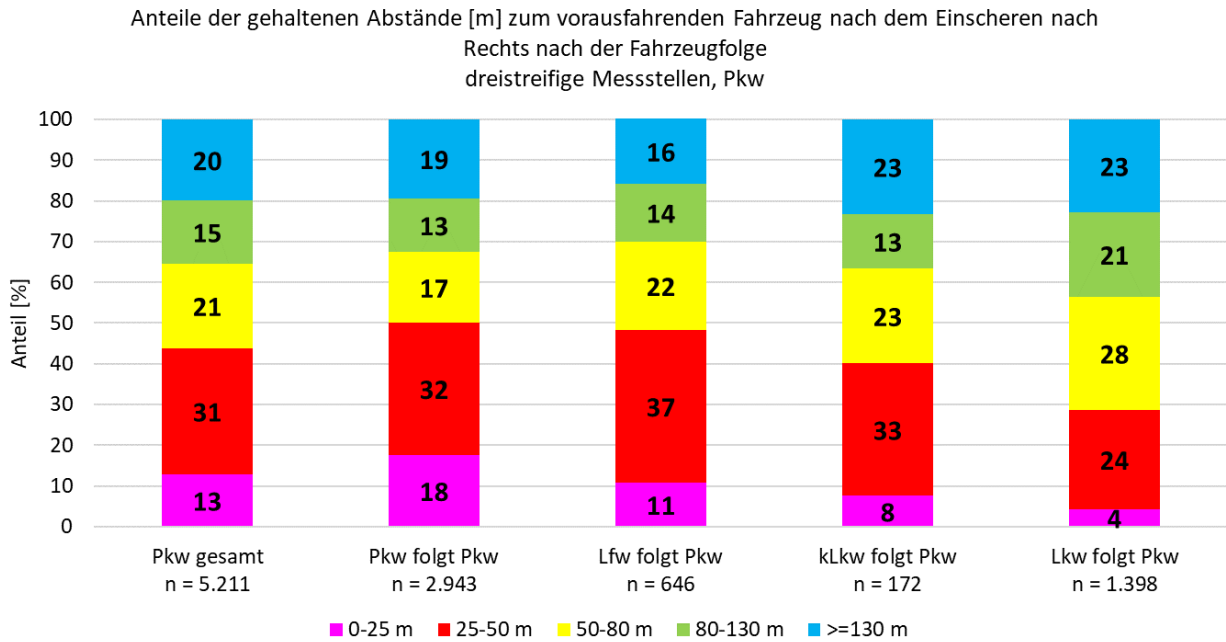


Abbildung 73: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen

Auch auf den untersuchten zweistreifigen Streckenabschnitten zeigt sich, dass Pkw vor anderen Pkw deutlich dichter einscheren als vor Lkw (Abbildung 74). Allerdings treten im Gegensatz zu den dreistreifigen Abschnitten Abstände kleiner 25 Meter nur selten auf mit Anteilen von fünf Prozent bei Einscheren vor einem Pkw und zwei Prozent bei Einscheren vor einem Lkw. Abstände zwischen 25 und 50 Metern werden beim Einscheren vor einem anderen Pkw zu 42 % akzeptiert und beim Einscheren vor einem Lkw zu 21 %.

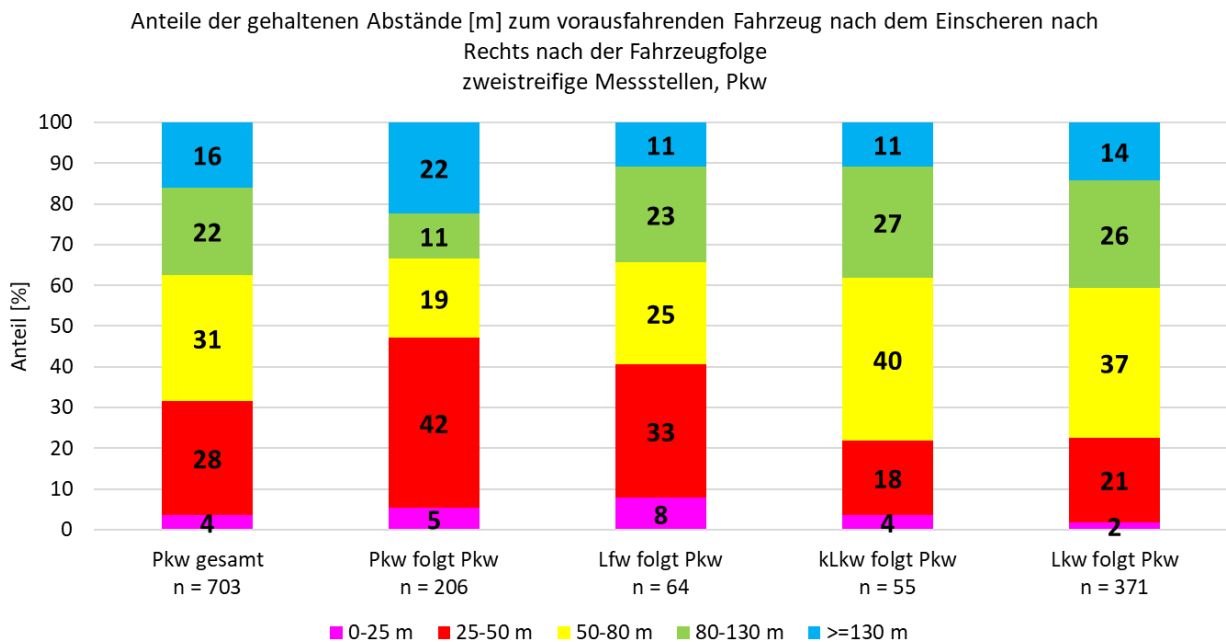


Abbildung 74: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die zweistreifigen Messstellen

Die Ergebnisse für das Verhalten von Pkw beim Einscheren nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts zeigen, dass nach dem Einscheren zu Pkw geringere Abstände gehalten werden als zu Lkw. Dies erweckt den Anschein, dass Lkw mit mehr Vorsicht und Sicherheitsabstand überholt werden. Ein weiterer Grund für die Unterschiede in den Anteilen der Abstände können aber auch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten sein. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Lkw und Pkw ist häufig betragsmäßig größer als die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei Pkw, bedingt durch die Geschwindigkeitsbeschränkung von 80 km/h für Lkw. Wenn ein Pkw vor einem Lkw einschert und dabei deutlich schneller ist als der Lkw, bewegt er sich im Folgenden vom Lkw weg und der Abstand zwischen den Fahrzeugen wird größer.

Abbildung 75 zeigt die Anteile der Abstände von Lkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen. Auf den untersuchten zweistreifigen Streckenabschnitten wurden lediglich 39 von Lkw durchgeführte Fahrstreifenwechsel nach Rechts festgestellt. Aufgrund dieser geringen Stichprobengröße ist eine Analyse der dazugehörigen Abstände an dieser Stelle nicht möglich.

Besonders auffällig bei der Analyse der Abstände von Lkw ist, dass die Anteile von Abständen kleiner 25 Meter, vor allem im Vergleich zu den Abständen von Pkw in Abbildung 73, durchgängig groß sind. Beim Einscheren vor einen Pkw werden von Lkw zu 15 % Abstände kleiner 25 Meter akzeptiert, beim Einscheren vor einem anderen Lkw sogar zu 24 %. Zusätzlich sind beim Einscheren vor einem Lkw weitere 38 % der Abstände zwischen 25 und 50 Meter groß, wohingegen dieser Anteil beim Einscheren vor einem Pkw lediglich 13 % beträgt. Lkw scheren demnach grundsätzlich häufig mit geringen Abständen vor anderen Fahrzeugen ein, besonders häufig ist dies der Fall, wenn das Einscheren vor einem Lkw stattfindet. Größere Geschwindigkeitsdifferenzen, welche eine Vergrößerung des Abstandes im weiteren Fahrverlauf herbeiführen würden, sind bei Lkw jedoch nicht zu erwarten.

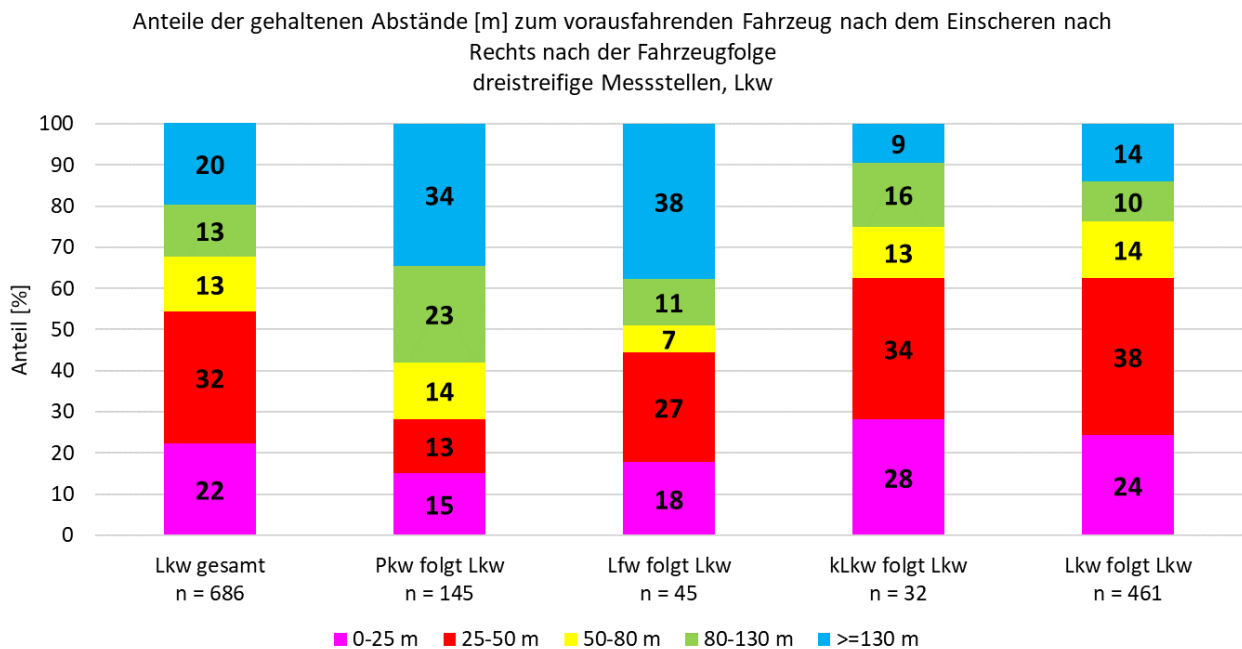


Abbildung 75: Abstände von Lkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen

Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts

Auch für Fahrstreifenwechsel nach Rechts werden die relativen Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt wurden, genauer betrachtet. Ist die relative Geschwindigkeit positiv, ist das nachfolgende Fahrzeug, vor welchem eingeschert wird, schneller als das wechselnde Fahrzeug und muss abbremsen, was Einfluss auf den Verkehrsfluss haben kann.

Abbildung 76 zeigt die Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts mit genutzten Lücken kleiner 100 Meter auf dreistreifigen Streckenabschnitten. Bei rund 75 % dieser Fahrstreifenwechsel ist das nachfolgende Fahrzeug langsamer als das wechselnde Fahrzeug. Im Zuge dieser Wechsel wird demnach kein Abbremsen provoziert und im weiteren Fahrverlauf findet, bei gleichbleibenden Geschwindigkeiten, eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den betrachteten Fahrzeugen statt.

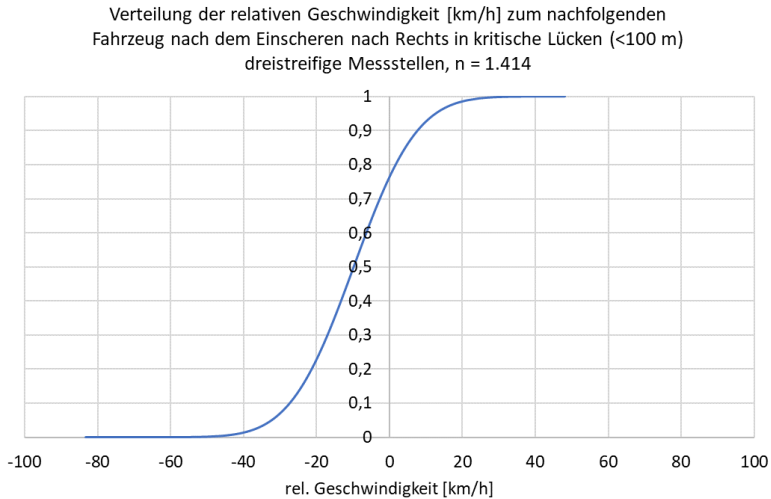


Abbildung 76: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter für die dreistreifigen Messstellen

Auf den untersuchten zweistreifigen Abschnitten ist der Anteil der Fahrstreifenwechsel nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter, bei welchen das nachfolgende Fahrzeug langsamer ist, größer als bei den dreistreifigen Streckenabschnitten. Bei etwa 89 % der Fahrstreifenwechsel nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter ist das nachfolgende Fahrzeug langsamer, bei 50 % der Wechsel sogar 20 km/h langsamer, sodass sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen bei gleichbleibender Geschwindigkeit vergrößert (Abbildung 77).

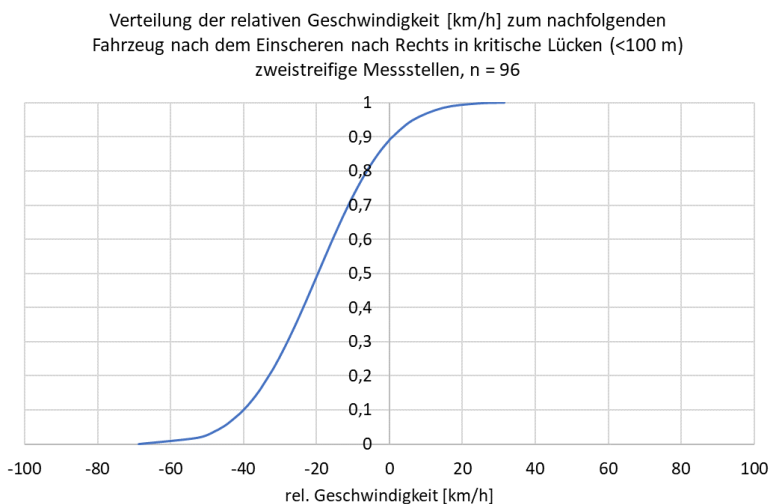


Abbildung 77: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter für die zweistreifigen Messstellen

Die Analysen der relativen Geschwindigkeiten haben gezeigt, dass bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts trotz genutzter Lücken kleiner 100 Meter in den meisten Fällen keine Konflikte durch erzwungenes Abbremsen beim nachfolgenden Fahrzeug zu erwarten sind. Lediglich bei etwa 25 % der Wechsel an dreistreifigen Messstellen und

elf Prozent an zweistreifigen Messstellen ist das nachfolgende Fahrzeug schneller und muss abbremsen, allerdings ist die Geschwindigkeitsdifferenz meist sehr gering.

5.3 Unfallanalyse

Abschließend wurde für die untersuchten Messstellen der Freien Strecke eine gesonderte Unfallanalyse für die Jahre 2017 bis 2019 durchgeführt. Diese hat ergeben, dass in den meisten Unfallhäufungsstellen hauptsächlich Pkw die Unfallverursacher sind. Wie Abbildung 78 zeigt, nimmt jedoch mit zunehmender Unfallschwere auch der Anteil von Lkw als Unfallverursacher zu.

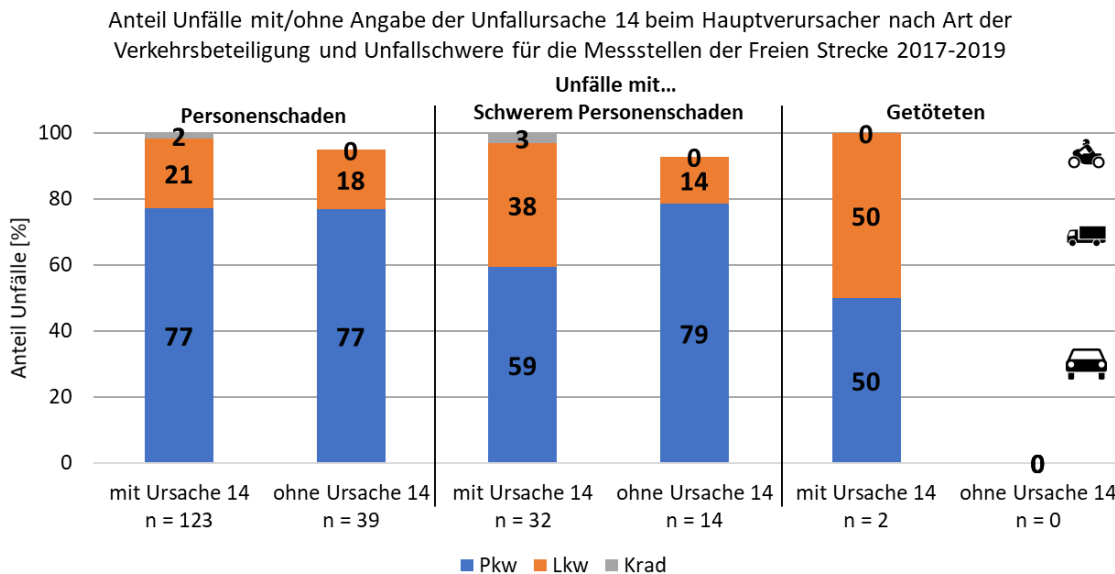


Abbildung 78: Anteil der Unfälle nach Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung des Unfallverursachers für die Messstellen der Freien Strecke

Darüber hinaus führen Unfälle mit Personenschaden und Angabe von Unfallursache 14 mit einem Anteil von 27,6 % seltener zu Unfällen mit schwerem Personenschaden als Unfälle mit Personenschaden ohne Angabe der Ursache 14 mit einem Anteil von 45,8 %. Unfälle mit Personenschaden und Unfallursache 14 verursachen pauschale Unfallkosten von 328.445 €/Jahr, wohingegen Unfälle mit Personenschaden ohne Unfallursache 14 lediglich pauschale Unfallkosten in Höhe von 119.903 €/Jahr verursachen.

Zu den Unfallzeitpunkten lag im betroffenen Streckenabschnitt oft eine überdurchschnittlich hohe Verkehrsstärke vor. Auffahrunfälle erfolgten zudem laut Unfallhergangstext häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge. Darüber hinaus wurde eine Häufung von Unfällen auf dem linken Fahrstreifen festgestellt, insbesondere auf den untersuchten zweistreifigen Abschnitten. Bei Dämmerung und Dunkelheit ereigneten sich 16 % der Unfälle mit Personenschaden, der Großteil der Unfälle geschah demnach bei hellen Lichtverhältnissen.

Grundsätzlich bestätigt die Unfallanalyse der untersuchten Messstellen die in Kapitel 4 beschriebenen Ergebnisse der Verkehrsunfallanalyse. In den auf den Untersuchungszeitraum folgenden Jahren 2020 und 2021 haben sich in den betrachteten Bereichen deutlich weniger Unfälle ereignet, was höchstwahrscheinlich auf die verringerte Verkehrsleistung in diesem Zeitraum zurückzuführen ist.

5.4 Zusammenfassung

Die Analysen des Abstandsverhaltens, der Fahrstreifenwechsel und des Unfallgeschehens an den zehn Messstellen der Freien Strecke haben keine grundlegenden Unterschiede zwischen dem Verhalten der Verkehrsteilnehmer im Bereich einer Unfallhäufung und einer Kontrollstelle gezeigt. Grundlegende Erkenntnisse, unabhängig von dieser Eingrenzung, konnten aber abgeleitet werden.

Die Analysen haben gezeigt, dass sich mit zunehmender Auslastung eines Streckenabschnittes das Abstandsverhalten darauf verschlechtert. Die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden steigen mit zunehmendem Auslastungsgrad linear an. Die Unfallanalyse der Messstellen hat zudem ergeben, dass sich Unfälle in den untersuchten Bereichen oft bei überdurchschnittlich hohen Verkehrsstärken ereignet haben.

Weiterhin ist das Abstandsverhalten schlechter, je weiter links sich der betrachtete Fahrstreifen befindet. Sowohl bei den zwei- als auch bei dreistreifigen Streckenabschnitten wurden auf dem linken Fahrstreifen deutlich höhere Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden festgestellt als auf dem rechten Fahrstreifen. Auffahrunfälle ereigneten sich an den betrachteten Messstellen häufig im linken Fahrstreifen.

Bei Betrachtung der Abstände verschiedener Fahrzeugarten hat sich herausgestellt, dass Pkw häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden halten als Lkw, gleichzeitig hat sich für Pkw ein linearer Anstieg der Anteile dieser Abstände mit zunehmendem Auslastungsgrad herausgestellt. Für Lkw wurde dies nicht beobachtet. Bei Unfällen auf den untersuchten Streckenabschnitten waren zumeist Pkw die Unfallverursacher. Wird die Fahrzeugfolge analysiert, zeigt sich, dass Pkw besonders häufig zu vorausfahrenden Pkw Abstände kleiner zwei Sekunden halten. Bei Lkw zeigt sich dies umgekehrt in den Abständen zu vorausfahrenden Lkw.

Die Analyse der durchgeführten Fahrstreifenwechsel hat gezeigt, dass Fahrstreifenwechsel nach Links häufiger kritische Situationen bedingen als Fahrstreifenwechsel nach Rechts. Bei Fahrstreifenwechseln nach Links, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, ist in den meisten Fällen das nachfolgende Fahrzeug schneller als das wechselnde Fahrzeug und muss demnach in Folge des Fahrstreifenwechsels abbremsen. Vor Fahrstreifenwechseln nach Links wird, unabhängig von der Fahrzeugart, häufig sehr dicht an das vorausfahrende Fahrzeug herangefahren. Bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts wurde vor allem bei Lkw beobachtet, dass diese häufig mit sehr geringem Abstand vor anderen Lkw einscheren. Gleichzeitig ist bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter das nachfolgende Fahrzeug meist langsamer als das wechselnde Fahrzeug, was bedeutet, dass sich der Abstand zwischen diesen Fahrzeugen im weiteren Fahrverlauf vergrößert.

6 Ergebnisse Knotenpunkte

6.1 Abstandsverhalten

Für die Messstellen der Knotenpunkte, welche in Tabelle 5 aufgelistet werden, wird jeweils die Fahrtrichtung der festgestellten Unfallhäufung analysiert. Die Nutzung einer Kontrollstelle zu Vergleichszwecken ergibt sich für diese Messstellen nicht. Stattdessen werden für die Messstellen der Knotenpunkte jeweils die Einfahrbereiche (EB) und die Ausfahrbereiche (AB) getrennt betrachtet und nach den in Abschnitt 3.3.1 genannten Kriterien analysiert. Durch die in Abschnitt 3.2.1 beschriebene Aufnahmemethodik bei Knotenpunkten ist es möglich, das Verhalten der Fahrzeuge über eine Länge von mehr als 300 Metern hinweg zu erfassen und zu analysieren.

Auch für die Knotenpunkte werden die Ergebnisse der Analysen in den folgenden Unterkapiteln summiert über alle Messstellen mit der gleichen Anzahl durchgängiger Fahrstreifen dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass einerseits die Anzahl Knotenpunkte geringer ist als die Anzahl der untersuchten Freien Strecken und andererseits die Knotenpunkte häufig die gleiche Anzahl durchgehende Fahrstreifen aufweisen, aber ansonsten sehr unterschiedlich gestaltet sind. Diese Inhomogenität bewirkt, dass die Ergebnisse nur eine eingeschränkte Übertragbarkeit auf andere Knotenpunkte besitzen. Abbildungen, auf welche in den folgenden Ausführungen lediglich verwiesen wird, werden in Anhang 8 dargestellt.

6.1.1 Verkehrsstärke

Da für die Knotenpunkte keine Bestimmung des Auslastungsgrades bzw. der QSV möglich war, werden an dieser Stelle lediglich die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in Abhängigkeit der vorliegenden Verkehrsstärke zum Aufnahmezeitpunkt untersucht.

In der in Abbildung 79 dargestellten Verteilung der Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Knotenpunkte zeigt sich die Inhomogenität der untersuchten Knotenpunkte. Im Einfahrbereich des AD Nossen befinden sich zusätzlich zu den drei durchgehenden Fahrstreifen zwei sehr lange Einfahrstreifen, welche sich über den gesamten Aufnahmebereich erstrecken. Dies wirkt sich auf das Abstandsverhalten aus, da sich nicht alle Fahrzeuge unmittelbar nach dem Knotenpunkt in die drei durchgehenden Fahrstreifen einordnen müssen. Grundsätzlich zeigt sich in dreistreifigen Knotenpunkten, dass mit zunehmender Verkehrsstärke die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden linear ansteigen.

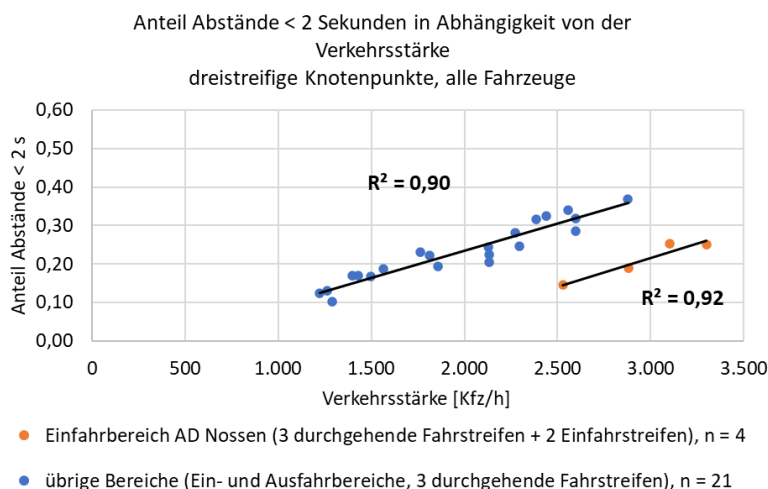


Abbildung 79: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in dreistreifigen Knotenpunkten nach vorliegender Verkehrsstärke, alle Fahrzeuge

Auch im Bereich der Knotenpunkte mit zwei durchgehenden Fahrstreifen zeigt sich ein linearer Anstieg der Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei zunehmender Verkehrsstärke (Abbildung 80). Obwohl die meisten Aufnahmen bei Verkehrsstärken zwischen 1.000 und 2.000 Kfz/h getätigt wurden, fügen sich auch Punkte abseits dieser Verkehrsstärken in die lineare Trendlinie ein.

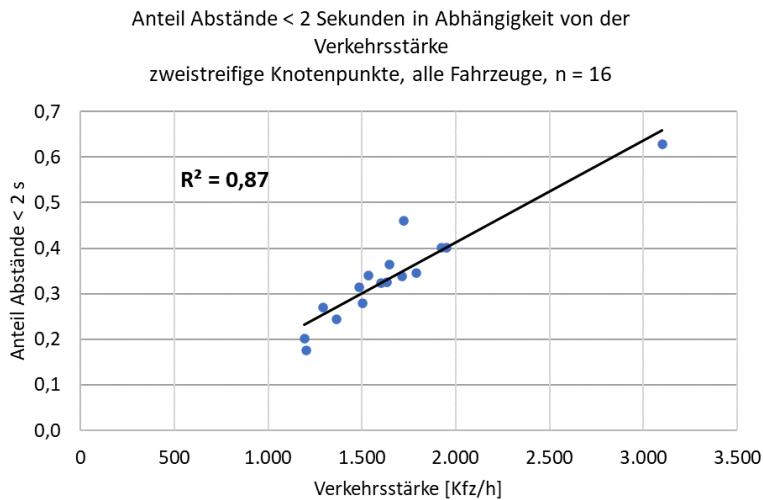


Abbildung 80: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in zweistreifigen Knotenpunkten nach vorliegender Verkehrsstärke, alle Fahrzeuge

Die Analysen der Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden nach der Verkehrsstärke haben demnach bestätigt, dass sich die Verkehrsstärke auch in Knotenpunkten auf das Abstandsverhalten auswirkt. Mit zunehmender Verkehrsstärke werden häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten. In Knotenpunktbereichen mit gleicher Anzahl durchgehenden Fahrstreifen erfolgt der Anstieg der Anteile linear. Bei gleicher Verkehrsstärke werden in Knotenpunkten mit zwei durchgehenden Fahrstreifen häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden eingehalten als in Knotenpunkten mit drei durchgängigen Fahrstreifen. Bei 1.500 Kfz/h sind bei den zweistreifigen Knotenpunkten ca. 30 % der Abstände kleiner zwei Sekunden, bei dreistreifigen Knotenpunkten sind bei 1.500 Kfz/h rund 18 % der Abstände kleiner zwei Sekunden. Dies lässt die Vermutung zu, dass auch in Knotenpunkten ein höherer Auslastungsgrad zu geringeren Abständen führt, da eine Verkehrsstärke von 1.500 Kfz/h auf zweistreifigen Streckenabschnitten eine höhere Auslastung bewirkt als auf dreistreifigen Streckenabschnitten.

6.1.2 Fahrstreifen

Für die Analyse des Abstandsverhaltens in Abhängigkeit der Fahrstreifen werden lediglich die durchgehenden Fahrstreifen der Knotenpunkte betrachtet, da auf den Ein- und Ausfädelungstreifen aufgrund deren vergleichsweise kurzen Ausdehnung keine Folgefahrten über einen längeren Zeitraum stattfinden.

In dreistreifigen Knotenpunkten zeigt sich, dass Abstände kleiner zwei Sekunden häufiger auftreten, je weiter links der Fahrstreifen ist, in welchem sich das Fahrzeug bewegt (Abbildung 81). Unterschiede im Abstandsverhalten in Einfahrbereichen und Ausfahrbereichen zeigen sich kaum. Im linken Fahrstreifen sind zwölf Prozent bzw. 15 % der Abstände kleiner einer Sekunde, rund 20 % liegen zwischen einer und zwei Sekunden. Im mittleren Fahrstreifen sind ebenfalls rund 20 % der Abstände zwischen einer und zwei Sekunden, allerdings sind lediglich sechs bzw. acht Prozent kleiner einer Sekunde. Abstände kleiner zwei Sekunden sind somit in Summe im linken Fahrstreifen häufiger als im mittleren Fahrstreifen. Werden im Gegensatz dazu die Abstände größer vier Sekunden betrachtet, sind die Anteile dieser im linken Fahrstreifen größer als im mittleren Fahrstreifen. Dies zeigt, dass im linken Fahrstreifen dennoch häufiger große Abstände oder auch Situationen des Freien Fahrens auftreten. Im rechten Fahrstreifen sind drei Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde und weitere 14 % liegen zwischen einer und zwei Sekunden.

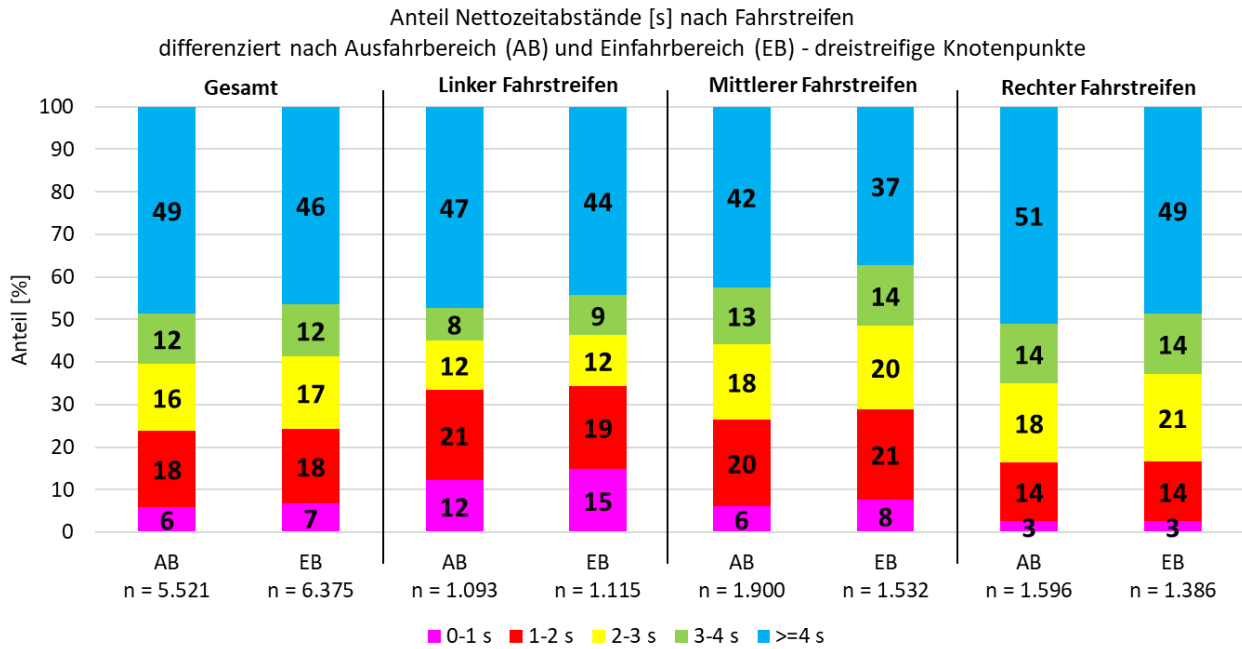


Abbildung 81: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die dreistreifigen Knotenpunkte

Für die zweistreifigen Knotenpunkte bestätigt sich grundsätzlich, dass die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden zunehmen, je weiter links der Fahrstreifen ist (Abbildung 82). Allerdings zeigen sich hier klare Unterschiede im Abstandsverhalten zwischen Ein- und Ausfahrbereich. Im Einfahrbereich werden häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten als im Ausfahrbereich. Im linken Fahrstreifen sind 15 % der Abstände im Ausfahrbereich kleiner einer Sekunde, im Einfahrbereich beträgt dieser Anteil 23 %. Bei den Abständen zwischen einer und zwei Sekunden ergibt sich eine Differenz von fünf Prozent, diese treten im Ausfahrbereich zu 21 % und im Einfahrbereich zu 26 % auf. Im rechten Fahrstreifen sind die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden geringer als im linken Fahrstreifen, doch auch hier sind die Anteile dieser Abstände im Einfahrbereich größer als im Ausfahrbereich. Abstände zwischen einer und zwei Sekunden treten im Ausfahrbereich zu 19 % und im Einfahrbereich zu 27 % auf.

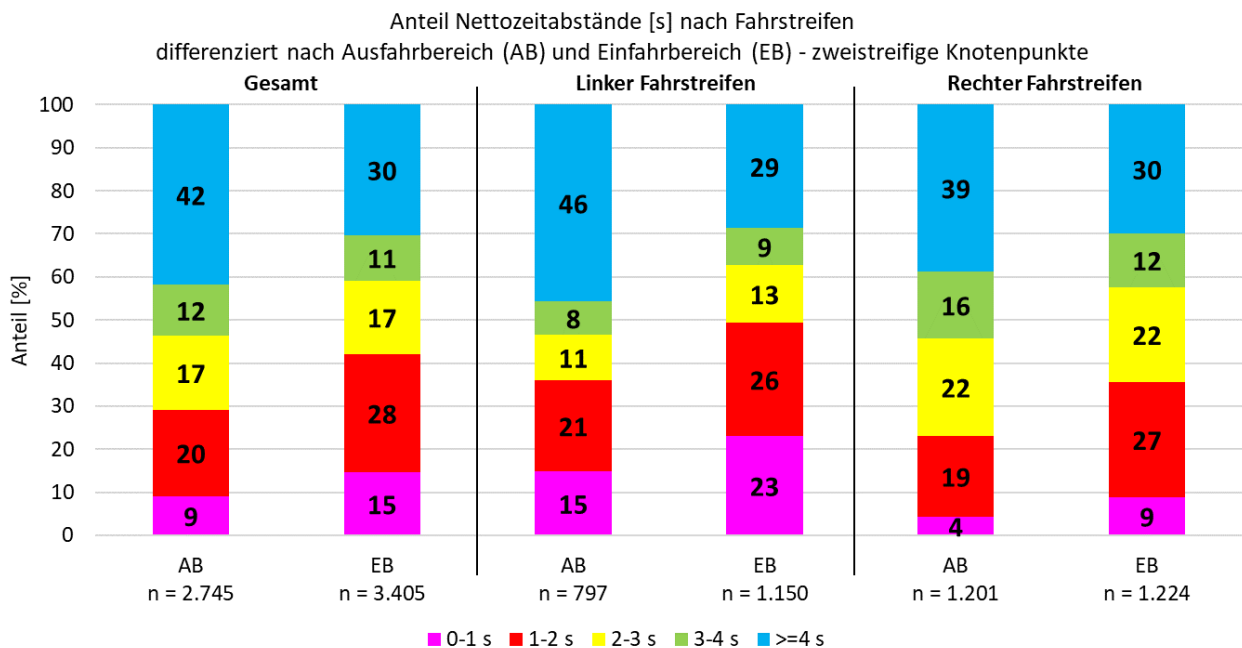


Abbildung 82: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die zweistreifigen Knotenpunkte

Die Analysen zum Abstandsverhalten nach den Fahrstreifen bestätigt die Tendenz, welche sich bereits für die Messstellen der Freien Strecke herausgestellt hat: Je weiter links der Fahrstreifen angeordnet ist, desto schlechter ist das Abstandsverhalten in diesem Fahrstreifen einzuschätzen. Unterschiede zwischen Ein- und Ausfahrbereich ergeben sich lediglich für die Knotenpunkte mit zwei durchgehenden Fahrstreifen, bei welchen das Abstandsverhalten im Einfahrbereich als schlechter einzuschätzen ist. Dies kann beispielsweise durch Einfahrvorgänge hervorgerufen werden. In zweistreifigen Knotenpunkten müssen für Fahrstreifenwechsel im Zuge von Einfahrvorgängen bei höherem Verkehrsaufkommen möglicherweise häufiger kleine Lücken genutzt werden, welche wiederum geringere Abstände bedingen.

6.1.3 Fahrzeugart / Fahrzeugfolge

Die Analyse des Abstandsverhaltens nach der Fahrzeugart und der Fahrzeugfolge erfolgt für die Knotenpunkte unabhängig von der vorliegenden Verkehrsqualität. Darüber hinaus ist zu beachten, dass für vereinzelte Fahrzeugfolgebeziehungen die Stichprobengröße so gering ist, dass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der anderen Folgebeziehungen zu hinterfragen ist. Diese Folgebeziehungen werden lediglich der Vollständigkeit halber abgebildet, in den Erläuterungen jedoch nicht vertieft behandelt.

Abbildung 83 zeigt, dass Pkw in Knotenpunkten mit drei durchgehenden Fahrstreifen trotz unterschiedlicher vorausfahrender Fahrzeugarten nur geringe Unterschiede in ihrem Abstandsverhalten aufzeigen. Abstände kleiner zwei Sekunden treten bei einer Folgefahrt zu einem anderen Pkw zu rund 30 % auf, zu vorausfahrenden Lkw beträgt dieser Anteil 16 bzw. 23 %. Zu vorausfahrenden Pkw sind etwa zehn Prozent der Abstände kleiner einer Sekunde, zu vorausfahrenden Lkw beträgt dieser Anteil maximal fünf Prozent. Es zeigt sich die Tendenz, dass Pkw im Einfahrbereich von Knotenpunkten häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden halten als im Ausfahrbereich. Bei vorausfahrenden Pkw ist dieser Unterschied nur gering ausgeprägt, bei vorausfahrenden Lkw dagegen ist der Anteil von Abständen kleiner zwei Sekunden im Einfahrbereich sieben Prozent größer als im Ausfahrbereich.

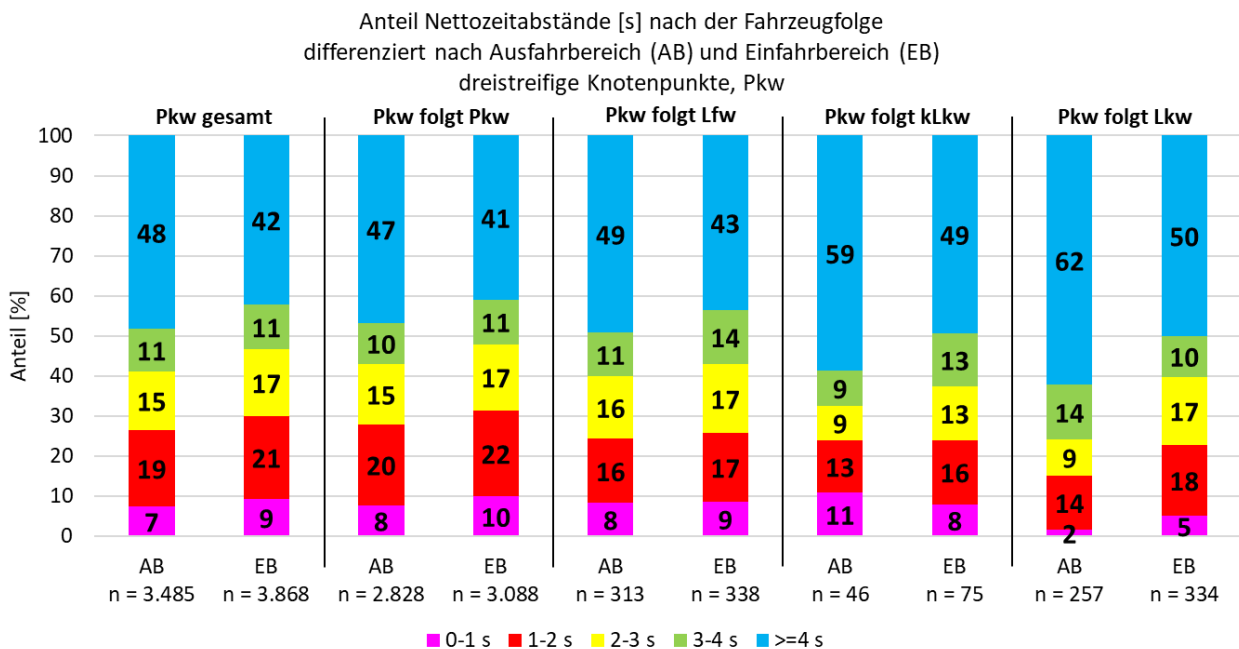


Abbildung 83: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Pkw in dreistreifigen Knotenpunkten

In Knotenpunkten mit zwei durchgehenden Fahrstreifen, deren Ergebnisse in Abbildung 84 dargestellt werden, werden von Pkw häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten als in dreistreifigen Knotenpunkten. Darüber hinaus wird über nahezu alle Fahrzeugfolgebeziehungen hinweg ein Unterschied zwischen den Abständen im Einfahrbereich und im Ausfahrbereich deutlich. Im Ausfahrbereich halten Pkw zu vorausfahrenden Pkw und zu Lkw jeweils zu elf Prozent einen Abstand kleiner einer Sekunde. Abstände zwischen einer und zwei Sekunden treten in diesem Bereich zu vorausfahrenden Lkw zu 25 % und zu vorausfahrenden Pkw zu 21 % auf. Im Einfahrbereich dagegen sind 18 % der Abstände von Pkw zu vorausfahrenden Pkw und 15 % der Abstände zu vorausfahrenden Lkw kleiner einer Sekunde. Abstände zwischen einer und zwei Sekunden treten zu Pkw und Lkw gleichermaßen mit Anteilen von 30 % auf.

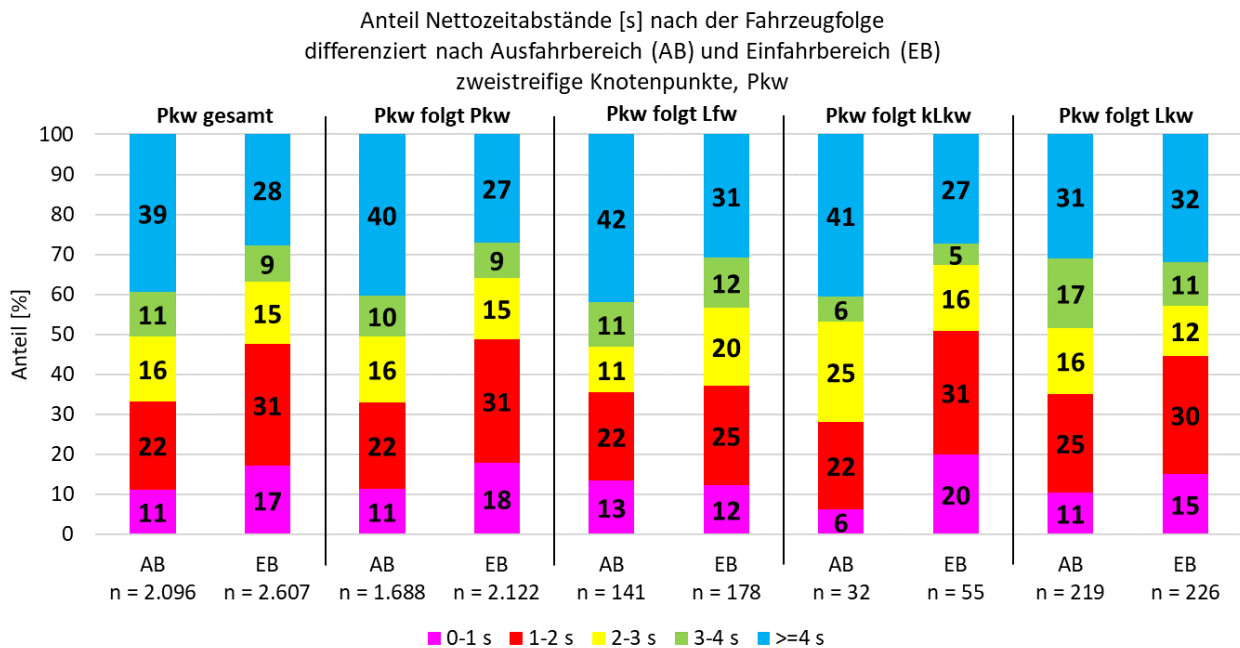


Abbildung 84: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Pkw in zweistreifigen Knotenpunkten

Es zeigt sich, dass das Abstandsverhalten von Pkw in Knotenpunkten unabhängig von der vorhandenen Fahrstreifenanzahl keine wesentlichen Unterschiede in Abhängigkeit von der vorausfahrenden Fahrzeugart erkennen lässt. Zwischen den Anteilen der Abstände kleiner zwei Sekunden auf vorausfahrende Pkw und Lkw bestehen jeweils nur geringe Unterschiede. Im Gegensatz dazu zeigen sich, insbesondere bei den zweistreifigen Knotenpunkten, klare Unterschiede im Abstandsverhalten von Pkw zwischen Einfahrbereich und Ausfahrbereich der Knotenpunkte.

Im Abstandsverhalten von Lkw zeigen sich auch im Bereich von Knotenpunkten Unterschiede im Abstandsverhalten bei vorausfahrenden Pkw bzw. Lkw. Zu vorausfahrenden Pkw werden beispielsweise sowohl im Ein- als auch im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte zu weniger als zehn Prozent Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten. Gleichzeitig zeigt die geringe Stichprobengröße in Abbildung 85, dass diese Form von Fahrzeugfolgebeziehungen im Untersuchungskollektiv selten auftritt. Zu vorausfahrenden Lkw werden in beiden Bereichen zu rund 20 % Abstände kleiner zwei Sekunden gehalten. Abstände kleiner einer Sekunde treten dabei mit drei bis fünf Prozent unabhängig von der vorausfahrenden Fahrzeugart vergleichsweise selten auf. Ein Unterschied im Abstandsverhalten von Lkw zwischen Einfahrbereich und Ausfahrbereich wurde in den untersuchten dreistreifigen Knotenpunkten nicht festgestellt. Bei der Analyse der Abstände in zweistreifigen Abschnitten zeigt sich dieser Unterschied lediglich im Abstandsverhalten zu anderen Lkw, hier sind im Einfahrbereich 27 % der Abstände kleiner zwei Sekunden und im Ausfahrbereich lediglich 19 %.

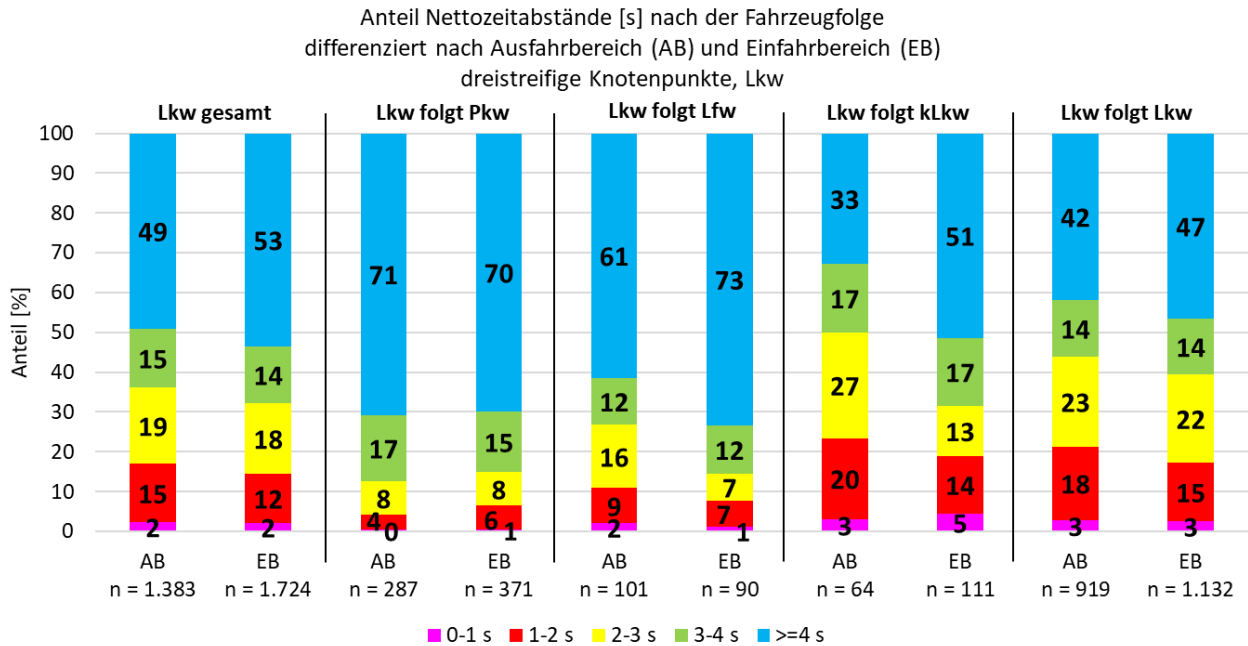


Abbildung 85: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Lkw in dreistreifigen Knotenpunkten

Für die Analyse des Abstandsverhaltens von Lkw in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge im Bereich von Knotenpunkten liegen für die zweistreifigen Knotenpunkte nur Stichprobengrößen von insgesamt weniger als 500 aufgenommenen Lkw vor, was verteilt auf die verschiedenen Fahrzeugfolgebeziehungen zu sehr geringen Stichprobengrößen führt. Aus diesem Grund wird auf eine Darstellung und genaue Erläuterung der Ergebnisse in diesem Abschnitt verzichtet. Grundlegend bestätigen sich die Erkenntnisse aus der Analyse der dreistreifigen Knotenpunkte weitestgehend, Abweichungen wurden in den vorangegangenen Erläuterungen bereits vermerkt.

Auch im Bereich von Knotenpunkten ist das Abstandsverhalten von Pkw und Lkw grundsätzlich unterschiedlich. Während sich für Lkw die Beobachtung der freien Strecke fortsetzt, dass Lkw je nach vorausfahrender Fahrzeugart klare Unterschiede im Abstandsverhalten aufweisen, ist dies für Pkw nicht durchgängig der Fall. Bei Pkw wurden lediglich im Bereich der dreistreifigen Knotenpunkte geringfügige Unterschiede in den Anteilen von Abständen kleiner zwei Sekunden zu vorausfahrenden Pkw bzw. Lkw festgestellt. Im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte wurde kein Unterschied im Abstandsverhalten von Pkw zu vorausfahrenden Pkw oder Lkw festgestellt, jedoch hat sich ein Unterschied im Abstandsverhalten im Ein- und Ausfahrbereich gezeigt. Pkw halten im Einfahrbereich von Knotenpunkten unabhängig von der vorausfahrenden Fahrzeugart häufiger Abstände kleiner zwei Sekunden als im Ausfahrbereich.

6.1.4 Geschwindigkeit

Für die untersuchten Knotenpunkte wurden die Geschwindigkeitskennwerte für den Ein- und Ausfahrbereich gesondert bestimmt, um diese Bereiche auch in dieser Hinsicht miteinander vergleichen zu können. Für die Knotenpunkte mit drei durchgehenden Fahrstreifen, dargestellt in Tabelle 16, wird dabei deutlich, dass das Geschwindigkeitsniveau im Einfahrbereich über alle Fahrzeugarten hinweg niedriger ist als im Ausfahrbereich.

Tabelle 16: Geschwindigkeitsniveau in dreistreifigen Knotenpunkten

Geschwindigkeit	Ausfahrbereiche Dreistreifige Knotenpunkte			Einfahrbereiche Dreistreifige Knotenpunkte		
	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅
Gesamt	145	118	87	137	108	84
Pkw	153	127	112	146	121	101
Lfw	134	115	96	127	107	89
kLkw	103	89	83	97	87	81
Lkw	92	87	82	88	85	78

Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte werden, besonders von Pkw und Lieferwagen, geringere Geschwindigkeiten gefahren als im Bereich der untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte. Dies wird vermutlich durch die durchgängige Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h im Bereich des AK Kassel-West beeinflusst. Dennoch wird auch im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte festgestellt, dass das Geschwindigkeitsniveau im Einfahrbereich niedriger ist als im Ausfahrbereich, wie in Tabelle 17 zu erkennen.

Tabelle 17: Geschwindigkeitsniveau in zweistreifigen Knotenpunkten

Geschwindigkeit	Ausfahrbereiche Zweistreifige Knotenpunkte			Einfahrbereiche Zweistreifige Knotenpunkte		
	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅
Gesamt	125	100	88	116	97	84
Pkw	129	104	91	120	100	88
Lfw	113	99	86	113	94	82
kLkw	90	86	81	89	86	80
Lkw	91	88	84	89	85	80

Auch die Analyse der Nettozeitabstände nach der gefahrenen Geschwindigkeit erfolgt für die Knotenpunkte differenziert nach Ein- und Ausfahrbereich. Die Ergebnisse dieser Analysen für die untersuchten Knotenpunkte mit drei durchgehenden Fahrstreifen werden auf der folgenden Seite in Abbildung 86 dargestellt.

In den untersuchten dreistreifigen Knotenpunkten treten Abstände kleiner zwei Sekunden zwischen 100 und 160 km/h durchgängig ähnlich häufig auf mit Anteilen zwischen 25 und 30 %. Die Anteile von Abständen kleiner einer Sekunde liegen dabei bis auf wenige Ausnahmen zwischen sechs und acht Prozent. Auch die anderen Intervalle der Nettozeitabstände weisen in diesem Geschwindigkeitsbereich vergleichbare Anteile auf. Für Geschwindigkeiten kleiner 100 km/h und größer 160 km/h wurden seltener Abstände kleiner zwei Sekunden festgestellt, jeweils mit Anteilen von rund 20 %. Unterschiede zwischen Ein- und Ausfahrbereich konnten nicht festgestellt werden. Grundsätzlich zeigt sich, dass das Abstandsverhalten im Bereich der untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte nicht wesentlich von der gefahrenen Geschwindigkeit beeinflusst zu sein scheint.

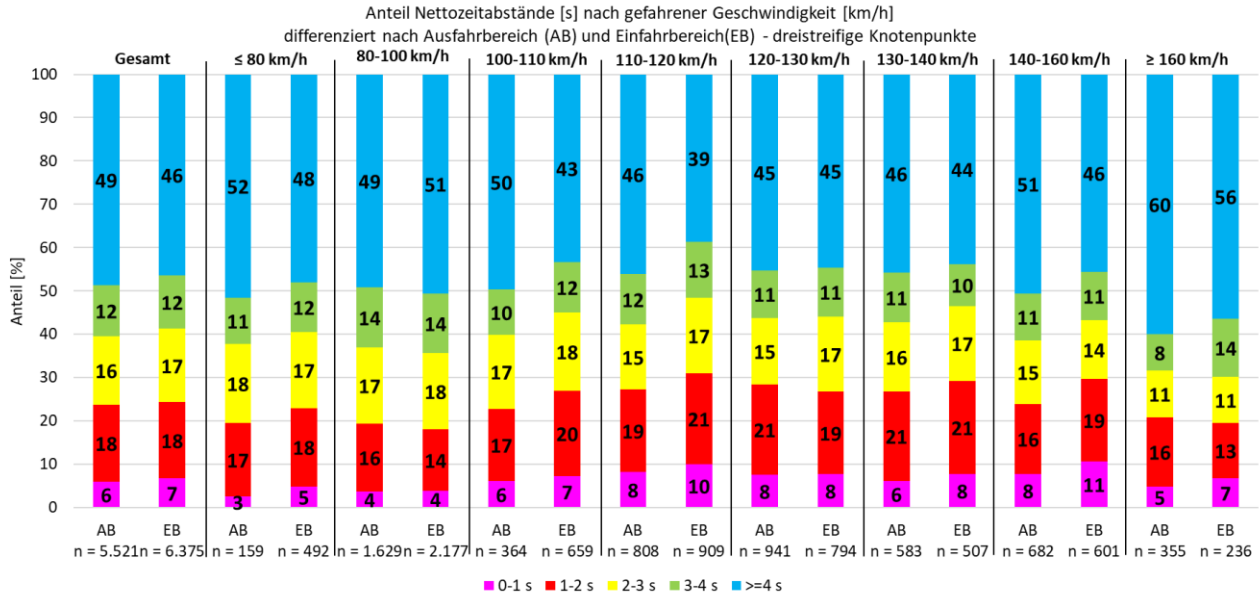


Abbildung 86: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit in dreistreifigen Knotenpunkten

Bei der Analyse der zweistreifigen Knotenpunkte zeigen sich Unterschiede im Abstandsverhalten nach der gefahrenen Geschwindigkeit. Es wird über nahezu alle Geschwindigkeitsbereiche hinweg ein deutlicher Unterschied in den Anteilen von Abständen kleiner zwei Sekunden zwischen Ein- und Ausfahrbereich festgestellt (Abbildung 87). Für den jeweiligen Bereich zeigt sich, dass die größten Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei Geschwindigkeiten kleiner 80 km/h bis etwa 110 km/h auftreten. Im Einfahrbereich betragen diese Anteile zwischen 40 und 50 %, im Ausfahrbereich etwa 30 bis 40 %. Mit zunehmender Geschwindigkeit nehmen diese Anteile ab. Die Häufung von Abständen kleiner zwei Sekunden bei Geschwindigkeiten von weniger als 110 km/h lässt sich mit der Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h in einem der beiden untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte, dem AK Kassel-West, begründen.

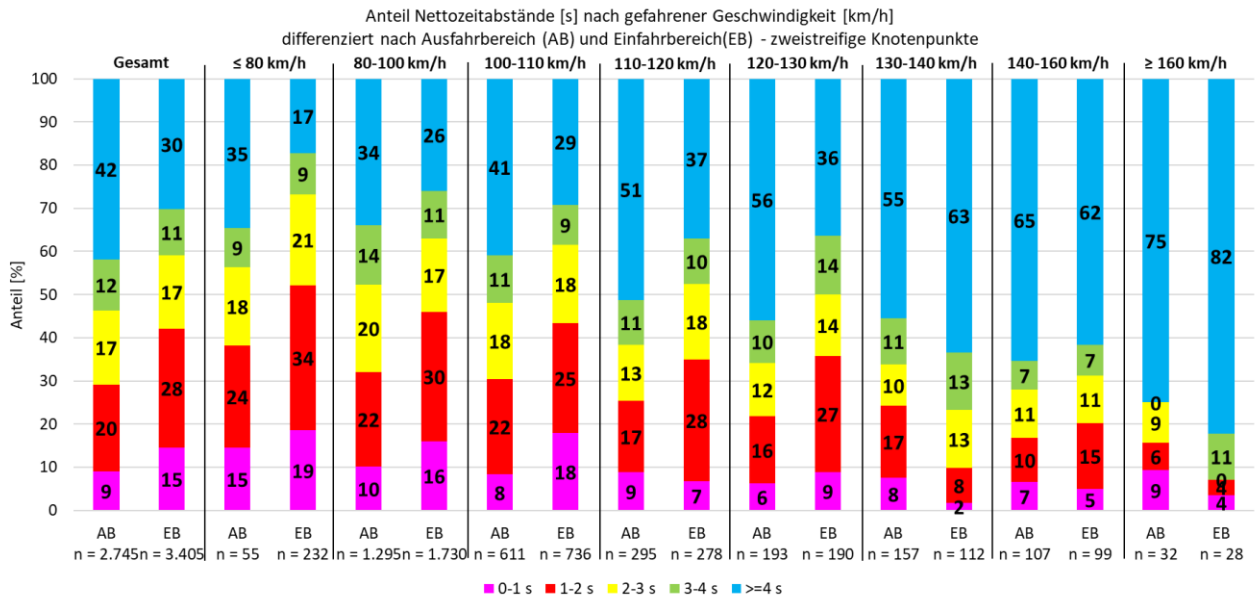


Abbildung 87: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit in zweistreifigen Knotenpunkten

Bei der Analyse des Abstandsverhaltens nach der gefahrenen Geschwindigkeit hat sich für die untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte kein Geschwindigkeitsbereich gezeigt, in welchem besonders häufig geringe Abstände gehalten werden. Für die untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte stellt sich der Bereich zwischen 80 und 110

km/h als Bereich mit den größten Anteilen der Abstände kleiner zwei Sekunden heraus. Da dies aber durch eine Geschwindigkeitsbeschränkung in einem der beiden untersuchten Knotenpunkte beeinflusst wird, ist die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf zweistreifige Knotenpunkte im Allgemeinen nicht gegeben. Dennoch zeigt sich auch in der Analyse der Abstände nach gefahrener Geschwindigkeit im Bereich der Einfahrbereiche zweistreifiger Knotenpunkte ein schlechteres Abstandsverhalten als in den Ausfahrbereichen.

6.2 Fahrstreifenwechsel

Insbesondere in Knotenpunkten liegt die Vermutung nahe, dass Fahrstreifenwechsel einen wesentlichen Einfluss auf die verkehrliche Situation und damit auch auf das Abstandsverhalten haben. Die Fahrstreifenwechsel in Knotenpunkten werden für den Ein- und Ausfahrbereich ebenfalls getrennt analysiert, um untersuchen zu können, inwiefern die Ein- und Ausfahrtvorgänge die Situation im jeweiligen Bereich beeinflussen.

6.2.1 Häufigkeit Fahrstreifenwechsel

Wie auch für die Messstellen der Freien Strecke wurde für die Messstellen der Knotenpunkte untersucht, wie häufig in den zu vergleichenden Bereichen Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden. Dazu wird der Kennwert FSW je 100 Kfz genutzt, welcher beschreibt, wie viele Fahrstreifenwechsel im Bereich der Messstelle je 100 aufgenommene Fahrzeuge im Durchschnitt über alle Aufnahmen hinweg durchgeführt wurden. Die Ergebnisse werden in Tabelle 18 dargestellt.

Es zeigt sich, dass im Bereich der Knotenpunkte deutlich häufiger Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden als auf der Freien Strecke. Fahrstreifenwechsel weisen demnach für Untersuchungen zur verkehrlichen Situation in Knotenpunkten eine hohe Relevanz auf. Werden die Häufigkeiten im Ein- und Ausfahrbereich miteinander verglichen, zeigt sich, dass in vier von fünf Knotenpunkten im Einfahrbereich mehr Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden als im Ausfahrbereich. Ursächlich können einerseits größere Verkehrsströme in dieser Fahrbeziehung des Knotenpunktes sein. Möglich ist aber auch, dass durch Einfahrten und das darauffolgende Sortieren der Fahrzeuge in den Fahrstreifen, welchen sie zur Weiterfahrt nutzen möchten, grundsätzlich in Einfahrbereichen mehr Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden. Darüber hinaus finden im Einfahrbereich, aber auch im Vorfeld dieser, teilweise Fahrstreifenwechsel statt, mit dem Ziel ausreichend Platz für einfahrende Fahrzeuge im rechten Fahrstreifen zu schaffen. Analog dazu wäre es möglich, dass die Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln im Ausfahrbereich geringer ist, da sich die meisten Fahrzeuge in ihrem für die Weiterfahrt bevorzugten Fahrstreifen befinden und lediglich die Fahrzeuge, welche ausfahren möchten, sich durch Fahrstreifenwechsel in Richtung des Ausfahrstreifens bewegen und dann auf diesen wechseln.

Tabelle 18: Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln (FSW) im Bereich der untersuchten Knotenpunkte

Messstelle Knotenpunkte		Anzahl FSW je 100 Kfz	
		Einfahrbereich	Ausfahrbereich
11	A 4 AD Nossen	62,3	53,9
12	A 2 AS Alleringersleben	38,6	27,2
13	A 5 AS Friedberg	24,4	18,9
14	A 45 Gießener Südkreuz	65,0	40,5
15	A 49 AK Kassel-West	16,1	22,4

6.2.2 Fahrstreifenwechsel im Einfahrbereich

In Abbildung 88 werden typische Fahrstreifenwechsel im Zuge von Einfahrvorgängen im Einfahrbereich von Knotenpunkten, inklusive der zur Auswertung genutzten Größen, dargestellt. Genaue Erklärungen zu den genutzten Größen können in Abschnitt 3.3.2 nachgelesen werden.

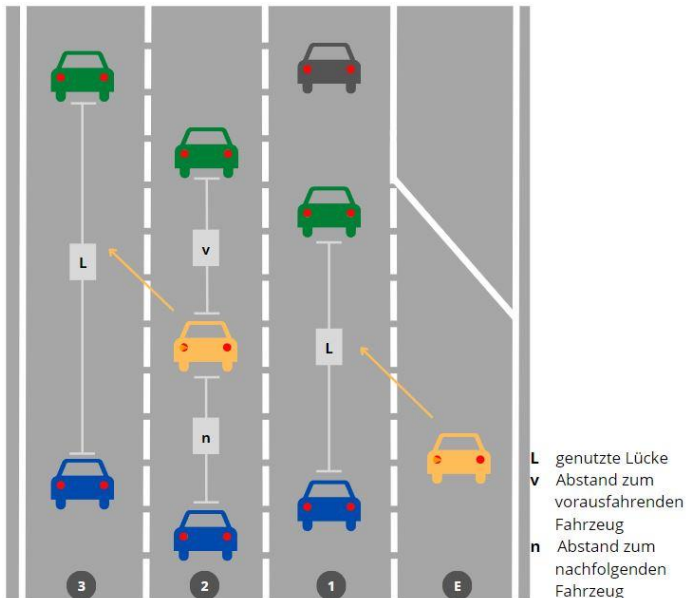


Abbildung 88: Exemplarische Darstellung von Fahrstreifenwechseln im Einfahrbereich von Knotenpunkten

Für Einfahrbereiche von Knotenpunkten liegt die Vermutung nahe, dass Fahrstreifenwechsel nach Links häufiger auftreten als Fahrstreifenwechsel nach Rechts. Dies wird durch die in Abbildung 89 angegebene Stichprobengröße bestätigt. Im Bereich der untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte wurden 2.769 Fahrstreifenwechsel nach Links und lediglich 481 Fahrstreifenwechsel nach Rechts registriert. Zudem sind Fahrstreifenwechsel nach Links im Einfahrbereich auf den ersten Blick als kritischer einzustufen, da für diese häufiger Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. Bei Fahrstreifenwechseln nach Links sind genutzte Lücken zu 22 % kleiner 100 Meter, bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts trifft dies auf 15 % der Wechsel zu.

Bei den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten zeigt sich diese Verteilung gleichermaßen, lediglich mit größeren Anteilen für die kritischen Lücken kleiner 100 Meter (Abbildung 90). In den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten finden 1.146 Fahrstreifenwechsel nach Links und 245 Fahrstreifenwechsel nach Rechts statt. Bei Fahrstreifenwechseln nach Links sind 41 % der genutzten Lücken kleiner 100 Meter, 14 % sogar kleiner 50 Meter. Bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts sind 35 % der Lücken kleiner 100 Meter und nur sieben Prozent kleiner 50 Meter.

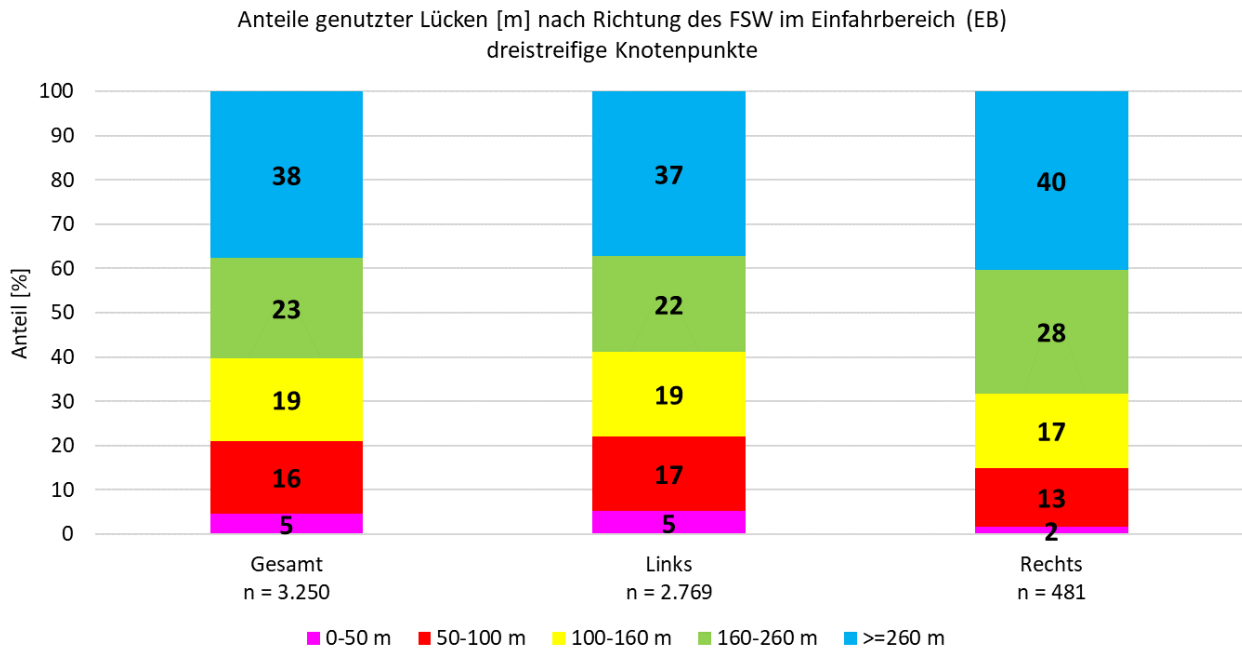


Abbildung 89: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

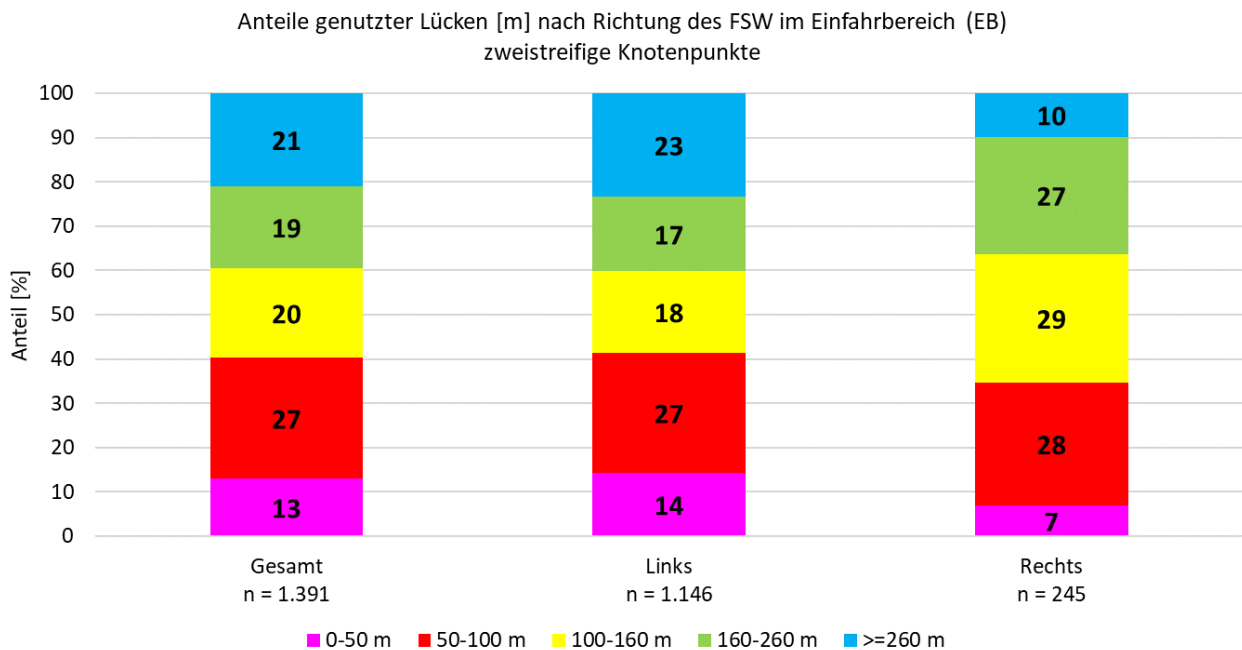


Abbildung 90: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Fahrstreifenwechsel nach genutzten Fahrstreifen im Einfahrbereich

Abbildung 91 zeigt, dass im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte insbesondere Fahrstreifenwechsel vom Einfahrstreifen in den ersten Fahrstreifen sowie Fahrstreifenwechsel vom rechten in den mittleren Fahrstreifen als kritisch einzuordnen sind, da für diese am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. Für den Wechsel vom Einfahrstreifen in den rechten Fahrstreifen werden zu acht Prozent Lücken kleiner 50 Meter genutzt und zu 24 % Lücken zwischen 50 und 100 Metern. Gleichzeitig ist dieser Wechsel, der den klassischen Einfahrvorgang darstellt, der am häufigsten durchgeführte Fahrstreifenwechsel in den untersuchten dreistreifigen Knotenpunkten. Beim Wechsel vom rechten in den mittleren Fahrstreifen sind fünf Prozent der genutzten Lücken kleiner 50 Meter

und weitere 19 % liegen zwischen 50 und 100 Meter. Für alle anderen Fahrstreifenwechsel sind die Anteile der genutzten Lücken kleiner 100 Meter kleiner als 20 %. Positiv zu bewerten ist der große Anteil an Lücken größer 260 Meter mit einem Anteil von 60 % beim Wechsel vom zweiten in den dritten Fahrstreifen.

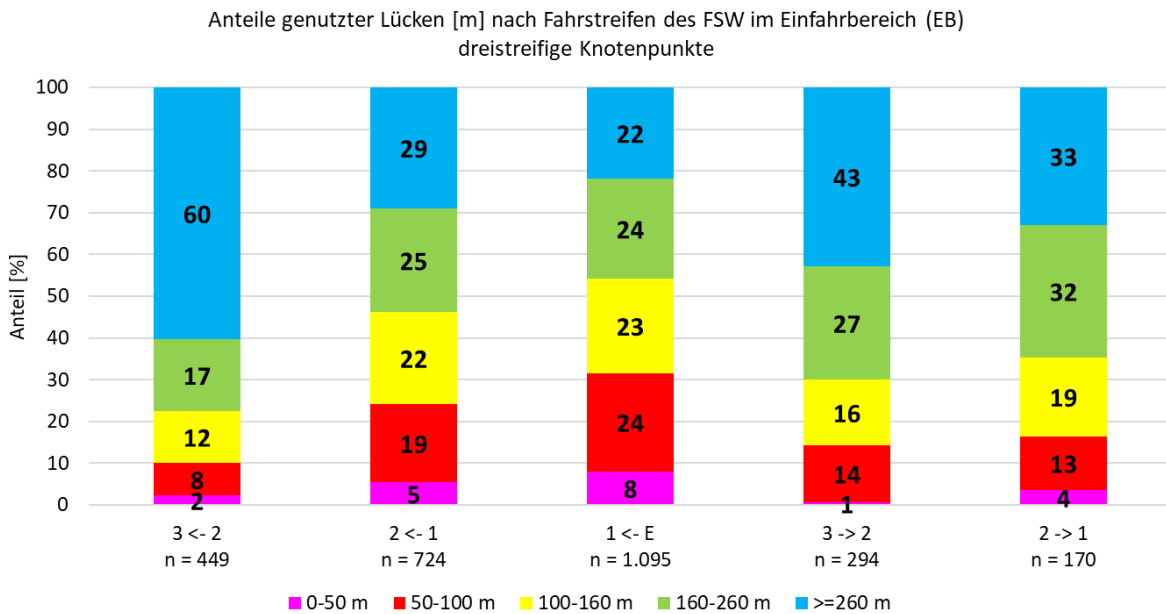


Abbildung 91: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Auch im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte werden für den Wechsel vom Einfahrstreifen in den rechten Fahrstreifen am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt (Abbildung 92). Dabei sind 19 % der Lücken kleiner 50 Meter und weitere 35 % der genutzten Lücken sind zwischen 50 und 100 Meter groß. An zweiter Stelle sind hier, trotz ihres selteneren Auftretens, Fahrstreifenwechsel nach Rechts vom linken in den rechten Fahrstreifen einzuordnen, bei welchen die genutzten Lücken zu 35 % kleiner 100 Meter sind. Fahrstreifenwechsel nach Links vom rechten in den linken Fahrstreifen sind in den zweistreifigen Knotenpunkten weniger kritisch mit 25 % genutzter Lücken kleiner 100 Meter. Gleichzeitig werden für diese Wechsel auch zu 41 % Lücken größer 260 Meter genutzt.

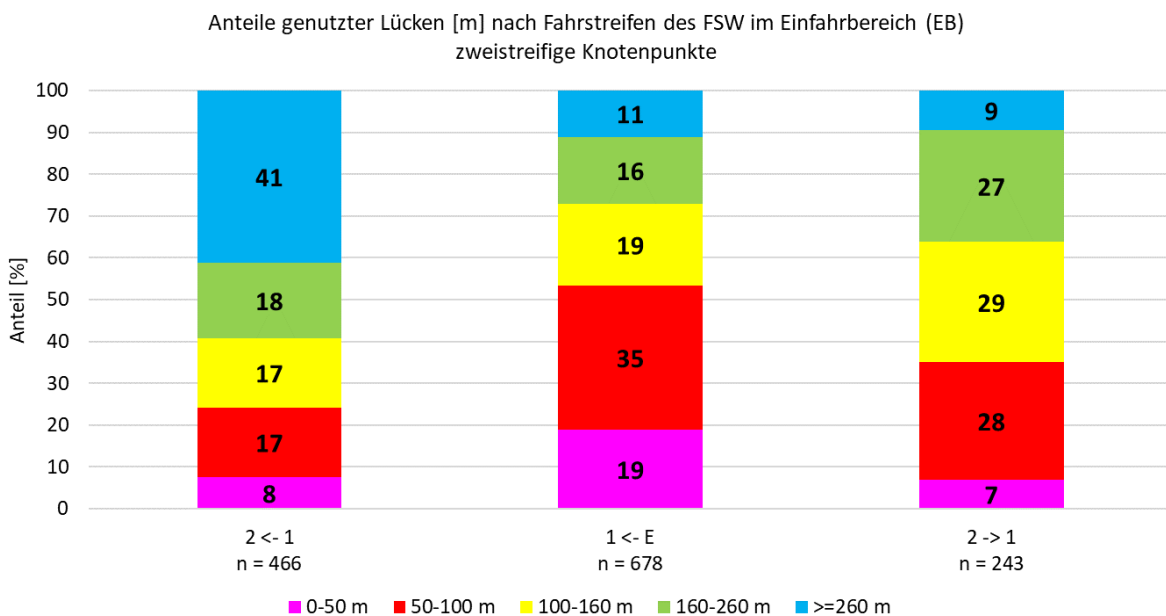


Abbildung 92: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Im Einfahrbereich von Knotenpunkten sind also Fahrstreifenwechsel nach Links, insbesondere Wechsel mit dem Zweck, auf die Hauptfahrbahn der Autobahn aufzufahren, als kritisch einzuordnen, da dafür am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. Aus diesem Grund konzentriert sich die Analyse der Fahrstreifenwechsel im Einfahrbereich von Knotenpunkten im Folgenden auf Fahrstreifenwechsel nach Links. Am wenigsten kritisch sind anhand dieser Analysen Fahrstreifenwechsel in den am weitesten links liegenden Fahrstreifen eines Knotenpunktes einzuschätzen, da hier am häufigsten Lücken größer 260 Meter genutzt werden. Das zeigt, dass diese Wechsel häufig dann durchgeführt werden, wenn auf dem linken Fahrstreifen ausreichend Platz zur Verfügung steht.

Abstände bei Fahrstreifenwechseln nach Links im Einfahrbereich

Werden die Abstände des Fahrzeugs, welches den Fahrstreifenwechsel nach Links durchführt, zum vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug analysiert, zeigt sich, dass insbesondere die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug häufig sehr gering sind. Wie in Abbildung 93 zu sehen, sind bei dreistreifigen Knotenpunkten sowohl vor als auch nach dem Fahrstreifenwechsel die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug zu rund 20 % kleiner als 25 Meter. Auch die Abstände zwischen 25 und 50 Meter treten in beiden Fällen mit Anteilen von etwa 20 % auf. Zum nachfolgenden Fahrzeug sind die Abstände sowohl vor als auch nach dem Fahrstreifenwechsel größer, Abstände zwischen 25 und 50 Metern treten in beiden Fällen zu 17 % auf, Abstände kleiner 25 Meter kommen jeweils zu rund zehn Prozent vor.

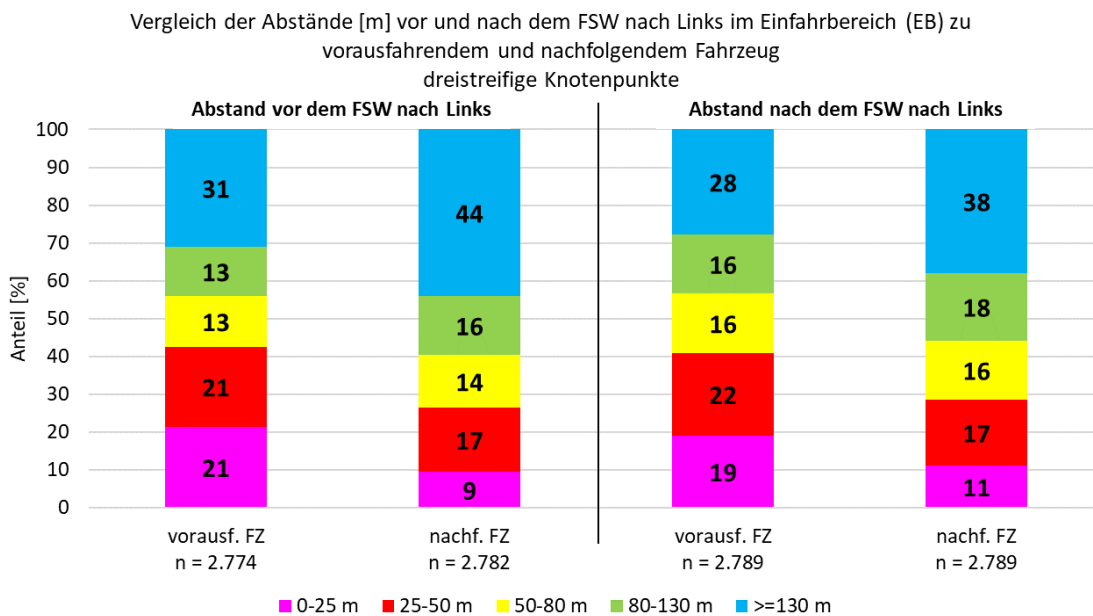


Abbildung 93: Abstände vor und nach FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Auch im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte stellen sich die Abstände zu den vorausfahrenden Fahrzeugen als kritischer heraus, wie in Abbildung 94 dargestellt. Hier sind vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links 34 % der Abstände kleiner 25 Meter, nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels nach Links beträgt dieser Anteil 27 %. Abstände zwischen 25 und 50 Metern treten sowohl vor als auch nach dem Fahrstreifenwechsel nach Links zu rund 30 % auf. Auch die Anteile von Abständen kleiner 50 Meter zum nachfolgenden Fahrzeug sind im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte mit Anteilen von bis zu 50 % größer als in den untersuchten dreistreifigen Knotenpunkten.

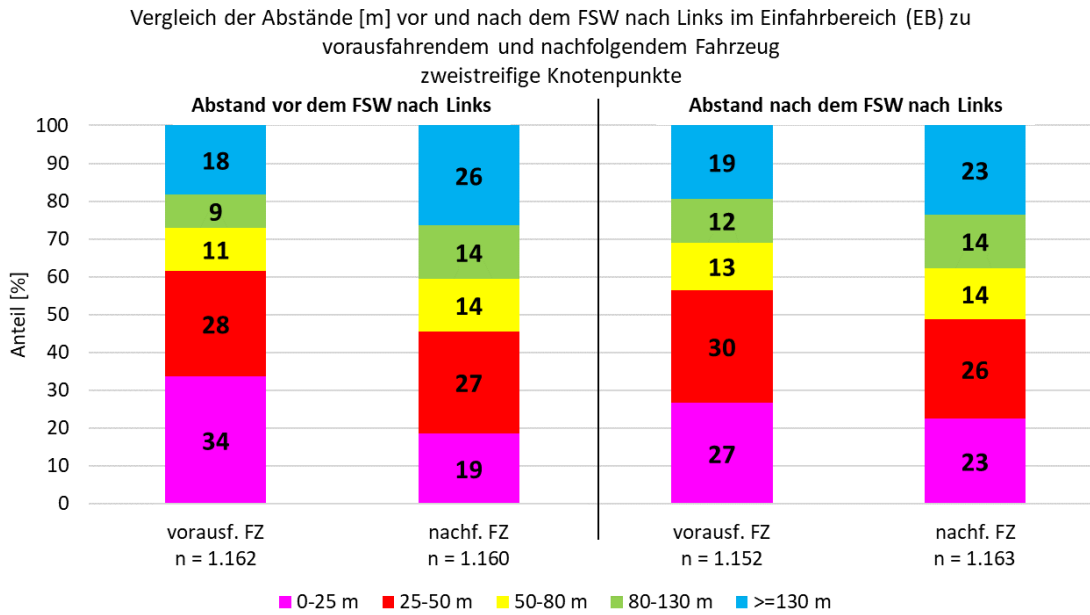


Abbildung 94: Abstände vor und nach FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Grundsätzlich zeigt sich, dass das Abstandsverhalten bei Fahrstreifenwechseln nach Links im Einfahrbereich von Knotenpunkten kaum Unterschiede zwischen der Situation vor dem Wechsel und der Situation nach dem Wechsel aufweist. In beiden Situationen liegen zum vorausfahrenden Fahrzeug häufiger Abstände kleiner 50 Meter vor als zum nachfolgenden Fahrzeug. Dies zeigt, dass vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links oft nah an das vorausfahrende Fahrzeug herangefahren wird. Der Wechsel wird dann durchgeführt, wenn ein Fahrzeug auf dem links liegenden Fahrstreifen gerade vorbeigefahren ist, sodass nach dem Wechsel auch zu diesem Fahrzeug ein geringer Abstand vorliegt.

Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug nach dessen Fahrzeugart vor Fahrstreifenwechseln nach Links

Analog zu den Auswertungen der Freien Strecke werden die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug vor dem Ausscheren nach links analysiert. Da die Gesamtstichprobe bei den Analysen der Fahrstreifenwechsel grundsätzlich geringer ist als bei den Analysen zum Abstandsverhalten, ergeben sich nun für die Fahrzeugfolgebeziehungen zu Lieferwagen und kleinen Lkw sehr geringe Stichprobengrößen. Da eine Auswertung dieser nicht zielführend ist, werden im Folgenden lediglich Pkw und Lkw als vorausfahrende bzw. überholte Fahrzeugarten betrachtet und dargestellt.

Wie in Abbildung 95 zu sehen, halten Pkw im Einfahrbereich der dreistreifigen Knotenpunkte unmittelbar vor einem Fahrstreifenwechsel häufiger Abstände kleiner 50 Meter zu Lkw als zu anderen Pkw. Zu vorausfahrenden Lkw sind diese Abstände zu 32 % kleiner 25 Meter und zu 24 % zwischen 25 und 50 Meter groß. Zu vorausfahrenden Pkw ist der Anteil an Abständen zwischen 25 und 50 Metern mit 23 % ähnlich groß, allerdings sind Abstände kleiner 25 Meter seltener mit nur 20 %.

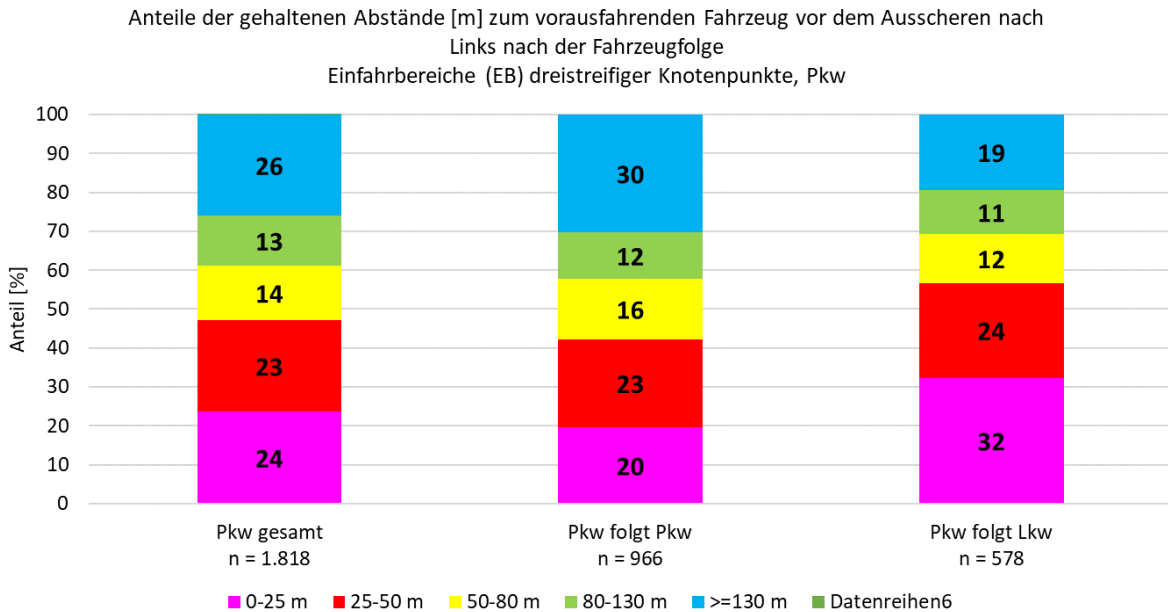


Abbildung 95: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Auch im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte halten Pkw im Vorfeld eines Fahrstreifenwechsels zu Lkw deutlich geringere Abstände als zu Pkw (Abbildung 96), die Abstände kleiner 50 Meter treten hier zudem deutlich häufiger auf als im Bereich der dreistreifigen Knotenpunkte. Pkw halten vor einem Fahrstreifenwechsel zu 64 % einen Abstand kleiner 25 Metern und zu weiteren 22 % liegt der gehaltene Abstand zwischen 25 und 50 Metern. Aufsummiert bedeutet dies, dass 86 % der Pkw im Vorfeld eines Fahrstreifenwechsels im Bereich zweistreifiger Knotenpunkte einen Abstand kleiner 50 Meter zu vorausfahrenden Lkw halten. Bei einem vorausfahrenden Pkw liegt dieser Wert bei 63 %, 31 % der Abstände sind dabei kleiner als 25 Meter.

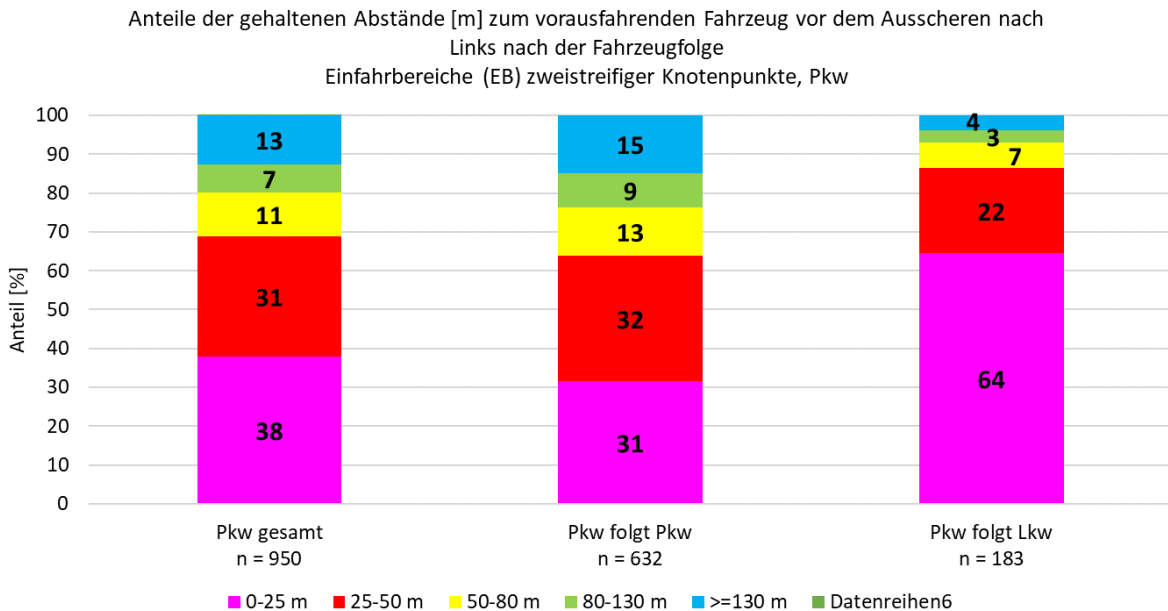


Abbildung 96: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Die Betrachtung der Abstände von Pkw im Vorfeld von Fahrstreifenwechseln nach Links zeigt demnach zum einen, dass in zweistreifigen Knotenpunkten in dieser Situation deutlich häufiger Abstände kleiner 25 oder 50 Meter in Kauf genommen werden als in dreistreifigen Knotenpunkten. Gleichzeitig werden zu Lkw besonders häufig Abstände kleiner 25 bzw. 50 Meter gehalten. Lkw bewegen sich hauptsächlich auf dem rechten Fahrstreifen, sodass einfahrende Fahrzeuge oftmals zwischen zwei Lkw oder hinter einem Lkw einscheren müssen. Da für Lkw eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h vorgeschrieben ist, Pkw aber meist schneller fahren, werden diese versuchen, auf den Fahrstreifen nach links zu wechseln. Ist dies nicht unmittelbar möglich, verringern sich häufig die Abstände zum vorausfahrenden Lkw, während der Pkw auf eine geeignete Lücke zum Ausscheren wartet.

Lkw führen aufgrund ihrer langsameren Geschwindigkeit seltener Fahrstreifenwechsel auf Autobahnen durch als Pkw, da sie seltener Fahrzeuge überholen. Wenn ein Lkw einen Überholvorgang durchführt, wird dabei meist ein anderer Lkw überholt, was sich durch die Stichprobengröße in Abbildung 97 zeigt. Dabei werden vor dem Fahrstreifenwechsel nach Links, welcher den Überholvorgang einleitet, zu Lkw häufiger Abstände kleiner 50 Meter gehalten als zu Pkw. 19 % der Abstände von Lkw zu vorausfahrenden Lkw vor einem Fahrstreifenwechsel nach Links im Bereich dreistreifiger Knotenpunkte sind kleiner 25 Meter, weitere 24 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. In allen diesen Fällen hält der Lkw den gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabstand von 50 Metern nicht ein. Zu Pkw werden nur zu sechs Prozent Abstände kleiner 50 Meter gehalten, im Gegensatz dazu sind 79 % der Abstände größer 130 Meter. Dies ergibt sich vermutlich auch zu weiten Teilen daraus, dass das letzte Fahrzeug, was sich vor einem Lkw auf dem Einfahrstreifen befunden hat, ein Pkw war. Da dieser dann zuletzt vom Messquerschnitt erfasst wurde, gilt er als vorausfahrendes Fahrzeug, obwohl er vermutlich bereits einige Sekunden vor dem Lkw den Einfahrstreifen verlassen hat und auf die Hauptfahrbahn gewechselt ist.

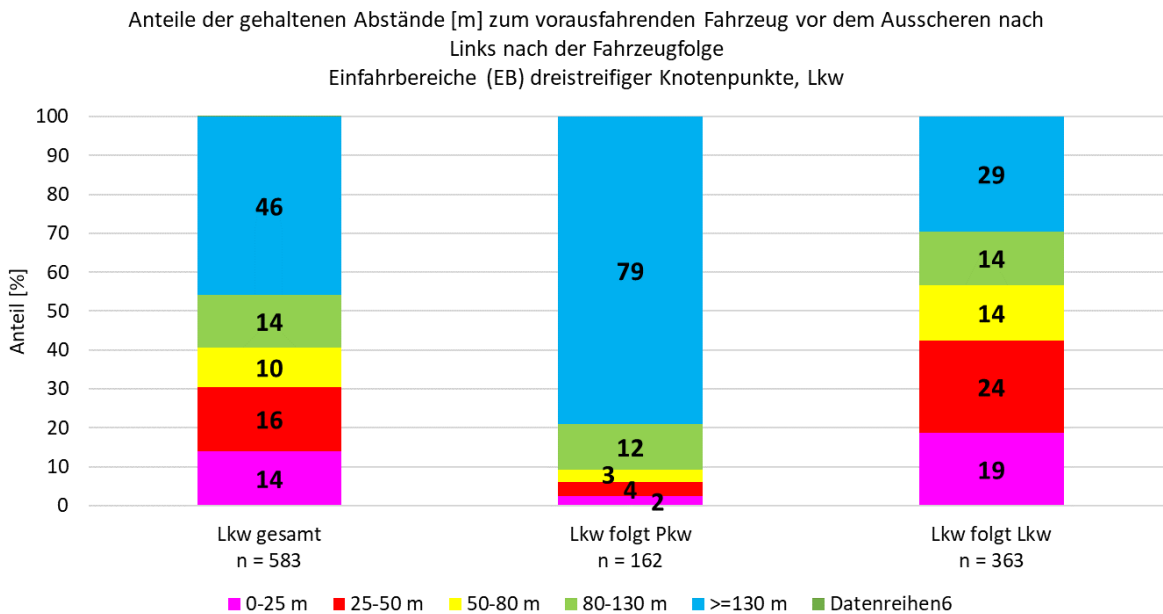


Abbildung 97: Abstände von Lkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

In den Einfahrbereichen der zweistreifigen Knotenpunkte wurden lediglich 104 von Lkw durchgeführte Fahrstreifenwechsel registriert, was bei der Unterscheidung der Fahrzeugfolgebeziehungen zu noch geringeren Stichprobengrößen führt. Anhand dieser lässt sich kein Unterschied im Verhalten von Lkw zu anderen Lkw oder zu Pkw feststellen, Abstände kleiner 50 Meter sind mit Anteilen von maximal fünf Prozent durchgängig selten. Die Abbildung wird daher der Vollständigkeit halber ausschließlich im Anhang dargestellt.

Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln im Einfahrbereich

Ein wichtiger Punkt, um beurteilen zu können, wie kritisch ein Fahrstreifenwechsel ist, sind die gefahrenen Geschwindigkeiten der beteiligten Fahrzeuge. Für die Abschätzung dieser wird auch für die Knotenpunkte die Relativgeschwindigkeit genutzt. Ist diese positiv, ist das nachfolgende Fahrzeug schneller. Der Betrag der Relativgeschwindigkeit gibt an, wie viel schneller (oder langsamer) das Fahrzeug ist. Um die ohnehin vorab als kritisch eingeordneten Fahrstreifenwechsel nach Links mit genutzten Lücken kleiner 100 Meter genauer einschätzen zu können, fließen lediglich diese in die folgenden Auswertungen ein.

Wie die in Abbildung 98 dargestellte Verteilung zeigt, ist bei einem Fahrstreifenwechsel nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte in etwa 60 % der Fälle das nachfolgende Fahrzeug schneller als das einscherende Fahrzeug und muss daher abbremesen. Bei ca. 15 % der Fahrstreifenwechsel in Lücken kleiner 100 Meter ist die Relativgeschwindigkeit größer 20 km/h, was bedeutet, dass das nachfolgende Fahrzeug verstärkt abbremesen muss um eine Kollision zu vermeiden.

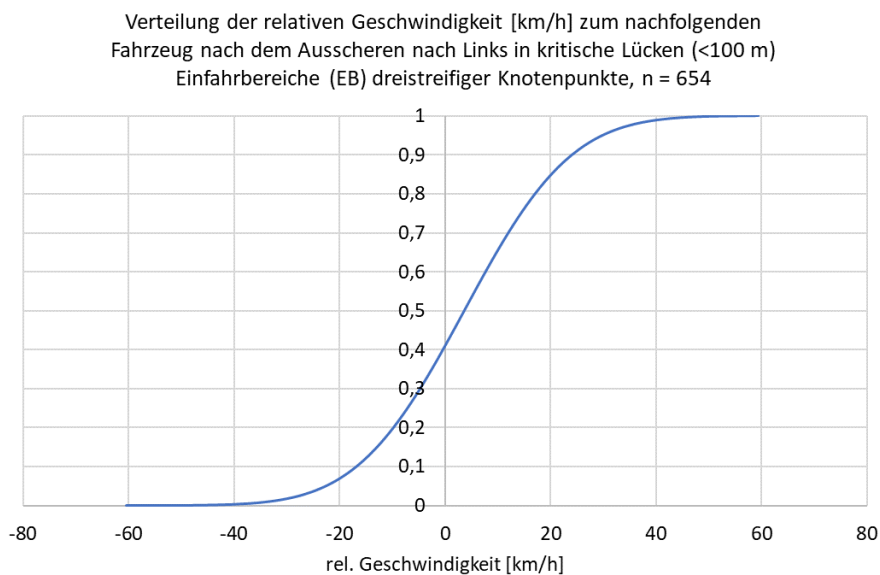


Abbildung 98: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte liegt eine ähnliche Verteilung vor, welche in Abbildung 99 dargestellt wird. Hier ist bei etwa 67 % der Fahrstreifenwechsel nach Links, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, das nachfolgende Fahrzeug schneller. In rund 25 % der Fälle ist das nachfolgende Fahrzeug mehr als 20 km/h schneller, sodass dieses aufgrund des einscherenden Fahrzeuges verstärkt abbremesen muss.

Verteilung der relativen Geschwindigkeit [km/h] zum nachfolgenden Fahrzeug nach dem Ausscheren nach Links in kritische Lücken (<100 m) Einfahrbereiche (EB) zweistreifiger Knotenpunkte, n = 1.171

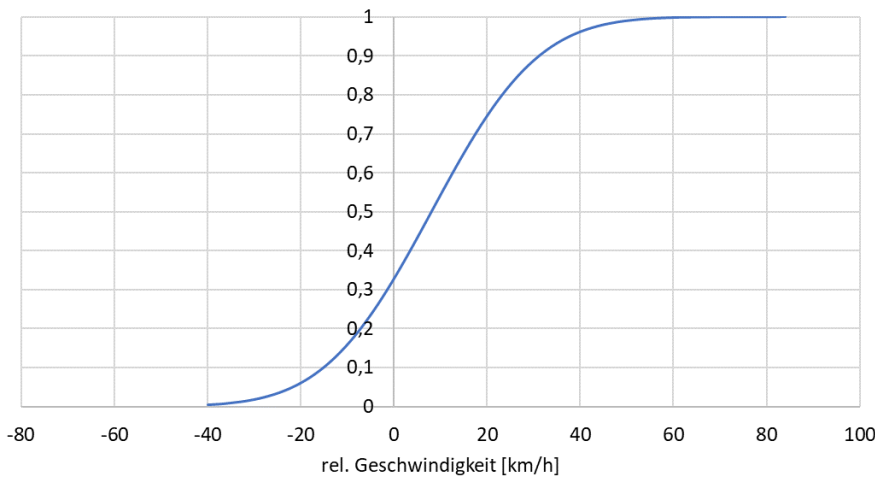


Abbildung 99: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Die Auswertung zeigt, dass Fahrstreifenwechsel nach Links im Einfahrbereich von Knotenpunkten, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, häufig auch hinsichtlich der gefahrenen Geschwindigkeiten der beteiligten Fahrzeuge als kritisch einzuordnen sind. Bei mindestens 60 % dieser Fahrstreifenwechsel ist das nachfolgende Fahrzeug schneller und muss in Folge des Fahrstreifenwechsels abbremsen. Wie bei der Auswertung der genutzten Lücken und Abstände bei diesen Fahrstreifenwechseln zeigt sich auch hier, dass in zweistreifigen Knotenpunkten häufiger solch kritische Situationen stattfinden.

6.2.3 Fahrstreifenwechsel im Ausfahrbereich

In Abbildung 100 werden typische Fahrstreifenwechsel im Zuge von Ausfahrvorgängen im Ausfahrbereich von Knotenpunkten, inklusive der zur Auswertung genutzten Größen, dargestellt. Genaue Erklärungen zu den genutzten Größen können in Abschnitt 3.3.2 nachgelesen werden.

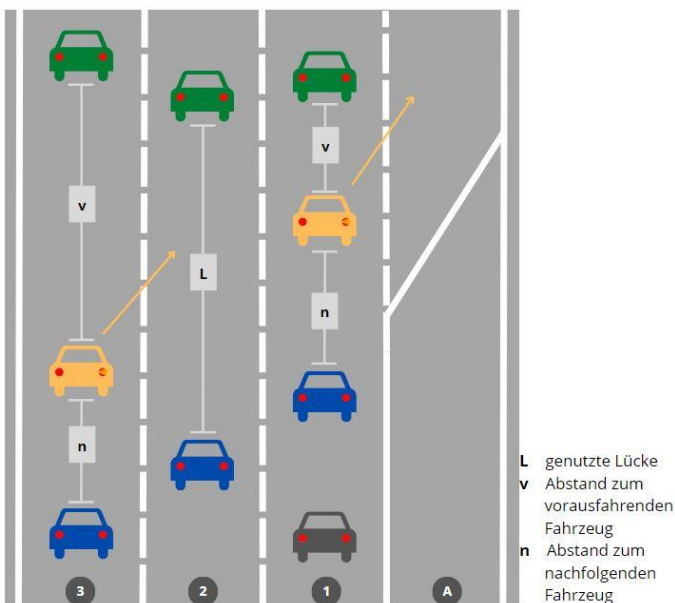


Abbildung 100: Exemplarische Darstellung von Fahrstreifenwechseln im Ausfahrbereich von Knotenpunkten

Wie Abbildung 101 zeigt, werden in den Ausfahrbereichen dreistreifiger Knotenpunkte für Fahrstreifenwechsel vergleichsweise selten Lücken kleiner 100 Meter genutzt, bei Wechseln nach Links ist dies zu 14 % der Fall, bei Wechseln nach Rechts zu zehn Prozent. Dabei treten in den Ausfahrbereichen der dreistreifigen Knotenpunkte häufiger Fahrstreifenwechsel nach Rechts auf, was die Stichprobengröße der Abbildung zeigt.

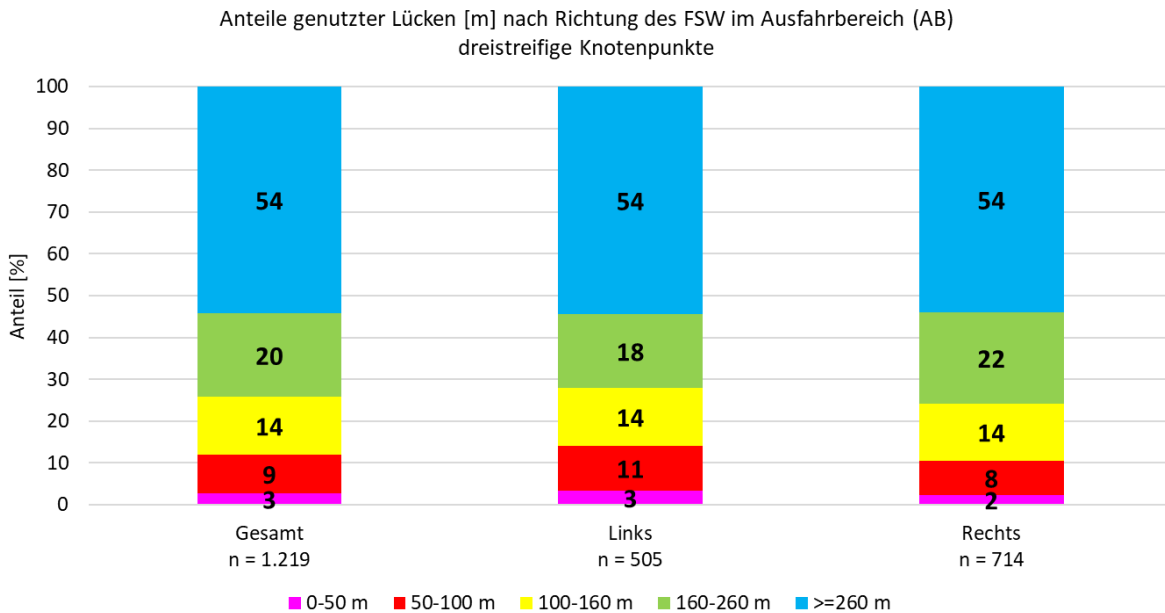


Abbildung 101: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Auch in den Ausfahrbereichen der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte zeigt sich, dass für die Fahrstreifenwechsel selten Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. Allerdings treten diese Lücken hier bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts mit 18 % häufiger auf als bei Fahrstreifenwechseln nach Links mit 14 %. In den zweistreifigen Knotenpunkten wurden im Ausfahrbereich 708 Wechsel nach Rechts und 194 Wechsel nach Links registriert, es finden demnach auch in diesen Bereichen häufiger Fahrstreifenwechsel nach Rechts statt.

Fahrstreifenwechsel nach genutzten Fahrstreifen im Ausfahrbereich

Die Betrachtung der Fahrstreifenwechsel nach den beteiligten Fahrstreifen in dreistreifigen Knotenpunkten zeigt, dass für Fahrstreifenwechsel nach Rechts vom zweiten in den ersten Fahrstreifen am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden. Wie in Abbildung 102 zu sehen, sind zwischen diesen Fahrstreifen sechs Prozent der Lücken kleiner 50 Meter und weitere 16 % liegen zwischen 50 und 100 Metern. Dieser Wechsel ist zudem typisch für Ausfahrvorgänge, wenn sich Fahrzeuge aus dem mittleren Fahrstreifen weiter nach rechts bewegen um ausfahren zu können. Bei allen weiteren Wechseln werden zu maximal 14 % Lücken kleiner 100 Meter genutzt. Obwohl die Fahrstreifenwechsel vom mittleren in den rechten Fahrstreifen als am kritischsten in dieser Darstellung einzuordnen sind, sind es nicht die am häufigsten vorkommenden Wechsel im Ausfahrbereich von dreistreifigen Knotenpunkten. Am häufigsten finden in den untersuchten Knotenpunkten Wechsel in beide Richtungen zwischen dem mittleren und linken Fahrstreifen statt.

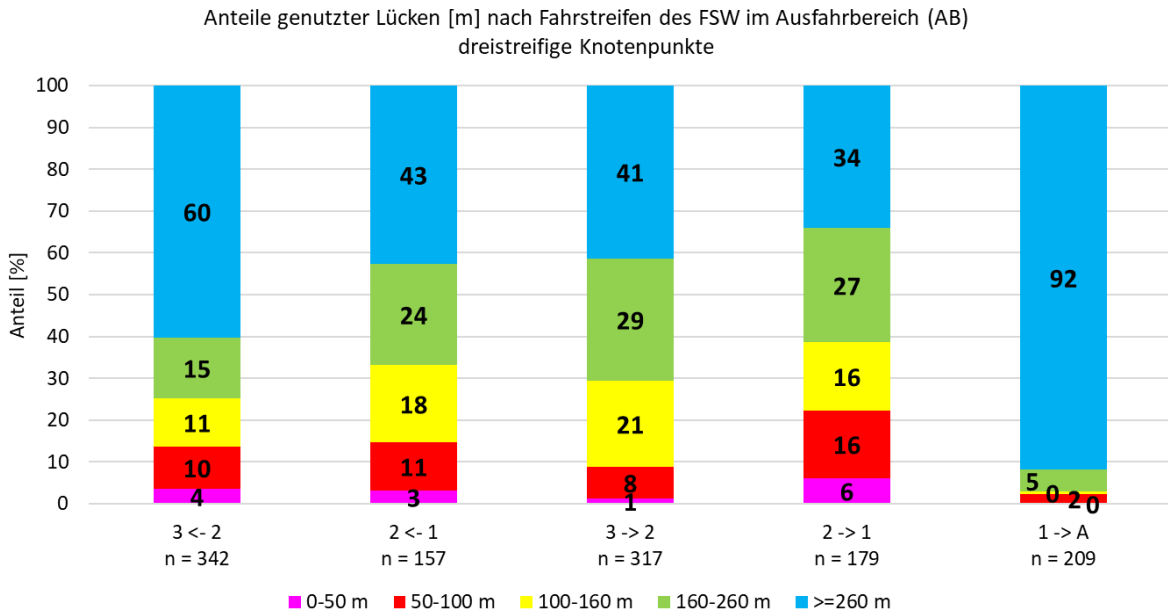


Abbildung 102: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Auch in den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten werden beim Fahrstreifenwechsel nach Rechts in den rechten Fahrstreifen am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt. 22 % der Fahrzeuge nutzen für einen Wechsel vom linken in den rechten Fahrstreifen im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte Lücken kleiner 100 Meter. Der am häufigsten durchgeführte Fahrstreifenwechsel im Ausfahrbereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte ist der Wechsel vom rechten Fahrstreifen auf den Ausfahrstreifen, wie die Stichprobengröße in Abbildung 103 zeigt.

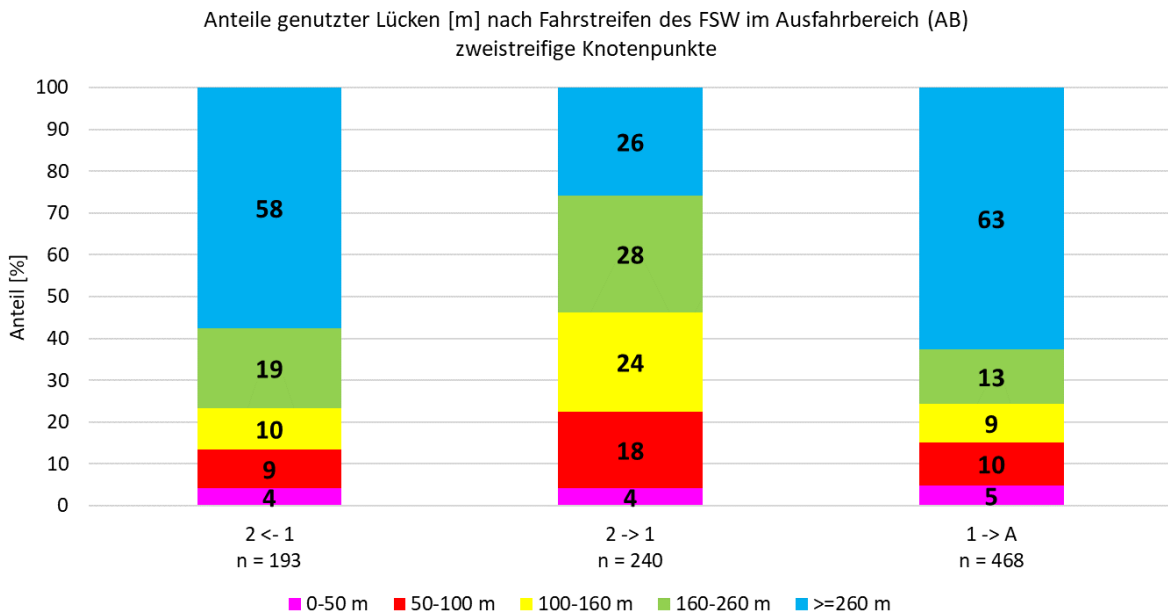


Abbildung 103: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Im Ausfahrbereich der untersuchten Knotenpunkte finden häufiger Wechsel nach Rechts als Wechsel nach Links statt, gleichzeitig werden für Fahrstreifenwechsel nach Rechts in den rechten Fahrstreifen am häufigsten Lücken kleiner 100 Meter genutzt. Aus diesem Grund konzentrieren sich die folgenden Ausführungen auf Fahrstreifenwechsel nach Rechts im Ausfahrbereich von Knotenpunkten.

Abstände bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts im Ausfahrbereich

Bei der Analyse der Abstände zum vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug im Zuge eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts im Ausfahrbereich von dreistreifigen Knotenpunkten stellt sich heraus, dass die Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug häufiger kleiner 50 Meter sind als die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug. Wie in Abbildung 104 zu sehen, gilt dies sowohl vor Durchführung des Fahrstreifenwechsels als auch danach. Vor Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts ist in 13 % der Fälle der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug kleiner 25 Meter und zu 24 % liegt der Abstand zwischen 25 und 50 Metern. Das heißt, das nachfolgende Fahrzeug fährt teilweise sehr nah auf, was möglicherweise ein Auslöser für den Fahrstreifenwechsel nach Rechts ist. Nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels verhalten sich die Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug ähnlich. Neun Prozent der Abstände sind kleiner 25 Meter und 24 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Der Unterschied liegt dabei darin, dass der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug nach dem Fahrstreifenwechsel zeigt, wie nah das betrachtete Fahrzeug vor einem anderen Fahrzeug einschert. Die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug sind vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts häufiger kleiner 50 Meter (30 %) als nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts (18 %).

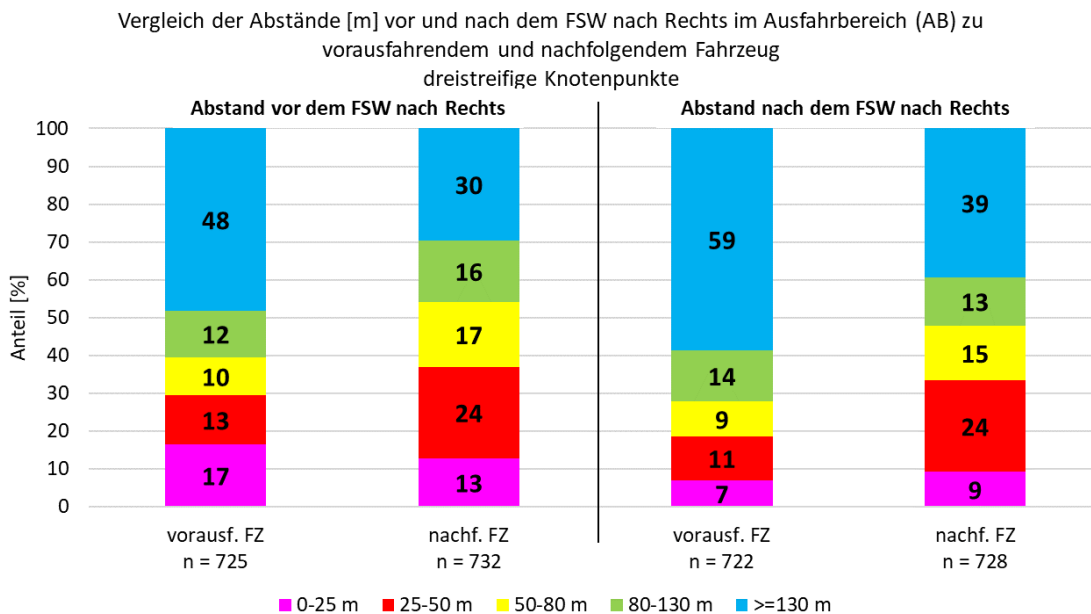


Abbildung 104: Abstände vor und nach FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Abstände kleiner 50 Meter zum nachfolgenden Fahrzeug treten im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte sowohl vor als auch nach dem Fahrstreifenwechsel ähnlich häufig auf wie im Ausfahrbereich der untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte. Wie in Abbildung 105 zu sehen, sind vor einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts 16 % der Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug kleiner 25 Meter und weitere 24 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels sind 14 % der Abstände kleiner 25 Meter und weitere 23 % liegen zwischen 25 und 50 Metern. Im Gegensatz zu den Ausfahrbereichen der untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte, werden in den zweistreifigen Knotenpunkten vor der Durchführung eines Fahrstreifenwechsels auch zum vorausfahrenden Fahrzeug zu 41 % Abstände kleiner 50 Meter gehalten. Nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels nach Rechts ist der Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeug zu 26 % kleiner als 50 Meter.

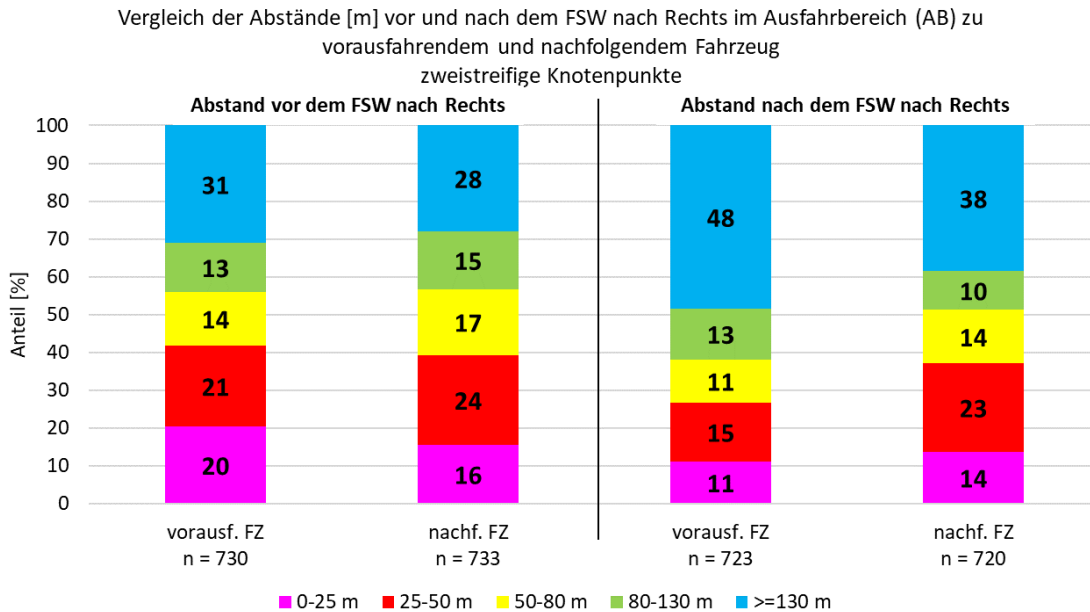


Abbildung 105: Abstände vor und nach FSW nach Rechts im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Über alle untersuchten Knotenpunkte hinweg zeigt sich, dass insbesondere die Abstände zu den nachfolgenden Fahrzeugen häufig kleiner 50 oder sogar 25 Meter sind. Für Fahrstreifenwechsel nach Rechts in den Ausfahrbereichen von Knotenpunkten scheint demnach insbesondere das nachfolgende Fahrzeug relevant zu sein, um beurteilen zu können, wie viel Gefahrenpotenzial sich in diesen Fahrstreifenwechseln verbirgt. Da das Fahrzeug, welches den Fahrstreifenwechsel durchführt, lediglich den Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung des Fahrstreifenwechsels beeinflussen kann, wird dieser Abstand im Folgenden vertieft betrachtet.

Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug nach dessen Fahrzeugart nach Fahrstreifenwechseln nach Rechts

Wie bereits bei der Analyse der Fahrstreifenwechsel im Einfahrbereich in Abschnitt 6.2.2 beschrieben, sind die Stichprobengrößen für die Fahrzeugfolgebeziehungen mit Lieferwagen und kleinen Lkw so gering, dass eine Auswertung dieser nicht zielführend ist. Daher werden im Folgenden lediglich die Fahrzeugfolgebeziehungen zwischen Pkw und Lkw dargestellt und ausgewertet.

Abbildung 106 zeigt, dass bei Pkw kaum Unterschiede in den Abständen kleiner 50 Meter bestehen in Abhängigkeit davon, ob sie vor einem Pkw oder einem Lkw nach Rechts einscheren. Schert ein Pkw vor einem Lkw ein, ist der dadurch entstandene Abstand zu diesem in 29 % der Fälle kleiner 50 Meter, was bedeutet, dass es dem Lkw in diesem Moment nicht möglich ist, den vorgeschriebenen Mindestabstand einzuhalten. Schert ein Pkw vor einem anderen Pkw ein, ist der Abstand in 27 % der Fälle kleiner 50 Meter. Bei einem Einscheren vor einem Pkw kommt es mit einem Anteil von sieben Prozent allerdings öfter vor, dass der Abstand nach dem Einscheren kleiner 25 Meter ist, als nach dem Einscheren vor einem Lkw mit einem Anteil von zwei Prozent. Gleichzeitig kommt es beim Einscheren vor einem anderen Pkw nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts mit einem Anteil von 48 % auch häufiger zu Abständen von mehr als 130 Metern.

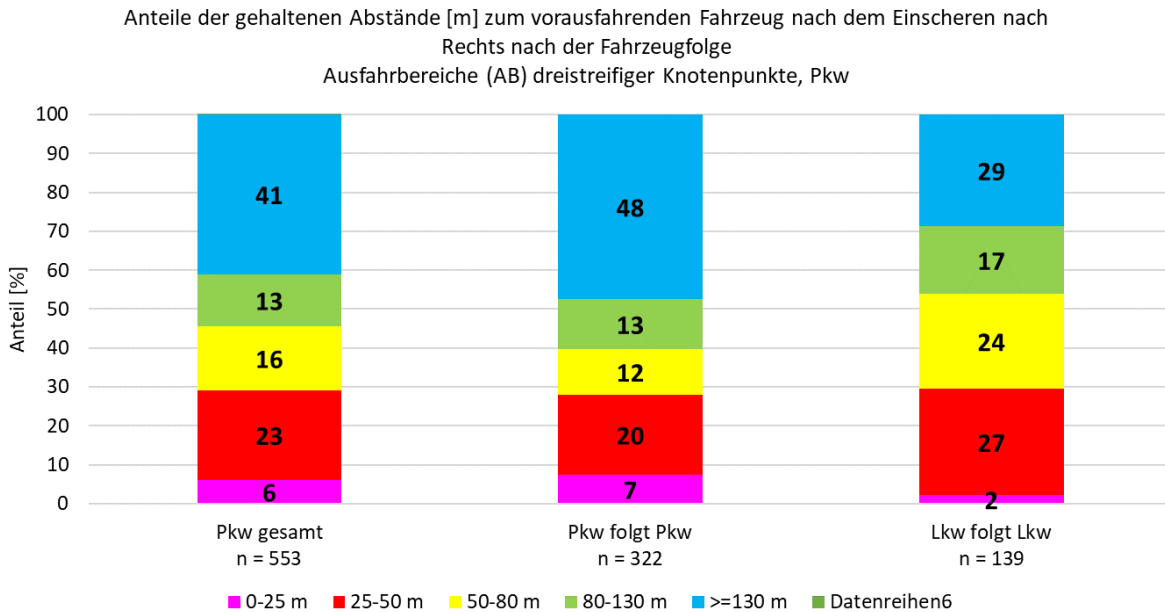


Abbildung 106: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen für Pkw in den Ausfahrbereichen der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte sind ähnlich zu den Ergebnissen für die dreistreifigen Knotenpunkte, weshalb auf eine gesonderte Darstellung verzichtet wird. Schert ein Pkw vor einem anderen Pkw ein, ist der Abstand in 37 % der Fälle kleiner 50 Meter. Wird vor einem Lkw eingesichert treten Abstände kleiner 50 Meter zu 33 % auf. Auch hier sind Abstände kleiner 25 Meter bei Einscheren vor einem Pkw mit einem Anteil von 17 % häufiger als beim Einscheren vor einem Lkw mit einem Anteil von sieben Prozent. Die Verteilung der Abstände zeigt sich demnach grundsätzlich ähnlich zur Verteilung der dreistreifigen Knotenpunkte, allerdings mit größeren Anteilen der Abstände kleiner 50 Meter.

Bei der Analyse der Abstände zum nachfolgenden Fahrzeug nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts im Ausfahrbereich von Knotenpunkten zeigt sich, dass von Lkw grundsätzlich selten derartige Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden. Wie die Stichprobengröße in Abbildung 107 zeigt, wurden lediglich 81 Fahrstreifenwechsel für Lkw in den Ausfahrbereichen der dreistreifigen Knotenpunkte aufgenommen. In den zweistreifigen Knotenpunkten liegt dieser Wert lediglich bei 54 Messungen, weshalb diese im Zuge der Analysen nicht betrachtet werden.

Die Ergebnisse für die untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte zeigen, dass Lkw häufig sehr dicht vor anderen Lkw einscheren. In 31 % der Fälle ist der Abstand zu einem nachfolgenden Lkw nach dem Einscheren kleiner 25 Meter, zu weiteren 36 % liegt er zwischen 25 und 50 Metern. Bei insgesamt 67 % der aufgenommenen Fahrstreifenwechsel von Lkw in dreistreifigen Knotenpunkten, bei denen vor einem anderen Lkw eingesichert wird, kann der nachfolgende Lkw in Folge dessen den gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabstand von 50 Metern nicht einhalten. Schert ein Lkw im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte nach einem Fahrstreifenwechsel nach Rechts vor einem Pkw ein, sind lediglich 20 % der Abstände kleiner 50 Meter.

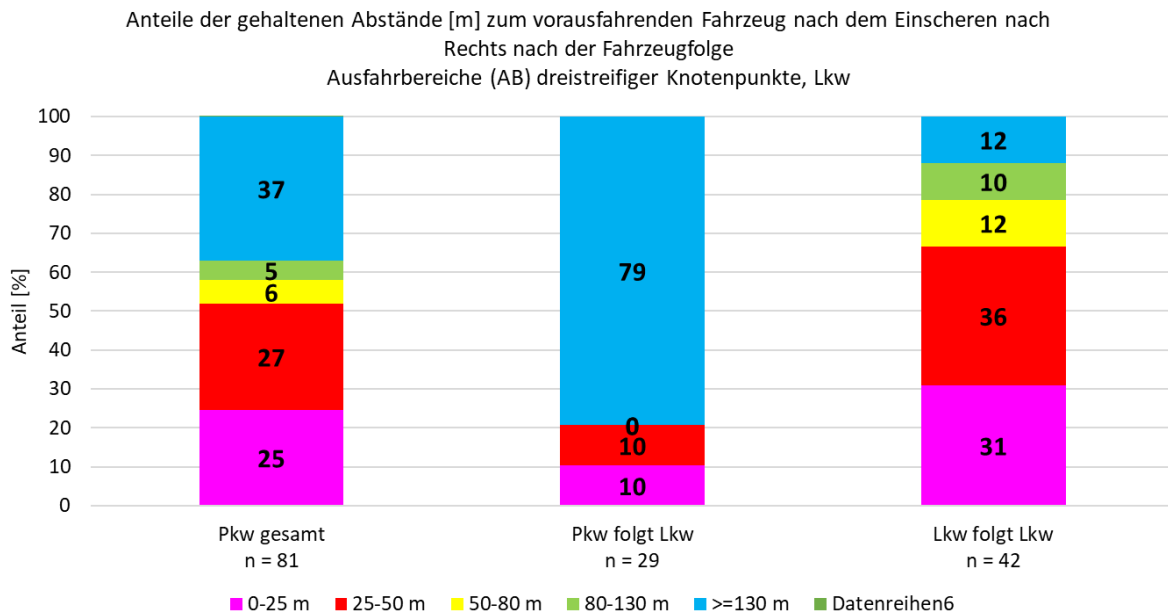


Abbildung 107: Abstände von Lkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

Die Analysen des Abstandes zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines Fahrstreifenwechsels im Ausfahrbereich von Knotenpunkten hat gezeigt, dass Pkw zwar deutlich häufiger solche Fahrstreifenwechsel durchführen, dabei aber seltener Abstände kleiner 50 Meter in Kauf nehmen als Lkw. Lkw halten insbesondere nach dem Einscheren vor einem anderen Lkw häufig Abstände kleiner 50 Meter, wohingegen bei Pkw kein wesentlicher Unterschied im Verhalten in Abhängigkeit von der Fahrzeugart, vor welchem eingeschert wird, festgestellt werden konnte.

Geschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln im Ausfahrbereich

Auch für die Analyse der Fahrstreifenwechsel nach Rechts in den Ausfahrbereichen von Knotenpunkten wird die Relativgeschwindigkeit genutzt, um abschätzen zu können, ob ein solcher Fahrstreifenwechsel als kritisch einzustufen ist. Eine positive Relativgeschwindigkeit sagt aus, dass das nachfolgende Fahrzeug, vor welchem im Zuge des Fahrstreifenwechsels eingeschert wurde, schneller war als das einscherende Fahrzeug und somit gezwungenermaßen abbremsen muss. Die Relativgeschwindigkeiten werden für alle Fahrstreifenwechsel nach Rechts in den Ausfahrbereichen der untersuchten Knotenpunkte, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt wurden, analysiert.

Abbildung 108 zeigt die Verteilung der Relativgeschwindigkeiten für die untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte. Dabei stellt sich heraus, dass etwa 72 % der Relativgeschwindigkeiten negativ sind, was bedeutet, dass das nachfolgende Fahrzeug langsamer war als das einscherende Fahrzeug. Lediglich bei rund 28 % der Fahrstreifenwechsel in Lücken kleiner 100 Meter war das nachfolgende Fahrzeug schneller.

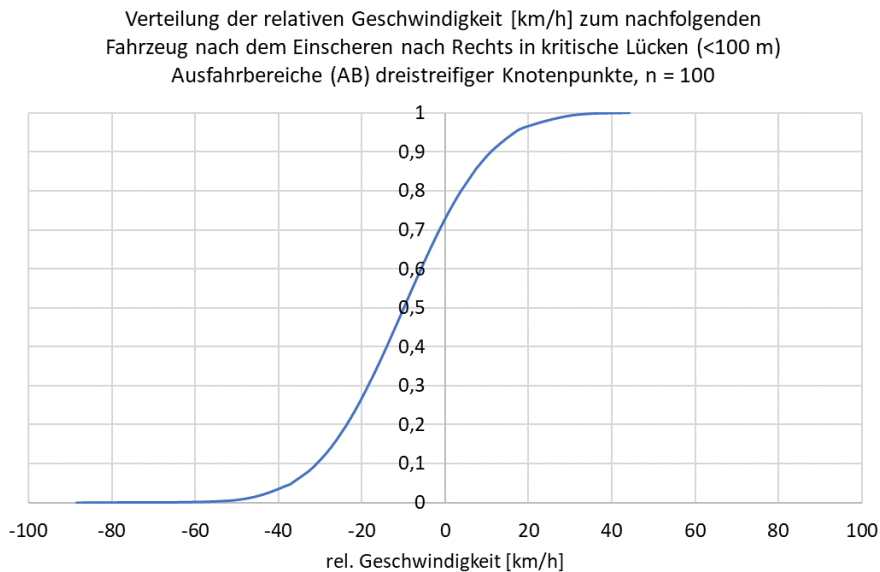


Abbildung 108: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte

In den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten zeigt sich trotz deutlich größerer Stichprobe grundsätzlich ein ähnliches Ergebnis wie für die dreistreifigen Knotenpunkte (Abbildung 109). In diesem Bereich sind etwa 65 % der Relativgeschwindigkeiten negativ und das nachfolgende Fahrzeug somit langsamer. Demzufolge ist bei rund 35 % der Fahrstreifenwechsel nach Rechts, für welche Lücken kleiner 100 Meter genutzt werden, das nachfolgende Fahrzeug schneller.

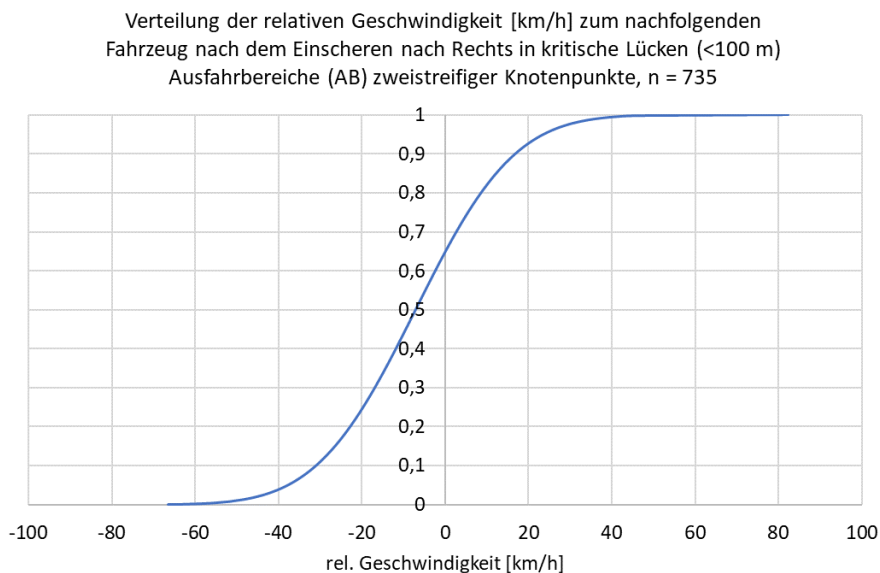


Abbildung 109: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte

Die Analyse der Relativgeschwindigkeiten bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter in den Ausfahrbereichen von Knotenpunkten hat gezeigt, dass in der Mehrzahl der Fälle das nachfolgende Fahrzeug langsamer ist als das wechselnde Fahrzeug. In diesen Fällen sind die Fahrstreifenwechsel daher nicht als kritisch einzustufen, da das nachfolgende Fahrzeug nicht abbremsen muss und sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen vergrößert, wenn das wechselnde Fahrzeug die höhere Geschwindigkeit im weiteren Fahrverlauf beibehält.

6.3 Unfallanalyse

Abschließend zur Analyse der Abstände und Fahrstreifenwechsel im Bereich von Knotenpunkten, wurde eine gesonderte Unfallanalyse für alle Unfälle durchgeführt, welche sich im Bereich der untersuchten Knotenpunkte in der Fahrtrichtung der Unfallhäufung in den Jahren 2017 bis 2019 ereignet haben.

Dabei hat sich herausgestellt, dass die Unfallursache 14 (ungenügender Sicherheitsabstand) bei Unfällen mit Personenschaden die häufigste Unfallursache darstellt (72 %). Unfallursache 26 (Fehler beim Fahrstreifenwechsel) tritt nur selten auf (3,4 %). Trotz vieler durchgeführter Fahrstreifenwechsel scheinen Fehler beim Fahrstreifenwechsel in den untersuchten Knotenpunkten somit nicht ursächlich für Unfälle zu sein. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass Unfallart 2 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet) die am häufigsten vorkommende Unfallart in den untersuchten Knotenpunkten ist (77 %). Bei Unfällen im Zusammenhang mit Fahrstreifenwechseln wäre stattdessen Unfallart 3 (Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt) zu erwarten, diese Unfallart tritt bei 8 % der Unfälle mit Personenschaden auf.

Lag zum Unfallzeitpunkt eine höhere Verkehrsstärke vor, wurde eine Häufung von Unfällen auf dem linken Fahrstreifen festgestellt. Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass bei hohen Verkehrsstärken häufig Pkw die Unfallverursacher sind, wohingegen bei geringeren Verkehrsstärken vermehrt Lkw als Unfallverursacher auftreten. Zudem wurde festgestellt, dass, insbesondere bei Unfällen mit Unfallursache 14, mit zunehmender Unfallschwere häufiger Lkw die Unfallverursacher waren (Abbildung 110).

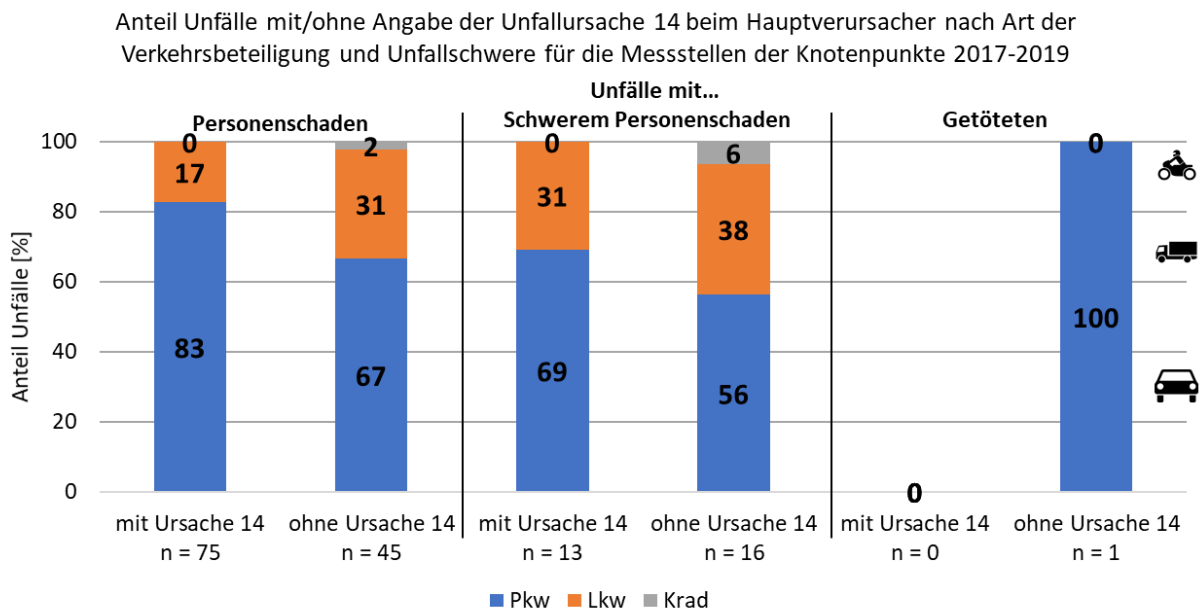


Abbildung 110: Anteil der Unfälle nach Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung des Unfallverursachers für die Messstellen der Knotenpunkte

Auffahrunfälle erfolgten in den untersuchten Knotenpunkten häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge. Bezüglich der Örtlichkeit der Unfälle wurde festgestellt, dass sich Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand vermehrt im Bereich zwischen Aus- und Einfahrt ereignen. Am seltensten ereigneten sich Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand in den untersuchten Knotenpunkten direkt im Bereich der Einfahrt.

Im Bereich der untersuchten Knotenpunkte führen Unfälle mit Personenschaden, bei welchen Unfallursache 14 angegeben wurde, seltener zu Unfällen mit schwerem Personenschaden (17,5 % U(SP)) als Unfälle mit Personenschaden ohne die Angabe von Unfallursache 14 (36 % U(SP)). Im Gegensatz dazu verursachen Unfälle

mit Personenschaden und Unfallursache 14 höhere pauschale Unfallkosten im Wert von 400.867 €/Jahr als Unfälle mit Personenschaden aber ohne Angabe der Unfallursache 14 mit 251.000 €/Jahr.

6.4 Zusammenfassung

Die Analysen des Abstandsverhaltens im Bereich der untersuchten Knotenpunkte haben ergeben, dass die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden mit steigender Verkehrsstärke zunehmen. Gleichzeitig sind Auffahrunfälle häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge zurückzuführen.

Bei hohen Verkehrsstärken ereigneten sich Unfälle häufig auf dem linken Fahrstreifen (durchgehende Fahrbahn) der untersuchten Messstellen. Auch die Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden steigen, je weiter links sich der Fahrstreifen befindet. Hinsichtlich der Unfallverursacher wurde festgestellt, dass insbesondere bei hohen Verkehrsstärken hauptsächlich Pkw als Unfallverursacher angegeben wurden.

Besonders in den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten wurde im Einfahrbereich ein schlechteres Abstandsverhalten festgestellt als im Ausfahrbereich. Da allerdings lediglich zwei Knotenpunkte in diese Analysen einfließen, ist zu hinterfragen, ob sich dieses Ergebnis in einem größeren Kollektiv bestätigen würde.

Bei der Analyse der Fahrstreifenwechsel wurde festgestellt, dass in den Einfahrbereichen der Knotenpunkte hauptsächlich Fahrstreifenwechsel nach Links durchgeführt werden. In den Ausfahrbereichen der Knotenpunkte treten dagegen Fahrstreifenwechsel nach Rechts häufiger auf. Die Unfallanalyse der Messstellen zeigt keinen direkten Einfluss von Fahrstreifenwechseln auf das Unfallgeschehen in den Knotenpunkten. Ein indirekter Einfluss kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Dieser indirekte Einfluss könnte sich beispielsweise dadurch äußern, dass in Folge eines Fahrstreifenwechsels nachfolgende Fahrzeuge abbremsen müssen und es dadurch einige Fahrzeuge hinter dem Wechsel zu einem Auffahrunfall kommt. Die Tatsache, dass sich Auffahrunfälle häufig zwischen Ausfahr- und Einfahrstreifen ereignen, stützt diese Vermutung, da ein indirekter Einfluss der Fahrstreifenwechsel im Einfahrbereich auf diese Unfälle bestehen könnte, welcher allerdings an dieser Stelle nicht nachweisbar ist.

Vor Fahrstreifenwechseln nach Links im Einfahrbereich wird von allen Fahrzeugarten besonders an vorausfahrende Lkw häufig dicht herangefahren und Abstände kleiner 25 bzw. 50 Meter gehalten. Nach der Durchführung von Fahrstreifenwechseln nach Rechts im Ausfahrbereich hat sich gezeigt, dass insbesondere Lkw vor anderen Lkw häufig mit Abständen kleiner 25 bzw. 50 Metern einscheren.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Verkehrsstärke bzw. der Auslastungsgrad eines Streckenabschnittes hat sich über alle Analysen hinweg als wesentlicher Einflussfaktor auf das Abstandsverhalten und das Unfallgeschehen gezeigt. Durch die Unfallanalysen wurde festgestellt, dass sich Unfälle mit Unfallursache 14 meist dann häufen, wenn zum Unfallzeitpunkt hohe Verkehrsstärken vorliegen. Steigt der Auslastungsgrad beziehungsweise die Verkehrsstärke, erhöhen sich sowohl auf der Freien Strecke als auch in Knotenpunkten die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden. Für Pkw auf der Freien Strecke konnte ein linearer Anstieg dieser Anteile nachgewiesen werden. Weiterhin zeigt sich, dass die Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden bei gleichem Auslastungsgrad auf zweistreifigen Streckenabschnitten in den meisten Fällen größer sind als diese Anteile bei vergleichbaren Analysen der dreistreifigen Streckenabschnitte. Ein weiterer Zusammenhang zwischen Abstandsverhalten und Unfallgeschehen konnte bei der Analyse nach Fahrstreifen festgestellt werden. Die größten Anteile von Abständen kleiner zwei Sekunden wurden im linken Fahrstreifen erreicht. Auch die Auswertung von Unfallhergangstexten der untersuchten Messstellen hat gezeigt, dass sich Unfälle mit Unfallursache 14 häufig im linken Fahrstreifen ereignen, insbesondere bei hohen Verkehrsstärken zum Unfallzeitpunkt.

Es wurde demnach nachgewiesen, dass der Auslastungsgrad das Abstandsverhalten auf Autobahnen maßgeblich beeinflusst. Bei hohen Verkehrsstärken werden geringe Abstände gehalten, gleichzeitig häufen sich dann auch Auffahrunfälle. Aus diesem Grund wird empfohlen, weiter an der Verbesserung des Verkehrsflusses auf Autobahnen zu arbeiten, um Überlastungen möglichst zu vermeiden. Dies kann beispielsweise durch Streckenbeeinflussungsanlagen, Netzbeeinflussungsanlagen oder eine entsprechende ortsfeste Beschilderung (z. B. Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, (temporäre) Lkw-Überholverbote) geschehen. In Kombination mit diesen Maßnahmen ist die Kontrolle der Einhaltung der getroffenen Maßnahmen in angemessener Häufigkeit erforderlich.

In den untersuchten Unfallhäufungsstellen und Kontrollstellen der Messstellen auf der Freien Strecke lag durchgängig ein ähnliches Abstandsverhalten vor. Einflüsse der erfassten Trassierungsparameter auf die Entstehung der Unfallhäufungen konnten im Zuge dieser Untersuchungen nicht festgestellt werden. Die Methodik dieses Projektes ist darauf nicht konkret ausgelegt und das Untersuchungskollektiv zu gering, um qualifizierte Aussagen zu den Einflüssen der Trassierung ableiten zu können. Dass keine Anpassung des Fahrverhaltens zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle erfolgt, zeigt, dass Unfallhäufungsstellen häufig für die Verkehrsteilnehmenden nicht als potenzielle Gefahrenstellen erkennbar sind. Daher findet keine entsprechende Verhaltensanpassung statt. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Beschilderung in unfallauffälligen Bereichen so anzupassen, dass eine Anpassung des Fahrverhaltens herbeigeführt wird, welche zur Unfallvermeidung beiträgt. Dies kann beispielsweise durch eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, (temporäre) Lkw-Überholverbote oder Warnhinweise erfolgen.

Die stichprobenartige Auswertung von Unfallhergangstexten hat gezeigt, dass über 50 % dieser analysierten Unfallhergänge auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Störungen im Verkehrsablauf hindeuten. Auch die gesonderte Analyse der Unfälle an den untersuchten Messstellen hat gezeigt, dass sich Auffahrunfälle über alle Stellen hinweg häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge ereignen. Dies zeigt, dass die Abstände zu vorausfahrenden Fahrzeugen, die verkehrsbedingt abbremsen müssen, häufig nicht ausreichend sind, um vor diesen Fahrzeugen zum Stehen zu kommen. Um die Unfallzahlen in diesem Zusammenhang zu verringern, wird die Implementierung von Warnungen vor Stauenden in Echtzeit in Navigationsgeräten in Fahrzeugen und in mobilen Geräten anderer Mobilitätsdienstleister empfohlen. Ziel ist es, eine rechtzeitige Anpassung des Fahrverhaltens (z. B. Adaptation der Fahrgeschwindigkeit und des Abstandes) vor einem Stau herbeizuführen. Hierzu kann auch die Vernetzung zwischen Infrastruktur und Fahrzeug durch Kooperative Intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) beitragen. Darüber hinaus ist es zudem zu empfehlen, die Verkehrsteilnehmenden durch geeignete Kampagnen für potenzielle Gefahren, welche Störungen im Verkehrsablauf mit sich bringen können, zu sensibilisieren.

Fahrstreifenwechsel treten grundlegend in Knotenpunkten häufiger auf als auf der Freien Strecke, dies ist durch Ein- und Ausfahrvorgänge zu begründen. Die Analyse der Fahrstreifenwechsel hat gezeigt, dass Fahrstreifenwechsel nach Links kritischer einzuschätzen sind als Fahrstreifenwechsel nach Rechts. Fahrstreifenwechsel nach Links erfolgen häufiger in Lücken kleiner 100 Meter und auch im Vorfeld eines solchen Wechsels wird häufig dicht, also näher als 25 bzw. 50 Meter, an das vorausfahrende Fahrzeug herangefahren. Bei den Fahrstreifenwechseln nach Links auf der Freien Strecke, welche in Lücken kleiner 100 Meter durchgeführt werden, ist in etwa 80 % der Fälle das nachfolgende Fahrzeug schneller. Bei etwa einem Viertel dieser Wechsel ist das nachfolgende Fahrzeug mehr als 20 km/h schneller und muss deutlich abbremsen. Dadurch können wiederum Auffahrunfälle durch verkehrsbedingtes Abbremsen bei den weiteren nachfolgenden Fahrzeugen hervorgerufen werden, was bedeutet, dass Fahrstreifenwechsel indirekt das Unfallgeschehen beeinflussen können. Ein direkter Einfluss der Fahrstreifenwechsel auf das Unfallgeschehen konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Nutzung von Fahrerassistenzsystemen kann in solchen Situationen unterstützend wirken und kritische Situationen im Zuge von Fahrstreifenwechseln oder verkehrsbedingtem Abbremsen minimieren. Daher wird der Einbau von Fahrerassistenzsystemen in Neufahrzeugen und die Aktivierung dieser Systeme empfohlen, da sie nur dann eine Wirkung auf das Unfallgeschehen haben können. Eine Spurwechselassistentz kann beispielsweise bei der Durchführung von Fahrstreifenwechseln unterstützen. Eine Adaptive Cruise Control (ACC) ist hilfreich, um bei der richtigen Abstandswahl in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit zu unterstützen und entsprechende Abstände kontinuierlich beizubehalten. Weiterhin können Notbremslicht zum rechtzeitigen Erkennen einer Gefahrenbremsung sowie Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarner den Fahrer bei seiner Fahraufgabe unterstützen. Die bei Neufahrzeugen bereits vorgeschriebenen Notbremsysteme können bei verkehrsbedingten Bremsvorgängen zur Reduzierung der Unfälle und der Unfallfolgen beitragen. Alle Fahrerassistenzsysteme sollten dabei hinsichtlich ihrer Wirkungen im Unfallgeschehen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Die Analyse des Abstandsverhaltens von Pkw und Lkw hat gezeigt, dass Pkw deutlich häufiger Abstände kleiner einer Sekunde halten als Lkw. Durch die unterschiedlichen Vorgaben für den einzuhaltenden Mindestabstand sind Abstände von Lkw häufiger bußgeldbewehrt als Abstände von Pkw. Lkw gelten grundsätzlich bei einem Mindestabstand von weniger als 50 Metern als bußgeldbewehrt, was bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h einem Zeitabstand von 2,25 Sekunden entspricht. Pkw dagegen gelten als bußgeldbewehrt, wenn der Abstand kleiner ist als ein Viertel des Tachos in Metern, was umgerechnet einem Zeitabstand von 0,9 Sekunden entspricht. Wie die Analysen gezeigt haben, halten Pkw im Vergleich zu den anderen untersuchten Fahrzeugarten die geringsten Abstände, zusätzlich liegen diese häufig unter dem empfohlenen Mindestabstand von einem halben Tacho in Metern. Daher wird empfohlen, Pkw-Fahrende verstärkt für die einzuhaltenden Abstände zu sensibilisieren. Dies kann durch mobile sowie ortsfeste Abstandsmessungen erfolgen. Gegebenenfalls kann darüber hinaus eine Anpassung der Bußgeldkatalog-Verordnung für Pkw in Betracht gezogen werden. Anstelle von geschwindigkeitsabhängigen Werten könnte für Pkw ein Wert für den Mindestabstand auf Autobahnen festgelegt werden, wie dies bei Lkw der Fall ist. Dies würde die Kontrolle des eingehaltenen Abstandes erleichtern.

Da sich im Rahmen der Unfallanalyse gezeigt hat, dass sich Auffahrunfälle häufig in Verbindung mit Stauereignissen ereignen, wird empfohlen, das Unfallmerkmal „Stau“ als Besonderheit in den Verkehrsunfallanzeigen mit aufzunehmen. Dann wäre eine systematische Erfassung dieser Besonderheit, wie beispielsweise bei der Besonderheit „Arbeitsstelle“, möglich und eine Analyse von Unfällen im Zusammenhang mit Stauereignissen würde somit auf einer breiteren Datenbasis einfacher durchführbar.

Konkrete Einflüsse des Abstandsverhaltens auf die Entstehung von Unfallhäufungsstellen mit Unfallursache 14 haben sich durch das Forschungsprojekt nicht herausgestellt. Allerdings wird ein Einfluss der Trassierung bzw. der Sichtweiten vermutet, welcher in weiteren Forschungen vertieft untersucht werden sollte. Außerdem besteht weiterer Forschungsbedarf zum Verkehrsablauf in Knotenpunkten sowie beispielsweise zum Einfluss der Knotenpunktgestaltung auf das Abstandsverhalten und Unfallgeschehen.

Auf Grundlage der in diesem Projekt durchgeführten Analysen zum Fahrstreifenwechselfverhalten auf Autobahnen sollte fortlaufend der (indirekte) Einfluss von Fahrstreifenwechseln auf das Unfallgeschehen und das Abstandsverhalten auf Autobahnen näher untersucht werden. Für Kampagnen zu sicheren Abständen und potenziellen Gefahren bei Störungen im Verkehrsablauf und für eine mögliche Anpassung der Bußgeldkatalog-Verordnung sollte darüber hinaus zu sicheren Abständen auf Autobahnen geforscht werden, um konkrete Werte benennen zu können, welche auf Autobahnen als sichere Abstände angesehen werden können.

Im Folgenden werden die in den vorangegangenen Ausführungen beschriebenen Empfehlungen zur Übersicht nochmals zusammengefasst:

Infrastruktur und Verkehr

- An unfallauffälligen Autobahnabschnitten mit hohem Auslastungsgrad bzw. mit einer schlechten Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) sollte der Verkehrsfluss durch Streckenbeeinflussungsanlagen, Netzbeeinflussungsanlagen oder wirksame Beschilderungen (z. B. Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (V_{zul}) oder Anordnung von (temporären) Lkw-Überholverböten) verbessert werden. Gegebenenfalls sollten diese Maßnahmen durch wirksame ortsfeste oder mobile Überwachungsmaßnahmen durchgesetzt werden.
- An unfallauffälligen Autobahnabschnitten sollte eine Änderung der Beschilderung erfolgen, um eine Anpassung des Fahrverhaltens herbeizuföhren (z. B. Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, (temporäre) Lkw-Überholverböte oder Warnhinweise)

Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen

- Die Implementierung von Warnungen vor Stauenden in Echtzeit hinsichtlich einer Anpassung des Fahrverhaltens (z. B. Adaptation der Fahrgeschwindigkeiten und des Abstandes) in Navigationsgeräten in Fahrzeugen und in mobilen Geräten anderer Mobilitätsdienstleister kann zur Vermeidung oder Reduzierung von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand auf Autobahnen beitragen.
- Die Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen durch Kooperative Intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) sollte vorangetrieben werden, um eine rechtzeitige Anpassung des Fahrverhaltens von Verkehrsteilnehmenden zu unterstützen.

Fahrerassistenzsysteme

- Bei Neufahrzeugen, bei denen automatische Notbremsysteme bereits vorgeschrieben sind, sollten diese hinsichtlich ihrer Wirkungen im Unfallgeschehen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.
- Der Einbau von Fahrerassistenzsystemen (FAS) in Neufahrzeugen, beispielsweise Spurwechselassistentz für einen sicheren Fahrstreifenwechsel, Adaptive Cruise Control (ACC) für das Einhalten des Sicherheitsabstandes und die Anpassung von Fahrgeschwindigkeiten, Notbremslicht zum rechtzeitigen Erkennen einer Gefahrenbremsung sowie Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarner wird empfohlen. Diese Systeme können ihre Wirkungen jedoch erst voll entfalten, wenn sie im Verkehrsgeschehen aktiviert sind und sollten hinsichtlich einer Reduzierung der Unfälle und Unfallfolgen systematisch analysiert werden.

Kampagnen

- Geeignete Kampagnen können Verkehrsteilnehmende für potenzielle Gefahren bei Störungen im Verkehrsablauf zusätzlich sensibilisieren.
- Sensibilisierung von Pkw-Fahrenden für einzuhaltende Abstände durch verstärkte mobile und ortsfeste Abstandsmessungen, ggf. Anpassung der Bußgeldkatalog-Verordnung für Pkw durch Festlegung eines konkreten Mindestabstandes auf Autobahnen

Ausblick

- In Verkehrsunfallanzeigen sollte das Merkmal „Stau“ als Besonderheit bei Autobahnen aufgenommen werden.

- Weiterführende Forschungen zum Einfluss von Sichtweiten auf Sicherheitsabstände, Unfälle und Unfallfolgen können zusätzliche Erkenntnisse zur Vermeidung oder Reduzierung von Unfällen mit ungenügendem Sicherheitsabstand auf Autobahnen generieren. Hinzu kommen ebenso Forschungen zum Einfluss von Fahrstreifenwechseln (auf der Freien Strecke und in Knotenpunkten) auf das Unfallgeschehen und den Verkehrsablauf auf Autobahnen.

Literaturverzeichnis

- Bakaba, J. E. (2021) *Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen*, Unfallforschung Kompakt 112, Berlin.
- Bakaba, J. E., Enke, M., Heine, A., Lippold, C., Maier, R., Ortlepp, J. & Schulz, R. (2012) *Untersuchung der Verkehrssicherheit im Bereich von Baustellen auf Bundesautobahnen*, Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. VI 04, Berlin.
- Baselau, C. (2005) *Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung der Verkehrsqualität auf Straßen mit 2+1 - Verkehrsführung*, Dissertation, Weimar, Bauhaus-Universität Weimar.
- BMVI (2019) *Verkehr in Zahlen 2019/2020*, Flensburg.
- Brackstone, M. & McDonald, M. (2007) „Driver headway: how close is too close on a motorway?“, *Ergonomics*, Vol. 50, No. 8, S. 1183–1195.
- Brackstone, M., Sultan, B. & McDonald, M. (2002) „Motorway driver behaviour: studies on car following“, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 5, S. 329–344.
- Brackstone, M., Waterson, B. & McDonald, M. (2009) „Determinants of following headway in congested traffic“, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 12, No. 2, S. 131–142.
- Burmann, M., Heß, R., Hühnermann, K., Jahnke, J & Mühlhaus, H (Hg.) (2020) *Straßenverkehrsrecht Kommentar : mit StVO nebst CsgG und eKFV, dem StVG, den wichtigsten Vorschriften der StVZO und der FeV, dem Verkehrsstraf- und Ordnungswidrigkeitenrecht, dem Schadensersatzrecht des BGB, Zivilprozessrecht und Versicherungsrecht, der Bußgeldkatalog-Verordnung sowie Verwaltungsvorschriften*, 26. Aufl., München, C.H. Beck.
- Dietrich, K., Lindenmann, H. P. & Chabot-Zhang, Y. (1998) *25 Jahre IVT-Messungen zum Verkehrsablauf auf Autobahnen*, Schriftenreihe des IVT 118, Zürich.
- Dou, Y., Ni, D., Wang, Z., Wang, J. & Yan, F. (2016) „Strategic car-following gap model considering the effect of cut-ins from adjacent lanes“, *IET Intelligent Transport Systems*, Vol. 10, No. 10, S. 658–665.
- Ellinghaus, D. & Steinbrecher, J. (1994) *Die Autobahn - Verkehrsweg oder Kampfstätte?: Eine Untersuchung über Konflikte und Unfallgeschehen auf Autobahnen*, Gesellschaft für angewandte Sozialforschung und Planung mbH Köln, UNIROYAL - Verkehrsuntersuchung 19, Köln/Aachen.
- Ersoy, M & Gies, S (Hg.) (2017) *Fahrwerkhandbuch: Grundlagen, Fahrdynamik, Fahrverhalten, Komponenten, elektronische Systeme, Fahrerassistenz, autonomes Fahren, Perspektiven*, 5. Aufl., Wiesbaden, Springer Vieweg.
- Fank, J., Krebs, P. & Diermeyer, F. (2019) „Analyse von Lkw-Überholmanövern auf Autobahnen für die Entwicklung kooperativer Fahrerassistenzsysteme“, *Forschung im Ingenieurwesen*, Vol. 83, No. 2, S. 305–316.
- FGSV (2003) *Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen: ESN*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 383, Köln.
- FGSV (2008) *Richtlinien für die Anlage von Autobahnen: RAA*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 202, Köln.
- FGSV (2012) *Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen: M Uko*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 316/1, Köln.
- FGSV (2015) *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen: HBS*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 299, Köln.
- FGSV (2020) *Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen: BBSV*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 005/1, Köln.
- Filzek, B. (2002) *Abstandsverhalten auf Autobahnen - Fahrer und ACC im Vergleich*, Dissertation, Darmstadt, Technischen Universität Darmstadt.
- Geistefeldt, J. (2007) *Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit auf Autobahnen mit vierstreifigen Richtungsfahrbahnen*, Dissertation, Bochum, Ruhr-Universität Bochum.
- Gruschwitz, D., Hölscher, J., van Nek, L., Busch, J.-P. & Woopen, T. (2023) *Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2021*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen M 339, Bergisch Gladbach.

- Hummel, T., Kühn, M., Bende, J. & Lang, A. (2011) *Fahrerassistenzsysteme: Ermittlung des Sicherheitspotenzials auf Basis des Schadengeschehens der deutschen Versicherer*, Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. FS 03, Berlin.
- Kathmann, T., Johannsen, M., Heel, E. von & Hermes, T. (2020) *Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer (Erhebung 2019)*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen M 300, Bergisch Gladbach.
- Kreisel, A. (2016) *Analyse des Spurwechselverhaltens anhand von Trajektorien Daten amerikanischer Autobahnen*, Masterarbeit, Dresden, TU Dresden.
- Kreuzlein, M., Schleinitz, K. & Krems, J. (2020) *Häufigkeit von Ablenkung beim Autofahren*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen M 297, Bergisch Gladbach.
- Kühnen, M. A., Brühning, E., Schepers, A. & Schmid, M. (1995) *Unfallgeschehen auf Autobahnen : Strukturuntersuchung*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen M 51, Bergisch Gladbach.
- Lindenmann, H., Weber, R., Ranft, B. & Chabot-Zhang, Y. (2000) *Unfallgeschehen auf stark belasteten Autobahnen* [Online]. Verfügbar unter <http://archiv.ivt.ethz.ch/iv/research/unfallgeschehen/unfallgeschehen.pdf> (Abgerufen am 5 Februar 2022).
- Lippold, C. & Schulz, R. (2008) *Einfluss der Straßenbepflanzung und Straßenraumgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Sicherheit im Straßenverkehr an Außerortsstraßen: Schlussbericht*, TU Dresden, Universität Würzburg and Froelich & Sporbeck, FE 82.296/2005, Dresden.
- Lohmiller, J. (2014) *Qualität des Verkehrsablaufs auf Netzabschnitten von Autobahnen - Bewertung unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit und Analyse von Einflussfaktoren*, Dissertation, Stuttgart, Universität Stuttgart.
- Lorkowski, S. (2009) *Fusion von Verkehrsdaten mit Mikromodellen am Beispiel von Autobahnen*, Dissertation, Berlin, TU Berlin.
- Mahmoudi, S. & Frenken, T. (2020) *Straßenverkehrszählung 2015 - Ergebnisse*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V 327, Bergisch Gladbach.
- Polizei Brandenburg (2021) *Messverfahren zur Feststellung und Dokumentation von Abstandsverstößen auf Bundesautobahnen (BAB) mittels Unbekanntem Luftfahrtssystem (ULS)*.
- Robatsch, K (Hg.) (2000) *Lkw-Geschwindigkeiten und Lkw-Abstandsverhalten auf Autobahnen*, Wien, Kammer für Arbeiter und Angestellte.
- Schlag, B. & Richter, S. (2000) „Wahrnehmungs- und sozialpsychologische Hintergründe von Nebelunfällen“, *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, Vol. 46, No. 3, S. 114–120.
- Schulz, A. & Fröming, R. (2008) „Analyse des Fahrerverhaltens zur Darstellung adaptiver Eingriffsstrategien von Assistenzsystemen“, *ATZ*, Vol. 110, S. 1124–1131.
- Shrestha, D. & Chang, G.-L. ([2005]) „A monitoring and alert system for tailgating behavior of drivers“, in *IEEE 62nd Vehicular Technology Conference*, S. 1308–1312.
- Statistisches Bundesamt (2021) *Verkehrsunfälle 2019*, Fachserie 8 Reihe 7, Wiesbaden.
- Sümmermann, A. (2012) *Verkehrssicherheits- und Verkehrsablaufuntersuchungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen in Deutschland*, Dissertation, Aachen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.
- Vollrath, M., Briest, S. & Oeltze, K. (2010) *Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrverhalten*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen F 74, Bergisch Gladbach.
- Vollrath, M., Briest, S., Schießl, C., Drewes, J. & Becker, U. (2006) *Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen F 60, Bergisch Gladbach.
- Wille, M. (2009) *Selbstinduzierte Geschwindigkeitsoszillation in der Fahrzeugführung*, Dissertation, Aachen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.
- Winkler, B. (2019) „Verkehrskontrolle: Polizei-Drohne schwebt unbemerkt über der Autobahn“, *MOZ.de*, 25. Juni [Online]. Verfügbar unter <https://www.moz.de/lokales/fuerstenwalde/verkehrskontrolle-polizei-drohne-schwebt-unbemerkt-ueber-der-autobahn-49023100.html> (Abgerufen am 5 Februar 2022).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, alle Fahrzeuge	4
Abbildung 2: Bestimmung der Nettoweglücke s_a und der Bruttoweglücke Δx zwischen zwei Fahrzeugen (Kreisel, 2016)	9
Abbildung 3: Bestimmung des zeitlichen Nettoabstands T_a und des Bruttoabstands Δt_a zwischen zwei Fahrzeugen (Kreisel, 2016)	10
Abbildung 4: Kamerabild mit Abstandsmarkierungen (POLIZEIKÖLN)	12
Abbildung 5: Verdacht eines Abstandsverstoßes (Polizei Brandenburg, 2021)	12
Abbildung 6: Markierungen auf dem Seitenstreifen und Unterschreiten des Mindestabstands (Polizei Brandenburg, 2021)	13
Abbildung 7: Anteil riskanter Abstände ($t_{RM} < 1$ Sekunde) in Abhängigkeit der Verkehrsstärke (5-Minuten-Intervalle) (Geistefeldt, 2007)	16
Abbildung 8: Methodik	23
Abbildung 9: DJI Mavic 2 Pro der Professur für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen	27
Abbildung 10: Aufnahme der A 4 zwischen der AS Chemnitz-Ost und der AS Frankenberg	28
Abbildung 11: Aufnahme der A 2 an der AS Alleringersleben (links Einfädungsstreifen, rechts Bereich nach dem Einfädungsstreifen)	28
Abbildung 12: Zuordnung der Fahrzeugarten in DataFromSky	31
Abbildung 13: Festlegung von Gates in DataFromSky anhand der Trajektorien für jeden Fahrstreifen im Abstand von 54 Metern	31
Abbildung 14: zurückgelegter Weg nach gefahrener Geschwindigkeit und vorliegender Nettozeitlücke	32
Abbildung 15: zurückgelegter Weg nach gefahrener Geschwindigkeit und Kategorisierung des Abstandsverhaltens	33
Abbildung 16: Beispiel für einen Fahrstreifenwechsel im <i>DataFromSkyViewer</i>	36
Abbildung 17: schematische Darstellung genutzter Größen für die Analyse von Fahrstreifenwechseln	37
Abbildung 18: Fehlverhalten des Unfallverursachers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	39
Abbildung 19: Fehlverhalten des Unfallverursachers bei Unfällen mit schwerem Personenschaden 2017-2019	40
Abbildung 20: Fehlverhalten des unfallverursachenden Pkw-Fahrers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	40
Abbildung 21: Fehlverhalten des unfallverursachenden Lkw-Fahrers bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	41
Abbildung 22: Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	41
Abbildung 23: Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit schwerem Personenschaden 2017-2019	42
Abbildung 24: Vergleich der Verteilung der Art der Verkehrsbeteiligung bei Unfällen mit Personenschaden, schwerem Personenschaden und Getöteten 2017-2019	42
Abbildung 25: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallkategorien 2017-2019	43
Abbildung 26: Verteilung der maßgebenden Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	43
Abbildung 27: Verteilung der maßgebenden Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden ohne Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	44
Abbildung 28: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfalltyp 6 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	44
Abbildung 29: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfalltyp 1 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	45
Abbildung 30: Verteilung der maßgebenden Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	45
Abbildung 31: Verteilung der maßgebenden Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden ohne Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	46
Abbildung 32: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfallart 2 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	46
Abbildung 33: Anteil an Unfällen mit Personenschaden und Unfallart 3 mit Angabe der Unfallursache 14 beim Hauptverursacher 2017-2019	47

Abbildung 34: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Sachsen auf die Wochentage 2017-2019	47
Abbildung 35: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Hessen auf die Wochentage 2017-2019	48
Abbildung 36: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland auf die Wochentage 2017-2019	48
Abbildung 37: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Sachsen auf die Tagesstunden 2017-2019	49
Abbildung 38: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Hessen auf die Tagesstunden 2017-2019	49
Abbildung 39: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland auf die Tagesstunden 2017-2019	50
Abbildung 40: Verteilung der Unfälle mit schwerem Personenschaden in Deutschland auf die Tagesstunden 2017-2019	50
Abbildung 41: Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	51
Abbildung 42: Vergleich der Verteilung der Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Personenschaden und schwerem Personenschaden 2017-2019	51
Abbildung 43: Verteilung des Straßenzustands bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	52
Abbildung 44: Verteilung der Streckencharakteristik bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	53
Abbildung 45: Anteil der Besonderheit Arbeitsstelle bei Unfällen mit Personenschaden 2017-2019	53
Abbildung 46: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit der QSV nach HBS für die dreistreifigen Messstellen	59
Abbildung 47: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, alle Fahrzeuge	60
Abbildung 48: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, Pkw	60
Abbildung 49: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden für die dreistreifigen Messstellen nach vorliegendem Auslastungsgrad, Lkw	61
Abbildung 50: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen	62
Abbildung 51: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die zweistreifigen Messstellen	62
Abbildung 52: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV B für Pkw für die dreistreifigen Messstellen	63
Abbildung 53: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV B für Pkw für die zweistreifigen Messstellen	64
Abbildung 54: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV C für Pkw für die dreistreifigen Messstellen	65
Abbildung 55: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge bei QSV C für Pkw für die zweistreifigen Messstellen	65
Abbildung 56: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Lkw für die dreistreifigen Messstellen	66
Abbildung 57: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit für die dreistreifigen Messstellen	68
Abbildung 58: Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der vorliegenden Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs für die dreistreifigen Messstellen	68
Abbildung 59: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit für die zweistreifigen Messstellen	69
Abbildung 60: Verteilung der gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der vorliegenden Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs für die zweistreifigen Messstellen	69
Abbildung 61: Exemplarische Abbildung eines Fahrstreifenwechsels nach Links auf der Freien Strecke	71
Abbildung 62: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Links in Abhängigkeit der beteiligten Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen	72
Abbildung 63: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Links für die zweistreifigen Messstellen	72
Abbildung 64: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Links für die dreistreifigen Messstellen	73
Abbildung 65: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links für die dreistreifigen Messstellen	74
Abbildung 66: Abstände von Lkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links für die dreistreifigen Messstellen	75
Abbildung 67: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links in Lücken kleiner 100 Meter für die dreistreifigen Messstellen	76
Abbildung 68: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links in Lücken kleiner 100 Meter für die zweistreifigen Messstellen	76
Abbildung 69: Exemplarische Abbildung eines Fahrstreifenwechsels nach Rechts auf der Freien Strecke	77

Abbildung 70: Anteile genutzter Lücken bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts in Abhängigkeit der beteiligten Fahrstreifen für die dreistreifigen Messstellen	78
Abbildung 71: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen	78
Abbildung 72: Abstände zum vorausfahrenden/nachfolgenden Fahrzeug bei Fahrstreifenwechseln nach Rechts für die zweistreifigen Messstellen	79
Abbildung 73: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen	80
Abbildung 74: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die zweistreifigen Messstellen	80
Abbildung 75: Abstände von Lkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts für die dreistreifigen Messstellen	81
Abbildung 76: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter für die dreistreifigen Messstellen	82
Abbildung 77: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts in Lücken kleiner 100 Meter für die zweistreifigen Messstellen	82
Abbildung 78: Anteil der Unfälle nach Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung des Unfallverursachers für die Messstellen der Freien Strecke	83
Abbildung 79: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in dreistreifigen Knotenpunkten nach vorliegender Verkehrsstärke, alle Fahrzeuge	85
Abbildung 80: Anteile der Abstände kleiner zwei Sekunden in zweistreifigen Knotenpunkten nach vorliegender Verkehrsstärke, alle Fahrzeuge	86
Abbildung 81: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die dreistreifigen Knotenpunkte	87
Abbildung 82: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit vom Fahrstreifen für die zweistreifigen Knotenpunkte	87
Abbildung 83: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Pkw in dreistreifigen Knotenpunkten	88
Abbildung 84: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Pkw in zweistreifigen Knotenpunkten	89
Abbildung 85: Anteil der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der Fahrzeugfolge für Lkw in dreistreifigen Knotenpunkten	90
Abbildung 86: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit in dreistreifigen Knotenpunkten	92
Abbildung 87: Anteile der Nettozeitabstände nach gefahrener Geschwindigkeit in zweistreifigen Knotenpunkten	92
Abbildung 88: Exemplarische Darstellung von Fahrstreifenwechseln im Einfahrbereich von Knotenpunkten	94
Abbildung 89: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	95
Abbildung 90: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	95
Abbildung 91: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	96
Abbildung 92: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	96
Abbildung 93: Abstände vor und nach FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	97
Abbildung 94: Abstände vor und nach FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	98
Abbildung 95: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	99
Abbildung 96: Abstände von Pkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	99
Abbildung 97: Abstände von Lkw zum vorausfahrenden Fahrzeug vor Durchführung eines FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	100
Abbildung 98: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links im Einfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	101
Abbildung 99: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Links im Einfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	102
Abbildung 100: Exemplarische Darstellung von Fahrstreifenwechseln im Ausfahrbereich von Knotenpunkten	102
Abbildung 101: Anteile genutzter Lücken nach Richtung des FSW im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	103

Abbildung 102: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	104
Abbildung 103: Anteile genutzter Lücken nach Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	104
Abbildung 104: Abstände vor und nach FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	105
Abbildung 105: Abstände vor und nach FSW nach Rechts im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	106
Abbildung 106: Abstände von Pkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	107
Abbildung 107: Abstände von Lkw zum nachfolgenden Fahrzeug nach Durchführung eines FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	108
Abbildung 108: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts im Ausfahrbereich dreistreifiger Knotenpunkte	109
Abbildung 109: Verteilung der relativen Geschwindigkeiten bei FSW nach Rechts im Ausfahrbereich zweistreifiger Knotenpunkte	109
Abbildung 110: Anteil der Unfälle nach Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung des Unfallverursachers für die Messstellen der Knotenpunkte	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bußgeld bei ungenügendem Abstand (Bußgeldkatalog-Verordnung (BKatV))	8
Tabelle 2: Vergleich der Abstände in Abhängigkeit Geschwindigkeit	11
Tabelle 3: Entwicklung der kleinen Zeitlücken $\Delta T_{15\%}$ und der Anteile kleiner Zeitlücken $T < 2$ s (Dietrich et al., 1998)	14
Tabelle 4: Auswahl der Messstellen auf der freien Strecke	29
Tabelle 5: Auswahl der Messstellen in Knotenpunkten	29
Tabelle 6: Fahrzeugarten in DataFromSky	31
Tabelle 7: Kategorisierung des Abstandsverhaltens	33
Tabelle 8: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach HBS (FGSV, 2015)	34
Tabelle 9: Geschwindigkeitskennwerte	35
Tabelle 10: Kennwerte des Untersuchungskollektivs für Unfälle mit Personenschaden (Quelle der Daten: BMVI (2019), Mahmoudi & Frenken (2020), Statistisches Bundesamt (2021))	38
Tabelle 11: Kennwerte des Untersuchungskollektivs für Unfälle mit Personenschaden und Angabe der Unfallursache 14 (U14) (Quelle der Daten: BMVI (2019), Mahmoudi & Frenken (2020), Statistisches Bundesamt (2021))	39
Tabelle 12: Häufigkeit von Sachverhalten aus Unfallhergängen	56
Tabelle 13: Fahrzeugfolgebeziehungen bei den untersuchten Unfallhergängen	57
Tabelle 14: Geschwindigkeitsniveau an dreistreifigen Messstellen	67
Tabelle 15: Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln (FSW) im Bereich der Messstellen der Freien Strecke	70
Tabelle 16: Geschwindigkeitsniveau in dreistreifigen Knotenpunkten	91
Tabelle 17: Geschwindigkeitsniveau in zweistreifigen Knotenpunkten	91
Tabelle 18: Häufigkeit von Fahrstreifenwechseln (FSW) im Bereich der untersuchten Knotenpunkte	93

Abkürzungsverzeichnis

3-JK _{U(P)}	3-Jahreskarte der Unfälle mit Personenschaden
AB	Ausfahrtbereich
ACC	Adaptive Cruise Control
BAB	Bundesautobahn
BAS	Bremsassistent
BAS PLUS	Bremsassistent PLUS
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BKatV	Bußgeldkatalog-Verordnung
$d_{\text{abs.sich.}}$	absolut sicherer Abstand (Anhalteweg)
$d_{\text{Gef.brems}}$	Anhalteweg Gefahrenbremsung
$d_{\text{krit.}}$	kritischer Abstand (viertel Tacho in Metern)
$d_{\text{rel.sich.}}$	relativ sicherer Abstand (halber Tacho in Metern)
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EB	Einfahrtbereich
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FSW	Fahrstreifenwechsel
HBS	Handbuch für die Vermessung von Straßenverkehrsanlagen
kLkw	kleiner/leichter Lastkraftwagen
KS	Kontrollstelle
Lfw	Lieferwagen
Lkw	Lastkraftwagen
LuftVO	Luftverkehrs-Ordnung
M Uko	Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen
Pkw	Personenkraftwagen
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs
RAA	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen
StVO	Straßenverkehrsordnung
SV-Anteil	Schwerverkehrsanteil
U(LV)	Unfall mit Leichtverletzten
U(SP)	Unfall mit schwerem Personenschaden
UD	Unfalldichte
UHS	Unfallhäufungsstelle
UR	Unfallrate
VAMA	Videoabstandsmessanlagen
ViBrAM	Video-Brücken-Abstandsmessungen

Anhang

- Anhang 1 Vorauswahl Messstellen Freie Strecke
- Anhang 2 Vorauswahl Messstellen Knotenpunkte
- Anhang 3 Übersichtskarten zur Lage der ausgewählten Messstellen
- Anhang 4 Ergänzende Abbildungen zu den Ergebnissen der Verkehrsunfallanalyse (Kapitel 4)
- Anhang 5 Untersuchung der Unfallhergänge auf ausgewählte Sachverhalte
- Anhang 6 Häufigkeiten der Sachverhalte in den Unfallhergängen in Abhängigkeit des ersten und zweiten Verkehrsbeteiligten
- Anhang 7 Ergänzende Abbildungen zu den Ergebnissen der Freien Strecke (Kapitel 5)
- Anhang 8 Ergänzende Abbildungen zu den Ergebnissen der Knotenpunkte (Kapitel 6)
- Anhang 9 Übersicht zum Unfallgeschehen mit Unfallursache 14 an den Messstellen
- Anhang 10 Streckenportraits
- Anhang 11 Analyseergebnisse für einzelne Messstellen

Anhang 1

Vorauswahl Messstellen Freie Strecke

Nummer	Bundesland	Auto- bahn	Abschnitt	Fahrt- richtung	Anzahl U(P)	Anzahl U(SP)	Unfall- art 2	Unfall- art 3	andere Unfall- arten	DTV 2019	SV 2019	SV- Anteil 2019	durchgehende Fahrstreifen	Bemerkung
1	Sachsen	A 4	Chemnitz-Ost - Frankenberg	Dresden	5	4	4		1	32647	6.618	20,27%	3	
2	Sachsen	A 4	Hainichen - Berbersdorf	Dresden	4	3	4			32647	6.618	20,27%	3	Reserve für Strecke 8
3	Sachsen	A 4	AD Nossen - Wilsdruff	Dresden	7	1	7			48772	11.108	22,78%	3	
4	Sachsen	A 4	Uhyst - Salzenforst	Görlitz	6	1	6			23272	5.904	25,37%	2	
5	Sachsen	A 72	Chemnitz-Süd - Stollberg-Nord	Hof	7	2	7			31092	4.546	14,62%	2	
6	Sachsen-Anhalt	A 2	Eilsleben - Alleringersleben	Hannover	6	1	5		1	38295	10.955	28,61%	3	
7	Sachsen-Anhalt	A 9	Thurland - Bitterfeld-Wolfen	Berlin	5	2	1		4	27129	5.285	19,48%	3	4 Mal Unfallart 1
8	Sachsen-Anhalt	A 9	Bad Dürrenberg - Rippachtal	Berlin	10	2	7		3	33452	7.351	21,97%	3	3 Mal Unfallart 1
9	Sachsen-Anhalt	A 14	Wanzleben - Magdeburg-	Dresden	4	3	4			22254	5.370	24,13%	2	
10	Hessen	A7	Hann. Münden/Staufenberg- Lutterberg - Kassel-Nord	Fulda	11	4	10		1	36412	8076	22,18%	3	Ersatz für Messstrecke 12
11	Hessen	A7	Guxhagen - Kassel-Süd	Hannover	5	4	5			38545	8471	21,98%	3	UHS am Beginn von Ausfahrttyp A3, zweiter Ausfahrstreifen folgt nach 650 m; DTV und SV-Anteil von 2018
12	Hessen	A7	Kirchheim - Hattenbacher	Fulda	11	0	11			46096	10841	23,52%	4	Entfall wegen Bauarbeiten
13	Hessen	A5	Alsfeld-West - Alsfeld-Ost	Hattenbach	10	2	9		1	28064	6298	22,44%	2	Reserve für Strecke 14
14	Hessen	A5	Homburg(Ohm) - Alsfeld-West	Hattenbach	12	4	12			28845	6349	22,01%	2	
15	Hessen	A5	Grünberg - Reiskirchener Dreieck	Frankfurt a. Main	10	1	10	1		32400	6303	19,45%	2	
16	Hessen	A5	Nordwestkreuz Frankfurt - Bad Homburger Kreuz	Hattenbach	9	0	7	1	1	68114	10178	14,94%	3	Strecke 16 und 17 parallel möglich (liegen an gleichem Autobahnkilometer)
17	Hessen	A5	Bad Homburger Kreuz - Nordwestkreuz Frankfurt	Darmstadt	7	1	6		1	63313	7975	12,60%	3	
18	Hessen	A5	Nordwestkreuz Frankfurt - Bad Homburger Kreuz	Hattenbach	7	1	6		1	68114	10178	14,94%	3	
19	Hessen	A45	Gambacher Kreuz - Gießener	Dortmund	10	2	10			37598	5634	14,98%	2	
20	Hessen	A44	Kreuz Kassel-West - Dreieck Kassel-Süd	Kassel-Süd	11	4	9		2	27174	5898	21,70%	2	DTV und SV-Anteil von 2018. Reserve für Strecke 19
21	Nordrhein-Westfalen	A1	Münster-Nord - Greven	Osnabrück	5	2	5			31501	5595	17,76%	2	NRW, wenn weiteres Bundesland in Betracht kommen muss
22	Nordrhein-Westfalen	A43	Bochum-Gerthe - Bochum-	Münster	9	0	9			48224	3630	7,53%	2	DTV und SV-Anteil von 2016

Ausgewählte Messstrecke

Reserve Messstrecke

Entfall Messstrecke

Besonderheit der UHS

Anhang 2

Vorauswahl Messstellen Knotenpunkte

Nummer	Bundesland	Auto- bahn	Abschnitt	Fahrtrichtung	Anzahl U(P)	Anzahl U(SP)	Unfall- art 2	Unfall- art 3	andere Unfall- arten	DTV 2019	SV 2019	SV-Anteil 2019	durch- gehende Fahrstreifen	Einfahr- typ	Ausfahr- typ	Bemerkung
23	Sachsen	A 4	AD Nossen	Dresden	9	2	8		1	48772	11108	22,78%	3	E 4	A 1	
24	Sachsen-Anhalt	A 2	AS Alleringersleben	Hannover	6	2	5		1	38295	10.955	28,61%	3	E 1	A 1	
25	Hessen	A5	AS Friedberg	Frankfurt a. Main	11	0	11			59044	9860	16,70%	3	E 1	A 1	
26	Hessen	A45	Gießener Südkreuz	Aschaffenburg	20	5	20			37043	5770	15,58%	2	E 1	A 1	interessant im Zusammenhang mit Strecke 19 (Folgeabschnitt)
27	Hessen	A49	Kreuz Kassel-West	Kassel	14	3	12		1	25793	2829	10,97%	2	E 1	A 1	DTV und SV-Anteil von 2020
28	Nordrhein-Westfalen	A3	Kreuz Hilden	Frankfurt a. Main	8	1	7		1	59933	5823	9,72%	3	E 1	A 3	DTV und SV-Anteil von 2018
29	Nordrhein-Westfalen	A1	AS Köln-Bocklemünd	Osnabrück	6	1	5		1	44200	1963	4,44%	3	E 1	A 1	

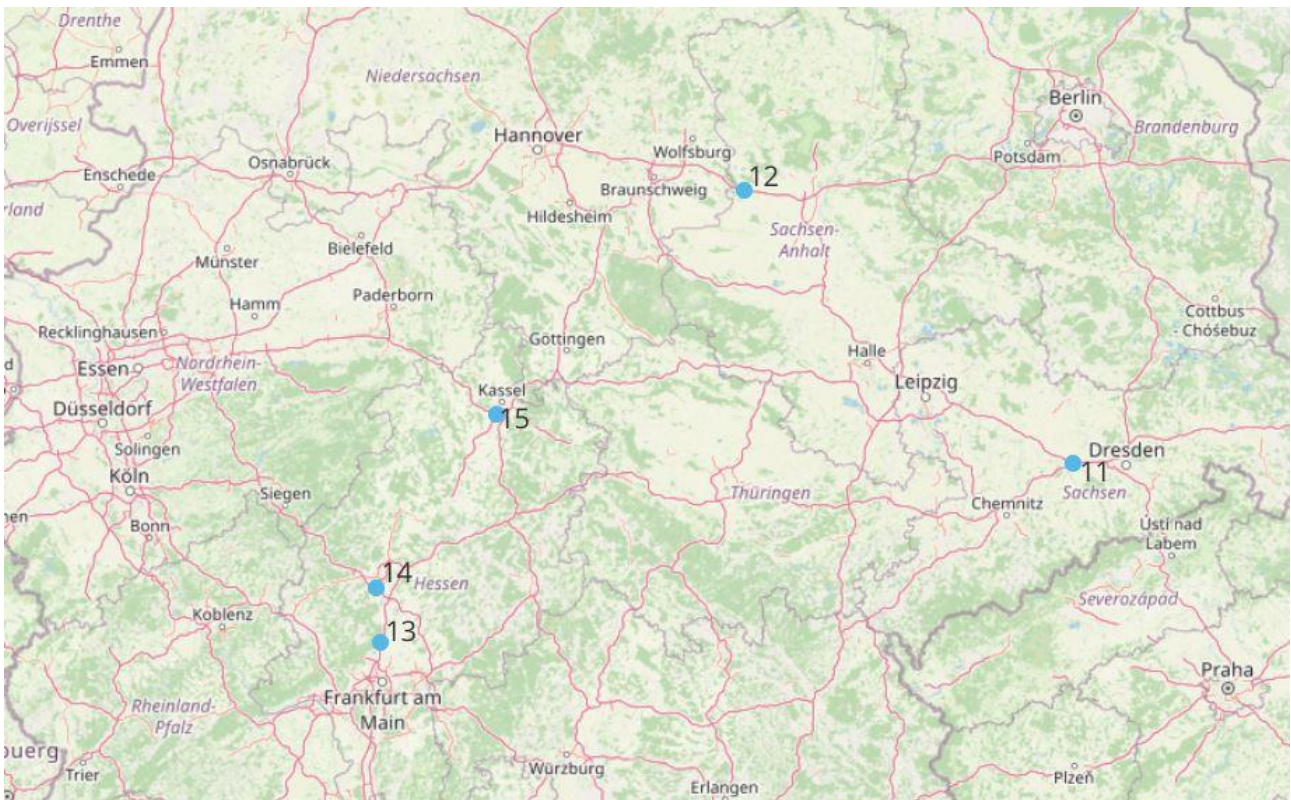
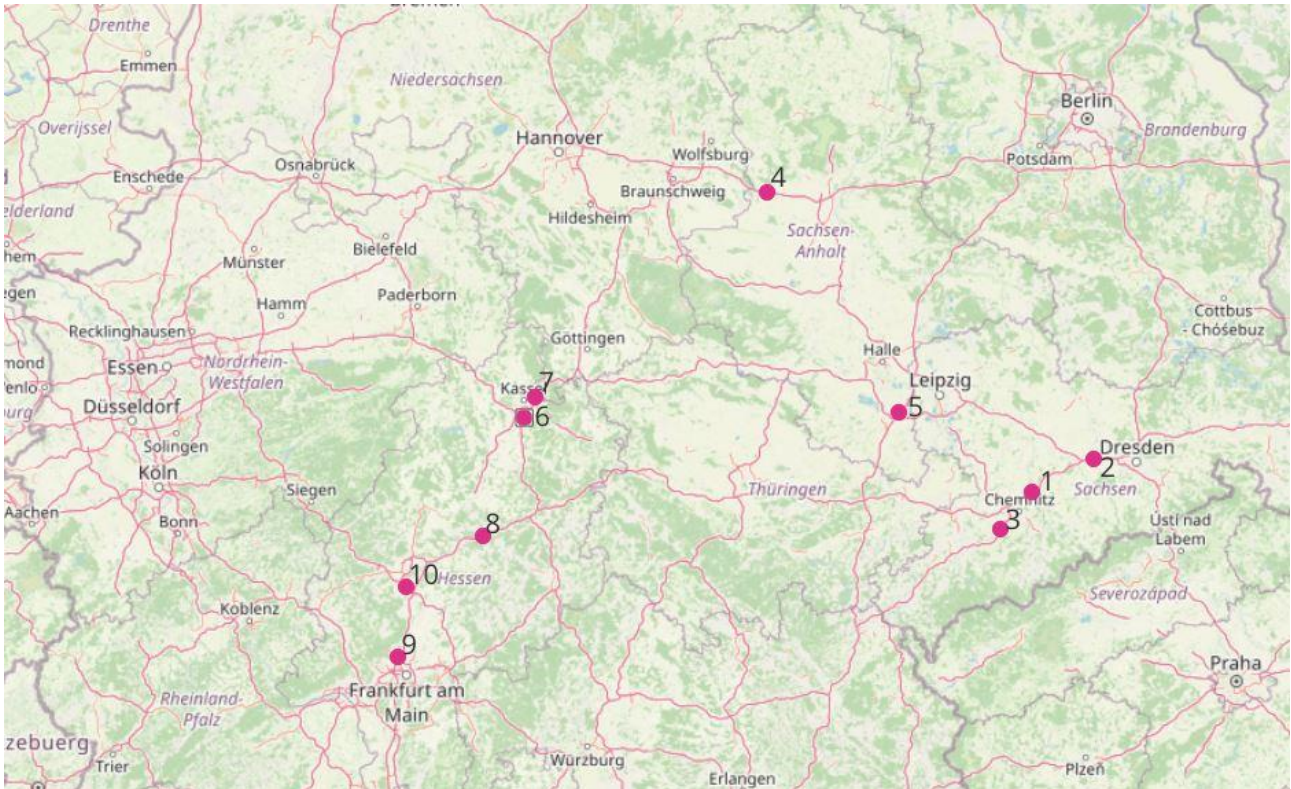
Ausgewählte Messstrecke

Reserve Messstrecke

Besonderheit der UHS

Anhang 3

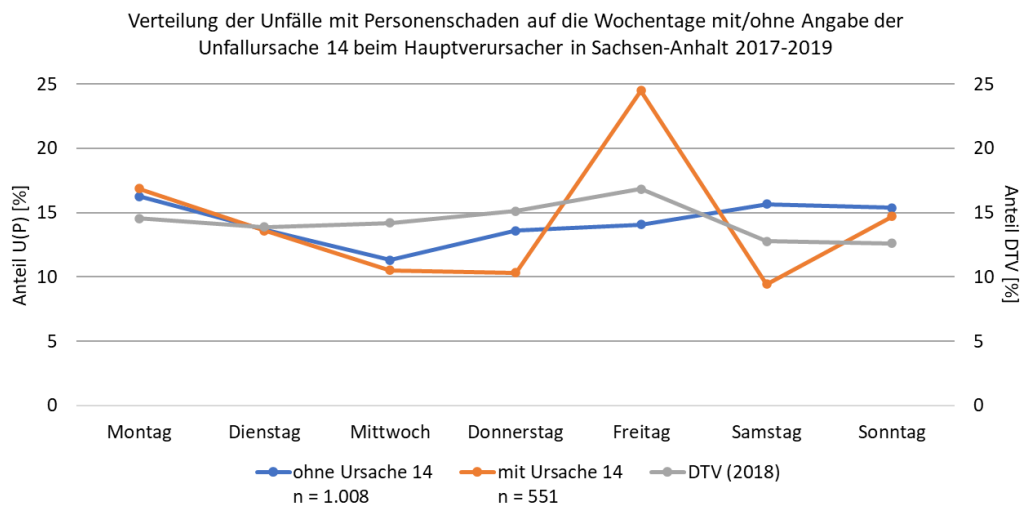
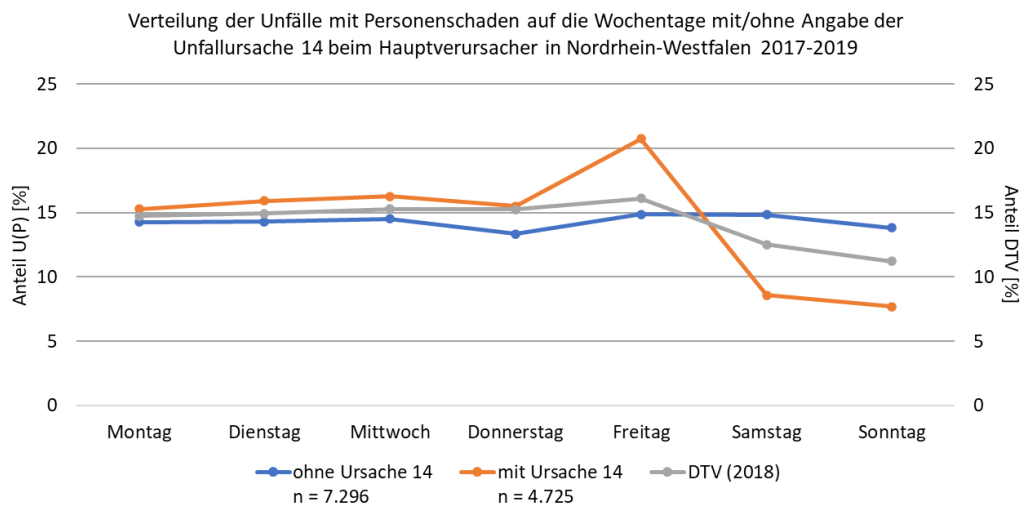
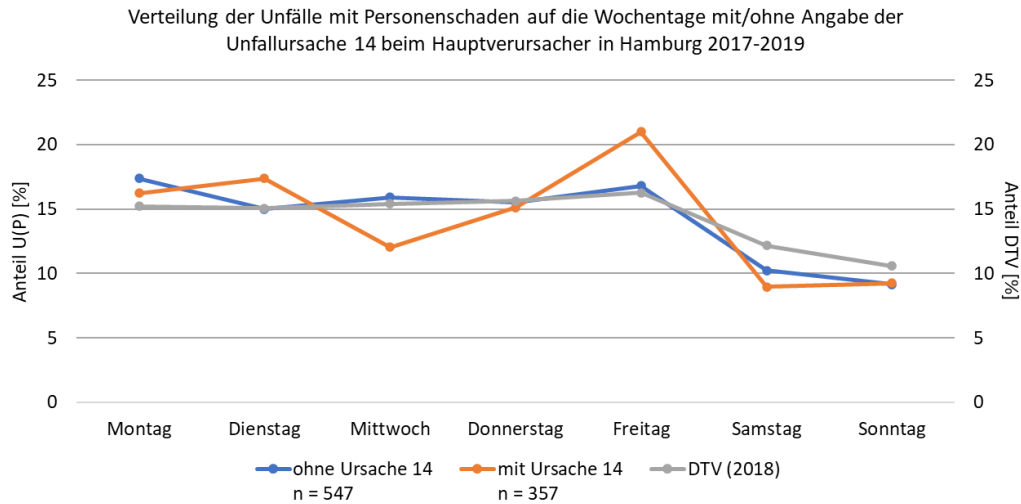
Übersichtskarten zur Lage der ausgewählten Messstellen



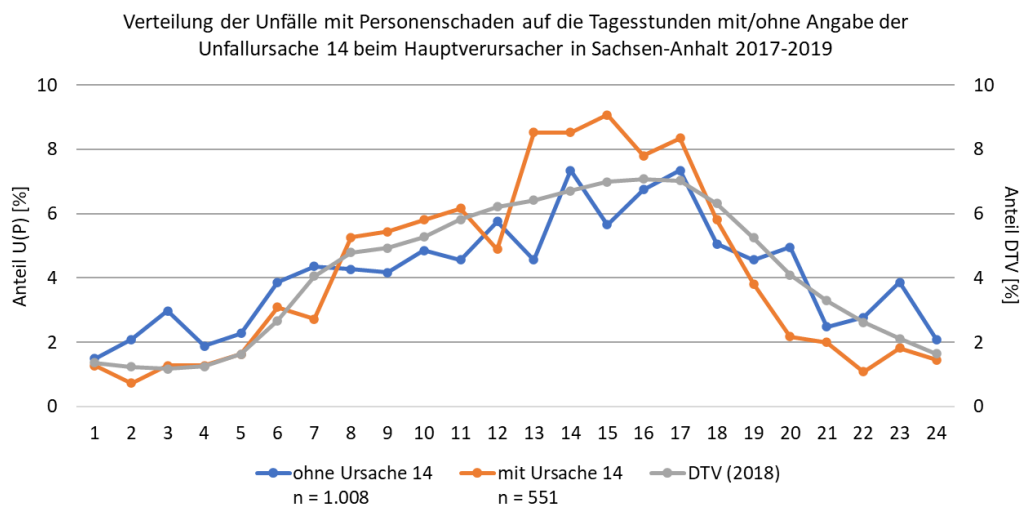
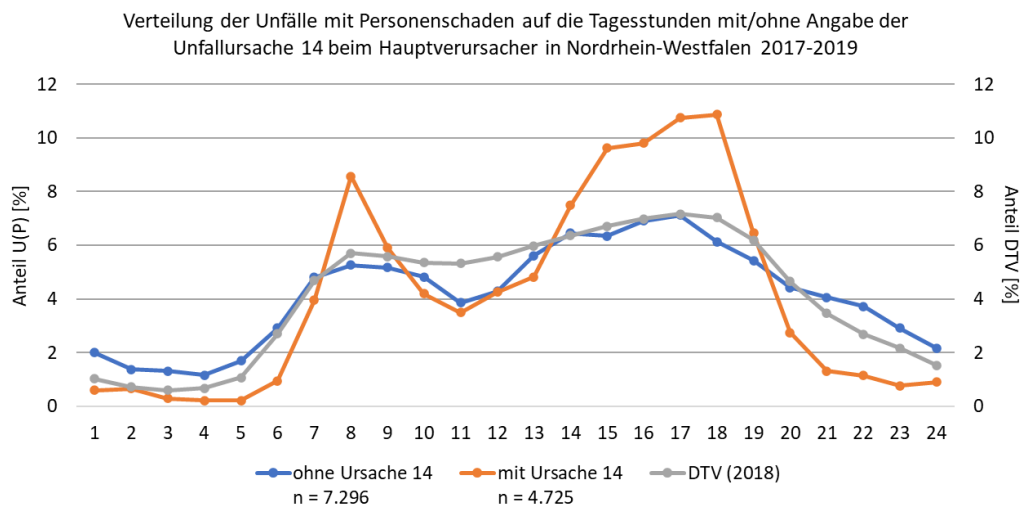
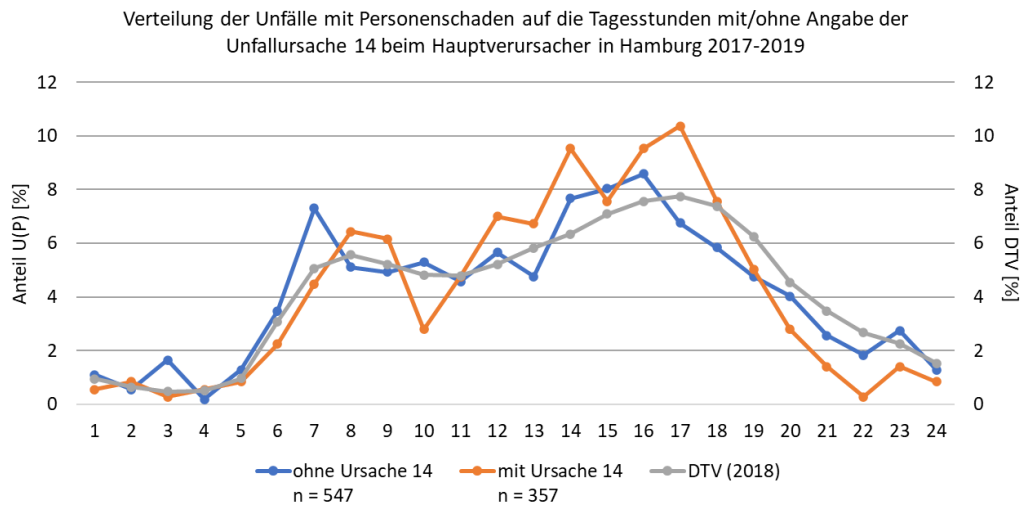
Anhang 4

Zusätzliche Abbildungen zu den Ergebnissen der Verkehrsunfallanalyse (Kapitel 4)

Wochenverteilung



Tagesverteilung



Anhang 5

Untersuchung der Unfallhergänge auf ausgewählte Sachverhalte

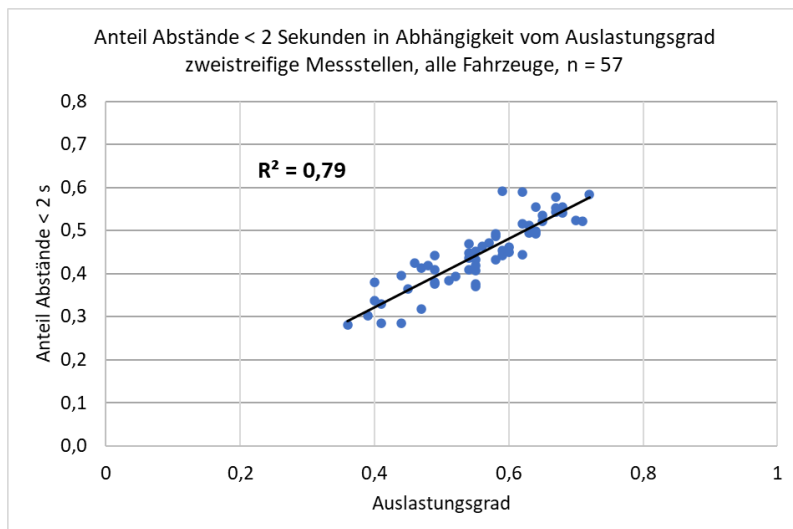
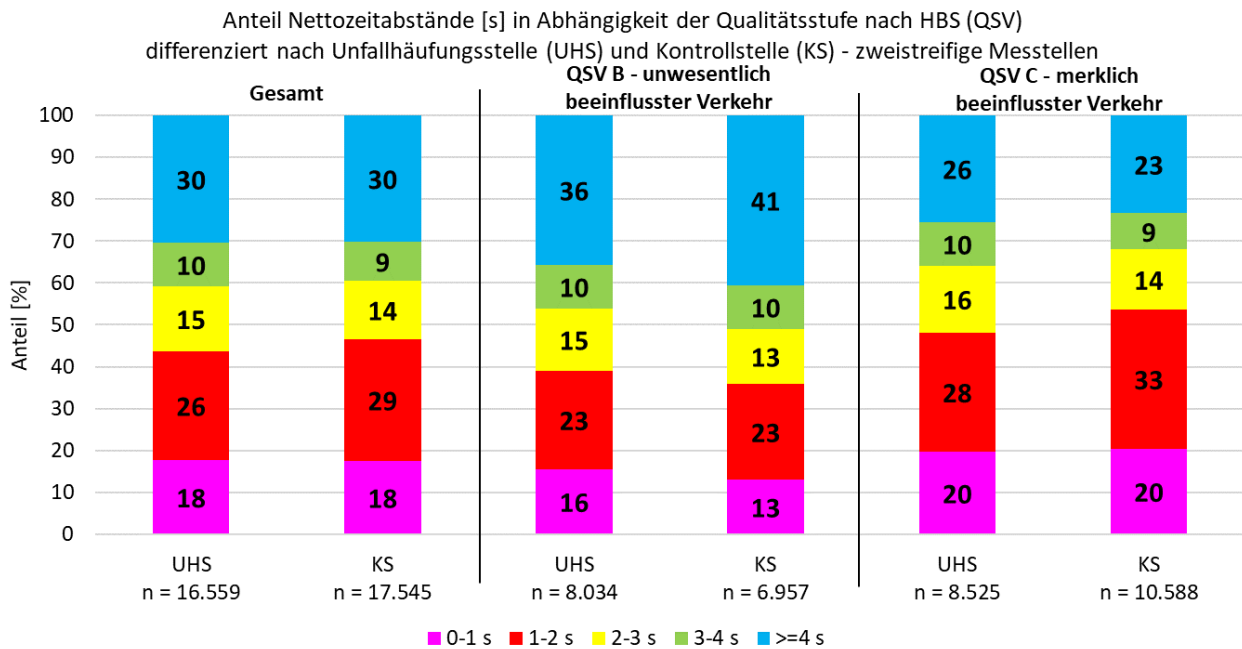
Anhang 6

Häufigkeiten der Sachverhalte in den Unfallhergängen in Abhängigkeit des ersten und zweiten Verkehrsbeteiligten

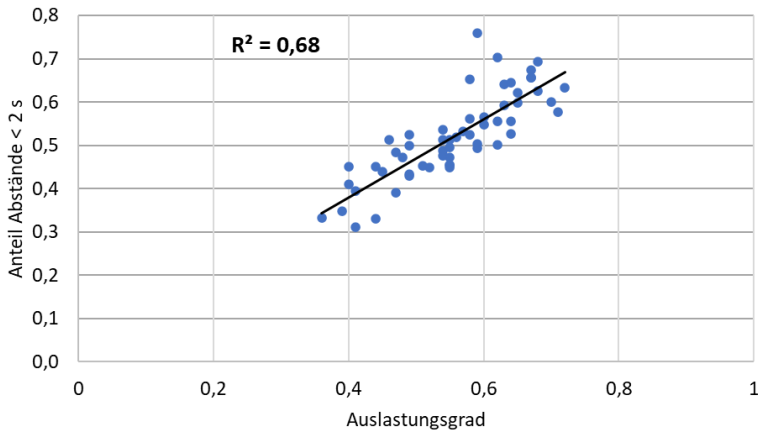
Anhang 7

Ergänzende Abbildungen zu den Ergebnissen der Freien Strecke (Kapitel 5)

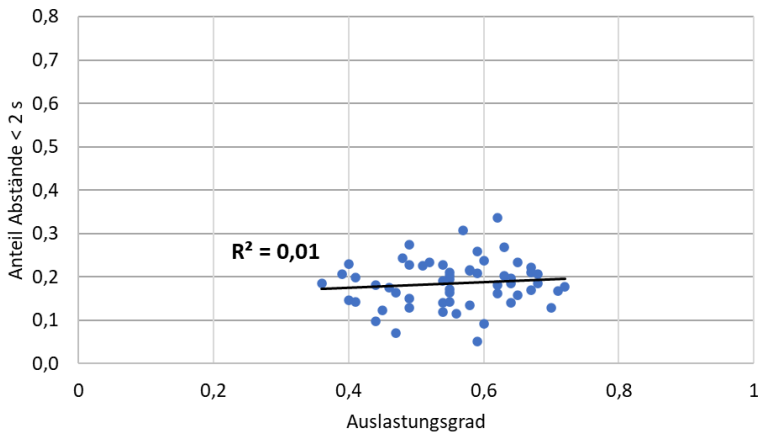
Abstandsverhalten



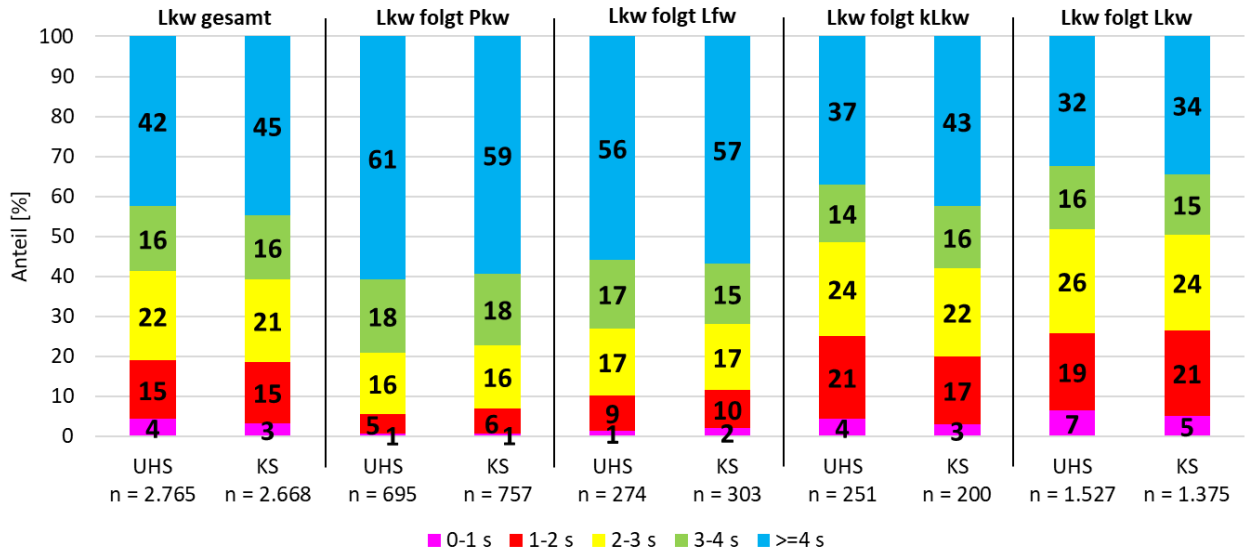
Anteil Abstände < 2 Sekunden in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad
zweistreifige Messstellen, Pkw, n = 57



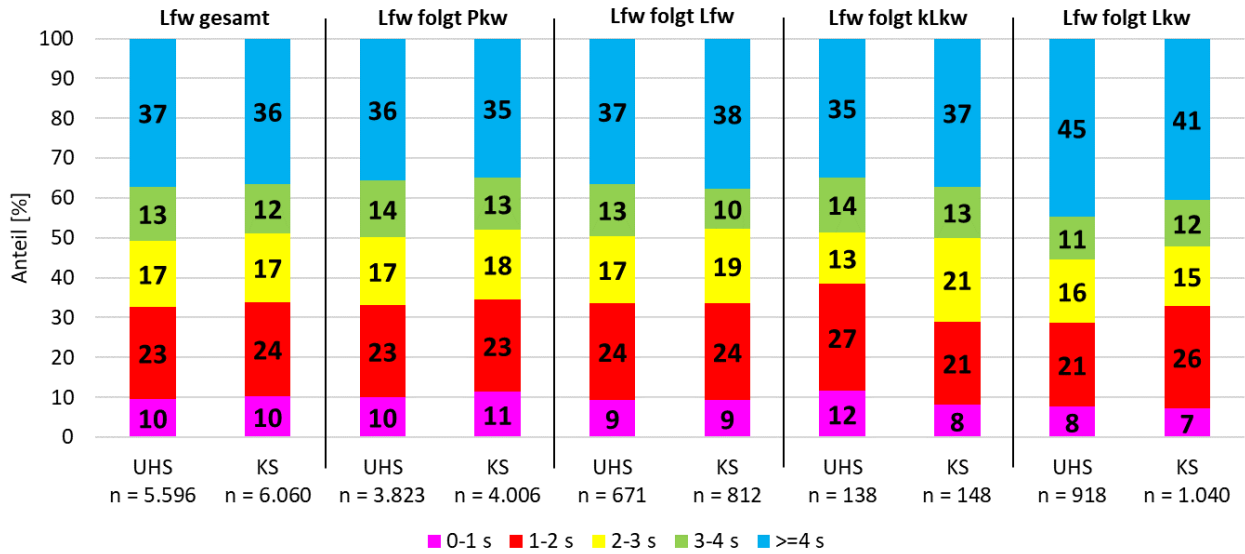
Anteil Abstände < 2 Sekunden in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad
zweistreifige Messstellen, Lkw, n = 57



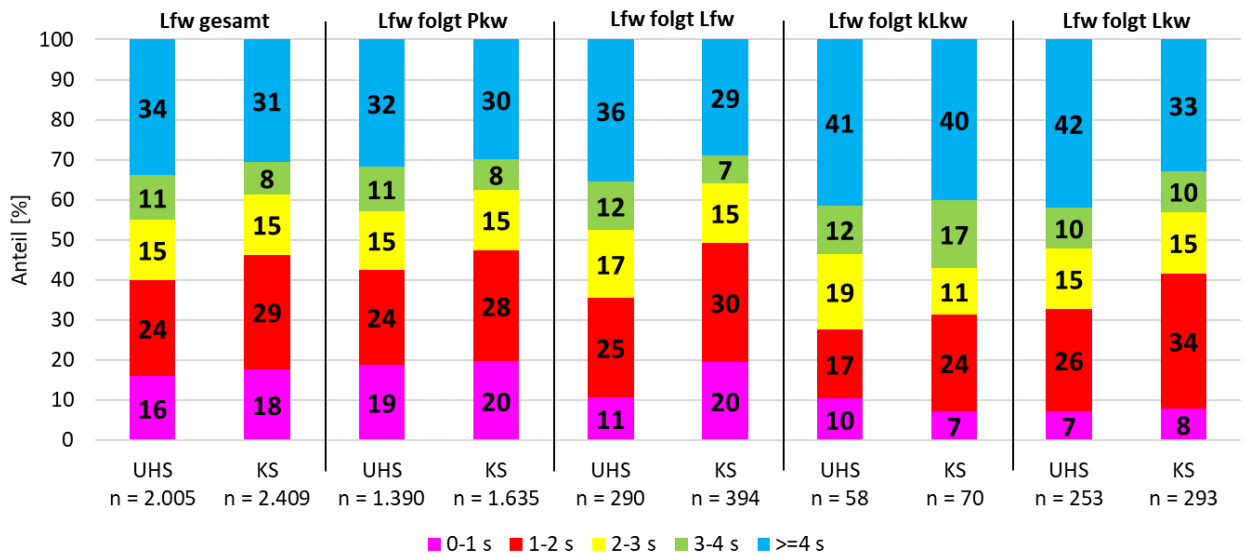
Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
zweistreifige Messstellen, Lkw



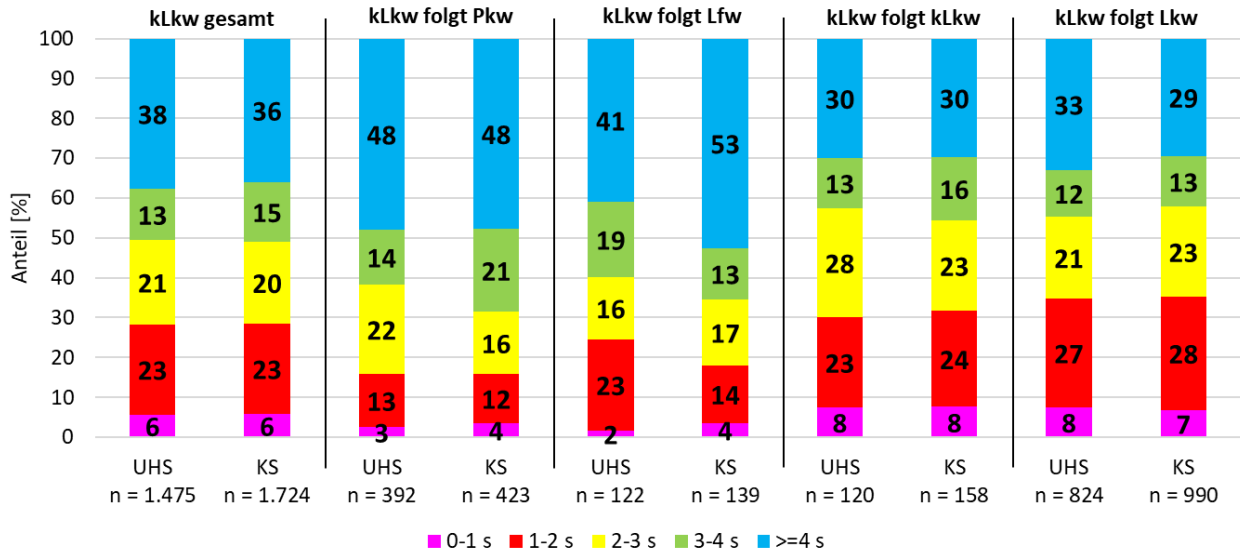
Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
dreistreifige Messstellen, Lfw



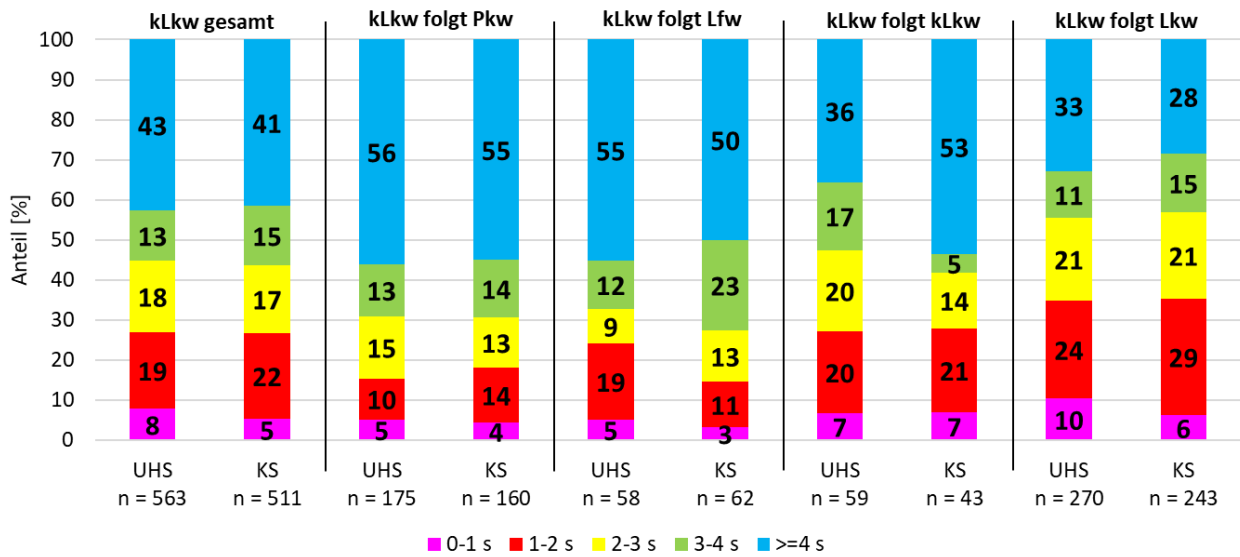
Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
zweistreifige Messstellen, Lfw



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
dreistreifige Messstellen, kLkw

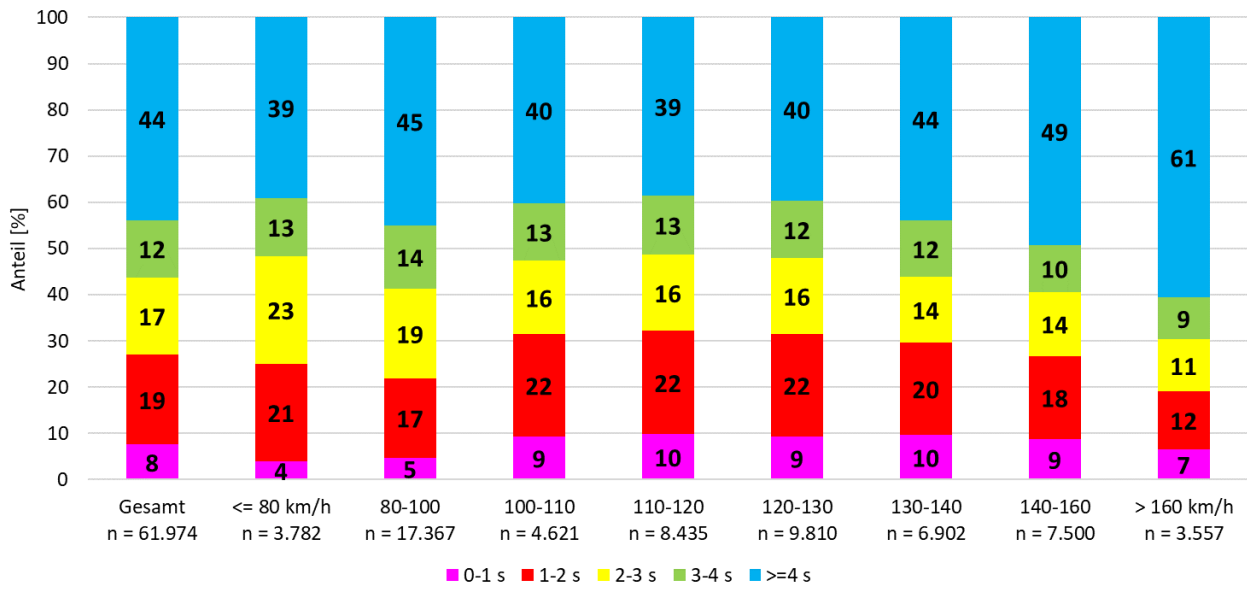


Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
zweistreifige Messstellen, kLkw

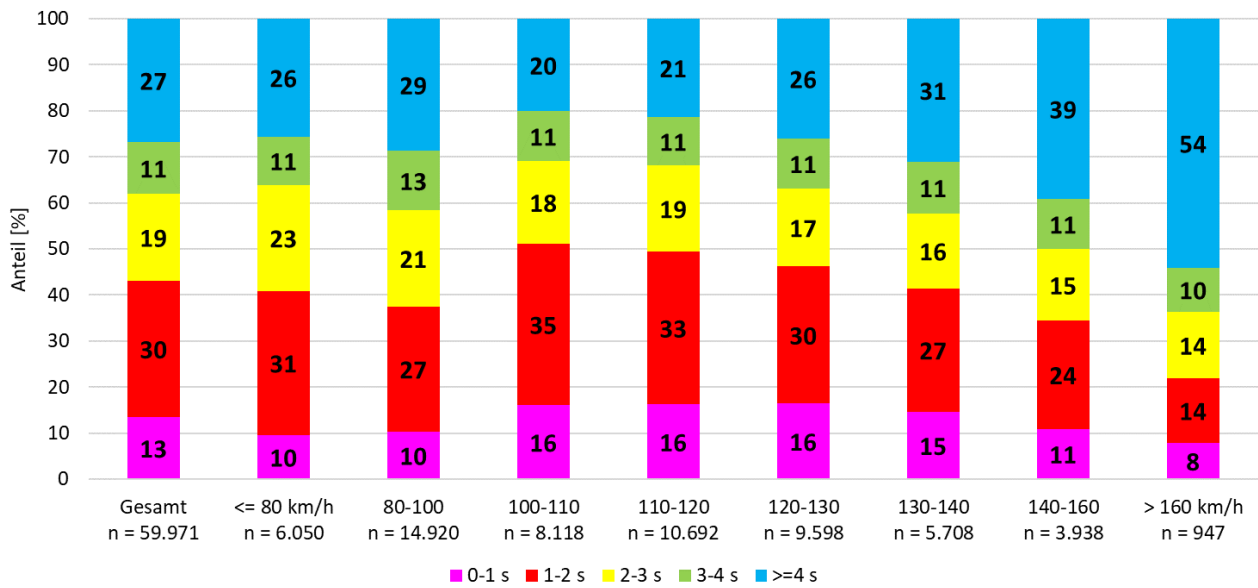


Geschwindigkeit	Zweistreifige Unfallhäufungsstellen			Zweistreifige Kontrollstellen		
	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅	V ₈₅	V ₅₀	V ₁₅
Gesamt	137	117	90	134	113	89
Pkw	142	123	106	138	119	101
Lfw	134	117	99	132	113	93
kLkw	104	90	84	100	89	83
Lkw	93	89	84	93	88	81

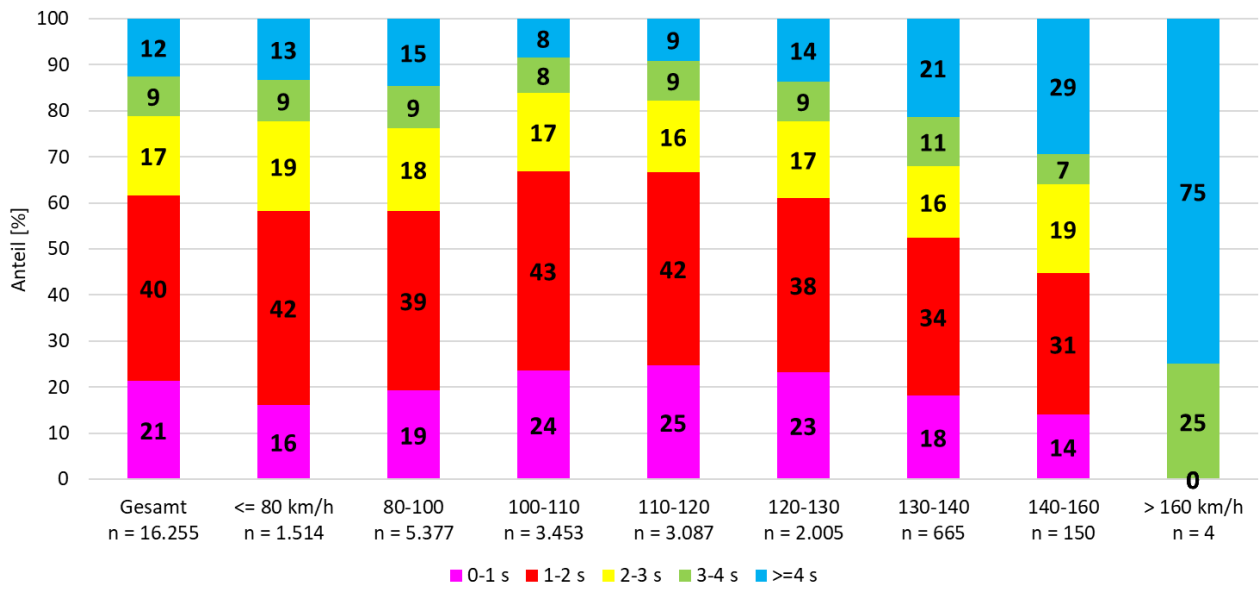
Anteil Nettozeitabstände [s] nach gefahrener Geschwindigkeit [km/h] bei QSV B dreistreifige Messstellen



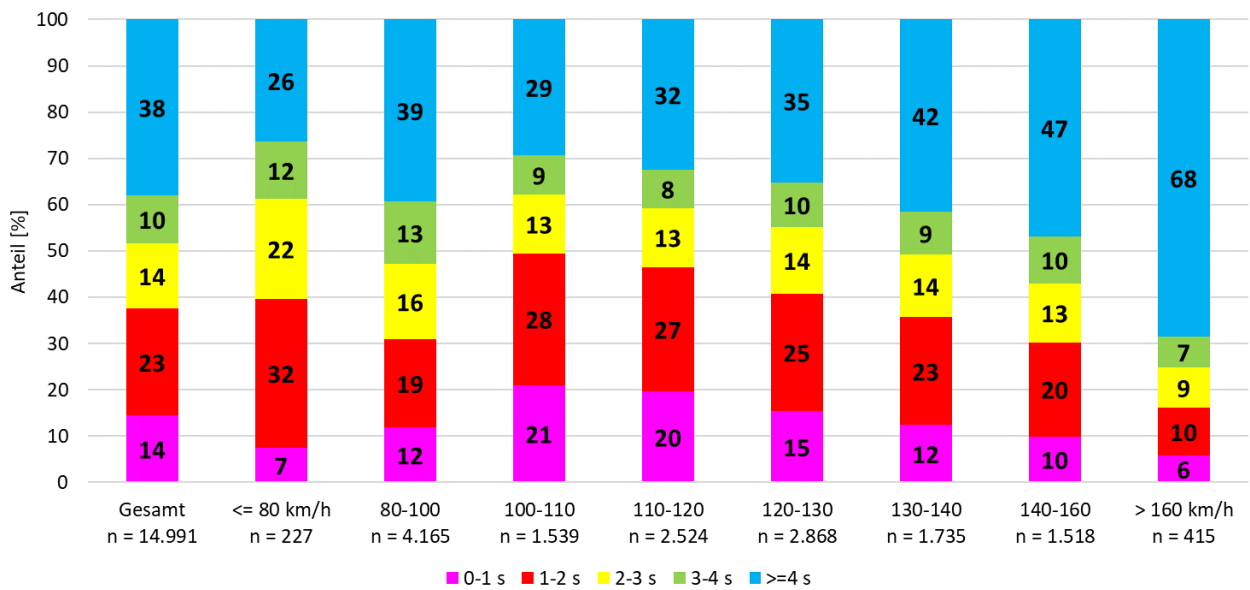
Anteil Nettozeitabstände [s] nach gefahrener Geschwindigkeit [km/h] bei QSV C dreistreifige Messstellen



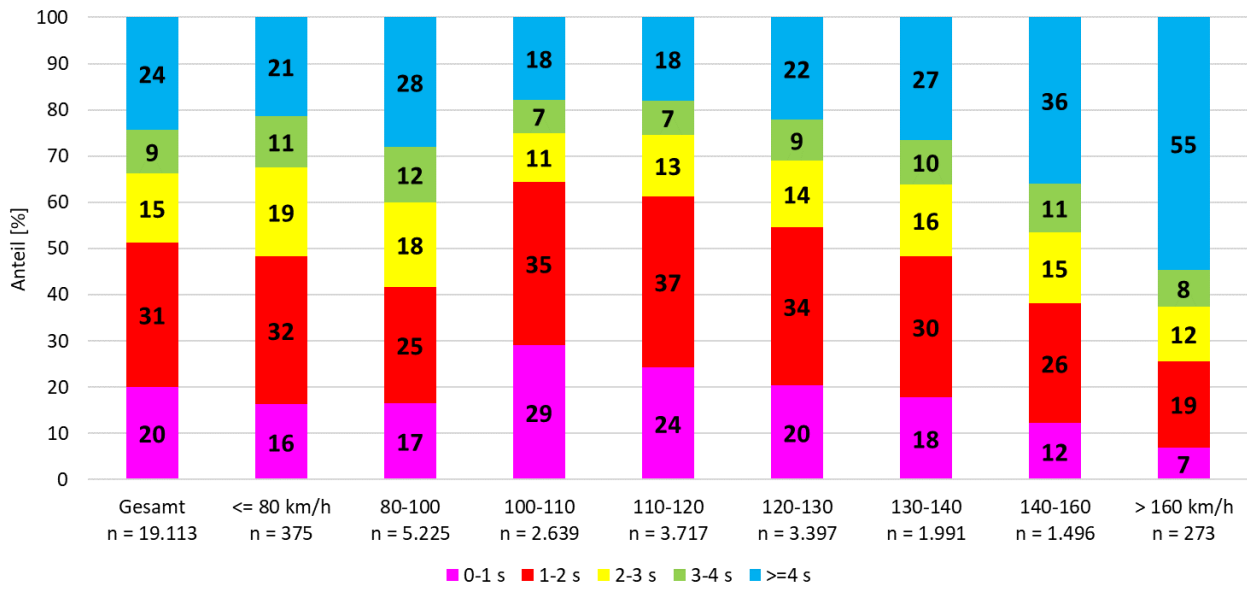
Anteil Nettozeitabstände [s] nach gefahrener Geschwindigkeit [km/h] bei QSV D dreistreifige Messstellen



Anteil Nettozeitabstände [s] nach gefahrener Geschwindigkeit [km/h] bei QSV B zweistreifige Messstellen

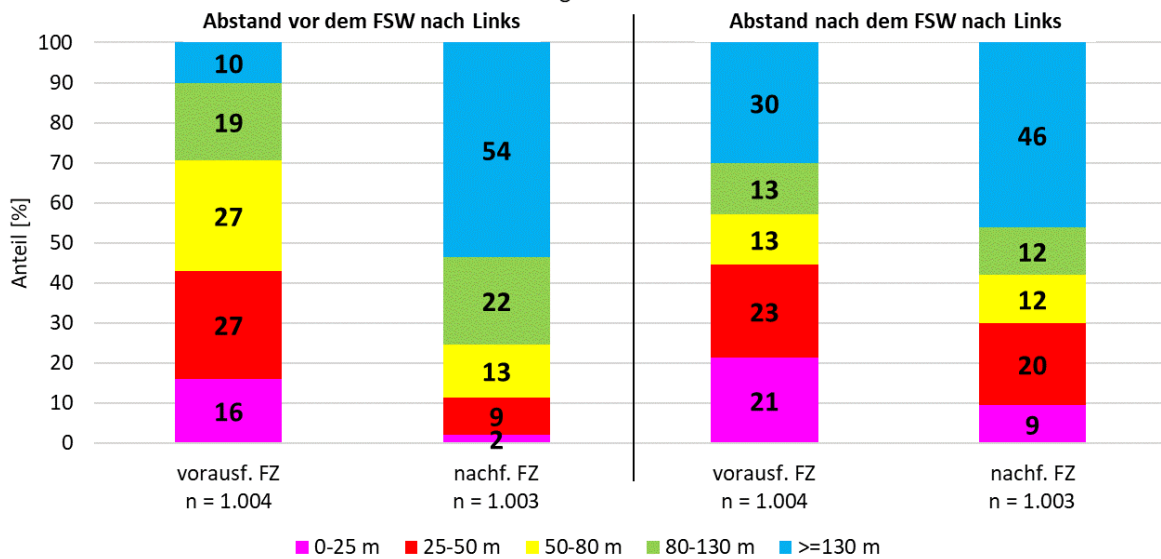


Anteil Nettozeitabstände [s] nach gefahrener Geschwindigkeit [km/h] bei QSV C
zweistreifige Messstellen

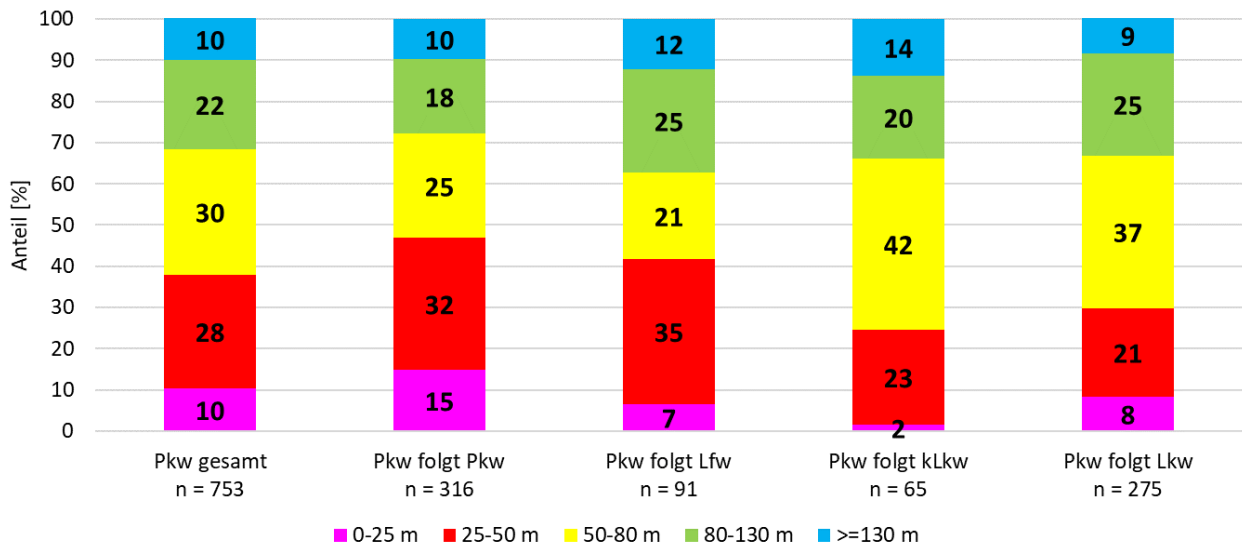


Fahrstreifenwechsel

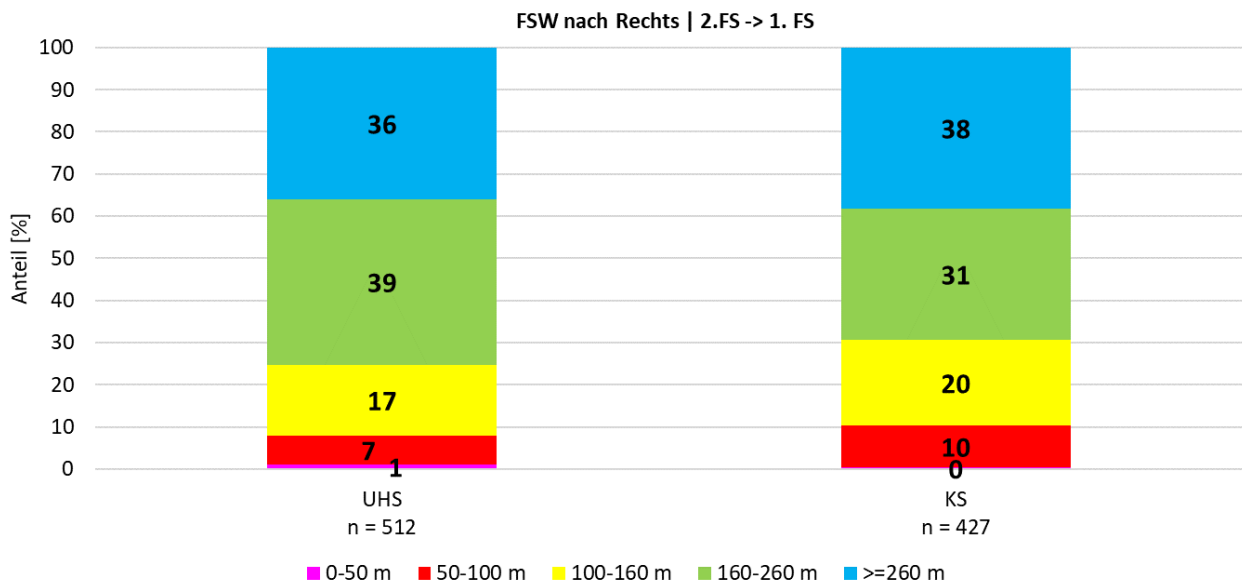
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und
nachfolgendem Fahrzeug
zweistreifige Messstellen



Anteile der gehaltenen Abstände [m] zum vorausfahrenden Fahrzeug vor dem Ausscheren nach Links nach der Fahrzeugfolge zweistreifige Messstellen, Pkw



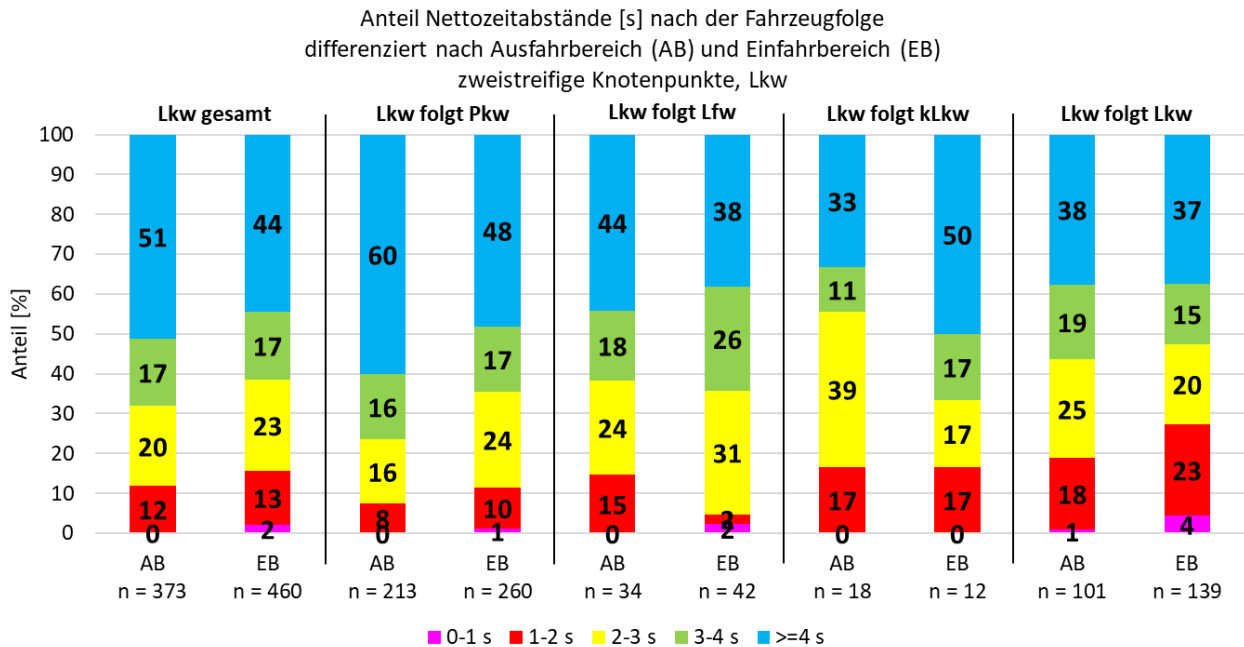
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS) - zweistreifige Messstellen



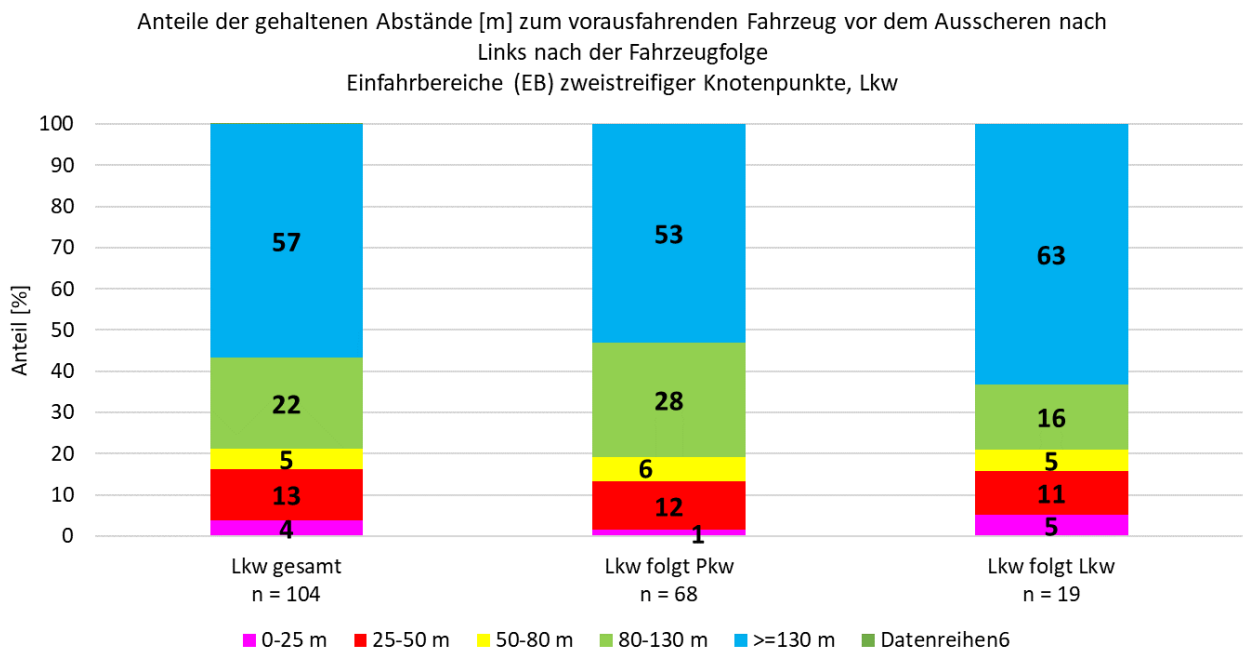
Anhang 8

Ergänzende Abbildungen zu den Ergebnissen der Knotenpunkte (Kapitel 6)

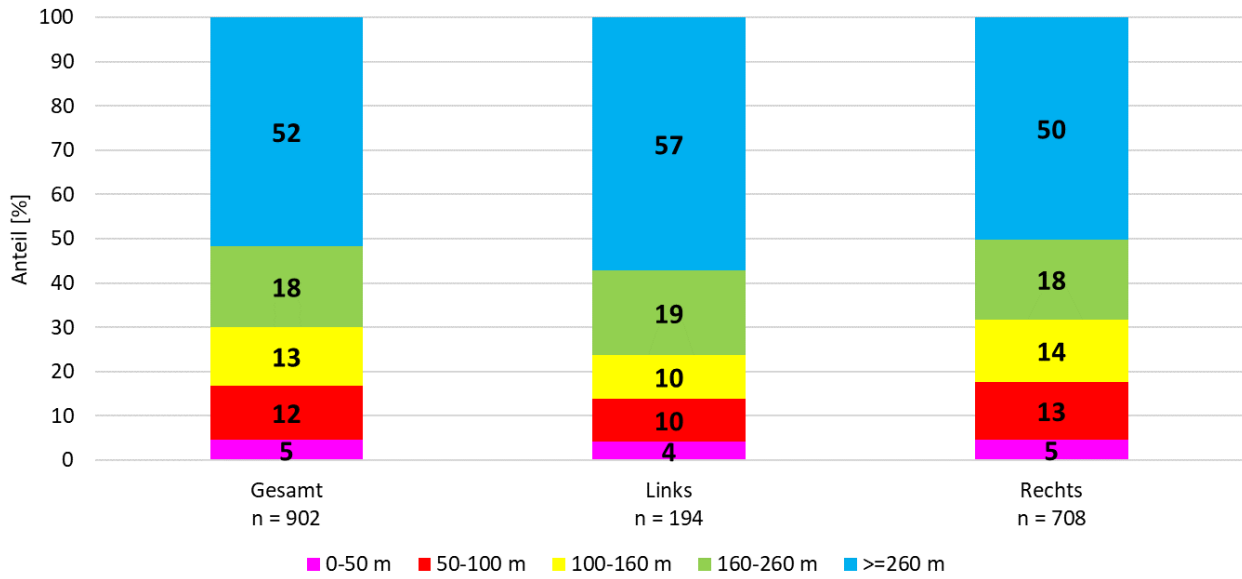
Abstandsverhalten



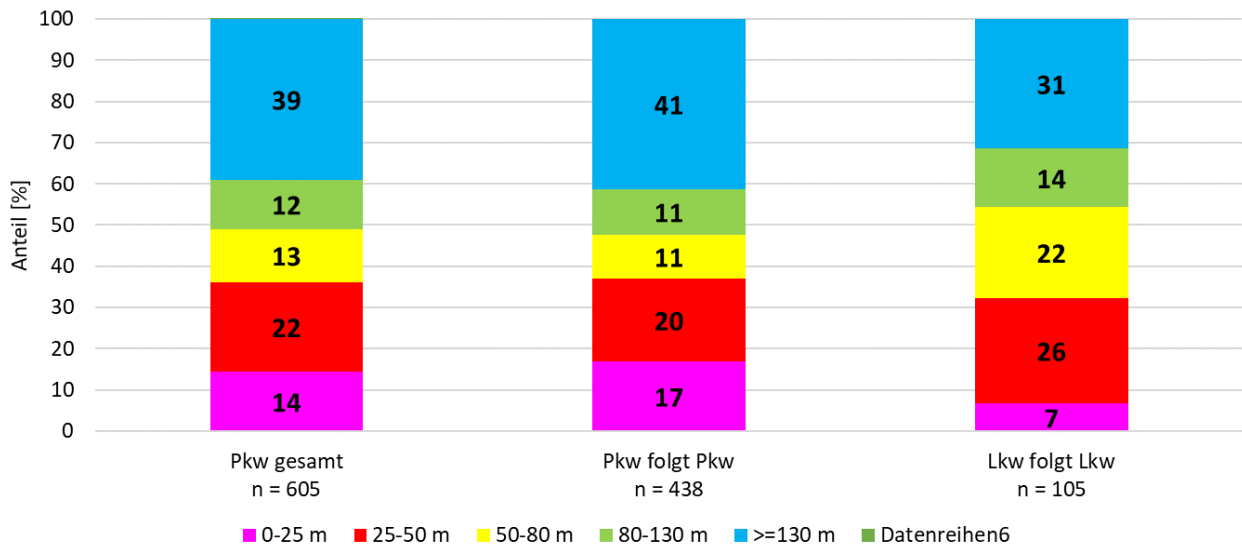
Fahrstreifenwechsel



Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung des FSW im Ausfahrbereich (AB)
zweistreifige Knotenpunkte



Anteile der gehaltenen Abstände [m] zum vorausfahrenden Fahrzeug nach dem Einscheren nach
Rechts nach der Fahrzeugfolge
Ausfahrbereiche (AB) zweistreifiger Knotenpunkte, Pkw




Anhang 10
Streckenportraits

Porträt Messbereich 1		A 4 Chemnitz-Ost - Frankenberg			
Bundesland	Sachsen	DTV (2019)	36.647 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	20,3 %

Unfallhäufungsstelle (km 61,800 – 60,800)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung Keine
Lageplan Elementfolge¹ **KB (L, R = 1.800 m) – ÜB – G**
Höhenplan Elementfolge¹ Kuppe – **Gefälle** – Wanne
Längsneigung -2,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Z101 mit Z1006-31 vor der UHS



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 20.10.2021		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	31,9 (n = 3.389)	4,5 (n = 244)
Lkw	15,9 (n = 226)	20,2 (n = 760)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	4	3	0	4	7
Unfallursache 14	0	4	1	0	4	5

UK_a(P)² = 498.167 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 469.167 €

Kontrollstelle (km 63,800 – 62,800)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung Keine
Lageplan Elementfolge¹ **KB (R, R = 8.000 m) – ÜB – KB**
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle**
Längsneigung -3,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand nein
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 20.10.2021		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	32,2 (n = 3.485)	5,8 (n = 278)
Lkw	27,6 (n = 265)	22,5 (n = 753)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	0	4	0	0	5
Unfallursache 14	0	0	4	0	0	5

UK_a(P)² = 58.000 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 58.000 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 2		A 4 Nossen - Wilsdruff			
Bundesland	Sachsen	DTV (2019)	48.772 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,8 %

Unfallhäufungsstelle (km 23,500 - 22,500)

Anzahl Fahrstreifen: 3
Geschwindigkeitsbeschränkung: 120 km/h
Lageplan Elementfolge¹: **G**

Höhenplan Elementfolge¹: Kuppe - **Gefälle**
Längsneigung: -2,7 %
FRS am rechten Fahrbahnrand: Ja
Besonderheiten: Lkw-Überholverbot 15-19 h



Kontrollstelle (km 25,400 - 24,400)

Anzahl Fahrstreifen: 3
Geschwindigkeitsbeschränkung: 120 km/h
Lageplan Elementfolge¹: **KB (L, R = 1.400 m) - ÜB - KB (R, R = 1.400 m)**

Höhenplan Elementfolge¹: **Steigung**
Längsneigung: 1,4 %
FRS am rechten Fahrbahnrand: Ja
Besonderheiten:



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 19.10.2021		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	46,1 (n = 4.175)	16,7 (n = 293)
Lkw	27,5 (n = 273)	30,1 (n = 1.368)

Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 19.10.2021		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	45,7 (n = 4.061)	9,4 (n = 286)
Lkw	24,8 (n = 287)	25,9 (n = 1.401)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	2	5	0	6	20
Unfallursache 14	0	1	5	0	3	19

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	0	4	0	0	4
Unfallursache 14	0	0	2	0	0	2

UK_a(P)² = 299.833 €

UK_a(P, Ursache 14)² = 186.167 €

UK_a(P)² = 58.000 €

UK_a(P, Ursache 14)² = 29.000 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 3		A 72 Chemnitz-Süd – Stollberg-Nord			
Bundesland	Sachsen	DTV (2019)	31.092 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	14,5 %

Unfallhäufungsstelle (km 94,700 – 93,700)	
Anzahl Fahrstreifen	2
Geschwindigkeitsbeschränkung	Keine
Lageplan Elementfolge ¹	G – ÜB – KB (R, R = 1.800 m) – ÜB – G
Höhenplan Elementfolge ¹	Kuppe – Gefälle
Längsneigung	0,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	nur im Bereich der Messung
Besonderheiten	Lkw-Überholverbot 13-20 h



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 28.04.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	51,7 (n = 2.793)	3,9 (n = 207)
Lkw	22,0 (n = 214)	22,4 (n = 304)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	3	5	0	4	10
Unfallursache 14	0	2	5	0	3	10

UK_a(P)² = 413.500 €

UK_a(P, Ursache 14)² = 299.833 €

Kontrollstelle (km 93,700 – 92,700)	
Anzahl Fahrstreifen	2
Geschwindigkeitsbeschränkung	Keine
Lageplan Elementfolge ¹	G – ÜB – KB (R, R = 1.500 m) – ÜB
Höhenplan Elementfolge ¹	Gefälle – Wanne
Längsneigung	-1,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise
Besonderheiten	Lkw-Überholverbot 13-20 h



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 28.04.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	49,4 (n = 2.905)	7,7 (n = 234)
Lkw	23,7 (n = 232)	21,0 (n = 290)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	1	0	1	2
Unfallursache 14	0	1	0	0	1	1

UK_a(P)² = 128.167 €

UK_a(P, Ursache 14)² = 113.667 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 4		A 2 Eilsleben - Alleringersleben			
Bundesland	Sachsen-Anhalt	DTV (2019)	38.295 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	28,6 %

Unfallhäufungsstelle (km 120,500 - 119,500)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ KB (R, R = 2.800 m) - **ÜB - G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Steigung** - Kuppe
Längsneigung 0,8 %
FRS am rechten Fahrbahnrand teilweise
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 22.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	33,8 (n = 2.771)	8,1 (n = 293)
Lkw	22,6 (n = 297)	22,3 (n = 1.525)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	5	0	1	7
Unfallursache 14	0	1	5	0	1	7

UK_a(P)² = 186.167 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 186.167 €

Kontrollstelle (km 122,000 - 121,000)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ **ÜB - KB (L, R = 3.000 m) - ÜB**
Höhenplan Elementfolge¹ Kuppe - **Gefälle**
Längsneigung -2,6 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 22.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	33,8 (n = 2.760)	10,6 (n = 311)
Lkw	21,7 (n = 318)	22,7 (n = 1.517)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	0	0	0	0	0
Unfallursache 14	0	0	0	0	0	0

UK_a(P)² = 0 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 0 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 5		A 9 AK Rippachtal - Bad Dürrenberg			
Bundesland	Sachsen-Anhalt	DTV (2019)	33.452 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,0 %

Unfallhäufungsstelle (km 138,500 - 137,500)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Kuppe** - Gefälle
Längsneigung 0,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 10.05.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	20,9 (n = 2.106)	4,4 (n = 227)
Lkw	13,8 (n = 217)	17,3 (n = 792)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	5	10	0	10	30
Unfallursache 14	0	2	8	0	5	23

UK_a(P)² = 713.333 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 343.333 €

Kontrollstelle (km 140,500 - 139,500)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **ÜB - KB (R, R = 4.000 m) - ÜB**
Höhenplan Elementfolge¹ Steigung - **Kuppe**
Längsneigung 0,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 30.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	29,8 (n = 2.845)	5,3 (n = 209)
Lkw	15,3 (n = 222)	16,5 (n = 853)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	4	0	2	7
Unfallursache 14	0	0	2	0	0	4

UK_a(P)² = 171.667 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 29.000 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 6		A 7 Guxhagen – Kassel-Süd			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	38.545 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,0 %

Unfallhäufungsstelle (km 316,300 – 315,300)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ G - **ÜB - KB (R, R = 2.000 m)** - ÜB
Höhenplan Elementfolge¹ **Steigung**
Längsneigung 5,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Nein
Besonderheiten Lkw-Überholverbot




Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 30.05. - 01.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	25,5 (n = 3.514)	4,9 (n = 286)
Lkw	12,7 (n = 282)	18,4 (n = 770)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	1	3	3	1	6	9
Unfallursache 14	1	3	1	1	6	6

UK_a(P)² = 498.167 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 469.167 €

Kontrollstelle (km 317,300 – 316,300)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Steigung**
Längsneigung 4,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Lkw-Überholverbot



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 07.07. - 08.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	33,3 (n = 4.101)	4,1 (n = 220)
Lkw	19,4 (n = 212)	20,3 (n = 997)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	2	3	0	2	5
Unfallursache 14	0	1	1	0	1	3

UK_a(P)² = 270.833 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 128.167 €


¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 7.1		A 7 Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - Kassel-Nord			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	36.412 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,2 %

Unfallhäufungsstelle (km 303,100 – 304,100)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle**
Längsneigung -4,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Lkw-Überholverbot




Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 05.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	35,1 (n = 3.432)	5,2 (n = 117)
Lkw	15,9 (n = 113)	24,1 (n = 1.419)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	1	5	6	1	6	14
Unfallursache 14	1	4	6	1	4	13

UK_a(P)² = 655.333 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 541.667 €

Kontrollstelle (km 304,100 – 305,100)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **G - ÜB**
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle**
Längsneigung -4,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Lkw-Überholverbot



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 06.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	35,0 (n = 3.737)	3,6 (n = 140)
Lkw	19,4 (n = 144)	20,7 (n = 1.129)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	1	0	1	1
Unfallursache 14	0	1	1	0	1	1

UK_a(P)² = 128.167 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 128.167 €


¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 7.2		A 7 Kassel-Nord - Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	37.440 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	23,1 %

Unfallhäufungsstelle (km 304,100 - 305,100)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ ÜB - **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Steigung**
Längsneigung 4,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Lkw-Überholverbot



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 06.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	36,2 (n = 3.448)	6,5 (n = 123)
Lkw	18,2 (n = 132)	27,3 (n = 1.196)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	2	6	0	2	13
Unfallursache 14	0	1	6	0	1	9

UK_a(P)² = 314.333 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 200.667 €

Kontrollstelle (km 303,100 - 304,100)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung keine
Lageplan Elementfolge¹ **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Steigung**
Längsneigung 4,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten Lkw-Überholverbot



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 05.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	35,3 (n = 3.317)	2,8 (n = 139)
Lkw	21,7 (n = 129)	26,1 (n = 1.018)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	4	0	1	15
Unfallursache 14	0	1	3	0	1	12

UK_a(P)² = 171.667 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 157.167 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 8		A 5 Homberg(Ohm) - Alsfeld-West			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	28.845 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,0 %

Unfallhäufungsstelle (km 398,500 - 397,500)						
Anzahl Fahrstreifen	2					
Geschwindigkeitsbeschränkung	keine					
Lageplan Elementfolge ¹	KB (R, R = 1.400 m) - ÜB - G					
Höhenplan Elementfolge ¹	Gefälle - Wanne - Steigung					
Längsneigung	0,0 %					
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja					
Besonderheiten						
						
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 18.05., 31.05. und 01.06.2022						
	Pkw folgt		Lkw folgt			
Pkw	53,0 (n = 2.381)		6,6 (n = 227)			
Lkw	28,8 (n = 236)		28,3 (n = 801)			
2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	5	11	0	7	31
Unfallursache 14	0	4	10	0	6	29
UK _a (P) ² = 727.833 €						
UK _a (P, Ursache 14) ² = 599.667 €						

Kontrollstelle (km 399,500 - 398,500)						
Anzahl Fahrstreifen	2					
Geschwindigkeitsbeschränkung	keine					
Lageplan Elementfolge ¹	G - ÜB - KB (R, R = 1.400 m)					
Höhenplan Elementfolge ¹	Gefälle					
Längsneigung	-0,2 %					
FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise					
Besonderheiten						
						
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 07.-08.07.2022						
	Pkw folgt		Lkw folgt			
Pkw	62,3 (n = 2.608)		4,3 (n = 232)			
Lkw	28,6 (n = 227)		28,6 (n = 732)			
2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	0	3	0	0	3
Unfallursache 14	0	0	2	0	0	2
UK _a (P) ² = 43.500 €						
UK _a (P, Ursache 14) ² = 29.000 €						

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 9.1		A 5 Bad Homburger Kreuz – Nordwestkreuz Frankfurt			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	63.313 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	12,6 %

Unfallhäufungsstelle (km 481,800 – 482,800)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ **G**
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle** - Wanne - Steigung
Längsneigung -2,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand teilweise
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 17.-18.05.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	56,0 (n = 8.293)	12,2 (n = 411)
Lkw	54,8 (n = 387)	22,0 (n = 530)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	3	9	0	4	16
Unfallursache 14	0	1	7	0	1	11

UK_a(P)² = 471.500 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 200.667 €

Kontrollstelle (km 482,800 – 483,800)

Anzahl Fahrstreifen 3
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ **KB (L, R = 2.000 m) - ÜB**
Höhenplan Elementfolge¹ Steigung - **Kuppe** - Gefälle
Längsneigung 0,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand teilweise
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 05.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	64,9 (n = 10.103)	15,9 (n = 302)
Lkw	49,9 (n = 299)	24,7 (n = 740)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	2	5	0	2	11
Unfallursache 14	0	1	3	0	1	6


UK_a(P)² = 299.833 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 157.167 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 9.2		A 5 Nordwestkreuz Frankfurt – Bad Homburger Kreuz			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	68.114 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	14,9 %

Unfallhäufungsstelle (km 481,800 – 482,800)						
Anzahl Fahrstreifen	3					
Geschwindigkeitsbeschränkung	SBA					
Lageplan Elementfolge ¹	G					
Höhenplan Elementfolge ¹	Gefälle - Wanne - Steigung					
Längsneigung	2,5 %					
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja					
Besonderheiten						
						
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 17.-18.05.2022						
	Pkw folgt		Lkw folgt			
Pkw	49,1 (n = 8.304)		15,5 (n = 568)			
Lkw	47,6 (n = 559)		25,6 (n = 465)			
2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	8	0	1	13
Unfallursache 14	0	0	7	0	0	9
UK _a (P) ² = 229.667 €						
UK _a (P, Ursache 14) ² = 101.500 €						

Kontrollstelle (km 482,800 – 483,800)						
Anzahl Fahrstreifen	3					
Geschwindigkeitsbeschränkung	SBA					
Lageplan Elementfolge ¹	ÜB - KB (R, R = 2.000 m)					
Höhenplan Elementfolge ¹	Steigung - Kuppe - Gefälle					
Längsneigung	0,0 %					
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja					
Besonderheiten						
						
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 05.07.2022						
	Pkw folgt		Lkw folgt			
Pkw	60,9 (n = 9.827)		13,2 (n = 363)			
Lkw	54,5 (n = 361)		26,1 (n = 617)			
2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	4	0	2	4
Unfallursache 14	0	1	3	0	2	3
UK _a (P) ² = 171.667 €						
UK _a (P, Ursache 14) ² = 157.167 €						

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 10		A 45 Gambacher Kreuz - Gießener Südkreuz			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	37.598 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	15,0 %

Unfallhäufungsstelle (km 181,900 - 180,900)

Anzahl Fahrstreifen 2
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ ÜB - **G** - ÜB - KB (L, R = 2.400 m)
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle**
Längsneigung -0,5 %
FRS am rechten Fahrbahnrand Ja
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 17.-18.05.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	56,6 (n = 3.660)	5,8 (n = 261)
Lkw	37,2 (n = 271)	23,2 (n = 422)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	2	10	0	2	20
Unfallursache 14	0	2	8	0	2	16

UK_a(P)² = 372.333 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 343.333 €

Kontrollstelle (km 180,900 - 179,900)

Anzahl Fahrstreifen 2
Geschwindigkeitsbeschränkung SBA
Lageplan Elementfolge¹ **KB (L, R = 2.400 m)**
Höhenplan Elementfolge¹ **Gefälle**
Längsneigung -1,6 %
FRS am rechten Fahrbahnrand teilweise
Besonderheiten



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 06.07.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	58,6 (n = 3.669)	8,6 (n = 291)
Lkw	38,8 (n = 273)	26,4 (n = 353)

2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	0	2	0	0	2
Unfallursache 14	0	0	2	0	0	2



UK_a(P)² = 29.000 €
UK_a(P, Ursache 14)² = 29.000 €

¹Fett: Element im Bereich der Drohnenmessung

²Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 11		A 4 AD Nossen (km 30,900 - 28,300)			
Bundesland	Sachsen	DTV (2019)	48.772 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	22,8 %



Anzahl Fahrstreifen	3	Länge Knotenpunktausdehnung	2.600 m
Geschwindigkeitsbeschränkung	120	Besonderheiten	
Lageplan Elementfolge	KB (L, R = 1.500 m) - ÜB - G - ÜB - KB (R, R = 1.300 m) - ÜB	Höhenplan Elementfolge	Kuppe - Gefälle - Wanne - Steigung - Kuppe

Ausfahrbereich			Einfahrbereich							
Ausfahrttyp	A 1		Einfahrttyp	E 4						
Länge Ausfädelungsstreifen	250 m		Länge Einfädelungsstreifen	1.000 m						
Lageplanelement Ausfahrt	G		Lageplanelement Einfahrt	KB (R, R = 1.300 m)						
Längsneigung	-4,0 %		Längsneigung	3,2 %						
FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise		FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise						
										
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 27.04.2022			Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 27.04.2022							
	Pkw folgt	Lkw folgt		Pkw folgt	Lkw folgt					
Pkw	24,1 (n = 767)	2,4 (n = 85)	Pkw	28,5 (n = 1.145)	5,1 (n = 137)					
Lkw	12,5 (n = 80)	17,5 (n = 252)	Lkw	14,3 (n = 119)	16,7 (n = 492)					
		2017-2019			Unfälle			Verunglückte		
		GT			SV			LV		
Gesamt		0			3			10		
Unfallursache 14		0			1			3		
$UK_a(P)^1 = 827.000 \text{ €}$ $UK_a(P, \text{Ursache 14})^1 = 157.167 \text{ €}$										

¹Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 12		A 2 AS Alleringersleben (km 123,030 – 123,730)			
Bundesland	Sachsen-Anhalt	DTV (2019)	38.295 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	28,6 %

Anzahl Fahrstreifen	3	Länge Knotenpunktausdehnung	700 m
Geschwindigkeitsbeschränkung	SBA	Besonderheiten	
Lageplan Elementfolge	KB (R, R = 1.850 m) – ÜB – G	Höhenplan Elementfolge	Wanne – Steigung

Ausfahrbereich			Einfahrbereich				
Ausfahrttyp	A 1		Einfahrttyp	E 1			
Länge Ausfädelungsstreifen	250 m		Länge Einfädelungsstreifen	250 m			
Lageplanelement Ausfahrt	KB (R, R = 1.850 m) – ÜB		Lageplanelement Einfahrt	G			
Längsneigung	1,0 %		Längsneigung	3,0 %			
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja		FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja			
							
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 10.11.2021			Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 10.11.2021				
	Pkw folgt	Lkw folgt		Pkw folgt	Lkw folgt		
Pkw	35,1 (n = 1.187)	14,0 (n = 100)	Pkw	23,9 (n = 573)	5,1 (n = 137)		
Lkw	21,6 (n = 97)	41,9 (n = 706)	Lkw	18,7 (n = 123)	14,8 (n = 466)		
	2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
		GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	3	6	0	3	11	
Unfallursache 14	0	2	5	0	2	9	
$UK_a(P)^1 = 428.000 \text{ €}$ $UK_a(P, \text{Ursache 14})^1 = 299.833 \text{ €}$							


¹Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 13		A 5 AS Friedberg (km 470,080 – 471,200)			
Bundesland	Hessen	DTV (2018)	59.044 Kfz/24h	SV-Anteil (2018)	16,7 %

Anzahl Fahrstreifen	3	Länge Knotenpunktausdehnung	1.120 m
Geschwindigkeitsbeschränkung	SBA	Besonderheiten	
Lageplan Elementfolge	G	Höhenplan Elementfolge	Gefälle - Wanne - Steigung


Ausfahrbereich

Ausfahrttyp	A 1
Länge Ausfädelungsstreifen	250 m
Lageplanelement Ausfahrt	G
Längsneigung	-1,9 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise



Einfahrbereich

Einfahrttyp	E 1
Länge Einfädelungsstreifen	250 m
Lageplanelement Einfahrt	G
Längsneigung	4,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	größtenteils



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 01.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	31,5 (n = 1.186)	6,3 (n = 79)
Lkw	17,2 (n = 64)	28,4 (n = 211)

Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 01.06.2022		
	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	37,0 (n = 1.370)	10,3 (n = 97)
Lkw	39,1 (n = 92)	25,3 (n = 174)

	2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
		GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	1	15	15	0	2	28
Unfallursache 14	0	0	11	11	0	0	20

UK_a(P)¹ = 331.167 €
UK_a(P, Ursache 14)¹ = 159.500 €


¹Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 14		A 45 AK Gießener Südkreuz (km 176,500 - 178,000)			
Bundesland	Hessen	DTV (2019)	37.043 Kfz/24h	SV-Anteil (2019)	15,6 %

Anzahl Fahrstreifen	2	Länge Knotenpunktausdehnung	1.500 m
Geschwindigkeitsbeschränkung	keine	Besonderheiten	
Lageplan Elementfolge	KB (R, R = 12.000 m)	Höhenplan Elementfolge	Wanne - Steigung


Ausfahrbereich

Ausfahrttyp	A 1
Länge Ausfädelungsstreifen	150 m
Lageplanelement Ausfahrt	KB (R, R = 12.000 m)
Längsneigung	0,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja



Einfahrbereich

Einfahrttyp	E 1
Länge Einfädelungsstreifen	200 m
Lageplanelement Einfahrt	KB (R, R = 12.000 m)
Längsneigung	1,0 %
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja



Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 17.05.2022

	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	33,2 (n = 785)	6,0 (n = 117)
Lkw	30,8 (n = 120)	16,7 (n = 72)

Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] - Messung am 17.05.2022

	Pkw folgt	Lkw folgt
Pkw	40,4 (n = 849)	7,4 (n = 135)
Lkw	48,2 (n = 110)	29,0 (n = 100)

	2017-2019			Unfälle			Verunglückte		
	GT	SV	LV	GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	7	22	0	8	46	0	8	46
Unfallursache 14	0	5	19	0	6	42	0	6	42


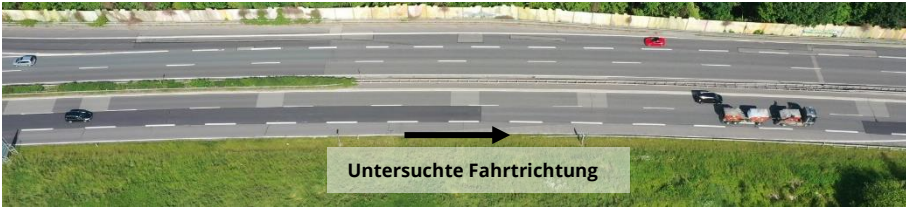
$UK_a(P)^1 = 1.114.667 \text{ €}$

$UK_a(P, \text{Ursache 14})^1 = 843.833 \text{ €}$

¹Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

Porträt Messbereich 15		A 49 AK Kassel-West (km 130,490 - 129,570)			
Bundesland	Hessen	DTV (2020)	25.793 Kfz/24h	SV-Anteil (2020)	11,0 %

Anzahl Fahrstreifen	2	Länge Knotenpunktausdehnung	920 m
Geschwindigkeitsbeschränkung	100	Besonderheiten	
Lageplan Elementfolge	KB (L, R = 2.300 m) – ÜB – ÜB – KB (R, R = 1.700 m)	Höhenplan Elementfolge	Gefälle – Wanne

Ausfahrbereich			Einfahrbereich				
Ausfahrttyp	A 1		Einfahrttyp	E 1			
Länge Ausfädelungsstreifen	250 m		Länge Einfädelungsstreifen	250 m			
Lageplanelement Ausfahrt	KB (L, R = 2.300 m)		Lageplanelement Einfahrt	KB (R, R = 1.700 m)			
Längsneigung	-4,0 %		Längsneigung	0,0 %			
FRS am rechten Fahrbahnrand	Ja		FRS am rechten Fahrbahnrand	teilweise			
							
Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 31.05.2022			Anteil Abstände < 2 Sekunden [%] – Messung am 31.05.2022				
	Pkw folgt	Lkw folgt		Pkw folgt	Lkw folgt		
Pkw	32,9 (n = 903)	9,4 (n = 96)	Pkw	54,4 (n = 1.273)	16,0 (n = 125)		
Lkw	40,4 (n = 99)	24,1 (n = 29)	Lkw	41,4 (n = 116)	23,1 (n = 39)		
	2017-2019	Unfälle			Verunglückte		
		GT	SV	LV	GT	SV	LV
Gesamt	0	3	15	0	3	30	
Unfallursache 14	0	3	14	0	3	29	
$UK_a(P)^1 = 558.500 \text{ €}$ $UK_a(P, \text{Ursache 14})^1 = 544.000 \text{ €}$							

¹Kostensatz für U(SP) und U(LV) auf Autobahnen aus M Uko (FGSV 2012), Preisstand 2009

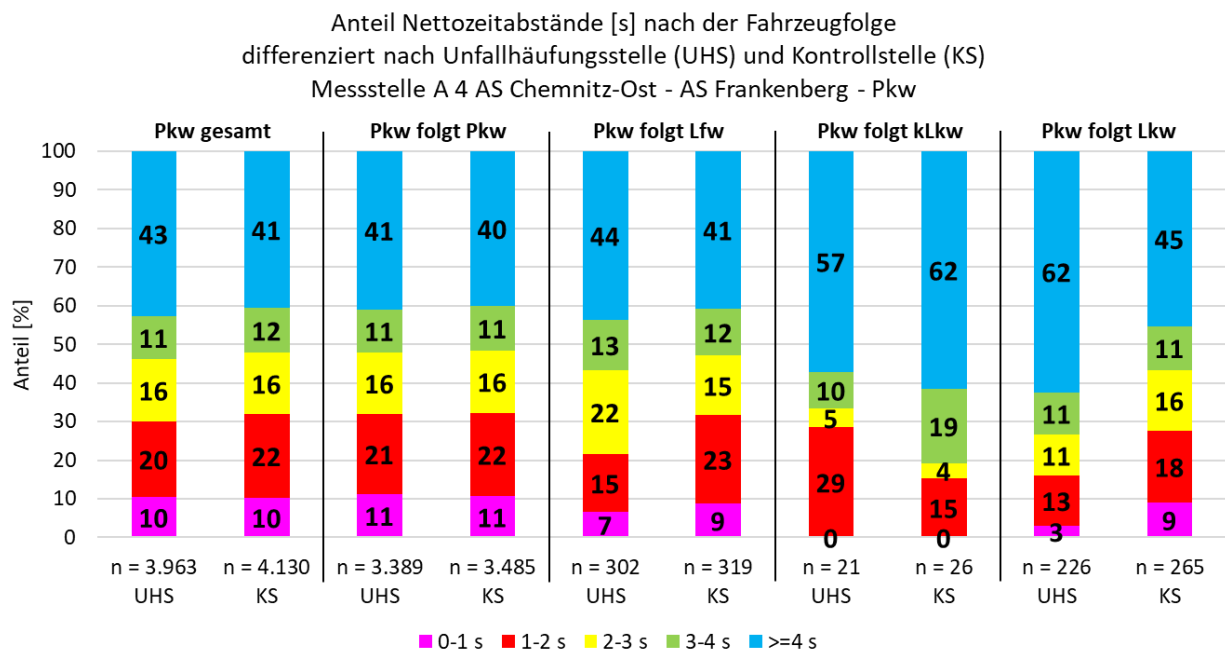
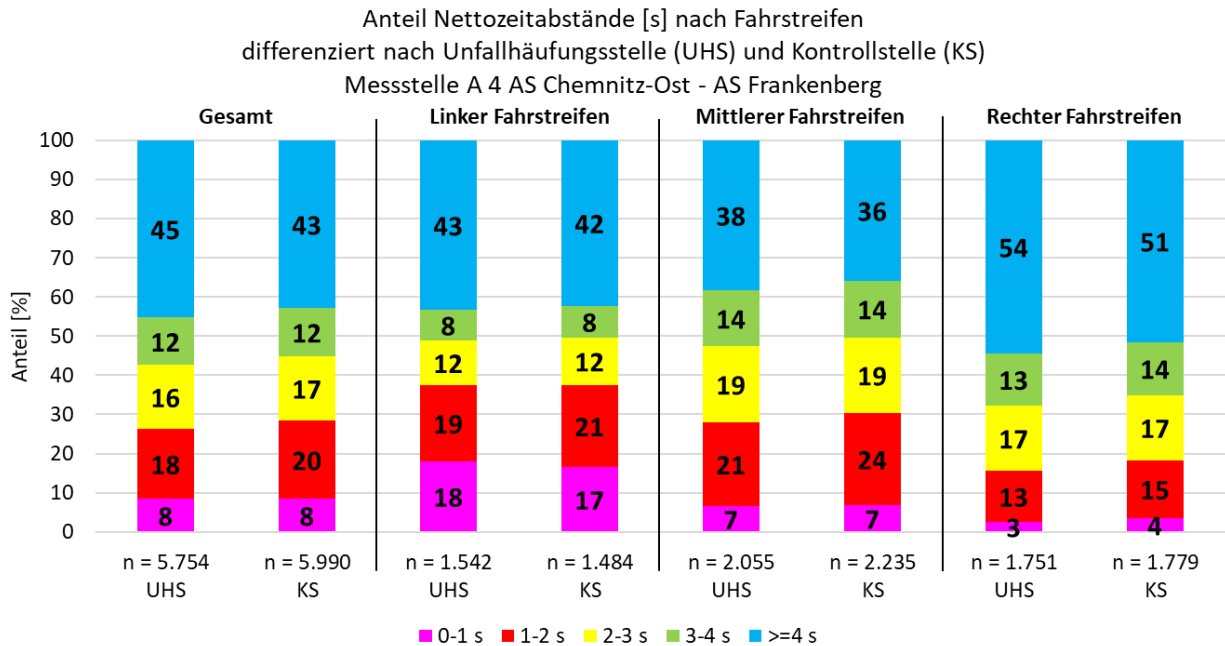
Anhang 11

Analyseergebnisse für einzelne Messstellen

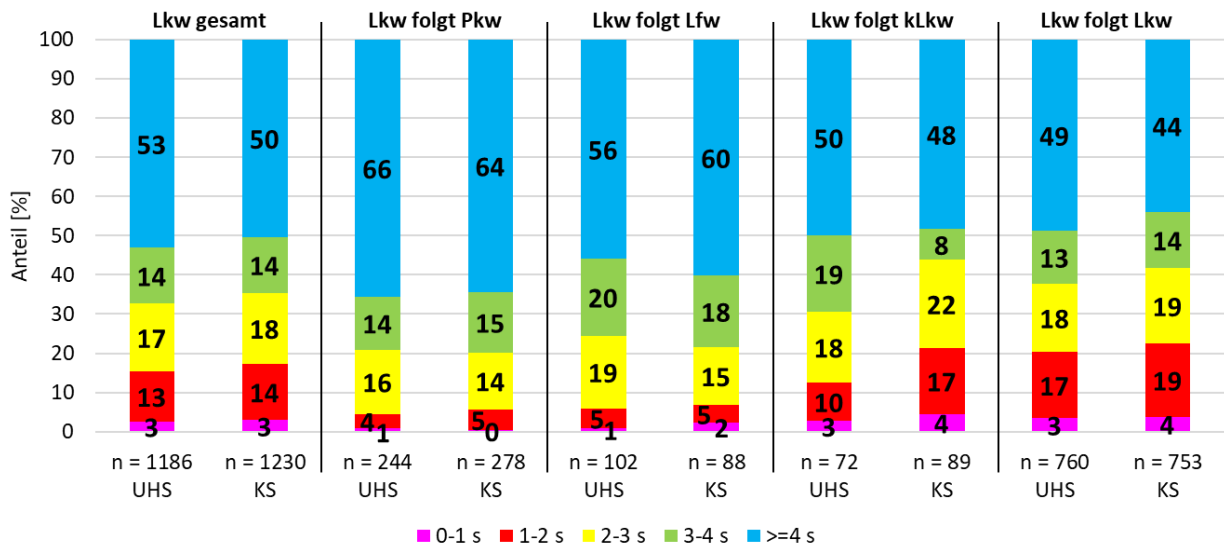
Anhang 11.1

Messstelle 1 A 4 AS Chemnitz-Ost – AS Frankenberg

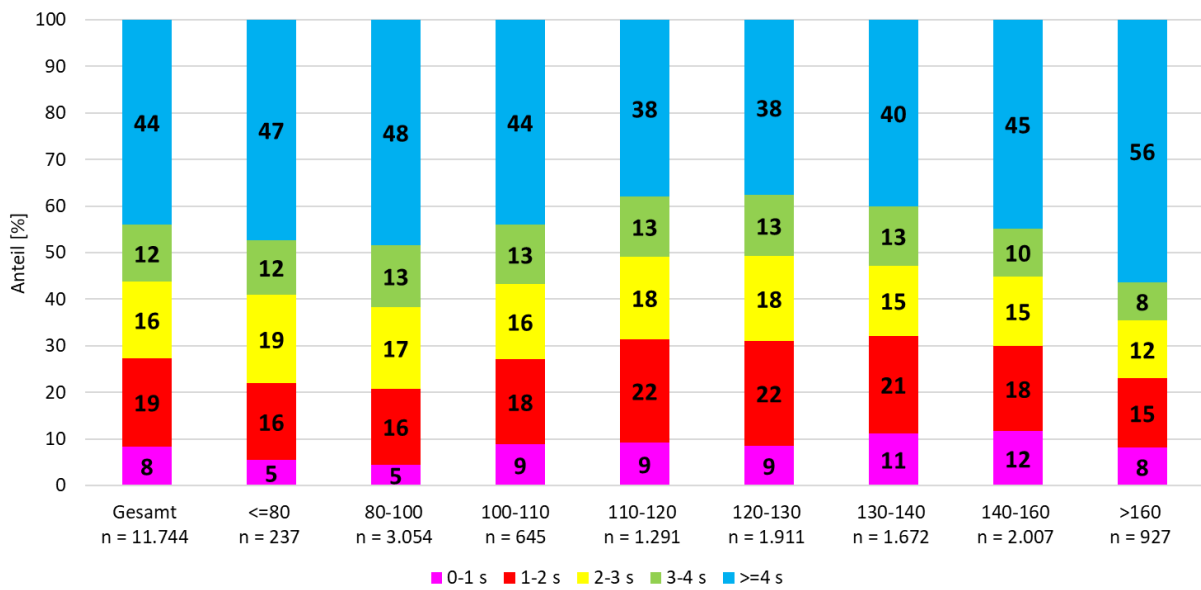
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg - Lkw

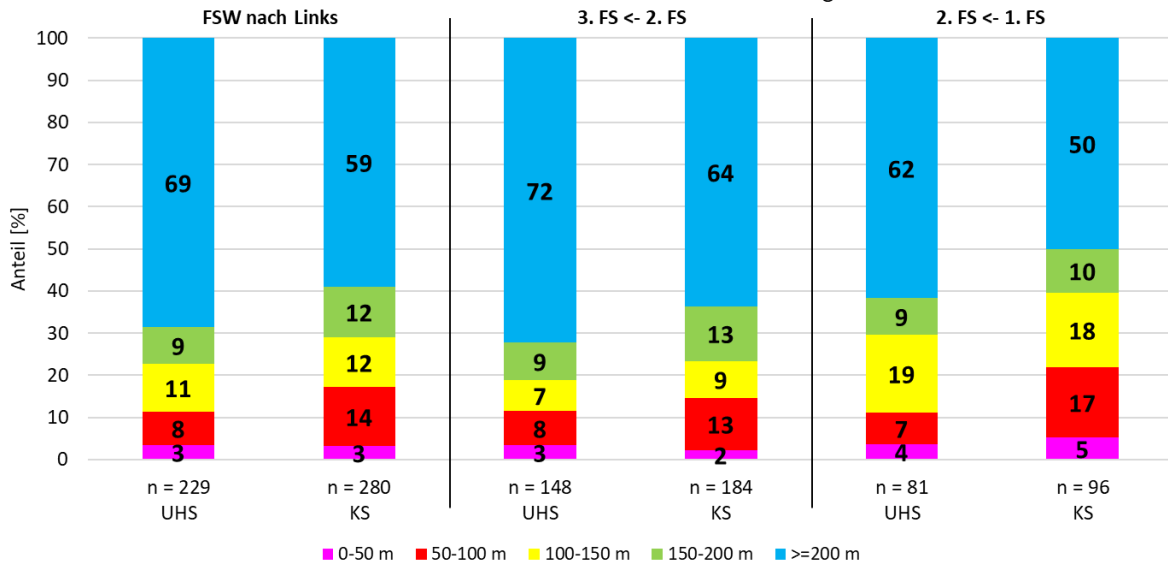


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg

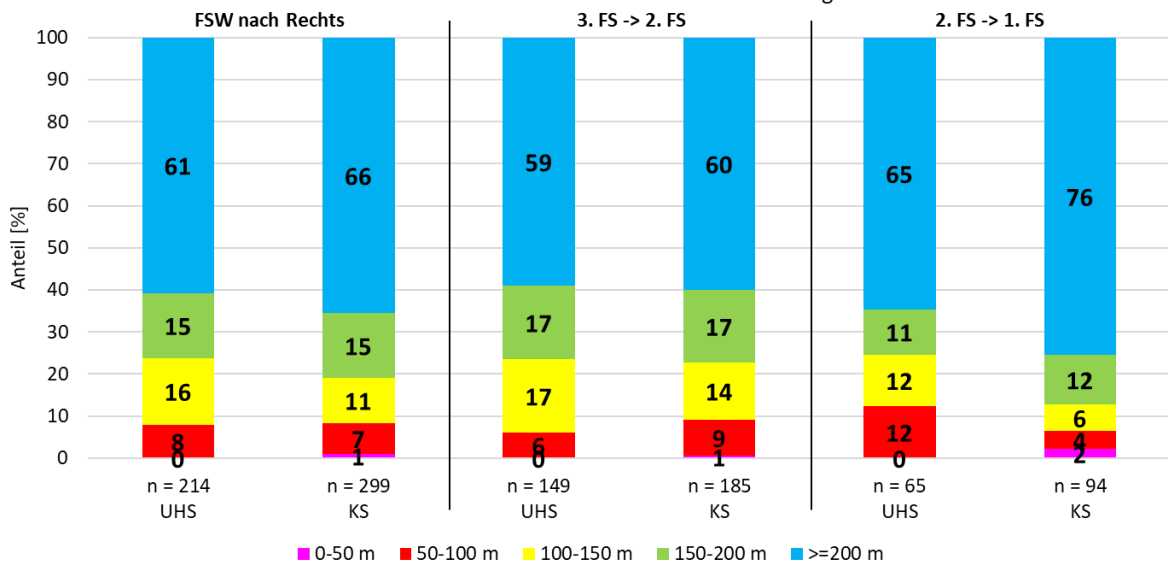


Fahrstreifenwechsel

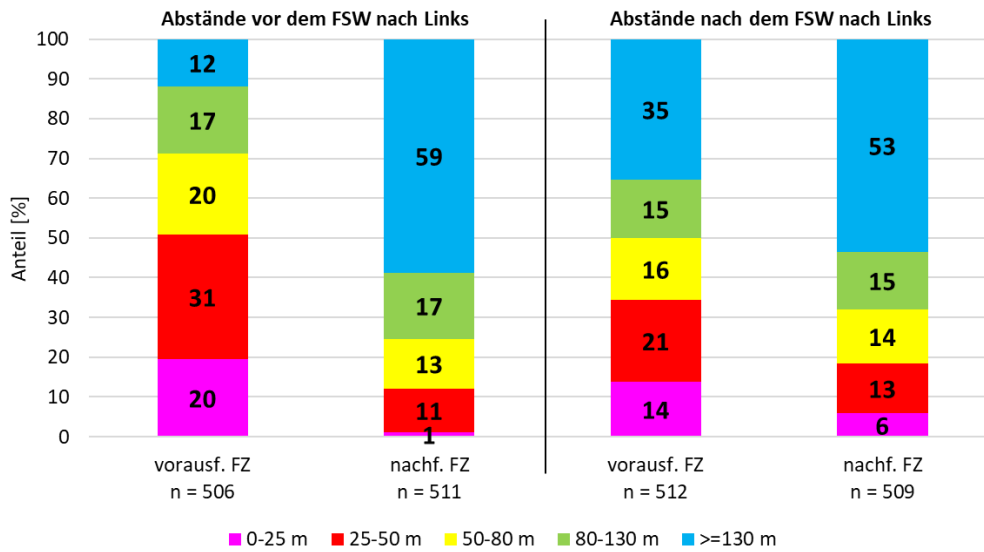
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg



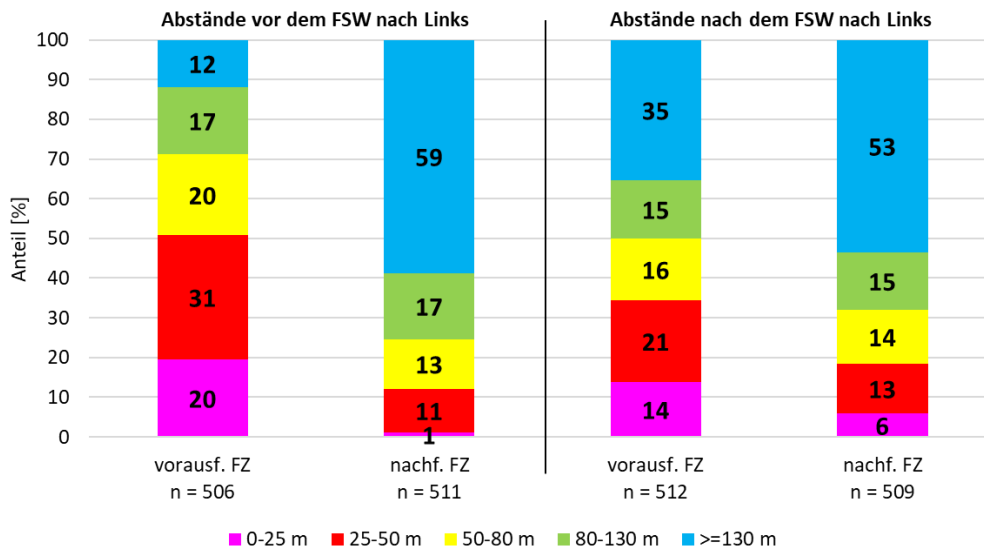
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg



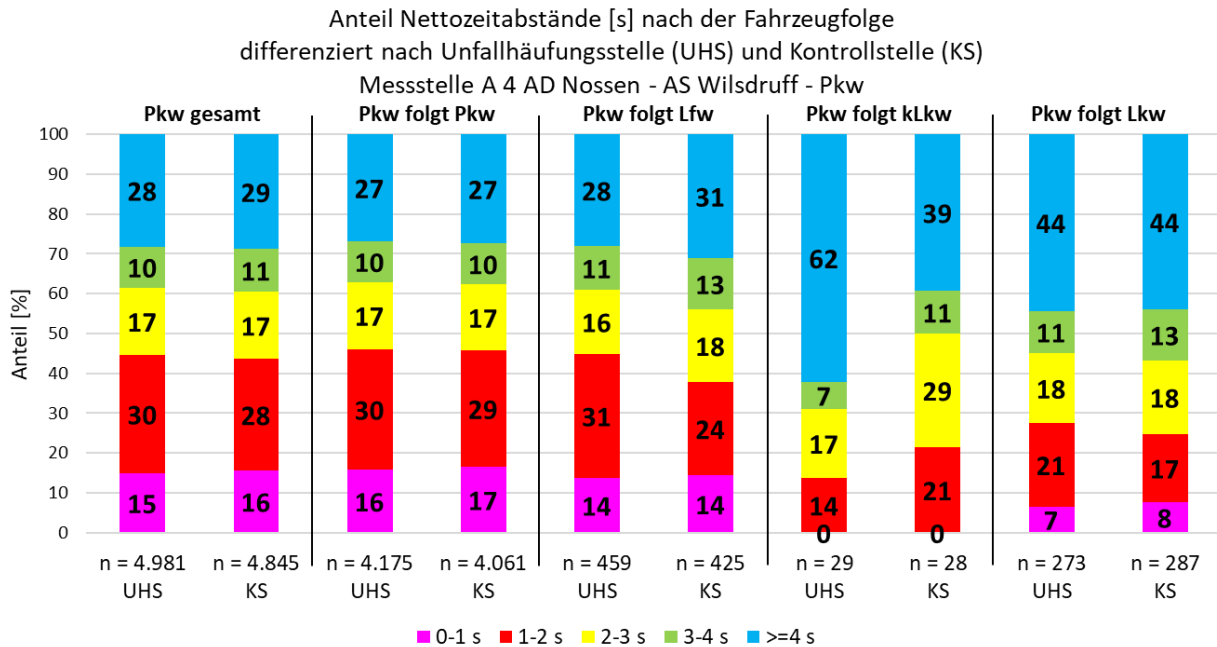
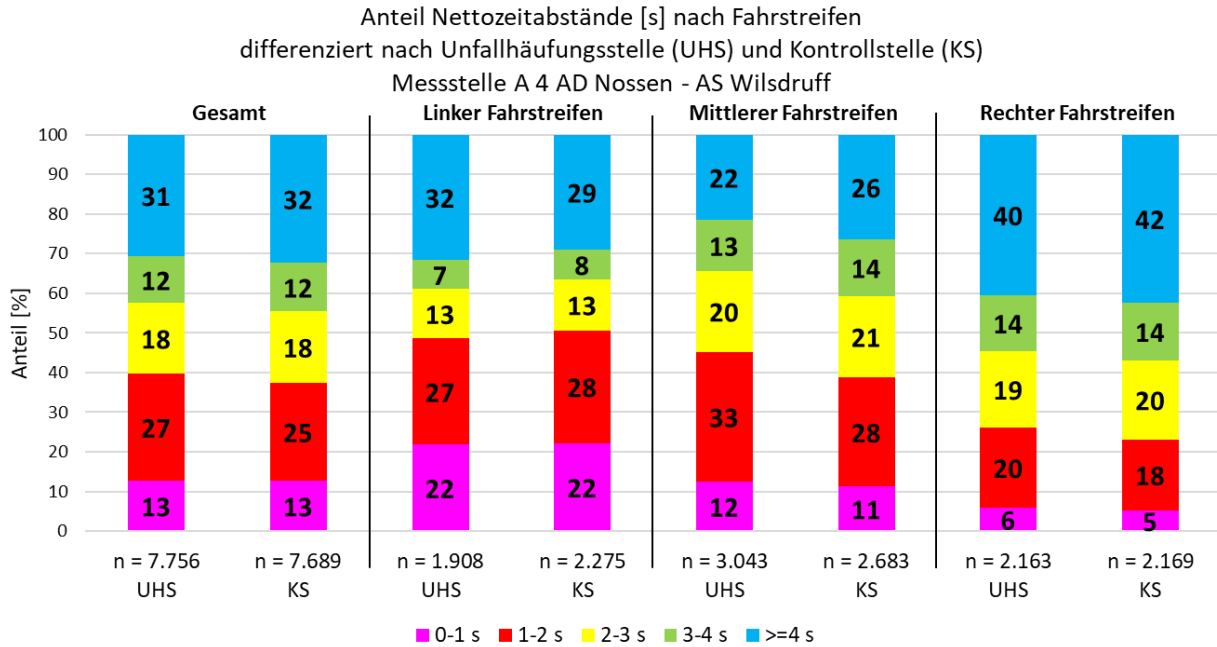
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 4 AS Chemnitz-Ost - AS Frankenberg



Anhang 11.2

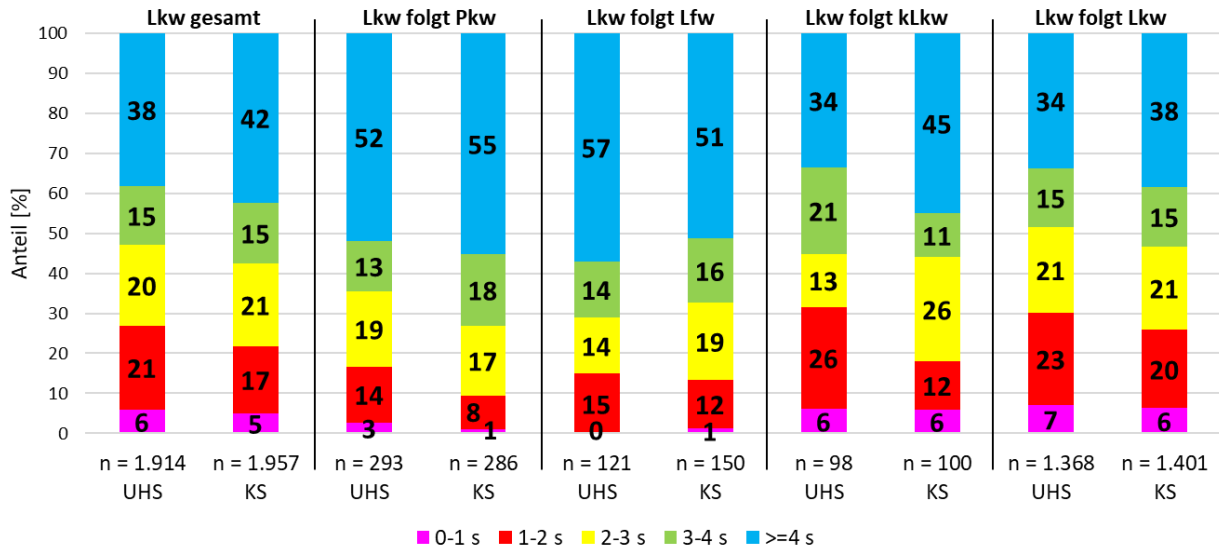
Messstelle 2 A 4 AD Nossen – AS Wilsdruff

Abstandsverhalten

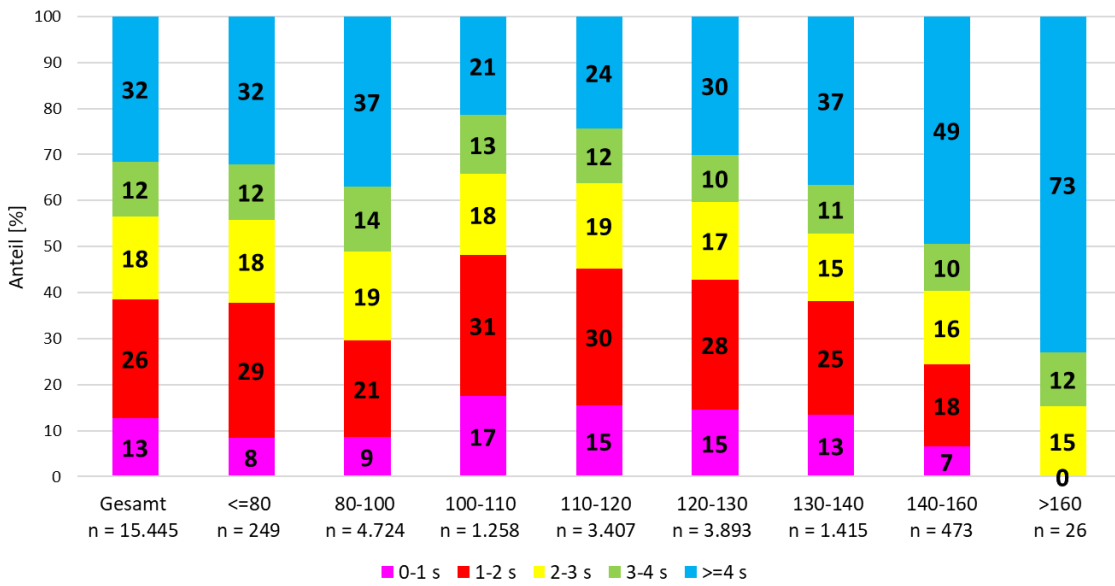


Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff - Lkw



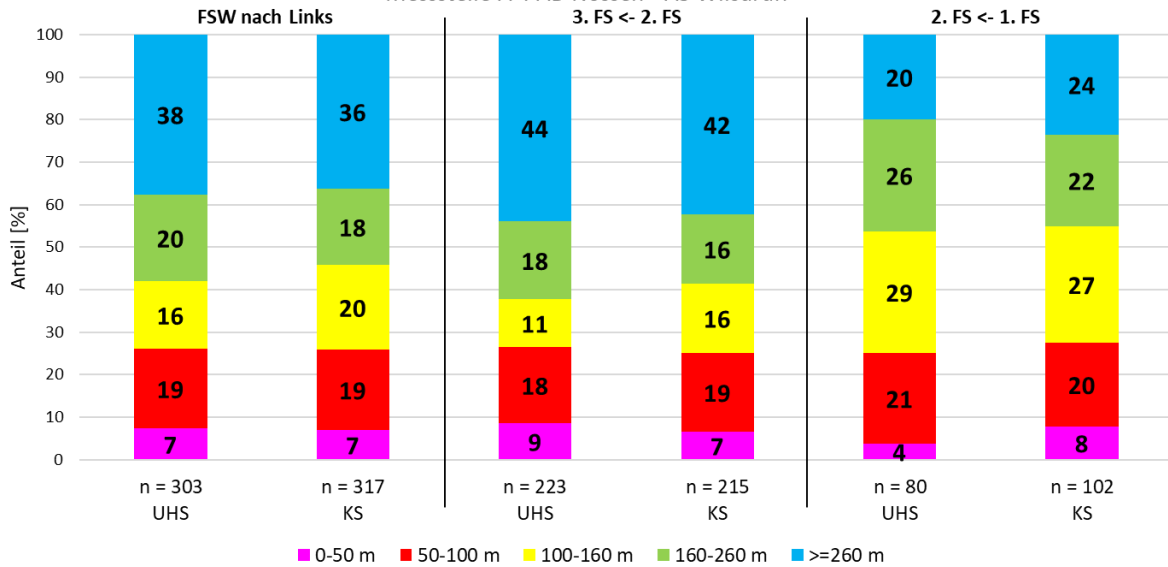
Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff



Fahrstreifenwechsel

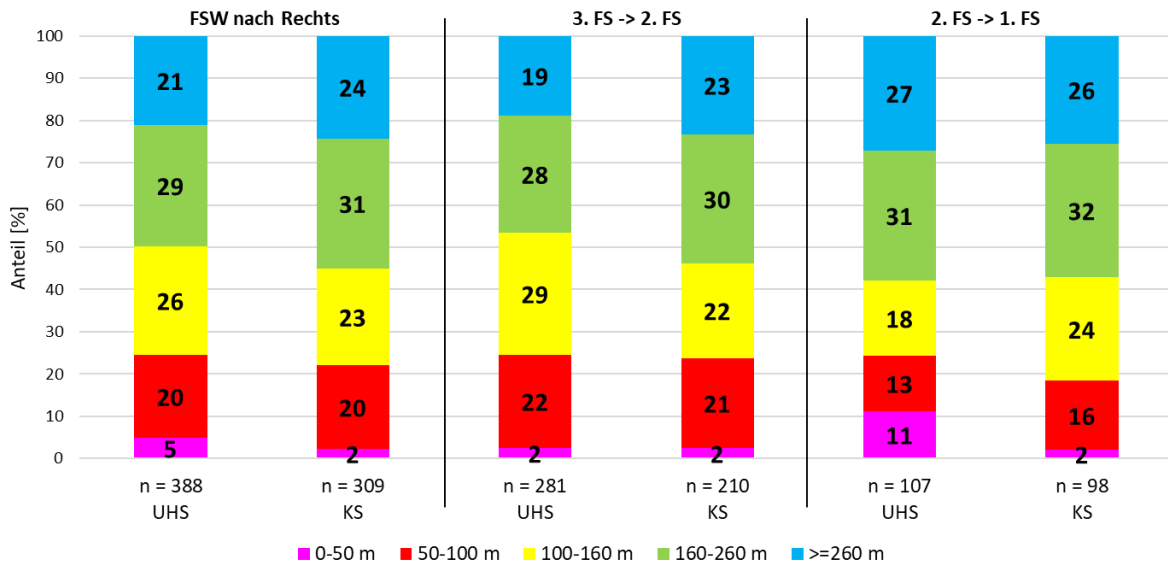
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff

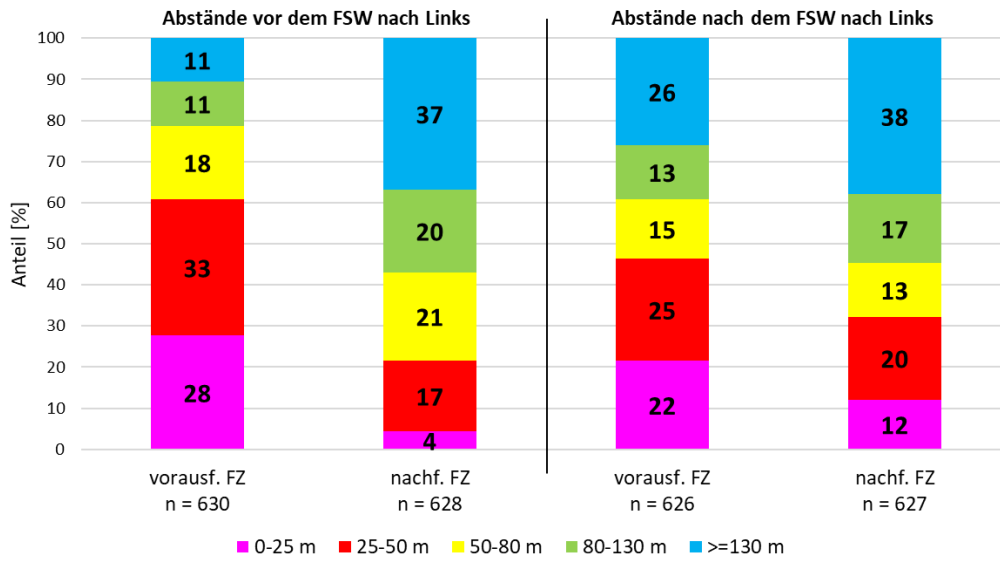


Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

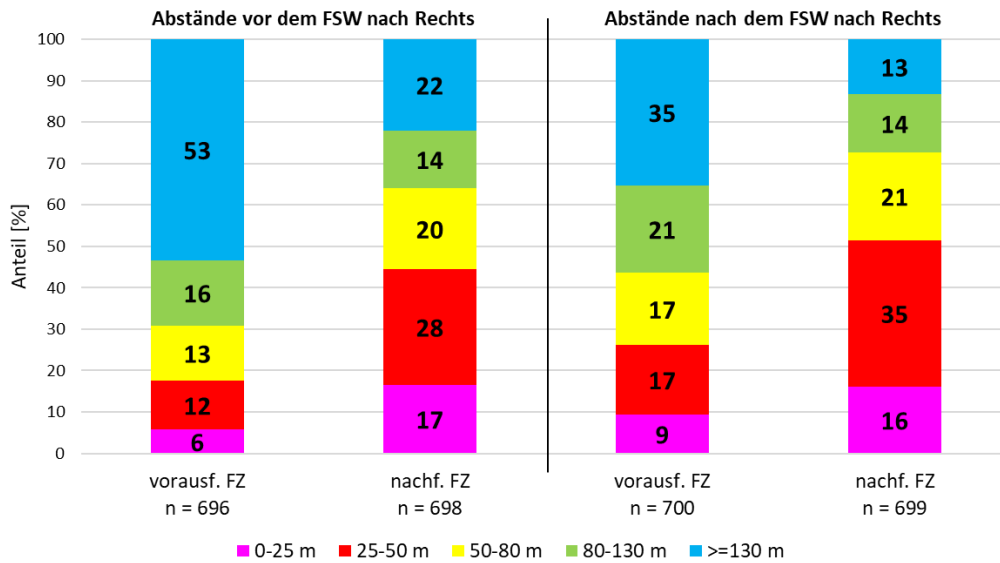
Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff



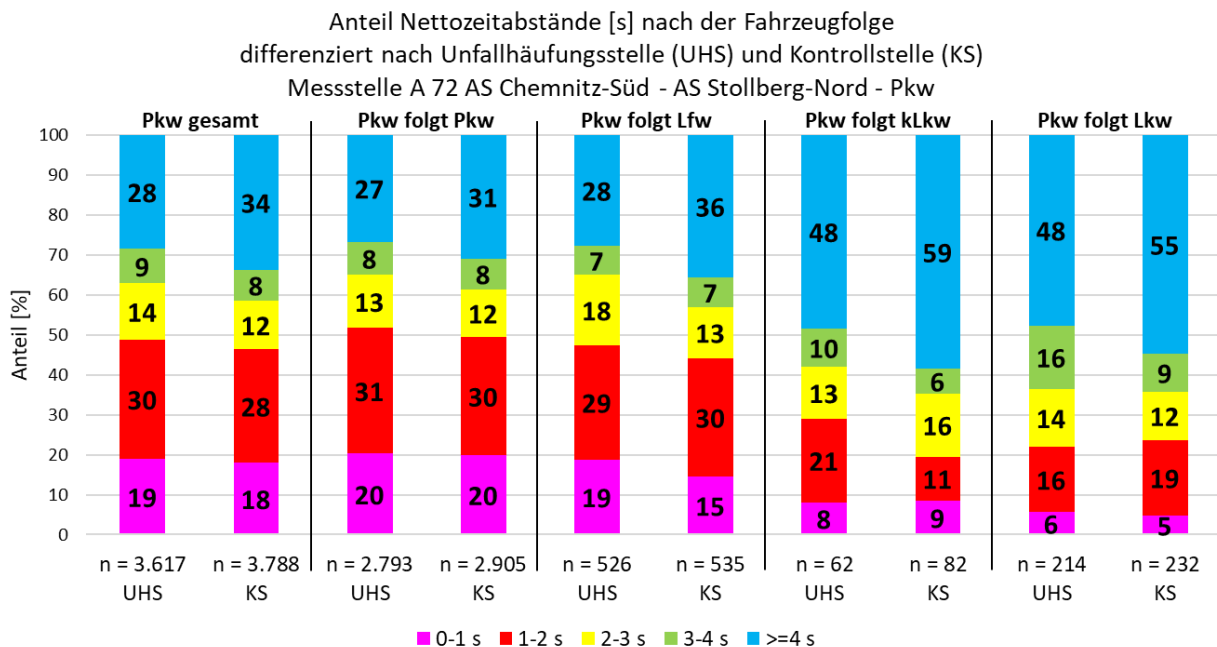
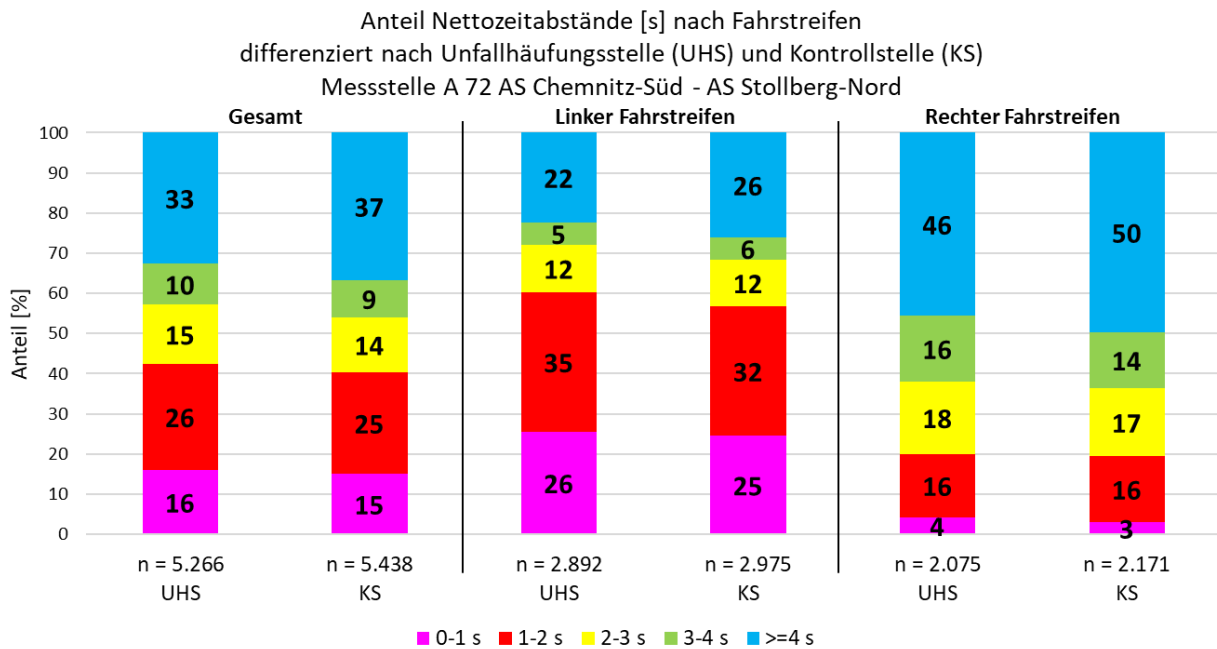
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 4 AD Nossen - AS Wilsdruff



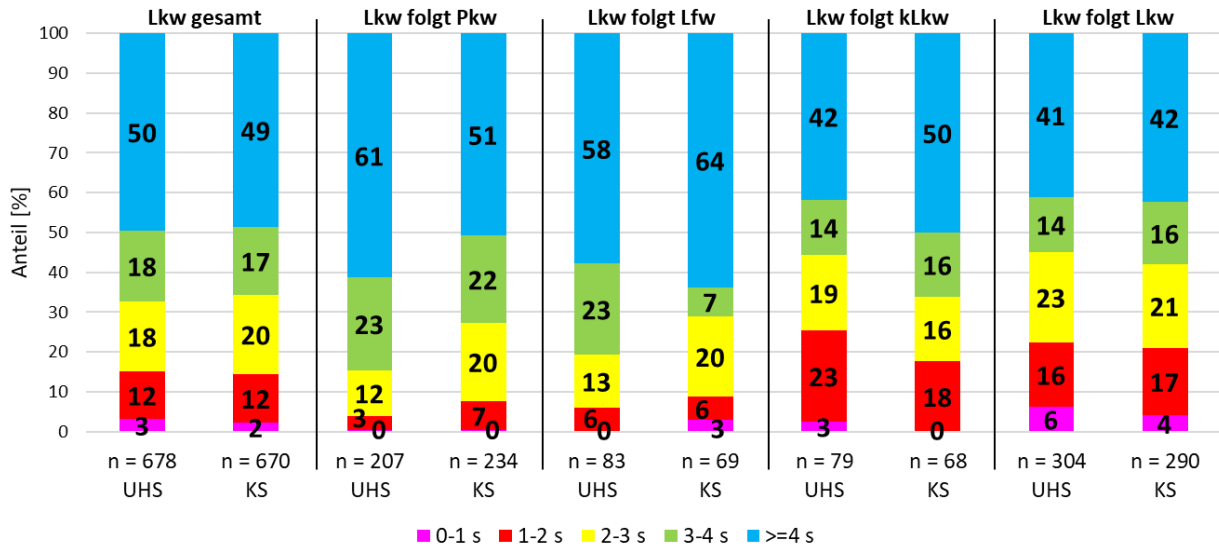
Anhang 11.3

Messstelle 3 A 72 AS Chemnitz-Süd – AS Stollberg-Nord

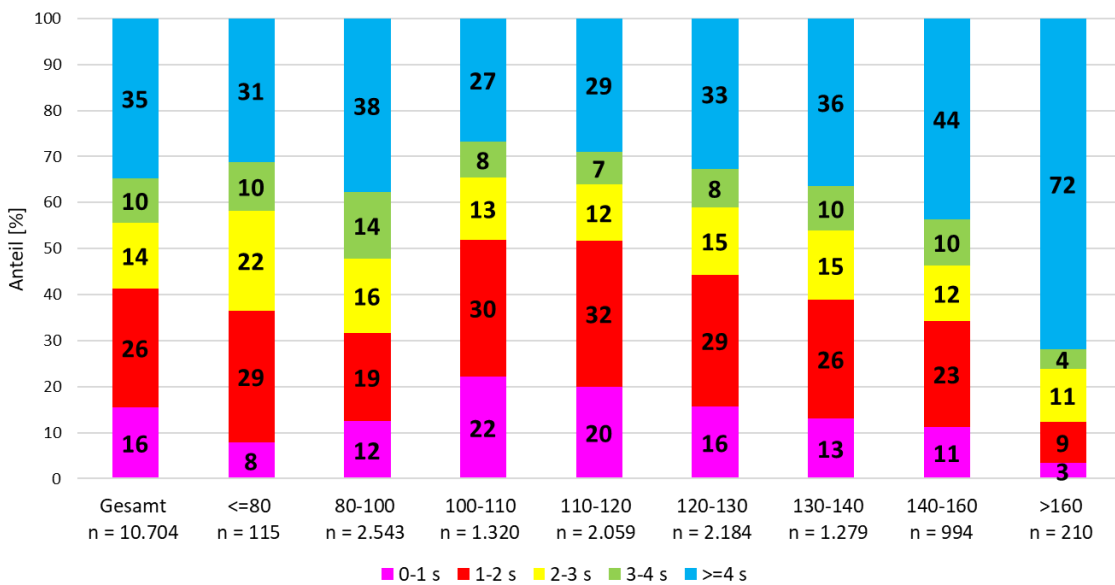
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord - Lkw

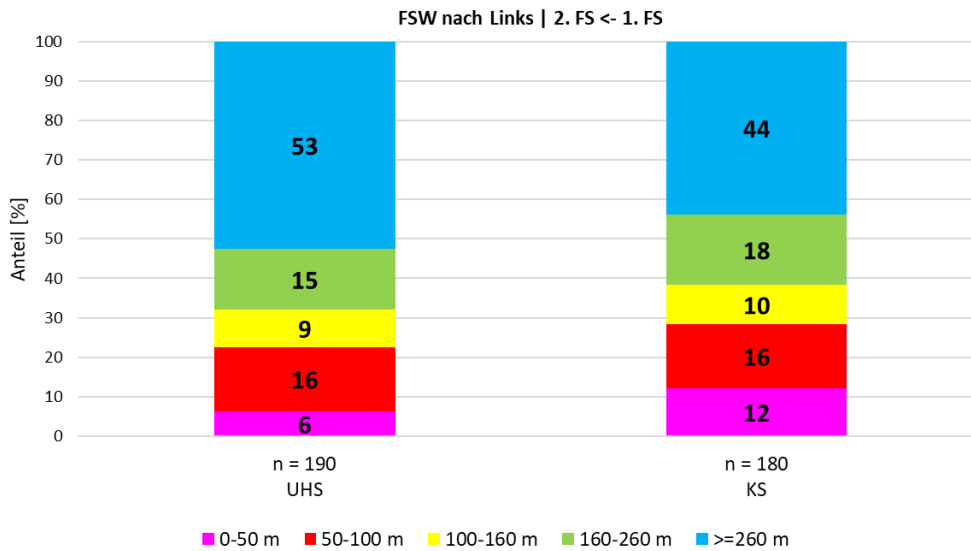


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord

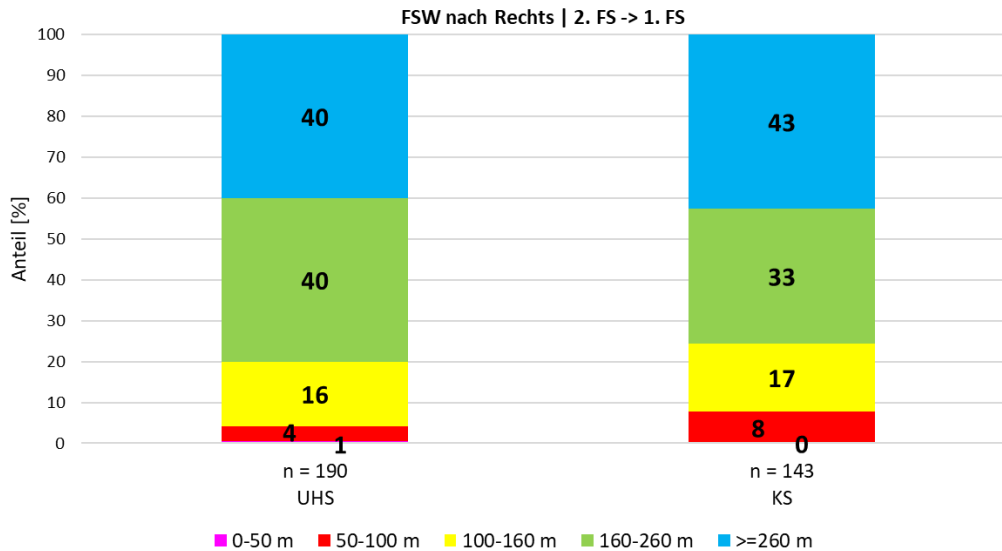


Fahrstreifenwechsel

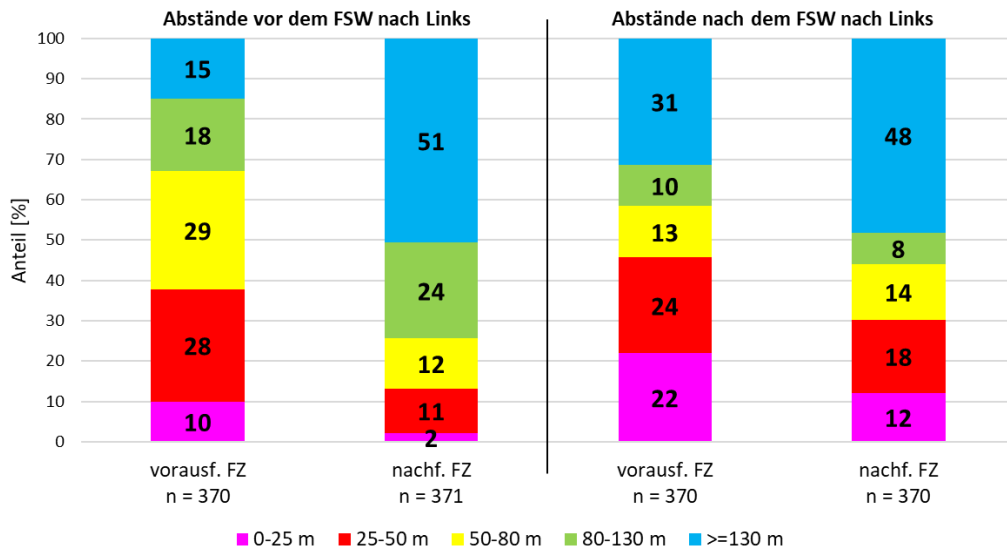
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord



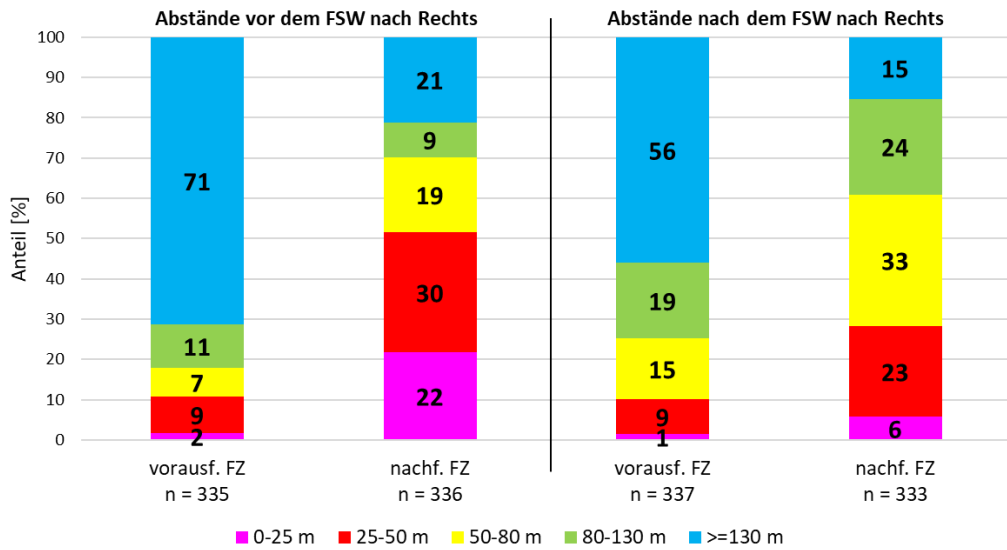
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord



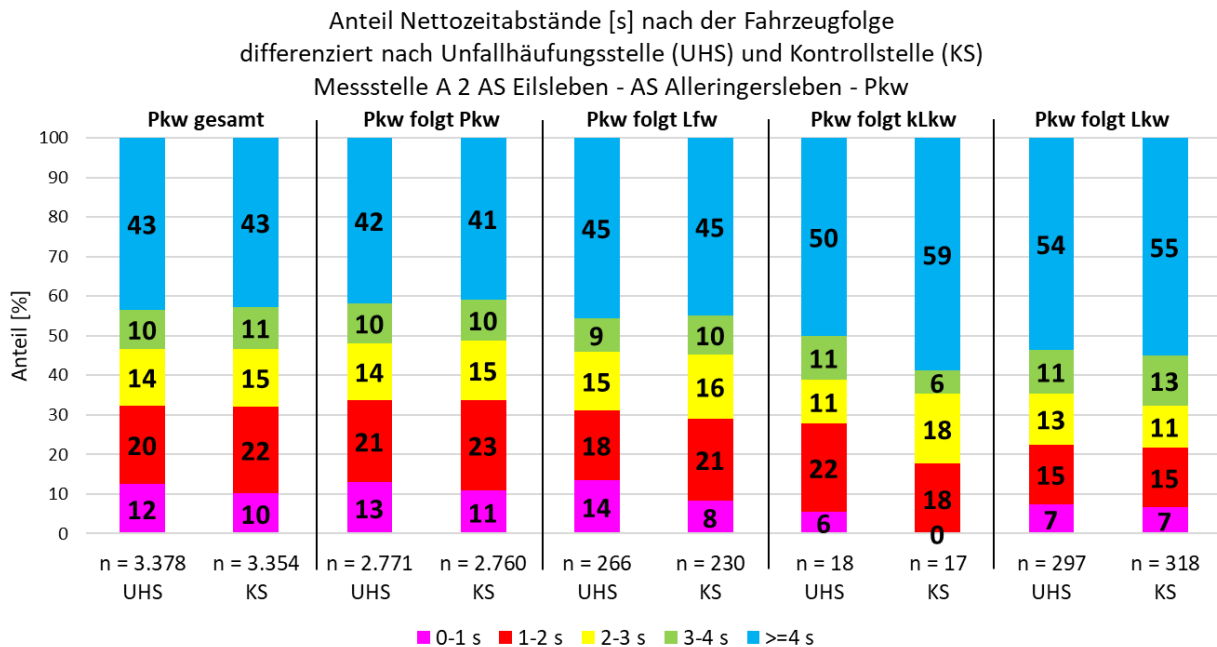
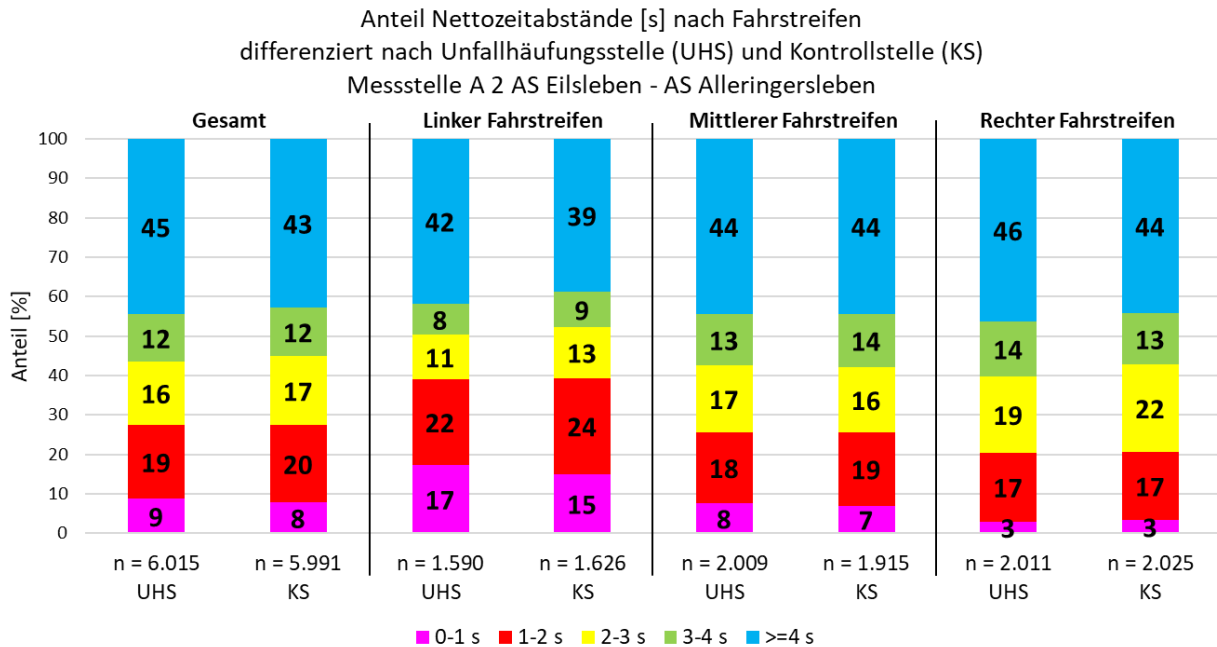
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 72 AS Chemnitz-Süd - AS Stollberg-Nord



Anhang 11.4

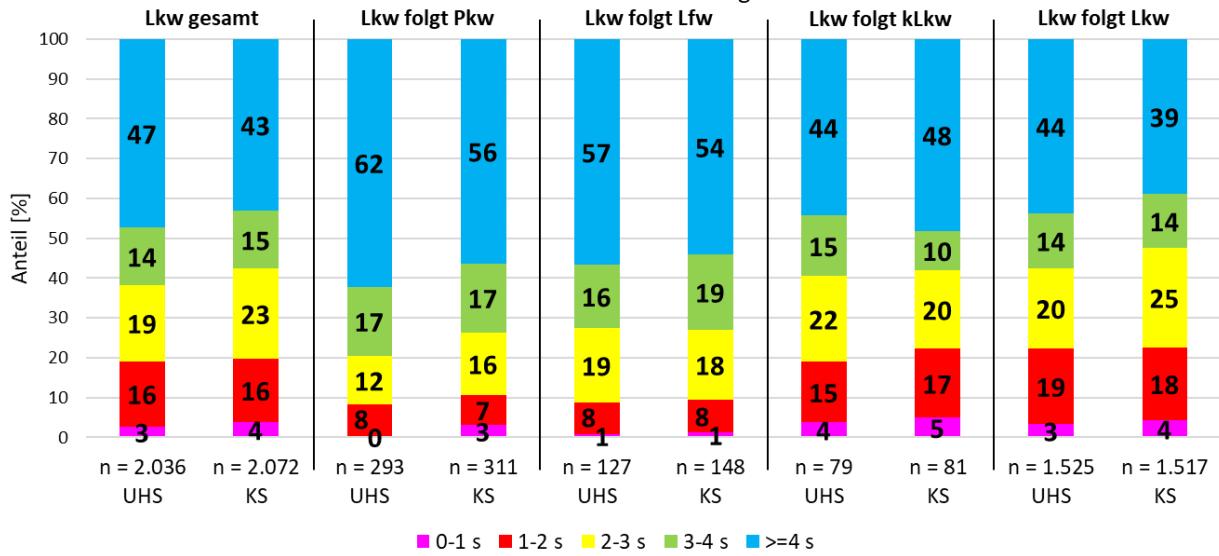
Messstelle 4 A 2 AS Eilsleben – AS Alleringersleben

Abstandsverhalten

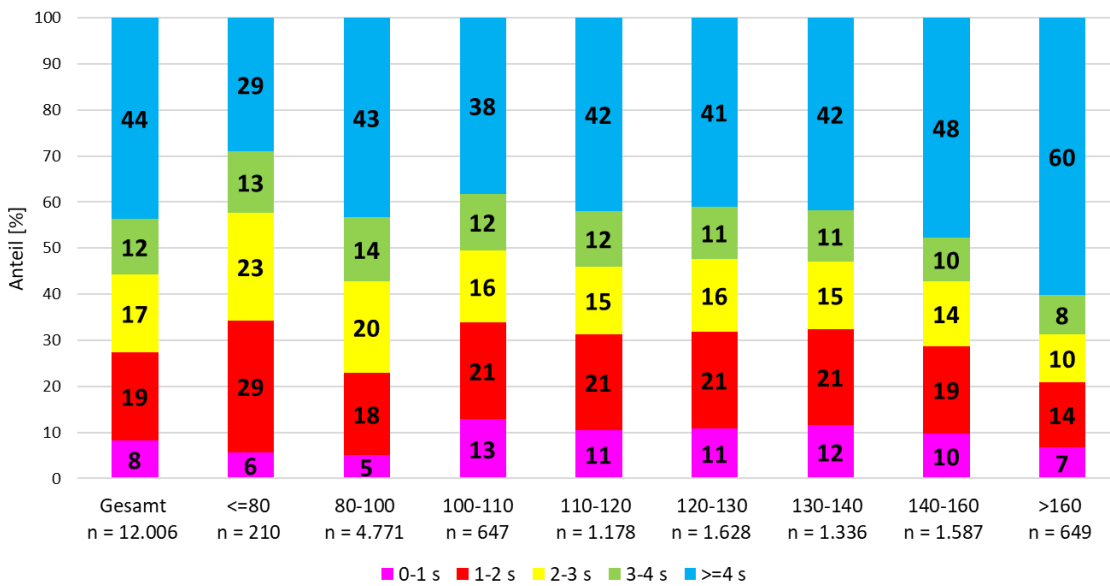


Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben - Lkw



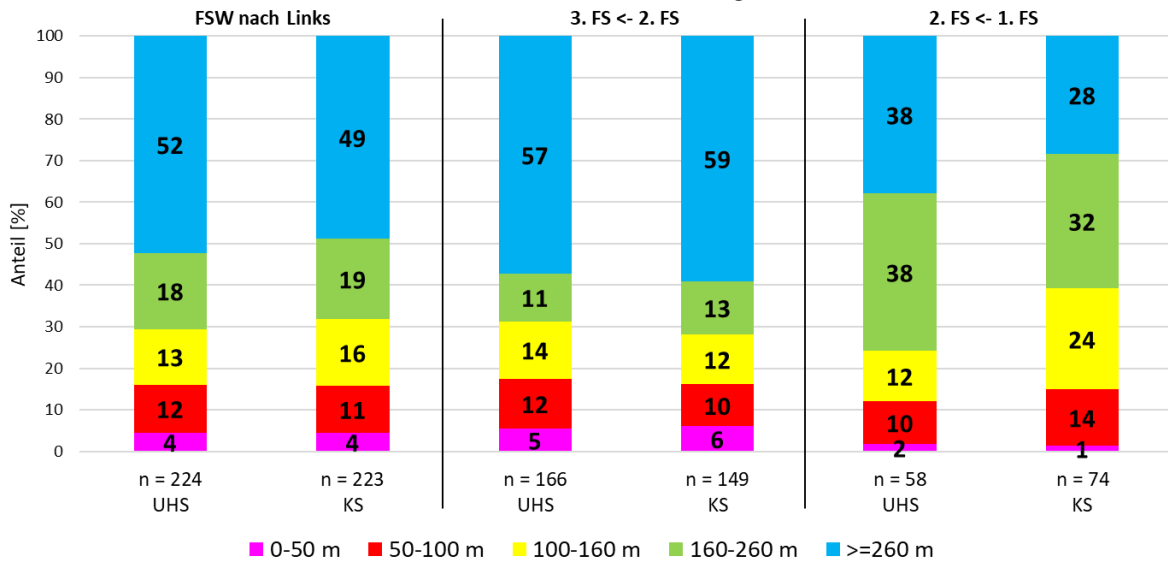
Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben



Fahrstreifenwechsel

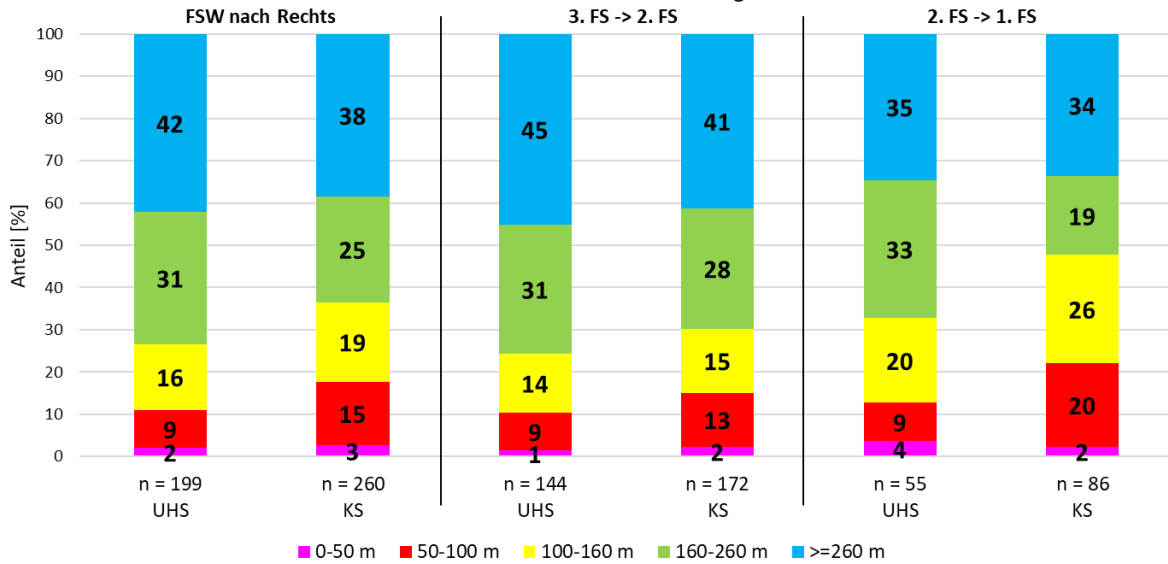
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben

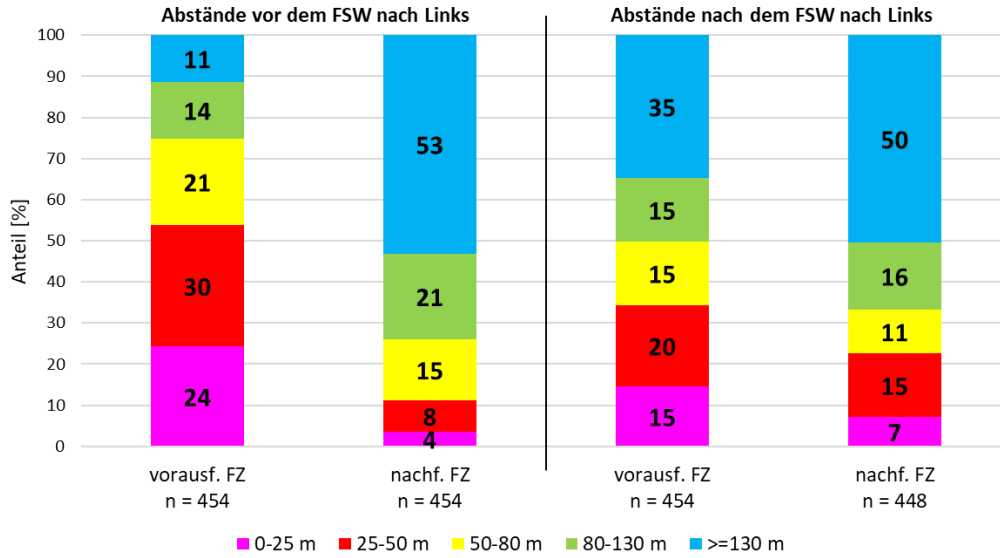


Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

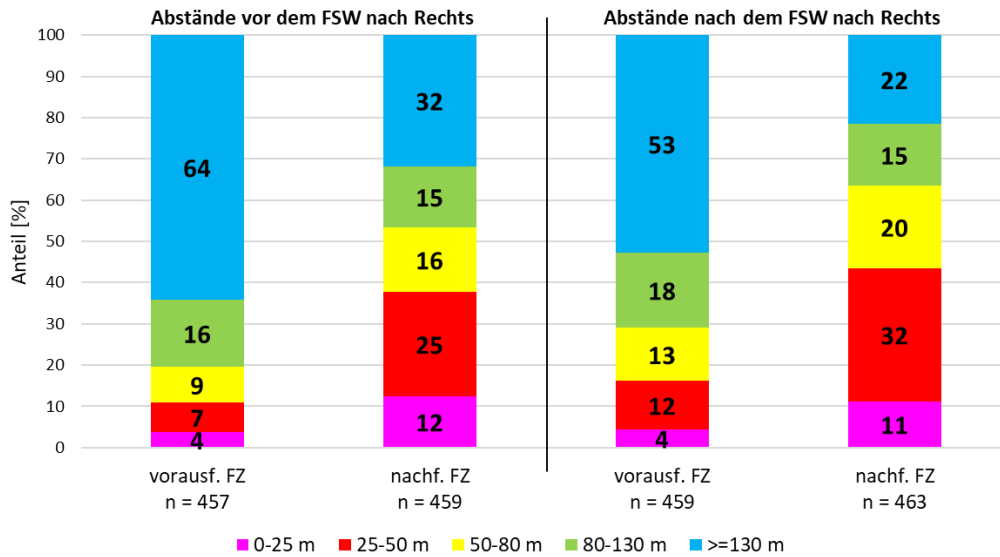
Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben



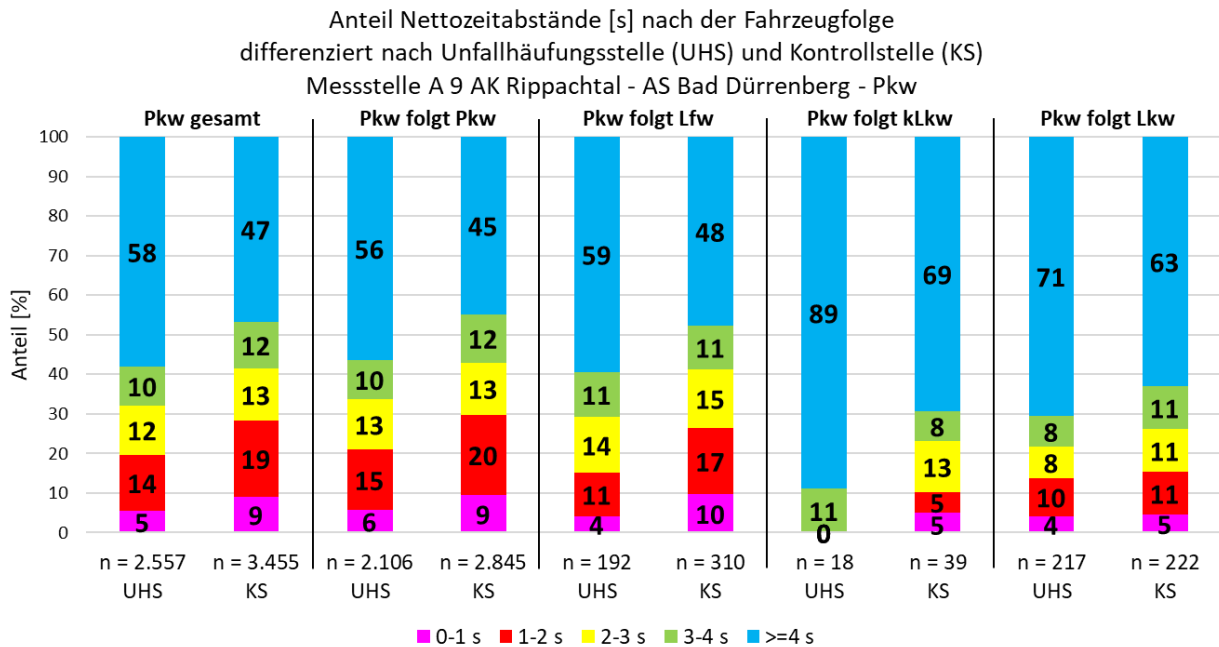
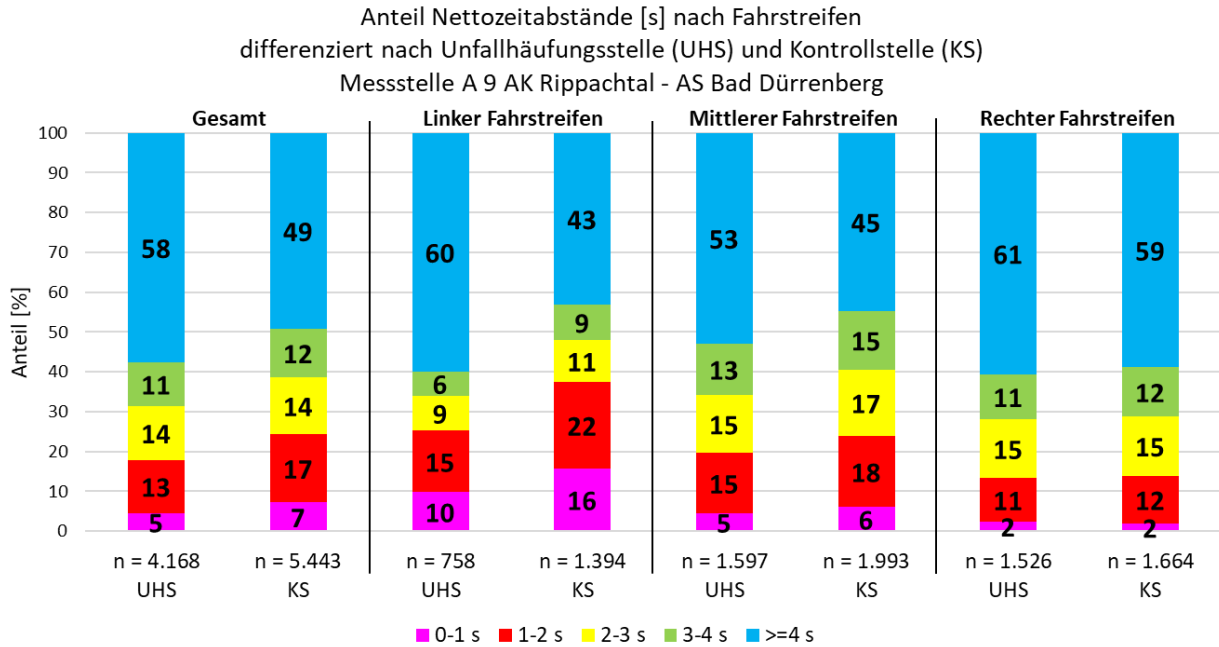
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 2 AS Eilsleben - AS Alleringersleben



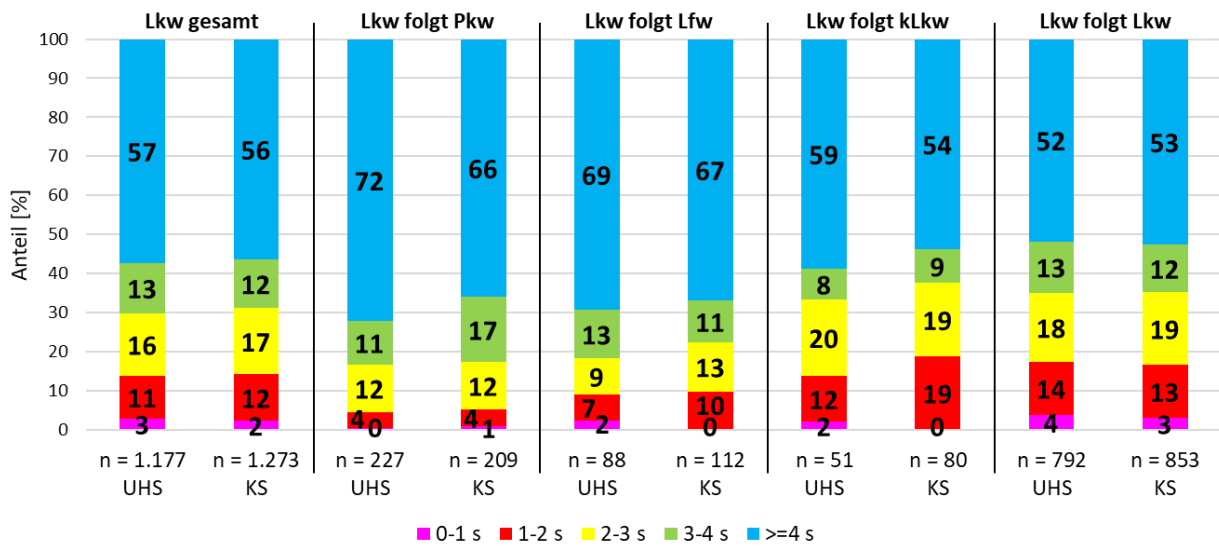
Anhang 11.5

Messstelle 5 A 9 AK Rippachtal – AS Bad Dürrenberg

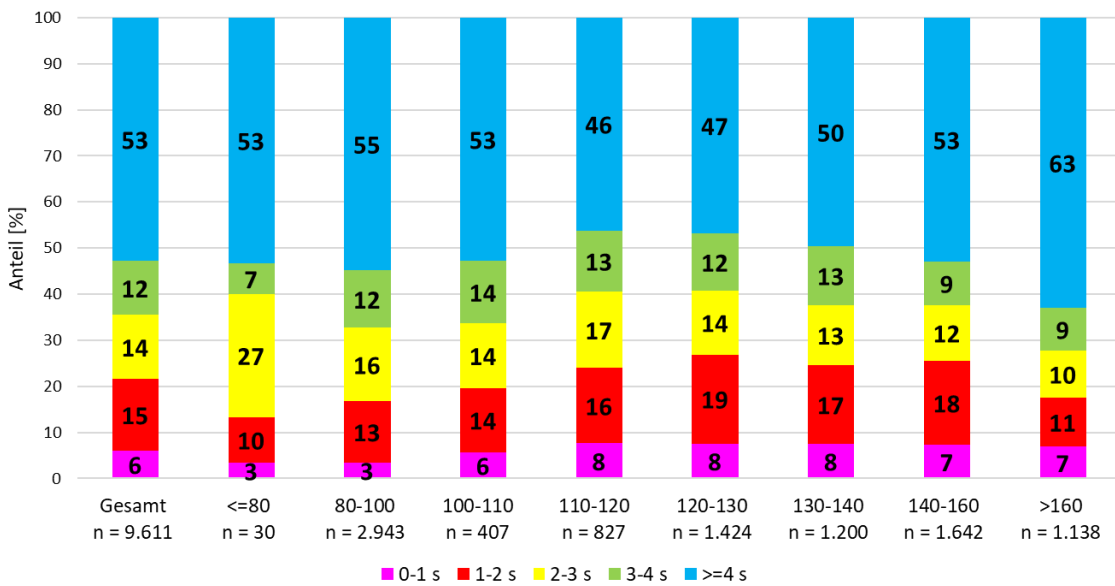
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg - Lkw



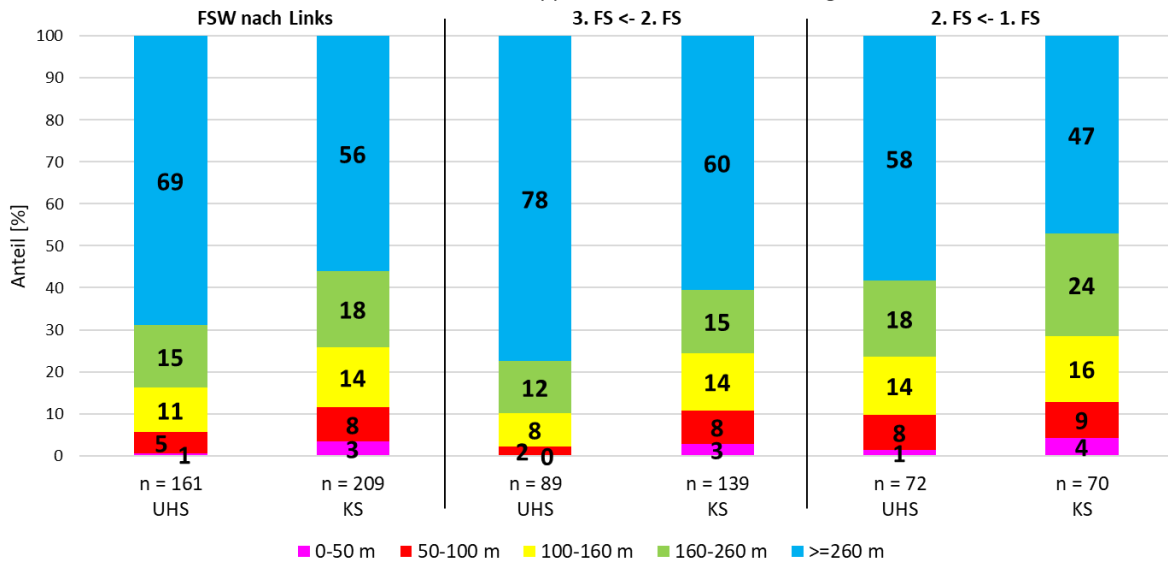
Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg



Fahrstreifenwechsel

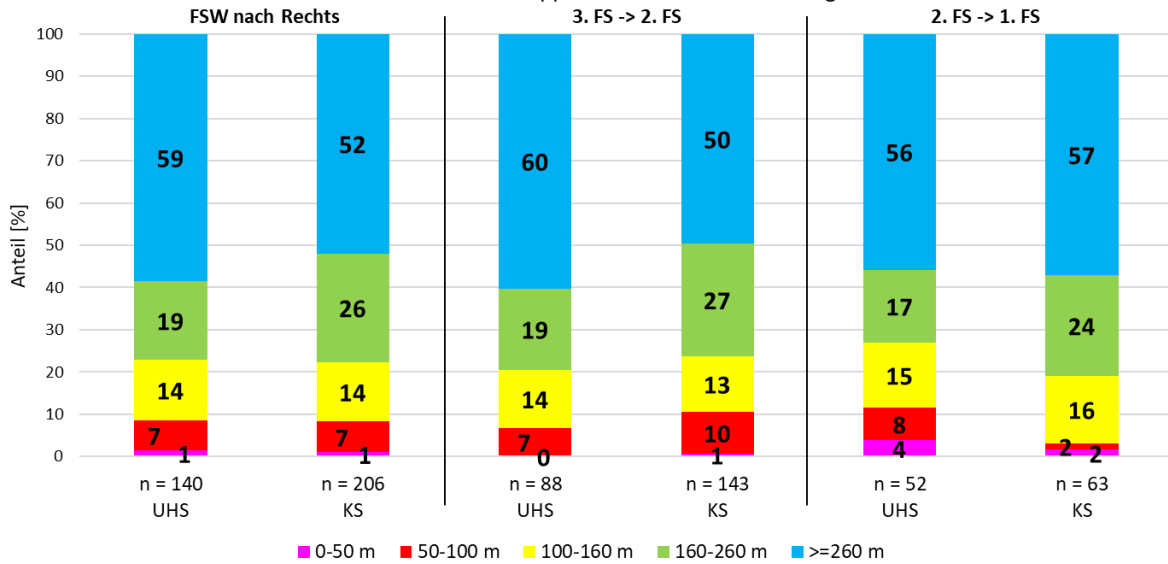
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg

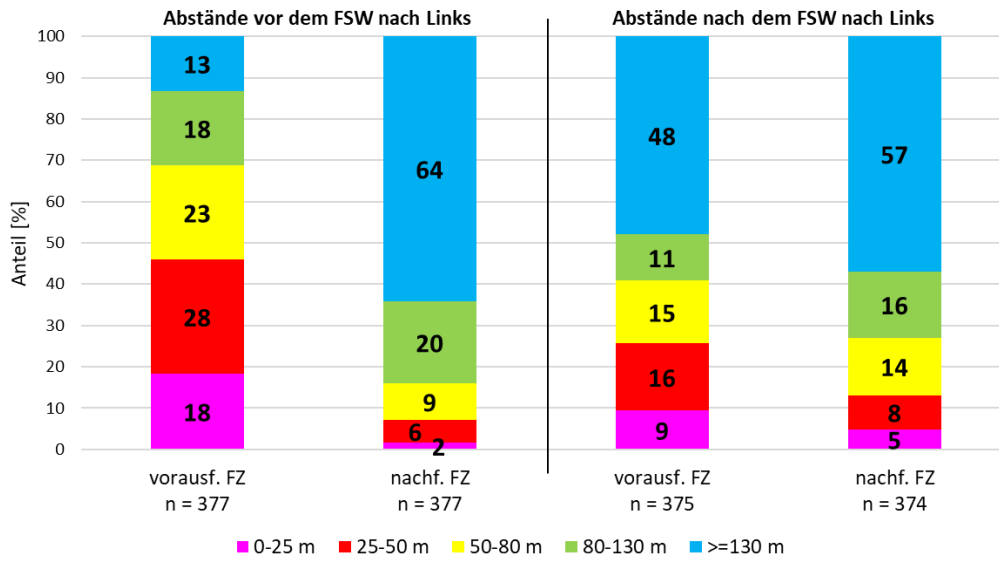


Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

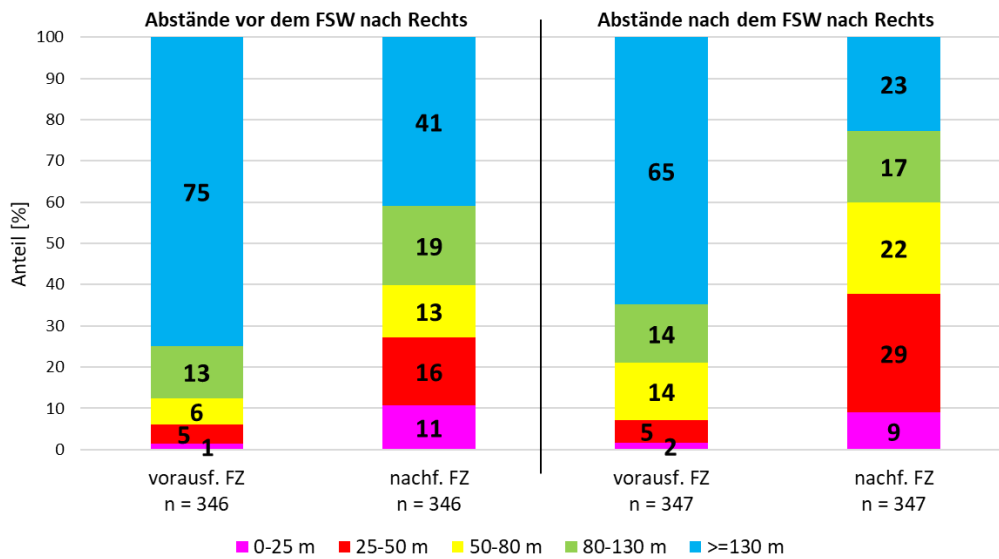
Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg



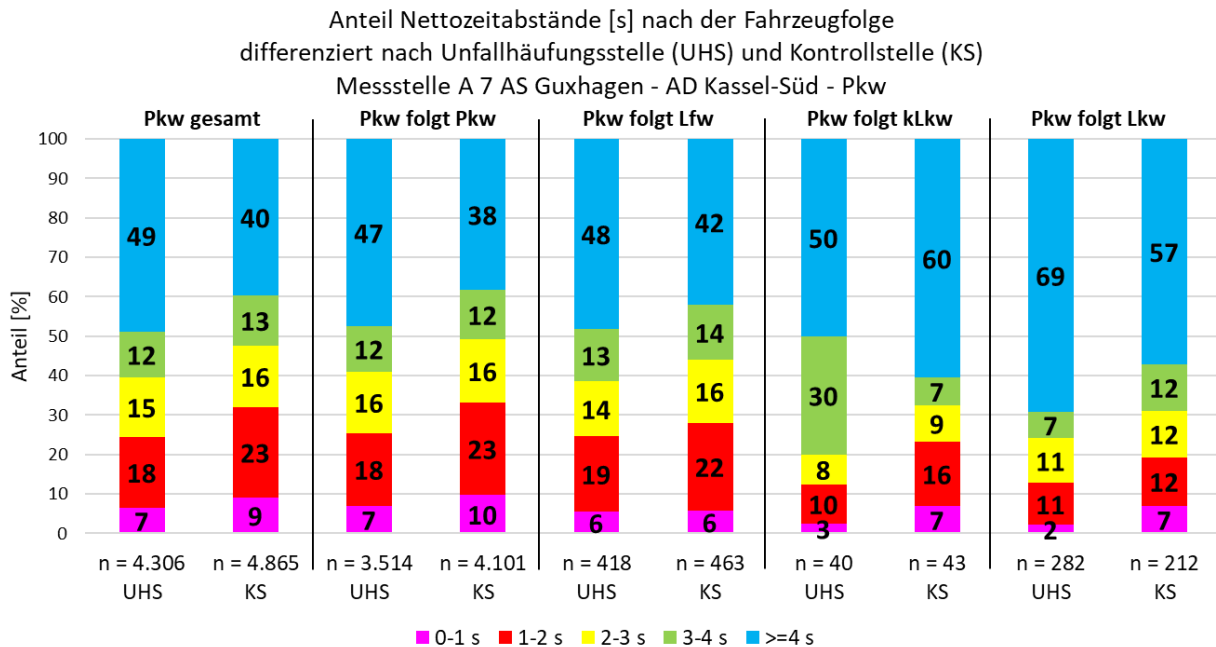
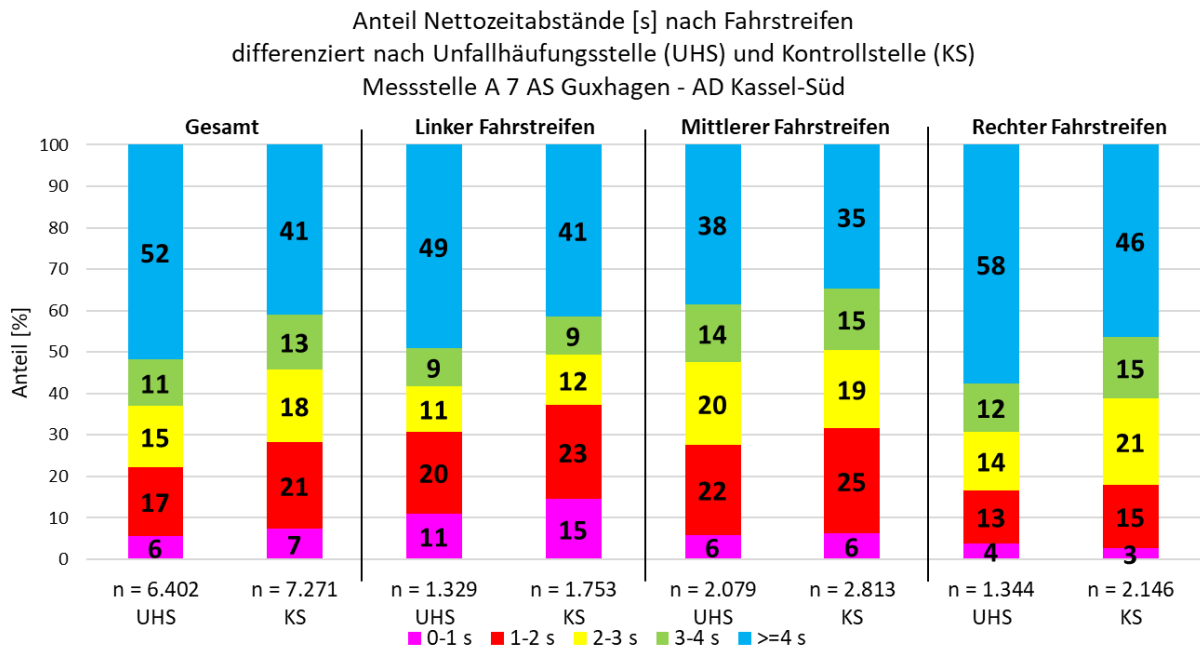
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 9 AK Rippachtal - AS Bad Dürrenberg



Anhang 11.6

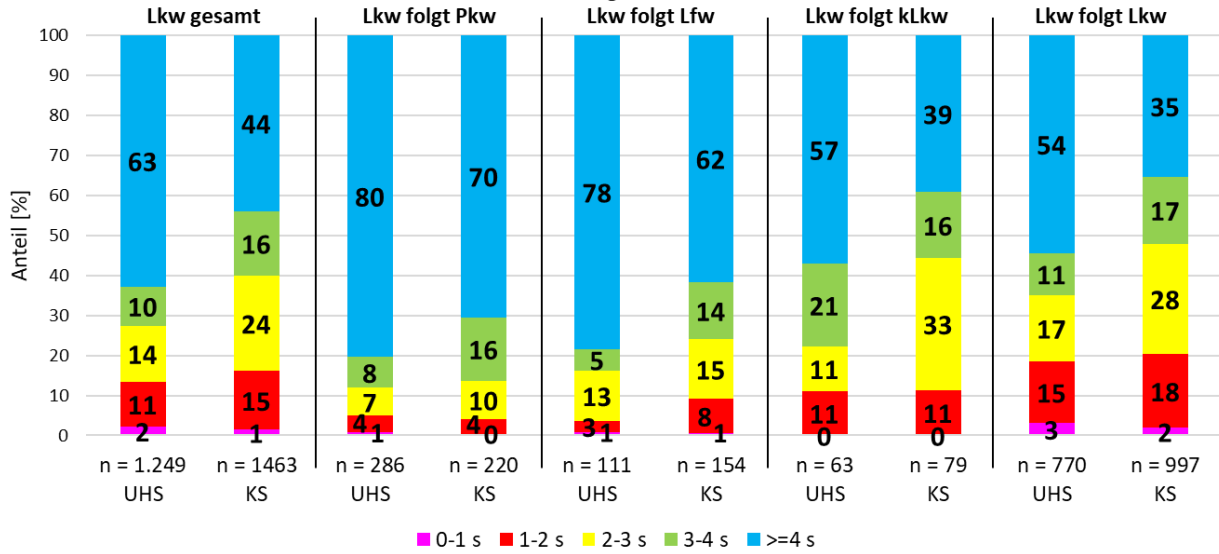
Messstelle 6 A 7 AS Guxhagen – AD Kassel-Süd

Abstandsverhalten



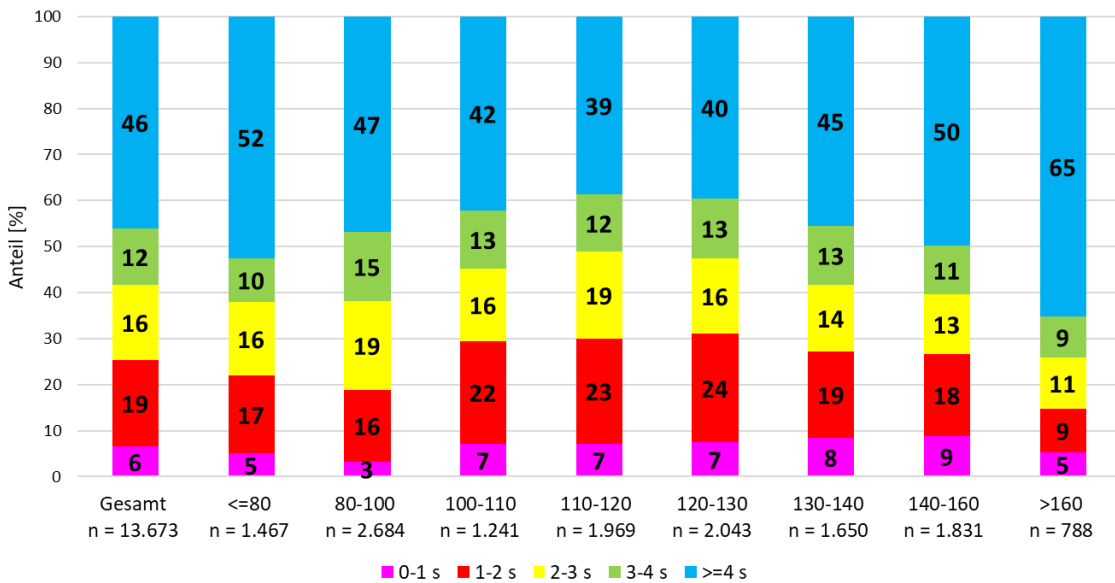
Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd - Lkw



Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit

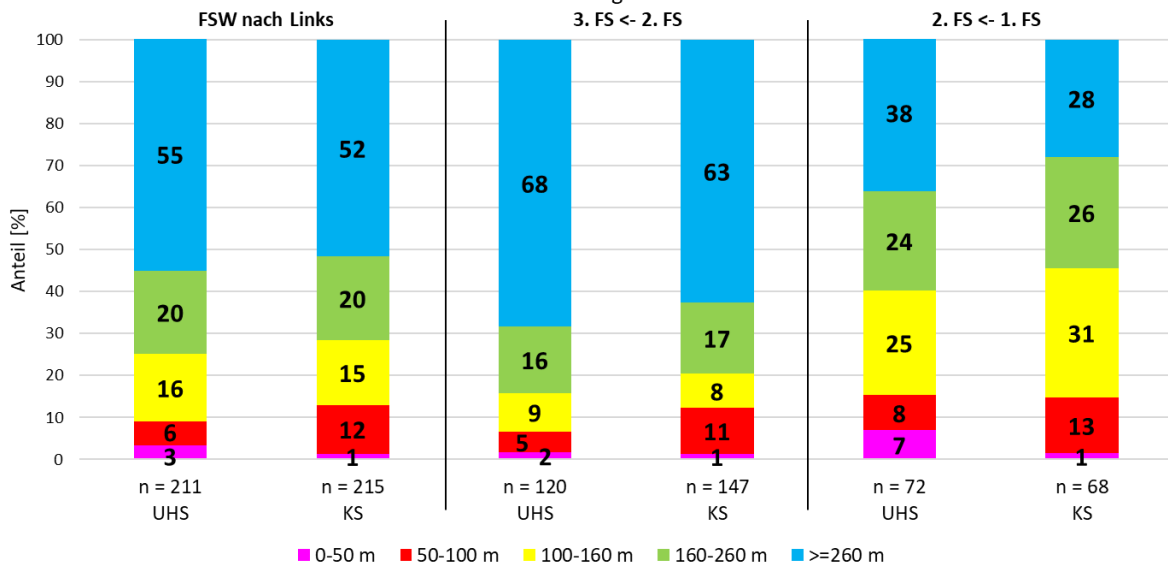
Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd



Fahrstreifenwechsel

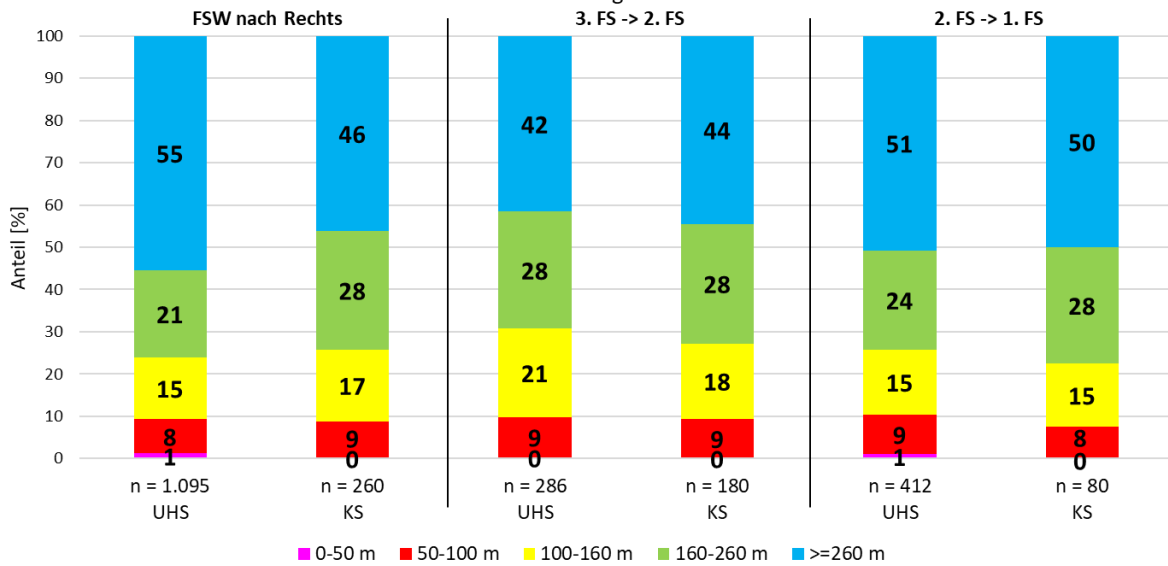
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd

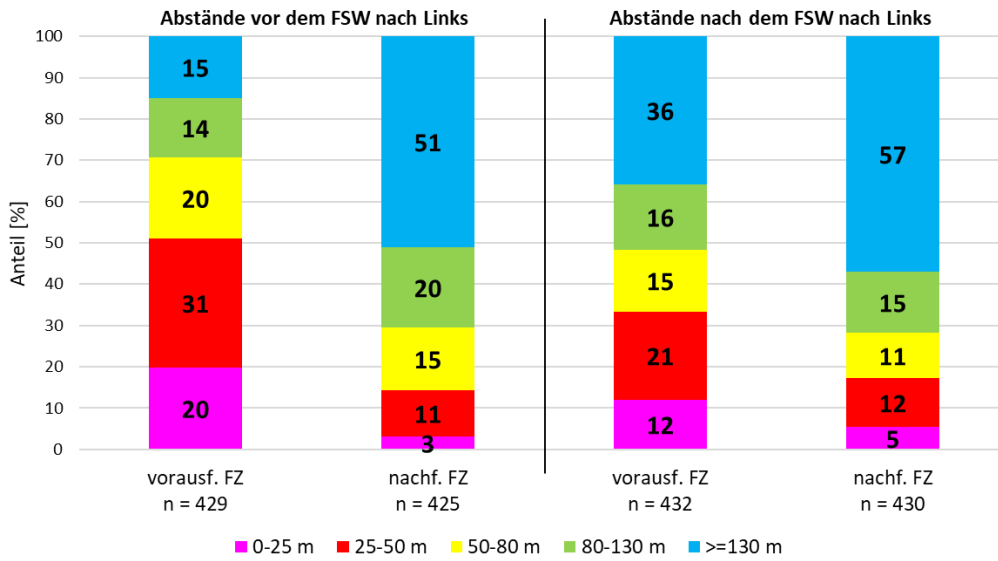


Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

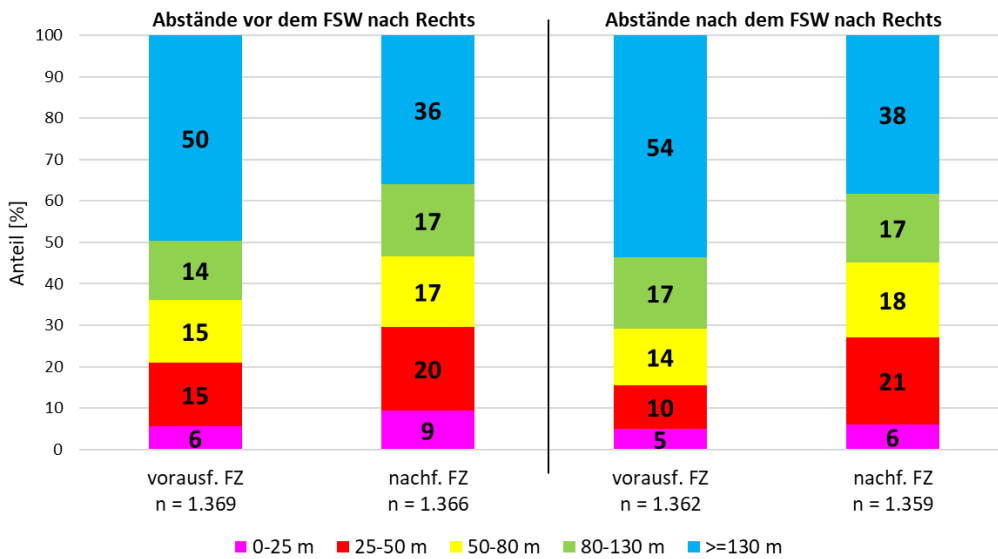
Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd



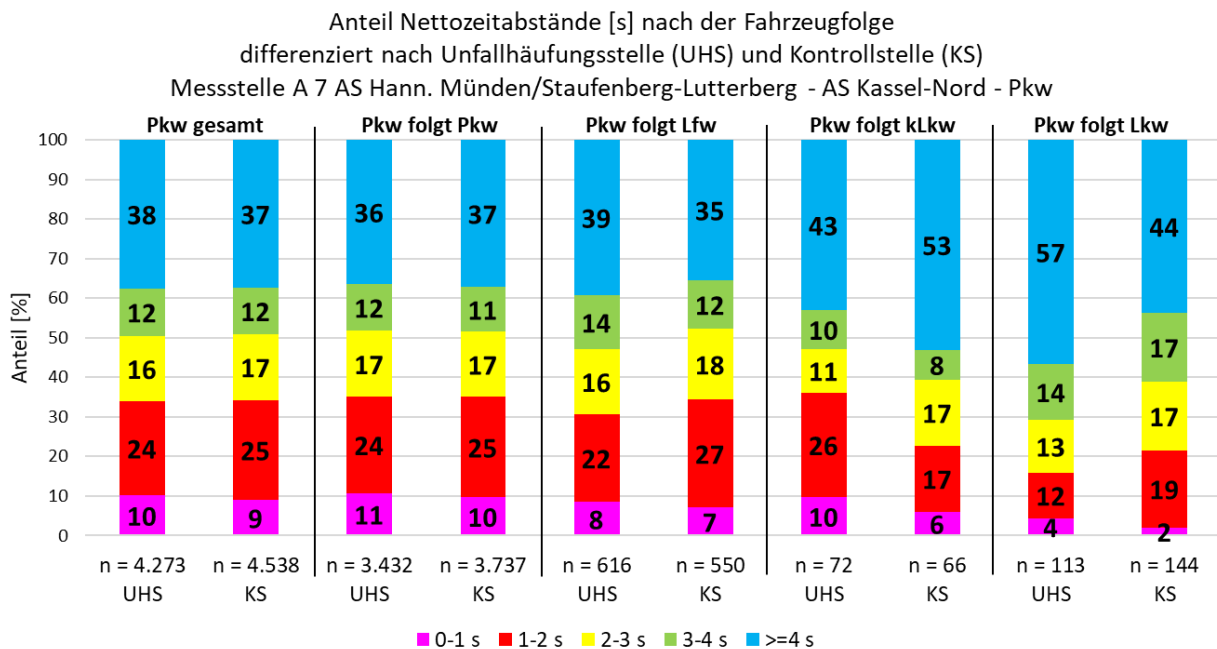
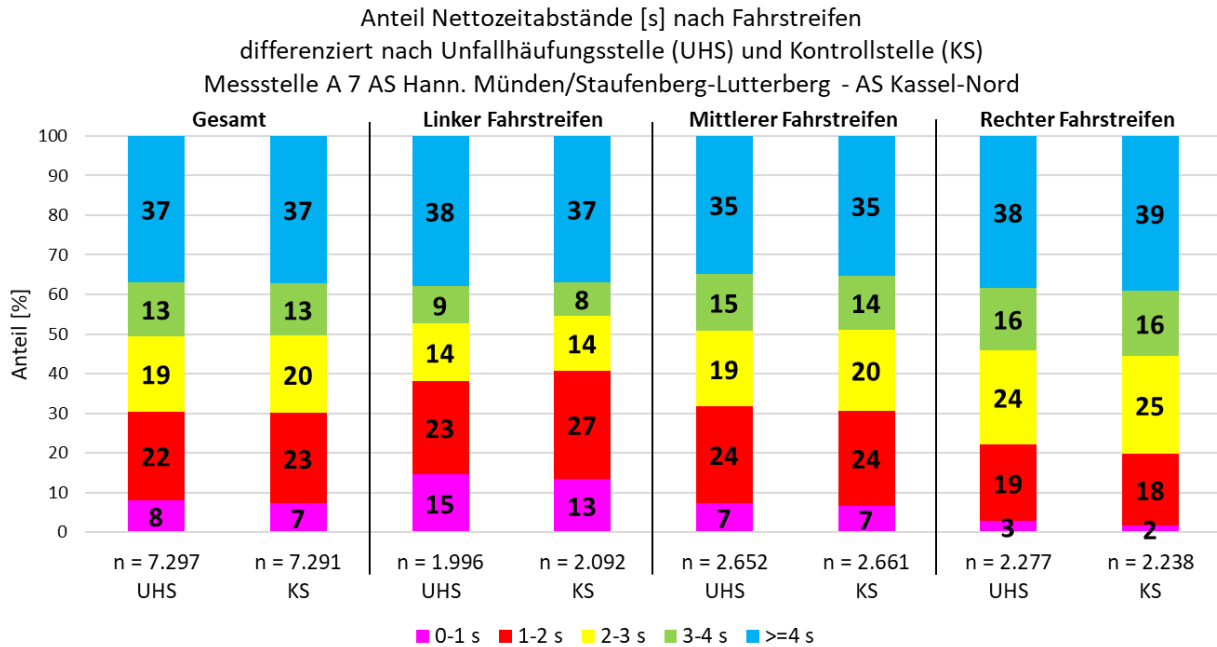
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
Messstelle A 7 AS Guxhagen - AD Kassel-Süd



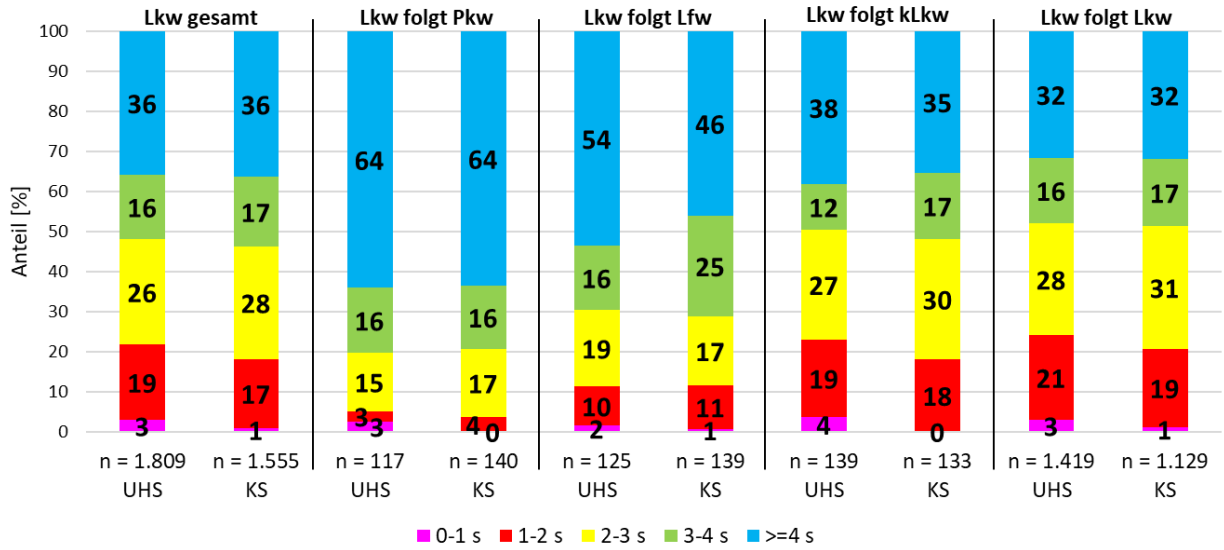
Anhang 11.7

Messstelle 7.1 A 7 AS Hann.Münden – AS Kassel-Nord

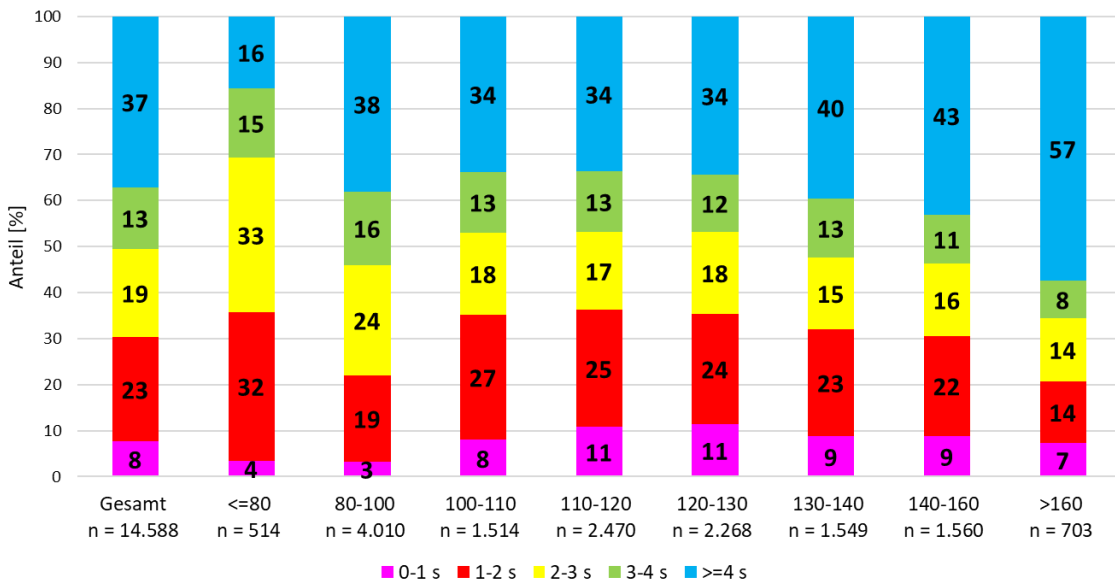
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord - Lkw

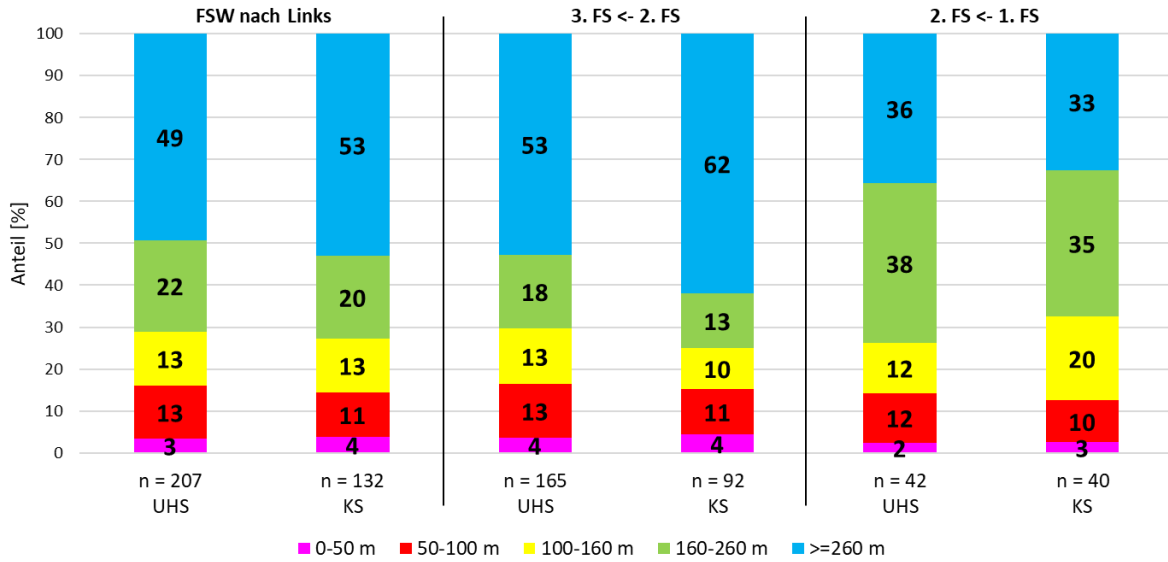


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord

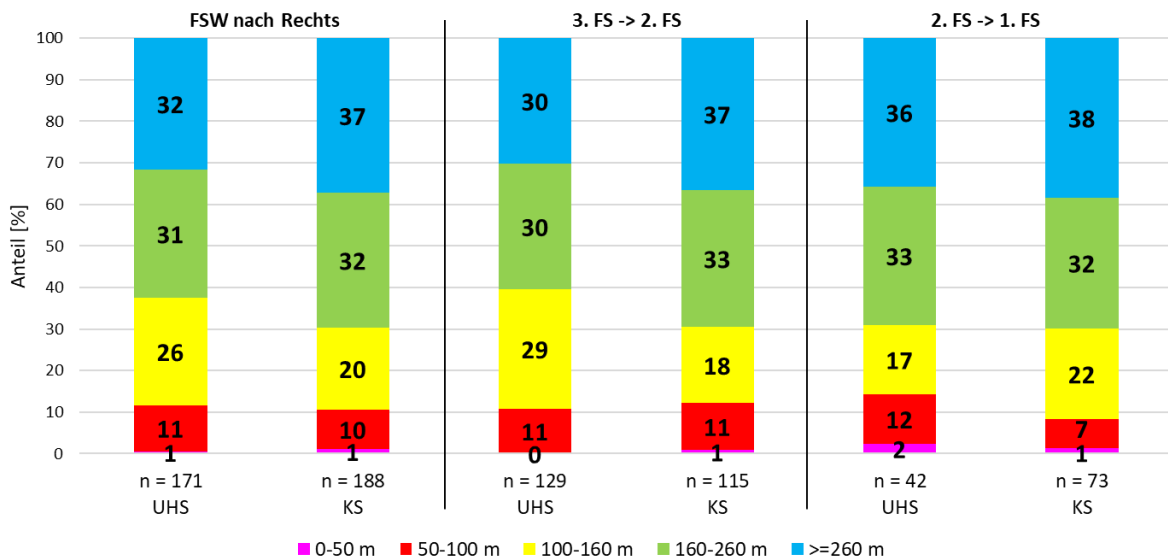


Fahrstreifenwechsel

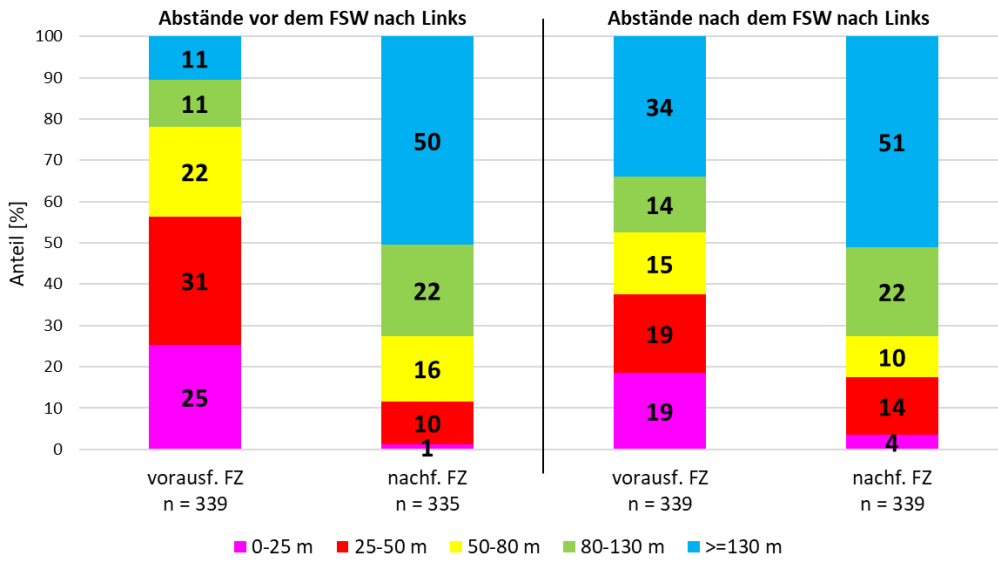
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord



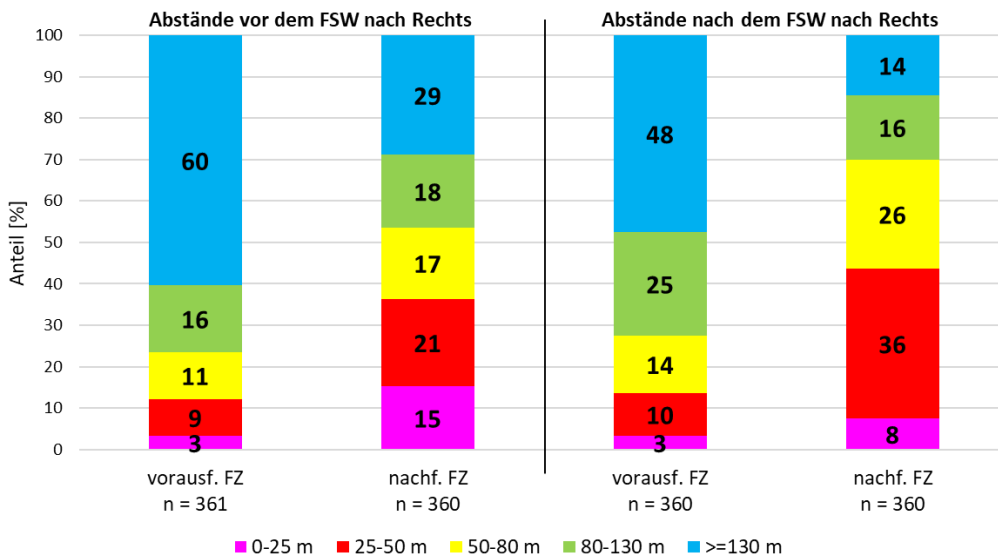
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord



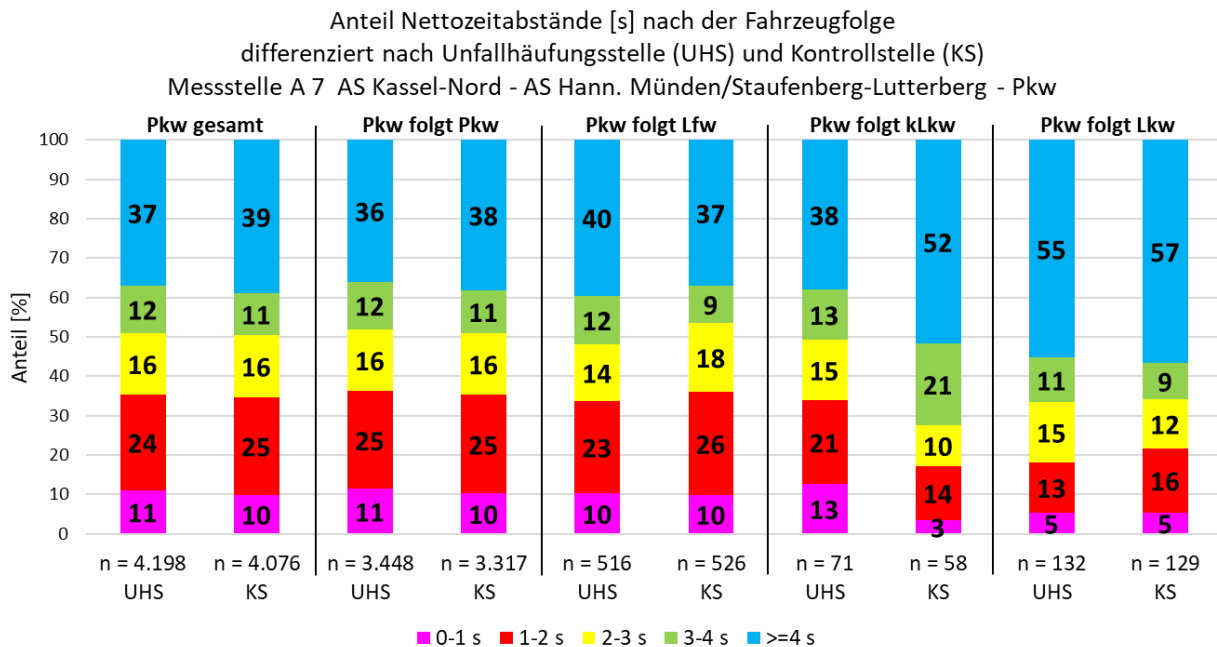
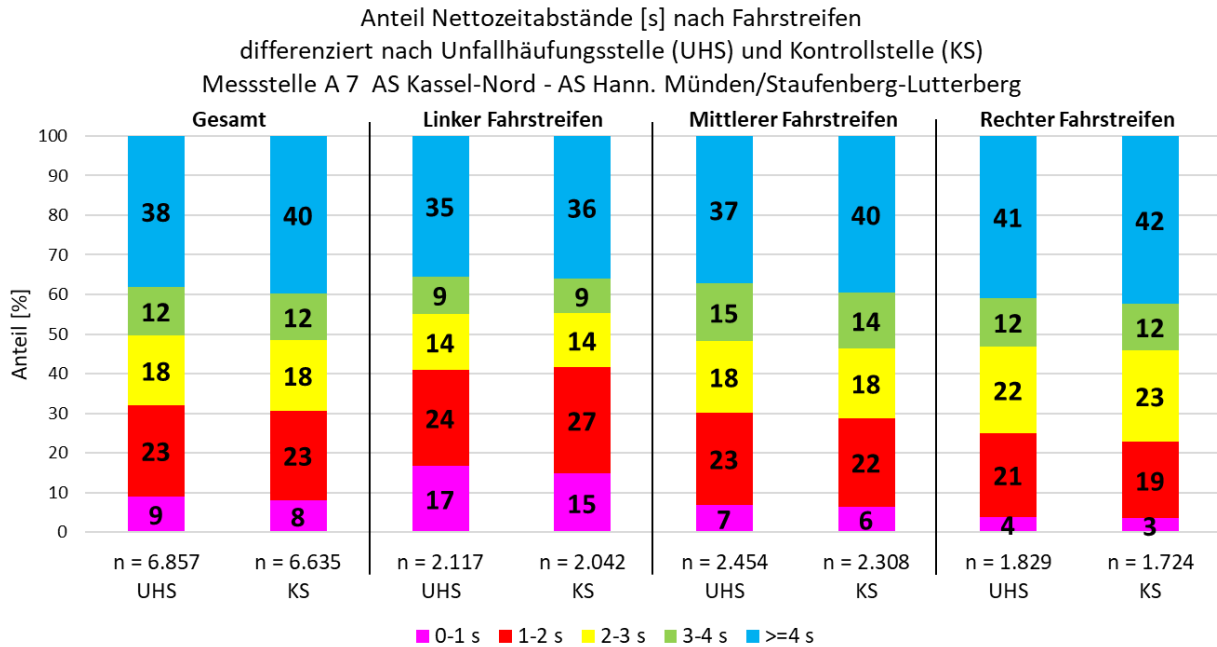
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 7 AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - AS Kassel-Nord



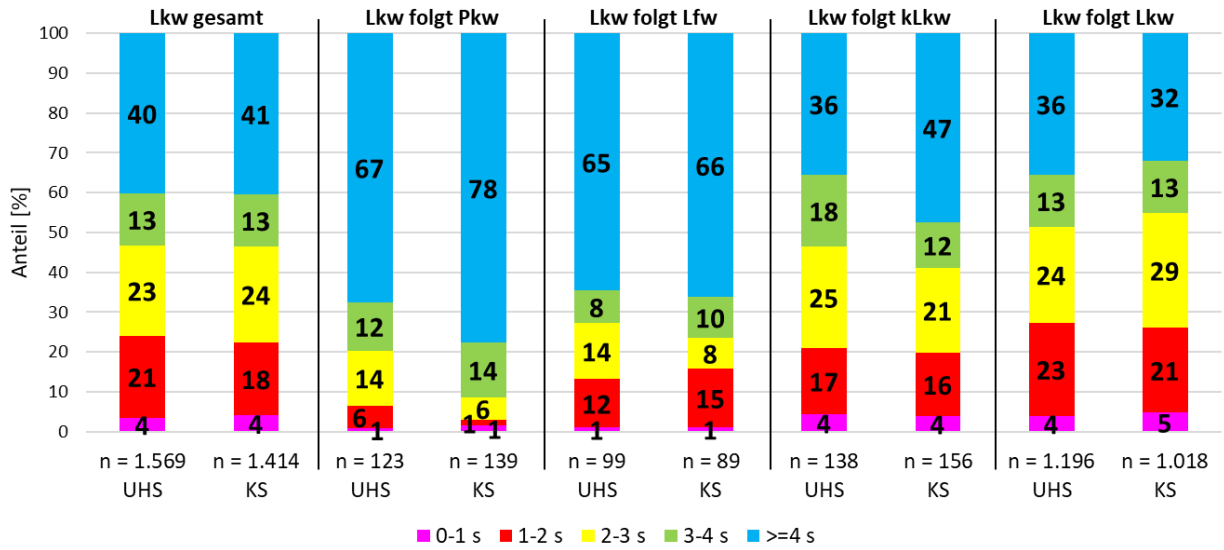
Anhang 11.8

Messstelle 7.2 A 7 AS Kassel-Nord – AS Hann. Münden

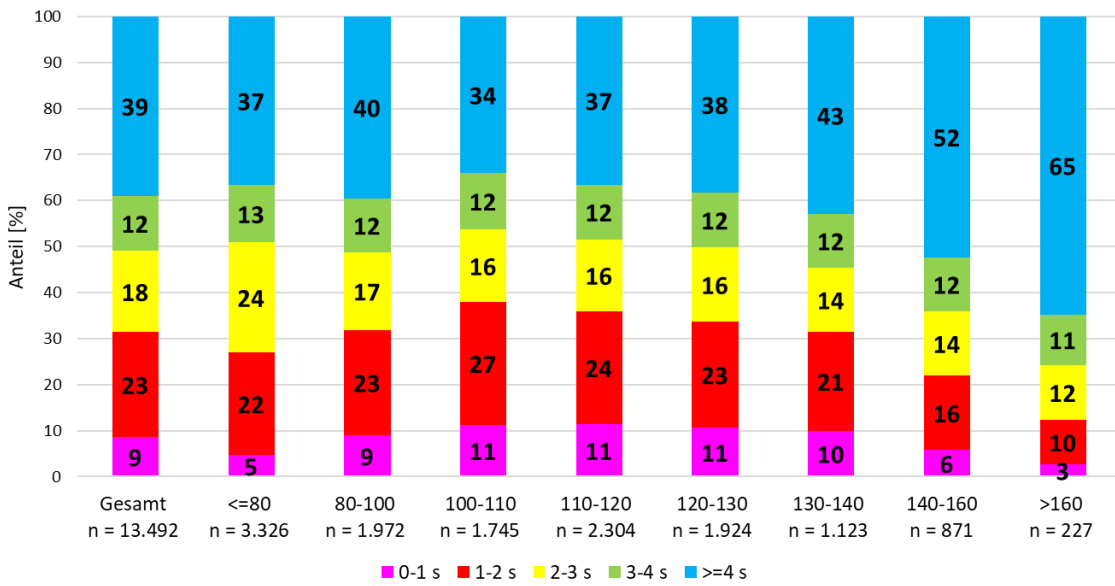
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg - Lkw

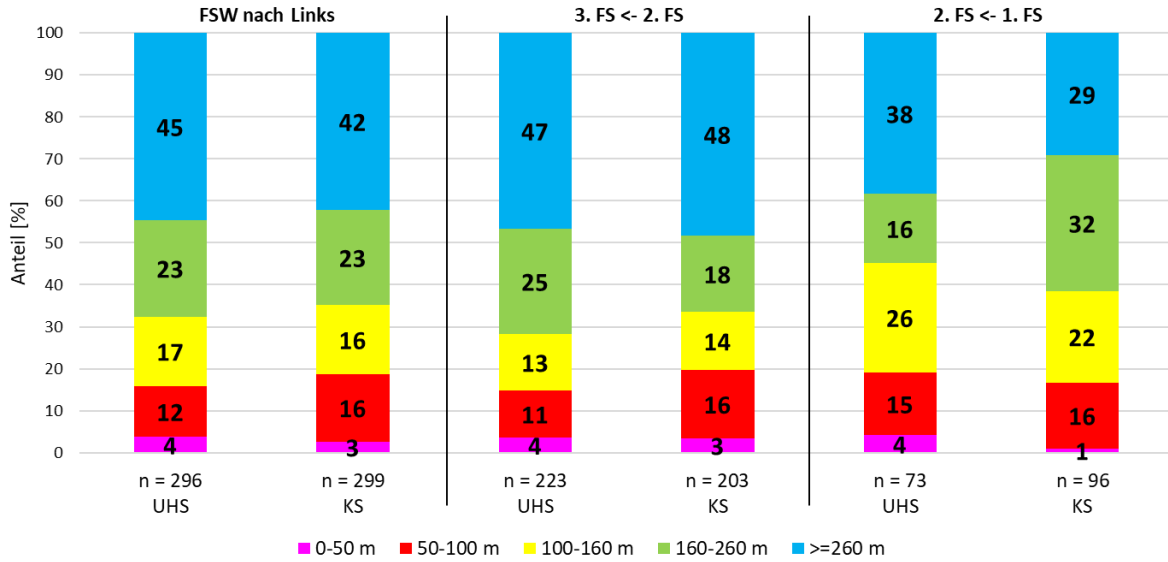


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg

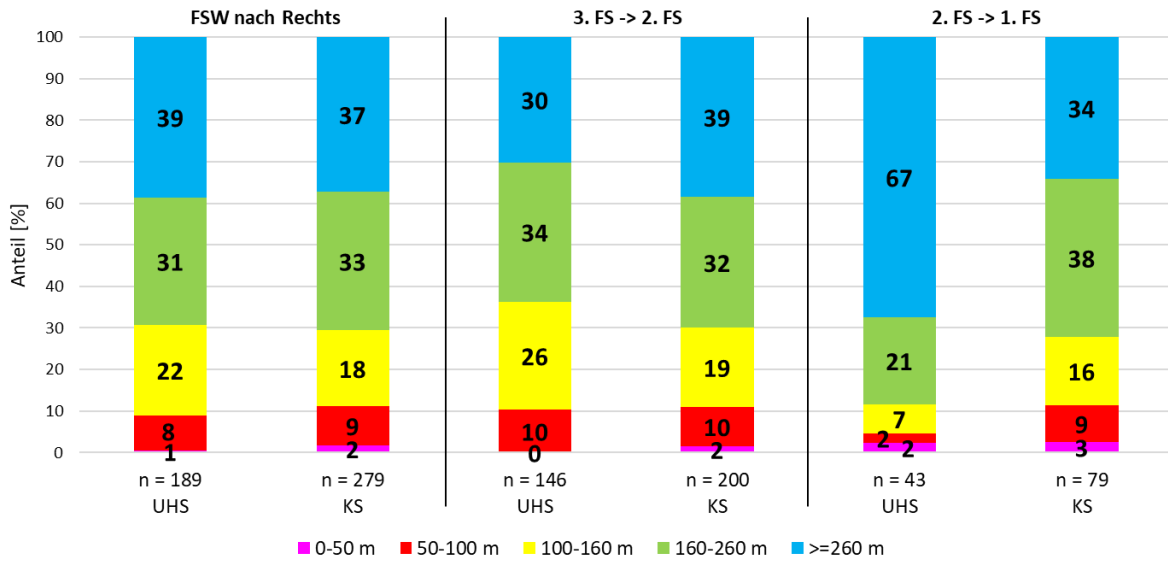


Fahrstreifenwechsel

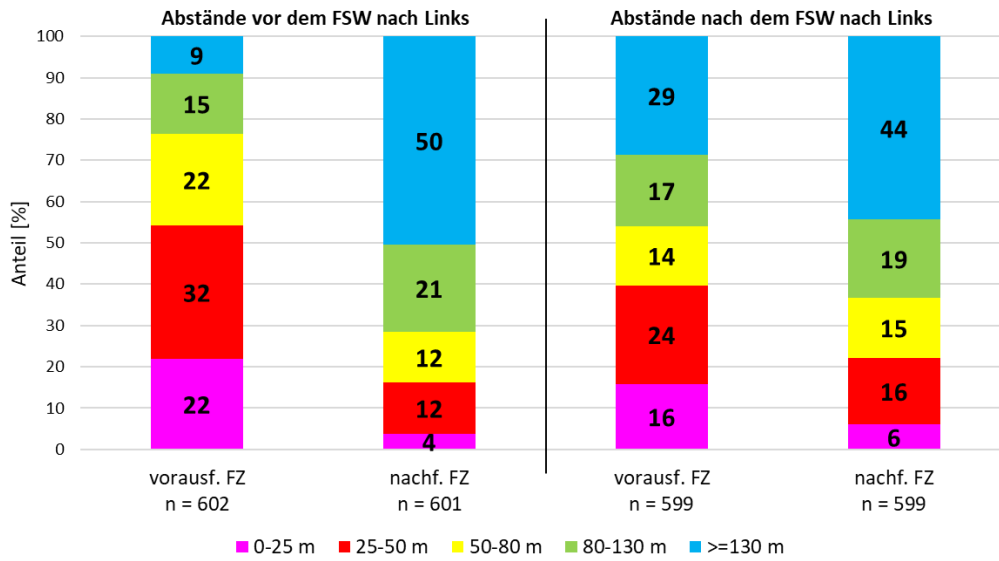
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg



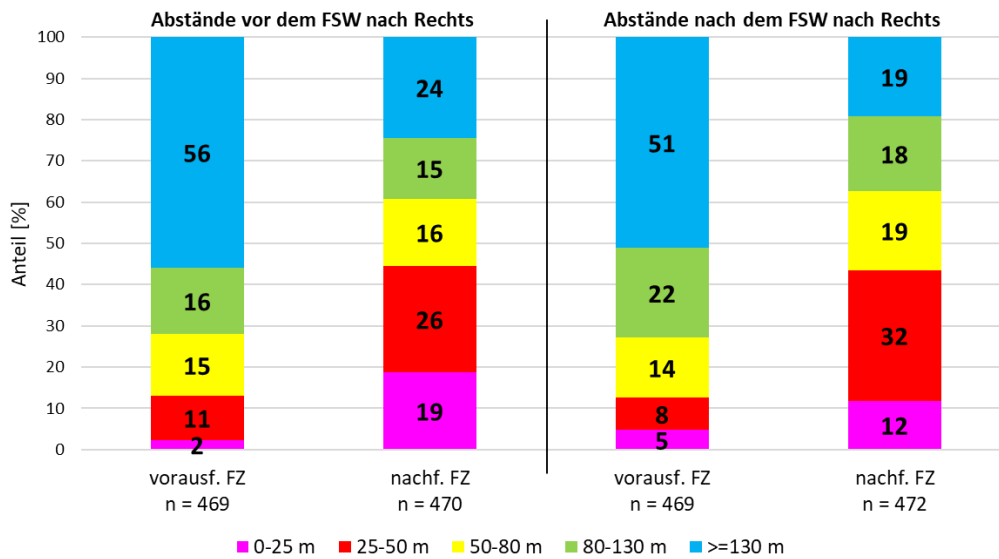
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg



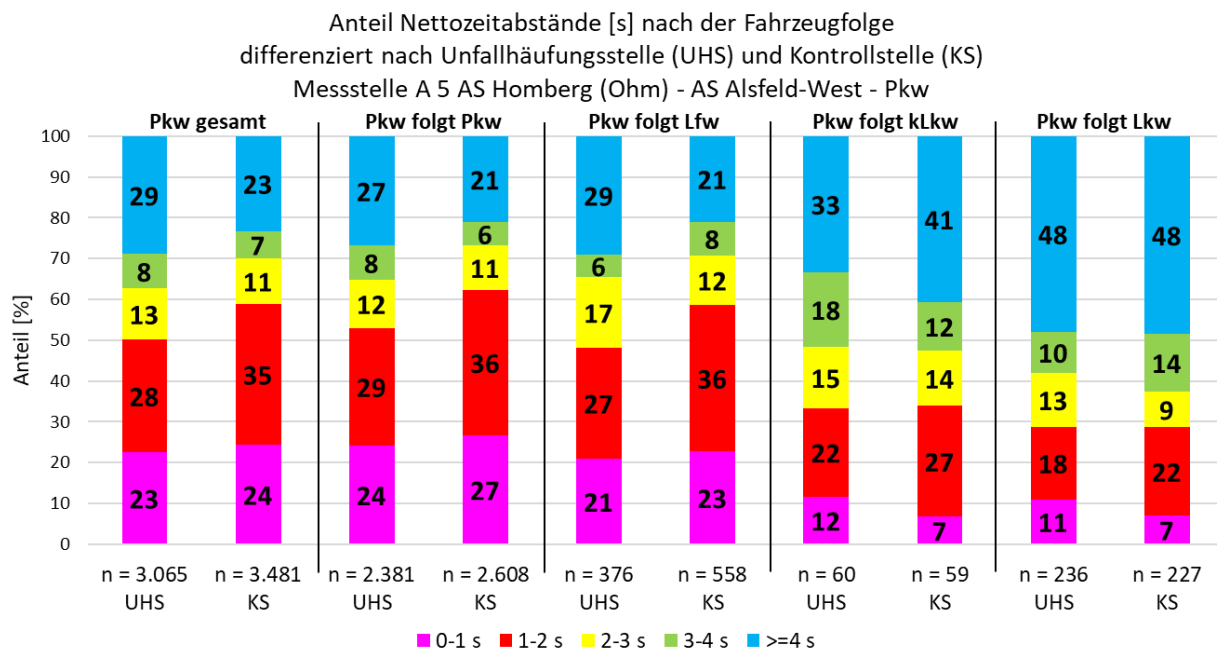
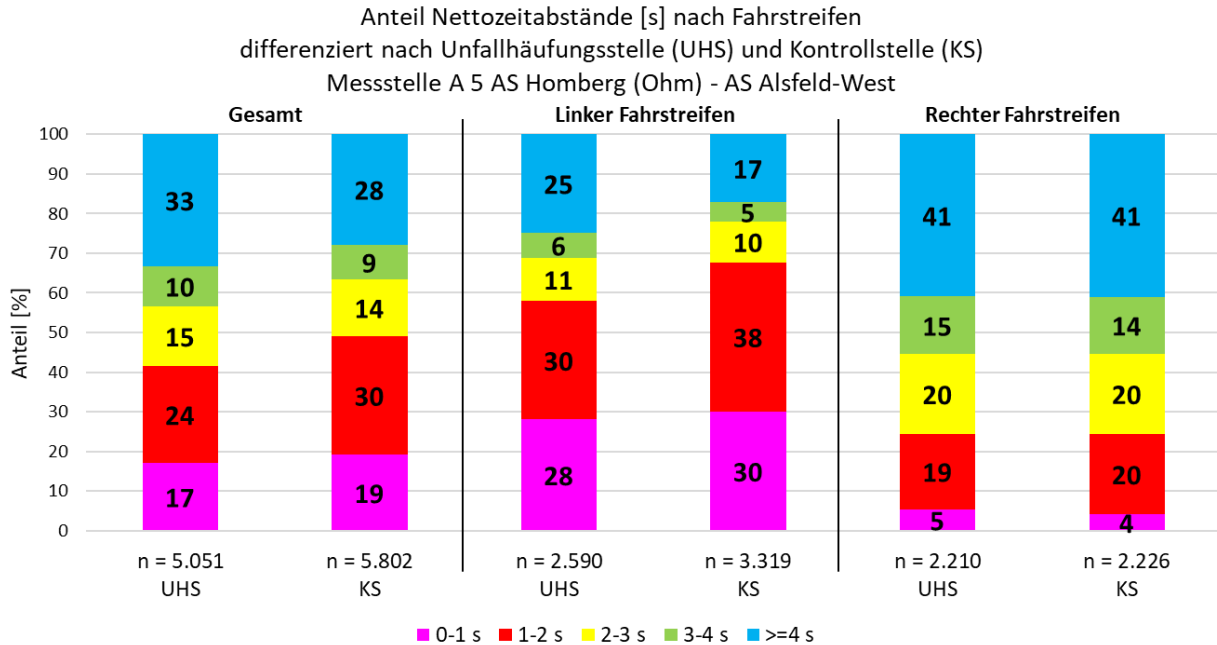
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 7 AS Kassel-Nord - AS Hann. Münden/Staufenberg-Lutterberg



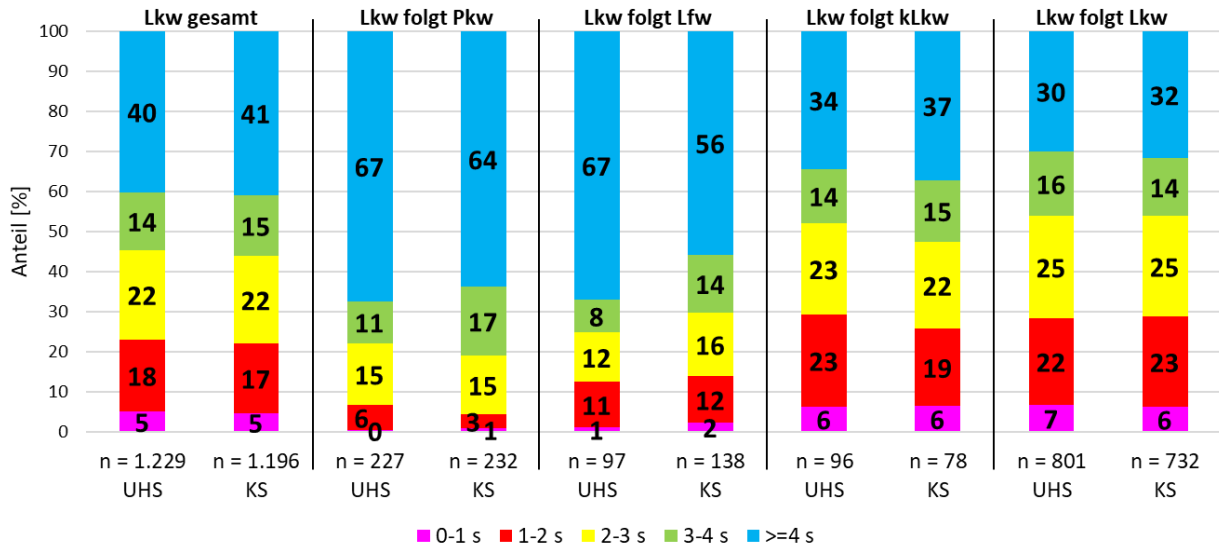
Anhang 11.9

Messstelle 8 A 5 AS Alsfeld-West – AS Homberg(Ohm)

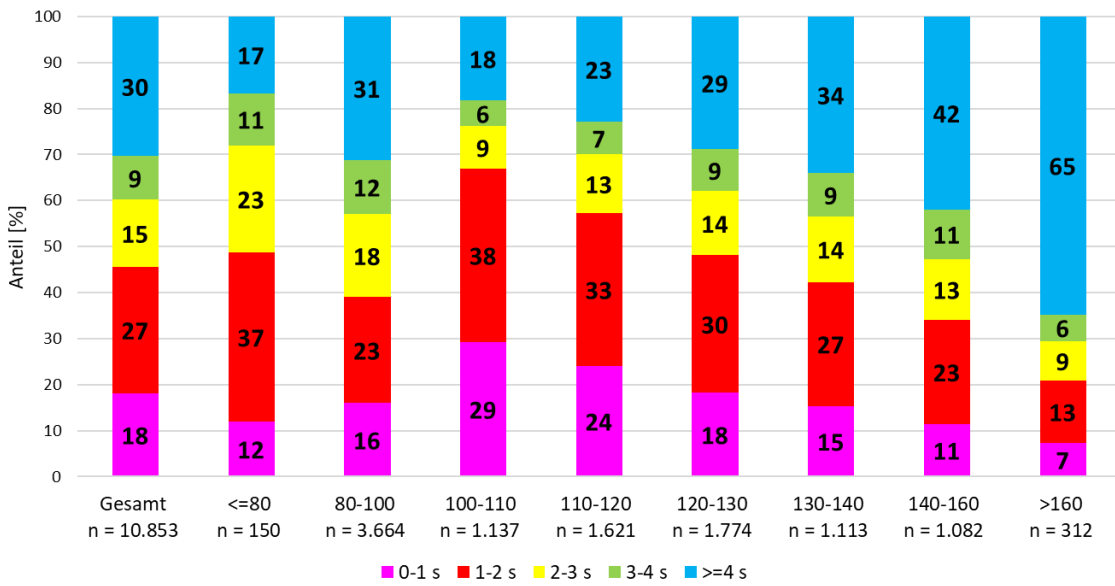
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West - Lkw

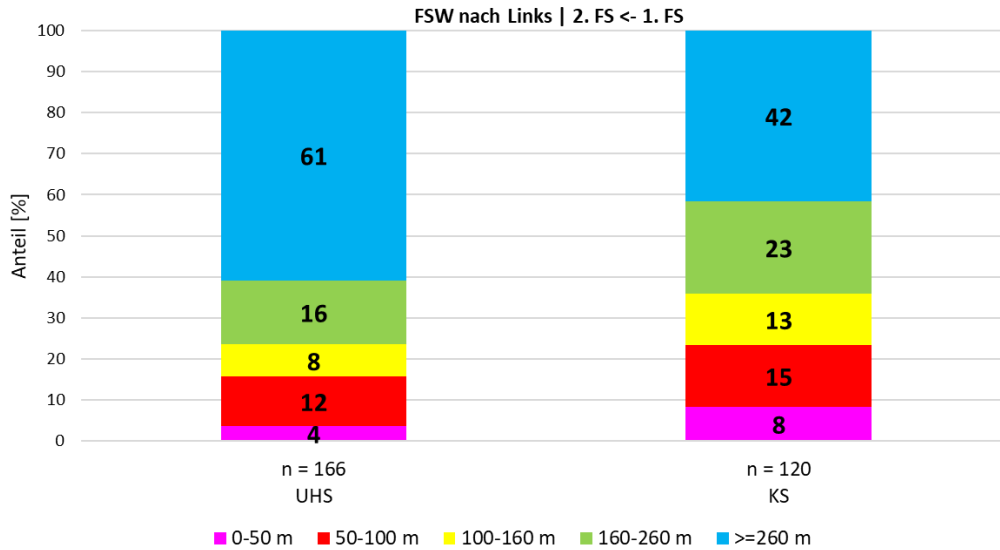


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West

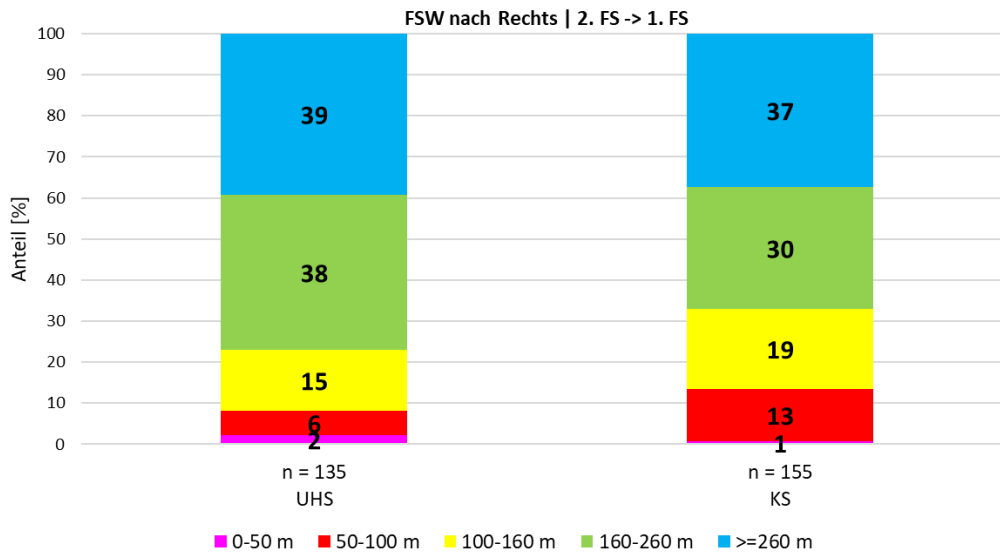


Fahrstreifenwechsel

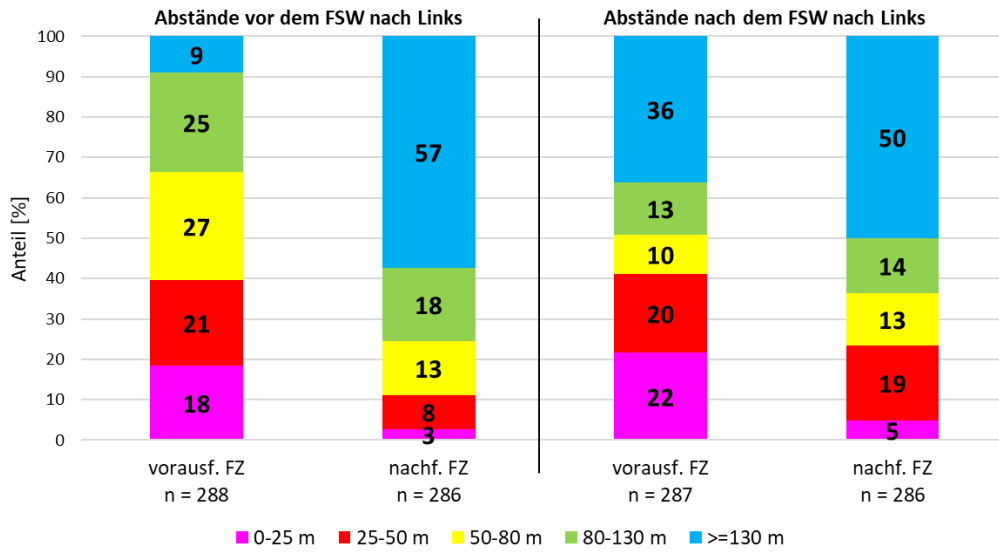
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West



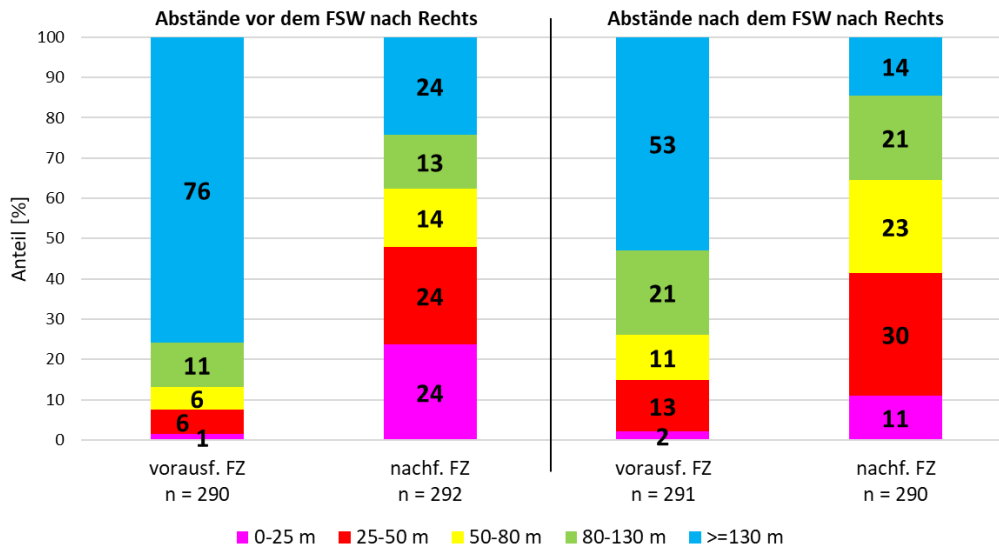
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West



Vergleich Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West



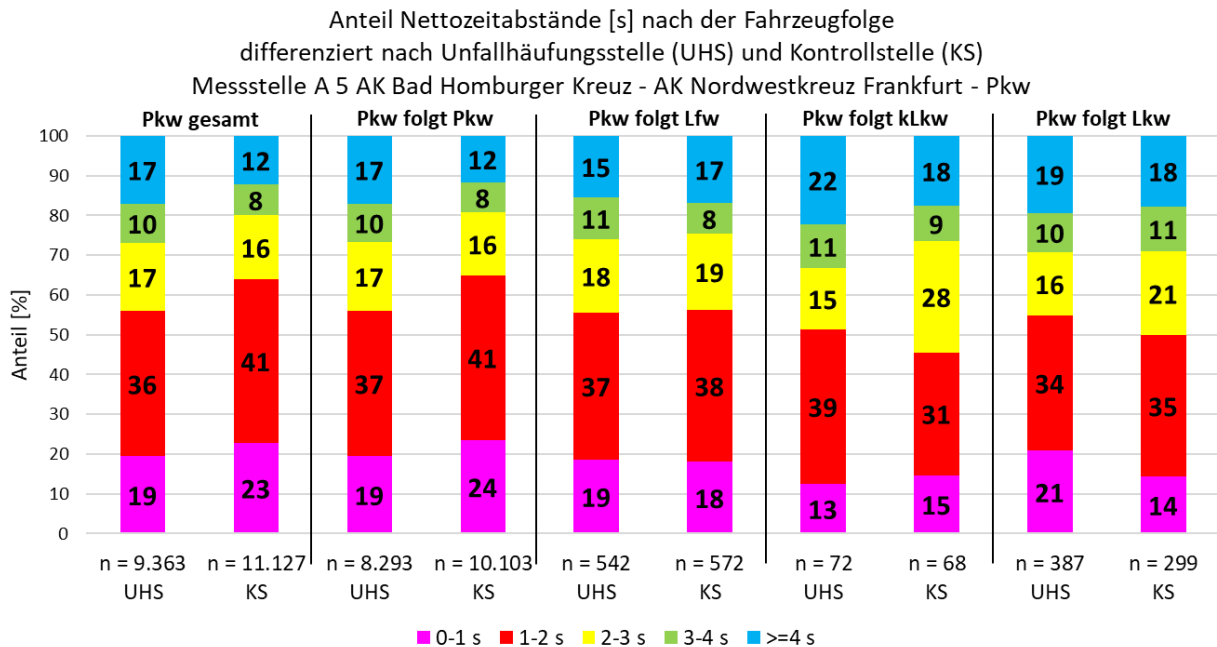
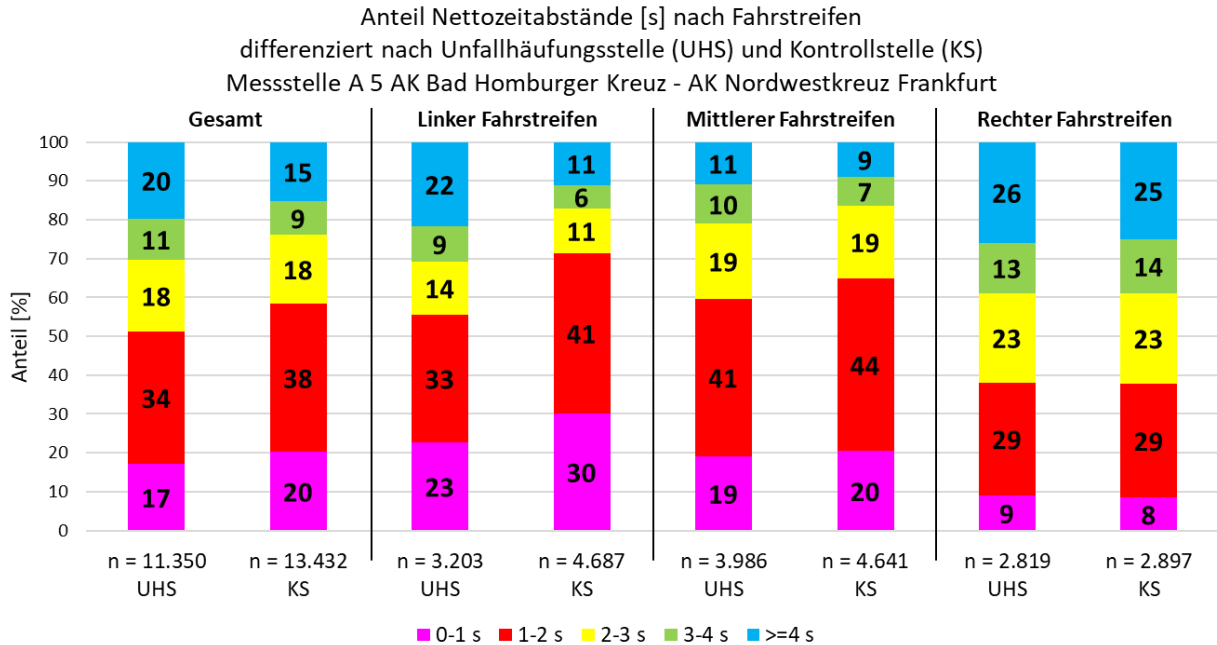
Vergleich Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AS Homberg (Ohm) - AS Alsfeld-West



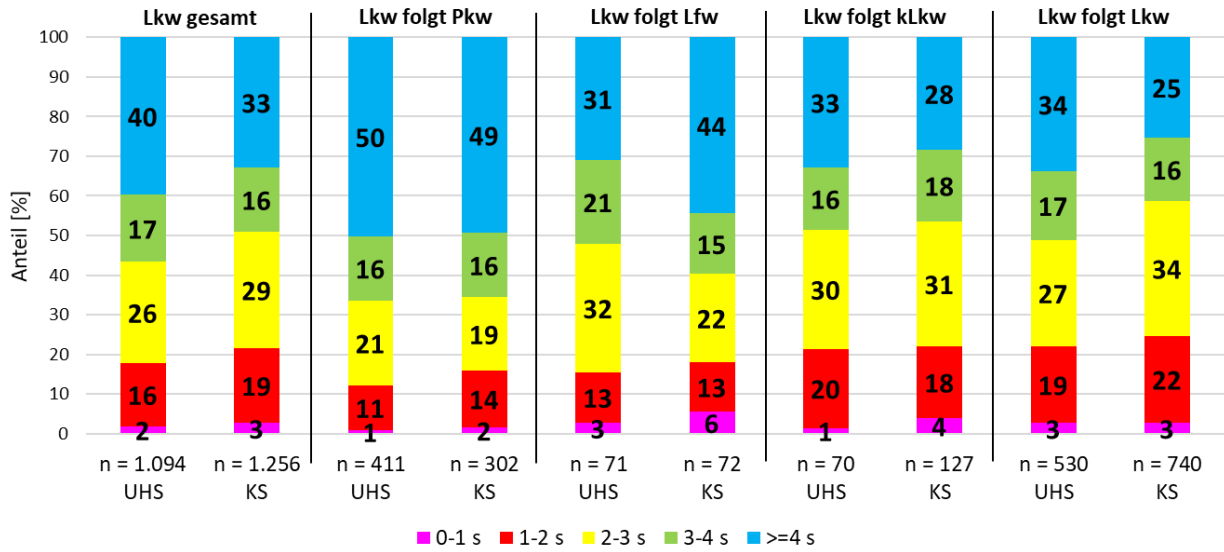
Anhang 11.10

Messstelle 9a A 5 Bad Homburger Kreuz – Nordwestkreuz Frankfurt

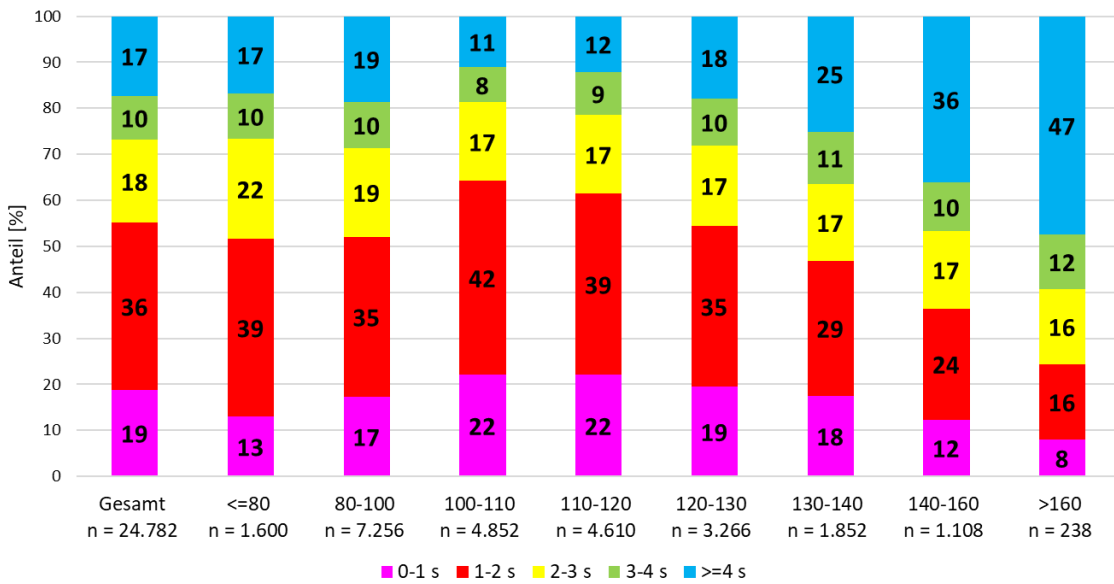
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt - Lkw

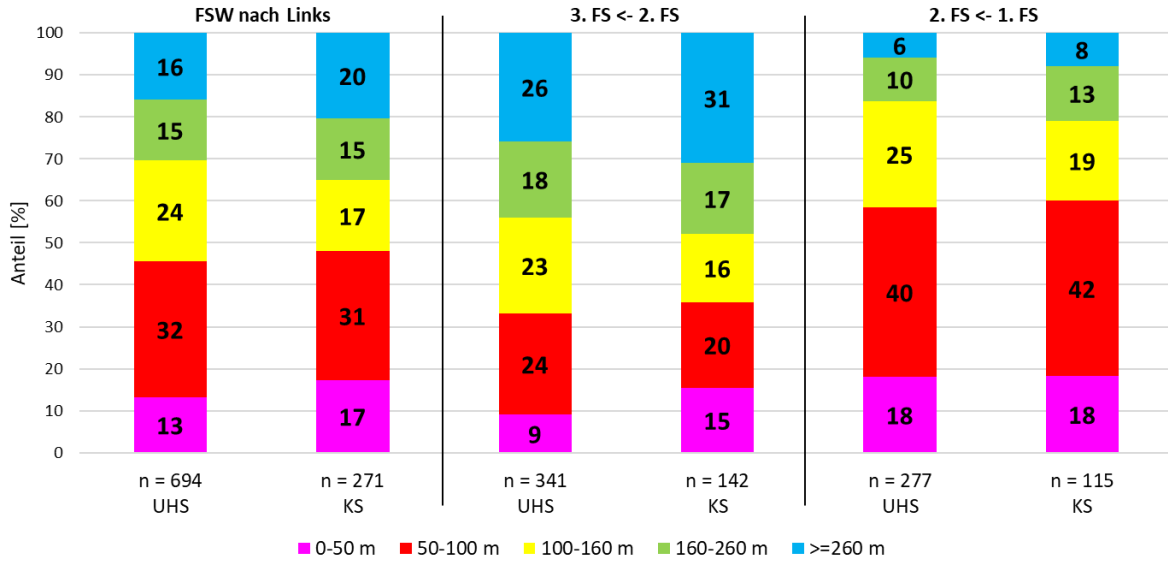


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt

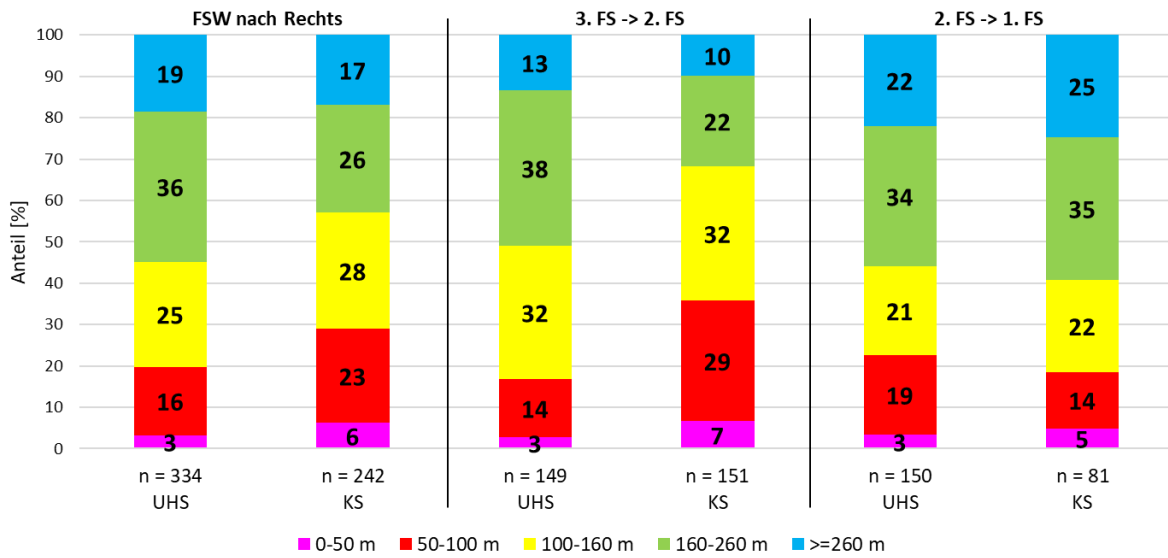


Fahrstreifenwechsel

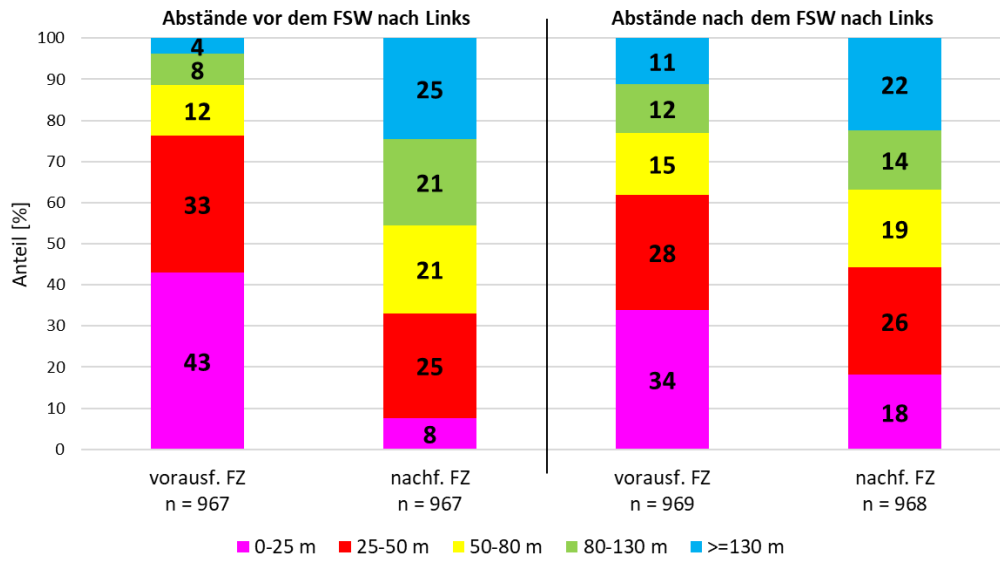
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt



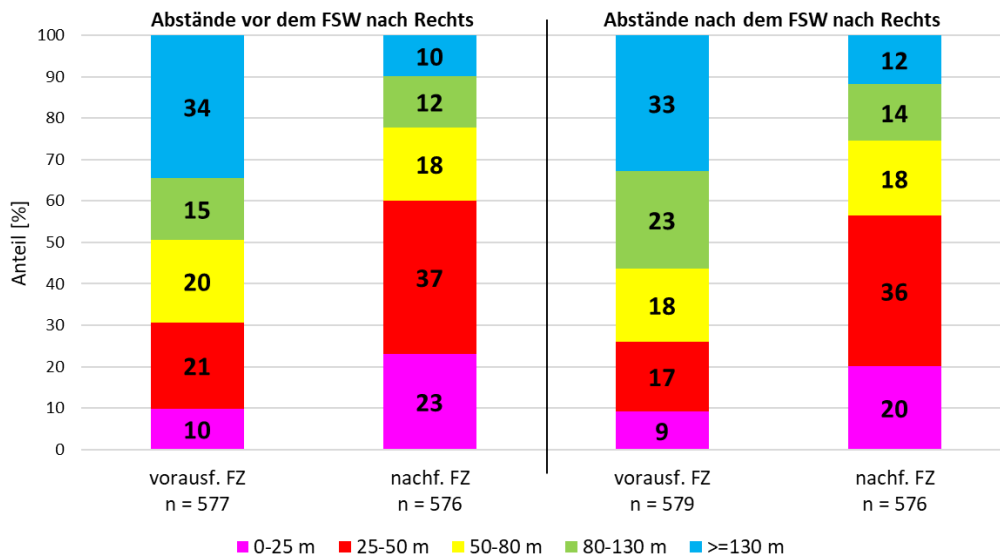
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt



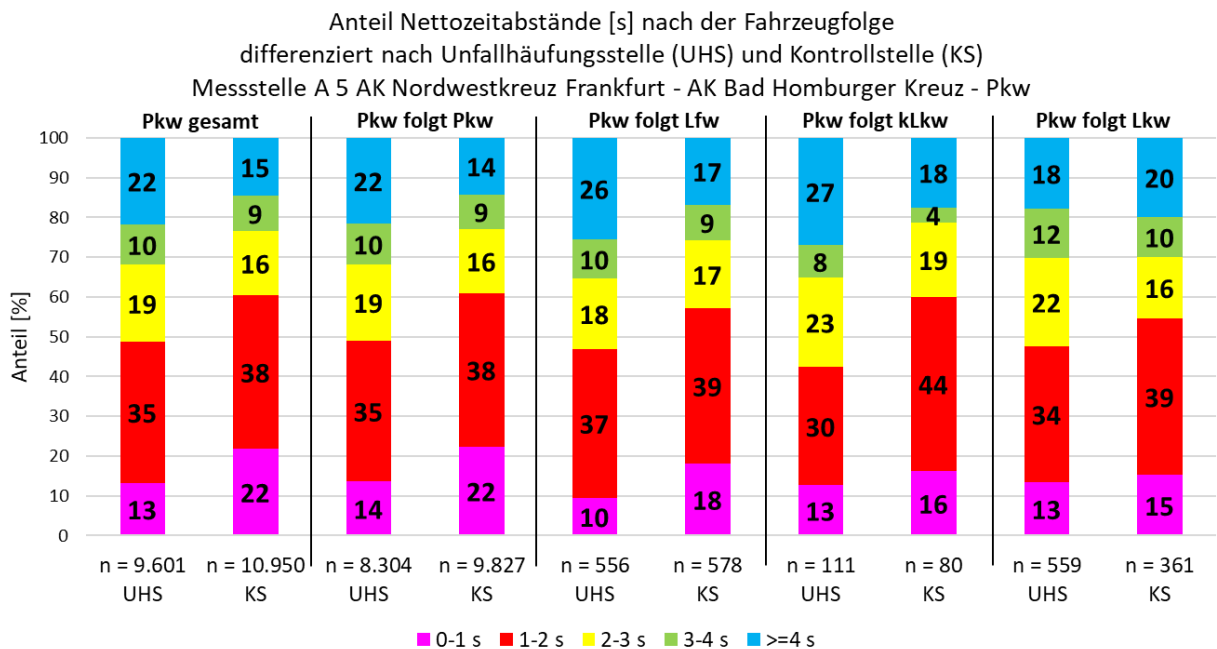
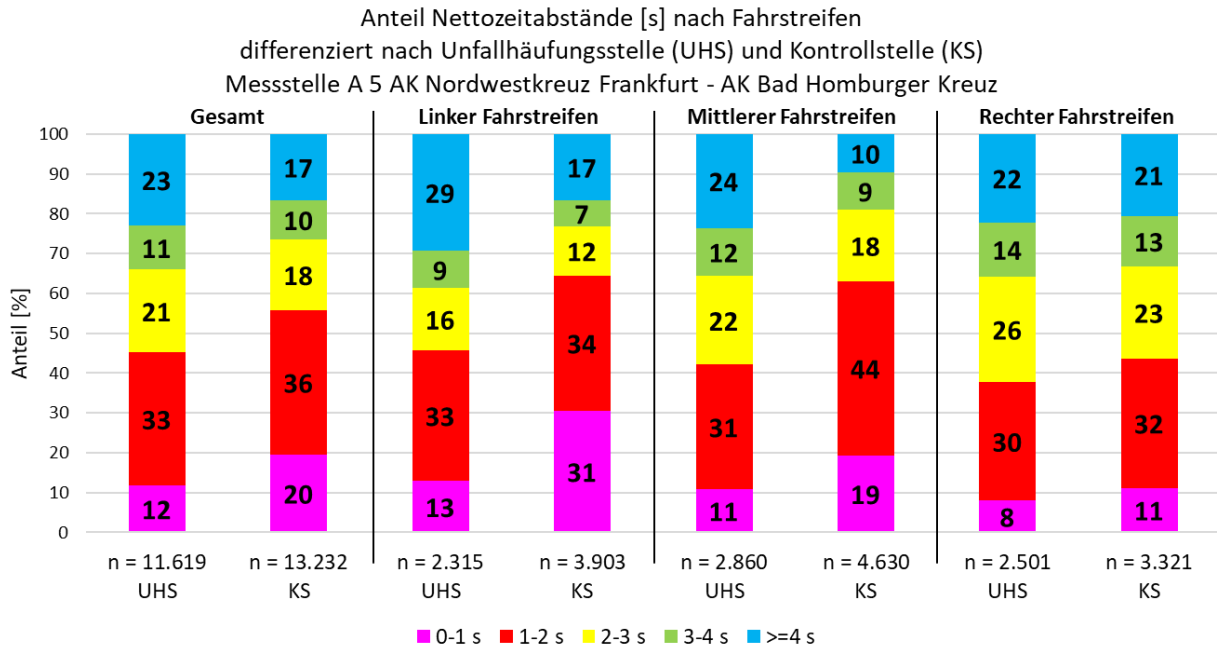
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AK Bad Homburger Kreuz - AK Nordwestkreuz Frankfurt



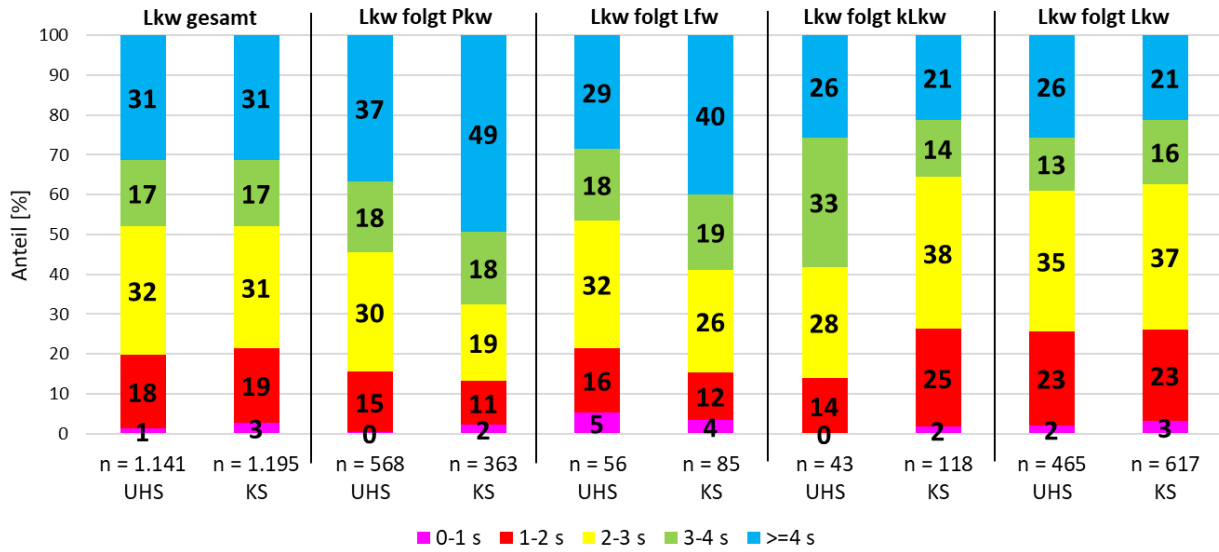
Anhang 11.11

Messstelle 9b A 5 Nordwestkreuz Frankfurt – Bad Homburger Kreuz

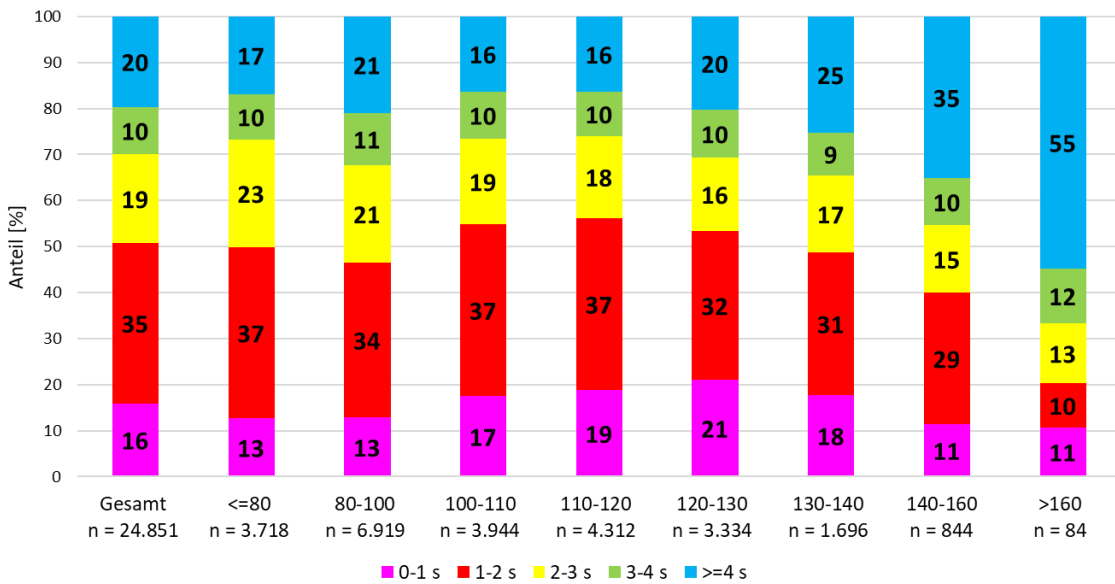
Abstandsverhalten



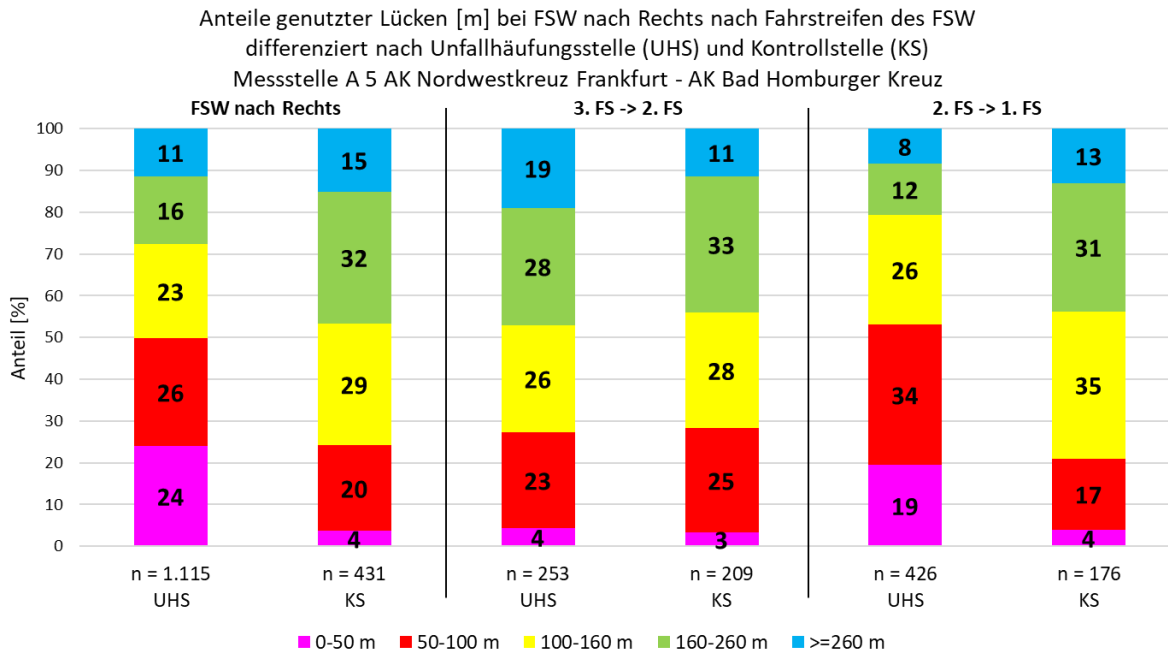
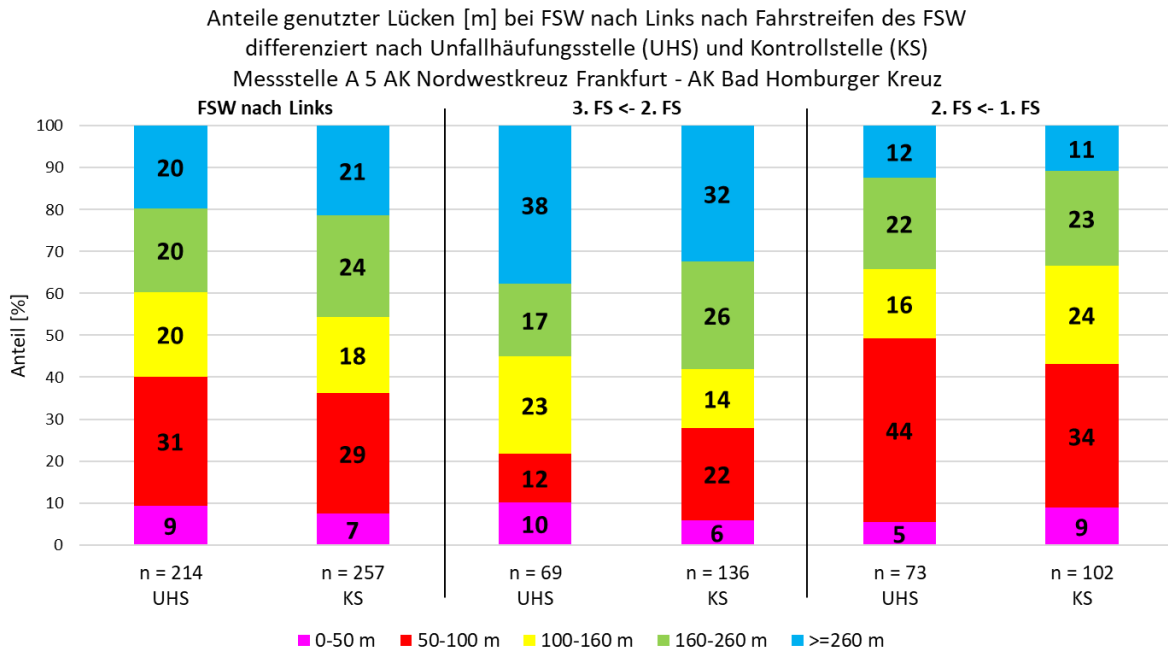
Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 5 AK Nordwestkreuz Frankfurt - AK Bad Homburger Kreuz - Lkw



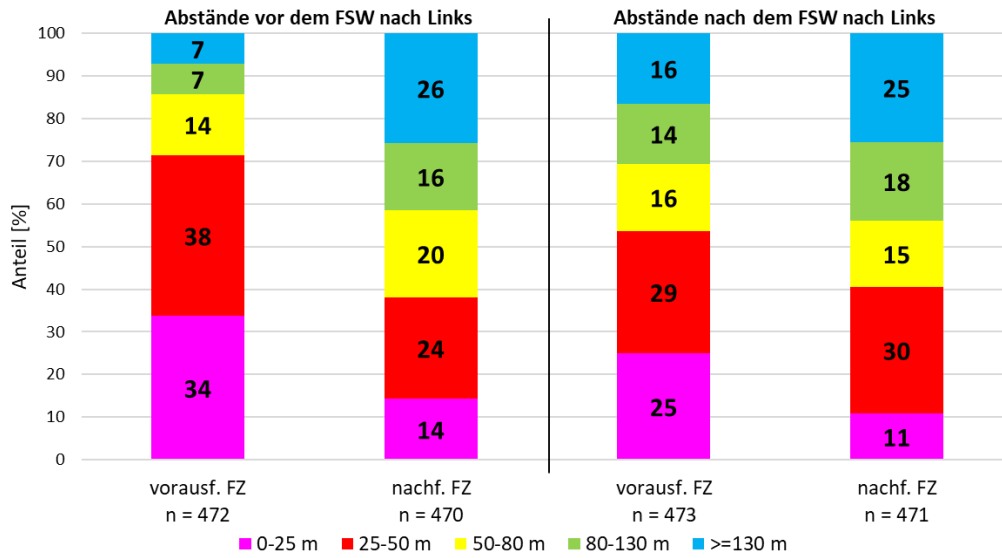
Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 5 AK Nordwestkreuz Frankfurt - AK Bad Homburger Kreuz



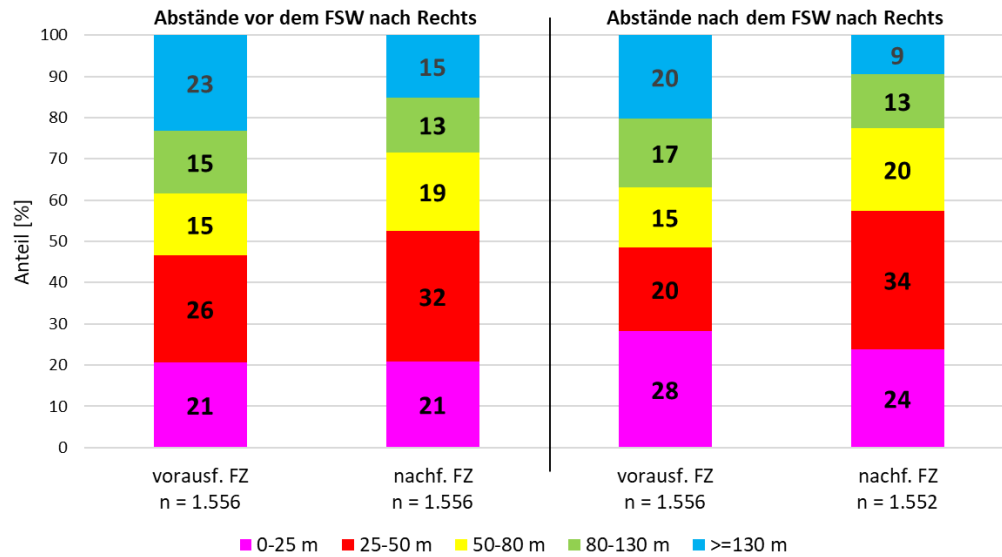
Fahrstreifenwechsel



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AK Nordwestkreuz Frankfurt - AK Bad Homburger Kreuz



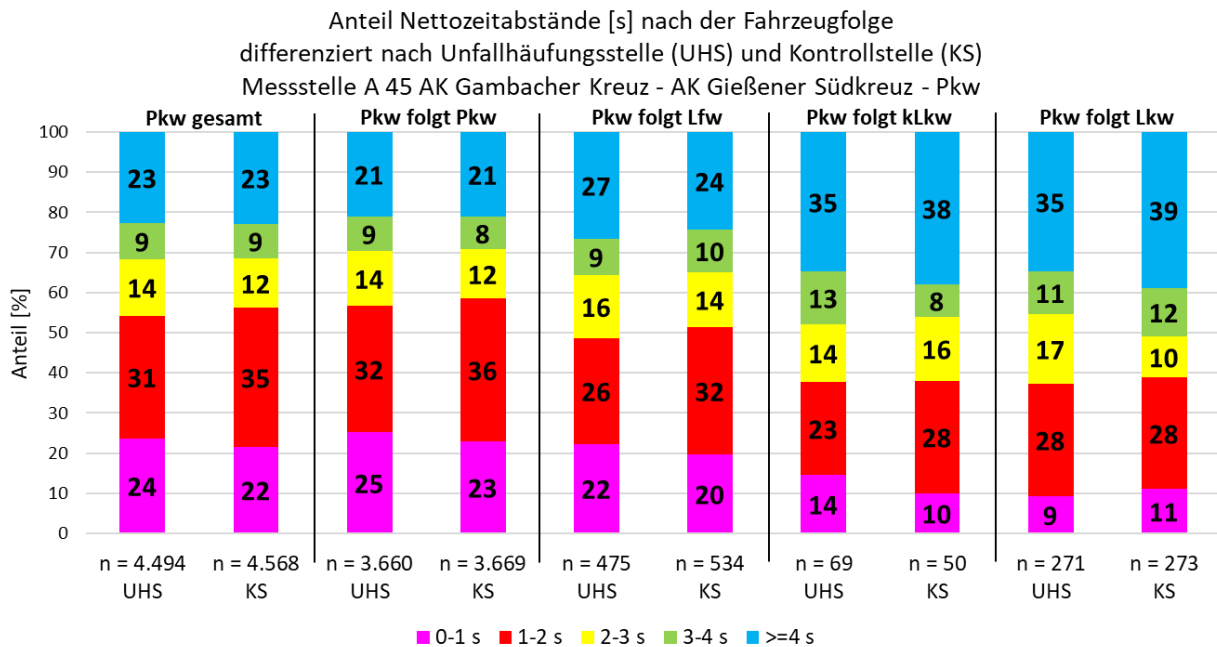
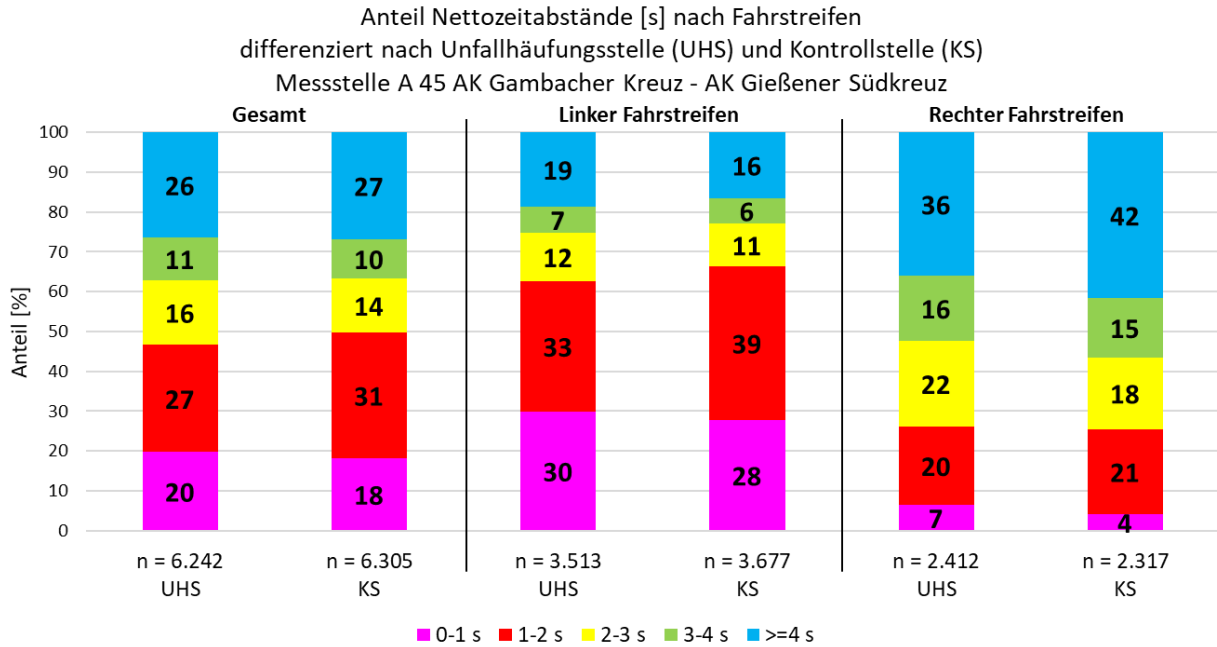
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 5 AK Nordwestkreuz Frankfurt - AK Bad Homburger Kreuz



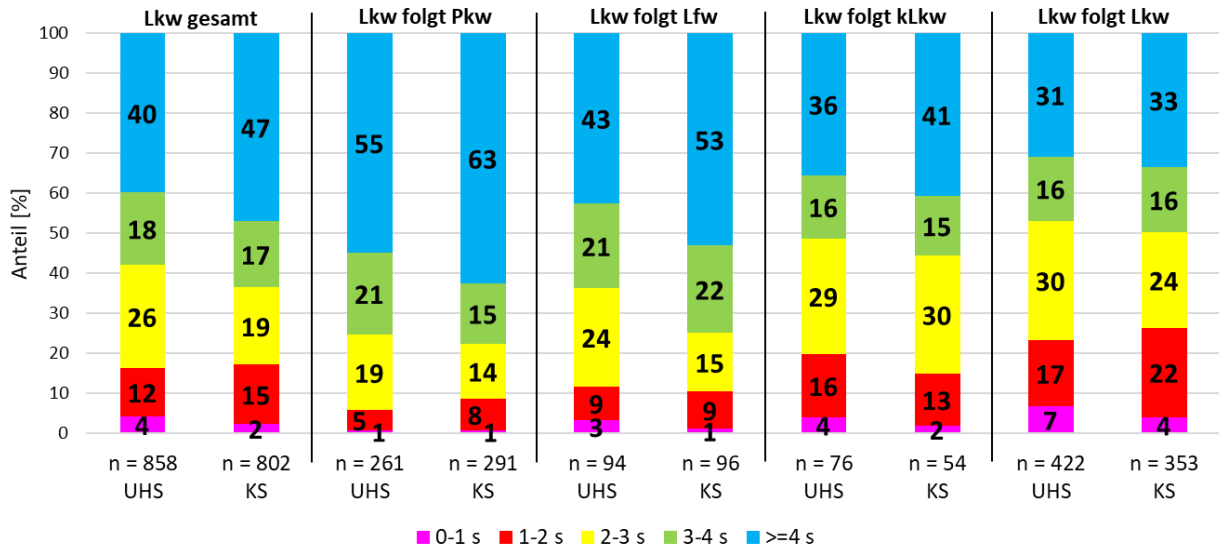
Anhang 11.12

Messstelle 10 A 45 Gambacher Kreuz – Gießener Südkreuz

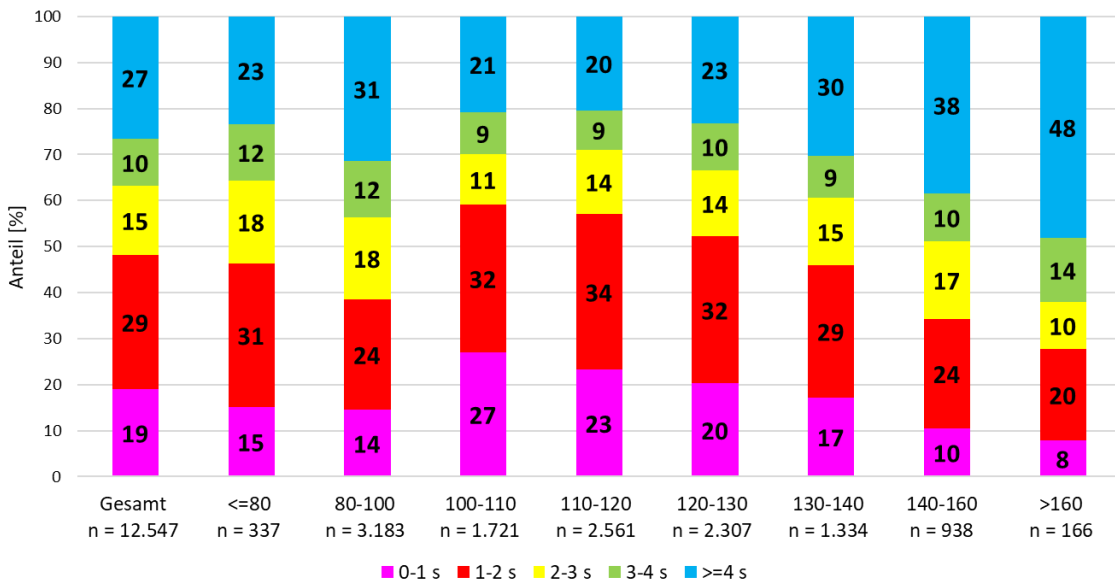
Abstandsverhalten



Anteil Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz - Lkw

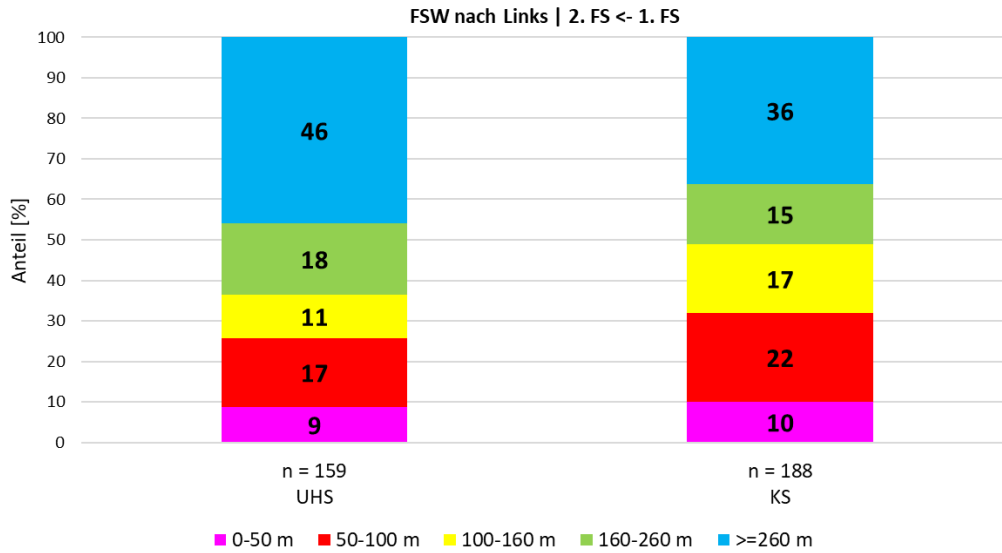


Anteil Nettozeitabstände [s] nach Geschwindigkeit
Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz

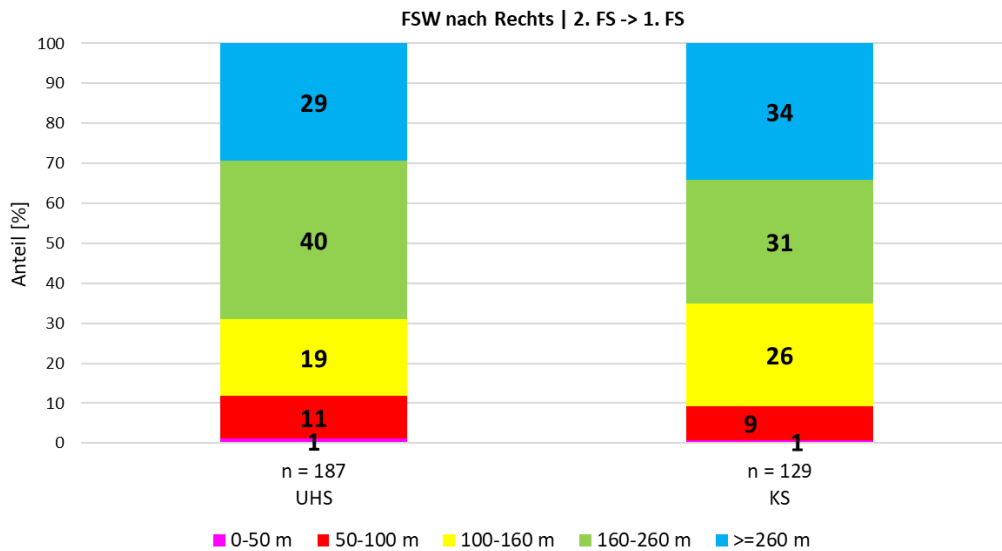


Fahrstreifenwechsel

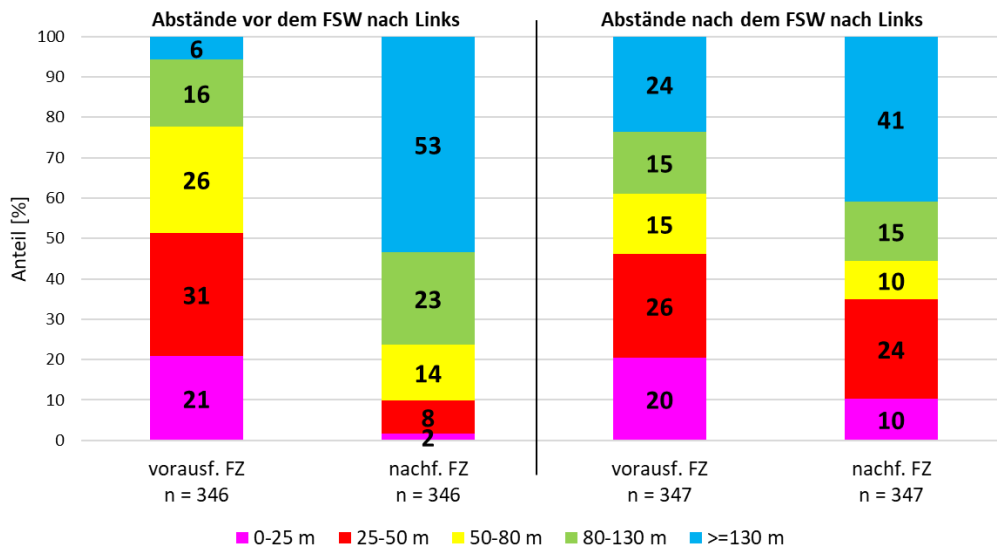
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Links nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz



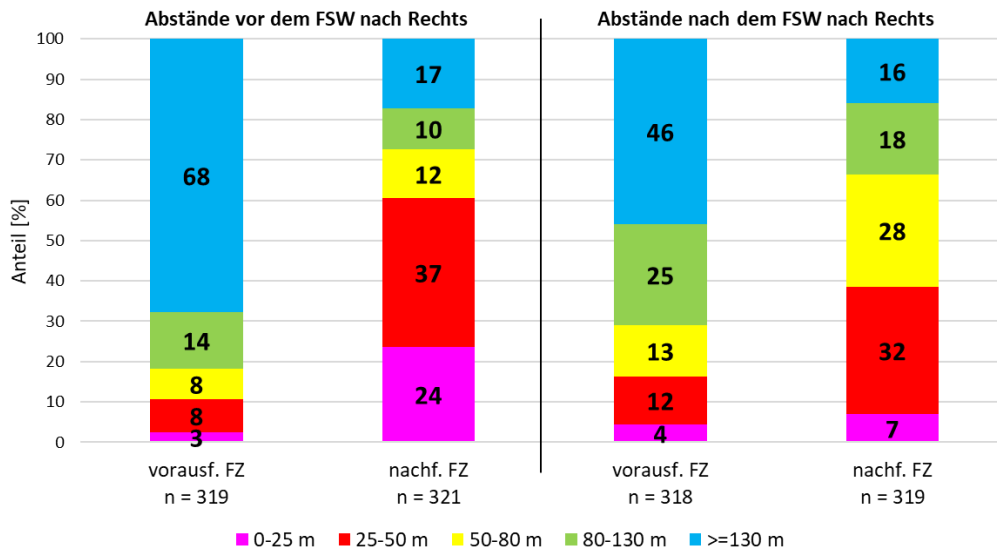
Anteile genutzter Lücken [m] bei FSW nach Rechts nach Fahrstreifen des FSW
differenziert nach Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)
Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz



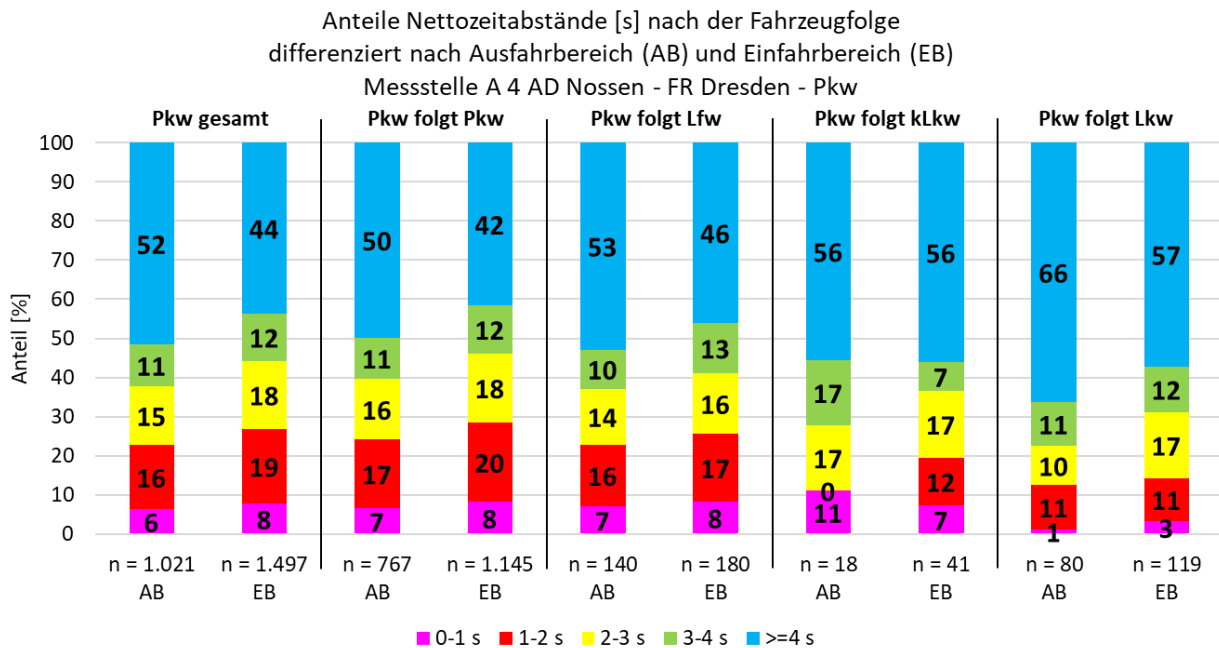
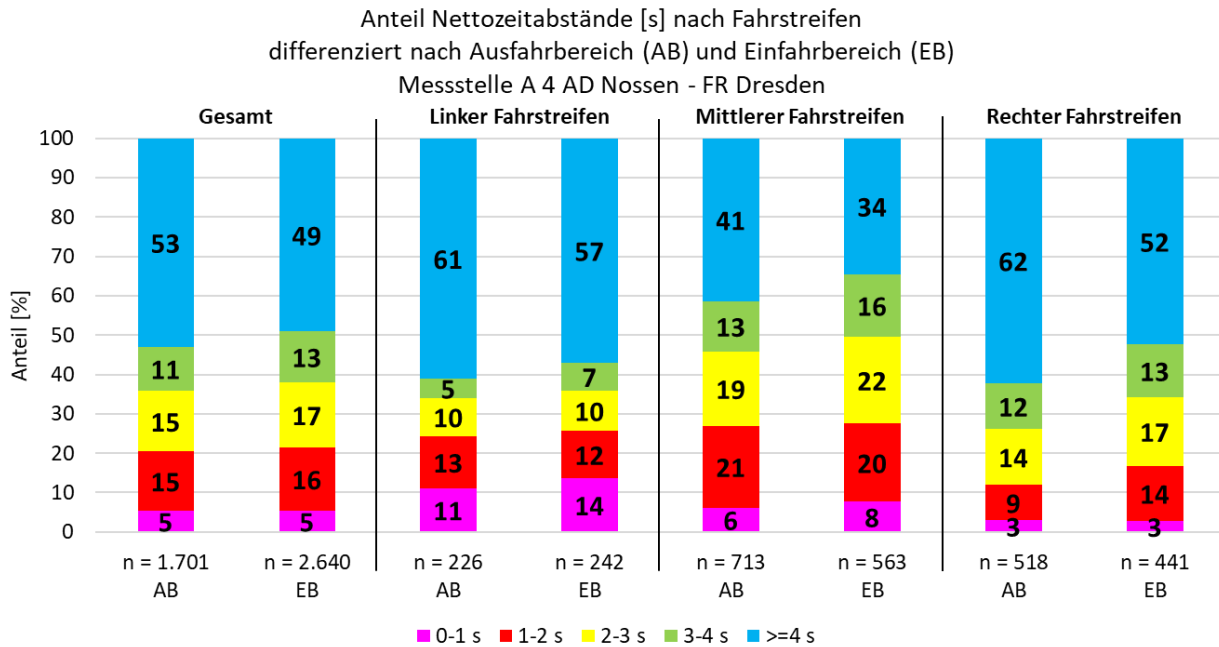
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug
 Messstelle A 45 AK Gambacher Kreuz - AK Gießener Südkreuz



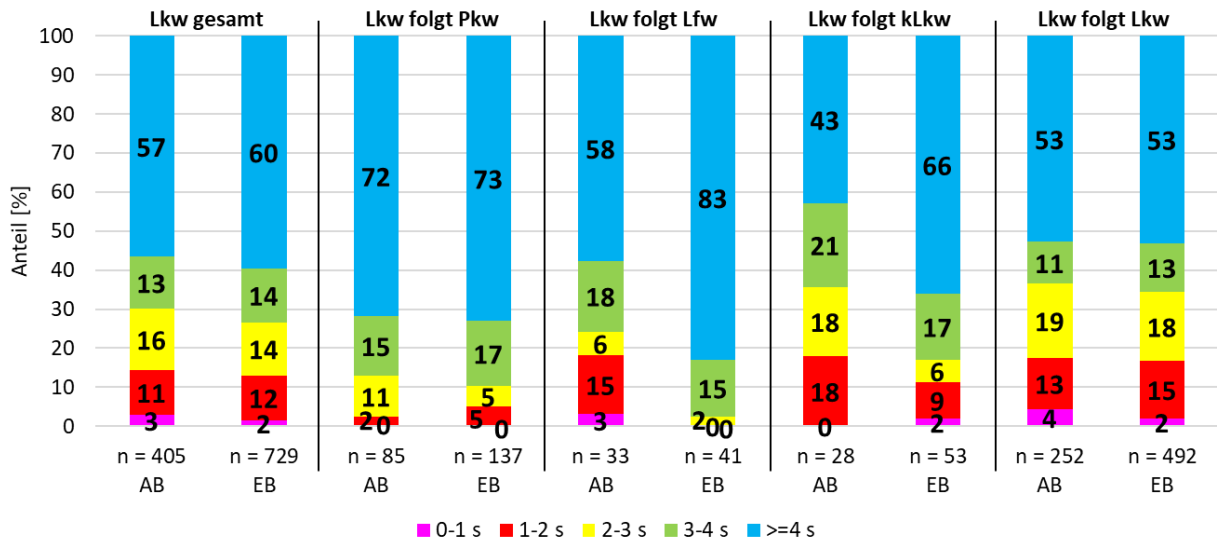
Anhang 11.13

Messstelle 11 A 4 AD Nossen

Abstandsverhalten

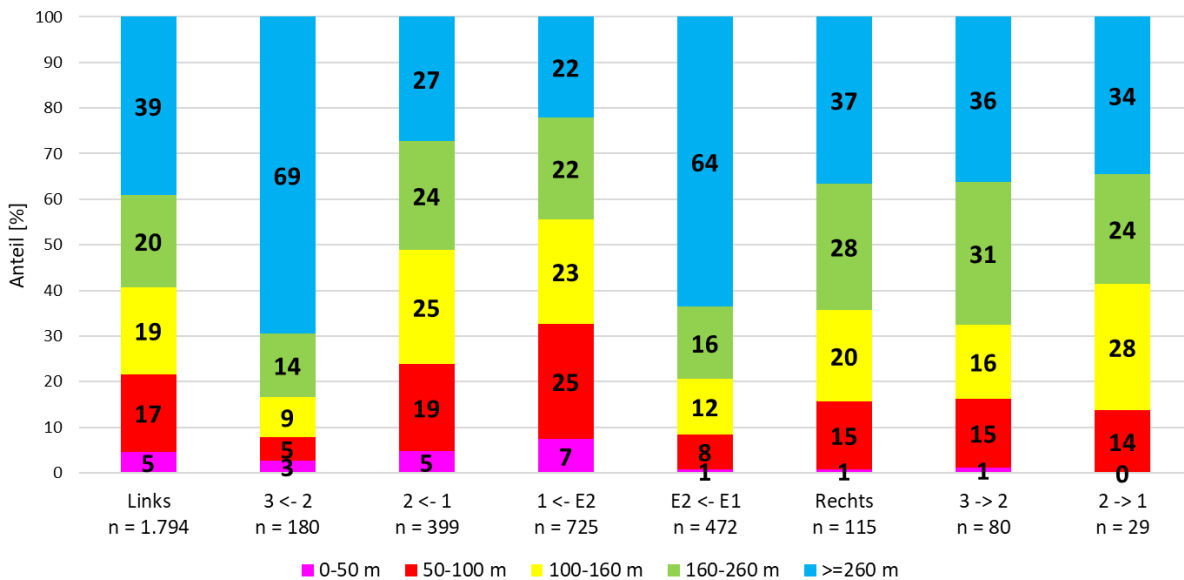


Anteile Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Ausfahrbereich (AB) und Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 4 AD Nossen - FR Dresden - Lkw

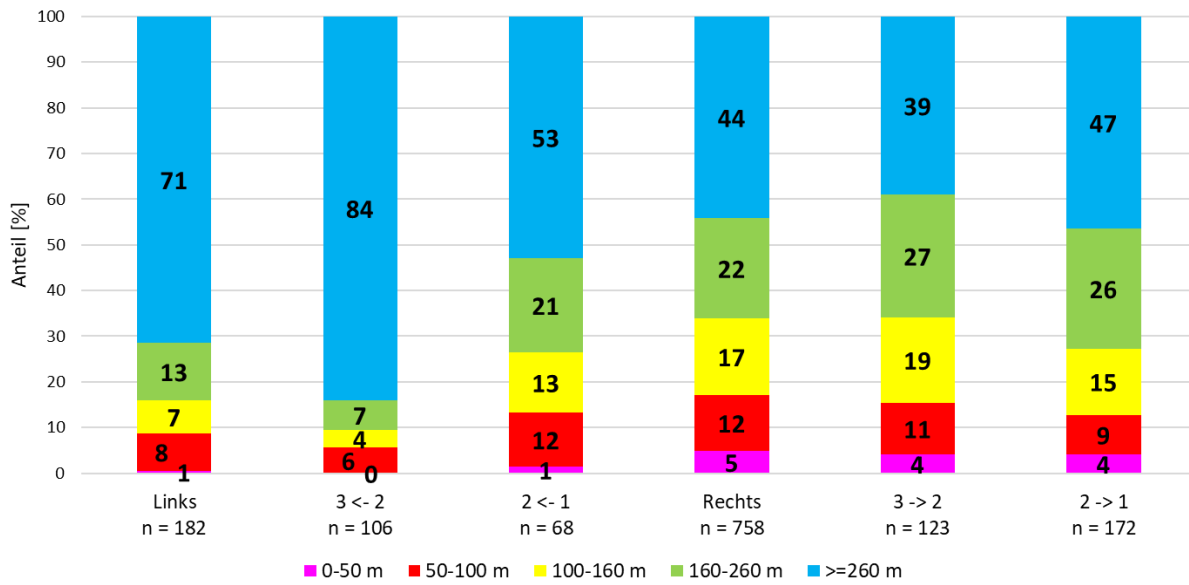


Fahrstreifenwechsel

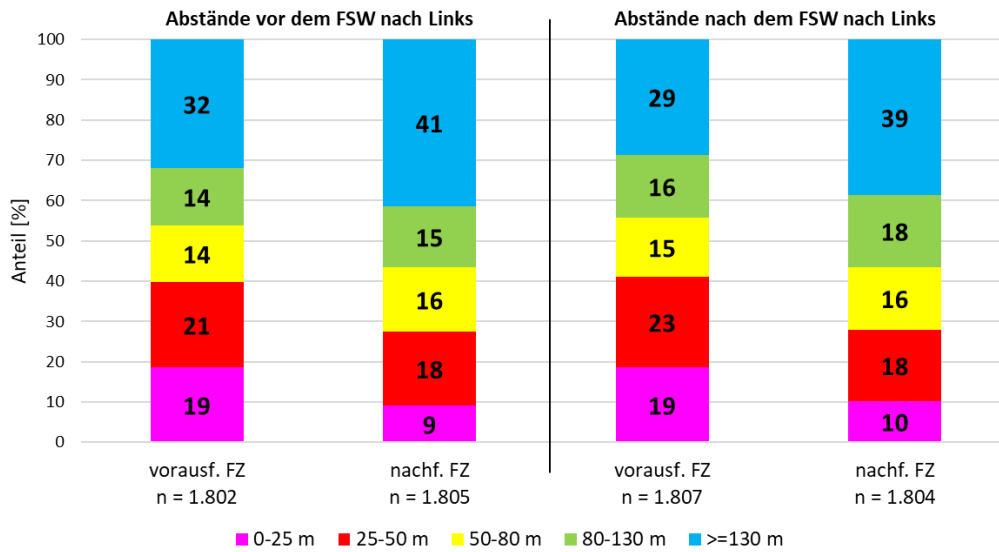
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich
Messstelle A 4 AD Nossen FR Dresden



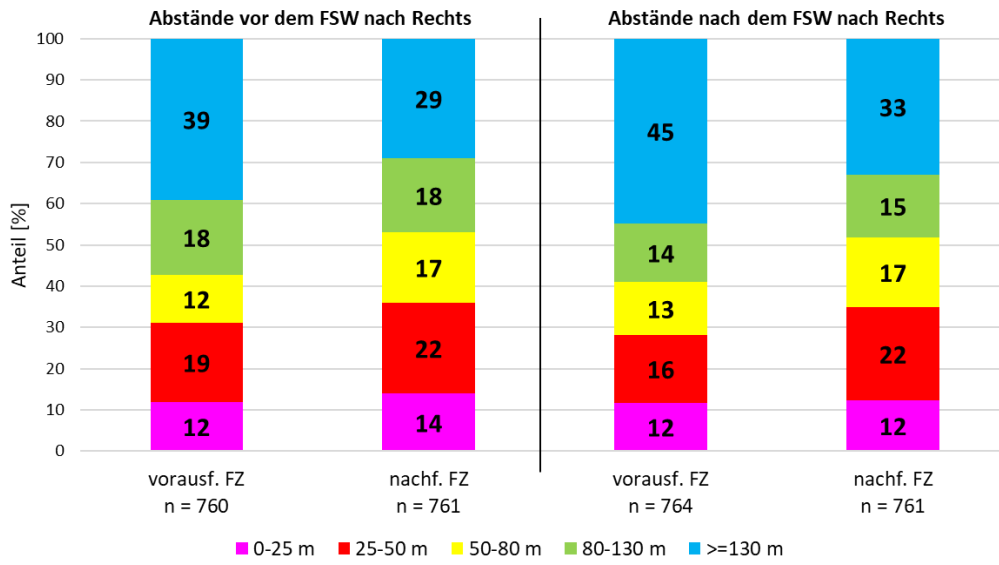
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 4 AD Nossen FR Dresden



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu
vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 4 AD Nossen FR Dresden



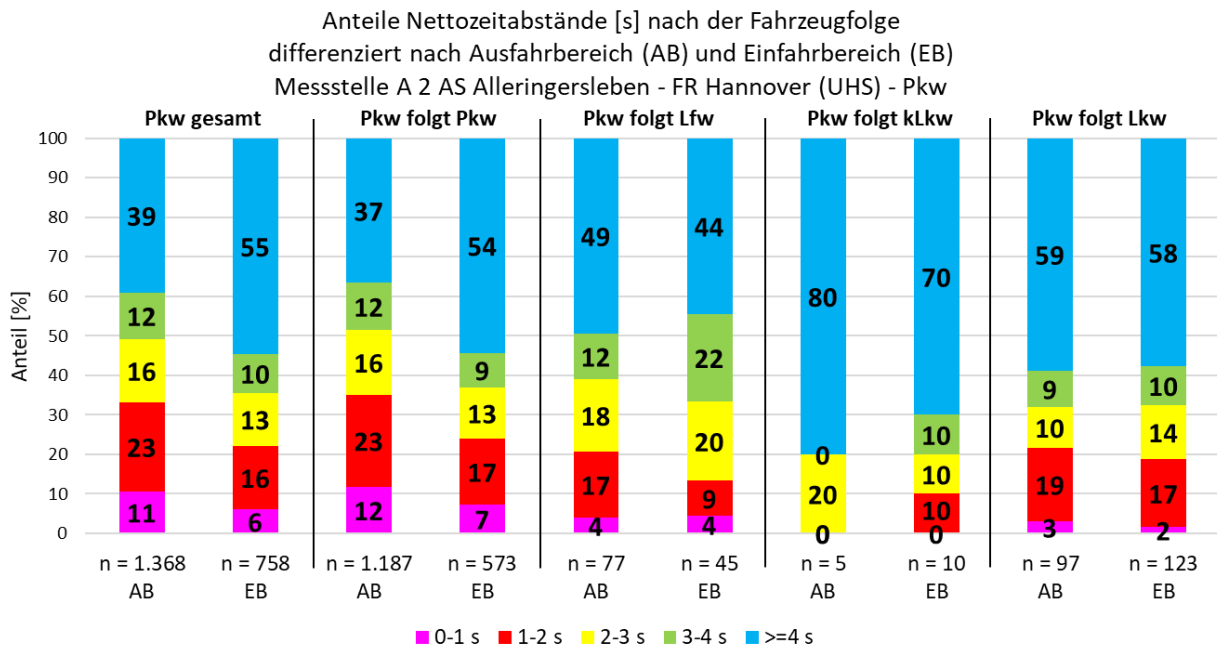
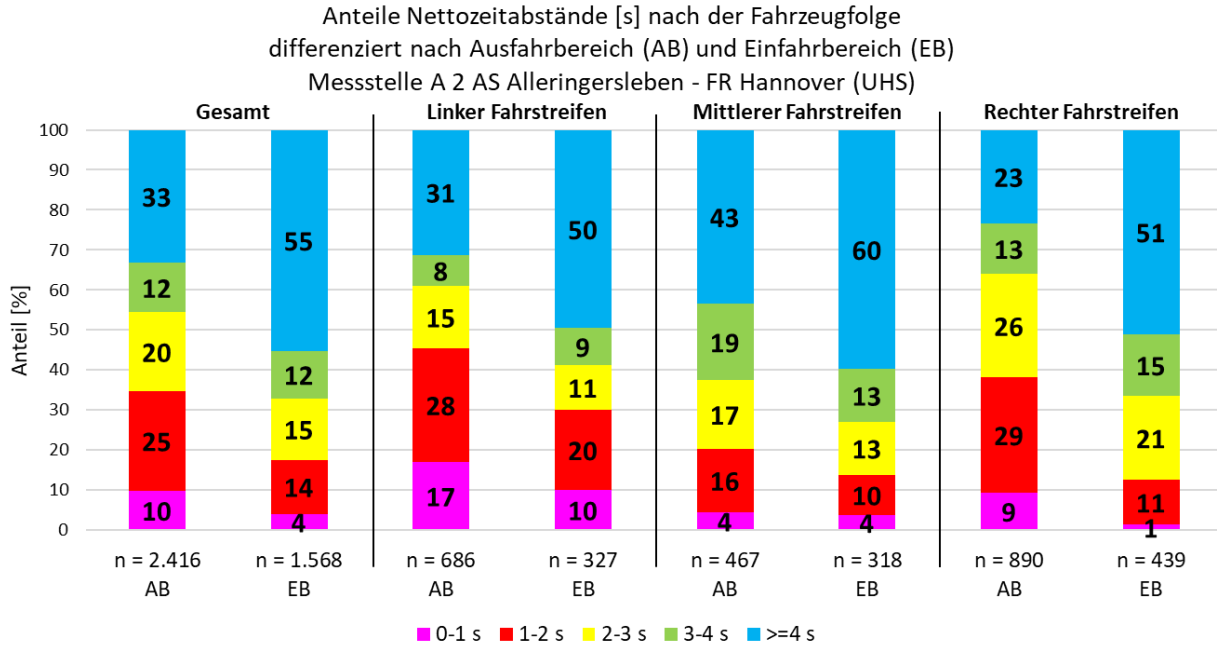
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Ausfahrbereich
Messstelle A 4 AD Nossen FR Dresden



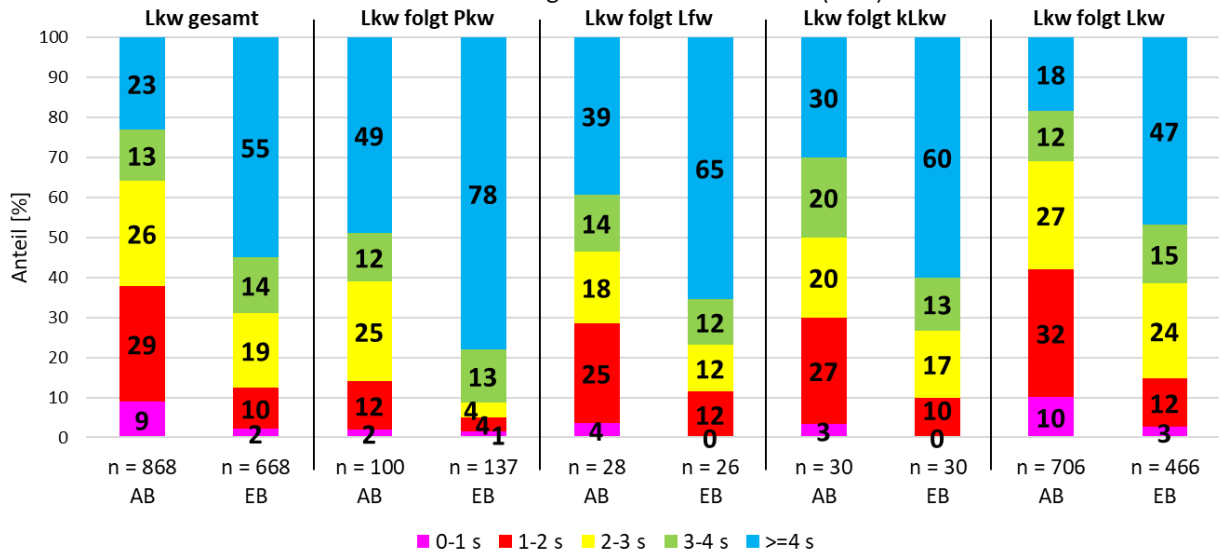
Anhang 11.14

Messstelle 12 A 2 AS Alleringersleben

Abstandsverhalten

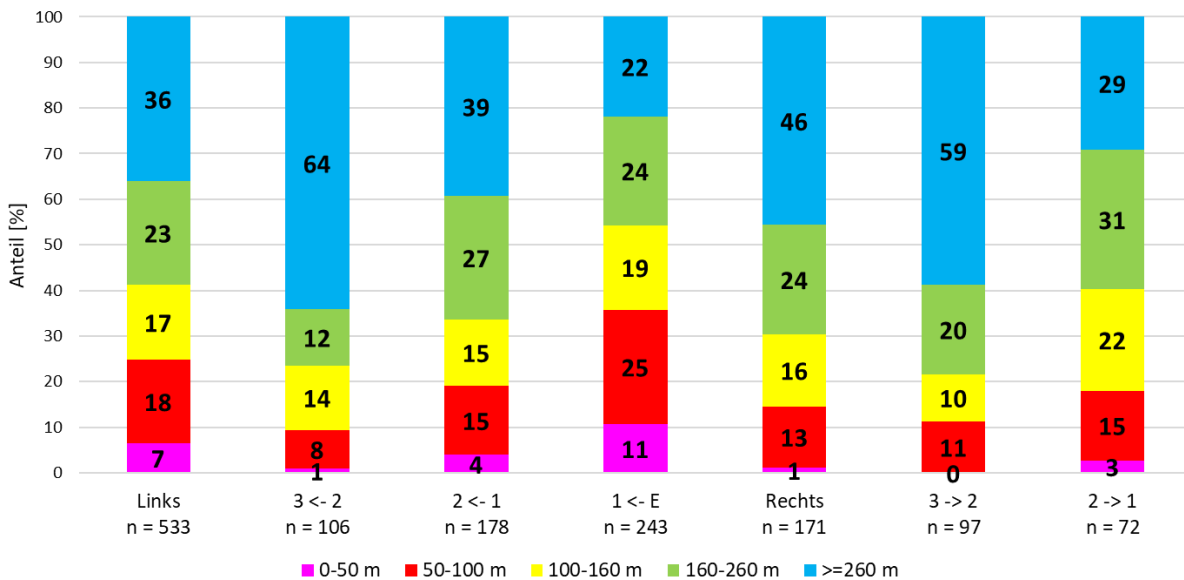


Anteile Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Ausfahrbereich (AB) und Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 2 AS Alleringersleben - FR Hannover (UHS) - Lkw

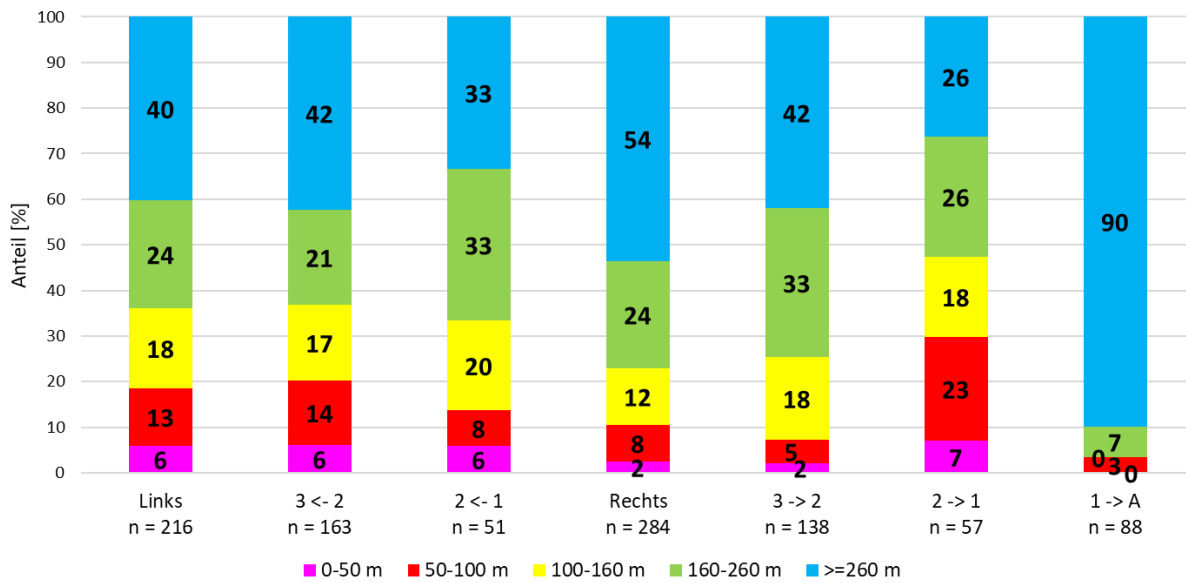


Fahrstreifenwechsel

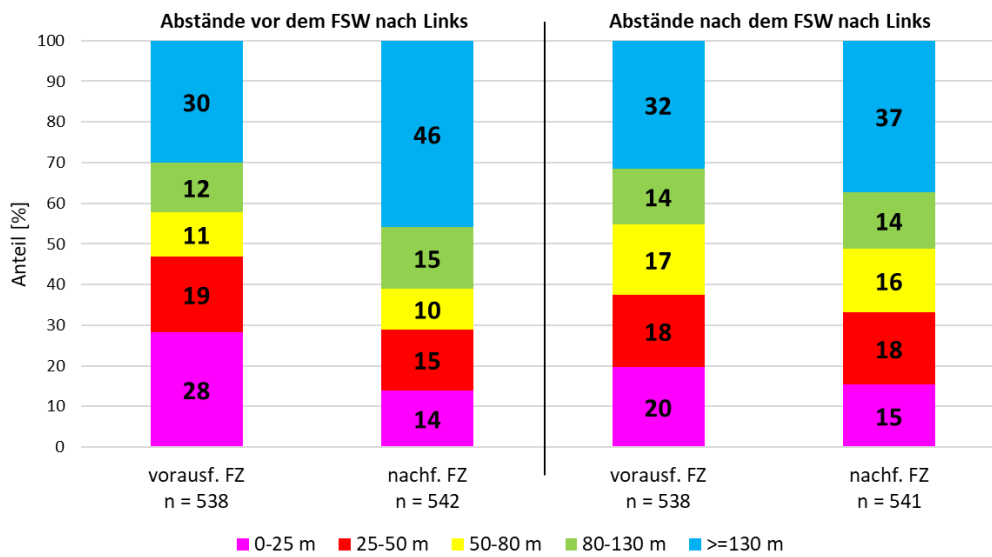
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich
Messstelle A 2 AS Alleringersleben FR Hannover



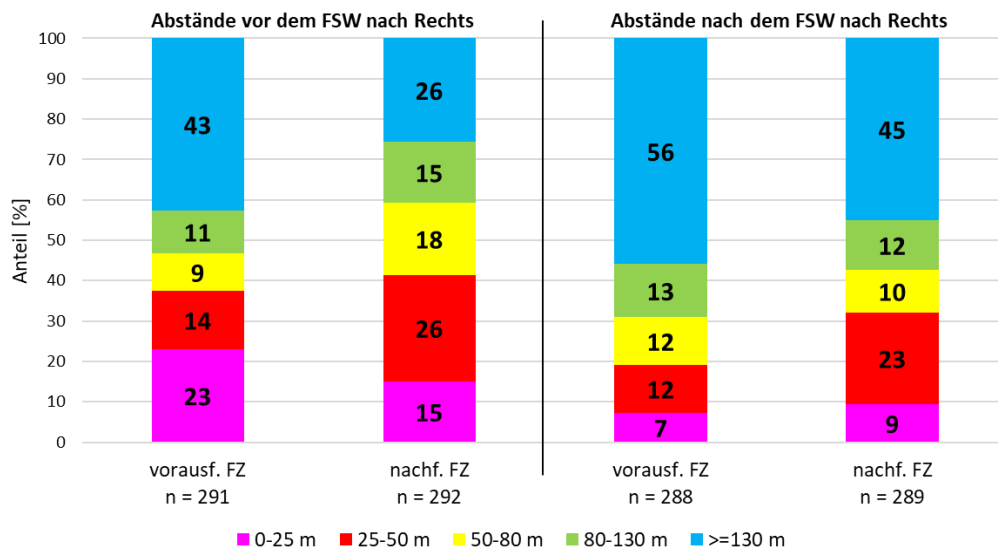
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 2 AS Alleringersleben FR Hannover



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Einfahrbereich
Messstelle A 2 AS Alleringersleben FR Hannover



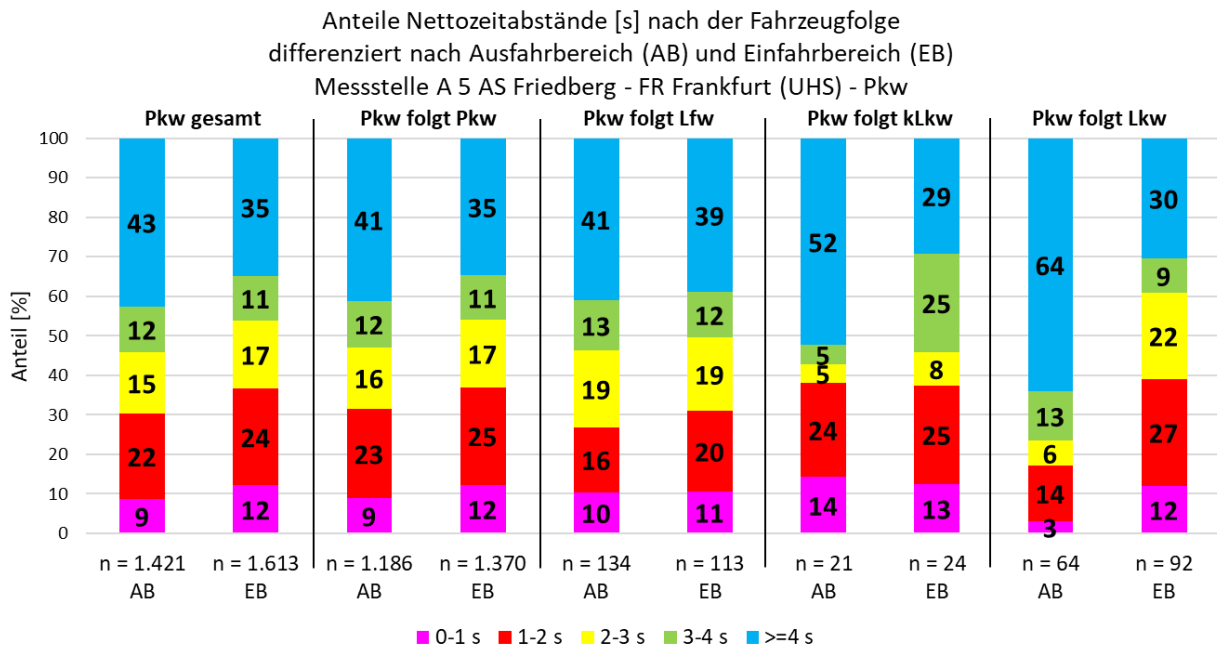
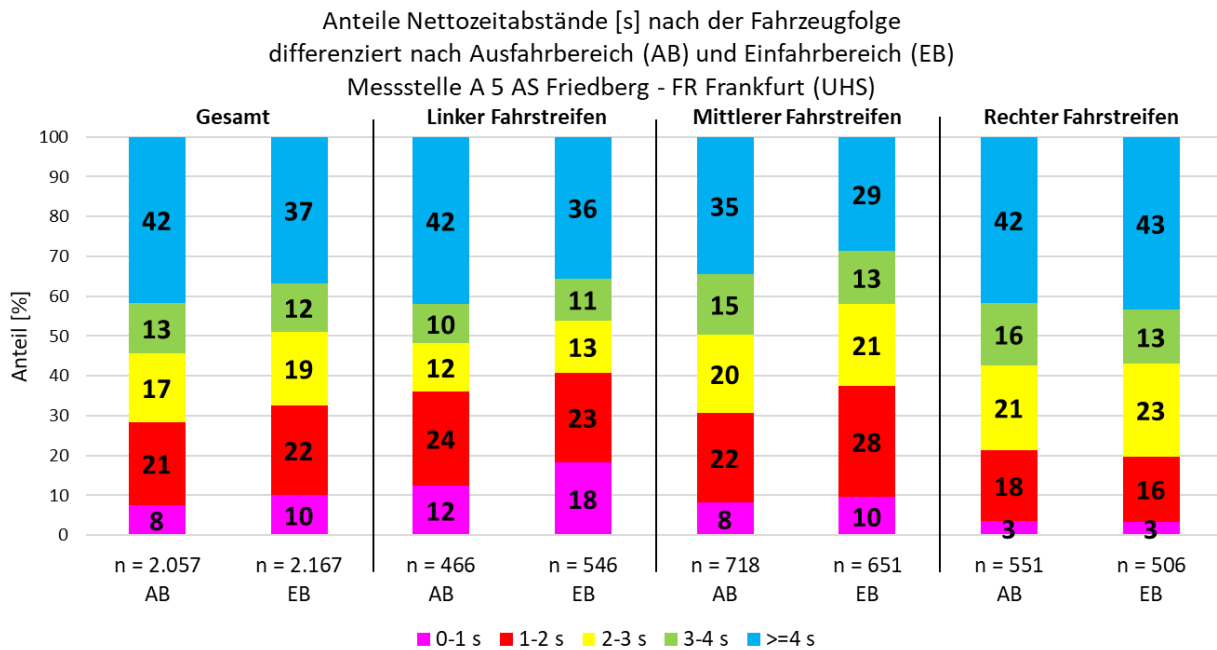
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Ausfahrbereich
 Messstelle A 2 AS Alleringersleben FR Hannover



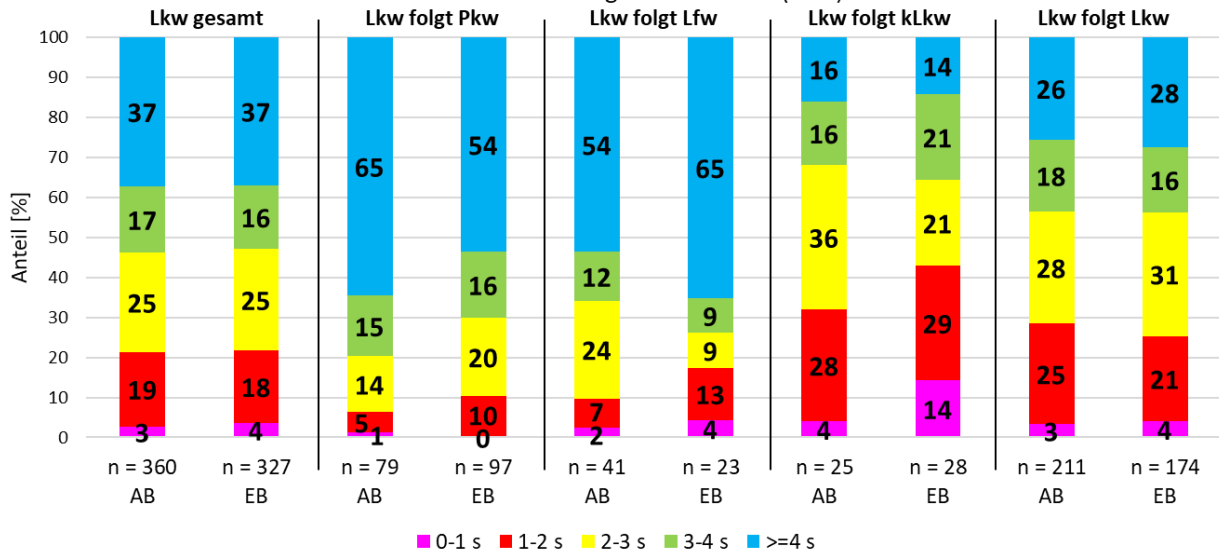
Anhang 11.15

Messstelle 13 A 5 AS Friedberg

Abstandsverhalten

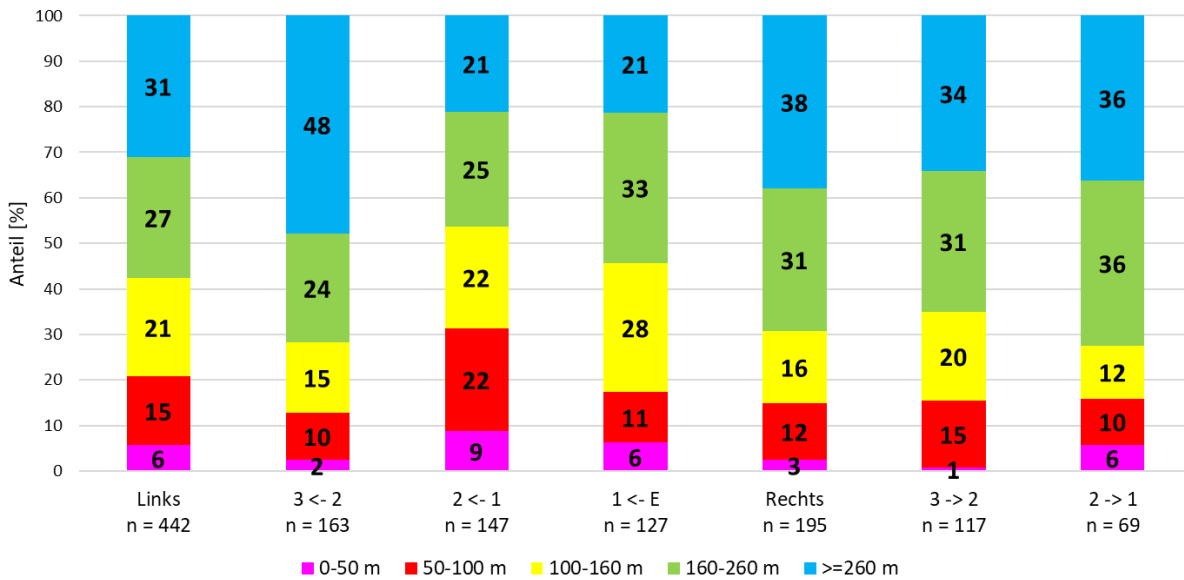


Anteile Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Ausfahrbereich (AB) und Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 5 AS Friedberg - FR Frankfurt (UHS) - Lkw

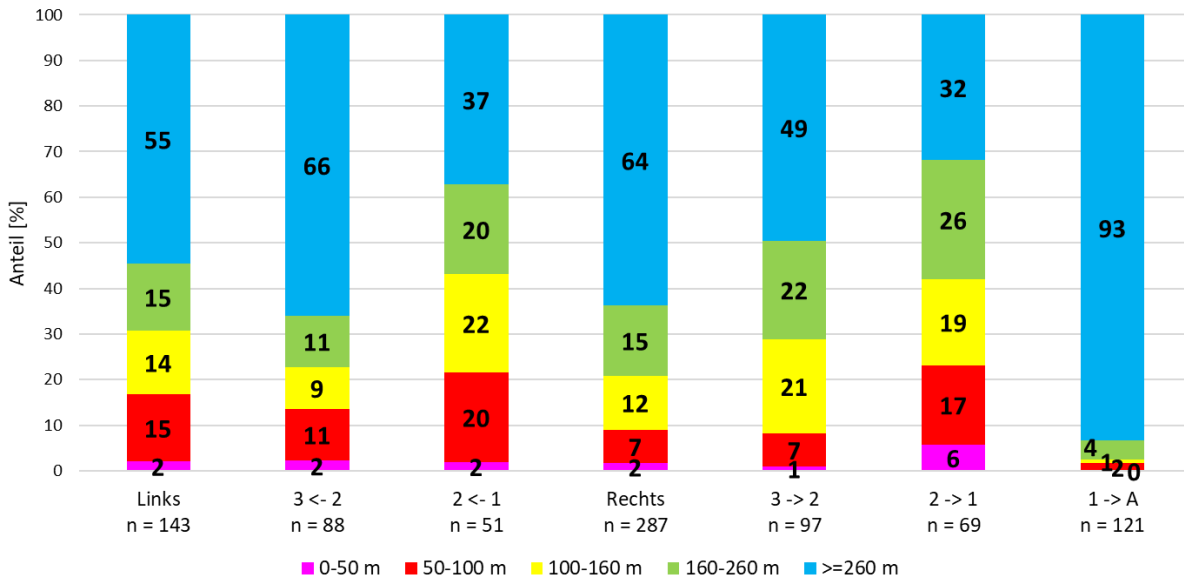


Fahrstreifenwechsel

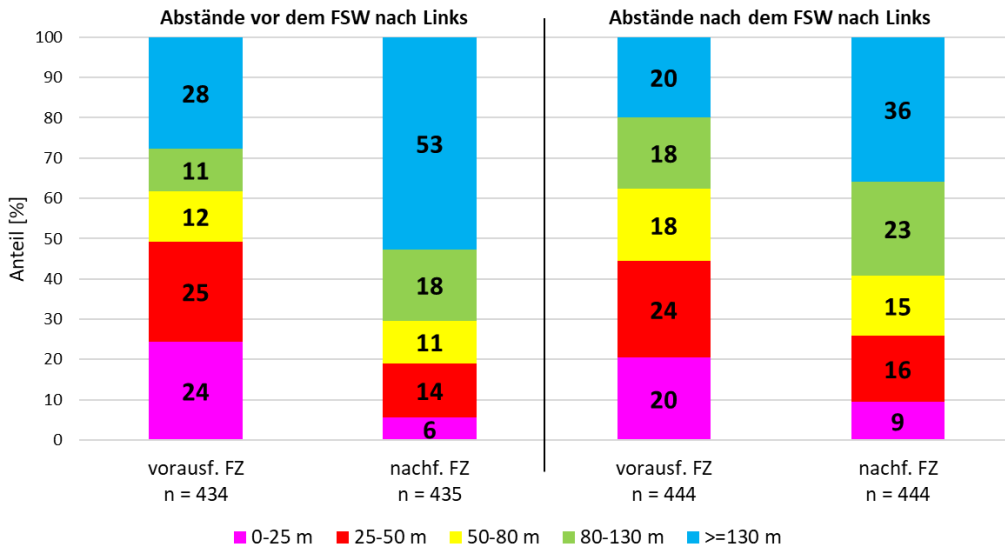
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich
Messstelle A 5 AS Friedberg FR Frankfurt



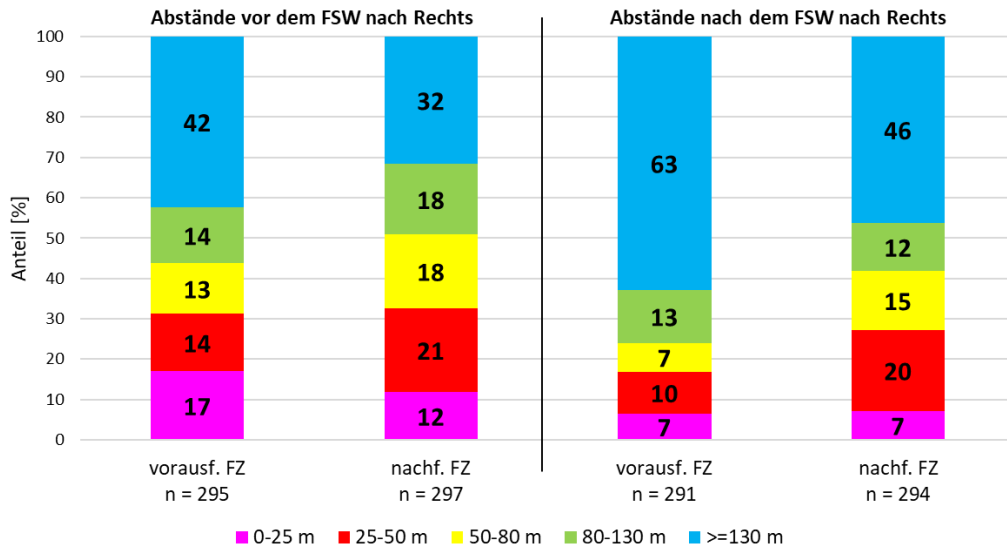
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 5 AS Friedberg FR Frankfurt



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Einfahrbereich
Messstelle A 5 AS Friedberg FR Frankfurt



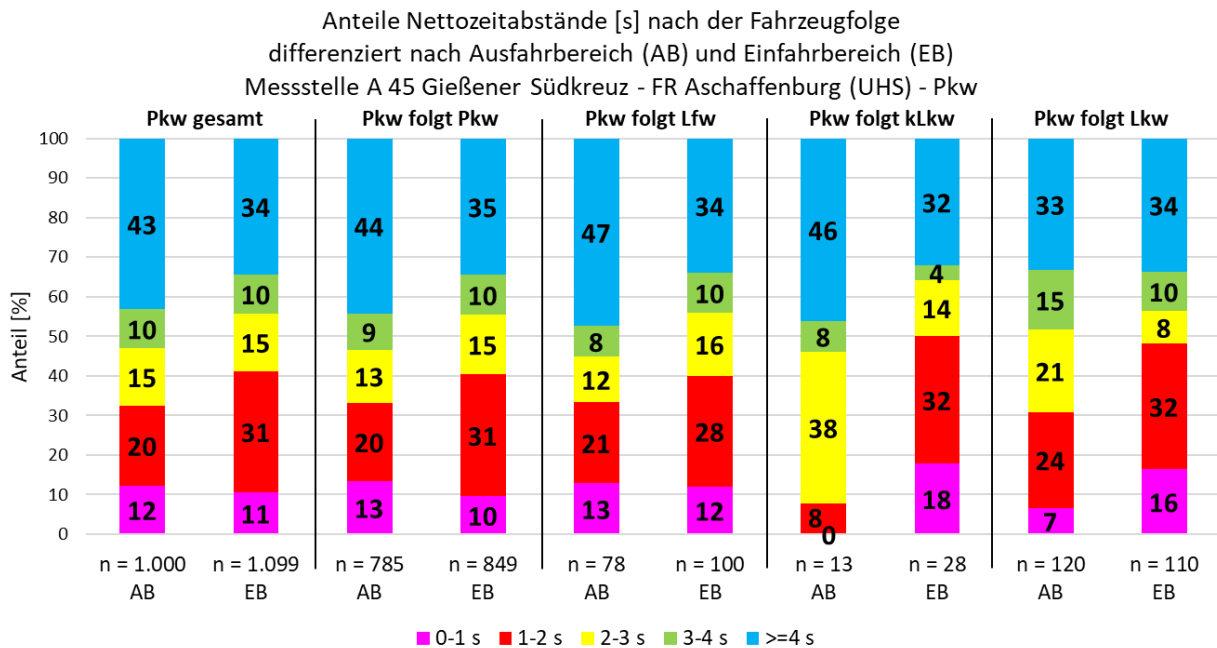
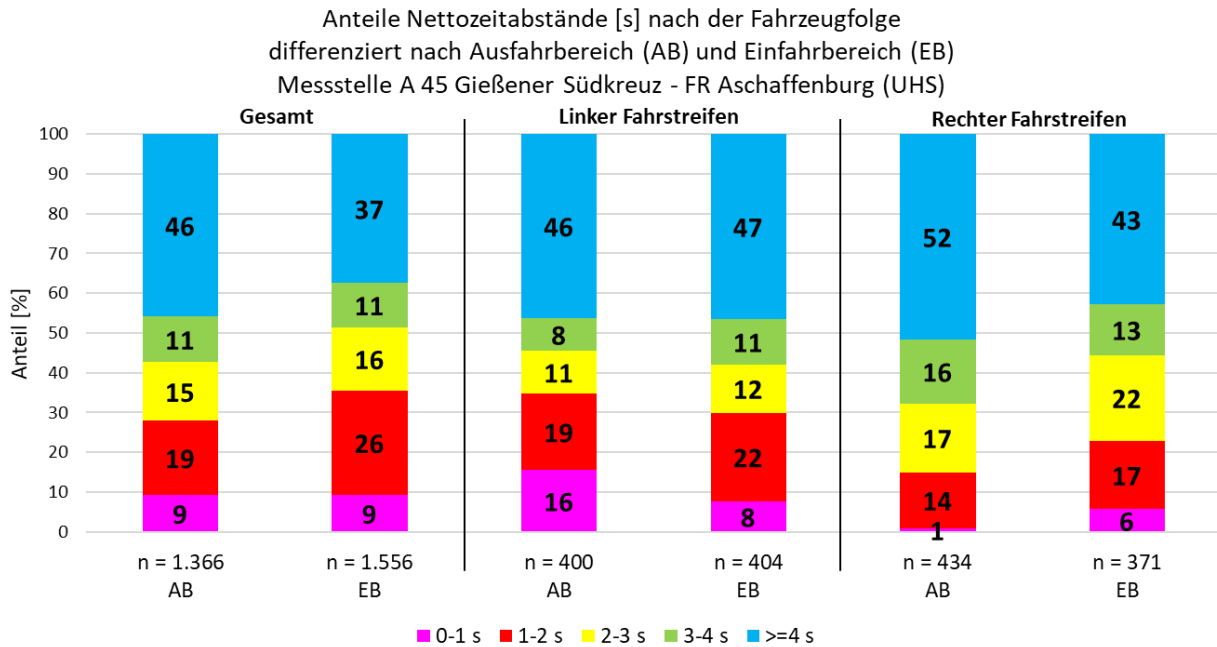
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug in Ausfahrbereich
 Messstelle A 5 AS Friedberg FR Frankfurt



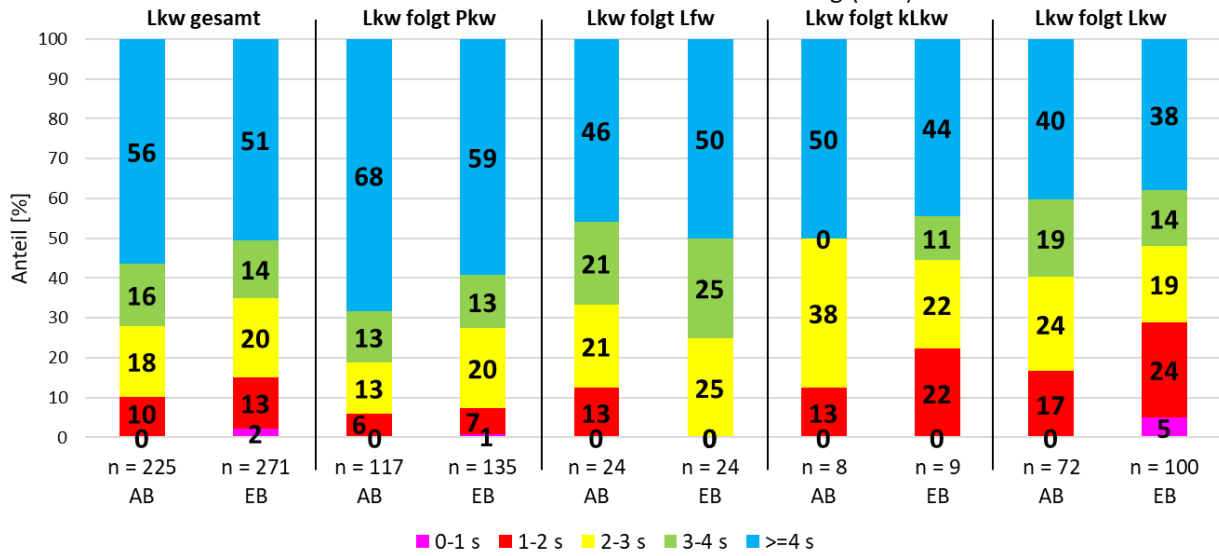
Anhang 11.16

Messstelle 14 A 45 Gießener Südkreuz

Abstandsverhalten

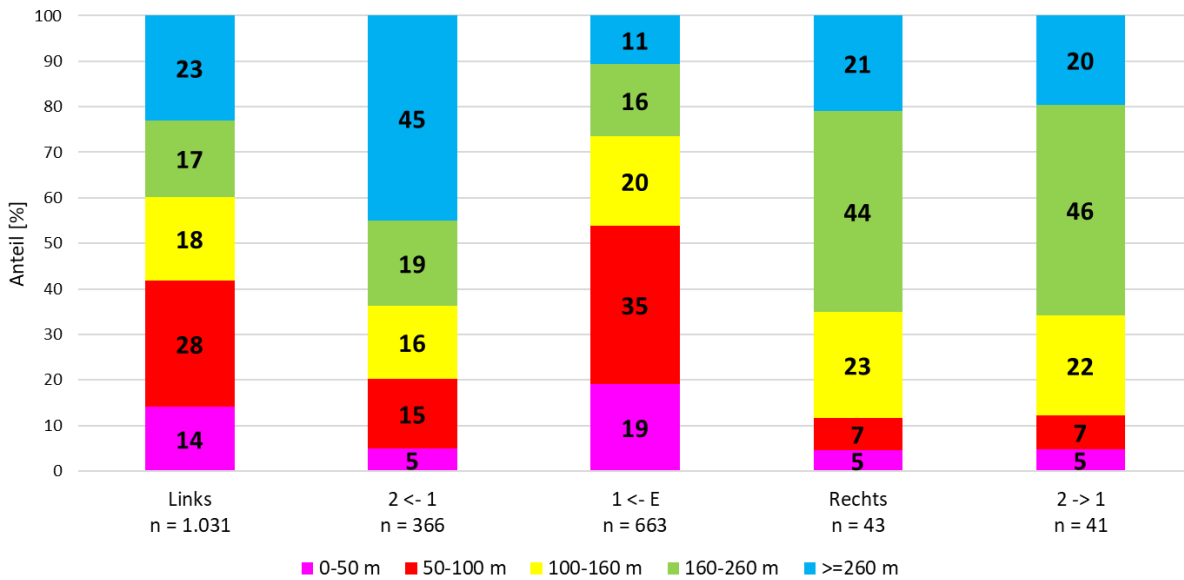


Anteile Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Ausfahrbereich (AB) und Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 45 Gießener Südkreuz - FR Aschaffenburg (UHS) - Lkw

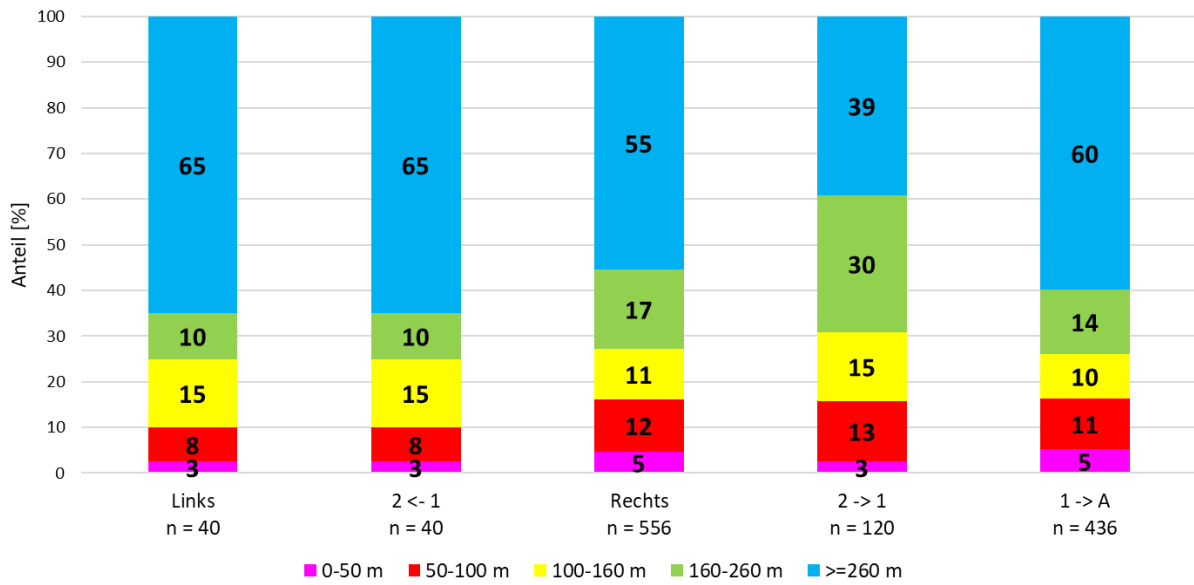


Fahrstreifenwechsel

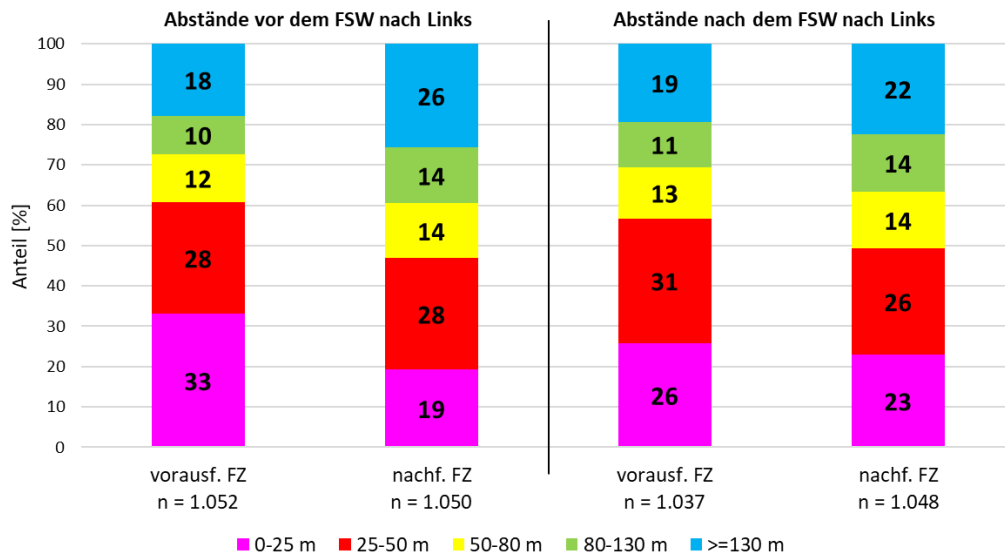
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Einfahrbereich
Messstelle A 45 AK Gießener Südkreuz FR Aschaffenburg



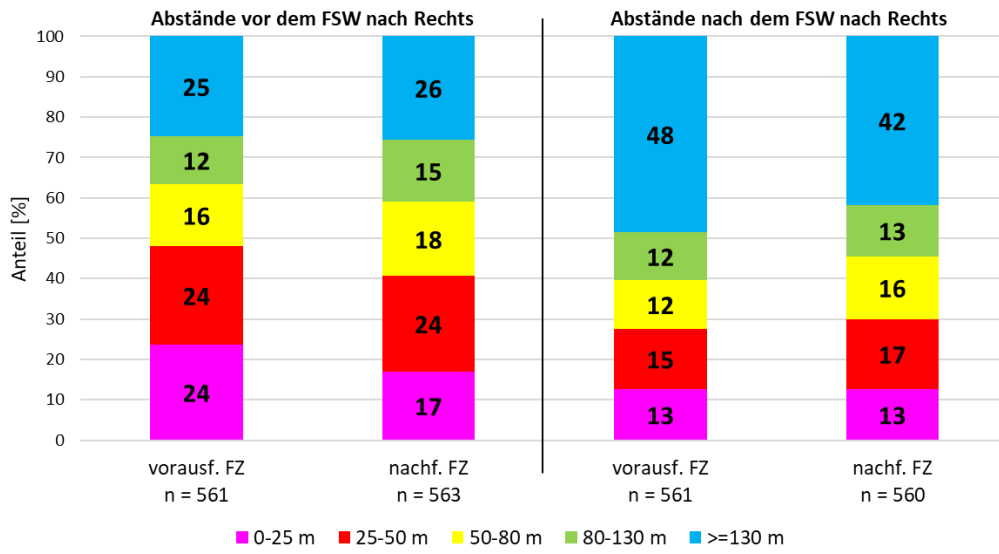
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 45 AK Gießener Südkreuz FR Aschaffenburg



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Einfahrbereich
Messstelle A 45 AK Gießener Südkreuz FR Aschaffenburg



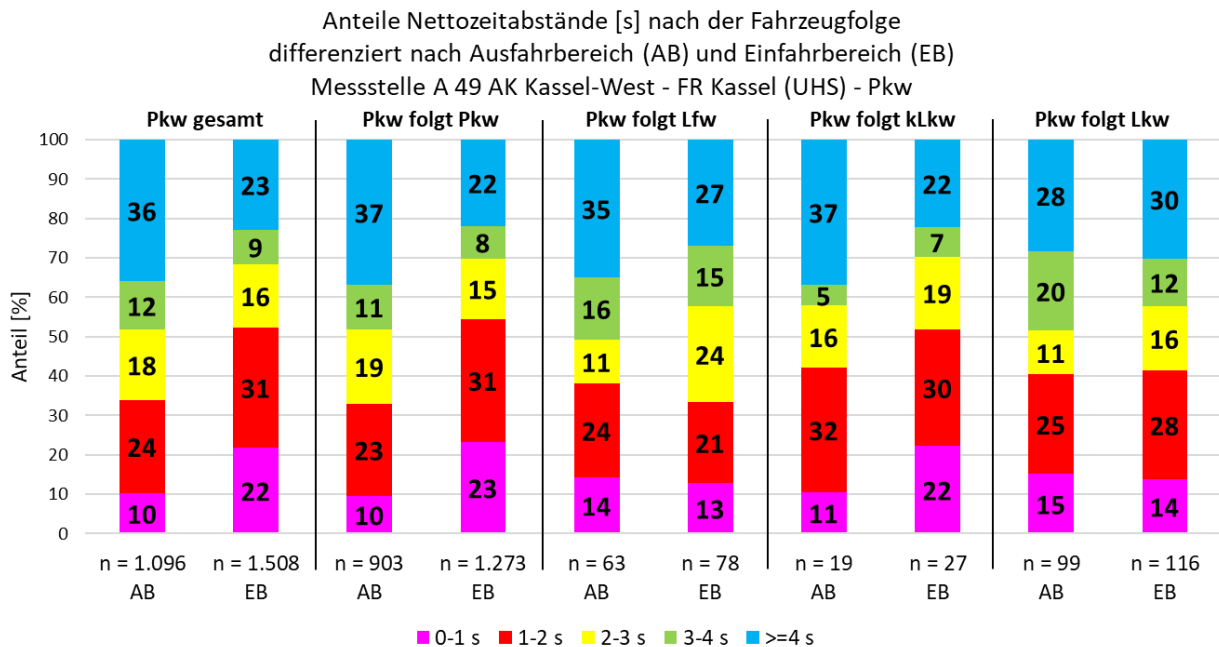
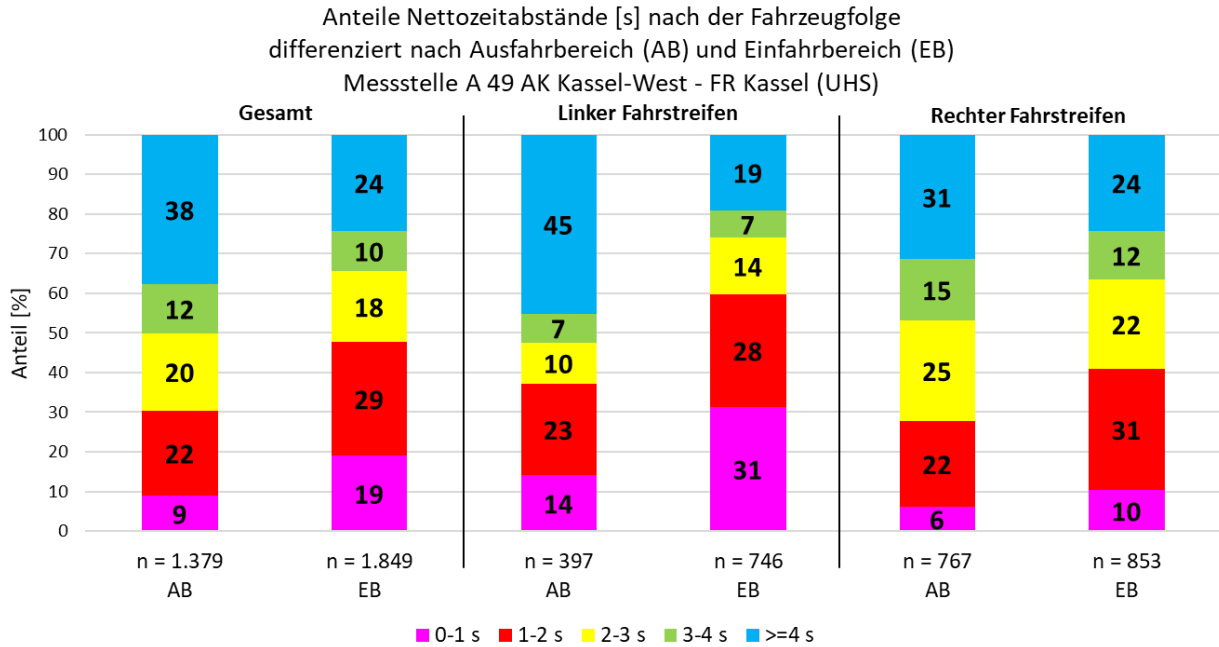
Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Ausfahrbereich
 Messstelle A 45 AK Gießener Südkreuz FR Aschaffenburg



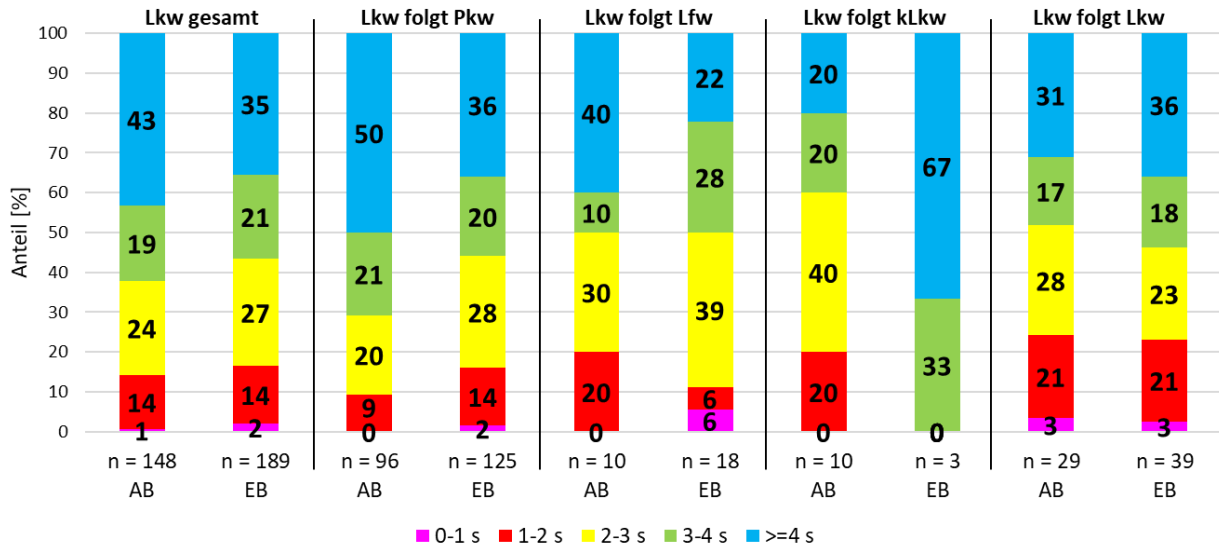
Anhang 11.17

Messstelle 15 A 49 AK Kassel-West

Abstandsverhalten

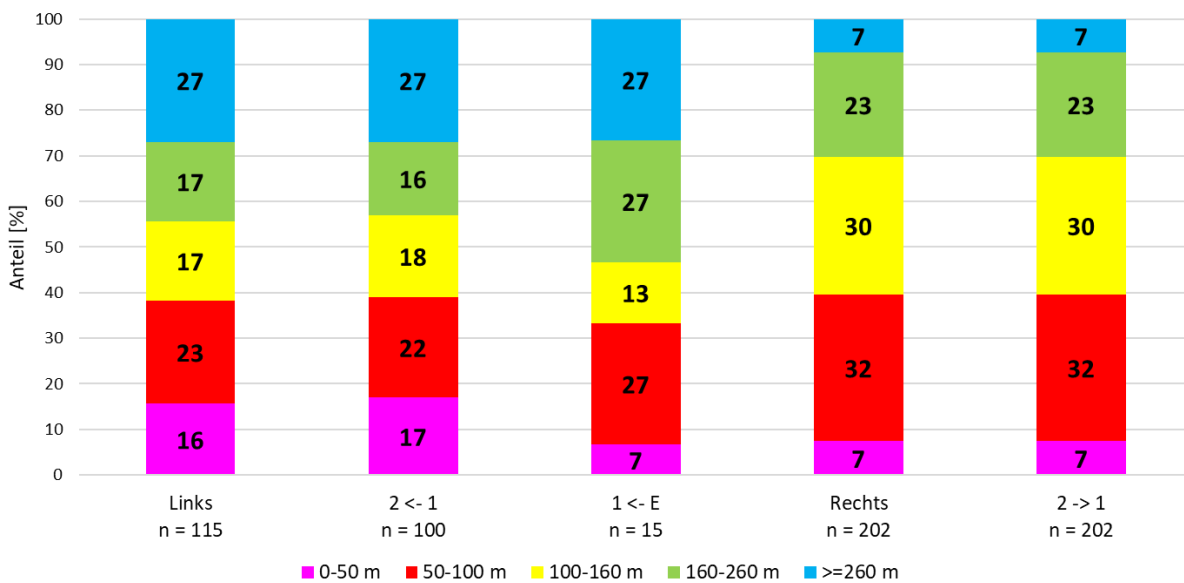


Anteile Nettozeitabstände [s] nach der Fahrzeugfolge
differenziert nach Ausfahrbereich (AB) und Einfahrbereich (EB)
Messstelle A 49 AK Kassel-West - FR Kassel (UHS) - Lkw

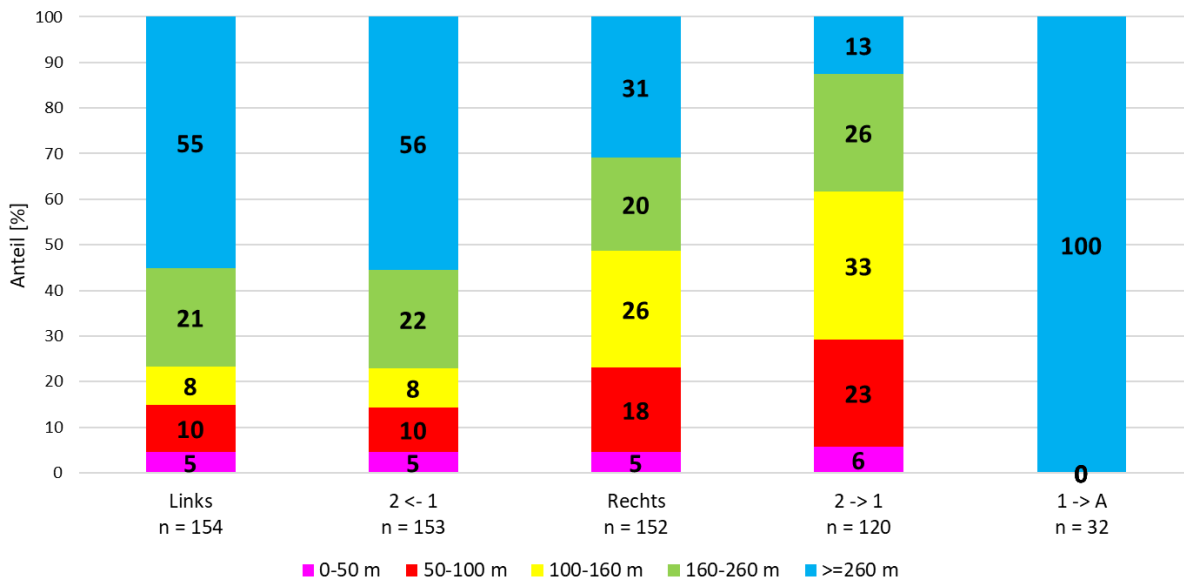


Fahrstreifenwechsel

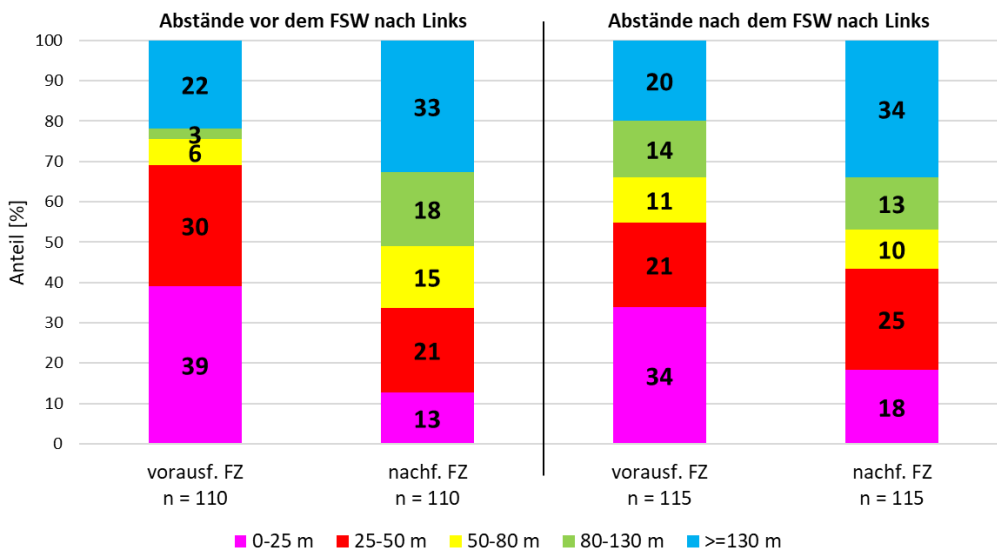
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 49 AK Kassel-West FR Kassel



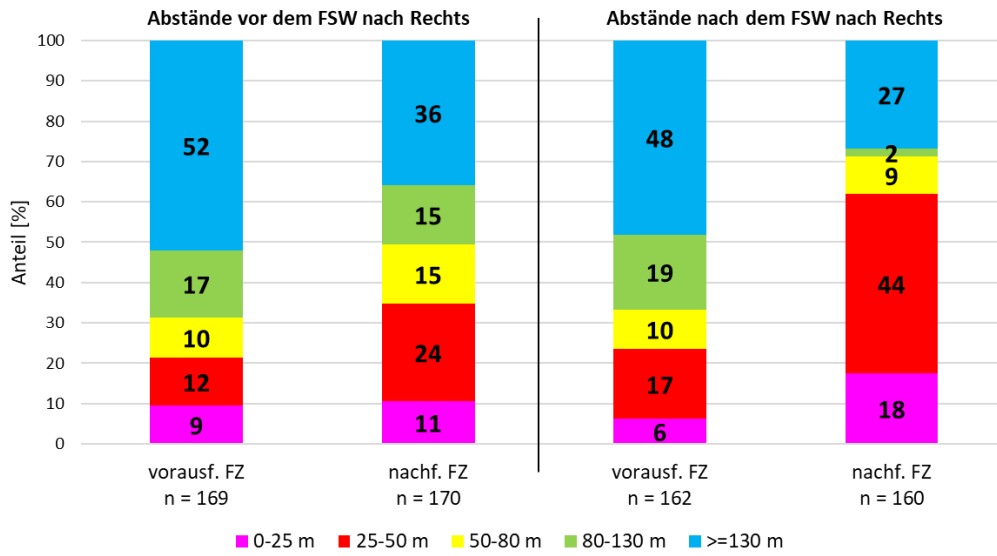
Anteile genutzter Lücken [m] nach Richtung und Fahrstreifen des FSW im Ausfahrbereich
Messstelle A 49 AK Kassel-West FR Kassel



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Links zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Einfahrbereich
Messstelle A 49 AK Kassel-West FR Kassel



Vergleich der Abstände [m] vor und nach dem FSW nach Rechts zu vorausfahrendem und nachfolgendem Fahrzeug im Ausfahrbereich
Messstelle A 49 AK Kassel-West FR Kassel





Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000
www.gdv.de, berlin@gdv.de