



Abstandverhalten auf Autobahnen



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
Unfallforschung der Versicherer (UDV)
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 2020-5821, Fax 030 2020-6633
www.udv.de, www.gdv.de, unfallforschung@gdv.de

Redaktionsschluss
12.03.2024

Redaktion
Dr.-Ing. Jean Emmanuel Bakaba

Realisation
zwoplus, Berlin

Bildnachweis
Titel: Song_about_summer / shutterstock
Die Nutzungsrechte der übrigen Bilder und Grafiken in dieser
Broschüre liegen bei der Unfallforschung der Versicherer.

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

1. Hintergrund und Anlass	04
2. Methodik	05
3. Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand	06
4. Ergebnisse für die Freie Strecke	09
4.1 Abstandsverhalten	09
4.1.1 Abstandsverhalten nach Auslastungsgrad	09
4.1.2 Abstandsverhalten nach Lage des Fahrstreifens im Querschnitt	10
4.1.3 Abstandsverhalten nach Fahrzeugtyp	11
4.1.4 Abstandsverhalten nach Geschwindigkeit	13
4.2 Fahrstreifenwechsel	13
4.3 Unfallanalyse	15
4.4 Schlussfolgerungen zur Freien Strecke	15
5. Ergebnisse für die Knotenpunkte	16
5.1 Abstandsverhalten	16
5.1.1 Abstandsverhalten nach Verkehrsstärke	16
5.1.2 Abstandsverhalten nach Lage des Fahrstreifens im Querschnitt der Hauptfahrbahn	17
5.1.3 Abstandsverhalten nach Fahrzeugtyp	17
5.1.4 Abstandsverhalten nach Geschwindigkeit	17
5.2 Fahrstreifenwechsel	18
5.2.1 Einfahrbereich	18
5.2.1 Ausfahrbereich	18
5.3 Unfallanalyse	18
5.4 Schlussfolgerungen zu den Knotenpunkte	19
6. Empfehlungen	20

1. Hintergrund und Anlass

Auf deutschen Bundesautobahnen gab es im Jahr 2022 insgesamt 17.755 Unfälle mit Personenschaden, das sind etwa 11 Prozent weniger als 2019. Zurückzuführen ist diese Entwicklung insbesondere auf die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie. Im Jahr 2022 wurden auf Autobahnen 23.190 Fälle von Fehlverhalten erfasst, von denen 6.971 dem Fehlverhalten „ungenügender Sicherheitsabstand“ (Unfallursache 14) zugeordnet waren, das sind etwa 30 Prozent aller registrierten Fehlverhalten (Statistisches Bundesamt, 2023). Bei der Betrachtung der Jahre zwischen 2010 und 2022 fällt auf, dass der Anteil dieses Fehlverhaltens kontinuierlich von ca. 20 Prozent auf 30 Prozent zugenommen hat und damit das Fehlverhalten „Nicht angepasste Geschwindigkeit“ als wesentliche Unfallursache abgelöst hat.

Richter et al. (2023) untersuchten im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV) Ansätze zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen. Die dort durchgeführte Unfallanalyse zeigte, dass Unfälle mit Personenschaden überwiegend dem Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr) mit einem Anteil von 61,3 Prozent zugeordnet werden. Weiterhin resultieren die meisten Unfälle (45,2 Prozent) aus der Unfallart 2 (Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet).

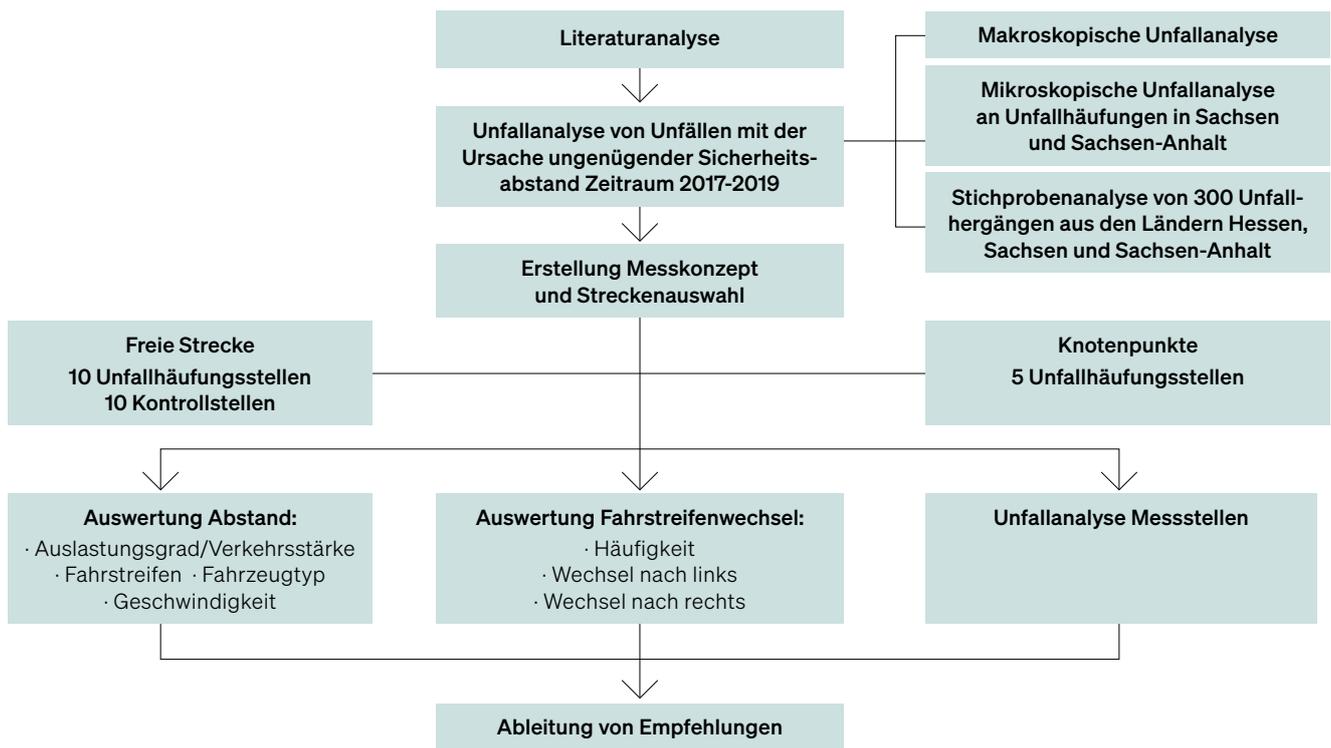
Aufgrund der Häufung dieses Unfalltyps 6 und dieser Unfallart 2 sowie der Zunahme der Unfälle, die auf ungenügenden Sicherheitsabstand zurückgeführt werden, hat die UDV ein Forschungsvorhaben in Kooperation mit der Professur für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen der Technischen Universität Dresden initiiert. Ziel dieser Studie war es, das Abstandsverhalten auf deutschen Autobahnen zu analysieren, wissenschaftlich zu beschreiben und daraus Empfehlungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen abzuleiten

2. Methodik

Das Ablaufdiagramm in Abbildung 1 zeigt schematisch den Ablauf der im Forschungsprojekt angewandten Methodik. Im Anschluss an eine Literaturanalyse wurde eine Unfallanalyse von Unfällen mit und ohne Unfallursache 14 durchgeführt. Die Analyse erfolgte für die Unfalldaten der Jahre 2017 bis 2019 aus den Bundesländern Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Durch eine Sonderabfrage beim Statistischen Bundesamt konnten diese mit Daten für die gesamte Bundesrepublik ergänzt werden. Anschließend wurden Messstellen ausgewählt (Unfallhäufungen gemäß M Uko (FGSV, 2012)) und das Messkonzept entwickelt. Das Messkonzept sah Videoaufnahmen mittels Drohnen zu verschiedenen Tageszeiten vor. Die Videos konnten hinsichtlich gehaltener Abstände und Geschwindigkeiten mit dem kommerziellen Programm DataFromSky ausgewertet werden. Im Bereich der Freien Strecke wurden dazu Aufnahmen von insgesamt drei Stunden je Messstelle zu drei verschiedenen Tageszeiten erstellt. Im Bereich der Knotenpunkte umfassten die Aufnahmen insgesamt eine Stunde jeweils für den Ein- und Ausfahrbereich eines Knotenpunktes zu zwei verschiedenen Tageszeiten. Die ermittelten Abstände und Geschwindigkeiten wurden dann hinsichtlich verschiedener Kriterien analysiert. Darüber hinaus erfolgte eine Analyse von identifizierten Fahrstreifenwechseln sowie eine gesonderte Unfallanalyse für die ausgewählten Messstellen. Aus diesen Analyseergebnissen wurden dann im letzten Schritt Empfehlungen abgeleitet, welche zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Autobahnen, insbesondere hinsichtlich kritischer (zu kurzer) Abstände und Fahrstreifenwechsel, beitragen sollen (Koettnitz et al., 2023).

Methodik des Forschungsprojektes

Abbildung 1



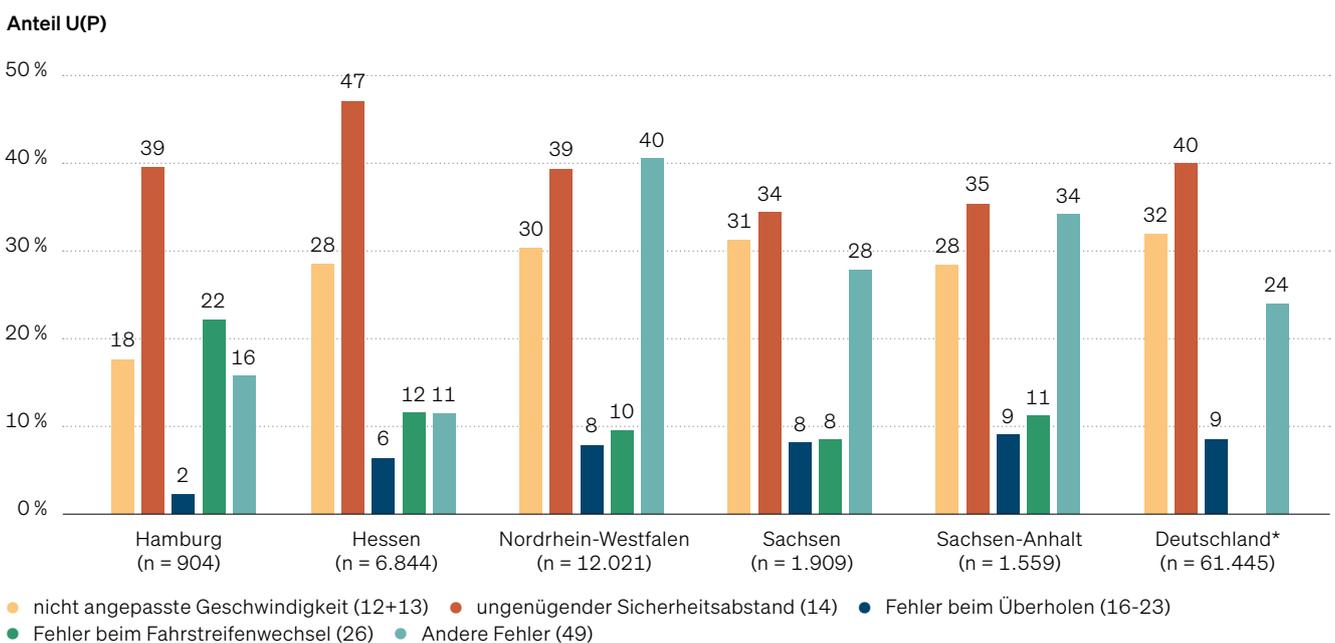
3. Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand

Die Verkehrsunfallanalyse hat gezeigt, dass bei Unfällen mit Personenschaden der ungenügende Sicherheitsabstand (Unfallursache 14) die am häufigsten genannte Unfallursache ist, welche über die untersuchten Bundesländer hinweg Anteile von 34 Prozent bis zu 47 Prozent aufweist (Abbildung 2). Die Unfallursachen zur nicht angepassten Geschwindigkeit (Ursache 12 und 13) treten in allen untersuchten Bundesländern seltener auf als die Ursache 14 (ungenügender Sicherheitsabstand). Fehler beim Überholen (Unfallursachen 16 bis 23) und Fehler beim Fahrstreifenwechsel (Ursache 26) werden, bis auf wenige Ausnahmen, mit rund zehn Prozent eher seltener angegeben. In Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt wird vergleichsweise häufig Unfallursache 49 (Andere Fehler beim Fahrzeugführer) angegeben, welche ohne weitere Angaben nur wenig Rückschlüsse auf die tatsächliche Unfallursache gibt.

Die Auswertung der Unfälle nach der Unfallschwere zeigt, dass ein Unfall mit Personenschaden und Angabe von Unfallursache 14 seltener zu schwerem Personenschaden führt (16,9 Prozent U(SP)) als ein Unfall ohne Angabe der Unfallursache 14 (26,5 Prozent U(SP)). Werden die Kriterien Unfallschwere und Verkehrsbeteiligung des Unfallverursachers verknüpft, zeigt sich, dass Lkw besonders häufig Unfallverursacher von schweren Verkehrsunfällen mit Unfallursache 14 sind (Abbildung 3).

„Ungenügender Sicherheitsabstand“ ist das am meisten registrierte Fehlverhalten auf Autobahnen

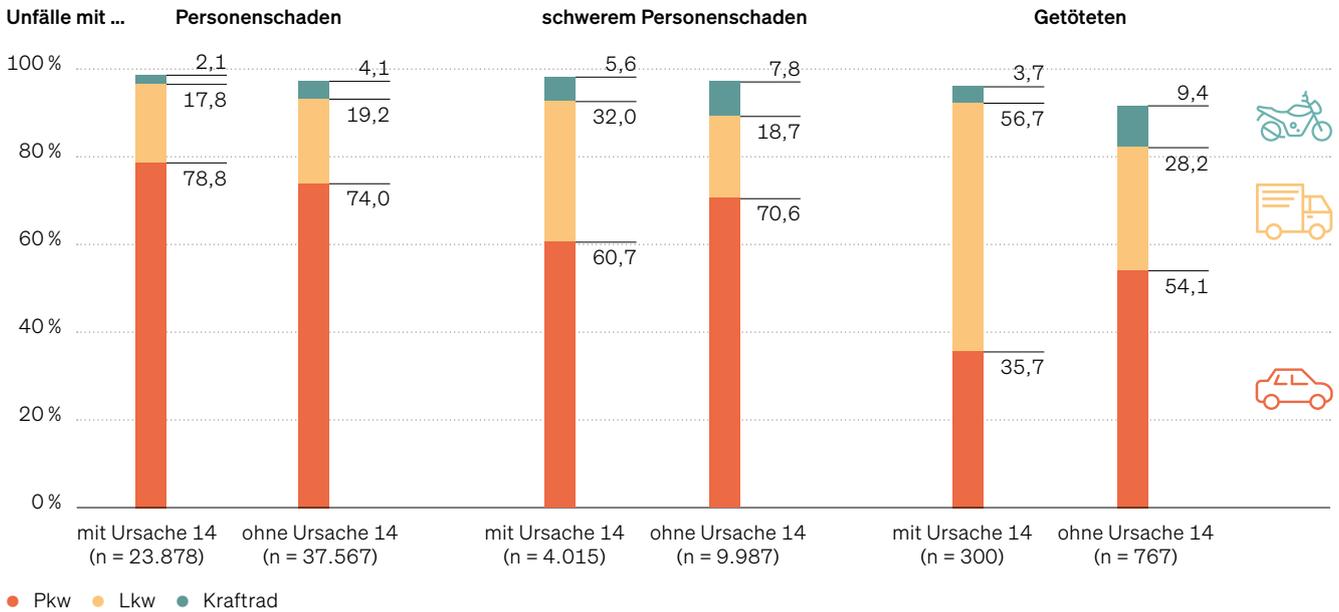
Abbildung 2 · Fehlverhalten des Unfallverursachers bei Unfällen mit Personenschaden im Zeitraum von 2017 bis 2019



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

Bei mehr als die Hälfte der tödlichen Unfälle mit Ursache 14 sind Lkw Hauptverursacher

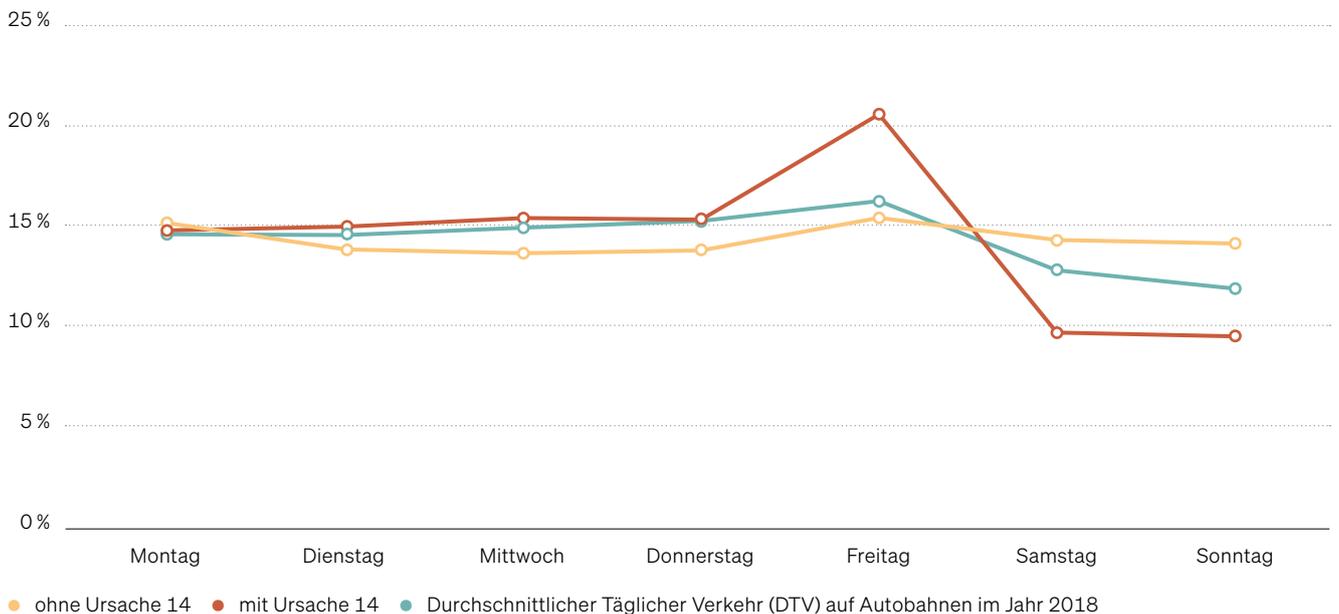
Abbildung 3 · Anteil der Unfälle mit/ohne Angabe der Ursache 14 beim Hauptverursacher nach Art der Verkehrsbeteiligung und Unfall-schwere im Zeitraum von 2017 bis 2019



Die Analyse des Unfallzeitpunkts zeigt, dass Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand insbesondere in den Zeiten mit hohem Verkehrsaufkommen stattfinden, in der Morgenspitze zwischen sieben und neun Uhr sowie nachmittags zwischen 14 und 19 Uhr. Besonders viele Unfälle treten an Freitagen auf, nachts und am Wochenende sind Unfälle mit Ursache 14 hingegen seltener (Abbildung 4).

Überproportional mehr Unfälle mit Ursache 14 am Freitag, doppelt soviel wie am Wochenende

Abbildung 4 · Verteilung der Unfälle mit Personenschaden in Deutschland auf die Wochentage im Zeitraum von 2017 bis 2019



Die stichprobenhafte Auswertung von 300 Unfallhergangstexten bei Unfällen mit Personenschaden im Zeitraum von 2017 bis 2019 aus den Bundesländern Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt hat zusätzlich ergeben, dass über 50 Prozent der Unfälle auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Störungen im Verkehrsablauf zum Unfallzeitpunkt zurückzuführen sind. 13 Prozent der untersuchten Hergangstexte deuten auf eine Unaufmerksamkeit der Fahrer:innen hin, allerdings wird nur in einem Bericht explizit von einer Ablenkung gesprochen. Neun Prozent der untersuchten Unfälle stehen laut Unfallhergangstext in Verbindung mit einem Fahrstreifenwechsel. Alle im Rahmen der Auswertung erfassten Stichworte und die zugehörigen Häufigkeiten können Tabelle 1 entnommen werden.

Stau und verkehrsbedingtes Abbremsen dominieren das Unfallgeschehen

Tabelle 1 · Häufigkeit von Sachverhalten aus Unfallhergängen von Unfällen mit Personenschaden im Zeitraum von 2017 bis 2019 aus den Ländern Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt (n=300) (Mehrfachnennungen möglich)

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

4. Ergebnisse für die Freie Strecke

4.1 Abstandsverhalten

Zunächst wurde das Abstandsverhalten der Fahrzeuge im Bereich der Messstellen der Freien Strecke untersucht. Dabei erfolgte ein Vergleich zwischen den Ergebnissen für die Unfallhäufungsstelle und denen der Kontrollstelle. Für die Analyse der Abstände wurden Intervalle von Nettozeitabständen gebildet. Da der empfohlene Mindestabstand vom halben Tacho in Metern umgerechnet einem Zeitabstand von 1,8 Sekunden entspricht, werden Zeitabstände von weniger als zwei Sekunden im Folgenden als geringe bzw. kritische Abstände eingestuft.

4.1.1 Abstandsverhalten nach Auslastungsgrad

Im ersten Schritt der Analyse wurde der Einfluss der verkehrlichen Situation auf das Abstandsverhalten untersucht. Da an den verschiedenen Messstellen unterschiedliche Randbedingungen, beispielsweise bezüglich der Längsneigung oder des SV-Anteils vorlagen, wurde für diese Analyse der Auslastungsgrad bzw. die Verkehrsqualität des Streckenabschnittes genutzt. Der Auslastungsgrad ergibt sich als Quotient aus der vorliegenden Verkehrsstärke und der Kapazität des Streckenabschnittes, welche sich anhand der auf dem Streckenabschnitt vorliegenden Randbedingungen gemäß dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) bestimmen lässt. Der Auslastungsgrad kann dann den Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) nach HBS zugeordnet werden, welche die vorliegende Verkehrsqualität beschreiben und bewerten. Tabelle 2 gibt eine Übersicht, durch welchen Auslastungsgrad die jeweilige Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) repräsentiert wird und wie der Verkehrszustand der jeweiligen Stufe beschrieben werden kann.

Auslastungsgrad beschreibt verschiedene Verkehrszustände

Tabelle 2 · Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach HBS (FGSV, 2015)

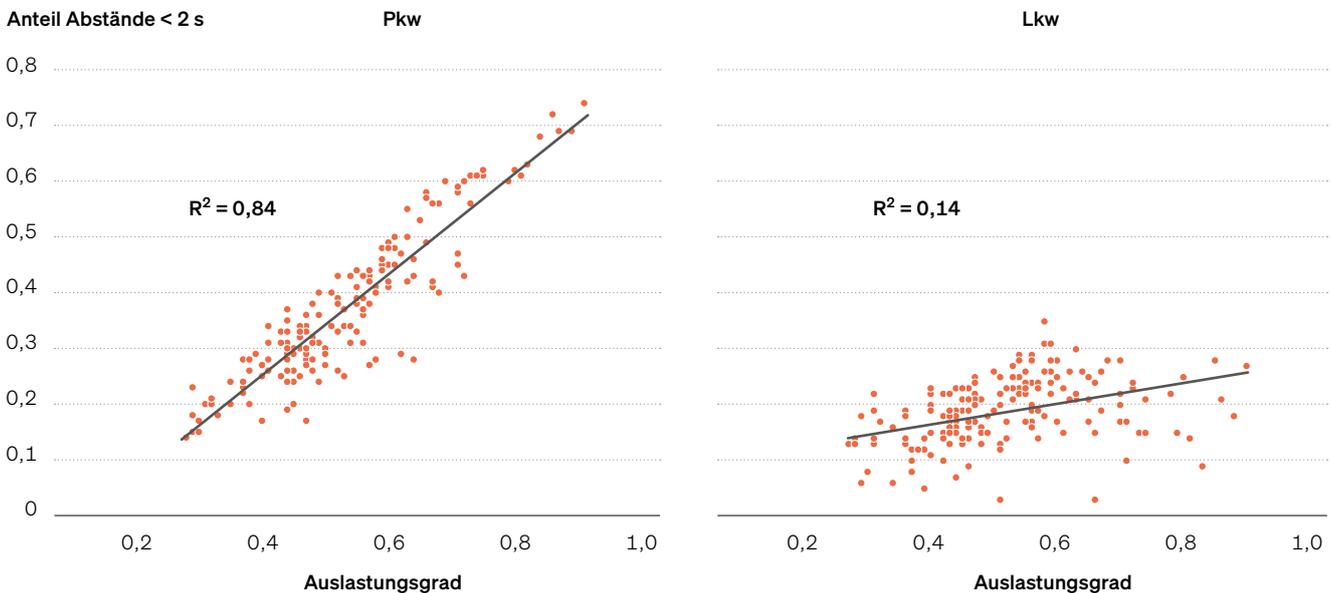
	Auslastungsgrad x	Beschreibung
QSV A	$x \leq 0,30$	freie Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, unbeeinflusster Verkehr
QSV B	$0,30 < x \leq 0,55$	weitgehend freie Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, unwesentlich beeinflusster Verkehr
QSV C	$0,55 < x \leq 0,75$	eingeschränkte Fahrstreifen- und Geschwindigkeitswahl, 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	$x > 1,00$	Stop-and-go Verkehr durch Zusammenbrechen des Verkehrs

QSV: Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs; * SBA: Streckenbeeinflussungsanlage

Die Analyse der Abstände nach der vorliegenden Qualitätsstufe (QSV) hat gezeigt, dass mit schlechterer Verkehrsqualität häufiger Abstände von weniger als zwei Sekunden vorkommen. Dabei steigen die Anteile dieser kurzen Abstände sowohl auf zwei- als auch auf dreistreifigen Streckenabschnitten mit zunehmendem Auslastungsgrad linear an. Abbildung 5 stellt dar, wie sich die Anteile dieser Abstände bei Pkw und Lkw in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad verhalten. Lediglich bei Pkw wird dabei ein hohes Bestimmtheitsmaß für den linearen Anstieg dieser geringen Abstände mit zunehmendem Auslastungsgrad erreicht. Der über alle Fahrzeugtypen hinweg festgestellte lineare Anstieg wird demnach hauptsächlich durch das Abstandsverhalten von Pkw herbeigeführt.

Je voller die Autobahn ist, desto höher ist der Anteil kritischer Zeitabstände bei Pkw

Abbildung 5 · Anteile der Abstände von weniger als zwei Sekunden in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad für Pkw und Lkw bei dreistreifigen Messquerschnitten



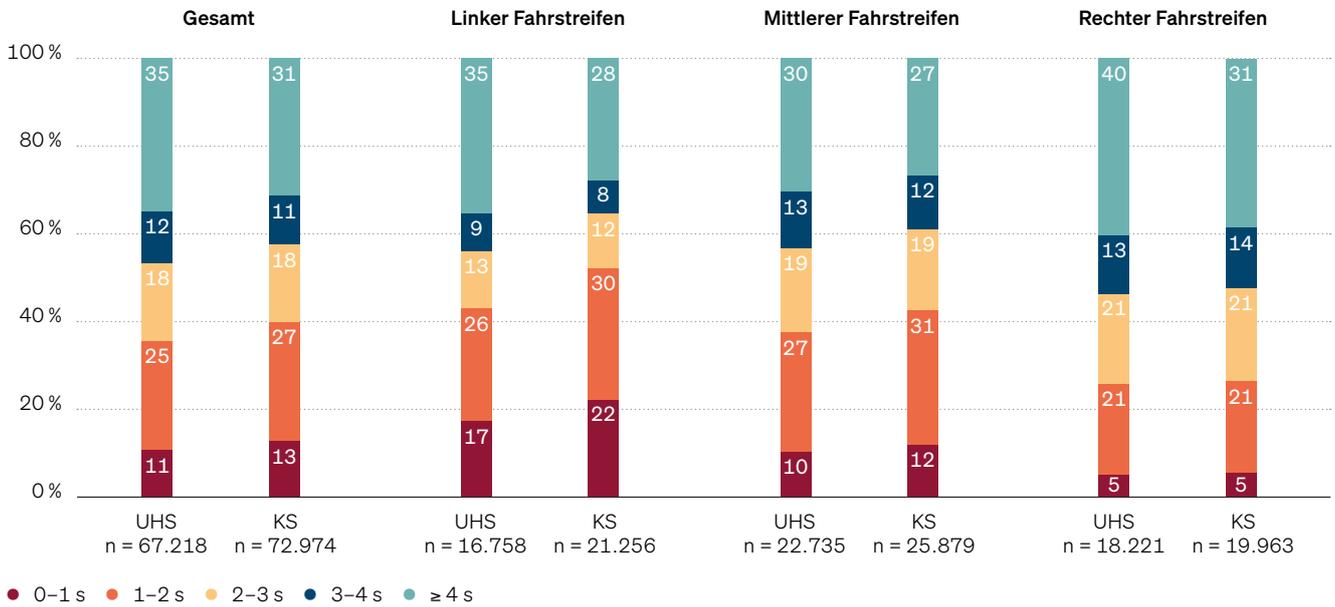
4.1.2 Abstandsverhalten nach Lage des Fahrstreifens im Querschnitt

Die Analyse des Abstandsverhaltens in Abhängigkeit vom Fahrstreifen, in welchem sich das betrachtete Fahrzeug bewegt, hat gezeigt, dass der Anteil kritischer Abstände vom rechten zum linken Fahrstreifen zunimmt. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse dazu für die dreistreifigen Messstellen dargestellt. Während auf dem linken Fahrstreifen 43 Prozent der Abstände in der Unfallhäufungsstelle und 52 Prozent der Abstände in der Kontrollstelle weniger als zwei Sekunden betragen, sind es auf dem rechten Fahrstreifen lediglich jeweils 26 Prozent.

Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Abschnitte sind diese Unterschiede noch deutlicher ausgeprägt, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Auf dem linken Fahrstreifen sind 28 Prozent der Abstände weniger als eine Sekunde und weitere 32 Prozent bzw. 36 Prozent liegen zwischen einer und zwei Sekunden. Hier wird demnach in mehr als 60 Prozent der Fälle ein Abstand von weniger als zwei Sekunden gehalten. Auf dem rechten Fahrstreifen liegt dieser Wert bei lediglich 23 Prozent.

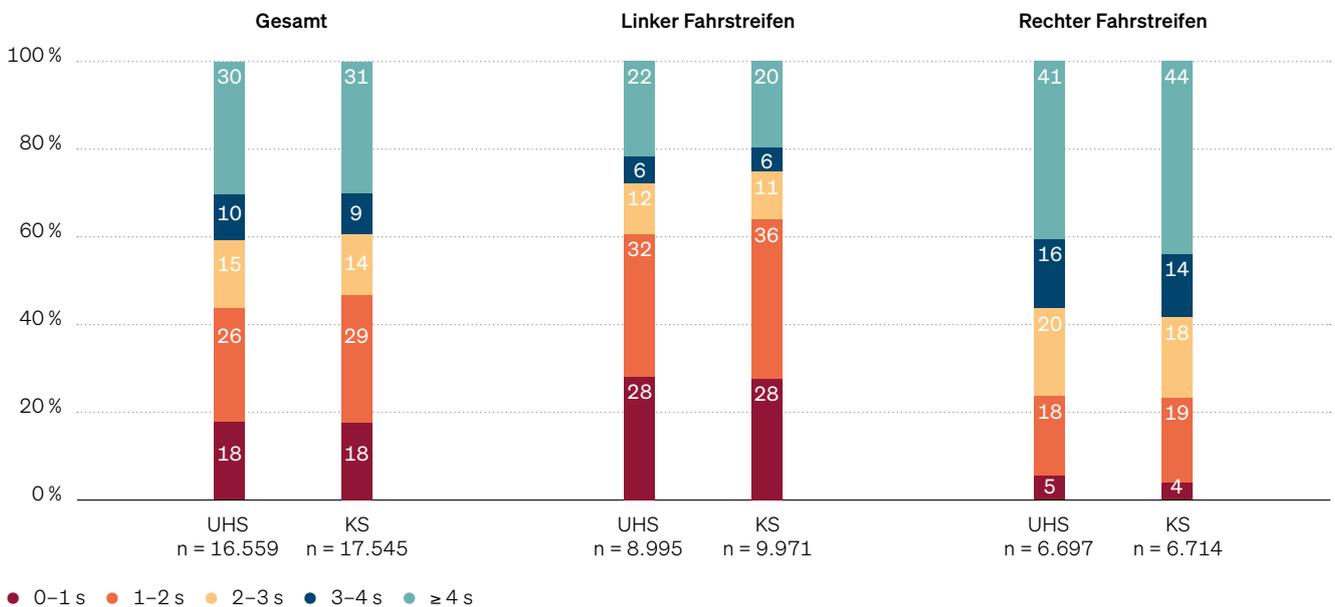
Kritische Zeitabstände kommen deutlich häufiger auf dem linken Fahrstreifen vor

Abbildung 6 · Anteile der Nettozeitabstände nach Fahrstreifen bei dreistreifigen Messquerschnitten unterteilt in Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)



Extrem kleine Zeitabstände auf dem linken Fahrstreifen bis zu 7-fach höher als auf dem rechten

Abbildung 7 · Anteile der Nettozeitabstände nach Fahrstreifen bei zweistreifigen Messquerschnitten unterteilt in Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)



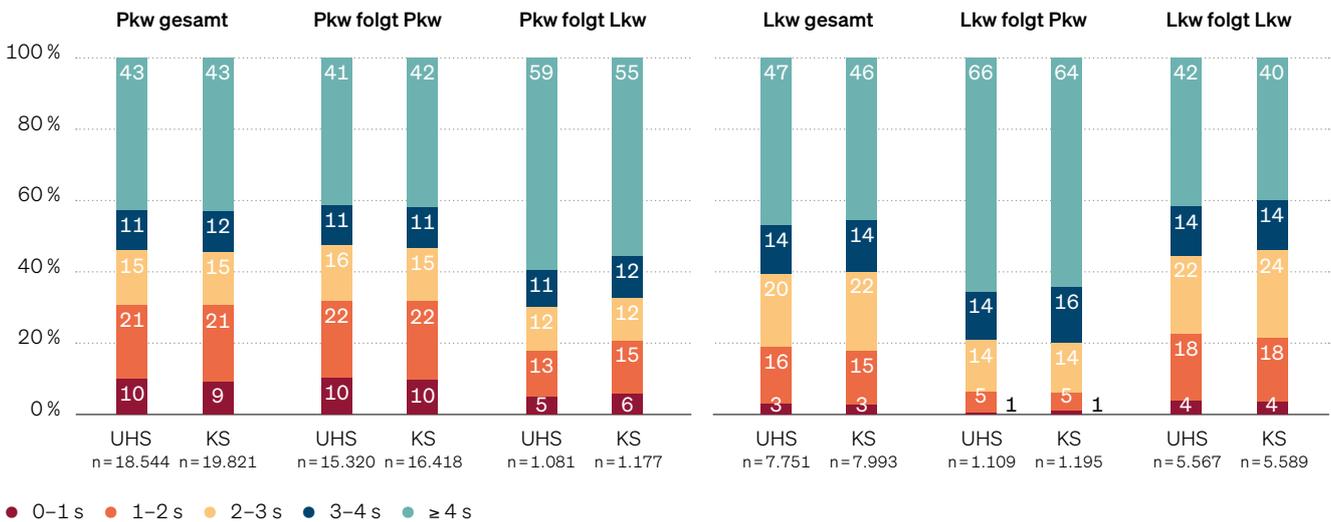
4.1.3 Abstandsverhalten nach Fahrzeugtyp

Die Analyse der Abstände nach dem Fahrzeugtyp zeigt, dass Pkw grundsätzlich, unabhängig vom Fahrzeugtyp des vorausfahrenden Fahrzeugs, häufiger Abstände von weniger als zwei Sekunden halten als Lkw. Folgt ein Pkw einem anderen Pkw bei einer Qualitätsstufe B im Bereich der dreistreifigen Streckenabschnitte, ist der Abstand zwischen den Fahrzeugen zu rund 30 Prozent geringer als zwei Sekunden,

zehn Prozent der Abstände sind sogar kleiner als eine Sekunde (Abbildung 8). Folgt ein Pkw dagegen einem Lkw mit denselben Randbedingungen, ist der Abstand nur zu rund 20 Prozent weniger als zwei Sekunden. Mit Verschlechterung der Verkehrsqualität werden diese Anteile größer. Folgt ein Lkw einem anderen Lkw im Bereich der dreistreifigen Messstellen, beträgt der Abstand in knapp über 20 Prozent der Fälle weniger als zwei Sekunden. Bei der Folgefahrt auf einen Pkw sind dagegen nur rund zehn Prozent der Abstände kleiner als zwei Sekunden. Dies gilt für Lkw unabhängig von der vorliegenden Verkehrsqualität, da diese deren Abstandsverhalten nicht maßgeblich beeinflusst. Abstände von weniger als einer Sekunde treten bei Lkw mit maximal vier Prozent grundsätzlich sehr selten auf. Im Bereich der zweistreifigen Messstellen zeigen sich diese Verteilungen gleichermaßen, allerdings mit höheren Differenzen in den Anteilen, wie in Abbildung 9 ersichtlich.

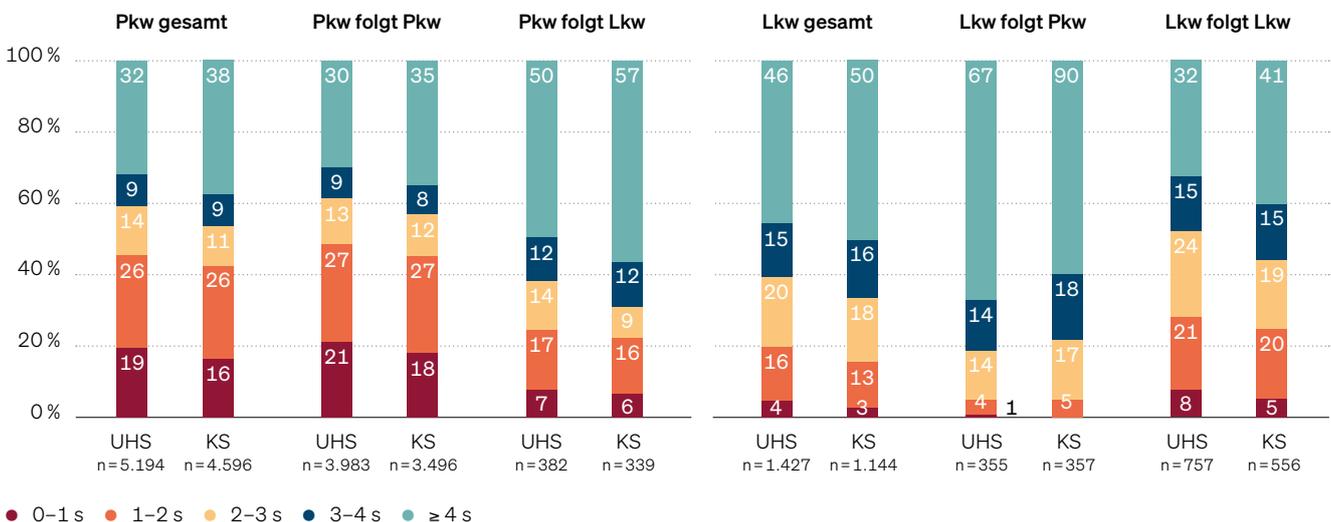
Pkw fahren anteilmäßig zu dicht zueinander

Abbildung 8 · Anteile der Nettozeitabstände von Pkw und Lkw nach der Fahrzeugfolge bei QSV B (siehe Tabelle 2) bei dreistreifigen Messquerschnitten, unterteilt in Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)



Fast 50 Prozent der Pkw fahren zu dicht zueinander bei diesen Querschnitten

Abbildung 9 · Anteile der Nettozeitabstände von Pkw und Lkw nach der Fahrzeugfolge bei QSV B (siehe Tabelle 2) bei zweistreifigen Messquerschnitten, unterteilt in Unfallhäufungsstelle (UHS) und Kontrollstelle (KS)

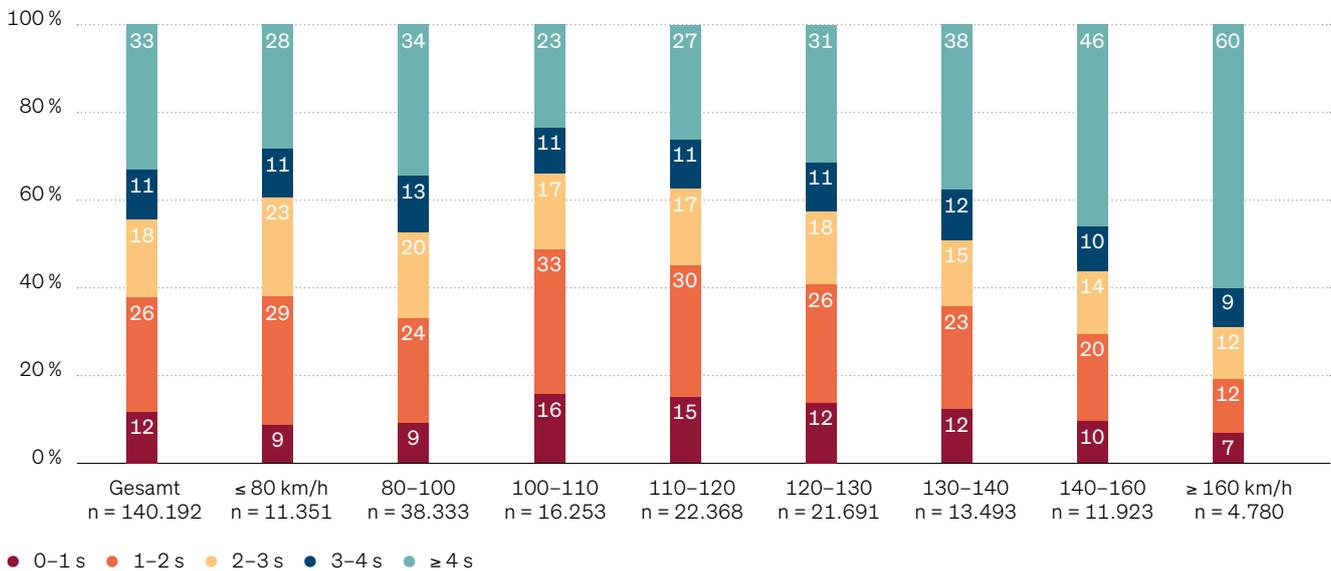


4.1.4 Abstandsverhalten nach Geschwindigkeit

Im letzten Schritt wurde das Abstandsverhalten in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit analysiert. Dabei zeigt sich, wie in Abbildung 10 dargestellt, dass bei Geschwindigkeiten zwischen 100 km/h und 140 km/h Abstände von weniger als zwei Sekunden mit 49 Prozent bis 35 Prozent am häufigsten vorkommen. Dies deutet auf einen in diesem Geschwindigkeitsbereich häufig vorliegenden gebundenen Verkehr ohne freie Geschwindigkeitswahl hin. Mit zunehmender Geschwindigkeit nehmen die Anteile der kritischen Abstände ab. Bei Geschwindigkeiten unter 100 km/h war der Anteil der Abstände von weniger als zwei Sekunden niedriger als 40 Prozent. Bei Geschwindigkeiten über 160 km/h sind nur 19 Prozent der Abstände kleiner als zwei Sekunden, hingegen sind 60 Prozent der Abstände größer als vier Sekunden. Daraus resultiert, dass solch hohe Geschwindigkeiten in den meisten Fällen nur gefahren werden, wenn ausreichend Platz zur Verfügung steht und ungebundener Verkehr mit freier Geschwindigkeitswahl vorliegt. Dies zeigen auch die Geschwindigkeitsverteilungen für die unterschiedlichen Qualitätsstufen (siehe Tabelle 2), wonach mit abnehmender Verkehrsqualität der Anteil an Fahrzeugen mit Fahrgeschwindigkeiten über 130 km/h deutlich zurückgeht (Koettnitz et al., 2023).

Je schneller gefahren wird, desto geringer der Anteil der kritischen Zeitabstände

Abbildung 10 · Anteile der Nettozeitabstände in Abhängigkeit von der gefahrenen **Geschwindigkeit** [km/h] bei dreistreifigen Messquerschnitten



4.2 Fahrstreifenwechsel

Im ersten Schritt der gesonderten Betrachtung der Fahrstreifenwechsel im Bereich der Messstellen der Freien Strecke wurde untersucht, wie häufig Fahrstreifenwechsel in den einzelnen Bereichen auftreten, um mögliche Unterschiede zwischen den Unfallhäufungsstellen und den Kontrollstellen feststellen zu können. Dafür wurde bestimmt, wie viele Fahrstreifenwechsel je 100 aufgenommenen Fahrzeuge stattgefunden haben. Im Ergebnis ist es je nach Messstelle unterschiedlich, ob im Bereich der Unfallhäufung oder der Kontrollstelle mehr Fahrstreifenwech-

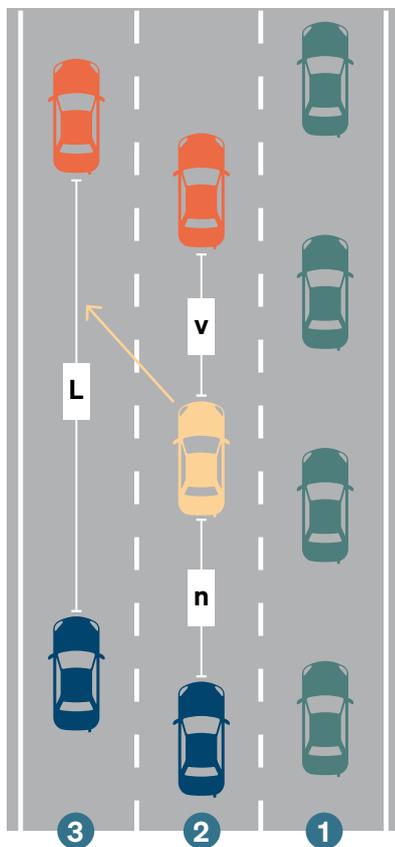
sel durchgeführt wurden, zudem sind die Unterschiede zahlenmäßig meist sehr gering. Andererseits haben die Untersuchungen gezeigt, dass mit zunehmender Knotenpunktnähe mehr Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden als in weiter entfernten Bereichen.

Im weiteren Verlauf wurden Fahrstreifenwechsel nach links und Fahrstreifenwechsel nach rechts gesondert betrachtet. Abbildung 11 zeigt exemplarisch einen Fahrstreifenwechsel nach links bei einer dreistreifigen Autobahn. Beim Wechsel vom rechten Fahrstreifen zum mittleren waren die genutzten Lücken zu 30 Prozent weniger als 100 Meter groß. Bei mindestens 80 Prozent der Fahrzeuge, die einen Fahrstreifenwechsel nach links durchführen, ist das nachfolgende Fahrzeug schneller; etwa 25 Prozent von diesen sogar 20 km/h schneller.

Vor dem Ausscheren halten etwa 68 Prozent der Pkw zum vorausfahrenden Pkw einen Abstand von weniger als 50 Metern. Auch Lkw-Fahrer:innen halten zum vorausfahrenden Lkw zu 67 Prozent einen Abstand von weniger als 50 Metern. Bei 28 Prozent aller beobachteten Fahrzeuge ist der Abstand zum Vorausfahrenden vor dem Wechsel sogar weniger als 25 Meter, bei Lkw-Lkw-Konstellationen sind es bis zu 40 Prozent.

Ergebnisse der Analysen bei „Fahrstreifenwechsel nach links“

Abbildung 11



Fahrstreifenwechsel nach links

	Wert	Beobachtung
L	$L \leq 100 \text{ m}$	Zu 30 % beim Wechsel von Fahrstreifen 1 zu Fahrstreifen 2 genutzt Wenn diese genutzt werden, ist in mind. 80 % der Fälle das nachfolgende Fahrzeug schneller, mind. 25 % mehr als 25 km/h
	$v < n$	Gilt sowohl vor als auch nach der Durchführung des Wechsels nach links
v	$v \leq 50 \text{ m}$	Treten vor dem Wechsel nach links in dreistreifigen Messstellen zu 60 % auf Werden von Pkw in dreistreifigen Messstellen vor dem Ausscheren nach links zu anderen Pkw zu 68 % gehalten, zu Lkw nur zu 45 %
	$v \leq 25 \text{ m}$	Werden von Lkw in dreistreifigen Messstellen vor dem Ausscheren nach links zu anderen Lkw zu 67 % gehalten, zu Pkw nur zu 30 % Treten vor dem Wechsel nach links in dreistreifigen Messstellen zu 28 % auf Werden von Lkw in dreistreifigen Messstellen vor dem Ausscheren nach links zu anderen Lkw zu 40 % gehalten

L: genutzte Lücke v: Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug n: Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug

Beim Fahrstreifenwechsel nach rechts werden Lücken von weniger als 100 Metern nur von 20 Prozent der beobachteten Fahrzeuge genutzt. Nach dem Wechsel beträgt der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug in 45 Prozent der Fälle weniger als 50 Meter. Konstellationen mit dem gleichen Fahrzeugtyp neigen zu höheren Anteilen von genutzten Lücken von weniger als 50 Metern (z. B. 63 Prozent bei Lkw-Lkw).

4.3 Unfallanalyse

Abschließend wurde eine Unfallanalyse für die Messstellen der Freien Strecke durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass in den meisten Unfallhäufungsstellen Pkw die Unfallverursacher sind, mit zunehmender Unfallschwere steigt allerdings der Anteil von Lkw als Unfallverursacher. Darüber hinaus ereigneten sich Auffahrunfälle häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge. Neben überdurchschnittlichen Verkehrsstärken bei einem Großteil der Unfallzeitpunkte wurde auch festgestellt, dass sich, insbesondere auf zweistreifigen Streckenabschnitten, Auffahrunfälle auf dem linken Fahrstreifen häufen.

4.4 Schlussfolgerungen zur Freien Strecke

Die Analysen des Abstandsverhaltens auf 20 Streckenabschnitten der Freien Strecke mit je zwei Aufnahmebereichen hintereinander (zehn Unfallhäufungsstellen und zehn Kontrollstellen) hat gezeigt, dass die Abstände auf einem Streckenabschnitt im Wesentlichen vom Abstandsverhalten der Pkw geprägt werden. Unfälle häufen sich bei hohen Verkehrsstärken, gleichzeitig werden bei höheren Verkehrsstärken vermehrt Zeitabstände von weniger als zwei Sekunden (kritische Abstände) gehalten. Auffahrunfälle ereignen sich häufig im linken Fahrstreifen, in welchem der Anteil kritischer Abstände am größten ist. Im Zuge von Fahrstreifenwechseln wurden häufig Abstände kleiner als 50 Meter und genutzte Lücken kleiner als 100 Meter festgestellt, insbesondere bei Fahrstreifenwechseln nach links. Gleichzeitig bewirken Fahrstreifenwechsel nach links häufig als kritisch einzustufende Situationen, da bei mindestens 80 Prozent dieser Wechsel das nachfolgende Fahrzeug schneller ist und folglich abbremsen muss, um eine Kollision zu vermeiden.

5. Ergebnisse für die Knotenpunkte

5.1 Abstandsverhalten

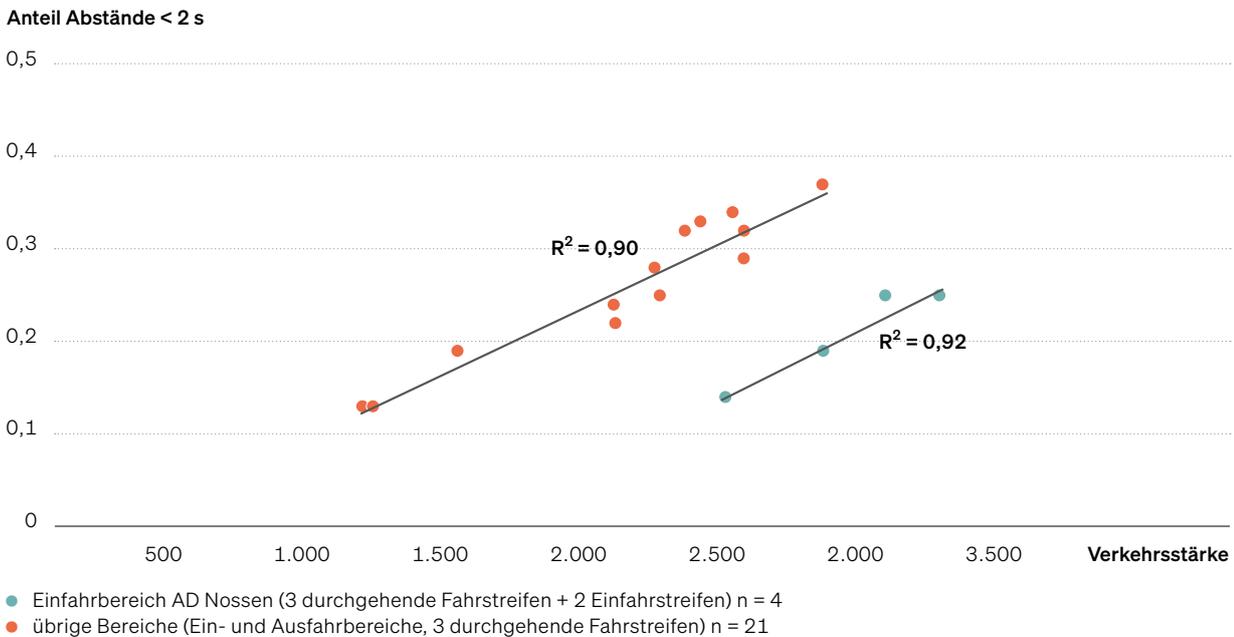
Bei der Analyse des Abstandsverhaltens im Bereich der fünf ausgewählten Knotenpunkte wurde lediglich die Fahrtrichtung der Unfallhäufung untersucht, wodurch kein Vergleich zwischen Unfallhäufungsstelle und Kontrollstelle möglich ist. Stattdessen wurde das Abstandsverhalten im Einfahr- und Ausfahrbereich des Knotenpunktes gegenübergestellt.

5.1.1 Abstandsverhalten nach Verkehrsstärke

Für die Untersuchung des Einflusses der Verkehrsstärke auf das Abstandsverhalten im Bereich der Knotenpunkte wurde betrachtet, wie sich die Anteile der Abstände mit weniger als zwei Sekunden bei unterschiedlichen Verkehrsstärken entwickeln. Die Ergebnisse sind beispielhaft für die untersuchten Knotenpunkte mit drei durchgehenden Fahrstreifen in Abbildung 12 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Anteile von kleinen Abständen mit zunehmender Verkehrsstärke linear ansteigen. Es ist zudem erkennbar, dass es einen Einfluss gibt, über wie viele Fahrstreifen sich die vorliegende Verkehrsstärke verteilt.

Kritischer Zeitabstand nimmt mit hoher Verkehrsstärke zu

Abbildung 12 · Anteil Abstände kleiner als zwei Sekunden nach vorliegender Verkehrsstärke in dreistreifigen Knotenpunkten



5.1.2 Abstandsverhalten nach Lage des Fahrstreifens im Querschnitt der Hauptfahrbahn

Weiterhin wurde auch im Bereich der Knotenpunkte das Abstandsverhalten auf den durchgängigen Fahrstreifen genauer betrachtet. Es zeigt sich ebenfalls, dass der Anteil kritischer Abstände vom rechten zum linken Fahrstreifen größer wird. Besonders deutlich wird dies in den Anteilen von Abständen von unter einer Sekunde. Diese sind bei dreistreifigen Knotenpunkten auf dem linken Fahrstreifen fünf- bis sechsmal so groß wie auf dem rechten Fahrstreifen. Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte sind die Anteile der Abstände von weniger als zwei Sekunden im linken Fahrstreifen rund 15 Prozent größer als im rechten Fahrstreifen. Zudem zeigt sich im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte ein deutlicher Unterschied zwischen Einfahr- und Ausfahrbereich, da die Anteile der kritischen Abstände im Einfahrbereich in beiden Fahrstreifen 19 Prozent über den Anteilen des Ausfahrbereiches liegen.

5.1.3 Abstandsverhalten nach Fahrzeugtyp

Die Analyse des Abstandsverhaltens in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp und der Fahrzeugfolgebeziehung zeigt für die untersuchten dreistreifigen Knotenpunkte, dass Pkw zu vorausfahrenden Pkw häufiger kleine Abstände unter zwei Sekunden halten (30 Prozent) als zu vorausfahrenden Lkw (16 Prozent im Ausfahrbereich bzw. 23 Prozent im Einfahrbereich). Bei den untersuchten zweistreifigen Knotenpunkten stellt sich dagegen kaum ein Unterschied im Verhalten von Pkw zu vorausfahrenden Pkw oder Lkw heraus. Die Abstände von Lkw zu vorausfahrenden Lkw sind im Bereich der dreistreifigen Knotenpunkte zu rund 20 Prozent kleiner als zwei Sekunden. Zu vorausfahrenden Pkw halten Lkw nur zu 4 Prozent im Ausfahrbereich und 7 Prozent im Einfahrbereich Abstände von weniger als zwei Sekunden. Auch für die Analysen zum Fahrzeugfolgeverhalten wurden, insbesondere im Bereich der zweistreifigen Knotenpunkte, im Einfahrbereich häufiger Abstände unter zwei Sekunden festgestellt als im Ausfahrbereich.

5.1.4 Abstandsverhalten nach Geschwindigkeit

Die Untersuchung des Abstandsverhaltens in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit zeigt für die dreistreifigen Knotenpunkte keinen Geschwindigkeitsbereich mit schlechterem Abstandsverhalten. Zwischen 100 km/h und 140 km/h weisen alle Intervalle der Nettozeitlücken eine relativ gleichmäßige und auch gleichbleibende Verteilung auf. Auch Geschwindigkeiten unter 100 km/h und über 140 km/h führen nur zu einer geringfügig davon abweichenden Verteilung mit geringeren Anteilen der Abstände von weniger als zwei Sekunden. Im Bereich der untersuchten zweistreifigen Knotenpunkte wurden bei Geschwindigkeiten zwischen 80 km/h und 110 km/h die größten Anteile von Abständen unter zwei Sekunden festgestellt. Dieses Ergebnis ist darauf zurückzuführen, dass in einem der zwei untersuchten Knotenpunkte eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h vorliegt, weshalb die Ergebnisse dieser Auswertung kaum übertragbar auf andere zweistreifige Knotenpunkte sind.

5.2 Fahrstreifenwechsel

Auch für Knotenpunkte wurde im ersten Schritt der Auswertung von Fahrstreifenwechseln untersucht, wie häufig diese auftreten. Dazu wurde für den Ein- und Ausfahrbereich jedes Knotenpunktes ermittelt, wie viele Fahrstreifenwechsel je 100 aufgenommener Fahrzeuge stattfinden. In vier der fünf betrachteten Knotenpunkte ist es der Fall, dass im Einfahrbereich mehr Fahrstreifenwechsel stattfinden als im Ausfahrbereich. Gleichzeitig finden in Knotenpunkten deutlich häufiger Fahrstreifenwechsel statt (Werte zwischen 16,1 und 65 Fahrstreifenwechsel je 100 Kfz) als im Bereich der Freien Strecke (3,7 bis 20,4 Fahrstreifenwechsel je 100 Kfz). Dies ist durch Einfahr- und Ausfahrvorgänge zu begründen, da im Zuge dieser zwangsläufig mehr Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden.

5.2.1 Einfahrbereich

Da in den Einfahrbereichen der Knotenpunkte, bedingt durch Einfahrvorgänge, deutlich häufiger Fahrstreifenwechsel nach links durchgeführt werden, konzentrieren sich die Auswertungen besonders auf diese Wechsel. Für einen Wechsel vom Einfädungsstreifen in den rechten durchgehenden Fahrstreifen werden Lücken von weniger als 100 Metern in bis zu 53 Prozent der Fälle genutzt. Dabei ist das nachfolgende Fahrzeug mindestens bei 60 Prozent dieser Fälle schneller, in 15 Prozent sogar mindestens 20 km/h schneller. Lücken von weniger als 50 Metern vor und nach dem Ausscheren werden bei zweistreifigen Autobahnen mit 60 Prozent häufiger als bei dreistreifigen (40 Prozent) genutzt. Vor dem Ausscheren nach links werden sogar noch kleinere Lücken (weniger als 25 Meter) genutzt, je nach Fahrzeugkonstellation zwischen 20 und 64 Prozent der Fälle.

5.2.2 Ausfahrbereich

Im Ausfahrbereich treten die Fahrstreifenwechsel nach rechts am häufigsten auf. Vom mittleren zum rechten Fahrstreifen einer dreistreifigen Autobahn werden die meisten Wechsel (22 Prozent) mit einer Lücke von weniger als 100 Metern durchgeführt. Dabei ist das nachfolgende Fahrzeug nach dem Wechsel in etwa 35 Prozent der Fälle immer noch schneller. Bis zu 40 Prozent der Fahrzeuge nutzen Lücken zum nachfolgenden Fahrzeug von weniger als 50 Metern vor und nach dem Einscheren. Bei Lkw-Lkw-Konstellationen werden sogar Lücken von weniger als 25 Metern nach dem Einscheren nach rechts in 31 Prozent der Fälle genutzt.

5.3 Unfallanalyse

Die Unfallanalyse der untersuchten Knotenpunkte hat gezeigt, dass bei hohen Verkehrsstärken zum Unfallzeitpunkt häufig Pkw die Hauptverursacher sind, bei geringeren Verkehrsstärken dagegen sind auch Lkw Unfallverursacher. Gleichzeitig steigt der Anteil der Lkw als Unfallverursacher mit zunehmender Unfallschwere. Ebenfalls zeigt sich eine Häufung von Unfällen auf dem linken Fahrstreifen bei hohen Verkehrsstärken zum Unfallzeitpunkt. Auffahrunfälle ereignen sich häufig auf stau- bzw. verkehrsbedingt abbremsende Fahrzeuge. Eine Häufung von Unfällen im Zusammenhang mit Fahrstreifenwechseln wurde nicht festgestellt.

5.4 Schlussfolgerungen zu den Knotenpunkten

Insgesamt wurden fünf Knotenpunkte, davon drei dreistreifige und zwei zweistreifige Hauptfahrbahnen im Knotenpunktbereich, analysiert. Dieses recht kleine Untersuchungskollektiv von Knotenpunkten mit inhomogener Gestaltung lässt kaum allgemeingültige Schlüsse auf das Abstandsverhalten in Knotenpunkten zu, grundsätzliche Aussagen zum Abstandsverhalten in den untersuchten Knotenpunkten sind dennoch ableitbar.

So hat sich herausgestellt, dass sich die gehaltenen Abstände mit zunehmender Verkehrsstärke verschlechtern. Pkw halten geringere Abstände als Lkw. Gleichzeitig ist auch das Abstandsverhalten als schlechter einzuschätzen, je weiter links sich der Fahrstreifen befindet. Fahrstreifenwechsel treten im Bereich der Knotenpunkte deutlich häufiger auf als im Bereich der Freien Strecke, was den Schluss nahelegt, dass diese sich auf die verkehrliche Situation in Knotenpunkten auswirken. Ein direkter Einfluss der Fahrstreifenwechsel auf das Unfallgeschehen konnte jedoch nicht festgestellt werden, allerdings ist ein indirekter Einfluss nicht auszuschließen. Dies wäre beispielweise der Fall, wenn in Folge eines Fahrstreifenwechsels mehrere nachfolgende Fahrzeuge abbremsen müssen und es dadurch räumlich versetzt zu einem Auffahrunfall kommt. Aus den Unfallberichten sind solche Situationen jedoch nicht konkret ableitbar.

6. Empfehlungen

Basierend auf den Ergebnissen und Schlussfolgerungen aus den durchgeführten Analysen zum Unfallgeschehen, Abstandsverhalten und Fahrstreifenwechsel lassen sich folgende Empfehlungen ableiten.

Infrastruktur und Verkehr

- An unfallauffälligen Autobahnabschnitten mit regelmäßigen Staus sollte der Verkehrsfluss durch dynamische Strecken- oder Netzbeeinflussungsanlagen so harmonisiert werden, dass Staus vermieden und Abstände eingehalten werden. Dazu können auch temporäre Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Überholverbote gehören. Gegebenenfalls sollten diese Maßnahmen durch wirksame ortsfeste oder mobile Überwachungsmaßnahmen durchgesetzt werden.

Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen

- Die Implementierung von Stauwarnungen hinsichtlich einer Anpassung des Fahrverhaltens (z. B. Adaptation der Fahrgeschwindigkeiten und des Abstandes) und Echtzeit-Warnungen vor Stauenden in Navigationsgeräten in Fahrzeugen und in mobilen Geräten anderer Mobilitätsdienstleister kann dazu beitragen, Unfälle mit ungenügendem Sicherheitsabstand zu vermeiden oder zu reduzieren.
- Die Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen durch Kooperative Intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) sollten Bund und Fahrzeugindustrie vorantreiben, um eine rechtzeitige Anpassung des Fahrverhaltens von Verkehrsteilnehmenden zu unterstützen.

Fahrerassistenzsysteme

- Der verpflichtende Einbau von Fahrerassistenzsystemen (FAS) in Neufahrzeugen mit der General Safety Regulation (GSRII) vom Europäischen Parlament, wie automatische Notbremse, Notbremslicht, Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarner, Intelligent Speed Adaptation (ISA), wird positive Effekte für die Verkehrssicherheit haben. Allerdings sollte deren Wirksamkeit im Feld systematisch analysiert werden, um ihre Auslegung gegebenenfalls anzupassen.
- Die weitere Verbreitung von assistierten Fahrfunktionen der Stufe 2 für Pkw und Lkw kann zur Harmonisierung des Verkehrsablaufs auf Autobahnen beitragen und gegebenenfalls zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit führen. Diese Funktionen bestehen aus einem intelligenten ACC (Adaptive Cruise Control), das den Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug und die Fahrgeschwindigkeit an die zulässige Höchstgeschwindigkeit anpasst, sowie einer Spurmittelführung. Es handelt sich dabei um assistierte Fahrfunktionen der Stufe 2, bei denen die Fahrer:innen weiterhin die volle Kontrolle über die Fahraufgabe besitzen. EuroNCAP bewertet diese Systeme, da die richtige Auslegung der Fahrer:inneneinbindung in die Fahraufgabe entscheidend für die Verkehrssicherheit ist. Grundsätzlich gilt dies für Pkw und Lkw gleichermaßen. Eine

Weiterentwicklung zu Fahrfunktionen der Stufe 3, bei denen die Fahrer:innen die Fahraufgabe an das Fahrzeug abgeben, könnte zu einem weiteren positiven Effekt für die Verkehrssicherheit führen. Auch bei diesen Systemen sollte die Wirksamkeit im Unfallgeschehen analysiert werden, um eventuelle negative Effekte frühzeitig erkennen zu können.

Verkehrsverhalten und Kampagnen

- Geeignete Kampagnen können Verkehrsteilnehmende für potenzielle Gefahren bei Störungen im Verkehrsablauf zusätzlich sensibilisieren.
- Sensibilisierung von Pkw-Fahrer:innen für einzuhaltende Abstände durch Kampagnen, die die geltenden Regelungen zum Abstand gemäß Bußgeldkatalogverordnung (Anhang Tabelle 2) einfach und plakativ erläutern.
- Diese Kampagnen sollten durch verstärkte, regelmäßige mobile und gegebenenfalls ortsfeste Abstands- sowie Geschwindigkeitsüberwachungen (auch bei verkehrsbedingt notwendigen dynamischen Tempolimits) flankiert werden.

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

Europäisches Parlament; Verordnung (EU) 2019/2144 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27.11.2019 – Kapitel II: Pflichten der Hersteller (Artikel 6: Hochentwickelte Fahrerassistenzsysteme für alle Kraftfahrzeugklassen), Brüssel (2019).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko), Köln (2012).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Köln (2015).

Koettnitz, R.; Fischer, M.; Böhm, J. & Bakaba, J. E.; Analysen zum Abstandsverhalten von Autofahrern auf Bundesautobahnen, im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer, Forschungsbericht Nr. 94, ISBN-Nr. 978-3-948917-25-8, Berlin (02/2024).

Richter, T.; Seebo, D.; Daghestani, H., Martin, D.; Hofmann, W. & Bakaba, J. E.; Ansätze zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen, im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer, Forschungsbericht Nr. 79, Berlin (02/2023).

Statistisches Bundesamt; Verkehrsunfälle 2021, Fachserie 8 und Reihe 7, Wiesbaden (2022).



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