



KFV - SICHER LEBEN 29

TOTER WINKEL – TÖDLICHE GEFAHR

Analyse und Maßnahmen für mehr Sicherheit

KFV - SICHER LEBEN. BAND 29

TOTER WINKEL – TÖDLICHE GEFAHR

Analyse und Maßnahmen für mehr Sicherheit
Wien, 2021.

MEDIENINHABER UND HERAUSGEBER

KFV (Kuratorium für Verkehrssicherheit)

AUTOREN

DIⁱⁿ Veronika Zuser, DI Aggelos Soteropoulos, DI Martin Winkelbauer, DI Bernd Strnad,
Mag.^a Birgit Salamon, DI Klaus Robatsch, Dr.ⁱⁿ Claudia Riccabona-Zecha, Felix Ensbacher, BSc.

GENDER-HINWEIS

Alle personenbezogenen Bezeichnungen gelten gleichermaßen für Personen weiblichen und männlichen Geschlechts.

© KFV - Kuratorium für Verkehrssicherheit

TOTER WINKEL – TÖDLICHE GEFAHR

Analyse und Maßnahmen für mehr Sicherheit

INHALT

	KURZZUSAMMENFASSUNG	8
	ABSTRACT	10
	ZUSAMMENFASSUNG	12
	EXECUTIVE SUMMARY	22
1	EINLEITUNG	30
1.1	AUSGANGSSITUATION	30
1.2	WAS IST EIN TOTES WINKEL UND WELCHE FAHRZEUGE BETRIFFT DIESES PROBLEM?	31
2	DER TOTE WINKEL UND SEINE FOLGEN	36
2.1	UNFALLANALYSE	36
2.1.1.	ANALYSE DER VERKEHRSUNFALLSTATISTIK	36
2.1.2.	ERGEBNISSE VON TIEFENUNTERSUCHUNGEN	52
2.2	KONFLIKTANALYSE UND ANNÄHERUNGSGESCHWINDIGKEITEN	58
2.3	ERFAHRUNGEN VON LKW- UND BUSLENKERN IM ZUSAMMENHANG MIT DEM THEMA „TOTES WINKEL“	60
2.4	ANSATZPUNKTE ZUR VERMEIDUNG VON TOTES-WINKEL-UNFÄLLEN	63
3	FAHRZEUG BZW. FAHRZEUGAUSSTATTUNG	64
3.1	VERBESSERUNG DER DIREKTEN SICHT – AUFBAU DER LKW-KABINEN	64
3.2	SPIEGELSYSTEME BEI LKW	67

3.3	KAMERA-MONITOR-SYSTEME BEI LKW	69
3.4	FAHRERASSISTENZSYSTEME UND WARNSYSTEME BEI LKW	73
3.4.1.	ABBIEGEASSISTENZSYSTEME	74
3.4.2	NOTBREMSASSISTENZSYSTEM	82
3.4.3	RÜCKFAHRASSISTENT / ERKENNUNG BEIM RÜCKWÄRTSFAHREN	83
3.4.4.	KOLLISIONSWARNSYSTEM FÜR FUSSGÄNGER UND RADFAHRER – ASSISTENZSYSTEME ZUR ÜBERWACHUNG DES FRONTBEREICHS BEIM ANFAHREN	84
4	INFRASTRUKTURGESTALTUNG	86
4.1	DOPPELTE HALTELINIEN / VORGEZOGENE AUFSTELLFLÄCHE	86
4.2	GEMEINSAMER FAHRSTREIFEN FÜR GERADEAUS FAHRENDE RADFAHRER UND RECHTS ABBIEGENDE KFZ	88
4.3	FRÜHERE GRÜN-AMPELSCHALTUNGEN FÜR FUSSGÄNGER UND RADFAHRER (VORGEZOGENE GRÜNPHASEN)	89
4.4	ZEITLICH GETRENNTE GRÜNPHASEN (KONFLIKTFREIE PHASE / PHASENTRENNUNG)	91
4.5	ABGESETZTE ODER NICHT ABGESETZTE FÜHRUNG	92
4.6	FAHRBAHNANHEBUNGEN FÜR DEN KFZ-VERKEHR	93
4.7	FÜHRUNG DES RADVERKEHRS AUF RADFAHRSTREIFEN LINKS VOM ABBIEGENDEN KFZ-VERKEHR	94
4.8	DIREKTES ODER INDIREKTES LINKSABBIEGEN	94
4.9	ORTSFESTE SPIEGEL AN KREUZUNGEN	96
4.10	HINWEIS-BODENMARKIERUNGEN AN KREUZUNGEN	98
4.11	WARN- BZW. HINWEISSCHILDER/BLINKLICHT (MIT UND OHNE DETEKTION)	99

4.12	LANE LIGHTS / BODENMARKIERUNGSLEUCHTEN (MIT UND OHNE DETEKTION)	101
4.13	AKUSTISCHE WARNSIGNALE	102
5	VERKEHRSORGANISATION	104
5.1	PRINZIPIELLE TRENNUNG VON SCHWERVERKEHR UND RAD- BZW. FUSSVERKEHR	104
5.2	VERKEHRSBESCHRÄNKUNGEN UND FAHRVERBOTE	104
5.3	GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNG BEIM ABBIEGEN	106
6	MENSCH BZW. BEWUSSTSEINSBILDUNG	108
6.1	BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI UNGESCHÜTZTEN VERKEHRSTEILNEHMERN	109
6.1.1	FLYER, FOLDER (PRINT- UND ONLINE-MEDIEN)	109
6.1.2	AUFKLEBER AUF BUSSEN UND LKW	110
6.1.3	PLAKATE, TV-SPOTS	113
6.1.4	AKTIONEN	116
6.1.5	VERKEHRS- UND MOBILITÄTSBILDUNG	120
6.2	BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI LKW-LENKERN	122
	EXKURS: STUDIEN ZUR KORREKTEN SPIEGELEINSTELLUNG BEI LKW UND ZUR WIRKSAMKEIT VON AM FAHRZEUG ANGEBRACHTEN Toter-Winkel-Spiegeln	122
6.2.1	AKTIONEN ZUR RICHTIGEN SPIEGELEINSTELLUNG: SPIEGELEINTELLPLÄTZE	126
6.2.2	BEWUSSTSEINSBILDUNG BETREFFEND SICHTBEHINDERUNGEN IM FAHRZEUG	128
6.3	VERHALTENSTIPPS FÜR VERKEHRSTEILNEHMER	129
6.3.1	VERHALTENSTIPPS FÜR FUSSGÄNGER (BEISPIELE)	129
6.3.2	VERHALTENSTIPPS FÜR RADFAHRER (BEISPIELE)	129
6.3.3	VERHALTENSTIPPS FÜR LKW-FAHRER (BEISPIELE)	130
7	MASSNAHMEN-EMPFEHLUNGEN	132

TABELLENVERZEICHNIS	135
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	136
VERZEICHNIS DER RECHTLICHEN REGELUNGEN ZUM TOTEN WINKEL	140
QUELLENVERZEICHNIS	141
IMPRESSUM	154

KURZZUSAMMENFASSUNG

In den vergangenen Jahren (2015-2019) starben in Österreich im Durchschnitt pro Jahr 21 ungeschützte Verkehrsteilnehmer bei Unfällen mit Lastkraftwagen¹ (Lkw <3,5 t und >3,5 t), ein Teil dieser tödlichen Unfälle ist mutmaßlich auf ein Übersehen der Fußgänger und Radfahrer im „toten Winkel“ zurückzuführen. Die Verletzungsschwere ist bei Unfällen mit schweren Lkw (>3,5 t) als Unfallgegner besonders hoch – 13% der verunglückten Fußgänger wurden getötet (zum Vergleich: bei Unfällen mit Pkw werden 1,5% der Fußgänger getötet) und 40% schwer verletzt. Auch bei Radfahrern war die Verletzungsschwere bei Unfällen mit schweren Lkw höher als mit anderen Unfallgegnern (6% getötete Radfahrer bei Unfällen mit schweren Lkw, 27% schwerverletzte Radfahrer). Analysiert man Unfälle schwerer Lkw im Ortsgebiet nach Unfalltypen, so zeigt sich, dass bei Beteiligung von Fußgängern Unfälle beim Queren des Fußgängers der häufigste Unfalltyp tödlicher Unfälle sind (37%), hingegen bei involvierten Radfahrern Unfälle beim Rechtsabbiegen des Lkw (56%).² Unfalltiefenuntersuchungen aus Deutschland³ bestätigten die Einschätzung aufgrund der Analyse der Unfallstatistik, dass sich die Unfalltypen von Lkw-Unfällen bei Radfahrern und Fußgängern unterscheiden: Während bei Radfahrern der „klassische“ Toter-Winkel-Unfall jener zwischen einem geradeaus fahrenden Radfahrer und einem rechts abbiegenden Lkw ist, ereignen sich Toter-Winkel-Unfälle mit Fußgängern vor allem, wenn die Fußgänger vor dem Lkw queren. Eine britische Studie⁴ kam zum selben Ergebnis, zudem ging aus den Analysen hervor, dass Unfälle von Fußgängern mit schweren Lkw im Vergleich zu Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw weniger häufig an Knotenpunkten auftreten, sondern eher im freien Streckenbereich.

Um die Problematik des „toten Winkels“ zu entschärfen, müssen sowohl auf Seiten der Fahrzeugausstattung, Infrastrukturgestaltung und Verkehrsorganisation als auch in Sachen Bewusstseinsbildung der Verkehrsteilnehmer Maßnahmen ergriffen werden.

Fahrzeugseitig wird die direkte Sicht durch die neue Typgenehmigungsverordnung der EU⁵ verbessert werden, die allerdings erst ab 2026 verpflichtend in neu typisierten und ab 2029 in neu zugelassenen Lkw und Bussen vorgeschrieben ist. Bezüglich der indirekten Sicht müssen Lkw laut Vorgabe der EU⁶ sowohl mit großen Hauptaußenrückspiegeln als auch mit Weitwinkel- sowie Nahbereichs-/Anfahrspiegeln und (über 7,5 t) auch mit Frontspiegeln ausgerüstet sein. Wie Studien zeigen, sind die Spiegel aber vielfach nicht richtig eingestellt, wodurch sie ihren Zweck leider nicht optimal erfüllen können.⁷ Neben Spiegeln können mittels Kamera-Monitor-Systemen die nicht direkt einsehbaren Bereiche rund um den Lkw für die Lkw-

1 Im Sinne der leichteren Lesbarkeit werden in dieser Studie unter dem Begriff „leichte Lkw“ Lkw der Klasse N1 (<3,5 t) und als „schwere Lkw“ Lkw der Klassen N2 und N3 (>3,5 t) beschrieben.

2 In der amtlichen Unfallstatistik gibt es keine Angabe dazu, ob es sich um einen Toter-Winkel-Unfall handelt. Aus der Analyse der Unfalldatenbank UDM kann daher nicht festgestellt werden, ob der Fußgänger oder Radfahrer tatsächlich übersehen wurde oder ob es aus einem anderen Grund zum Zusammenstoß kam. Es handelt sich bei der Statistik-Analyse daher um eine Zuordnung der Unfalltypen.

3 Niewöhner & Berg (2004), Ritter (2014), Ritter (2019), Malczyk (2019a), Malczyk (2019b)

4 Summerskill & Marshall (2015)

5 Verordnung (EU) 2019/2144. Die Vorschriften gelten ab 07.01.2026 in neu typisierten und ab 07.01.2029 in neu zugelassenen Lkw und Bussen.

6 UNECE-Regelung Nr. 46, die durch die Verordnung (EG) 661/2009 für verbindlich erklärt wurde.

7 Studien aus den letzten Jahren aus Routinekontrollen und nach Unfällen (z.B. HVU 2016, Knight 2011, Worktrans 2014) berichteten von einer Bandbreite von 5-85% falsch eingestellten Spiegeln.

Lenker einsehbar gemacht werden. Fahrerassistenzsysteme, wie zum Beispiel Abbiegeassistenzsysteme, die die Lenker während des Abbiegevorgangs auf andere in der Nähe befindliche Verkehrsteilnehmer hinweisen, gibt es sowohl ab Werk verbaut als auch als Nachrüstlösung. Ihr Einbau ist ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Lkw und Bussen verpflichtend. Da somit bis zur Ausstattung aller im Verkehr befindlichen Lkw noch viel Zeit vergehen wird, sollte der Einsatz von Assistenzsystemen schon jetzt beim Neukauf und bei der Nachrüstung forciert werden. Die vom BMK gewährte Förderung wurde bisher allerdings nur in bescheidenem Umfang in Anspruch genommen.⁸

Im Bereich der Infrastrukturgestaltung gibt es zahlreiche Möglichkeiten, um Lkw-Unfälle aufgrund des toten Winkels vermeiden zu helfen, darunter getrennte Grünphasen für Kfz-Verkehr und ungeschützte Verkehrsteilnehmer, doppelte Haltelinien bzw. vorgezogene Aufstellflächen an Kreuzungen (Bike Box) oder frühere (vorausende) Grünphasen für Fußgänger und Radfahrer. Auch wenn es dadurch zu einer Verlängerung der Umlaufzeit kommt, ist diese Maßnahme aus Sicht der Verkehrssicherheit sinnvoll und notwendig. Darüber hinaus sollte an Kreuzungen, an denen die erforderlichen Sichtweiten nicht gegeben sind, das Halte- und Parkverbot im Kreuzungsbereich über die derzeit vorgeschriebenen 5 Meter erweitert werden.

Eine Maßnahme der Verkehrsorganisation, die auch immer wieder diskutiert wird, sind Verkehrsbeschränkungen und Fahrverbote für Schwerfahrzeuge ohne Assistenzsysteme.

Unfalltiefenanalysen zeigen, dass auf Seiten der Fußgänger und Radfahrer offensichtlich erhebliche Informationslücken darüber, was Lkw-Lenker sehen können und wie der Abbiegevorgang eines Lkw abläuft⁹, bestehen. Fußgängern und Radfahrern ist meist nicht bewusst, dass Lkw-Fahrer sie in vielen Fällen nur schwer oder gar nicht wahrnehmen können – ein solches Bewusstsein ist jedoch notwendig, um entsprechend defensiv reagieren zu können und sich selbst vor Kollisionen mit einem Lkw zu schützen. Um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen, sollte die Bewusstseinsbildung über verschiedene Kanäle erfolgen, angepasst an die jeweilige Zielgruppe. Eine Aktion für Schulkinder ist in diesem Zusammenhang z.B. die Aktion „Toter Winkel“ von KFV und Wirtschaftskammer.

Ebenso wichtig ist die Bewusstseinsbildung für Lkw-Fahrer im Rahmen der Aus- und Weiterbildung, aber auch im Rahmen von Aktionen. Dabei sollten insbesondere Informationen zur richtigen Spiegeleinstellung (z.B. auch über auf Parkplätzen vorhandene Spiegeleinstellplätze) und zum Umgang mit Fahrerassistenzsystemen und deren Vorteilen vermittelt werden.

⁸ Innerhalb eines Jahres (Stand 15.09.2020) wurde die Förderung österreichweit für insgesamt 829 Fahrzeuge beantragt.

⁹ Insbesondere die für Lkw-Lenker gegebene Notwendigkeit des längeren Geradeausfahrens und Ausschwenkens bei Kurvenfahrten ist ungeschützten Verkehrsteilnehmern offensichtlich oft nicht bewusst.

ABSTRACT

In the period from 2015 to 2019, 21 vulnerable road users were killed on average each year in Austria in accidents involving commercial goods vehicles¹⁰ (lorries <3.5 t and >3.5 t). Some of these fatal accidents are presumably the result of pedestrians and cyclists being overlooked in the “blind spot”. Injury severity is particularly high in accidents with heavy goods vehicles (>3.5 t; HGVs): 13% of pedestrians involved in accidents with HGVs suffered fatal injuries (compared to 1.5% for accidents involving passenger cars) and 40% were seriously injured. Injury severity for cyclists is likewise higher in accidents with HGVs than those with other vehicles (6% of cyclists involved in accidents with HGVs were killed, while 27% suffered serious injuries). An analysis of HGV accidents in urban areas by type shows that fatal collisions when pedestrians are crossing the road are the most frequent type when pedestrians are involved (37%) while accidents involving cyclists occur most frequently when lorries are turning right (56%).¹¹ Accident in-depth studies in Germany¹² confirm the assessment that accident types differ for lorry accidents with cyclists and pedestrians: While the “classic” blind-spot accident for cyclists typically occurs when a cyclist is travelling straight ahead and a lorry is turning right, those involving pedestrians mainly happen when the latter are crossing a road in front of a lorry. A British study¹³ came to the same conclusion and also showed that accidents involving pedestrians and HGVs tend to occur less frequently at intersections and more on open roads than those involving cyclists.

To alleviate the “blind spot” problem, measures need to be taken in relation to vehicle equipment, infrastructure design and traffic organisation as well as to raise awareness among road users.

From a vehicle perspective, direct vision will be improved through the EU’s new type-approval regulation¹⁴. However, this only becomes mandatory for new type-approvals from 2026 and for new lorries and buses from 2029. As far as indirect vision is concerned, EU provisions¹⁵ require lorries to be equipped with large exterior main rear-view mirrors as well as with wide-angle and close-proximity exterior mirrors. Vehicles over 7.5 t must also be fitted with front mirrors. However, studies show that in many cases these mirrors are not properly adjusted and thus cannot optimally fulfil their purpose.¹⁶ In addition to mirrors, camera monitoring systems can be used to enable the driver to see the areas around the vehicle that are not directly visible. Driver assistance systems (e.g. turn assist systems that alert drivers to other road users in the vicinity during turning manoeuvres) are available both as factory-fitted or retrofit

10 For ease of reference, the term “light goods vehicle” (LGV) is used in this study to refer to category N1 lorries (<3,5 t) and the term “heavy goods vehicle” (HGV) to refer to category N2 and N3 lorries (>3,5 t).

11 The official accident statistics do not indicate whether an accident was a blind-spot accident. It is therefore not possible to determine from the analysis of the Accident Database (UDM) whether the pedestrian or cyclists was actually overlooked or whether the collision occurred for another reason. The statistical analysis is therefore an assignation of accident types.

12 Niewöhner & Berg (2004), Ritter (2014), Ritter (2019), Malczyk (2019a), Malczyk (2019b).

13 Summerskill & Marshall (2015).

14 Regulation (EU) 2019/2144. The provisions apply from 07.01.2026 for new type-approvals and from 07.01.2029 for newly registered lorries and buses.

15 UNECE Regulation No 46, which was made mandatory through Regulation (EU) 661/2009.

16 Recent studies based on routine checks and after accidents (e.g. HVU 2016, Knight 2011, Worktrans 2014) reported a range of 5-85% for incorrectly adjusted mirrors.

options. Such systems become mandatory in new EU type-approvals from 6 July 2022 and in newly registered lorries and buses from 7 July 2024. Since much time will thus pass before all the lorries in circulation are fitted with such systems, the use of driver assistance systems should already be pushed and encouraged for new vehicle purchases and vehicle retrofits. The grant made available for this purpose in Austria by the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) has, however, so far only been taken up to a modest extent.¹⁷

There are numerous possibilities in the infrastructure design area to help avoid lorry accidents due to blind spots. These include separate green phases at traffic lights for lorry traffic and vulnerable road users, double stop lines or advanced stop boxes at intersections (bike boxes) or earlier (advance) green phases for pedestrians and cyclists. Even if this lengthens the duration of the signal cycle, it is a sensible and necessary measure from a road safety perspective. Furthermore, stopping and parking restrictions should be extended beyond the currently prescribed 5 metres at intersections and crossings where the visibility requirements are not met.

One traffic organisation measure that is also repeatedly discussed are traffic restrictions and driving bans for heavy vehicles without driver assistance systems.

Accident in-depth analyses show that pedestrians and cyclists obviously have clear gaps in their knowledge when it comes to what lorry drivers can see and how lorries make a turn.¹⁸ Pedestrians and cyclists are usually unaware that in many cases lorry drivers can only see them with difficulty or not at all. However, they need to be aware of this fact in order to be able to take defensive action and protect themselves from collisions with such vehicles. To achieve the broadest possible impact, awareness-raising measures should make use of various channels and be adapted to the respective target group. One good example in this context is the “Blind Spot” campaign for school children run by the Austrian Road Safety Board and the Austrian Chamber of Commerce.

Equally important is the need to raise awareness among lorry drivers both during their driving lessons and training and through targeted measures and campaigns. These should provide them in particular with information on how to adjust mirrors correctly (e.g. at special mirror adjusting sites on parking lots), how to use driver assistance systems and the benefits they provide.

¹⁷ In the course of one year (to 15.09.2020), grant applications for a total of 829 vehicles were submitted nationwide.

¹⁸ Vulnerable road users are obviously often not aware that lorry drivers have to drive straight ahead for a longer distance and swing outwards when turning corners or bends.

ZUSAMMENFASSUNG

In den vergangenen Jahren (2015-2019) starben in Österreich im Durchschnitt pro Jahr 21 ungeschützte Verkehrsteilnehmer bei Unfällen mit Lastkraftfahrzeugen, ein Teil dieser tödlichen Unfälle ist mutmaßlich auf ein Übersehen der Fußgänger und Radfahrer im „toten Winkel“ zurückzuführen. Anfang des Jahres 2019 wurde nach dem tödlichen Unfall eines 9-jährigen Bubens in Wien eine Petition mit dem Ziel einer verpflichtenden Nachrüstung aller schweren Nutzfahrzeuge in Österreich mit Abbiegeassistenten gestartet, die von mehr als 70.000 Personen unterzeichnet wurde. Das KFV hat dies zum Anlass genommen, um das Thema Toter Winkel näher zu untersuchen und mögliche Maßnahmen, um Toter-Winkel-Unfälle zu verhindern, zusammenzustellen.

WAS IST EIN TOTER WINKEL?

Grundsätzlich ist bei einer Betrachtung der Sichtmöglichkeiten von Kfz-Lenkern zwischen der „direkten Sicht“ und der „indirekten Sicht“ zu unterscheiden. Während direkt sichtbare Bereiche für den Lenker ohne Hilfsmittel einsehbar sind, können indirekt sichtbare Bereiche ausschließlich mit Hilfsmitteln (z.B. mit Spiegeln oder Kameras) eingesehen werden. Die Bereiche rund um ein Fahrzeug, die für den Lenker vom Fahrersitz aus weder direkt noch indirekt sichtbar sind, werden unter dem Begriff „Toter Winkel“ zusammengefasst. Personen oder Objekte, die sich in diesen Bereichen befinden, können vom Lenker nicht gesehen werden. Hierbei gilt grundsätzlich: Je größer ein Fahrzeug, desto größer der tote Winkel; besonders groß ist er konstruktionsbedingt bei großen Kraftfahrzeugen wie Lkw und Bussen. Fahrzeugspiegel, insbesondere die Weitwinkelspiegel, verbessern die Sichtverhältnisse der Lkw-Lenker beträchtlich und helfen, das Problem des toten Winkels zu reduzieren. Dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass Verkehrsteilnehmer im Nahbereich eines Lkw auch tatsächlich wahrgenommen werden, da der Lenker, vor allem wenn der Lkw und die anderen Verkehrsteilnehmer in Bewegung sind, zum richtigen Zeitpunkt in den richtigen Spiegel bzw. auf den richtigen Bildschirm schauen muss, um tatsächlich alles in seinem Umfeld zu erkennen. Somit können auch in Bereichen rund um Schwerfahrzeuge, die vom Lenker theoretisch durch einen Spiegel überwacht werden können, Fußgänger oder Radfahrer übersehen werden.

UNFALLANALYSE

Lkw waren in den letzten fünf Jahren (2015-2019) an 7% der Unfälle mit Fußgängern und an 3% der Unfälle mit Radfahrern auf Österreichs Straßen beteiligt. In den betrachteten Jahren waren das insgesamt 467 Lkw-Unfälle mit Fußgängern und 1.258 Lkw-Unfälle mit Radfahrern. Da Unfälle mit Lkw-Beteiligung aber zumeist schwere Unfallfolgen haben, ist der Anteil des Kollisionsgegners Lkw im Bereich der Getötetenzahlen hoch: So starb jeder 5. getötete Fußgänger (21%) und jeder 8. getötete Radfahrer (13%) bei einem Unfall, an dem ein Lkw beteiligt war.

Leichte Lkw (<3,5 t) waren zwar häufiger an Unfällen beteiligt als schwere Lkw (>3,5 t), Unfälle mit tödlichem Ausgang standen aber häufiger mit schweren Lkw in Zusammenhang: 63% der bei Lkw-Unfällen getöteten Fußgänger und 74% der bei Lkw-Unfällen getöteten Radfahrer. Die Verletzungsschwere bei Unfällen mit schweren Lkw war besonders hoch – 13% der ver-

unglückten Fußgänger wurden getötet (zum Vergleich bei Unfällen mit Pkw: 1,5%) und 40% schwer verletzt. Auch bei Radfahrern ist die Verletzungsschwere bei Unfällen mit schweren Lkw höher als bei Kollisionen mit anderen Unfallgegnern (6% Getötete, 27% Schwerverletzte). 60% der bei Unfällen mit schweren Lkw getöteten Fußgänger waren älter als 65 Jahre (zum Vergleich: 54% bei Unfällen mit anderen Fahrzeugen). Die bei Kollisionen mit schweren Lkw getöteten Radfahrer waren jünger als die Fußgänger, 52% waren im Alter von 25-64, 39% waren 65 Jahre alt und älter.

Der Großteil der Lkw-Unfälle mit ungeschützten Verkehrsteilnehmenden ereignete sich bei Tageslicht (Radfahrer: 85% mit leichten Lkw, 94% mit schweren; Fußgänger: 77% mit leichten Lkw, 85% mit schweren Lkw).

Die Analyse der Unfalltypen von Unfällen mit schweren Lkw im Ortsgebiet ergab, dass für Fußgänger Unfälle beim Queren des Fußgängers der häufigste Unfalltyp tödlicher Unfälle sind (37%), hingegen bei Radfahrern Unfälle beim Rechtsabbiegen des Lkw (56%). Eine genaue Analyse, wie viele Lkw-Unfälle ihre Ursache tatsächlich darin haben, dass sich ungeschützte Verkehrsteilnehmer im toten Winkel befanden, ist jedoch nur anhand von Tiefenuntersuchungen durchführbar, da es in der amtlichen Verkehrsunfallstatistik keine direkte Erfassung dieses Problems gibt.

ERGEBNISSE VON UNFALLTIEFENUNTERSUCHUNGEN

Unfalltiefenuntersuchungen aus Deutschland¹⁹ zeigten – ähnlich wie die Analyse der österreichischen Daten aus der amtlichen Unfallstatistik –, dass sich die typische Unfallcharakteristik bei Toter-Winkel-Unfällen zwischen involvierten Fußgängern und Radfahrern unterscheidet. Während bei Radfahrern der „klassische“ Toter-Winkel-Unfall jener zwischen einem geradeaus fahrenden Radfahrer und einem rechts abbiegenden Lkw ist, ereignen sich Toter-Winkel-Unfälle mit Fußgängern häufiger, wenn die Fußgänger vor dem Lkw queren. Eine britische Studie²⁰ kam zum selben Ergebnis. Zudem ging aus den Analysen hervor, dass Unfälle von Fußgängern mit schweren Lkw im Vergleich zu Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw weniger häufig an Knotenpunkten auftreten, sondern eher im freien Streckenbereich. Toter-Winkel-Unfälle ereignen sich fast ausschließlich innerorts, meist nachdem der Lkw angefahren ist und die Radfahrer mit nahezu identer Geschwindigkeit parallel fahren. Die Analyse der Kollisionsgeschwindigkeit von Lkw und Radfahrern zeigte, dass Lkw vor dem Abbiegen meist an einer Ampel stehen und die Kollisionsgeschwindigkeit bei 6 bis 20 km/h liegt, während Radfahrer meist mit konstanter Geschwindigkeit fahren und ihre Geschwindigkeit in etwa bei 7 bis 15 km/h liegt – Lkw und Radfahrer fahren also fast gleich schnell; die Geschwindigkeitsdifferenz beträgt nur max. 5 km/h.²¹ Die meisten Unfälle mit Fußgängern (37%) ereignen sich dann, wenn der Lkw aus dem Stand anfährt – nachdem er an einer Ampel oder im Rückstau einer Kreuzung gehalten hat oder nach einem Ladevorgang – und der Fußgänger unmittelbar vor dem Lkw steht oder quert.²²

19 Niewöhner & Berg (2004), Ritter (2014), Ritter (2019), Malczyk (2019a), Malczyk (2019b)

20 Summerskill & Marshall (2015)

21 Vgl. Ritter (2019)

22 Vgl. Malczyk (2019b)

Aus einer belgischen Tiefenuntersuchung²³ wurde darüber hinaus ersichtlich, dass der ungeschützte Verkehrsteilnehmer in mehr als der Hälfte der Toter-Winkel-Unfälle am Beginn des Manövers eigentlich für den Lkw-Lenker sichtbar war (dies wurde im Rahmen der Tiefenuntersuchung nochmals für jeden Unfall geprüft), es aber dennoch zu einem Unfall kam. Ein großer Teil derartiger Unfälle scheint somit eher auf die Komplexität der Fahr- bzw. Wahrnehmungsaufgabe bzw. auf die konzentrierte Aufmerksamkeit der Lkw-Lenker zurückzuführen zu sein als auf ein Defizit in puncto Sicht.

BEFRAGUNG VON LKW- UND BUS-LENKERN

Im Rahmen von Fokusgruppen, die im April 2019 im Auftrag des KfV durchgeführt wurden, wurde ersichtlich, dass das Thema Toter Winkel sowohl von den Bus- als auch von den Lkw-Fahrern als Problem wahrgenommen wird: Besonders im städtischen Bereich birgt das Abbiegen für die Fahrer, sowohl nach links als auch nach rechts, große Risiken. Für die Lenker stellt das Abbiegen mit einem Schwerfahrzeug aufgrund enger Straßen, eines sperrigen Fahrzeugs und eingeschränkter Sicht gerade in der Stadt, auch ohne Beisein anderer Verkehrsteilnehmer, eine große Herausforderung dar. Den Lkw- und Bus-Lenkern ist dabei bewusst, dass es Bereiche rund um ihr Fahrzeug gibt, die sie nicht einsehen können. Bezüglich des Verhaltens von Fußgängern und Radfahrern wird berichtet, dass diese sich oft falsch verhalten: Radfahrer versuchen, sich an der Kreuzung noch schnell „vorbeizuschummeln“ oder stehen zu dicht am Fahrzeug, zudem seien Radfahrer mitunter sehr rasch unterwegs und dadurch schwer erkennbar. Von Fußgängern wird berichtet, dass sie oft unachtsam oder abgelenkt seien und nicht auf den Straßenverkehr achten. Fahrerassistenzsysteme werden ebenso wie andere Maßnahmen, die die Übersichtlichkeit für Schwerfahrzeuglenker an Kreuzungen erhöhen, wie etwa eine Phasentrennung der Lichtsignale von Fußgängern und Radfahrern und dem Kfz-Verkehr, begrüßt. Generell wiesen die befragten Lkw- und Bus-Lenker besonders auf die Wichtigkeit der Bewusstseinsbildung bei allen Verkehrsteilnehmergruppen hin.

FAHRZEUG BZW. FAHRZEUGAUSSTATTUNG

Fahrzeugseitig gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, den toten Winkel zu vermeiden:

- **Direkte Sicht:** Lkw-Fahrerkabinen sind bereits jetzt, je nach Modell und Verwendungszweck, unterschiedlich ausgestaltet. Vergleichsuntersuchungen²⁴ stellten beträchtliche Unterschiede in der direkten Sicht aus der Lenkerperspektive verschiedener Lkw-Modelle fest. Nach der neuen Typgenehmigungsverordnung der EU²⁵ müssen Lkw und Busse so konstruiert und gebaut sein, dass die direkte Sichtbarkeit ungeschützter Verkehrsteilnehmer vom Fahrersitz aus verbessert wird, und zwar, indem unter Berücksichtigung der Besonderheiten unterschiedlicher Fahrzeugklassen die toten Winkel vor dem Fahrer und an seiner Seite möglichst weitgehend verringert werden.
- **Spiegelsysteme:** Lkw müssen, abhängig von ihrer Größe, mit unterschiedlichen Spiegeln ausgerüstet sein, die es dem Lenker ermöglichen, Bereiche rund um den Lkw indi-

²³ De Ceunynck et al. (2019)

²⁴ z.B. Summerskill et al. (2015)

²⁵ Verordnung (EU) 2019/2144. Die Vorschriften gelten ab 07.01.2026 in neu typisierten und ab 07.01.2029 in neu zugelassenen Lkw und Bussen.

rekt einzusehen. Laut Vorgabe der EU²⁶ müssen Lkw sowohl mit großen Hauptaußenrückspiegeln als auch mit Weitwinkel- sowie Nahbereichs-/Anfahrspiegeln und bei einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 7,5 t auch mit Frontspiegeln ausgerüstet sein. Wie Studien zeigen, sind die Spiegel aber vielfach nicht richtig eingestellt, wodurch sie ihren Zweck nicht optimal erfüllen können.²⁷

- **Kamera-Monitor-Systeme:** Mittels Kamera-Monitor-Systemen können die nicht direkt einsehbaren Bereiche rund um den Lkw für die Lkw-Lenker einsehbar gemacht werden. Es gibt Systeme, die nur den Bereich des toten Winkels sichtbar machen und solche, die eine 360°-Aufsicht über die Umgebung des Fahrzeugs ermöglichen. Kamera-Monitor-Systeme gibt es sowohl ab Werk verbaut als auch als Nachrüstlösung. Der Vorteil gegenüber Spiegeln: Nicht verzerrte Darstellung, bessere Kontrolle über den einsehbaren Bereich, unabhängig von der Sitzposition.

Fahrerassistenzsysteme

- **Abbiegeassistenzsysteme** sind technische Systeme, die die Lenker eines Kraftfahrzeugs auf andere in der Nähe befindliche Verkehrsteilnehmer hinweisen (z.B. durch Warnton oder Warnleuchte), die sich a) rechts vom Kraftfahrzeug befinden und die b) bei einem beginnenden Abbiegevorgang gefährdet werden würden. Dabei kann unterschieden werden zwischen Ultraschall-Systemen mit Kamera-Monitor-Systemen, Radarsystemen ohne Kamera-Monitor-Systeme und sensoroptischen Systemen („Intelligenten“ Kameras) ohne Kamera-Monitor-Systeme. Es gibt sowohl Systeme, die ab Werk verbaut werden, als auch Nachrüstlösungen. Nach der neuen EU-Typgenehmigungsverordnung müssen Abbiegeassistenzsysteme in Zukunft²⁸ in Lkw und Bussen eingebaut sein. Unternehmen oder Halter von Kfz der Klassen N2 und N3 können seit September 2019 beim Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) eine Förderung für die Kosten von Anschaffung und Einbau von Rechtsabbiegeassistenzsystemen in Bestandsfahrzeugen und Neufahrzeugen in Höhe von höchstens 25 % bzw. bis zu 900 Euro pro neu installiertem System beantragen.
- Bei einem **Notbremsassistenzsystem** handelt es sich um ein System, das einen möglichen Zusammenstoß selbstständig erkennt und das Abbremsen des Fahrzeugs veranlassen kann, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu senken und auf diese Weise einen Zusammenstoß zu verhindern oder abzumildern. Es gibt Notbremsassistenzsysteme mit Hinderniserkennung und Erkennung von fahrenden Fahrzeugen und Notbremsassistenzsysteme mit (zusätzlicher) Fußgänger- und Radfahrererkennung. Erstere werden nach der neuen EU-Typgenehmigungsverordnung in Zukunft sowohl für Lkw und Busse als auch für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t verpflichtend.²⁹ Die für die Problematik des toten Winkels relevanten Systeme mit Fußgänger- und Radfahrererkennung müssen nach

26 UNECE-Regelung Nr. 46, die durch die Verordnung (EG) 661/2009 für verbindlich erklärt wurde.

27 Studien aus den letzten Jahren aus Routinekontrollen und nach Unfällen (z.B. HVU 2016, Knight 2011, Worktrans 2014) berichteten von einer Bandbreite von 5-85% falsch eingestellten Spiegeln.

28 Ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Fahrzeugen.

29 Ab 06.07.2022 in neu zugelassenen Lkw und Bussen; ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen.

der Verordnung jedoch nur in Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t eingebaut werden.³⁰ Eine Nachrüstung ist bei solchen Systemen schwierig.

- **Rückfahrassistent / Erkennung beim Rückwärtsfahren:** Der Rückfahrassistent stellt ein System zur Information des Fahrers über hinter dem Fahrzeug befindliche Personen und Objekte dar. Hierbei wird dem Lkw-Fahrer mittels Kameras die Situation hinter dem Lkw aufgezeigt und auch der Abstand zum Hindernis übermittelt. Bei Annäherung an das Hindernis ertönt ein schneller werdender Piepton. Der Rückfahrassistent wird nach der neuen EU-Typgenehmigungsverordnung verpflichtend.³¹
- **Assistenzsysteme zur Überwachung des Frontbereichs beim Anfahren:** Aus der Unfallanalyse geht hervor, dass sich insbesondere Lkw-Unfälle mit Fußgängern überwiegend beim Anfahren aus dem Stand ereignen. Aus diesem Grund sind Systeme, die – obwohl dieser Bereich über den Frontspiegel abgedeckt ist – die Lenker vor Personen warnen, die sich vor dem Fahrzeug befinden, und ein Anfahren verhindern, ein wichtiger Beitrag zur Unfallprävention. Bei Redaktionsschluss dieses Berichts (Jänner 2021) waren derartige Systeme noch nicht erhältlich. Die EU-Typgenehmigungsverordnung schreibt Kollisionswarnsysteme für den Bereich vor dem Fahrzeug allerdings ab 2022 (neu typisierte Fahrzeuge) bzw. 2024 (neu zugelassene Fahrzeuge) vor.

INFRASTRUKTUR

In der Literatur, insbesondere den Richtlinien und Vorschriften für den Fußgänger- und Radverkehr (RVS 03.02.12 bzw. RVS 03.02.13), werden verschiedene mögliche Infrastrukturmaßnahmen im Zusammenhang mit der Problematik des toten Winkels angeführt. Diese Maßnahmen spielen jedoch meist nicht nur im Hinblick auf Toter-Winkel-Unfälle eine Rolle, sondern haben auch viele andere positive Auswirkungen auf die Sicherheit ungeschützter Verkehrsteilnehmer – z.B. kommen bessere Sichtweiten schwächeren Verkehrsteilnehmern auch in anderen Situationen zugute.

- **Zeitlich getrennte Grünphasen (Konfliktfreie Phase / Phasentrennung):** Eigene Phasen für den rechts abbiegenden Verkehr können Konflikte zwischen abbiegenden Fahrzeugen und Fußgängern bzw. Radfahrern verhindern. Auch wenn es dadurch zu einer Verlängerung der Umlaufzeit kommt, ist diese Maßnahme aus Sicht der Verkehrssicherheit sinnvoll und notwendig.
- **Doppelte Haltelinie / vorgezogene Aufstellfläche:** Diese Maßnahme sieht die Einrichtung eines vorgezogenen Wartebereichs für Radfahrer vor der Haltelinie des motorisierten Verkehrs vor, sodass sich Radfahrer für diesen gut sichtbar vor dem motorisierten Verkehr aufstellen können. Unter anderem wird die Maßnahme auch als sogenannte Fahrradbox (Bike Box) bezeichnet. Zum Heranführen der Radfahrenden an den vorgezogenen Haltebereich wird ein Radfahr- oder Mehrzweckstreifen empfohlen. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist nur für bei Rot eintreffende Radfahrer gegeben.

³⁰ Ab 07.07.2024 in neu typisierten und ab 07.07.2026 in neu zugelassenen Fahrzeugen.

³¹ Ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Lkw, Bussen, Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t.

- **Frühere Grün-Ampelschaltungen für Fußgänger und Radfahrer (vorausseilende Grünphasen):** Um die Sichtbarkeit von Fußgängern und Radfahrern an lichtsignalgeregelten Kreuzungen zu erhöhen, können frühere Grün-Ampelschaltungen (vorgezogene Grünphasen) für Fußgänger und Radfahrer eingerichtet werden. Hierbei bekommen Fußgänger bzw. Radfahrer 3 bis 6 Sekunden früher grünes Licht als der Kfz-Verkehr. Radfahrer und Fußgänger befinden sich früher im zentralen Sehbereich und sind dadurch, dass sie bereits in Bewegung sind, leichter wahrnehmbar für die Lenker rechts abbiegender Fahrzeuge.
- **Gemeinsamer Fahrstreifen für geradeaus fahrende Radfahrer und rechts abbiegende Kfz:** Hier kann der rechte Fahrstreifen einer Knotenpunktzufahrt vom geradeaus fahrenden Radverkehr und von rechts abbiegenden Kfz genutzt werden. Der Radverkehr ist dadurch im direkten Sichtfeld der Kfz-Lenker und wird auf dem Rechtsabbiegefahrstreifen mit einem geringeren und in der Regel langsameren Kfz-Verkehrsstrom konfrontiert als auf dem Fahrstreifen geradeaus, wodurch ein deutlich geringeres Konfliktpotenzial entsteht.
- **Abgesetzte oder nicht abgesetzte Führung:** Im Kreuzungsbereich kann der Radverkehr direkt neben dem Kfz-Verkehr („nicht abgesetzt“) oder von der parallelen Fahrbahn weiter entfernt („abgesetzt“) geführt werden. Während Radfahr- und Mehrzweckstreifen den Radverkehr nicht abgesetzt führen, sind bei Radwegen beide Varianten möglich. Die Standardlösung ist aufgrund der besseren Sichtverhältnisse jedoch die direkt neben dem Kfz-Verkehr situierte Führung. Bei der abgesetzten Führung ist es wesentlich, dass Radfahrer mindestens fünf Meter von der Fahrbahn entfernt geführt werden.
- **Fahrbahnanhebungen für den Kfz-Verkehr:** Fahrbahnanhebungen für den Fahrzeugverkehr, z.B. im Bereich von Kreuzungen oder Zu- und Abfahrten, verbessern die Sichtbarkeit und erhöhen die Sicherheit, da der Kfz-Verkehr durch die Fahrbahnanhebungen gezwungen ist, die Geschwindigkeit zu verringern. Zusätzlich erhöht sich damit auch die Erkennbarkeit der Radverkehrs- bzw. der Fußverkehrsführung und damit insgesamt die Aufmerksamkeit abbiegender Kfz-Lenker.
- **Führung des Radverkehrs auf Radfahrstreifen links vom abbiegenden Kfz-Verkehr:** Durch diese Maßnahme werden geradeaus fahrende Radfahrer in Knotenpunktzufahrten mit Rechtsabbiegestreifen links vom Abbiegestreifen geführt. Der Vorteil liegt hier darin, dass die Verflechtung beider Verkehre nicht am Knotenpunkt erfolgt, wo der abbiegende Kfz-Verkehr noch andere verkehrliche Anforderungen bewältigen muss (z.B. Beachtung der Fußgänger), sondern schon davor.
- **Direktes oder indirektes Linksabbiegen:** Links abbiegende Radfahrer können im Kreuzungsbereich sowohl direkt als auch indirekt geführt werden. „Direkt“ bedeutet, dass sich die Radfahrer vor dem Knotenpunkt zum Linksabbiegen in der Mitte der Fahrbahn einordnen. „Indirekt“, dass Radfahrer die Kreuzung zunächst rechts neben den geradeaus fahrenden Fahrzeugen queren. Dann stellen sie sich auf der einmündenden Querstraße auf (Aufstellfläche oder Radfahranlage) und queren die Straße mit dem Querverkehr.
- **Hinweis-Bodenmarkierungen an Kreuzungen:** Bei dieser Maßnahme werden Bodenmarkierungen bzw. Piktogramme mit Hinweisen zum toten Winkel angebracht. Diese

sollen die Radfahrer (aber auch die Fahrzeuglenker) hinsichtlich der Problematik des toten Winkels beim Queren der Kreuzung sensibilisieren bzw. auf die Gefahrensituation eines rechts abbiegenden Lkw aufmerksam machen.

- Weitere mögliche Maßnahmen sind unter anderem Warn- bzw. Hinweisschilder, Blinklichter, Bodenmarkierungsleuchten sowie akustische Warnsignale (jeweils mit oder ohne Detektion).

VERKEHRSORGANISATION

Rechtliche Maßnahmen bieten eine weitere Möglichkeit, die Konflikte zwischen Schwerverfahrzeugen und schwächeren Verkehrsteilnehmern zu verringern. Dazu zählen Fahr- oder Abbiegeverbote für bestimmte Fahrzeuge, die zeitlich begrenzt werden können oder eine bestimmte Fahrzeugausstattung erfordern.

- **Prinzipielle Trennung von Schwerverkehr und Rad- bzw. Fußverkehr:** Dies bedeutet, Schwerverkehr nur auf Routen bzw. Straßen mit wenig Radfahrenden und Zufußgehenden zuzulassen bzw. Schwerverkehr zeitlich nur dann auf Routen mit (vielen) Radfahrenden und Zufußgehenden zuzulassen, wenn diese nicht anwesend sind. Erreicht werden kann dies durch die Verordnung eines entsprechenden Fahrverbots für den Schwerverkehr.
- **Verkehrsbeschränkungen und Fahrverbote für Schwerverfahrzeuge ohne Assistenzsysteme:** Fahrverbote und andere Beschränkungen für Fahrzeuge ohne eine bestimmte Sicherheitsausstattung sind rechtlich möglich. Dazu muss nach der StVO jedoch für jede betroffene Straße bzw. Kreuzung aufgrund eines Ermittlungsverfahrens festgestellt werden, dass die Maßnahme aus Gründen der Verkehrssicherheit erforderlich ist. 2019 wurde in der StVO die zusätzliche Möglichkeit geschaffen, durch Verordnung für ein gesamtes Ortsgebiet, Teile von Ortsgebieten oder näher bestimmte Gebiete für Lkw über 7,5 t ohne Assistenzsysteme zur Vermeidung der Problematik des toten Winkels Rechtsabbiegeverbote zu erlassen.
- **Geschwindigkeitsbeschränkung beim Abbiegen:** In Deutschland ist seit April 2020 in der StVO geregelt, dass Kraftfahrzeuge über 3,5 Tonnen innerorts auf Straßen, auf denen mit Fußgängern und Radfahrern gerechnet werden muss, beim Rechtsabbiegen nur noch Schrittgeschwindigkeit fahren dürfen.

MENSCH BZW. BEWUSSTSEINSBILDUNG

Unfallanalysen zeigen, dass auf Seiten der Fußgänger und Radfahrer erhebliche Informationslücken 1) darüber, was Lkw-Lenker sehen können und 2) wie sich Lkw beim Abbiegen verhalten, bestehen. Fußgängern und Radfahrern ist oft nicht bewusst, dass Lkw-Fahrer sie in vielen Fällen nur schwer oder gar nicht wahrnehmen können – ein solches Bewusstsein ist jedoch notwendig, um entsprechend defensiv reagieren zu können und sich selbst vor Kollisionen mit einem Lkw zu schützen. Daneben ist vielen ungeschützten Verkehrsteilnehmern offensichtlich nicht bewusst, dass rechts abbiegende Lkw vorher geradeaus fahren bzw. sogar links ausschwenken müssen, um die Kurve fahren zu können, was dann anscheinend als Linksabbiegen oder Geradeausfahren interpretiert wird.

Um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen, sollte die Bewusstseinsbildung über verschiedene Kanäle, wie beispielsweise Folder / Plakate / Aufkleber auf Schwerfahrzeugen, Aktionen (z.B. das Selbst-Ausprobieren der Sicht aus einem Lkw) etc. erfolgen, angepasst an die jeweilige Zielgruppe. Optimalerweise werden mehrere Elemente in einer Kampagne kombiniert, um die Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen zu erhöhen. Von besonderer Bedeutung ist das Thema Toter Winkel in der Verkehrserziehung in Kindergarten und Schule, u.a. im Zuge der freiwilligen Radfahrprüfung. Dies kann ergänzt werden durch Aktionen an Schulen, die die eingeschränkte Sicht aus einem Lkw für die Kinder selbst erlebbar machen.

Ebenso wichtig ist die Bewusstseinsbildung für Lkw-Fahrer, dabei sollten insbesondere Informationen zur richtigen Spiegeleinstellung und zum Umgang mit Fahrerassistenzsystemen vermittelt werden.

Für Lkw-Lenker gibt es Aktionen in Betrieben zur richtigen Spiegeleinstellung mit Hilfe eines mobilen Spiegeleinstellplatzes (in Form einer Plane). Bei ortsfesten Spiegeleinstellplätzen handelt es sich um Plätze, auf denen die vorgeschriebenen Sichtbereiche der Rückspiegel auf dem Boden markiert sind. Der Lkw-Lenker kann somit anhand der Markierungen überprüfen, ob die Spiegel seines Fahrzeugs richtig eingestellt sind. Solche ortsfesten Spiegeleinstellplätze können beispielsweise bei Fuhrunternehmen oder deren Kunden errichtet werden. Das hat den Vorteil, dass die Lkw-Fahrer die Wartezeit bis zur Beladung gegebenenfalls sinnstiftend nutzen können. Das Problem Toter Winkel sollte darüber hinaus in der Führerscheinausbildung und in den regelmäßigen Berufskraftfahrer-Weiterbildungen thematisiert werden. Auch in Neufahrzeug-Schulungen sollten die Spiegeleinstellung und der richtige Umgang mit Assistenzsystemen, die Toter-Winkel-Unfälle verhindern können, Thema sein.

MASSNAHMEN-EMPFEHLUNGEN

- **Forcierung des Einbaus von Assistenzsystemen: Förderung und Bewerbung der Nachrüstung mit Abbiegeassistenten und frühere Ausstattung aller Neufahrzeuge**, um die Zeit bis zur gesetzlich verpflichtenden serienmäßigen Ausstattung aller Neufahrzeuge zu überbrücken. Optimalerweise sollten Abbiegeassistenzsysteme mit einem Notbremssystem kombiniert werden.
- **Phasentrennung bei lichtsignalgeregelten Kreuzungen**, um Konflikte zwischen abbiegenden Schwerfahrzeugen und Fußgängern und Radfahrern zu verhindern. Auch wenn es dadurch zu einer Verlängerung der Umlaufzeit kommt, ist diese Maßnahme aus Sicht der Verkehrssicherheit sinnvoll und notwendig.
- **Freihaltung von Kreuzungsbereichen**: Wo die erforderlichen Sichtweiten für Fußgänger und Radfahrer nicht gegeben sind, wird eine Ausweitung des Halte- und Parkverbots empfohlen.
- **Ausbau des Radverkehrsnetzes**: Durch ein sicheres, geschlossenes und engmaschiges Radverkehrsnetz wird das Unfallrisiko minimiert.
- **Bewusstseinsbildung bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern**: Bei Radfahrern mit Schwerpunkt über die Gefahren durch rechts abbiegende Lkw, deren Fahrverhalten

(Ausschwenken) und die Sicht in den Spiegeln, bei Fußgängern über die Gefahren des Querens vor Lkw, wenn eine Kolonne steht – auch und insbesondere abseits von Kreuzungen. Die Bewusstseinsbildung sollte über verschiedene Kanäle, jeweils angepasst an die Zielgruppe erfolgen, optimalerweise werden in einer Kampagne mehrere Elemente kombiniert. Bewusstseinsbildung zur Problematik des toten Winkels sollte bei der Verkehrs- und Mobilitätsbildung im Kindergarten beginnen und auch die Fahrschulausbildung anderer Klassen als C und D umfassen.

- **Aus- und Weiterbildung der Lkw-Lenker:** In den Lehrplänen zum Erwerb der Führerscheinklassen C1 bzw. C sollten sowohl in der theoretischen als auch in der praktischen Ausbildung Lehrinhalte zum Thema „Verkehrssicherheit und toter Winkel“ ergänzt werden. Zusätzlich sollte eine Sensibilisierung hinsichtlich der Problematik des toten Winkels auch im Rahmen der Aus- und Weiterbildungen für Berufskraftfahrer erfolgen.
- **Bewusstseinsbildung bei Lkw-Lenkern** sollte die richtige Spiegeleinstellung umfassen (z.B. durch Aktionen in Betrieben wie die AUVA-Aktion „Alles im Blick“, durch stationäre und mobile Spiegeleinstellplätze und Neufahrzeug-Schulungen).
- **Korrekte Spiegeleinstellung** sollte häufiger als bisher **Teil routinemäßiger Schwerverfahrzeug-Kontrollen** der Exekutive sein.

EXECUTIVE SUMMARY

In the period from 2015 to 2019, 21 vulnerable road users were killed on average each year in Austria in accidents involving lorries. Some of these fatal accidents are presumably the result of pedestrians and cyclists being overlooked in the “blind spot”. Following the death of a 9-year-old boy in Vienna in such an accident, a petition was launched at the start of 2019 calling for all heavy goods vehicles in Austria to be mandatorily retrofitted with turn assist systems. The petition was signed by over 70,000 people. The Austrian Road Safety Board (KFV) took this as an opportunity to investigate the topic of blind spots more closely and identify possible measures to prevent blind-spot accidents.

WHAT IS A BLIND SPOT?

When considering what drivers can see from their position inside a motor vehicle, a distinction is made between “direct vision” and “indirect vision”. While drivers can see directly visible areas without any aids, they can only see indirectly visible areas with the help of such aids (e.g. mirrors or cameras). The areas around a vehicle that are neither directly nor indirectly visible from the driver’s seat are referred to as “blind spots”. People or objects located in these areas cannot be seen by the driver. As a general rule, the larger the vehicle, the larger the blind spot. Due to their design and construction, blind spots are particularly large in large motor vehicles like lorries and buses. Vehicle mirrors, especially wide-angle mirrors, considerably improve what drivers can see and help to reduce the problem of blind spots. Nonetheless, it cannot be assumed that road users in the vicinity of a lorry will also actually be seen, since the driver – above all when the lorry and other road users are moving – has to be looking in the right mirror or at the right screen at the right time in order to actually see everything in his surroundings. Consequently, pedestrians or cyclists can still be overlooked in those areas around heavy vehicles which the driver can in theory monitor via a mirror.

ACCIDENT ANALYSIS

In the last five years (2015-2019), 7% of pedestrian accidents and 3% of bicycle accidents on Austria’s roads were collisions involving lorries. During this period, this amounted to 467 lorry accidents involving pedestrians and 1,258 involving cyclists. However, since accidents involving lorries usually have serious consequences, the share of fatalities that stem from such collisions is high: one in every five pedestrian fatalities (21%) and one in every eight cyclist fatalities (13%) resulted from an accident involving a lorry.

While light goods vehicles (<3.5 t) were involved in more accidents than heavy goods vehicles (>3.5 t), accidents involving HGVs accounted for more fatalities, namely 63% of the pedestrians and 74% of the cyclists killed in lorry accidents. Injury severity was also particularly high in accidents with HGVs: 13% of pedestrians involved in collisions with HGVs suffered fatal injuries (compared to 1.5% for collisions with cars) and 40% were seriously injured. Injury severity for cyclists was likewise higher in accidents with HGVs than with other vehicles (fatalities: 6%; serious injuries: 27%). 60% of the pedestrians killed in accidents with HGVs were over the age of 65 (compared to 54% for other vehicles). The cyclists killed in collisions with HGVs were younger than the pedestrians: 52% were in the 25-64-year-old age group, while 39% were aged 65 and over.

The majority of accidents involving lorries and vulnerable road users occurred in daylight (cyclists: 85% with LGVs, 94% with HGVs; pedestrians; 77% with LGVs, 85% with HGVs).

The analysis of HGV accidents in urban areas by type showed that accidents when the pedestrian is crossing the road are the most common type of fatal accident in the case of pedestrians (37%), while for cyclists such accidents occur most frequently when the lorry is turning right (56%). A precise analysis of how many lorry accidents are actually the result of vulnerable users having been located in a blind spot can, however, only be achieved through in-depth studies since the official accident statistics do not directly record this information.

RESULTS OF ACCIDENT IN-DEPTH STUDIES

Accident in-depth studies in Germany³² showed – similar to the analysis of the data in the official Austrian accident statistics – that the typical characteristics of blind-spot accidents differ for those involving pedestrians and cyclists. While the “classic” blind-spot accident in the case of cyclists typically involves a cyclist travelling straight ahead and a lorry turning right, those involving pedestrians occur more frequently when they are crossing in front of a lorry. A British study³³ came to the same conclusion and also showed that accidents involving pedestrians and HGVs tend to occur less frequently at intersections and more on open roads than those involving cyclists.

Blind-spot accidents occur almost exclusively in built-up areas, usually after lorries have started moving and the cyclists are riding parallel to them at almost identical speeds. The analysis of collision speeds for lorries and bicycles showed that lorries usually stop at a traffic light prior to turning a corner and are travelling at speeds of between 6 and 20 km/h at the time of the collision, while cyclists mostly maintain a constant speed of between 7 and 15 km/h. The lorries and bicycles are therefore traveling at almost the same speed; the maximum speed difference is only 5 km/h.³⁴ Most collisions between lorries and pedestrians occur when lorries move off from a stationary position – after stopping at a traffic light or in a tailback at an intersection or following a loading operation – and the pedestrians are standing or crossing directly in front of the lorry.³⁵

A Belgian in-depth study³⁶ also revealed that in more than half of the blind-spot accidents studied, the lorry drivers could actually see the vulnerable road users at the start of the manoeuvre (this was verified again for each accident during the study), yet the accidents still occurred. A large proportion of such accidents thus seem to be due more to the complexity of the driving/visual perception tasks or the lorry drivers’ ability to concentrate rather than a deficit in terms of visibility.

32 Niewöhner & Berg (2004), Ritter (2014), Ritter (2019), Malczyk (2019a), Malczyk (2019b).

33 Summerskill & Marshall (2015).

34 Cf. Ritter (2019).

35 Cf. Malczyk (2019b).

36 De Ceunynck et al. (2019).

SURVEY OF LORRY AND BUS DRIVERS

A series of focus group discussions conducted in April 2019 for KfV revealed that both bus and lorry drivers perceive blind spots to be a problem: Turning a corner – both to the left and to the right – poses great risks for drivers, particularly in urban areas. Narrow roads, a bulky vehicle and limited vision already make turning a bus or a lorry in a built-up area a challenging manoeuvre for drivers even without the presence of other road users. Lorry and bus drivers are aware that there are areas around their vehicles that they cannot see. They also report that pedestrians and cyclists often act incorrectly: Cyclists try to quickly “sneak past” at intersections or stop too close to lorries or buses; some of them also ride at very high speeds and are thus difficult to see. Lorry and bus drivers feel that pedestrians are often unobservant, distracted or do not pay attention to traffic. They welcome driver assistance systems and other measures to increase visibility for heavy vehicle drivers at intersections – such as separate traffic light phases for pedestrians, cyclists and motor vehicles. In general, the lorry and bus drivers who took part in the focus groups emphasised the importance of raising awareness among all road user groups.

VEHICLE AND VEHICLE EQUIPMENT

There are a range of vehicle-based possibilities for avoiding blind spots.

- **Direct vision:** Driver cabins on lorries already differ in design and equipment depending on the model and intended use. Comparative studies³⁷ have identified significant variations in what drivers can see directly from the driving seat between different models of trucks. The new EU type-approval regulation³⁸ requires lorries and buses to be designed and constructed in a way that improves the direct visibility of vulnerable road users from the driver’s seat by considering the specificities of different vehicle categories and reducing the blind spots in front and to the side of the driver as far as possible.
- **Mirrors:** Depending on their size, lorries must be fitted with different mirrors that allow the driver to see areas around the vehicle indirectly. EU regulations³⁹ stipulate that lorries must be equipped with large exterior main rear-view mirrors as well as with wide-angle and close-proximity exterior mirrors. Lorries with a permissible total weight of over 7.5 t must also be fitted with front mirrors. However, studies have shown that in many cases these mirrors are not properly adjusted and thus cannot optimally fulfil their purpose.⁴⁰
- **Camera monitoring:** Camera monitoring systems allow lorry drivers to see the areas around their vehicles that are not in their direct line of sight. Some such systems only make the blind spot area visible, others provide a 360° view around the vehicle. Camera monitoring systems are available both as factory-fitted or retrofit options. Their advantage over mirrors is that they offer an undistorted view and better control over the visible area regardless of the position of the driver’s seat.

37 E.g. Summerskill et al. (2015).

38 Regulation (EU) 2019/2144. The provisions apply from 07.01.2026 for new type-approvals and from 07.01.2029 for newly registered lorries and buses.

39 UNECE Regulation No 46, which was made mandatory through Regulation (EU) 661/2009.

40 Recent studies based on routine checks and after accidents (e.g. HVU 2016, Knight 2011, Worktrans 2014) reported a range of 5-85% for incorrectly adjusted mirrors.

Driver assistance systems

- **Turn assist systems** are technical systems which alert motorists (e.g. by means of a warning tone or warning light) to other road users in the vicinity who are a) located to the right of the vehicle and b) would be in danger if it were to start a turning manoeuvre. There are different types of turn assist systems available, namely ultrasound systems with camera monitoring, radar systems without camera monitoring and optical sensor systems (“smart” cameras) without camera monitoring, all of which are available both as factory-fitted or retrofit options. The new EU type-approval regulation requires lorries and buses to be fitted in future⁴¹ with turn assist systems. Since September 2019, companies or owners of category N2 and N3 vehicles in Austria have been able to apply to the Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology for a grant to cover the costs of purchasing and installing right-turn assist systems in existing and new vehicles up to a maximum of 25% or 900 euros per newly installed system.
- An **emergency brake assist system** can independently detect a potential collision and initiate a braking operation to reduce the speed of the vehicle, thus preventing or mitigating a collision. Some emergency brake assist systems detect obstacles and moving vehicles, while others (additionally) detect pedestrians and cyclists. In line with the new EU type-approval regulation, the former will become mandatory in future both for lorries and buses as well as for cars and light commercial vehicles up to 3.5 t.⁴² However, the regulation only requires that systems with pedestrian and cyclist detection, i.e. those that are relevant for the blind-spot problem – be installed in cars and light commercial vehicles up to 3.5 t.⁴³ It is difficult to retrofit vehicles with such systems.
- **Reverse assist/detection during reversing manoeuvres:** Reverse assist systems alert drivers to the presence of people or objects behind the vehicle. They use cameras to show the lorry driver the situation behind the vehicle and also indicate the distance to such obstacles. When the lorry approaches the obstacle, an increasingly rapid acoustic signal sounds. Reverse assist systems become mandatory under the provisions of the new EU type-approval regulation.⁴⁴
- **Assist systems to monitor the area in front when a vehicle moves off:** The accident analysis shows that collisions between lorries and pedestrians predominantly occur when the vehicle is moving off from a stationary position. Accordingly, and although this area is covered by the front mirror, systems that alert the driver to the presence of people in front of the vehicle and prevent it from moving make an important contribution to road safety. At the time of completion of this report (January 2021) such systems were not yet available. The EU type-approval regulation, however, mandates collision warning systems for the area in front of a vehicle from 2022 (new type-approvals) and 2024 (newly registered vehicles).

41 From 06.01.2022 for new type-approvals and from 07.07.2024 for newly registered vehicles.

42 From 06.07.2022 for newly registered lorries and buses; from 06.07.2022 for new type-approvals and from 07.07.2024 for newly registered cars and light commercial vehicles.

43 From 07.07.2024 for new type-approvals and from 07.07.2026 for newly registered vehicles.

44 From 06.07.2022 for new type-approvals and from 07.07.2024 for newly registered lorries, buses, cars and light commercial vehicles up to 3.5 t.

INFRASTRUCTURE

The relevant literature, in particular the Austrian guidelines and regulations for pedestrian and bicycle traffic (RVS 03.02.12 and RVS 03.02.13), lists various possible infrastructure measures to address the blind-spot problem. However, the impact of such measures is usually not restricted to blind-spot accidents, they also have many other positive effects that raise the safety of vulnerable road users – improved visibility, for instance, also benefits weaker road users in other situations.

- **Separately timed green phases (conflict-free phase/complete phase separation):** Separate phases at traffic lights for traffic turning right can prevent conflicts between motor vehicles and pedestrians or cyclists. Even if it lengthens the duration of the signal cycle, this is a sensible and necessary measure from a road safety perspective.
- **Advanced stop line/advanced stop box:** This measure foresees the installation of an advanced stopping area for cyclists ahead of the stop line for motor vehicles so that waiting cyclists can stop in an area where they are clearly visible to motorists. Such stopping areas or stop boxes are referred to by various names including the so-called bike box. A bicycle lane or shared lane is recommended to direct cyclists into the stopping area. This measure is only effective for cyclists arriving when the traffic lights are at red.
- **Earlier green lights for pedestrians and cyclists (early release):** To increase their visibility at intersections controlled by traffic lights, pedestrians and cyclists can be given an early green light (early release) that allows them to move off 3 to 6 seconds before motorists. They thus reach the central field of vision earlier and, since they are already moving, can be seen more easily by the drivers of vehicles turning right.
- **Shared lane for cyclists traveling straight on and motorist turning right:** In this measure, the right-hand lane in the approach to an intersection can be used by cyclists traveling straight on and motorists turning right. This means that the cyclists are in the direct field of vision of the motorists and encounter a reduced and generally slower flow of motor vehicles in the right-turn lane than in the straight-ahead lane, which significantly reduces the potential for any conflicts.
- **Offset or not-offset bicycle traffic management:** At intersections, bicycle traffic can be run either directly alongside the motor vehicle traffic (“not-offset”) or further away from the carriageway (“offset”). Bicycle traffic is not offset on bicycle and shared traffic lanes, but both variants are feasible on bicycle paths. However, given the better visibility it affords, the standard solution is to run bicycle traffic directly alongside motor vehicle traffic. If the bicycle traffic is offset, it is important that it is kept at least five meters away from the carriageway.
- **Raised roadways for motor vehicles:** Raising sections of the road used by motor vehicles, e.g. at intersections or in access and exit lanes, improves visibility and road safety since it forces motorists to reduce speed. The raised sections of road also make the traffic guidance infrastructure for bicycles and pedestrians easier to identify and increase the attention of motorists as they make a turn.

- **Positioning bicycle traffic on bicycle lanes to the left of turning motor vehicles:** Through this measure, cyclists travelling straight ahead are run to the left of the turn-off lane in the approach to an intersection with a right-turn lane. The advantage thereby is that the two forms of traffic do not merge at the intersection where the traffic turning right has other road-related matters to contend with (e.g. watching out for pedestrians) – they have already merged further down the road.
- **Direct or indirect left turns:** Cyclists turning left at an intersection can be guided to do so either directly or indirectly. In the “direct” approach, the cyclists move into the centre of the roadway before they reach the intersection. For “indirect” left turns, they are first directed across the intersection to the right of the traffic moving straight ahead, then wait on the perpendicular road (in the stop box or bicycle path) and cross the road with the cross traffic.
- **Road markings at intersections:** Road markings or pictograms can be installed at intersections to alert road users to the threat of landing in a blind spot. Their purpose is to draw the attention of cyclists (and motorists) to the problem of the blind spot when crossing an intersection and make them aware of the danger posed by a lorry turning right.
- Further possible measures include warning and information signs, flashing lights, road marking lights and acoustic warning signals (with or without detection in each case).

TRAFFIC ORGANISATION

Legislative measures are a further means of reducing conflicts between heavy vehicles and weaker road users. These can include driving or turning bans for certain vehicles, which can be restricted to specific times or only applicable to vehicles that are not fitted with specific equipment.

- **General separation of heavy vehicle and bicycle or pedestrian traffic:** This means that heavy vehicles are only permitted on routes or roads with few cyclists or pedestrians or are only permitted on routes with (many) cyclists or pedestrians at times when these are not present. This can be achieved by imposing a corresponding driving ban for heavy vehicles.
- **Driving restrictions and bans for heavy vehicles without driver assistance systems:** Driving bans and other restrictions for vehicles without specific safety equipment are permissible under Austrian law. However, the Road Traffic Act (StVO) requires that an investigation be carried out for each affected road or intersection to determine whether the measure is necessary for road safety. In 2019, the StVO was amended to include the possibility of banning lorries over 7.5 t without driver assistance systems from making right turns in an entire municipal district, in designated parts of a municipal district or in more narrowly defined areas to avoid the problem of blind spots.
- **Speed limit for right turns:** Since April 2020, the Road Traffic Act in Germany stipulates that motor vehicles over 3.5 t may only drive at walking speed when turning right on roads in urban areas where they can expect to encounter pedestrians and cyclists.

PEOPLE AND AWARENESS RAISING

Accident analyses show that there are significant gaps in what pedestrians and cyclists know about 1) what lorry drivers can see and 2) how lorries react when making a turn. Pedestrians and cyclists are often unaware that in many cases lorry drivers can only see them with difficulty or not at all – yet they need to be aware of this fact in order to be able to take defensive action and protect themselves from collisions with such vehicles. In addition, many vulnerable road users are evidently unaware that a lorry turning right has to first go straight ahead and even swing out to the left in order to be able to make the turn, a situation that is then apparently interpreted as a left-turn or straight-ahead manoeuvre.

To achieve the broadest possible impact, awareness-raising measures should make use of various channels – such as brochures/posters/stickers on heavy vehicles, practical activities like trying out the view from a lorry first-hand, etc. – and be adapted to the respective target group. Ideally, a campaign will combine multiple elements in order to increase the effectiveness of the individual measures. The topic of blind spots is particularly important in road safety education in kindergartens and schools, for instance as part of the voluntary bicycle exam. This can be supplemented by activities at schools which allow pupils to experience the restricted view from a lorry for themselves.

Awareness-raising measures for lorry drivers are equally important and should provide them in particular with information on correct mirror settings and how to use driver assistance systems.

Corresponding measures include training on how to correctly adjust mirrors at mobile mirror adjustment sites (in the form of a tarpaulin sheet). At permanent mirror adjustment sites, the mandatory areas that must be visible in the respective mirrors are marked on the ground. The lorry drivers can then use the markings to check if their mirrors are adjusted correctly. Such permanent mirror adjustment sites can be set up, for example, on the premises at haulage companies or their customers. A further advantage of such installations is that they allow lorry drivers to put the waiting time during a loading operation to meaningful use. The blind-spot problem should likewise be addressed in the curriculum for the driving test and regular training programmes provided for professional HGV drivers. Training courses for new vehicles should also include mirror settings and the correct use of driver assistant systems, which can prevent blind spot accidents.

RECOMMENDED MEASURES

- **Accelerate the installation of driver assistance systems: Encourage and promote retrofitting with turn assist systems and the earlier outfitting of all new vehicles** to bridge the period until such systems become mandatory standard fittings on all new vehicles. Ideally, turn assist systems should be combined with emergency brake assist systems.

- **Complete phase separation at intersections controlled by traffic lights** to prevent conflicts between turning heavy vehicles and pedestrians and cyclists. Even if this lengthens the duration of the signal cycle, it is a sensible and necessary measure from a road safety perspective.
- **Keep intersections clear:** An extension of the stopping and parking restrictions is recommended at intersections where the required visibility of pedestrians and cyclists is not given.
- **Expand the cycle path network:** The provision of a safe, contained and closely meshed network of cycle paths minimises the risk of accidents.
- **Raise awareness among vulnerable road users:** Corresponding measures for cyclists should focus on the threats posed by right-turning lorries, how they manoeuvre (swing out) and visibility in mirrors. For pedestrians, they should focus on the risks of crossing in front of lorries standing in a tailback – also (and especially) away from intersections. Awareness-raising measures should make use of various channels and be adapted to the respective target group – ideally in campaigns that combine multiple elements. Awareness-raising for blind spots should start in road safety and mobility education in kindergartens and also feature on the curricula for the theory and practical driving tests for licences in other categories than C and D.
- **Train and educate lorry drivers:** The curricula for the theory and practical tests for category C1 and C driving licences should be expanded to cover the topic of “Road Safety and Blind Spots”. To further raise awareness, more content on the problem of blind spots should also be incorporated into training and education programmes for professional lorry drivers.
- **Raise awareness among lorry drivers:** Measures here should include the correct settings for mirrors (e.g. through in-house company measures like the AUVA “Everything in View” campaign, the provision of stationary and mobile mirror adjustment sites and training courses for new vehicles).
- **Enforce correct mirror settings:** Mirror settings should be checked more frequently than at present during **routine heavy vehicle spot checks** by the police and traffic enforcement officers.

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSSITUATION

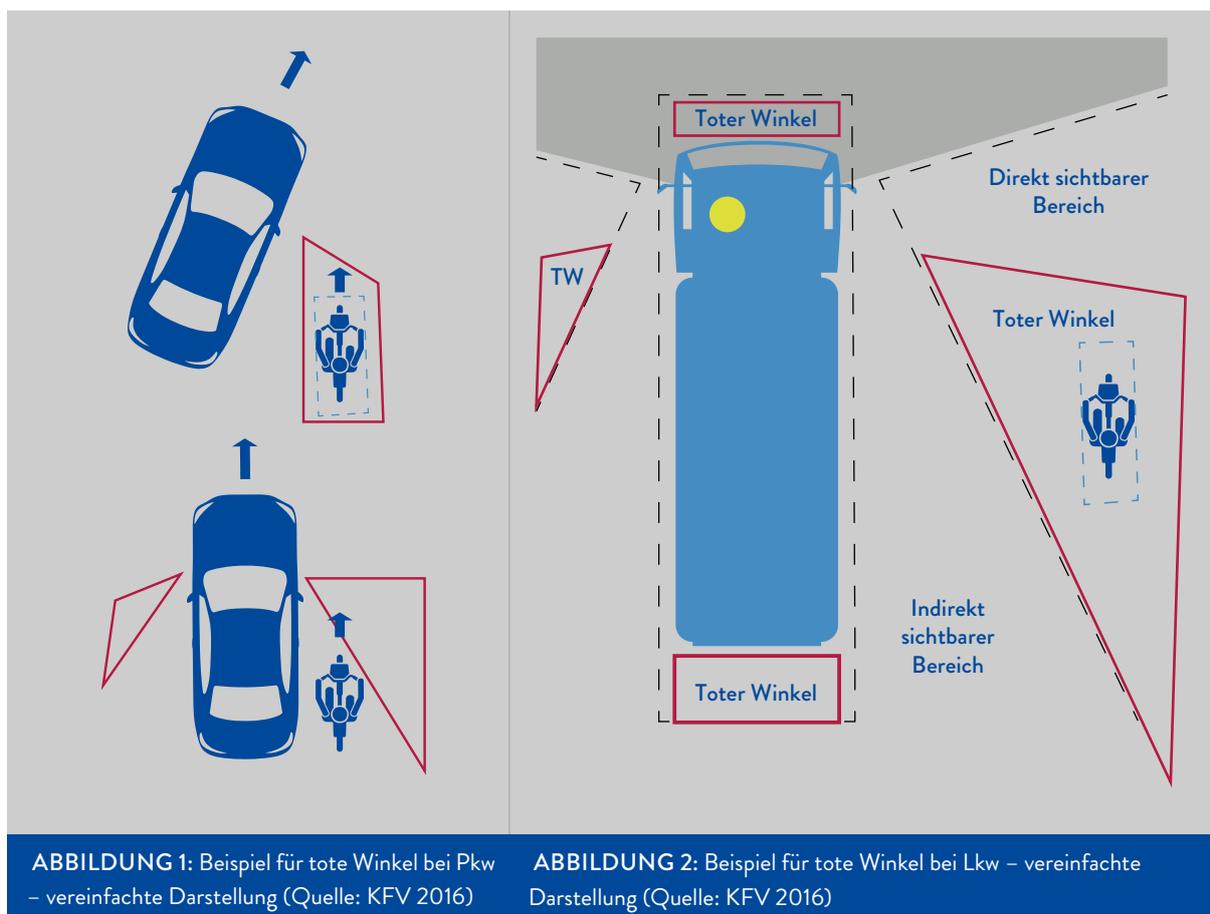
Immer wieder gibt es in Österreich schwere Unfälle von ungeschützten Verkehrsteilnehmern mit anfahrenden oder abbiegenden Lkw aufgrund der Problematik des toten Winkels. Zu Beginn des Jahres 2019 erlangte das Thema des toten Winkels jedoch besondere Aufmerksamkeit: Am 31. Jänner 2019 wurde ein 9-jähriger Bub in Wien am Schulweg von einem rechts abbiegenden Lkw überfahren und starb an den Folgen dieses tragischen Unfalls. Daraufhin wurde eine Petition für die verpflichtende Nachrüstung von elektronischen Abbiegeassistenten für alle Nutzfahrzeuge in Österreich zum frühestmöglichen Zeitpunkt gestartet. Das Thema fand starken Anklang in den Medien und in der Bevölkerung. Innerhalb kürzester Zeit wurde die Petition von mehr als 70.000 Personen unterzeichnet. Schließlich wurde am 19. Februar 2019 ein runder Tisch zum Thema „Toter Winkel und Lkw-Abbiegeassistenzsysteme“ – der sogenannte „Sicherheitsgipfel Lkw“ – durch den damaligen Verkehrsminister Norbert Hofer einberufen. Bei diesem Gipfel wurde zwar keine Pflicht zur Ausstattung mit Abbiegeassistenten vereinbart, aber ein Maßnahmenpaket zur Verbesserung der Sicherheit, das unter anderem Infrastrukturmaßnahmen zur Behebung von Gefahrenstellen sowie Spiegel an gefährlichen Kreuzungen, eine Verordnungsermächtigung zur Erlassung von Abbiege-Verboten für Lkw an gefährlichen Kreuzungen sowie Bewusstseinsbildungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen und eine Informationskampagne zum Thema Toter Winkel umfasste (vgl. BMVIT 2019a). Das KFV organisierte am 25. Juni 2019 eine Fachtagung mit dem Titel „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen für mehr Sicherheit“, in deren Rahmen verschiedene Maßnahmen aus den Bereichen Fahrzeugsicherheit, Infrastrukturgestaltung und Bewusstseinsbildung diskutiert wurden. Ebenfalls im Juni wurde vom BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie) eine Million Euro an Fördermitteln für den Einbau (Ausstattung Neufahrzeuge und Nachrüstung Bestandsfahrzeuge) freigegeben. Die Förderung von bis zu 25 Prozent oder maximal 900 Euro der Kosten kann seit September 2019 beantragt werden. Zusätzlich konstituierte sich im Oktober 2019 im BMK der Arbeitsausschuss „Lkw-Sicherheit“. Lkw-Sicherheit, und dabei explizit die Problematik des toten Winkels, ist auch Bestandteil des aktuellen Regierungsprogramms (vgl. Bundeskanzleramt Österreich 2020). Ende 2019 wurde die neue Typgenehmigungsverordnung der EU (Verordnung (EU) 2019/2144) beschlossen, die für Neufahrzeuge eine Reihe von Ausstattungsmerkmalen zur Vermeidung von Toter-Winkel-Unfällen vorschreibt. In den kommenden Jahren werden damit insbesondere eine verbesserte direkte Sicht aus Fahrererkabinen und der Abbiegeassistent Pflicht.

Diese Entwicklungen und Diskussionen konnten aufzeigen, welche Brisanz das Thema des toten Winkels hat. Es wurde jedoch auch deutlich, dass es noch weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich möglicher Präventionsmaßnahmen rund um den toten Winkel gibt. Das KFV nahm die Entwicklungen zum Anlass, das Thema des toten Winkels näher zu untersuchen sowie – unter Berücksichtigung aktueller internationaler Forschungsergebnisse – verschiedene mögliche Maßnahmen und Präventionsansätze abzuleiten. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammen und gibt einen Überblick über das Unfall-

geschehen rund um die Problematik des toten Winkels sowie über mögliche Präventionsmaßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen. Der Fokus liegt dabei auf dem toten Winkel von Schwerfahrzeugen.

1.2 WAS IST EIN TOTER WINKEL UND WELCHE FAHRZEUGE BETRIFFT DIESES PROBLEM?

Die Sichtmöglichkeiten von Kfz-Lenkern sind in eine „direkte Sicht“ und eine „indirekte Sicht“ zu unterscheiden. Während direkt sichtbare Bereiche für Kfz-Lenker ohne Hilfsmittel einsehbar sind, können indirekt sichtbare Bereiche ausschließlich mit Hilfsmitteln (z.B. mit Spiegeln oder Kameras) eingesehen werden. Die Bereiche rund um ein Fahrzeug, die für Kfz-Lenker weder direkt noch indirekt sichtbar sind, werden unter dem Begriff „Toter Winkel“ zusammengefasst. Personen oder Objekte, die sich in diesen Bereichen befinden, können von Kfz-Lenkern nicht gesehen werden (vgl. Winkelbauer 2015: 5 f.).



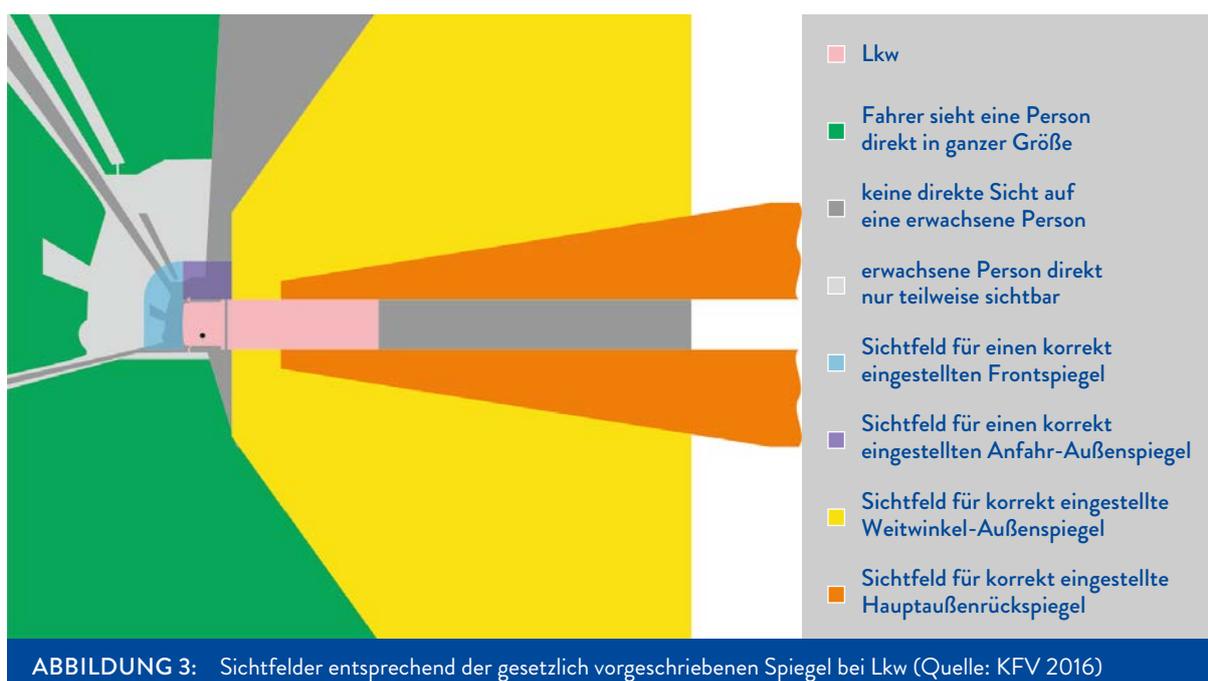
Tote Winkel können sowohl unmittelbar vor dem Kfz als auch dahinter sowie seitlich davon entstehen. Abhängig ist die Größe des toten Winkels von den Eigenschaften des jeweiligen Fahrzeugs (Fahrzeugart, Fahrzeuggröße, Anzahl und Größe der Fenster etc.) sowie von den

verwendeten Hilfsmitteln (z.B. Spiegeln oder Kameras). Hierbei gilt grundsätzlich: Je größer ein Fahrzeug, desto größer der tote Winkel; besonders groß ist er konstruktionsbedingt bei großen Kraftfahrzeugen wie Lkw und Bussen (vgl. ADAC 2015: 8). Gerade bei diesen Fahrzeugen sollte man sich als ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Radfahrer) somit nicht darauf verlassen, dass man vom Kfz-Lenker auch tatsächlich gesehen wird.

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen Beispiele für tote Winkel bei Pkw und Lkw mittels vereinfachter Darstellung. Grundsätzlich ist die Kommunikation dieses Problems durchaus schwierig und komplex. Solche leicht verständlichen vereinfachten Darstellungen – obwohl technisch nicht ganz korrekt – ermöglichen es aber, das Problem plakativ zu veranschaulichen und werden daher auch häufig für die öffentliche Kommunikation und Meinungsbildung verwendet.

Aufgrund der Größe, der Höhe sowie des Designs der Fahrerkabine sind die Sichtverhältnisse für Lkw- und Bus-Lenker deutlich schlechter als jene für Pkw-Lenker. Zur Reduktion der Sichtschatten rund um Lkw und Busse sind diese gesetzlich verpflichtend mit Spiegelsystemen auszustatten. Die Anzahl und Art der zu verwendenden Spiegel ist dabei in Abhängigkeit zur Größe des Nutzfahrzeugs vorgeschrieben (siehe Kapitel 3.2). Durch die Spiegel werden bestimmte Bereiche rund um den Lkw bzw. Bus für Lenker zumindest indirekt einsehbar (vgl. Ecker & Lindl 2014: 429).

Die tatsächliche Problematik des toten Winkels wird in Abbildung 3 deutlich: Bei Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 7,5 Tonnen sollte es im unmittelbaren Bereich vor sowie seitlich des Lkw aufgrund der zu verwendenden Spiegel praktisch keinen toten Winkel geben. Lediglich der Raum hinter dem Lkw ist für die Fahrer derzeit noch nicht gesetzlich verpflichtend einsehbar, in der Praxis sind aber viele Lkw bereits mit Rückfahrkameras



ausgestattet. Rückfahrassistenten werden ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Fahrzeugen Pflicht.

Dennoch ist nicht immer davon auszugehen, dass Lkw- und Bus-Lenker andere Verkehrsteilnehmer, die theoretisch in einem der Spiegel sichtbar sein sollten, auch tatsächlich wahrnehmen. Dies liegt insbesondere an folgenden Umständen:

- In den konvexen Rückspiegeln, die für die Sicht nach vorne und rechts neben das Fahrzeug vorgesehen sind, erscheinen Personen sehr klein. Zudem entsprechen diese Abbilder auch nicht den typischen Vorstellungen, die man intuitiv von einer Person hat. Durch den um 45 Grad geneigten und konvex gewölbten (Weitwinkel-)Rampenspiegel bzw. Frontspiegel sind von einer stehenden Person von oben betrachtet praktisch nur Kopf und Schultern sichtbar und somit schlecht wahrnehmbar (siehe Abbildung 4). Es ist daher nicht davon auszugehen, dass das bloße Erscheinen einer Person in gewissen Spiegeln in jenem Maße auffällig ist, dass auch eine automatische Blickzuwendung und deren Wahrnehmung erfolgt. Die sehr kleinen Abbilder der Fußgänger und Radfahrer im Spiegel triggern kein Erkennen. Das heißt, wenn ein Lkw- oder Bus-Lenker während der Fahrt nach vorne blickt, dann würde das Abbild einer Person im Spiegel – sei es eine Person zu Fuß oder auf dem Fahrrad – nicht auslösen, dass der Fahrer, der „im Augenwinkel etwas bemerkt“, dann auch hinsieht, die Person als solche erkennt und das Problem wahrnimmt. Ist sich der Lenker dieser Problematik jedoch bewusst und blickt gezielt in einen der Spiegel, sollte es sehr wohl möglich sein, die Person wahrzunehmen (vgl. Winkelbauer 2015: 4, 16).
- Zudem gibt es weitere, durchaus einfache Gründe, warum diese indirekt einsehbaren Bereiche rund um Lkw und Busse trotz Spiegelvorschriften nach wie vor gefährlich sind. Beispiele dafür sind die mangelhafte Einstellung der Spiegel auf die Sitzposition und Größe der Lenker sowie Gegenstände oder Geräte, die auf dem Armaturenbrett abgelegt werden. Zusätzlich können bereits kleinere Veränderungen der Fahrerposition das direkte Sichtfeld beträchtlich beeinflussen (vgl. Ecker & Lindl 2014: 432, 437). Kameras, die zunehmend für die Assistenzsysteme benötigt werden, können den Sichtraum ebenfalls einschränken.
- Messungen von Ecker & Lindl (2014) zu Sichtfeldern und toten Winkeln bei Lkw verschiedener Hersteller zeigen, dass die Sichtfelder aus der Fahrerposition durch die Frontscheibe und die Spiegel in ihrer Größe, ihrem Winkel sowie ihren Überlappungen unterschiedlich sind. Zusätzlich wurde festgestellt, dass zwischen dem Sichtfeld des Frontspiegels und dem Sichtfeld der direkten Sicht aus der Fahrerposition noch immer eine Lücke (eben ein toter Winkel) bestehen kann.
- Ist der Abbiegevorgang bereits begonnen, können Lenker von Sattelzügen sich im Nachhinein annähernde Radfahrer oder Fußgänger in den Seitenspiegeln (Außenspiegeln und Weitwinkelspiegeln) nicht mehr sehen, da in diesen nur noch der Sattelaufleger sichtbar ist (vgl. Hell 2016: 13) (siehe Abbildung 34 auf Seite 68).
- Und nicht zuletzt müssen Lenker von Schwerfahrzeugen während des Abbiegens – neben der Fahraufgabe selbst – zahlreiche Spiegel sowie die Front- und Seitenscheiben im Blick behalten.



ABBILDUNG 4: Sicht auf vor dem Fahrzeug stehende Fußgänger im Frontspiegel (Foto: KfV)

Sichtbarkeitsprobleme für Lkw- und Bus-Lenker im Straßenverkehr sind somit – trotz aller gesetzlichen Vorschriften – ein wesentliches Thema, das in der Verkehrssicherheitsarbeit berücksichtigt werden muss. Insbesondere beim Zusammentreffen von Fußgängern bzw. Radfahrern mit Lkw und Bussen können aufgrund der schwierigen Sichtverhältnisse der Lenker einerseits und mangelhaften Wissens bezüglich der Gefahren andererseits gefährliche Situationen bis hin zu (tödlichen) Verkehrsunfällen entstehen.

2 DER TOTE WINKEL UND SEINE FOLGEN

2.1 UNFALLANALYSE

Grundsätzlich stellt sich die Frage, welchen Stellenwert mangelnde Sichtverhältnisse für Lkw-Lenker allgemein bzw. der tote Winkel im Speziellen im Unfallgeschehen einnehmen. Eine konkrete Zahl, wie viele Verkehrsunfälle ihre Ursache darin haben, dass sich ungeschützte Verkehrsteilnehmer im toten Winkel befanden, ist nicht feststellbar, da es in der amtlichen Verkehrsunfallstatistik keine direkte Erfassung dieses Problems gibt.

Für die Bestimmung einer konkreten bzw. genauen Zahl, wie viele Verkehrsunfälle ihre Ursache darin haben, dass sich schwächere Verkehrsteilnehmer im toten Winkel eines Lkw befanden, wäre daher eine Tiefenanalyse der Lkw-Unfälle mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern erforderlich. Für Österreich sind solche Tiefenanalysen derzeit nicht vorhanden. Kapitel 2.1.2 beschreibt jedoch die Ergebnisse internationaler Tiefenanalysen von Lkw-Unfällen im Zusammenhang mit dem toten Winkel.

2.1.1. ANALYSE DER VERKEHRSUNFALLSTATISTIK

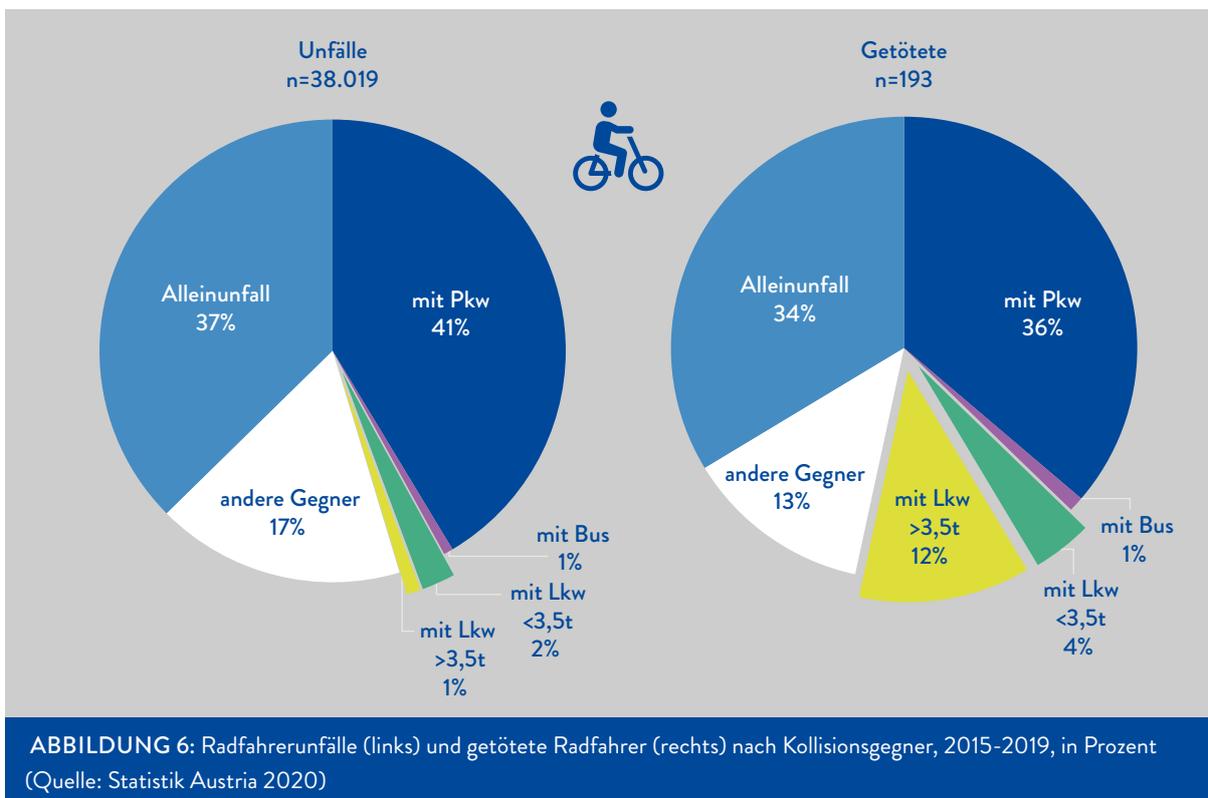
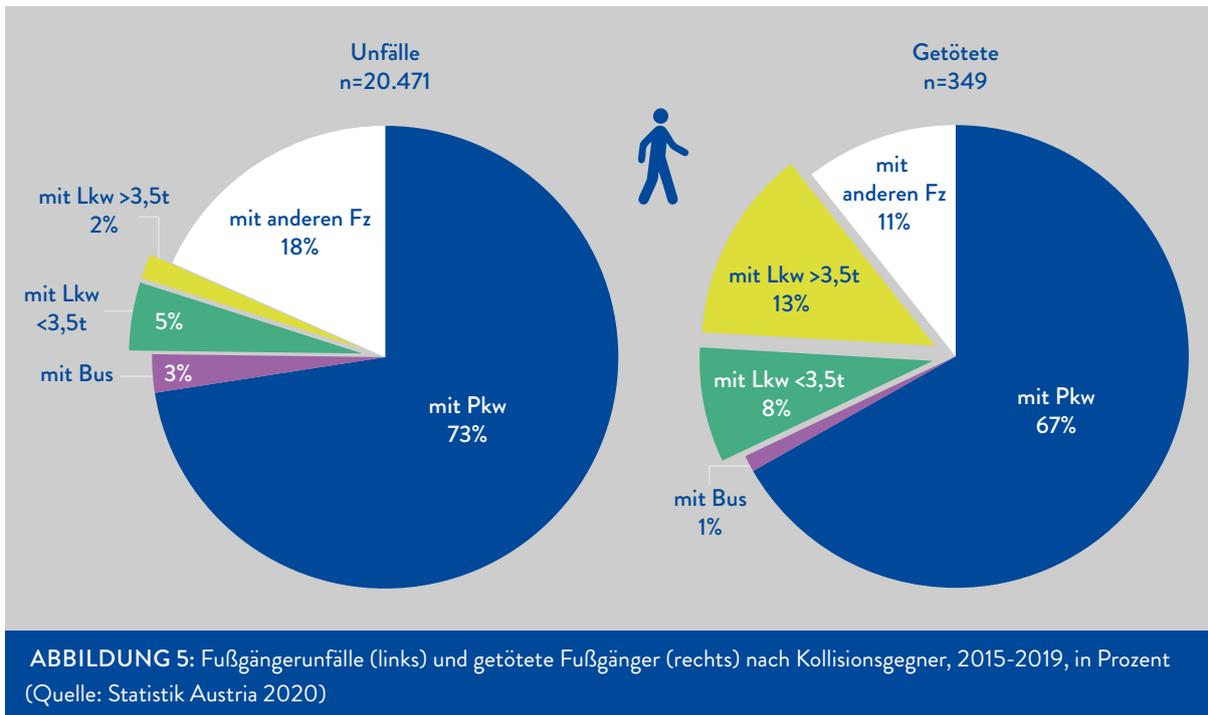
Im Folgenden wird das Unfallgeschehen von Fußgängern und Radfahrern mit Lkw⁴⁵ in Österreich anhand der Unfallzahlen der letzten fünf verfügbaren Jahre (2015-2019) analysiert. In diesem Zeitraum ereigneten sich 17.560 Unfälle mit Lkw-Beteiligung (leichten und schweren Lkw), das entspricht einem Anteil an allen Unfällen von knapp einem Zehntel (9,4%), an 15% dieser Lkw-Unfälle waren Fußgänger oder Radfahrer beteiligt (2.694 Unfälle), diese Unfälle werden in Folge analysiert.

UNFÄLLE VON FUSSGÄNGERN UND RADFAHRERN NACH UNFALLGEGNER

In Österreich wurden im Durchschnitt der Jahre 2015-2019 pro Jahr rund 4.100 Unfälle mit Fußgängern verzeichnet, an insgesamt 6% davon waren Lkw als Unfallgegner beteiligt, der Großteil davon waren wiederum leichte Lkw (<3,5 t) (5% aller Fußgängerunfälle bzw. 74% der Fußgängerunfälle mit Lkw), bei 2% der Fußgängerunfälle war der Unfallgegner ein schwerer Lkw (siehe Abbildung 5). Mit Radfahrenden ereigneten sich im gleichen Zeitraum im Durchschnitt rund 7.600 Unfälle pro Jahr. Der Unfallgegner Lkw machte bei Radfahrern nur einen geringen Teil aus (1% leichte Lkw, 2% schwere Lkw), auch für Radfahrer waren – ähnlich wie für Fußgänger – leichte Lkw deutlich häufiger Unfallgegner als schwere Lkw (70% der Fahrradunfälle mit Lkw, siehe Abbildung 7). Der häufigste Unfallgegner war sowohl für Fußgänger als auch für Radfahrer nach wie vor der Pkw (73% bzw. 41%). Mehr als ein Drittel der in der amtlichen Unfallstatistik erfassten Fahrradunfälle waren Alleinunfälle (37%, siehe Abbildung 6).⁴⁶

⁴⁵ Im Sinne der leichteren Lesbarkeit werden in dieser Studie unter dem Begriff „leichte Lkw“ Lkw der Klasse N1 (<3,5 t) und als „schwere Lkw“ Lkw der Klassen N2 und N3 (>3,5 t) beschrieben.

⁴⁶ Bei der Zahl der Alleinunfälle ist von einer hohen Dunkelziffer auszugehen, da Schätzungen zufolge der Großteil der Alleinunfälle von Radfahrern nicht polizeilich erfasst wird und daher auch nicht in der amtlichen Unfallstatistik aufscheint.



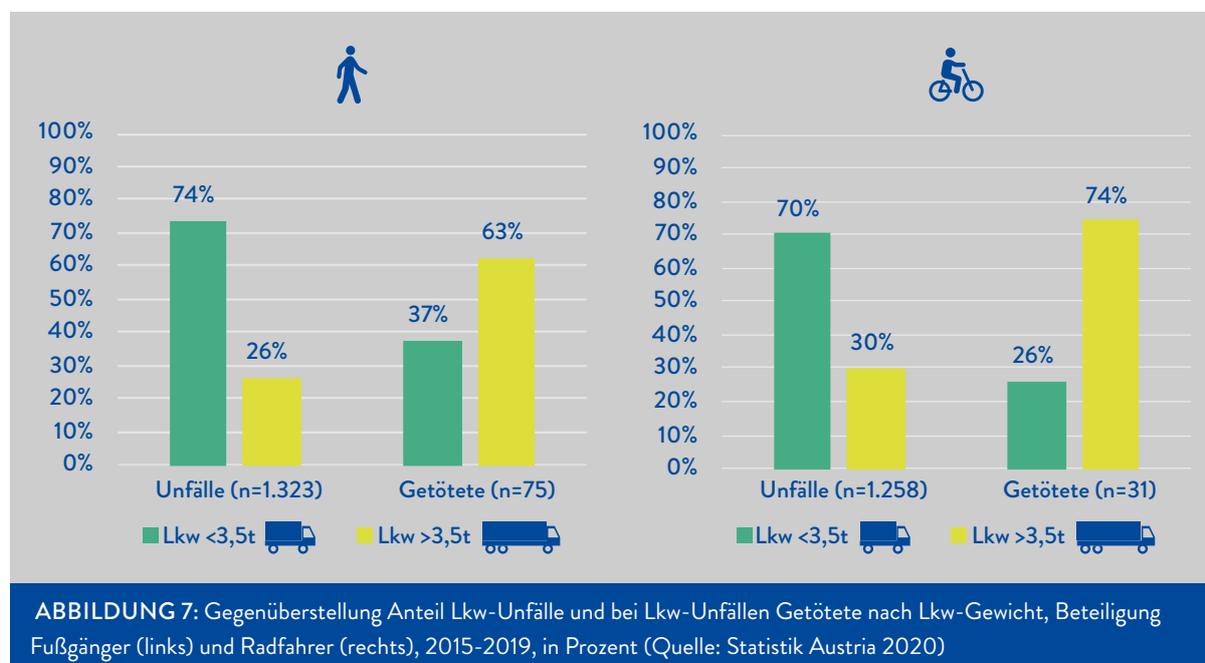
Anders sieht die Verteilung nach Unfallgegner aus, wenn man die getöteten Fußgänger und Radfahrer nach Unfall- bzw. Kollisionsgegner betrachtet (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6): Zwei von fünf im Straßenverkehr getöteten Fußgängern (21%, bzw. rund 15 Personen pro Jahr) und jeder sechste getötete Radfahrer (16% bzw. rund 7 Personen pro Jahr) starben bei einem Unfall, bei dem der Unfall- bzw. Kollisionsgegner ein Lkw (<3,5 t oder >3,5 t) war. Leichte

Lkw (<3,5 t) waren im Bereich der Getötetenzahlen für Fußgänger deutlich relevantere Unfallgegner als für Radfahrer (8% vs. 4%). Der Anteil des Kollisionsgegners schwerer Lkw war bei getöteten Fußgängern und Radfahrern in etwa gleich hoch (13% bzw. 12%). Ebenfalls bemerkenswert ist, dass ein Drittel der tödlichen Radunfälle Alleinunfälle waren. Nimmt man die Alleinunfälle aus der Betrachtung aus, so zeichneten Kollisionen mit Lkw für einen von vier (24%) getöteten Radfahrern verantwortlich.

VERGLEICH LEICHTE UND SCHWERE LKW

Insgesamt verunglückten in den letzten fünf Jahren 732 ungeschützte Verkehrsteilnehmer bei Kollisionen mit schweren Lkw (>3,5 t), davon 356 Fußgänger und 376 Radfahrer. Im Durchschnitt waren das pro Jahr 146 Personen: 71 Fußgänger und 75 Radfahrer. Bei Unfällen mit leichten Lkw (<3,5 t) verunglückten rund zweieinhalbmals so viele ungeschützte Verkehrsteilnehmer, nämlich 1.889 Personen (1.006 Fußgänger, 883 Radfahrer), pro Jahr im Mittel 378 Personen, davon 201 Fußgänger und 177 Radfahrer. Von 2015 bis 2019 starben durch schwere Lkw insgesamt 70 ungeschützte Verkehrsteilnehmer (47 Fußgänger, 23 Radfahrer), 36 durch leichte Lkw (28 Fußgänger, 8 Radfahrer).

Die besondere Verletzungsschwere bei Unfällen mit schweren Lkw geht auch noch aus Abbildung 7 hervor: Zwar waren für ungeschützte Verkehrsteilnehmer leichte Lkw deutlich häufigere Unfallgegner als schwere Lkw, der Großteil der Unfälle mit tödlichem Ausgang ging aber auf das Konto schwerer Lkw – knapp zwei Drittel bzw. 63% bei Fußgängern und rund drei Viertel bzw. 74% bei Radfahrern.

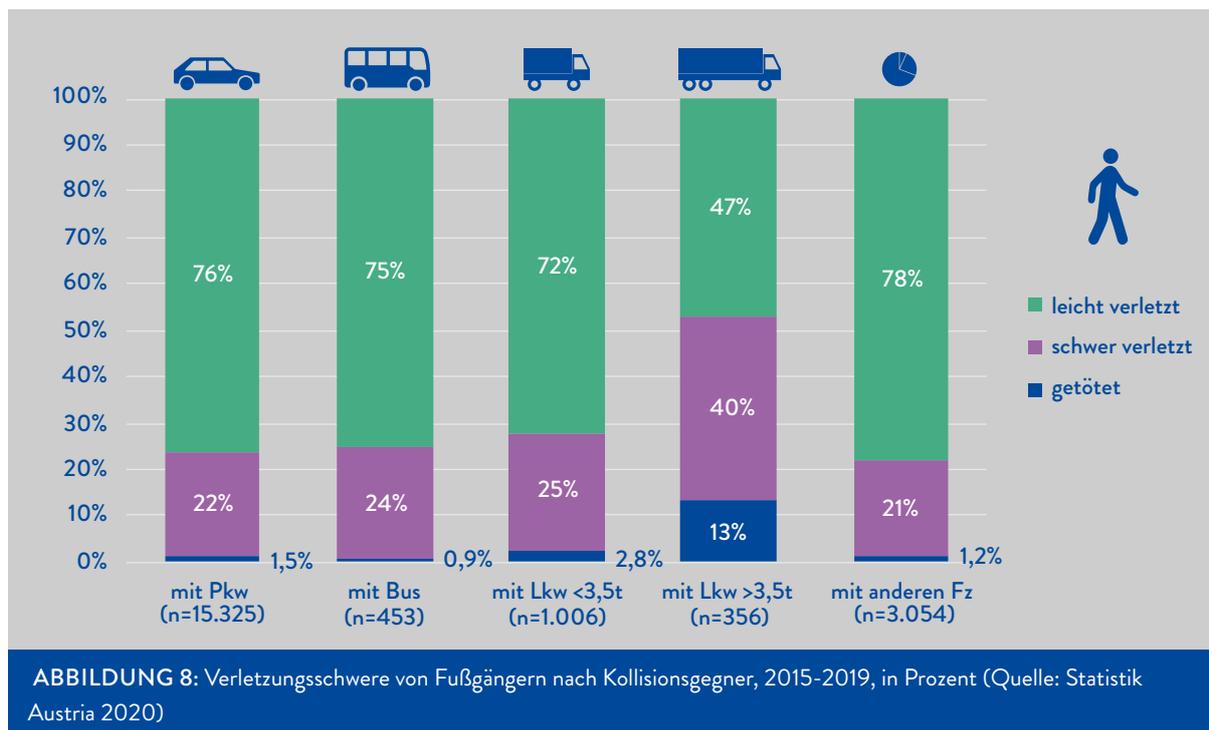


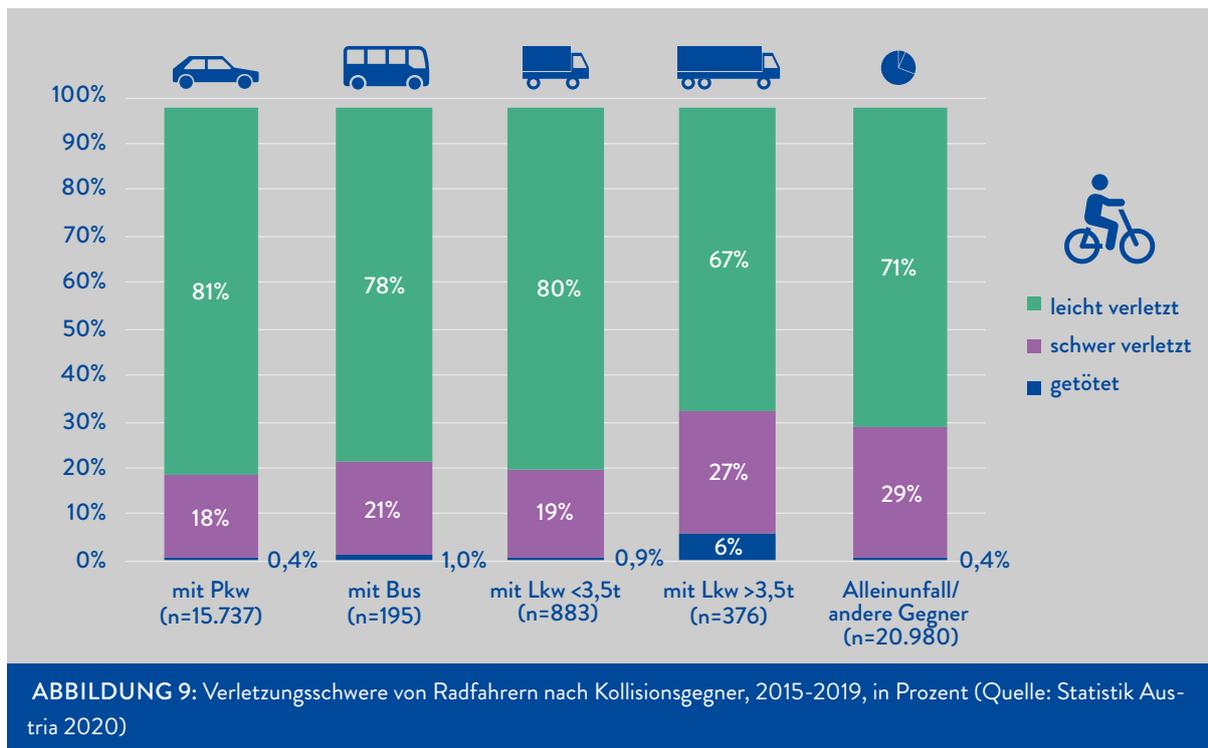
39 Radfahrer starben pro Jahr im Durchschnitt 2015-2019 bei Verkehrsunfällen, 7 davon (16%) bei Unfällen mit Lkw aller Gewichtsklassen. Während die Verteilung zwischen leichten und schweren Lkw bei den Unfällen 70:30 betrug, verhielt es sich bei den Getöteten genau umge-

kehrt (26:74), drei Viertel aller bei Lkw-Unfällen getöteten Radfahrer starben durch einen schweren Lkw (5 Personen) (Abbildung 7). Die Zahl der im Straßenverkehr getöteten Fußgänger lag mit durchschnittlich 70 Personen pro Jahr rund doppelt so hoch. 15 Fußgänger starben bei Lkw-Unfällen, das war jeder fünfte getötete Fußgänger. Auch bei Fußgängern war der Anteil schwerer Lkw an den Unfällen deutlich geringer als an den Getöteten.

VERLETZUNGSSCHWERE BEI LKW-UNFÄLLEN MIT FUSSGÄNGERN UND RADFAHRERN

Die besonders hohe Verletzungsschwere von Fußgängern und Radfahrern bei Unfällen mit Lkw wird auch noch in der Gegenüberstellung der Verletzungsschwere nach Unfallgegner deutlich (Abbildung 7 und Abbildung 8): Der Anteil der getöteten Fußgänger lag bei Unfällen mit schweren Lkw bei 13%, jener der getöteten Radfahrer bei 6%, während er bei Unfällen mit anderen involvierten Verkehrsmittelarten jeweils deutlich niedriger war (0,4-1,2%). Besonders bei den Fußgängern zeigte sich bei Unfällen mit schweren Lkw auch ein deutlich höherer Anteil an Schwerverletzten. Busse unterschieden sich als Kollisionsgegner bezüglich ihrer Unfallschwere für Fußgänger kaum von Pkw, im Bereich der Radfahrer hatten sie ähnlich hohe Anteile an Schwerverletzten und Getöteten wie leichte Lkw (allerdings bei jeweils deutlich geringeren Unfallzahlen).





GESCHLECHT UND ALTER DER AN LKW-UNFÄLLEN BETEILIGTEN FUSSGÄNGER UND RADFAHRER

47% der bei Unfällen mit schweren Lkw verunglückten Fußgänger und 53% der auf diese Weise verunglückten Radfahrer waren Männer (vgl. Abbildung 10 und Abbildung 12). Bei Radfahrern war bei Unfällen mit schweren Lkw der Anteil der verunglückten Frauen im Vergleich zu allen mit dem Fahrrad Verunglückten etwas höher (46% vs. 37%)⁴⁷, bei Fußgängern entsprach er dem Schnitt über alle Fußgänger-Unfälle. Bei den Fußgängern ist der Anteil von Kindern (0-14 Jahre) und Jugendlichen (15-24 Jahre) bei den mit schweren Lkw als Kollisionsgegner Verunglückten geringer als mit anderen Fahrzeugarten, bei Senioren (65 Jahre und älter) dagegen deutlich höher, fast die Hälfte (43%) der bei Kollisionen mit schweren Lkw verunglückten Fußgänger waren aus dieser Altersgruppe.

⁴⁷ Der höhere Anteil von Frauen bei den verunglückten Radfahrern deckt sich mit den Ergebnissen von Ritter (2019), siehe dazu auch Kapitel 2.1.2.

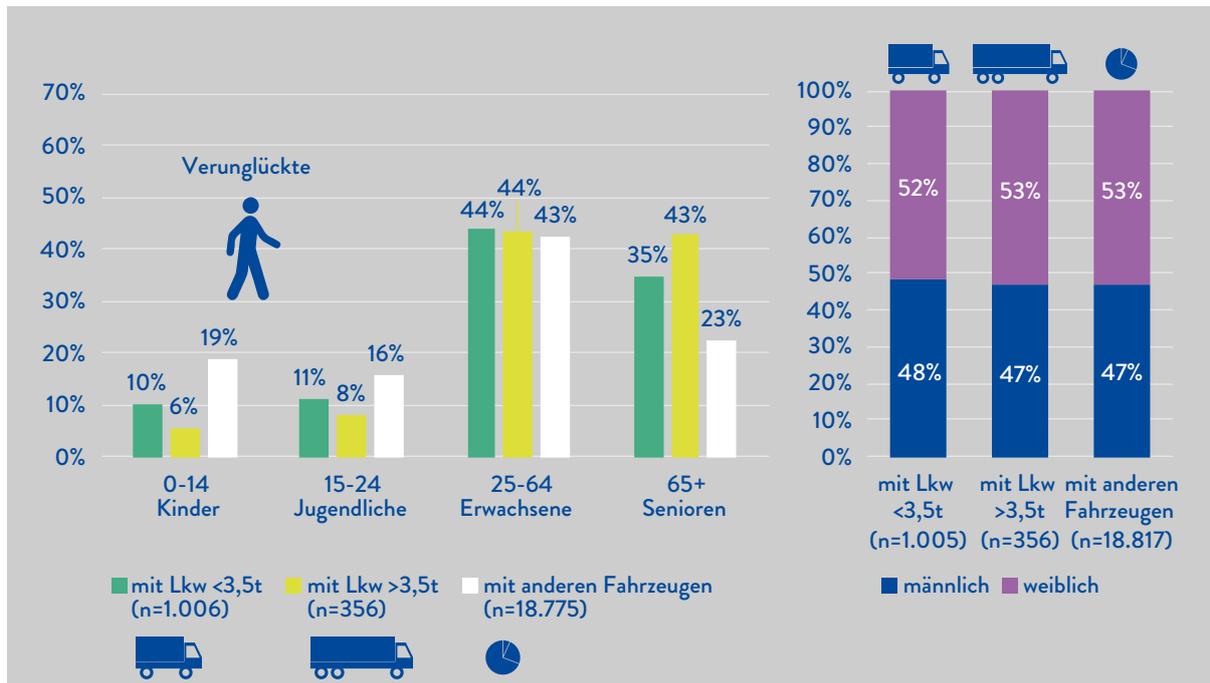


ABBILDUNG 10: Alters- und Geschlechtsverteilung von verunglückten Fußgängern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020; Alter bei 57 Personen unbekannt, Geschlecht bei 16 Personen unbekannt)

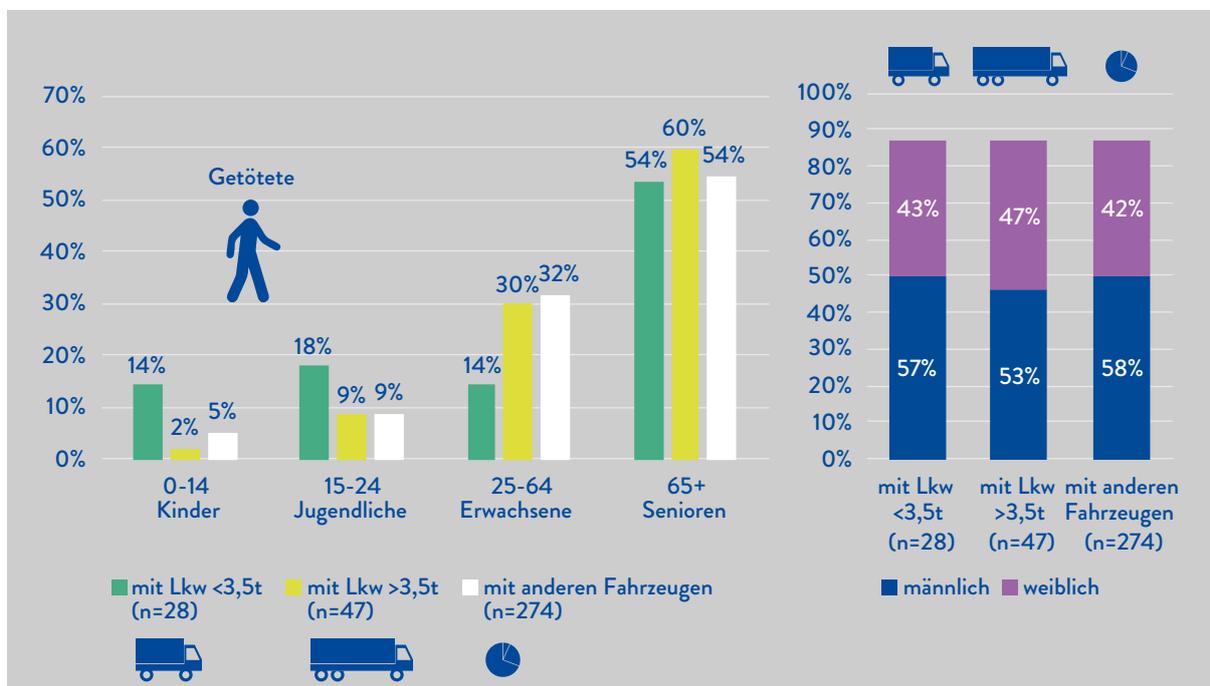


ABBILDUNG 11: Alters- und Geschlechtsverteilung von getöteten Fußgängern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020)

Bei den Radfahrern entfiel der Großteil der bei Kollisionen mit schweren Lkw Verunglückten auf Erwachsene im Alter von 25 bis 64 Jahren (54%), etwas mehr als ein Drittel (34%) waren

Senioren. Bei den getöteten Radfahrern war einerseits der höhere Anteil an getöteten älteren Radfahrern (39%) und der hohe Frauen-Anteil (61%) auffällig, während bei Unfällen mit anderen Kollisionsgegnern nur rund jeder 5. getötete Radfahrer weiblich war (siehe Abbildung 10).

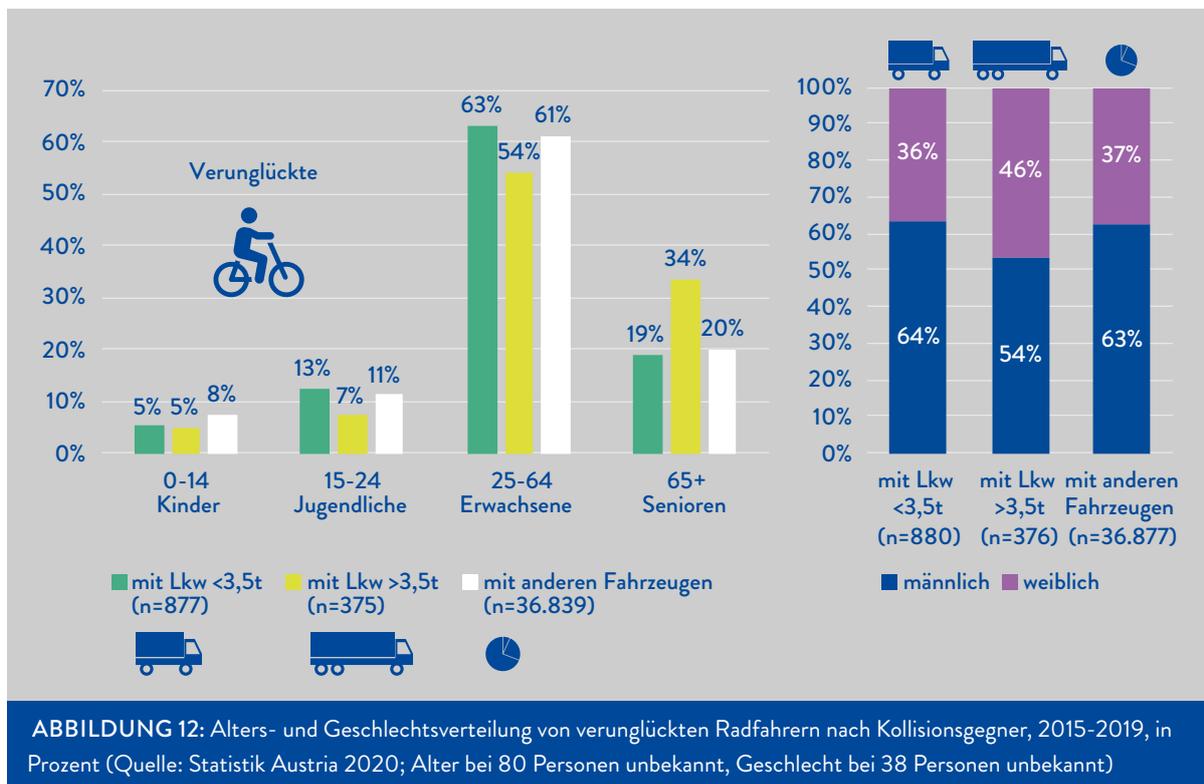


ABBILDUNG 12: Alters- und Geschlechtsverteilung von verunglückten Radfahrern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020; Alter bei 80 Personen unbekannt, Geschlecht bei 38 Personen unbekannt)

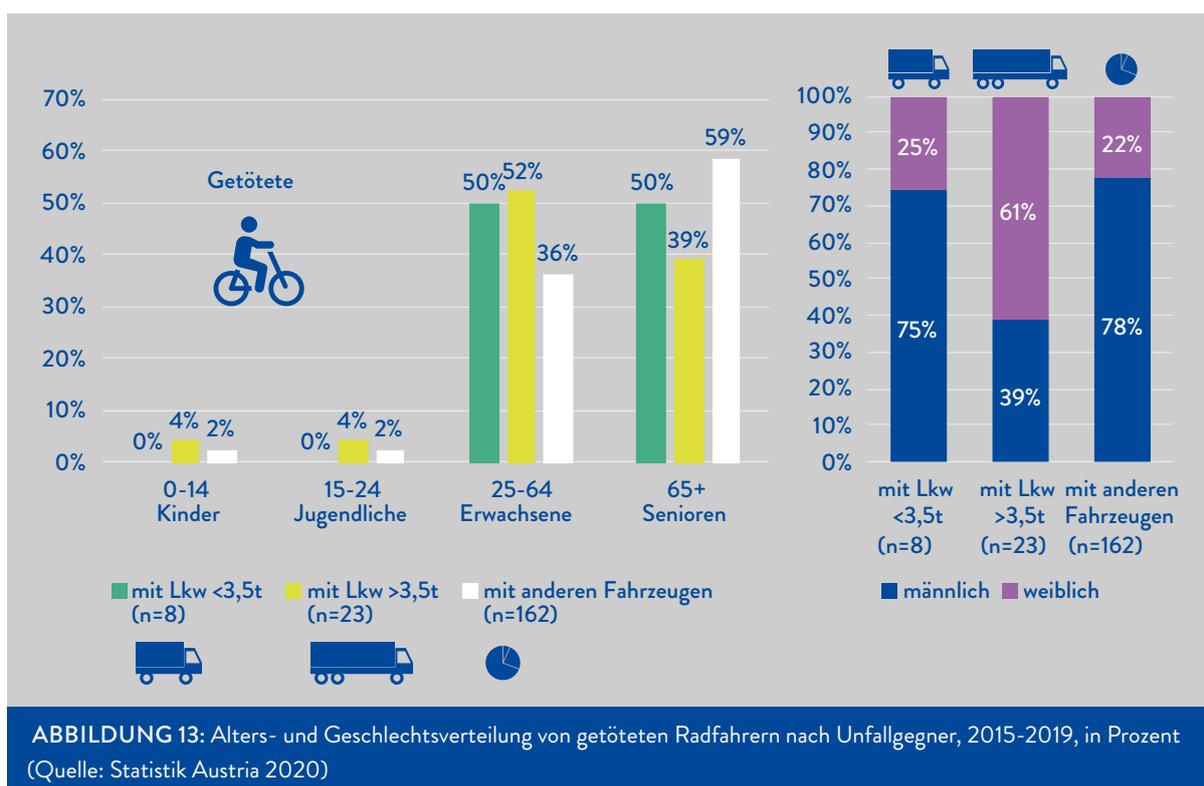
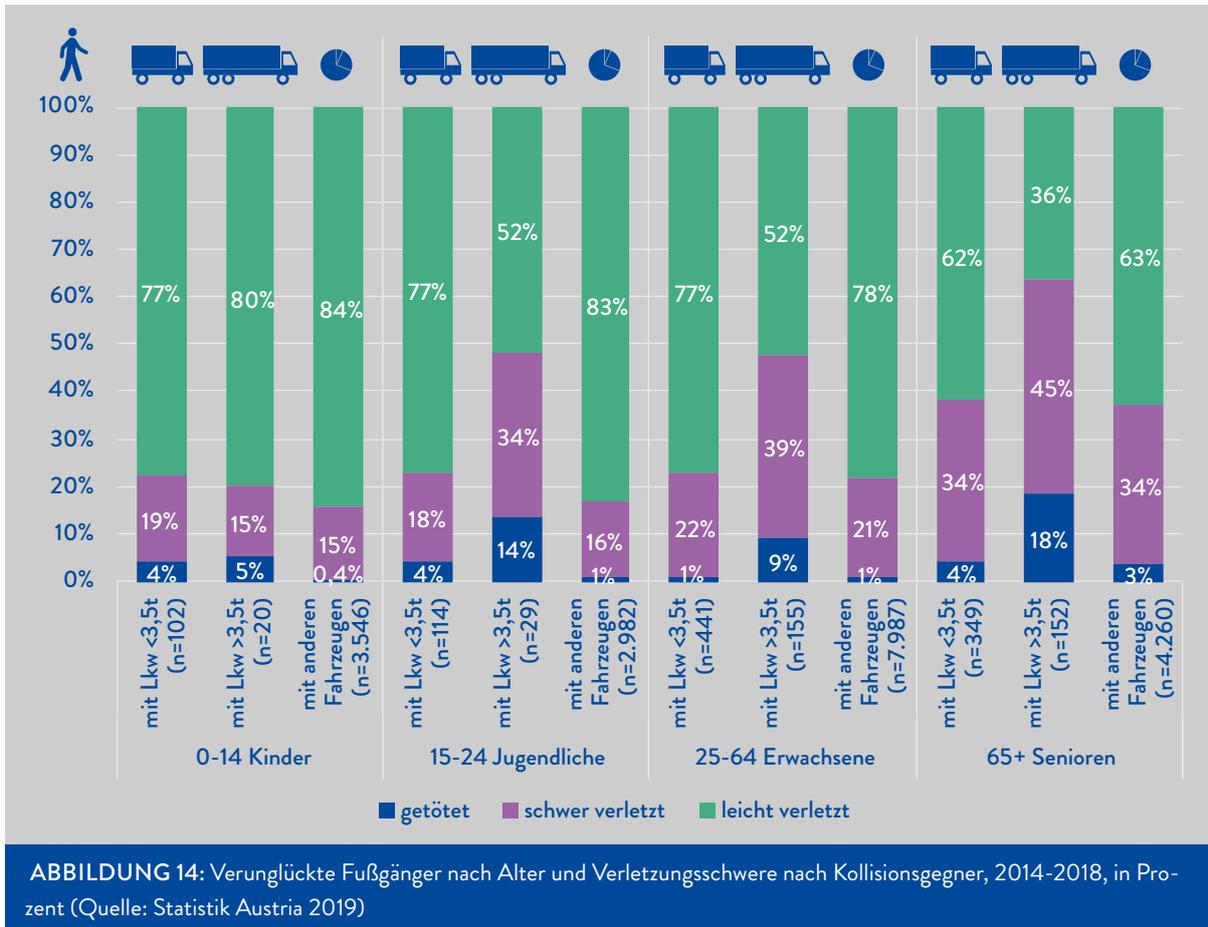


ABBILDUNG 13: Alters- und Geschlechtsverteilung von getöteten Radfahrern nach Unfallgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020)

Was allerdings schwere und tödliche Verletzungen betrifft, waren bei Fußgängern Personen ab 65 Jahren am stärksten vertreten (siehe Abbildung 14): Zwei von fünf älteren Fußgängern (45%), die einen Unfall mit einem schweren Lkw hatten, wurden schwer verletzt, jeder fünfte ältere Fußgänger überlebte den Unfall nicht (18%).



Unfälle von Radfahrern mit schweren Lkw verliefen – im Vergleich zu jenen der Fußgänger – insgesamt weniger schwer, wobei Radfahrer ab 65 Jahren auch bei diesen Unfalltypen schwerer verletzt und in höherer Zahl getötet wurden (siehe Abbildung 15).

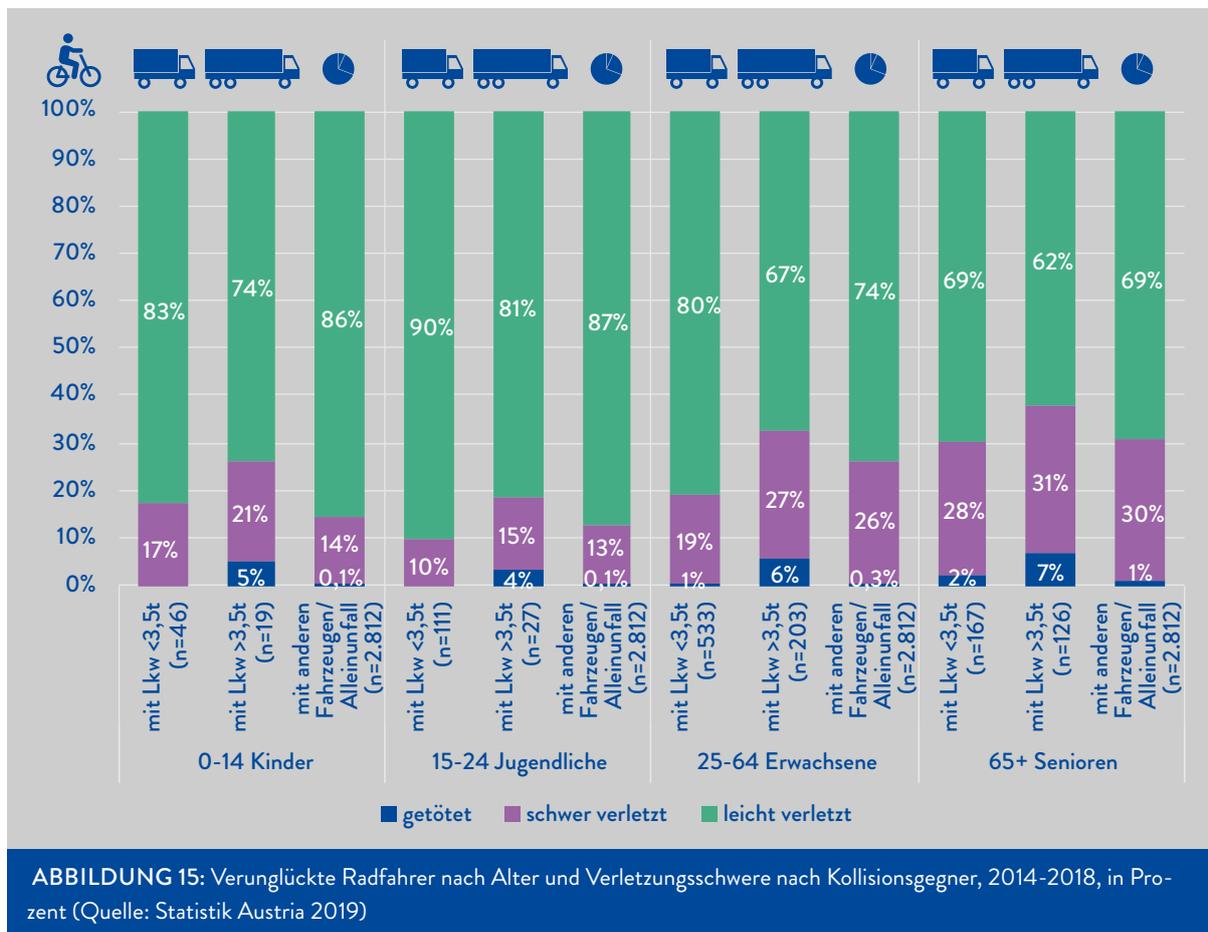


ABBILDUNG 15: Verunglückte Radfahrer nach Alter und Verletzungsschwere nach Kollisionsgegner, 2014-2018, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2019)

LKW-UNFÄLLE NACH TAGESZEIT, LICHTVERHÄLTNISSEN UND WITTERUNG

Lkw-Unfälle mit Radfahrern und Fußgängern ereigneten sich zum größten Teil untertags (siehe Abbildung 16), zwischen 06:00 Uhr morgens und 20:00 Uhr abends (93% leichte Lkw, 94% schwere Lkw). Sowohl bei den Unfällen mit leichten als auch bei jenen mit schweren Lkw gab es eine Vormittagsspitze (08:00-12:00 Uhr), besonders ausgeprägt ist diese bei schweren Lkw, rund die Hälfte der Unfälle mit Fußgängern (49%) ereigneten sich am Vormittag. Auch die Lkw-Unfälle mit Radfahrern wurden größtenteils untertags verzeichnet (zwischen 08:00 und 20:00 Uhr: 96% der Unfälle mit leichten Lkw und 99% der Unfälle mit schweren Lkw). Allerdings waren die Lkw-Unfälle mit involvierten Radfahrern relativ gleichmäßig über den Tag verteilt und wiesen keine Unterschiede zwischen Vormittag und Nachmittag auf (siehe Abbildung 20).



ABBILDUNG 16: Fußgängerunfälle nach Uhrzeit und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2019)

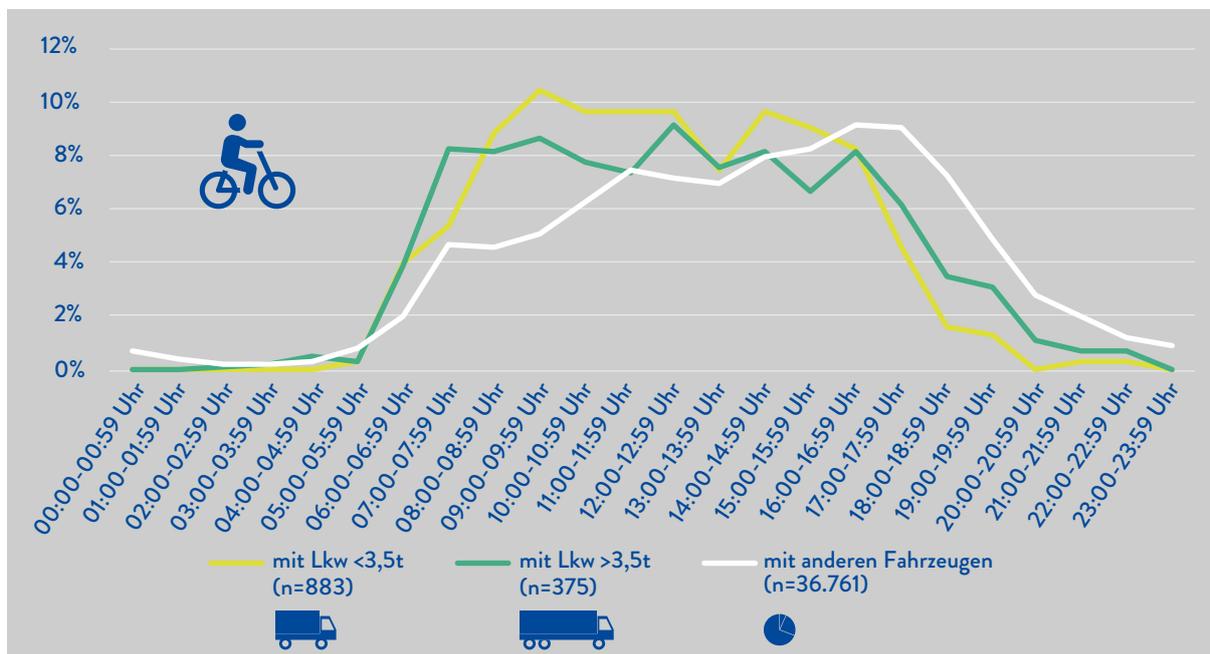


ABBILDUNG 17: Radfahrerunfälle nach Uhrzeit und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2019)

Die Lichtverhältnisse korrespondieren mit dem Unfallgeschehen: Kollisionen zwischen Radfahrern und leichten Lkw ereigneten sich zu 85% bei Tageslicht, jene zwischen schweren Lkw und Radfahrern zu 94%. Bei Fußgängern war der Tageslicht-Anteil allerdings geringer als bei Radfahrern: 77% bei Unfällen mit leichten Lkw und 85% bei Unfällen mit schweren Lkw. Bei

leichten Lkw hat künstliche Beleuchtung einen Anteil von 13%, was wohl damit zusammenhängt, dass die Jahreszeiten Herbst und Winter (jeweils 28%, die meisten Unfälle im November und Dezember) im Lkw-Unfallgeschehen mit Fußgängern über das Jahr gesehen stärker vertreten waren als Frühling und Sommer (jeweils 22%). Die meisten Fußgänger-Unfälle mit schweren Lkw ereigneten sich dagegen im Frühling und im Herbst, die Monate mit den meisten Unfällen waren April und Oktober. Das geringere Radverkehrsaufkommen in der kalten Jahreszeit ist auch aus der Unfallstatistik ablesbar: 2 von 5 Unfällen von Radfahrern mit Lkw (jeweils 39% sowohl bei leichten Lkw als auch bei schweren Lkw) ereigneten sich in den Sommermonaten, im Winter waren es nur 9% (leichte Lkw) bzw. 6% (schwere Lkw).

Auch der Faktor Niederschlag spielt eine untergeordnete Rolle, lediglich bei 6 bzw. 3% der Lkw-Unfälle (leichte Lkw bzw. schwere Lkw) mit Radfahrern und bei 11% der Lkw-Unfälle (sowohl leichte als auch schwere Lkw) mit Fußgängern wurde in der Unfalldatenbank Regen oder Schnee vermerkt.

LKW-UNFÄLLE NACH ORTSGEBIET UND FREILAND

Der Großteil der Lkw-Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern ereignete sich im Ortsgebiet, in der Kategorie der Fußgänger war dies noch stärker ausgeprägt als in jener der Radfahrer (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19), allerdings wurden 2 von 5 Unfällen (22%) zwischen schweren Lkw und Radfahrern im Freiland verzeichnet, was nicht unbedingt auf den toten Winkel, sondern auf andere Ursachen zurückzuführen ist. Der Anteil der bei Kollisionen mit schweren Lkw Getöteten war sowohl bei Fußgängern als auch bei Radfahrern im Ortsgebiet höher als jener bei leichten Lkw oder anderen Kollisionsgegnern.

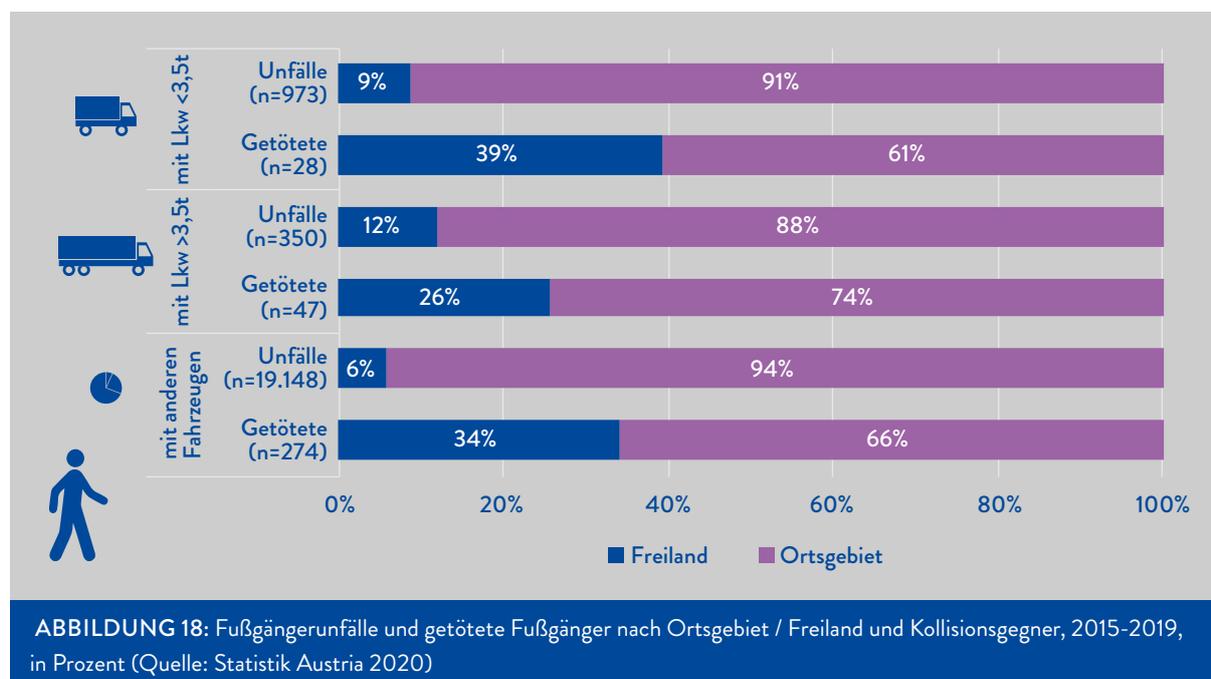
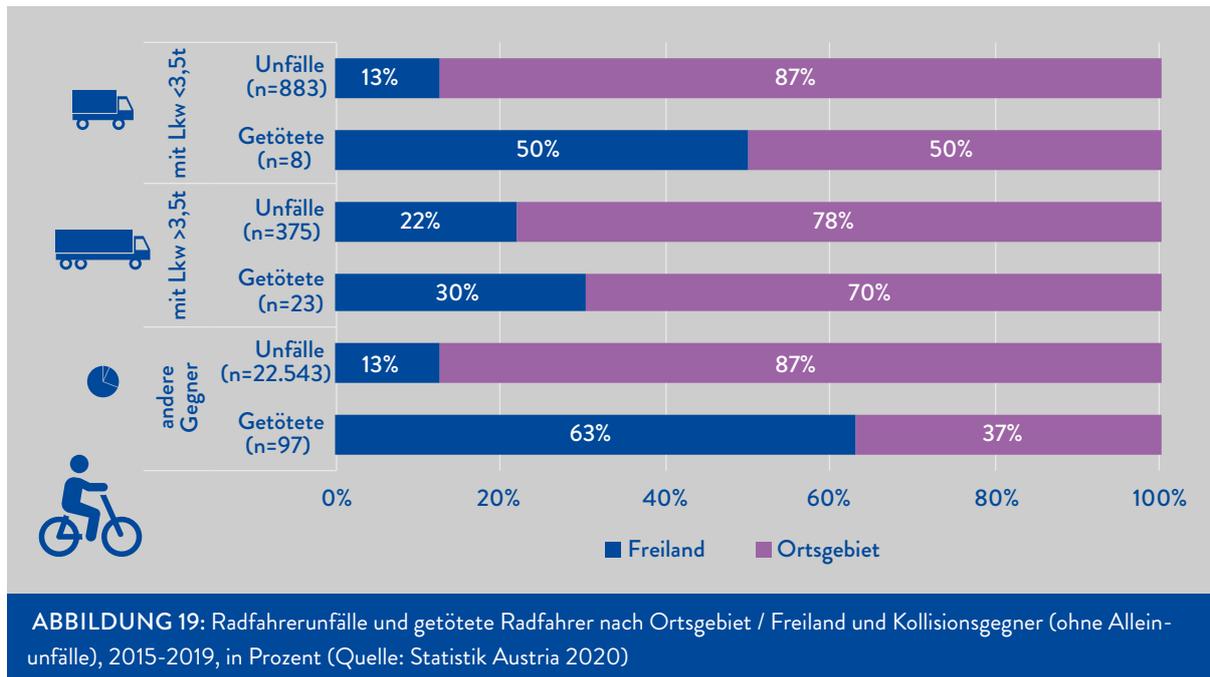
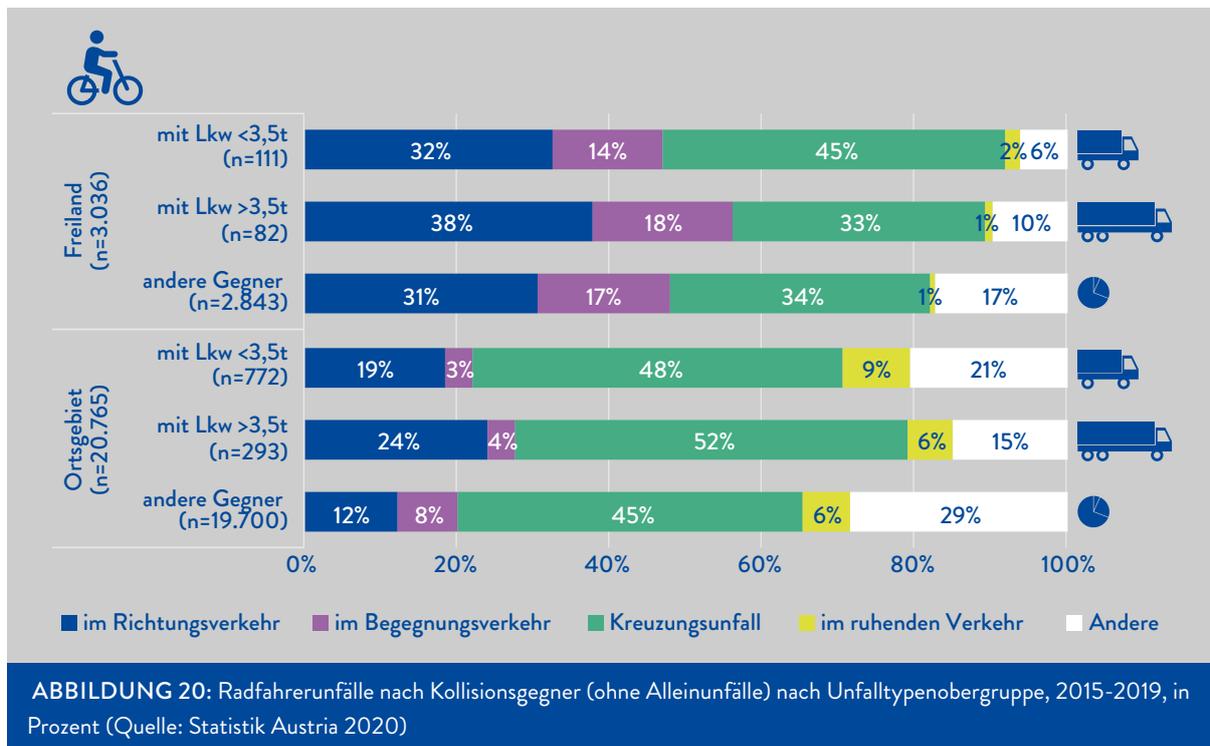


ABBILDUNG 18: Fußgängerunfälle und getötete Fußgänger nach Ortsgebiet / Freiland und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020)



LKW-UNFÄLLE MIT RADFAHRERN NACH UNFALLTYPENOVERGRUPPEN

Ein Blick auf die Lkw-Unfälle mit involvierten Radfahrern nach Unfalltypenobergruppen macht deutlich, dass sich im Ortsgebiet rund jeder zweite Unfall mit einem Lkw (48% mit Lkw <3,5 t bzw. 52% mit Lkw >3,5 t) mit Radfahrerbeteiligung an einer Kreuzung ereignete (siehe Abbildung 20).



LKW-UNFÄLLE (LKW >3,5 T) MIT SCHWERVERLETZTEN ODER GETÖTETEN FUSSGÄNGERN BZW. RADFAHRERN NACH UNFALLTYPENUNTERGRUPPEN (IM ORTSGEBIET)

Davon ausgehend, dass sich Toter-Winkel-Unfälle vorwiegend mit Lkw >3,5 t und im Ortsgebiet ereignen, wurde die weitere Analyse der Unfalltypen auf Unfälle von Lkw >3,5 t im Ortsgebiet eingeschränkt. Blickt man auf die Daten der Lkw-Unfälle (Lkw >3,5 t) mit schwerverletzten oder getöteten Fußgängern (Tabelle 1), wird deutlich, dass sich 41% dieser Unfälle mit Fußgängern beim Queren und 19% beim Rechtsabbiegen ereigneten. Bei den angeführten Unfalltypen könnte es sich um Toter-Winkel-Unfälle handeln.

 UNFALLTYPENUNTERGRUPPEN von Lkw-Unfällen (Lkw > 3,5t) im Ortsgebiet mit schwerverletzten oder getöteten Fußgängern					
UNFALLTYPENUNTERGRUPPE				abs.	in %
Rechtsabbiegen	Kollision beim Rechtsabbiegen	Fußgänger: gleiche Annäherungsrichtung (821)		27	17%
		Fußgänger: gegen Annäherungsrichtung (822)		2	1%
	Rechtsabbiegen gesamt			29	19%
Linksabbiegen	Kollision beim Linksabbiegen	Fußgänger: gleiche Annäherungsrichtung (823)		11	7%
		Fußgänger: gegen Annäherungsrichtung (824)		4	3%
	Linksabbiegen gesamt			15	10%

TABELLE 1: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Fußgänger schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfalltypenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019 (Quelle: Statistik Austria 2020)⁴⁸

⁴⁸ Quelle Unfalldaten: Statistik Austria; Quelle Bilder Unfalltypenuntergruppen: RVS 02.02.21, 2014, S. 39-46 und RVS 02.02.22, 1995, S. 15. Durch Rundung der Einzelwerte können die Summen abweichen.

 UNFALLTYPENUNTERGRUPPEN von Lkw-Unfällen (Lkw > 3,5t) im Ortsgebiet mit schwerverletzten oder getöteten Fußgängern					
UNFALLTYPENUNTERGRUPPE				abs.	in %
Queren	Fahrzeug biegt nicht ab	vor Querstraße, Fußgänger von rechts (811)		14	9%
		nach Querstraße, Fußgänger von rechts (812)		2	1%
		vor Querstraße, Fußgänger von links (813)		3	2%
		nach Querstraße, Fußgänger von links (814)		2	1%
	Fußgänger auf Fahrbahn	von rechts (851)		35	22%
		von links (852)		8	5%
	Queren gesamt				64
Rückwärts-fahren	Fußgänger quert Fahrbahn beim Rückwärtsfahren (883)			6	4%
Aus-/Einfahrten	Haus-/Grund-stücks-Ein-/Aus-fahrt	beim Einfahren (884)		2	1%
		beim Ausfahren (885)		11	7%
	Aus-/Einfahrten gesamt				13
Andere				29	19%
Unfälle mit Lkw >3,5 t im Ortsgebiet, bei denen Fußgänger getötet oder schwer verletzt wurden, gesamt				156	100%

TABELLE 1: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Fußgänger schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfall-typenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019 (Quelle: Statistik Austria 2020)⁴⁸

Lkw-Unfälle (Lkw >3,5 t) mit schwerverletzten oder getöteten Radfahrern im Ortsgebiet (Ta-belle 2) waren hingegen zu fast einem Drittel (29%) Unfälle beim Rechtsabbiegen und zu 8% Unfälle beim Linksabbiegen.



UNFALLTYPENUNTERGRUPPEN

von Lkw-Unfällen (Lkw >3,5 t) im Ortsgebiet mit schwerverletzten oder getöteten Radfahrern

Unfalltypenuntergruppe				abs.	in %
Rechtsabbiegen	Kollision beim Rechtsabbiegen	Rechtsabbieger mit Geradeausfahrendem (312)		18	21%
		Rechtsabbieger mit Rechtsabbieger (313)		2	2%
	Kollision beim Fahren in gleiche Zielrichtung	mit Rechtsabbieger (611)		1	1%
	Kollision beim Entgegenkommen	Rechtsabbieger m. entgegenkomm. Fahrzeug (621)		3	3%
		rechtsabbiegende Fahrzeuge (631)		1	1%
	Rechtsabbiegen gesamt				25
Linksabbiegen	Kollision beim Linksabbiegen	Linksabbieger mit Geradeausfahrendem (322)		0	0%
		Linksabbieger mit Linksabbieger (323)		1	1%
	Kollision beim Abbiegen	entgegenges. Richtung beim Linksabbiegen (411)		2	2%
		entgegenges. Richtung – beide Fahrzeuge biegen nach links ab (421)		0	0%
		linksabbiegende Fahrzeuge (632)		2	2%
	Kollision beim Fahren in gleiche Zielrichtung	mit Linksabbieger (612)		0	0%
	Kollision beim Entgegenkommen	Linksabbieger m. entgegenkomm. Fahrzeug (622)		2	2%
	Linksabbiegen gesamt⁴⁹				7

TABELLE 2: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Radfahrer schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfalltypenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019 (Quelle: Statistik Austria 2020)⁵⁰

49 Keine der 8 Kollisionen beim Linksabbiegen war tödlich.

50 Quelle Unfalldaten: Statistik Austria; Quelle Bilder Unfalltypenuntergruppen: RVS 02.02.21, 2014, S. 39-46. Durch Rundung der Einzel-

 UNFALLTYPENUNTERGRUPPEN von Lkw-Unfällen (Lkw >3,5 t) im Ortsgebiet mit schwerverletzten oder getöteten Radfahrern					
Unfalltypenuntergruppe				abs.	in %
Queren	Rechtwinkelige Kollisionen	Kollision auf der Kreuzung (511)		8	9%
		Sonstige rechtwink. Kollisionen beim Queren (591)		1	1%
	Radfahrer	Kollision mit querendem Radfahrer (951)		1	1%
	Queren gesamt			10	12%
Rückwärts-fahren	Kollision beim Rückwärtsfahren (172)			1	1%
Aus-/Einfahrten	Kollision bei Haus-/Grundstücks-Ein- oder Ausfahrt (948)			7	8%
Andere	Sonstige Unfälle beim Abbiegen	Umkehren – richtungsgleich (391)		1	1%
		Umkehren entgegengesetzte Richtung (491)		0	0%
	Andere Unfälle			35	41%
	Andere gesamt			36	42%
Unfälle mit Lkw >3,5 t im Ortsgebiet, bei denen Radfahrer getötet oder schwer verletzt wurden, gesamt				86	100%

TABELLE 2: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Radfahrer schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfalltypenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019 (Quelle: Statistik Austria 2020)⁵⁰

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anteile der Fußgänger bzw. Radfahrer, die bei den beschriebenen Unfalltypen von Lkw >3,5 t schwer verletzt oder getötet wurden, im Vergleich. Hierbei wird noch einmal deutlich, dass bei Fußgängern der häufigste Unfalltyp jener des Querens vor einem Lkw war (42% der Schwerverletzten und Getöteten bzw. 37% der Getöteten). Radfahrer hingegen verunglückten am häufigsten schwer bzw. tödlich im Zuge von Rechtsabbiegemanövern (23% der Schwerverletzten und Getöteten bzw. 56% der Getöteten).

werte können die Summen abweichen.

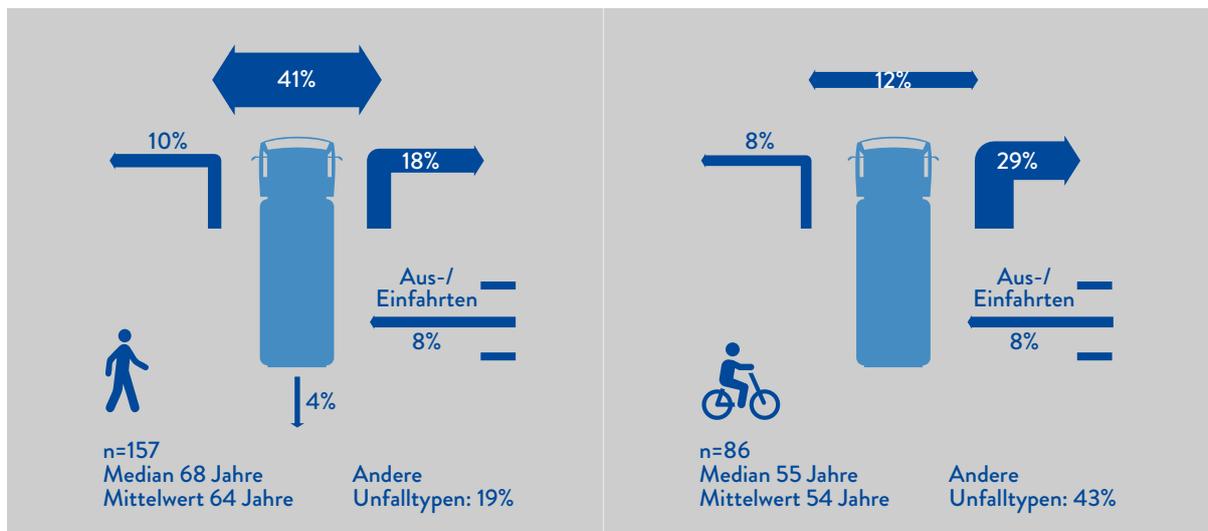


ABBILDUNG 21: Bei Lkw-Unfällen (>3,5 t) im Ortsgebiet schwer verletzte und getötete Fußgänger und Radfahrer nach Unfalltyp, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020)

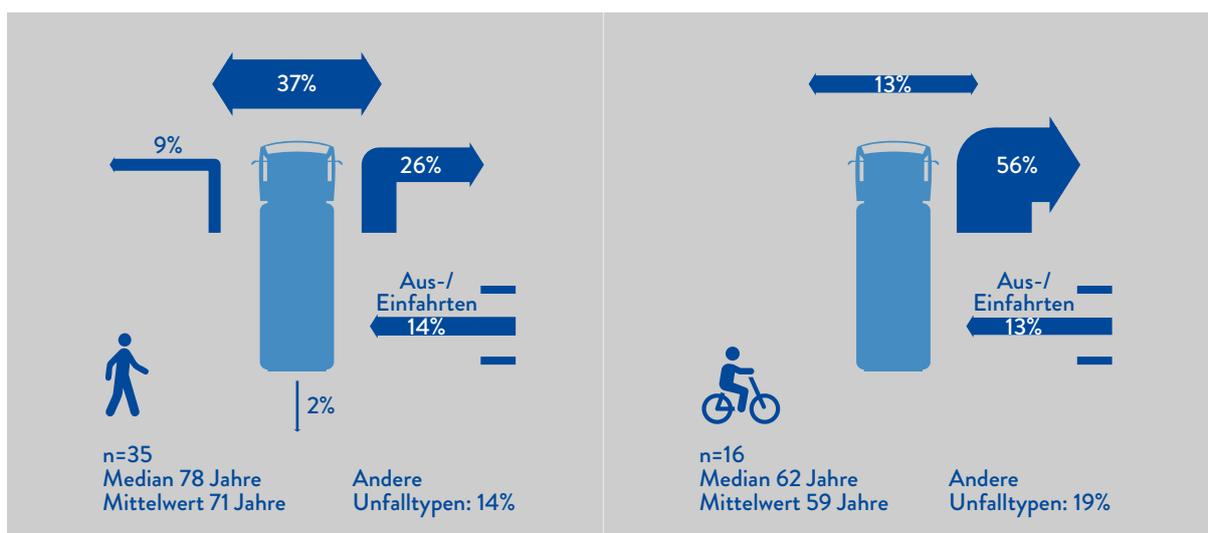


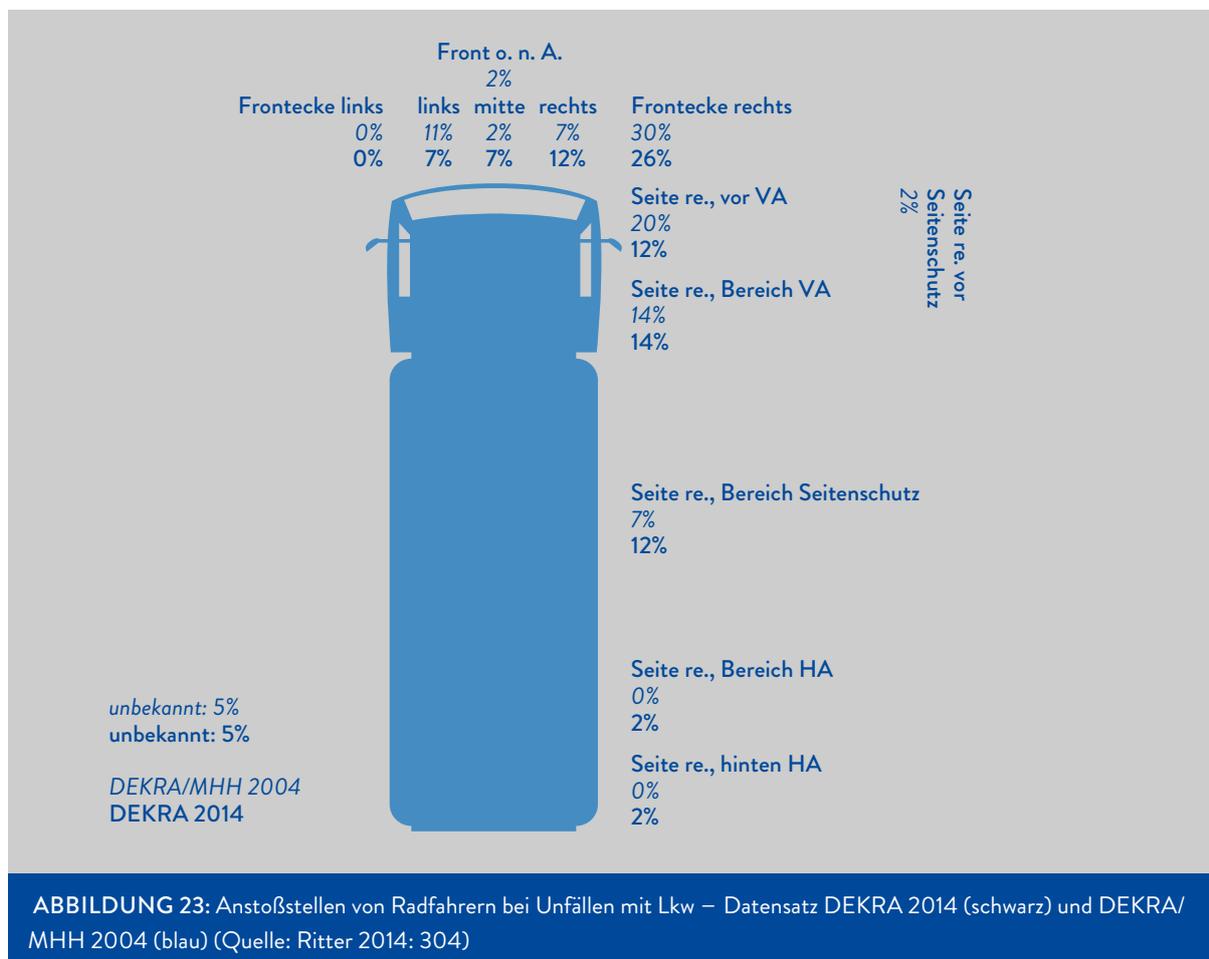
ABBILDUNG 22: Bei Lkw-Unfällen (>3,5 t) im Ortsgebiet getötete Fußgänger und Radfahrer nach Unfalltyp, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020)

2.1.2. ERGEBNISSE VON TIEFENUNTERSUCHUNGEN

In einigen Ländern wurden bereits Tiefenuntersuchungen von Lkw-Unfällen mit involvierten Fußgängern und Radfahrern durchgeführt. Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die Ergebnisse dieser Tiefenuntersuchungen.

Im Auftrag der deutschen Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) untersuchten Niewöhner & Berg (2004) in einer Tiefenuntersuchung insgesamt jeweils 45 Unfälle von Fußgängern und Radfahrern mit rechts abbiegenden Lkw an Kreuzungen in Deutschland – einmal auf der Grundlage von vorhandenen Fallbeständen der DEKRA (DEKRA 2004) und einmal auf der

Grundlage von vorhandenen Fallbeständen der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH 2004) (vgl. Niewöhner & Berg 2004: 21). Im Jahr 2014 erfolgte durch die DEKRA ein Update dieser Tiefenuntersuchung mit aktuellen Unfalldaten, in dem insgesamt 42 Unfälle von Radfahrern im Zeitraum 2000 bis 2011 untersucht wurden (vgl. Ritter 2014: 299). Die Ergebnisse der drei Tiefenuntersuchungen zeigen, dass sich Unfälle von Radfahrern mit rechts abbiegenden Lkw an Kreuzungen vor allem in den Sommermonaten (Mai bis August), an Wochentagen (am Wochenende verkehren in der Regel keine Bau- und Lieferfahrzeuge) und meist zwischen 08:00 Uhr und 18:00 Uhr ereignen. Die häufigste Unfallfolge derartiger Kollisionen war, dass Radfahrer zu Tode kamen, die meisten Radfahrer wurden vom Lkw überrollt. Bezüglich Alter und Geschlecht zeigen sich bei den Unfällen Schwerpunkte bei Jugendlichen und – ähnlich wie in der oben angeführten Unfallanalyse für Österreich (siehe Kapitel 2.1.1) – vor allem bei älteren Radfahrern. Frauen verunfallten häufiger als Männer. Die häufigste Anstoßstelle war die vordere rechte Seite des Lkw (siehe Abbildung 23) (vgl. Ritter 2019: 5 ff).



Zudem wurde in der Tiefenanalyse ersichtlich, dass eher jüngere Lkw-Fahrzeuge und vor allem Baustellenfahrzeuge an solchen Unfällen beteiligt waren. Die Analyse der Kollisionsgeschwindigkeit von Lkw und Radfahrern zeigte, dass Lkw vor dem Abbiegen meist an einer Ampel standen und die Kollisionsgeschwindigkeit bei 6 km/h bis 20 km/h lag, während Rad-

fahrer meist mit konstanter Geschwindigkeit fahren und ihre Geschwindigkeit in etwa bei 7 km/h bis 15 km/h lag – Lkw und Radfahrer fahren also fast gleich schnell; die Geschwindigkeitsdifferenz betrug nur etwa 0 km/h bis 5 km/h. Insgesamt wird im Vergleich über die Jahre ersichtlich, dass das Alter der beteiligten ungeschützten Verkehrsteilnehmer angestiegen ist, die Unfälle sich aber weiterhin fast ausschließlich innerorts, meistens nachdem der Lkw angefahren ist und die Radfahrer mit fast gleicher Geschwindigkeit parallel fahren, ereignen (vgl. Ritter 2019: 5 ff).

Ebenfalls für Deutschland untersuchte die Unfallforschung der Versicherer (UDV) 62 Unfälle zwischen schweren Lkw und Radfahrern sowie 39 Unfälle (mit insgesamt 43 beteiligten Fußgängern) zwischen schweren Lkw und Fußgängern auf der Basis von Schadenakten der Kraftfahrt-Haftpflichtversicherer. Hier wurde – dies passt zur Analyse der Unfälle von Fußgängern mit Lkw für Österreich in Kapitel 2.1.1 – deutlich, dass die meisten Unfälle mit Fußgängern (37%) dann geschehen, wenn der Lkw aus dem Stand anfährt – nachdem er an einer Ampel oder im Rückstau einer Kreuzung gehalten hat oder nach einem Ladevorgang – und die Fußgängerin bzw. der Fußgänger unmittelbar vor dem Lkw steht oder quert. Die meisten Unfälle mit Radfahrern (58%) hingegen ereignen sich mit rechts abbiegenden Lkw, wenn der Radfahrer in gleicher Richtung parallel rechts vom Lkw geradeaus fährt. Auch in dieser Unfallanalyse wird somit ersichtlich, dass der tote Winkel vor und neben dem Lkw abhängig von

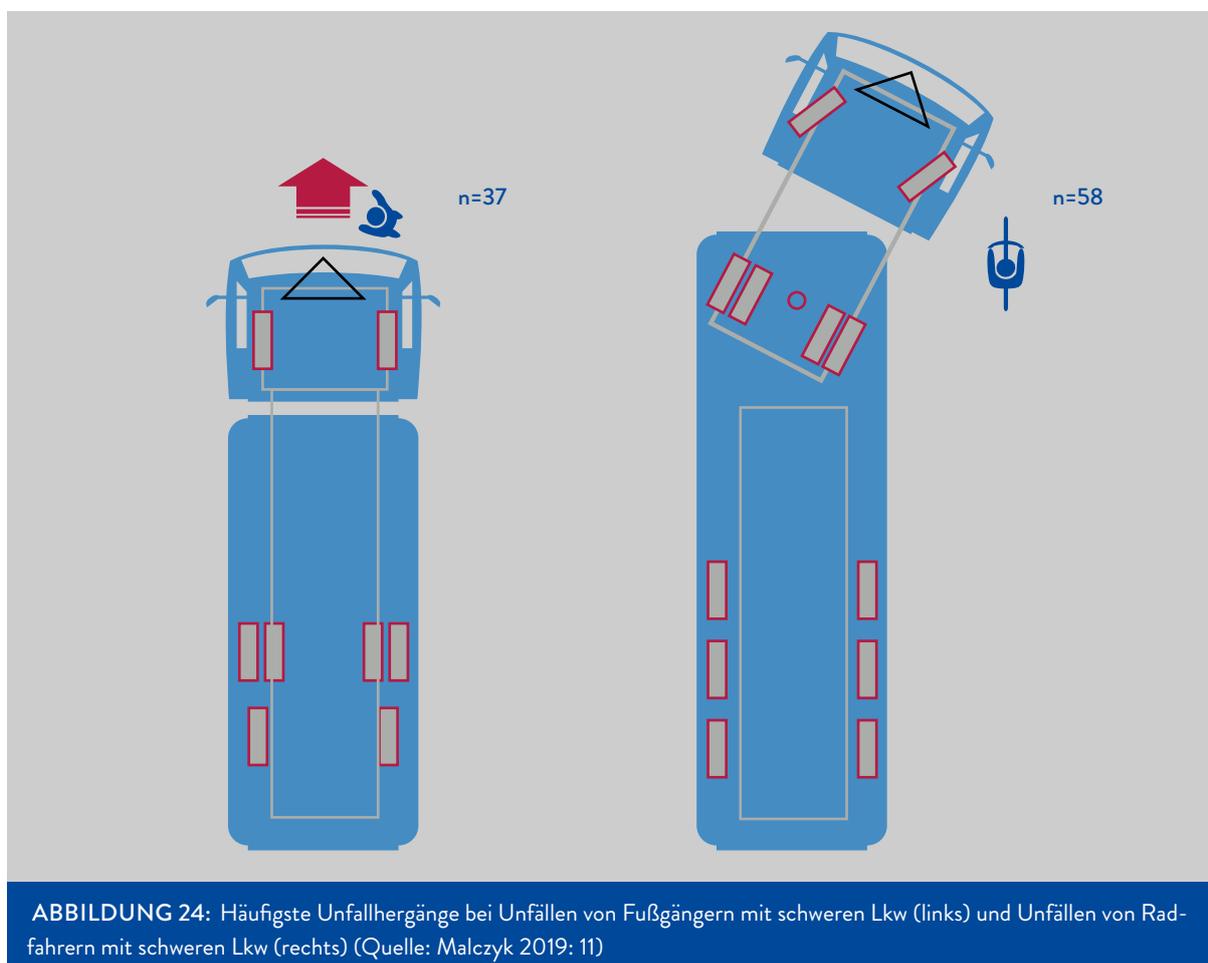


ABBILDUNG 24: Häufigste Unfallhergänge bei Unfällen von Fußgängern mit schweren Lkw (links) und Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw (rechts) (Quelle: Malczyk 2019: 11)

Fußgängern bzw. Radfahrern eine unterschiedliche Relevanz zu haben scheint. Zudem wurde deutlich, dass Unfälle von Fußgängern mit schweren Lkw im Vergleich zu Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw weniger häufig an Knotenpunkten auftreten, sondern eher in Bereichen ohne Querungshilfe. Aus der Analyse der Unfallhergangsschilderungen und Zeugnisaussagen ging hervor, dass die Lkw-Lenker den Unfall meist nicht bemerkt hatten und erst von anderen Verkehrsteilnehmern darauf aufmerksam gemacht wurden. Sowohl die Unfälle mit Radfahrern als auch jene mit Fußgängern ereigneten sich zum überwiegenden Teil innerorts und bei Tageslicht sowie guten Witterungsbedingungen. Hinsichtlich soziodemografischer Merkmale (Geschlecht, Alter) sowie Verletzungsmustern und -schweren zeigten sich bei Unfällen von Fußgängern mit schweren Lkw und Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw ähnliche Ergebnisse (vgl. Malczyk 2019a und Malczyk 2019b).

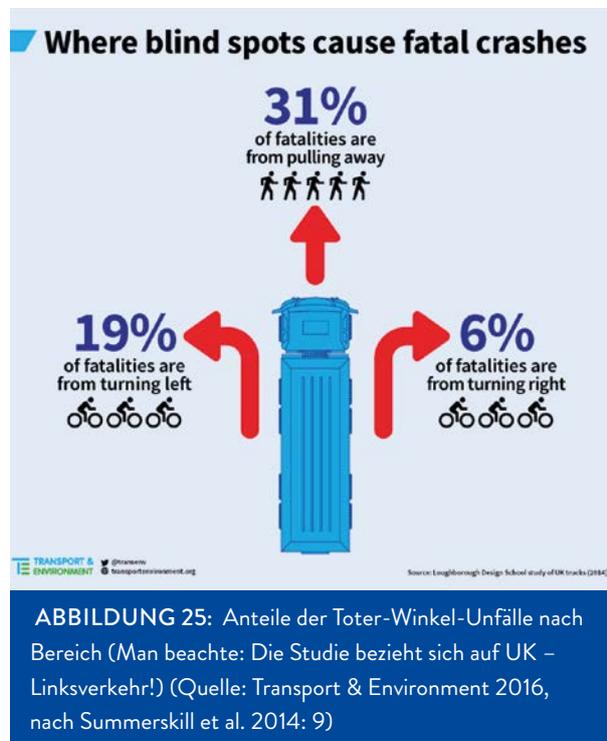


ABBILDUNG 25: Anteile der Toter-Winkel-Unfälle nach Bereich (Man beachte: Die Studie bezieht sich auf UK – Linksverkehr!) (Quelle: Transport & Environment 2016, nach Summerskill et al. 2014: 9)

Für das Vereinigte Königreich führten Summerskill & Marshall (2015) eine Untersuchung von Unfalldaten der britischen Polizeiunfalldatenbank STATS19 für das Jahr 2008 durch und untersuchten alle Lkw-Unfälle, in deren Daten der Begriff „Toter Winkel“ als potenzieller Faktor erfasst wurde. In Abbildung 25 und Abbildung 26 sind die unterschiedlichen identifizierten Unfallarten und deren Anteile dargestellt (in Abbildung 26 zusätzlich mit der Darstellung der Bereiche mit direkter und indirekter Sicht sowie des toten Winkels an der Vorder- und Hinterseite sowie an der linken und rechten Seite des Fahrzeugs). In dieser Tiefenanalyse wurde unter anderem ersichtlich, dass – ähnlich wie auch für Österreich in Kapitel 2.1.1 beschrieben – ein hoher Anteil der bei diesen Unfällen Getöteten beim Rechtsabbiegen (19%) (im Vereinigten Königreich links) sowie vor dem Lkw, also beim Wegfahren des Lkw (31%) auftreten, während nur ein geringer Anteil der Getöteten beim Linksabbiegen (6%) (im Vereinigten Königreich rechts) auftreten.

(im Vereinigten Königreich links) sowie vor dem Lkw, also beim Wegfahren des Lkw (31%) auftreten, während nur ein geringer Anteil der Getöteten beim Linksabbiegen (6%) (im Vereinigten Königreich rechts) auftreten.

Für Belgien wurde durch De Ceunynck et al. (2019) eine umfangreiche Tiefenuntersuchung von Lkw-Unfällen, darunter auch 29 Toter-Winkel-Unfälle mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern, in der Stadt Antwerpen durchgeführt. Diese Unfälle wurden aufwendig rekonstruiert. Im Rahmen der Untersuchung kamen die Sicherheitsforscher zu dem Ergebnis, dass sich der typische Toter-Winkel-Unfall an einem Wochentag zwischen 07:00 Uhr und 18:00 Uhr (mit einer deutlichen Spitze zwischen 13:00 Uhr und 14:00 Uhr), bei Tageslicht und an einer Kreuzung mit Ampeln und einem freistehenden oder erhöhten Radweg ereignet. An den meisten dieser Unfälle waren Radfahrer beteiligt (19 der 29 Unfälle), während an 10 der 29

Unfälle Fußgänger beteiligt waren. Hinsichtlich Unfallfolgen wurde deutlich, dass Toter-Winkel-Unfälle mit Fußgängern häufiger tödlich waren als Toter-Winkel-Unfälle mit Radfahrern, was inhaltlich wiederum zu den in Kapitel 2.1.1 angeführten Analysen der österreichischen Unfallstatistik passt. Bei der Betrachtung des Alters der an den Toter-Winkel-Unfällen beteiligten Fußgänger und Radfahrer wurde darüber hinaus – ähnlich wie auch bei der durchgeführten Unfallanalyse für Österreich beschrieben – deutlich, dass vor allem ältere Fußgänger Opfer solcher Unfälle waren, während in der Kategorie der Radfahrer meist jüngere Personen verunfallten. Ein Unterschied im Alter der verunfallten ungeschützten Verkehrsteilnehmer zeigte sich auch beim Vergleich der konkreten Art des Toter-Winkel-Unfalls: Bestand der tote Winkel vor dem Fahrzeug, verunfallten vor allem ältere ungeschützte Verkehrsteilnehmer; bestand ein „klassischer“ toter Winkel, also bei einem rechts abbiegenden Lkw, so verunfallten vor allem jüngere ungeschützte Verkehrsteilnehmer. Darüber hinaus wurde im Rahmen der Tiefenuntersuchung ersichtlich, dass der ungeschützte Verkehrsteilnehmer bei mehr als der Hälfte der Toter-Winkel-Unfälle zu Beginn des Lkw-Fahrmanövers für den Lkw-Lenker de facto noch sichtbar war (dies wurde im Rahmen der Tiefenuntersuchung nochmals für jeden Unfall einzeln geprüft), es jedoch dennoch zu einem Unfall kam. **Ein großer Teil solcher Unfälle scheint somit eher auf die Komplexität der Fahraufgabe der Lkw-Lenker zurückzuführen zu sein als auf einen reinen Mangel hinsichtlich der Sicht** (vgl. De Ceunynck et al. 2019: 5).

Pokorny et al. (2017) führten neben einer umfangreichen Analyse von Lkw-Unfällen mit Radfahrern in Norwegen auch eine Tiefenuntersuchung von 13 derartigen Unfällen durch. Von diesen 13 Unfällen ereigneten sich sechs beim Rechtsabbiegen von Lkw, unter anderem aufgrund des toten Winkels. Weitere Faktoren, die bei diesen Unfällen eine Rolle spielten, waren: 1) mangelnde Schneeräumung auf der Straße mit der Konsequenz eines verlängerten Bremswegs bzw. Schneehaufen, die die Sicht einschränkten, 2) unsichere Ausgestaltung der Straßeninfrastruktur (z.B. gleichzeitige Grünphase für rechts abbiegende Fahrzeuge, Radfahrer und Fußgänger oder eine Ausrichtung des Fuß- und Radwegs, die höhere Geschwindigkeiten fördert) und 3) riskantes Verhalten der Verkehrsteilnehmer (z.B. durch Handynutzung abgelenkte Radfahrer, den Lkw rechts überholende Radfahrer, fehlender Sichtkontakt bzw. mangelnde Kommunikation zwischen Lkw-Lenker und Radfahrer oder ein unerwartetes Wendemanöver des Lkw ohne Richtungsanzeige) (vgl. Pokorny et al. 2017: 1005).

Für Dänemark untersuchte die HVU (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker)⁵¹ (2006) 35 Unfälle mit Personenschaden zwischen rechts abbiegenden Lkw und geradeaus fahrenden Radfahrern. Bei diesen 35 Unfällen wurden 9 Radfahrer getötet, 20 schwer verletzt und 6 leicht verletzt. Die Hälfte der Unfälle ereignete sich an vierarmigen Kreuzungen mit Verkehrslichtsignalanlagen im Ortsgebiet (Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h). Die anderen Unfälle ereigneten sich entweder an vierarmigen Kreuzungen ohne Verkehrslichtsignalanlagen, an dreiarmligen Kreuzungen oder in Kreisverkehren. Bei 20 dieser Unfälle kam es zu einem Zusammenstoß auf der rechten Lkw-Fahrzeugseite, bei 10 Unfällen kam es zu einem Zusammenstoß auf der Vorderseite des Lkw und bei 2 Unfällen fuhr der Radfahrer komplett senkrecht in

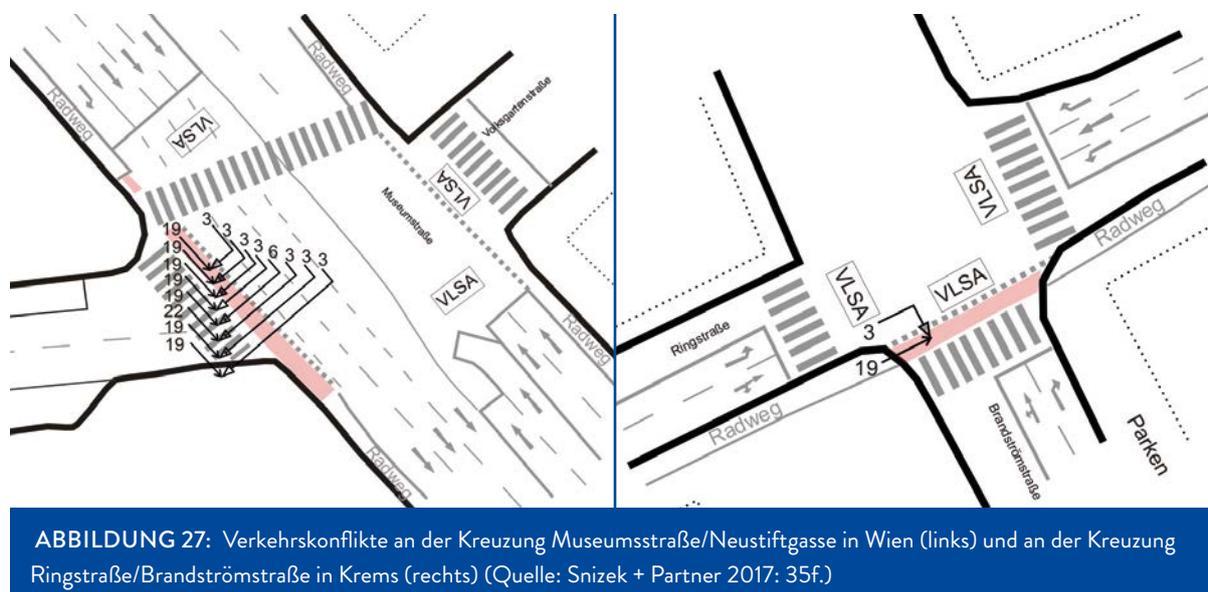
51 Dänische Untersuchungsstelle für Verkehrsunfälle

die Seite des Fahrzeugs, das zu diesem Zeitpunkt die Kurve abgeschlossen hatte. Umstände, die zum Teil zu den Unfällen beigetragen haben, waren äußere Rahmenbedingungen wie Schnee und Glätte, die falsche Einstellung von Fahrzeugspiegeln oder Gegenstände in der Fahrzeugkabine, die die Sicht des Lkw-Fahrers einschränkten (vgl. HVU 2006: 7 ff).

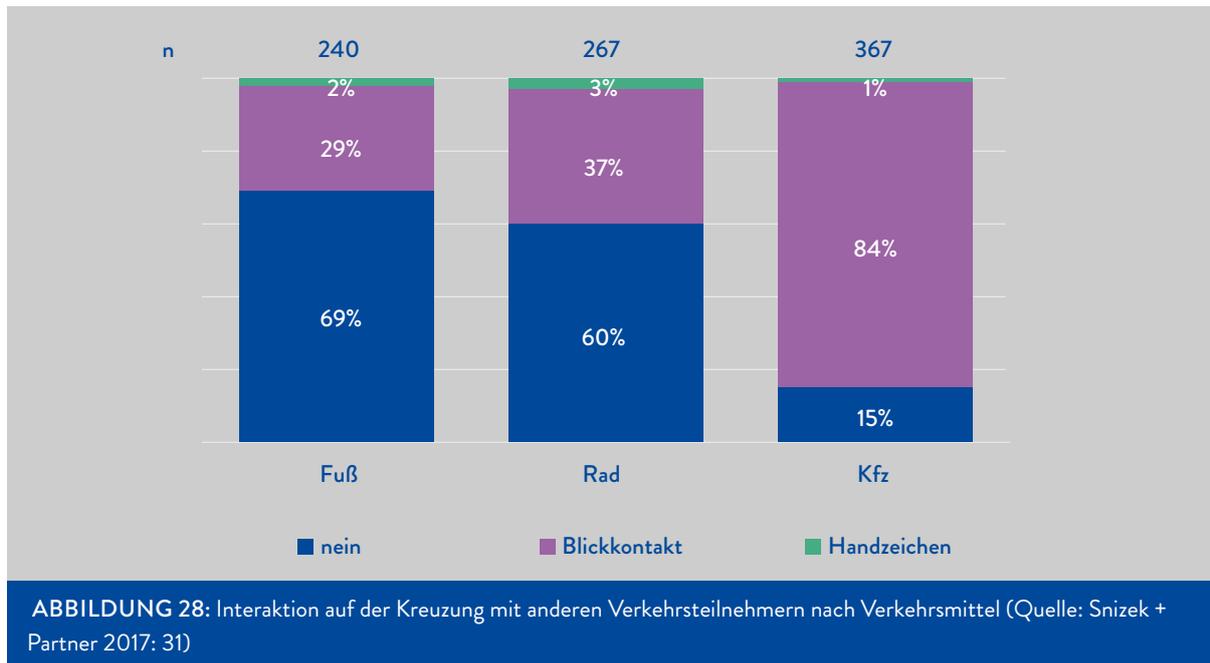
2.2 KONFLIKTANALYSE UND ANNÄHERUNGSGESCHWINDIGKEITEN

Um Konflikte zwischen ungeschützten Verkehrsteilnehmern und Kfz an Kreuzungen auch rund um die Problematik des toten Winkels näher zu untersuchen, wurden vom KfV mehrere Studien durchgeführt.

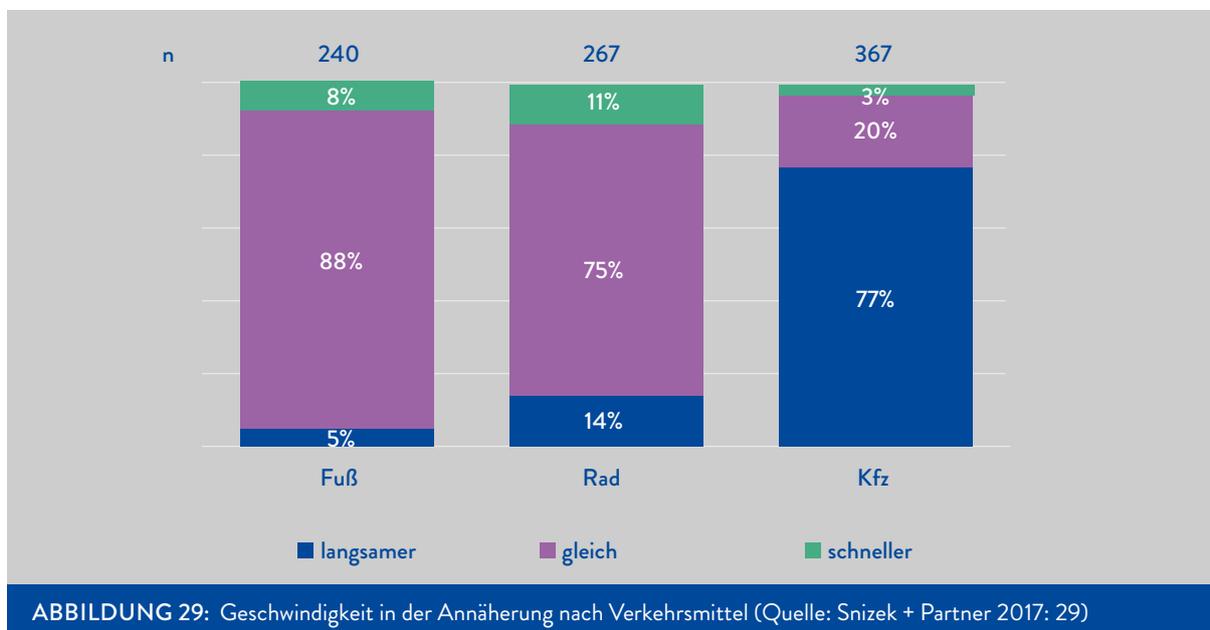
Im Rahmen von Beobachtungen des Verhaltens von Fußgängern, Radfahrern und Kfz-Lenkern, die Snizek + Partner im Auftrag des KfV im Jahr 2017 an insgesamt neun Kreuzungen mit unterschiedlichen Querungssituationen in Wien, Graz und Krems durchgeführt haben, zeigten sich die häufigsten Konflikte durch rechts abbiegende Kfz mit geradeaus fahrenden Radfahrern bzw. geradeaus gehenden Fußgängern, wie z.B. an der Kreuzung Museumsstraße/Neustiftgasse in Wien sowie an der Kreuzung Ringstraße/Brandströmstraße (siehe Abbildung 27).



Im Rahmen der Beobachtungen wurde darüber hinaus deutlich, dass im relevanten Begegnungsfall von Fußgängern und Radfahrern mit Kfz-Lenkern unter anderem die mangelnde Interaktion (z.B. Blickkontakt, Handzeichen etc.) problematisch zu sein scheint: Mehr als die Hälfte aller beobachteten Fußgänger (69%) und Radfahrer (60%) setzten keine Interaktion, die Kfz-Lenker haben hingegen mehrheitlich eine Interaktion gesetzt (84%).



Bei der Geschwindigkeit der beobachteten Personen in der Annäherung zur Kreuzung zeigte sich, dass drei Viertel der Kfz-Lenker klar erkennbar langsamer wurden (20% blieben gleich schnell), während nur 5% der Fußgänger und 14% der Radfahrer in der Annäherung zur Querungsstelle langsamer wurden.



Weitere Beobachtungen des KfV umfassten Geschwindigkeitsmessungen von Radfahrern und E-Scooter-Fahrern auf Radverkehrsanlagen in der Annäherung an Kreuzungen.⁵² Dabei wurden bei Radfahrern durchschnittlich 17,2 km/h und bei E-Scooter-Fahrern durchschnittlich 15,4 km/h gemessen.

⁵² Zeitraum Juni-September 2019, n Radfahrer = 396, n E-Scooter-Fahrer = 221

Auch im Zuge der Evaluierung einer Toter-Winkel-Warnanlage in Salzburg durch das KFV wurden typische Toter-Winkel-Konfliktsituationen beobachtet, wie zum Beispiel von hinten ankommende Radfahrer, die an einem Lkw, der mit Abbiegewunsch nach rechts an der Kreuzung steht und nach Umschalten auf Grün soeben losfahren will, rechts vorbeifahren; oder Radfahrer, die an einem Lkw mit Abbiegewunsch nach rechts, der bereits in den Kreuzungsbereich eingefahren ist und auf Fußgänger am Zebrastreifen wartet, rechts vorbeifahren. Die angeführten Situationen weisen auf ein geringes Wissen bzw. Bewusstsein darüber, was Lkw-Lenker während des Abbiegevorgangs sehen können, hin und zeigen die Notwendigkeit der Bewusstseinsbildung im Hinblick auf die besondere Problematik des toten Winkels (vgl. KFV 2019b).

2.3 ERFAHRUNGEN VON LKW- UND BUSLENKERN IM ZUSAMMENHANG MIT DEM THEMA „TOTER WINKEL“

Um die Meinung der Lenker von Schwerfahrzeugen zu diesem Thema in Erfahrung zu bringen, wurde im April 2019 im Auftrag des KFV durch die Consent Markt- und Sozialforschung je eine Fokusgruppe mit Lkw- und Bus-Lenkern⁵³ zum Thema „Toter Winkel“ durchgeführt. Beide Fokusgruppen fanden in Wien statt. Die Fokusgruppendifkussionen umfassten jeweils drei größere Themen:

- Wird das Thema „Toter Winkel“ von Lkw- oder Bus-Lenkern als Problem wahrgenommen?
- Welchen Stellenwert nehmen Fahrerassistenzsysteme bzw. fahrzeugseitige Informationssysteme allgemein und der Abbiegeassistent im Speziellen ein (Belastung oder Erleichterung beim Fahren)?
- Wie könnten Toter-Winkel-Unfälle am besten vermieden werden?

WIRD DAS THEMA „TOTER WINKEL“ VON LKW- ODER BUS-LENKERN ALS PROBLEM WAHRGENOMMEN?

Im Rahmen der Fokusgruppen wurde ersichtlich, dass das Thema Toter Winkel sowohl von den Bus- als auch von den Lkw-Fahrern als Problem wahrgenommen wird: Besonders im städtischen Bereich birgt das Abbiegen für die Fahrer, sowohl nach links als auch nach rechts, große Risiken. Den Lkw- und Bus-Lenkern ist dabei bewusst, dass es Bereiche rund um ihr Fahrzeug gibt, die sie nicht einsehen können. Hinzu kommt, dass das Abbiegen mit einem Lkw oder Bus nach Meinung der Lkw- und Bus-Lenker aufgrund enger Straßen, eines sperrigen Fahrzeugs und eingeschränkter Sicht, gerade in der Stadt, auch ohne Beisein anderer Verkehrsteilnehmer, bereits eine große Herausforderung darstellt. Oft sind die Straßen zu eng, und so wird das Abbiegen zur Millimeterarbeit.

Von Radfahrern berichten die Lkw- und Bus-Lenker, dass diese meist sehr schnell unterwegs seien und daher von ihnen manchmal übersehen werden: Häufig „möchten Radfahrer sich

53 Die Teilnehmer der beiden Fokusgruppen waren ausschließlich männlich.

noch schnell vorbeischummeln“ oder stehen zu dicht am Fahrzeug. Dadurch kann es zu Momenten kommen, in denen der Fahrer den Radfahrer nicht sehen kann.

In Bezug auf Fußgänger wurde von den Lenkern berichtet, dass diese oft sehr unachtsam, z.B. mit dem „Handy vor der Nase“ oder den Kopfhörern in den Ohren, unterwegs seien und nicht auf den Straßenverkehr achten. Dadurch geraten auch die Fußgänger und insbesondere nicht ausreichend gut beaufsichtigte Kinder, die außerdem noch kleiner und unzurechnungsfähig sind, in den toten Winkel des Fahrers.

Auch die E-Scooter, die zwar erst seit kurzer Zeit im Straßenverkehr unterwegs sind, aber bereits jetzt als großer Risikofaktor wahrgenommen werden, wurden von den Lkw-Lenkern erwähnt. Die E-Scooter-Fahrer geraten durch das gleiche Fahrverhalten wie die Radfahrer in den toten Winkel eines Lkw- oder Busfahrers. Problematisch ist zusätzlich, dass die E-Scooter-Fahrer nach Aussagen der Teilnehmer „lautlos“ unterwegs sind und „mit einer hohen Geschwindigkeit aus dem Nichts kommen“.

Speziell von den Bus-Fahrern wird berichtet, dass ihre Sicht auch oft durch Fahrgäste im vorderen Türbereich eingeschränkt wird. Gerade beim Abbiegen versperren sie dem Fahrer des Öfteren die Sicht.

Zusätzlich zu all den zuvor genannten Faktoren gibt es sowohl für Lkw- als auch für Bus-Fahrer besonders an Kreuzungen immer wieder Bereiche, die aufgrund einer Verdeckung durch Dritte (Gebäude, parkende Fahrzeuge, U-Bahneingänge usw.) nicht eingesehen werden können. Auch diese Bereiche wurden von den Fahrern als „tote Winkel“⁵⁴ deklariert.

WELCHEN STELLENWERT NEHMEN FAHRERASSISTENZSYSTEME BZW. FAHRZEUGSEITIGE INFORMATIONSSYSTEME ALLGEMEIN UND DER ABBIEGEASSISTENT IM SPEZIELLEN EIN (BELASTUNG ODER ERLEICHTERUNG BEIM FAHREN)?

Grundsätzlich sind Lkw und Reisebusse meist mit mehr Fahrerassistenzsystemen ausgestattet als Linienfahrbusse und besitzen eine höhere Anzahl an Spiegeln sowie Assistenzsystemen, wie etwa Abstandshalter oder Spurhalteassistenten, die jedoch oft erst ab höheren Geschwindigkeiten funktionieren, deshalb im Stadtverkehr kaum einsetzbar sind und daher auch nicht in Linienverkehrsfahrzeuge eingebaut werden.

Allgemein werden Fahrerassistenzsysteme, wie beispielsweise Notbremsassistent, Spurhalteassistent oder Abstandsassistent, von den Lkw- und Bus-Fahrern als Erleichterung angesehen, die das Fahren sicherer machen. Speziell zum Thema Toter Winkel wird berichtet, dass besonders eine Rückfahrkamera, die manche Fahrer bereits in ihrem Arbeitsfahrzeug integriert haben, sehr sinnvoll sei, weil dadurch der tote Winkel hinter dem Fahrzeug einsehbar werde. Auch der Abbiegeassistent wird von den Fahrern sehr positiv bewertet: Für die Lkw-Fahrer gibt es noch kein vergleichbares System, das die Problematik des toten Winkels lösen könnte. Für die Bus-Fahrer bestehen jedoch Zweifel daran, ob der Abbiegeassistent im Linienverkehr

⁵⁴ Auch als „Toter Raum“ bezeichnet.

überhaupt funktioniert oder nützlich ist. Ihr Vorschlag lautet daher: „Zuerst in der Praxis testen.“ Der Abbiegeassistent könnte für die Fahrer nach ihrer Einschätzung sowohl eine Belastung als auch eine Erleichterung darstellen. Die Tendenz der Einschätzungen, besonders bei den Lkw-Fahrern, geht aber in Richtung Erleichterung bzw. Hilfestellung.

WIE KÖNNTEN Toter-Winkel-UNFÄLLE AM BESTEN VERMIEDEN WERDEN?

Die Lkw- und Bus-Fahrer schildern einige Vorkehrungen, mit denen Toter-Winkel-Unfälle am besten vermieden werden können. Diese umfassen fahrzeugseitige Maßnahmen (Verbesserung der Sicht, Abbiegeassistent), infrastrukturelle, bauliche Maßnahmen sowie Präventions- und rechtliche Maßnahmen:

- **Verbesserung der Sicht:** Die Fahrer halten es für sinnvoll und hilfreich, sowohl mehr Spiegel am Fahrzeug anzubringen als auch Standspiegel an unübersichtlichen Kreuzungen zu montieren. Diese helfen nach ihrer Ansicht, besonders jene toten Winkel einzusehen, die durch Dritte erzeugt werden. Eine Kamera macht für die befragten Fahrer vor allem an der Rückseite des Fahrzeugs Sinn, jedoch sind sie auch Kameras, die die Seiten des Fahrzeugs zeigen, nicht abgeneigt.
- **Abbiegeassistent:** Besonders Lkw- und Reisebus-Fahrer erwarten sich vom Abbiegeassistenten große Unterstützung und Hilfestellung, vor allem im städtischen Verkehr. Linienbusfahrer stehen dem Abbiegeassistenten etwas skeptisch gegenüber, da sie nicht wissen, ob dieser für sie überhaupt funktioniert.
- **Bauliche Maßnahmen:** Die meisten Fahrer denken, dass ein baulich getrennter Radweg sowohl für die Kfz-Lenker (Lkw-, Pkw-, Motorrad-Lenker etc.) als auch für die Radfahrer sinnvoller und sicherer wäre, da der Verkehr voneinander getrennt geführt wird. Bei lichtsignalgeregelten Kreuzungen könnte ein eigenes Fahradsignal viele gefährliche Situationen, zu denen es kommt, wenn Kraft- und Radfahrer aufeinandertreffen, verhindern. Einige wenige Fahrer halten auch Bodenschwellen oder Erhöhungen der Straßen, die die Kfz-Fahrer dazu zwingen sollen, ihr Tempo zu reduzieren, für sinnvoll.
- **Prävention:** Insbesondere Verkehrsteilnehmer, die nicht auf den Straßenverkehr achten bzw. nicht wissen, wie man sich richtig im Straßenverkehr verhält (z.B. Kinder, Passanten mit Kopfhörern oder Handy usw.), sind für die Fahrer ein schwer einschätzbarer Faktor. Wichtig wäre, dass andere Verkehrsteilnehmer darauf achten, dass beispielsweise ein Lkw-Fahrer sie gerade nicht sehen kann. Dadurch würde es zu vielen der gefährlichen Situationen, die durch einen toten Winkel entstehen, gar nicht erst kommen. Wichtig ist es daher, bereits die Jüngsten in der Schule hinsichtlich der Thematik des toten Winkels zu unterrichten sowie Bewusstseinsbildungsmaßnahmen auch für Erwachsene zu setzen.

2.4 ANSATZPUNKTE ZUR VERMEIDUNG VON TOTER-WINKEL-UNFÄLLEN

Wie sich bereits im vorherigen Kapitel gezeigt hat, gibt es zur Vermeidung von Toter-Winkel-Unfällen verschiedene Ansatzpunkte für Maßnahmen. Hierbei lassen sich grob drei Bereiche unterscheiden: 1) Fahrzeug, 2) Infrastruktur und Verkehrsorganisation und 3) Mensch. Die Maßnahmen können weiters auch nach der Fristigkeit ihrer Umsetzbarkeit (kurz-, mittel- oder langfristig) unterschieden werden. Ein rechtlicher Rahmen unterstützt alle drei Bereiche (Abbildung 30).

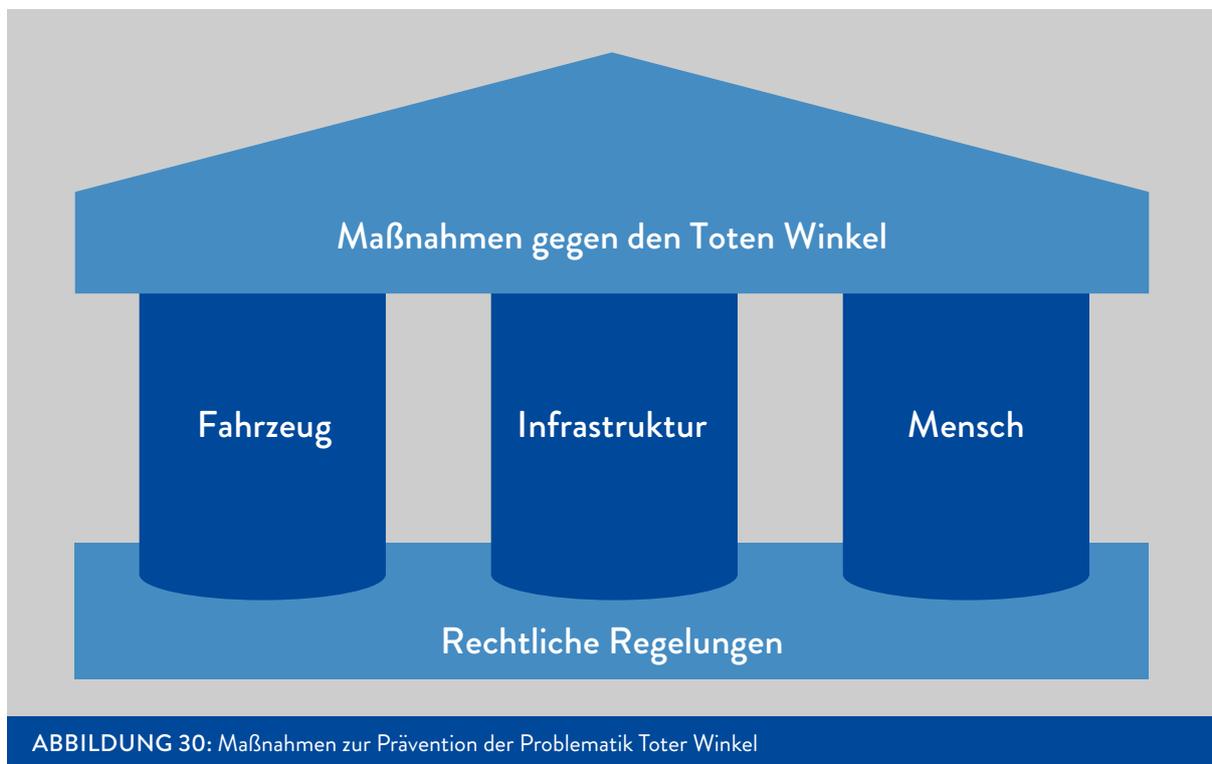


ABBILDUNG 30: Maßnahmen zur Prävention der Problematik Toter Winkel

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Bereiche im Detail beleuchtet. Mögliche Maßnahmen zur Prävention von Toter-Winkel-Unfällen werden beschrieben, darüber hinaus wird kurz auf die jeweils relevanten rechtlichen Regelungen eingegangen.

3 FAHRZEUG BZW. FAHRZEUGAUSSTATTUNG

Im Bereich Fahrzeug bzw. Fahrzeugausstattung gibt es verschiedene technische Maßnahmen am Lkw, die es den Lenkern ermöglichen, den toten Winkel zu verringern und indirekt einzu- sehen bzw. zu überwachen. Diese zielen einerseits auf die Verbesserung der Sicht durch 1) einen angepassten Aufbau des Lkw (Höhe der Fahrerinnen, durchsichtige Türen), 2) Spiegel oder 3) Kamerasysteme. Andererseits gibt es auch spezielle Fahrerassistenzsysteme (z.B. Abbiegeassistent), die die Lkw-Lenker unterstützen, indem sie mittels Warnsignalen auf die Gefahr (z.B. Fußgänger im toten Winkel) hinweisen. Damit diese fahrzeugseitigen, technischen Maßnahmen auch tatsächlich Anwendung finden, benötigt es rechtliche Regelungen, wie Festlegungen zur verbindlichen Ausstattung bzw. Nachrüstung mit Fahrerassistenzsystemen oder Regelungen für die Ausstattung mit Spiegeln. Bei der Beschreibung der Maßnahmen im Bereich der Fahrzeugausstattung wird daher auch eine kurze Beschreibung der rechtlichen Regelungen bzw. des rechtlichen Rahmens vorgenommen, in den die jeweiligen Maßnahmen eingebettet sind.

3.1 VERBESSERUNG DER DIREKTEN SICHT – AUFBAU DER LKW-KABINEN

Der Aufbau bzw. die Konstruktion der Lkw-Kabinen ist von großer Bedeutung für die direkte Sicht, die der Lkw-Fahrer hat: Die Design School der Uni Loughborough hat in einer Studie (Summerskill et al. 2015) festgestellt, dass es zwischen den einzelnen Lkw-Modellen beträchtliche Unterschiede bei der direkten Sicht gibt (siehe Darstellung des toten Winkels im Vergleich beim sichttechnisch besten und schlechtesten Fahrzeug in Abbildung 31 links). Die direkte Sicht wird einerseits durch den Aufbau der Fahrerkabine und andererseits durch zusätzliche Glasflächen (siehe Abbildung 31 rechts), die z.B. in der Beifahrertür angebracht werden, verbessert.

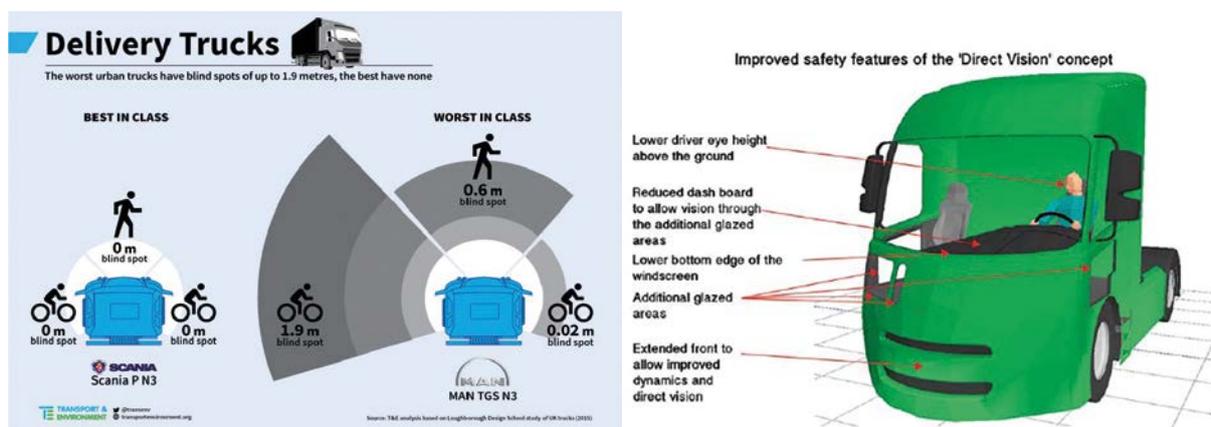


ABBILDUNG 31: Vergleich des in puncto toter Winkel „besten“ und „schlechtesten“ Lkw (links) und Darstellung des Konzepts der direkten Sicht (rechts). Beachte: Darstellung aus Großbritannien, daher seitenverkehrt! (Quelle: Transport & Environment (2016))

Da in der EU die zulässige Gesamtlänge von Lkw (Zugmaschine/Kabine und Anhänger) gesetzlich geregelt ist, wird bei vielen Fahrzeugmodellen der Ladung der größtmögliche Platz eingeräumt, wohingegen die Kabine meist so kurz wie möglich ausgestaltet ist (vgl. ETSC 2019). Aufgrund einiger Studien, beispielsweise FKA (2012), die zu dem Schluss kamen, dass eine Zusatzlänge von Kabinen sowohl aerodynamische Vorteile als auch Vorteile im Bereich der Sicherheit hat – bei einer Zusatzlänge von etwa 80 cm bestehen die größten Vorteile –, wurde bereits im Jahr 2015 von der EU beschlossen, dass Hersteller optional solche um 80 cm längeren Kabinen verbauen können, allerdings erst drei Jahre nach dem Tag der Umsetzung oder der Anwendung der erforderlichen Änderungen bei den technischen Anforderungen für die Typgenehmigung (Richtlinie (EU) 2015/719). Im Juni 2019 wurde schließlich von der EU beschlossen, dass Kabinen mit einer zusätzlichen Länge von 80 cm bereits im Jahr 2020 verbaut werden können (vgl. ETSC 2019, Beschluss (EU) 2019/984).

2019 wurde darüber hinaus die neue Typgenehmigungsverordnung der EU beschlossen (Verordnung (EU) 2019/2144, „Allgemeine Sicherheitsverordnung“). Diese regelt die Anforderungen an Fahrzeuge, die in der EU in Verkehr gebracht bzw. in Betrieb genommen werden, und schreibt vor, dass Lkw und Busse so konstruiert und gebaut sein müssen, dass die direkte Sichtbarkeit ungeschützter Verkehrsteilnehmer vom Fahrersitz aus verbessert wird, und zwar indem unter Berücksichtigung der Besonderheiten unterschiedlicher Fahrzeugklassen die toten Winkel vor dem Fahrer und an seiner Seite möglichst weitgehend verringert werden. Fahrzeuge, die diesen Vorschriften nicht entsprechen, dürfen ab 7.1.2026 nicht mehr typengenehmigt und ab 7.1.2029 nicht mehr zugelassen werden.

SYSTEM	VORAUSSICHTLICHES INKRAFTTRETEN DER REGELUNG
Direktsichttechnologie	verpflichtend ab 07.01.2026 in neu typisierten und ab 07.01.2029 in neu zugelassenen Lkw und Bussen

TABELLE 3: Überblick über die Regelung zum Aufbau der Lkw-Kabinen hinsichtlich des unmittelbaren Sichtbereichs nach der Verordnung (EU) 2019/2144.

Zum Aufbau der Fahrererkabinen ist allerdings auch anzumerken, dass diese meist dem Verwendungszweck entsprechend ausgestaltet sind. So braucht z.B. die Kabine eines Müllsammel-fahrzeugs keine komfortable Schlafkabine, und auch die Motoren, die unter der Kabine Platz haben müssen, sind in der Regel wesentlich kleiner. Die bestehenden, teilweise beträchtlichen Unterschiede – wie Abbildung 32 zeigt – sind zum Teil in diesen unterschiedlichen Anforderungen begründet. Für den Einsatz speziell bei Kommunalfahrzeugen und im städtischen Zustellverkehr bietet der Markt deshalb Fahrerhäuser, die viel tiefer liegen als üblich und auch auf optimale Sicht ausgelegt sind (siehe Abbildung 33 links). Zudem sind Sichtfenster in der Beifahrertür, die die Sicht von Lkw-Lenkern auf den Bereich rechts des Lkw verbessern, bei Kommunalfahrzeugen bereits ziemlich verbreitet, bei Kfz im Verteilerverkehr teilweise; bei Langstrecken-Lkw sind sie aber eher unüblich (vgl. KFV 2016: 20). In Japan hingegen gibt es schon seit einigen Jahren Vorschriften für den Einbau kleiner Fenster unterhalb des Seitenfensters in der Beifahrertür von Lkw (siehe Abbildung 33 rechts), sodass Lkw-Fahrer den Bereich rechts und links neben dem Fahrerhaus besser einsehen können (vgl. Efferding 2015).



ABBILDUNG 32: Vergleich hohe und niedrige Fahrerinnen bei Lkw (Foto: KfV)



ABBILDUNG 33: Lkw-Fahrerkabine mit Glastür (links; Daimler 2019b) und Lkw mit zusätzlichem Seitenfenster in der Beifahrertür (rechts; Quelle: Efferding 2015)

3.2 SPIEGELSYSTEME BEI LKW

Lkw müssen, abhängig von ihrer Größe, mit unterschiedlichen Spiegeln ausgerüstet sein, die es dem Lenker ermöglichen, Bereiche rund um den Lkw indirekt einzusehen (siehe Abbildung 3 auf Seite 32). Die UNECE-Regelung Nr. 46, die durch die Verordnung (EG) 661/2009⁵⁵ für verbindlich erklärt wurde, teilt die Spiegel in sechs Gruppen ein. Lkw müssen nach diesen Vorschriften sowohl mit großen Hauptaußenrückspiegeln als auch mit Weitwinkel-, Nahbe-

⁵⁵ Die Verordnung (EG) 661/2009 wird ab 6.7.2022 durch die Verordnung (EU) 2019/2144 ersetzt, die ebenfalls auf die UNECE-Regelung Nr. 46 verweist.

reichs-/Anfahr- und Frontspiegeln ausgerüstet sein. Eine Übersicht über die laut EU-Vorgabe erforderlichen Spiegel nach zulässigem Gesamtgewicht des Lkw sowie im Vergleich zu Pkw und Bussen bietet Tabelle 4.

Für neue Lkw ab 3,5 t sind Weitwinkelspiegel und Nahbereichs-/Anfahrspiegel in der EU seit dem Jahr 2007 Pflicht, für neue Lkw über 7,5 t auch Frontspiegel (Richtlinie 2003/97/EG). Zudem gab es auch – was nur in seltenen Fällen möglich ist – eine Nachrüstverpflichtung auf europäischer Ebene: So müssen ältere Lkw seit 2009 mit Weitwinkelspiegeln ausgerüstet sein (Richtlinie 2007/38/EG). Für Busse sind nur Hauptaußenrückspiegel verpflichtend vorgeschrieben (vgl. UNECE-Regelung Nr. 46), in der Praxis sind aber viele Busse mit zusätzlichen Spiegeln ausgestattet.

FAHRZEUGTYP	ERFORDERLICHE SPIEGEL (EU-WEIT EINHEITLICH)
Pkw (Klasse M1) und Lkw bis 3,5 t (Klasse N1)	Innenrückspiegel (Gruppe I) Hauptaußenrückspiegel (klein) (Gruppe III)
Busse (Klassen M2 und M3)	Hauptaußenrückspiegel (groß) (Gruppe II)
Lkw bis 7,5 t (Klasse N2)	Hauptaußenrückspiegel (groß) (Gruppe II) Weitwinkelspiegel (Gruppe IV) ⁵⁶ Nahbereichs- oder Anfahrspiegel (Beifahrerseite) (Gruppe V) ⁵⁷
Lkw ab 7,5 t (Klassen N2 und N3)	Hauptaußenrückspiegel (groß) (Gruppe II) Weitwinkelspiegel (Gruppe IV) Nahbereichs- oder Anfahrspiegel (Beifahrerseite) (Gruppe V) Frontspiegel (Gruppe VI)

TABELLE 4: Laut EU-Vorgaben erforderliche Spiegel nach Fahrzeugtypen (Quelle: UNECE-Regelung Nr. 46)

Die Spiegel, insbesondere die Weitwinkelspiegel, verbessern die Sichtverhältnisse der Lkw-Lenker beträchtlich und helfen das Problem des toten Winkels zu reduzieren. Dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass Verkehrsteilnehmer im Nahbereich eines Lkw auch tatsächlich wahrgenommen werden, da der Lenker, vor allem wenn der Lkw und die anderen Verkehrsteilnehmer in Bewegung sind, zum richtigen Zeitpunkt in den richtigen Spiegel schauen muss, um tatsächlich alles in seinem Umfeld wahrzunehmen.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Lenker von Sattelschleppern in den Seitenspiegeln (Hauptaußenrückspiegeln und Weitwinkelspiegeln) während des Abbiegevorgangs nur noch den eigenen Sattelaufleger sehen können, nicht aber den Raum neben dem Fahrzeug (siehe Abbildung 34).

⁵⁶ Wenn ein Anfahrspiegel angebracht werden kann, d.h., wenn die Höhe des Fahrerhauses eine Anbringung des Spiegels ermöglicht.

⁵⁷ Wenn Anbringung zwei Meter über dem Boden möglich; stattdessen auch Frontspiegel möglich, wenn erforderliches Sichtfeld in Kombination mit Weitwinkelspiegel erreicht wird.

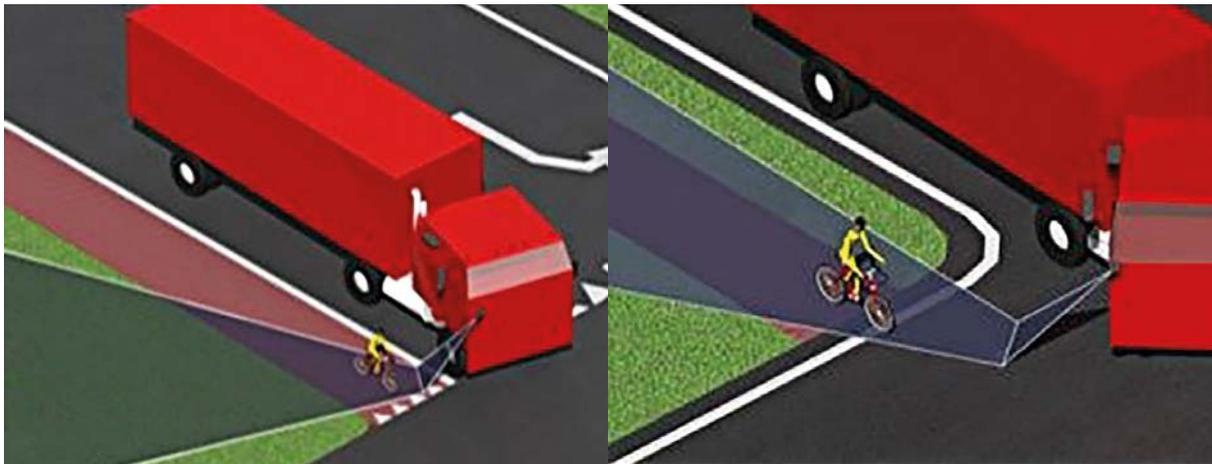


ABBILDUNG 34: Der tote Winkel während des Abbiegevorgangs von Sattelkraftfahrzeugen (Quelle: Hell 2016: 13)

Im Hinblick auf die richtige Spiegeleinstellung bestehen derzeit folgende Regelungen: Gemäß § 102 Abs. 1 KFG darf der Kraftfahrzeuglenker ein Kraftfahrzeug erst in Betrieb nehmen, wenn er sich, soweit dies zumutbar ist, davon überzeugt hat, dass das von ihm zu lenkende Kraftfahrzeug den hierfür in Betracht kommenden Vorschriften entspricht. Nach § 102 Abs. 2 hat der Lenker außerdem dafür zu sorgen, dass die Sicht vom Lenkerplatz aus für das sichere Lenken des Fahrzeugs ausreicht. Die Pflicht, in den Spiegel zu schauen, ergibt sich aus der StVO: So muss sich der Lenker bei der Änderung der Fahrtrichtung und dem Wechsel des Fahrstreifens davon überzeugen, dass diese Fahrmanöver ohne Gefährdung oder Behinderung anderer Straßenbenützer möglich sind (§ 11 Abs. 1 StVO). Dazu hat er auch die vorhandenen Spiegel zu nutzen. Im Falle eines Unfalls könnte sich ein Verschulden ergeben, wenn der Lenker z.B. nachweisbar einen anderen Verkehrsteilnehmer in einem richtig eingestellten Spiegel hätte erkennen müssen.

Die Spiegel werden auch im Rahmen der wiederkehrenden Begutachtung nach § 57a KFG überprüft (Vorhandensein, Beschädigungen, Befestigung; Anlage 6 zur Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung). Auch im Rahmen der technischen Unterwegskontrolle nach § 58a Abs 5 KFG ist eine Überprüfung der Spiegel vorgesehen (vgl. dazu den Mängelkatalog in Anhang II der Richtlinie 2014/47/EU).

Wie Studien zeigen (siehe Exkurs in Kapitel 6.2), sind die vorhandenen Spiegel nicht immer richtig eingestellt. Da für die optimale Wirkweise der Spiegel deren richtige Einstellung im Hinblick auf die Position des Lenkers essenziell ist, sollten bewusstseinsbildende Maßnahmen jedenfalls in diese Richtung gehen (siehe Kapitel 5).

3.3 KAMERA-MONITOR-SYSTEME BEI LKW

Mittels Kamera-Monitor-Systemen können Bereiche rund um den Lkw für die Lkw-Lenker einsehbar gemacht werden. Der Vorteil solcher Kamera-Monitor-Systeme liegt vor allem darin, dass die Bilder unterschiedlicher Kameras von verschiedenen Bereichen rund um den Lkw auf einem Monitor dargestellt werden können. Dadurch müssen Lkw-Lenker Gefahren nicht in den unterschiedlichen, teilweise räumlich entfernten Spiegeln erkennen, sondern nur einen Monitor betrachten, der zentral im Sichtbereich angeordnet werden kann. Zudem hängt die richtige Kameraeinstellung (im Gegensatz zu jener von Spiegeln) nicht vom Fahrer ab. So kann der tote Winkel insgesamt besser eingesehen werden (vgl. KFV 2016: 19f). Zusätzlich kann die Aufmerksamkeit der Lkw-Lenker beispielsweise durch automatische Markierungen auf den Kamerabildern des Monitors gezielt auf Gefahren wie Fußgänger oder Radfahrer im näheren Umfeld gelenkt werden (vgl. ADAC 2015: 13). Die technischen Voraussetzungen für Kamera-Monitor-Systeme sind wie die Voraussetzungen für Spiegel in der UNECE-Regelung Nr. 46 festgelegt.

Die Vorteile von Kameras gegenüber Spiegeln: nicht verzerrte Darstellung, bessere Kontrolle über den einsehbaren Bereich, unabhängig von der Sitzposition, geringerer Luftwiderstand. Grundsätzlich können zwei Kategorien von Systemen unterschieden werden: 1) Kamera-Monitor-Systeme, die nur den toten Winkel zeigen, und 2) 360°-Sichtsysteme, die alle Bereiche um den Lkw zeigen.

KAMERA-MONITOR-SYSTEME, DIE NUR DEN TOTEN WINKEL ZEIGEN

Bei solchen Systemen, die allein den toten Winkel zeigen, wird die Kamera in der Regel an der rechten vorderen Ecke des Fahrzeugs etwas unter dem Rückspiegel oder hinten am Fahrzeug angebracht. Der Monitor, der das Bild der Kamera zeigt, wird optimalerweise direkt beim Fahrerplatz angebracht. Zum Teil wird dieser auch rechts an der A-Säule angebracht, wo er zwar nur im peripheren Sichtbereich liegt; dies ist aber genau jener Bereich, auf den der Lkw-Lenker beim Abbiegen üblicherweise bewusst blickt. Bei der Anbringung des Displays ist jedenfalls darauf zu achten, dass durch dieses keine Abschattung der direkten Sicht aus dem Fenster erfolgt.

Da die Umgebung des Lkw auf dem Bildschirm vergrößert und sichtoptimiert dargestellt wird, erhalten die Fahrer durch das Kamera-Monitor-System Informationen, die sie sonst nicht oder nur eingeschränkt hätten. Da sich die Kamera bzw. der Lkw bewegt, werden auf dem Bildschirm auch stehende Objekte in Bewegung dargestellt, was laut Aussagen von Lkw-Lenkern in KFV-Interviews die Unterscheidung zwischen stehenden und bewegten Personen mitunter erschwert (vgl. KFV 2019b). Weiters ist zu empfehlen, den Bildschirm – auch bei nachgerüsteten Systemen – immer zu aktivieren und nicht nur im Bedarfsfall (aktivierter Blinker), da die Aktivierung mitunter zu lange dauert.



ABBILDUNG 35: Kamera-Monitor-System für den toten Winkel (Foto: KFV)

360°-SICHTSYSTEME

Bei 360°-Sichtsystemen werden in der Regel vier Kameras an den vier Ecken oder an den Seitenmitten des Fahrzeugs montiert. Ein Computer berechnet darauf aufbauend ein Bild, das dem Fahrer die Vogelperspektive auf das eigene Fahrzeug wiedergibt (siehe Abbildung 35). Diese Systeme lösen grundsätzlich drei Probleme: Sie ermöglichen die Sicht 1) hinter das Fahrzeug, 2) in den Gefahrenbereich beim Rechtsabbiegen und 3) auf alle anderen Bereiche rund um das Fahrzeug.

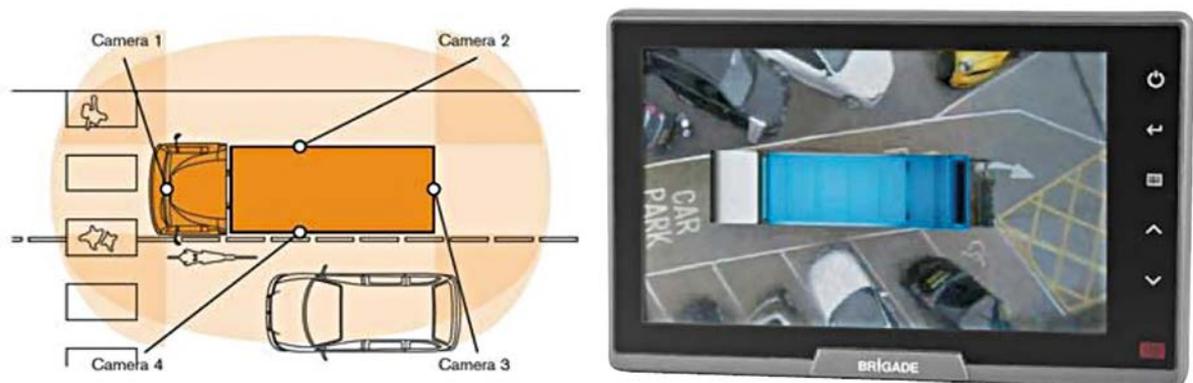


ABBILDUNG 36: 360°-Sichtsysteme: Beispieldarstellung für die Anordnung der Kameras und die Darstellung auf dem Monitor (links, Quelle: Karlsson & Svensson 2016: 71) und Monitor eines 360°-Sichtsystems (rechts, Quelle: Brigade 2019a:

Tabelle 5 gibt einen beispielhaften Überblick über derzeit vorhandene Kamera-Monitor-Systeme unterschiedlicher Hersteller am Markt.

HERSTELLER	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
MAN	<ul style="list-style-type: none"> • MAN BirdView • 360°-Blick durch vier außen am Fahrzeug angebrachte HD-Kameras mit Fischaugenobjektiv • Automatische Aktivierung des Monitors: Kamerabild auf Monitor in der rechten A-Säule oder im System-Monitor im Armaturenbrett, Ansicht an Geschwindigkeit angepasst 	Ab Werk/ Nachrüstung	MAN 2019
	<ul style="list-style-type: none"> • MAN Original Video-Abbiege-System (VAS) • 150°-Kamera hinter dem Beifahrerfenster, Anzeige des toten Winkels beim Abbiegen und Spurwechsel • Automatische Aktivierung des Monitors: Kamerabild auf Monitor in der rechten A-Säule oder im System-Monitor im Armaturenbrett, sobald rechter Blinker eingeschaltet wird oder entsprechender Schalter umgelegt wird 	Ab Werk/ Nachrüstung	MAN 2019
Orlaco	<ul style="list-style-type: none"> • CornerEye® • HD-Kameras mit 270°-Sicht für tote Winkel bei Lkw (deckt den Bereich des Front- und Rampenspiegels ab) • Preis: rund 1.800 EUR 	Nachrüstung	Orlaco 2019a
Brigade	<ul style="list-style-type: none"> • Backeye@360° • Vier Ultrawinkel-Kameras mit einem Blickwinkel von jeweils mehr als 180°, die die gesamte Umgebung einschließlich sämtlicher toter Winkel erfassen • Kabellose Montage möglich 	Nachrüstung	Brigade 2019b
Daimler	<ul style="list-style-type: none"> • Econic Totwinkel-Kamera-System • Vier Kameras an jeder Seite des Fahrzeugs, Darstellung auf einem zentral platzierten 7-Zoll-Monitor • Bilder der Kameras werden nach Relevanz für die Fahr-situation dargestellt 	Ab Werk	Daimler 2020d
Axion	<ul style="list-style-type: none"> • AXION AVS-360° • Vier (bzw. optional drei oder sechs) Weitwinkelkameras bieten eine Rundumsicht über den Lkw, Monitor wählbar in verschiedenen Größen sowie in vertikaler oder horizontaler Ausrichtung 	Nachrüstung	Axion 2020
Motec	<ul style="list-style-type: none"> • Motec Mobile Vicinity Scout (MVS) • Nahtlose 270°- bzw. 360°-Sicht rund ums Fahrzeug aus der Vogelperspektive, einfache und schnelle Kalibrierung und Installation • Erweiterung um Ultraschall- und Radarsensoren möglich 	Ab Werk/ Nachrüstung	Motec 2020

TABELLE 5: Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Kamera-Monitor-Systeme und Daten für deren Einbau in Lkw (Stand: Oktober 2020)

HERSTELLER	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
Dometic	<ul style="list-style-type: none"> • PERFECTVIEW CAM 360 AHD • 360°-Rundumsicht um das Fahrzeug, Umschalten zwischen den einzelnen Kameraansichten per Fernbedienung oder Auslösesignal möglich • Empfohlen wird die Montage durch Techniker • Preis: rund 2.000 EUR 	Nachrüstung	Dometic 2020

TABELLE 5: Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Kamera-Monitor-Systeme und Daten für deren Einbau in Lkw (Stand: Oktober 2020)

Zwar können Kamera-Monitor-Systeme Lkw-Lenker zusätzlich unterstützen, sie stellen jedoch allein aufgrund der Tatsache, dass sie nicht ausfallsicher sind, keine vollständige Alternative zu Spiegeln dar (vgl. KFV 2016: 20). Zudem ist die Wirkung eines solchen Systems davon abhängig, ob der Lkw-Lenker auf den Monitor blickt oder nicht – die periphere Wahrnehmung einer Person würde womöglich auch in einem Monitor nicht getriggert. Dennoch ist ein Einsatz solcher Systeme insbesondere für die Überwachung des Bereichs hinter dem Lkw sinnvoll, da dieser durch Spiegel weder direkt noch indirekt einsehbar ist. Ein Kamera-Monitor-System mit Objektmarkierung kann dem Fahrer helfen, den Auslöse-Grund zu sehen und damit auch die Akzeptanz erhöhen. (vgl. ADAC 2019b)

3.4 FAHRERASSISTENZSYSTEME UND WARNSYSTEME BEI LKW

Fahrerassistenzsysteme sind elektronische Systeme bzw. Zusatzeinrichtungen in Lkw, die die Lkw-Lenker in bestimmten Fahrsituationen unterstützen und entlasten und damit auf eine Verbesserung der Sicherheit und des Komforts abzielen. Sie wirken automatisch oder auf Anforderung auf Gas und Bremse sowie die Lenkung des Fahrzeugs und/oder warnen den Fahrer optisch, akustisch oder haptisch vor oder während kritischer Fahrsituationen (vgl. ADAC 2019a). Im Zusammenhang mit der Vermeidung der Gefahren durch den toten Winkel bei Abbiegevorgängen sind sogenannte Abbiegeassistenten besonders relevant. Aber auch andere Fahrerassistenzsysteme für Lkw, wie beispielsweise Lkw-Rückfahrassistenten oder der Notbremsassistent, können in diesem Zusammenhang sinnvoll sein.

Die meisten Fahrerassistenzsysteme sind tief in die Motor-, Brems- und Fahrwerksteuerung integriert und können daher nur ab Werk bestellt werden bzw. werden nur in neuen Lkw verbaut (vgl. ADAC 2019a). Für einige Systeme, wie beispielsweise den Lkw-Abbiegeassistenten, gibt es jedoch auch Nachrüstlösungen. Technisch gesehen ist die Nachrüstung von Abbiegeassistenzsystemen (Warnsystemen) ohne große Schwierigkeiten machbar, während eine Nachrüstung mit automatisch bremsenden Notbremsassistenzsystemen technische und rechtliche Probleme (Typisierung) mit sich bringt.

Die neue Typgenehmigungsverordnung der EU (Verordnung (EU) 2019/2144) enthält neben Vorgaben zum Aufbau der Fahrerkabine auch eine Reihe von Vorgaben bzw. Anforderungen hinsichtlich Fahrerassistenzsystemen. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Fahrerassistenzsysteme bzw. die Fristen für deren Vorhandensein in Lkw, Bussen, Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t.

SYSTEM	VORAUSSICHTLICHES DATUM
Abbiegeassistenzsystem (Totwinkel-Assistent)	Verpflichtend ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Lkw >3,5 t und Bussen mit mehr als 8 Sitzplätzen außer dem Fahrersitz
Kollisionswarnsystem für Fußgänger und Radfahrer	Verpflichtend ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Lkw >3,5 t und Bussen mit mehr als 8 Sitzplätzen außer dem Fahrersitz
Hochentwickeltes Notbremsassistenzsystem gemäß UNECE-Regelung Nr. 131	Verpflichtend ab 06.07.2022 in neu zugelassenen Lkw >3,5 t und Bussen mit mehr als 8 Sitzplätzen außer dem Fahrersitz
Hochentwickeltes Notbremsassistenzsystem (mit Hinderniserkennung und Erkennung von fahrenden Fahrzeugen)	Verpflichtend ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (bis 3,5 t)
Hochentwickeltes Notbremsassistenzsystem (mit Fußgänger-Radfahrerererkennung)	Verpflichtend ab 07.07.2024 in neu typisierten und ab 07.07.2026 in neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t
Rückfahrassistent / Erkennung von Personen und Objekten beim Rückwärtsfahren und Information des Fahrers	Verpflichtend ab 06.07.2022 in neu typisierten und ab 07.07.2024 in neu zugelassenen Lkw, Bussen, Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t

TABELLE 6: Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Fahrerassistenzsysteme und Fristen für deren Vorhandensein nach der Verordnung (EU) 2019/2144.

In der Verordnung wird jedoch nur eine Ausstattungsverpflichtung für Neuwagen festgelegt, keine Nachrüstspflicht.

3.4.1. ABBIEGEASSISTENZSYSTEME

Abbiegeassistenzsysteme sind technische Systeme, die die Lenker eines Kraftfahrzeugs auf andere in der Nähe befindliche Verkehrsteilnehmer hinweisen (z.B. durch einen Warnton oder eine Warnleuchte), die sich a) rechts vom Kraftfahrzeug befinden und die b) bei einem beginnenden Abbiegevorgang gefährdet werden würden. Die neue UNECE-Regelung Nr. 151 „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Totwinkel-Assistenten zur Erkennung von Fahrrädern“ enthält die Typgenehmigungsvorschriften für solche Systeme im Hinblick auf Fahrräder. Die Regelung bezeichnet die Abbiegeassistenten als „Totwinkel-Assistenten“ und definiert sie als Systeme, die den Fahrzeugführer auf die Gefahr eines Zusammenstoßes mit einem Fahrrad auf der Beifahrerseite hinweisen.

Solche Systeme benutzen Sensoren, um festzustellen, ob sich im Gefahrenbereich eine Person befindet. Das kann durch Radar, Ultraschall oder andere Echolot-vergleichbare Systeme erfolgen oder auch durch automatische Bildverarbeitung. Häufig werden Sensoren auch mit Kamera-Monitor-Systemen kombiniert. In Deutschland beispielsweise werden im Rahmen des Förderprogramms „Aktion Abbiegeassistent“, mit dem die Verbreitung von Abbiegeassistenten in Lkw erhöht werden soll, folgende Bauarten von Systemen unterschieden und unterstützt:

- 1) Ultraschall-Systeme mit Kamera-Monitor-Systemen,
- 2) Radarsysteme ohne Kamera-Monitor-Systeme und
- 3) Sensoroptische Systeme („Intelligente“ Kameras) ohne Kamera-Monitor-Systeme (vgl. ADAC 2019b).

Die Position der möglichen Ziele muss auf Basis vorhandener Informationen über einen bestimmten Zeitraum vorhergesagt und dann mit dem ebenso vorhergesagten Verhalten des Lkw-Fahrers und dem daraus erfolgenden Gefahrenbereich verglichen werden. Kommt es zu einer positiven Identifikation, erfolgt eine Warnung an den Fahrer. Diese erfolgt oft visuell durch Leuchten in den Rückspiegeln oder an der A-Säule, kann aber auch akustisch erfolgen. Die UNECE-Regelung Nr. 151 schreibt für Totwinkel-Assistenten ein optisches Informationssignal sowie ein optisches, akustisches und/oder haptisches Warnsignal vor. Ersteres wird ausgelöst bei Fahrrädern in der Nähe, die durch ein mögliches Abbiegemanöver in Gefahr gebracht werden könnten, Zweiteres wird ausgelöst, wenn das System einen möglichen Zusammenstoß erkennt.

Lkw-Abbiegeassistenzsysteme werden sowohl ab Werk, in neuen Lkw, als auch als Nachrüstsysteme angeboten. Tabelle 7 gibt einen beispielhaften Überblick über derzeit verfügbare Lkw-Abbiegeassistenzsysteme verschiedener Hersteller, die ab Werk oder als Nachrüstsysteme angeboten werden.

Die Schwächen von Abbiegeassistenzsystemen liegen allerdings in der zuverlässigen Erkennung der Gefahr und der zuverlässigen Kommunikation mit dem Fahrer, wobei Ersteres die Voraussetzung für Zweiteres ist. Die Warnungen dieser Systeme müssen zuverlässig sein, weil zu häufige Fehlalarme bei den Fahrern zur Abstumpfung führen oder sogar dazu, dass das System durch den Fahrer ausgeschaltet wird. Ein echter Alarm muss ein so wichtiges Ereignis darstellen, dass der Fahrer unmittelbar und reflexartig (richtig) reagiert.

HERSTELLER	ABBIEGE-ASSISTENZ-SYSTEM	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
Daimler	Abbiegeassistent	<ul style="list-style-type: none"> • Zunächst optische Information des Fahrers, falls sich ein bewegliches Objekt in der rechten seitlichen Überwachungszone befindet: Aufleuchten einer LED in Dreiecksform in Gelb in der A-Säule auf der Beifahrerseite in Blickhöhe des Fahrers • Bei Kollisionsgefahr: mehrfaches rotes Blinken der LED und nach zwei Sekunden permanentes Leuchten, zusätzlich Warn-ton über Lautsprecher in Radioanlage • Active Brake Assist: leitet bei Gefahr einer Kollision eine Teilbremsung ein, sodass der Fahrer eine Vollbremsung oder ein Lenkmanöver einleiten und die Kollision so verhindern kann • Verfügbar für die Modelle Actros (Fernverkehr), Arocs-Baufahrzeuge, Eonic und Busse • Mit Personenerkennung • Seit 2016 verfügbar • Aufpreis: etwa 2.500 EUR 	Ab Werk	Daimler 2020a, Barth 2019
Daimler	Active Side-guard Assist (ASGA)	<ul style="list-style-type: none"> • Warnung des Fahrers vor auf der Beifahrerseite befindlichen und sich bewegenden Radfahrern oder Fußgängern • Bei Nicht-Reagieren des Fahrers auf die Warntöne Einleitung einer automatisierten Bremsung bis zum Stillstand (bis zu einer eigenen Abbiegegeschwindigkeit von 20 km/h) • Ab Juni 2021 für Actros- und Arocs-Modelle verfügbar 	Ab Werk	Daimler 2020c
Continental	Rechtsabbiegeassistent	<ul style="list-style-type: none"> • RightViu® • Radarbasiertes System, das die Position von Verkehrsteilnehmern ermittelt und die Zeit bis zu einer möglichen Kollision berechnet • Warnung der Fahrer, wenn sich im toten Winkel ein Fußgänger oder Radfahrer aufhält • Weiterentwicklung des Systems durch Kombination mit Kameras sowie Verfahren der Gestenerkennung 	Nachrüstung	Continental 2020

TABELLE 7: Überblick über derzeit am Markt befindliche Lkw-Abbiegeassistsysteme (Stand: Oktober 2020)

HERSTELLER	ABBIEGE-ASSISTENZ-SYSTEM	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
MAN	Video-Abbiege-System mit Ultraschall-erweiterung	<ul style="list-style-type: none"> • Kamera-Monitor-System kombiniert mit Ultraschallüberwachung • Sensoren messen Abstand zu Fußgängern oder Radfahrern im Bereich vor und seitlich neben dem Fahrerhaus und melden das jeweilige Gefahrenpotenzial dem Fahrer aktiv über eine optische und akustische Warnkaskade: Sicherheitsabstand: 2x grünes Blinken der LED und Piepsen, Mittlerer Abstand: 3x oranges Blinken der LED und Piepsen, Gefährlich nah: 5x rotes Blinken der LED und Dauerton 	Ab Werk/ Nachrüstung	MAN 2019
Wüllhorst Fahrzeugbau / Edeka	Abbiege-assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Abbiegeassistent WUE AAS-4.0 • Kamera- und sensorbasierte Assistenten (Kombination aus vier Ultraschallsensoren und einem Kamera-Monitor-System), die statische und dynamische Objekte im toten Winkel erkennen • System warnt Fahrer akustisch und mit einem aufleuchtenden Lämpchen vor der Gefahr • Preis: rund 1.500 EUR 	Nachrüstung	Wüllhorst Fahrzeugbau 2020, ADAC 2019b, ÖAMTC 2019a
LUIS Technology	Turn Detect	<ul style="list-style-type: none"> • Kamera mit softwarebasierter Erkennung, Steuerbox und Monitor • Fahrer erhält optische und akustische Warnung bei erkannten Objekten im toten Winkel • Über zusätzlichen Steuerungsausgang können externe Alarme (z.B. eine LED-Warnleuchte, Blinkanlage oder Hupe) aktiviert werden • Preis: rund 2.000 EUR 	Nachrüstung	LUIS Technology 2020, ADAC 2019b, ÖAMTC 2019a
MEKRA tronics	AAS	<ul style="list-style-type: none"> • System bestehend aus Radarsensor in Kombination mit einem Kamera-Monitor-System • Unterscheidung statischer und dynamischer Objekte • Akustisches Warnsignal kombiniert mit der Ansicht am Monitor • Preis: rund 1.700 EUR 	Nachrüstung	MEKRA 2020, ADAC 2019b, ÖAMTC 2019a

TABELLE 7: Überblick über derzeit am Markt befindliche Lkw-Abbiegeassistenzsysteme (Stand: Oktober 2020)

HERSTELLER	ABBIEGE-ASSISTENZ-SYSTEM	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
Mobileye	Shield+	<ul style="list-style-type: none"> • System bestehend aus Kamera, die softwarebasierte Erkennung ermöglicht, sowie einem Anzeigeelement im Führerhaus • Zwei bis acht Vision-Sensoren überwachen kontinuierlich die Straße vor dem Fahrzeug und die toten Winkel auf beiden Seiten des Fahrzeugs sowie an der A-Säule und dem linken Außenspiegel • Wird ein Fußgänger oder Radfahrer in der Gefahrenzone erkannt, wird der Fahrer mit einem optischen Signal gewarnt; wird ein potenzieller Zusammenstoß berechnet, wird der Fahrer zusätzlich bis zwei Sekunden vor der Kollision mit einem roten Warnsignal sowie einem akustischen Signal gewarnt • Preis: etwa 2.500 EUR 	Nachrüstung	Mobileye 2019, ADAC 2019b, ÖAMTC 2019a
Orlaco	RadarEye	<ul style="list-style-type: none"> • Kamera mit Monitor und Radarsysteme kombiniert mit einem aktiven Signalisierungssystem • System gibt dem Fahrer über ein akustisches Signal und einen transparenten Darstellungsbereich auf dem Monitor aktive Warnmeldungen, wenn es Objekte im verdeckten Sichtbereich erkennt • System warnt vor allen erkannten statischen oder sich bewegenden Objekten im verdeckten Bereich, gibt aber keine Auskunft, um was für ein Objekt (z.B. Fußgänger oder Hydrant) es sich handelt • Radarsystem wird vom Hersteller nicht vermarktet • Preis: etwa 2.000 EUR 	Nachrüstung	ADAC 2019b, Orlaco 2019b
	SideEye™	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination aus Radar- und akustischen Signalen und Kamerabildern • Warnung durch optische und akustische Signale • Anzeige am Monitor durch zwei verschiedene Overlays verfügbar (rote Bereichsmarkierungen oder Warnsymbol) 	Nachrüstung	Orlaco 2020

TABELLE 7: Überblick über derzeit am Markt befindliche Lkw-Abbiegeassistenzsysteme (Stand: Oktober 2020)

HERSTELLER	ABBIEGE-ASSISTENZ-SYSTEM	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
Brigade	Abbiegeassistent – Turn-Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Abbiegeassistent mit Kamera und Ultraschallsensoren sowie Monitor • Akustischer und/oder optischer Warnhinweis im Fahrerhaus gibt dem Fahrer Auskunft über den Abstand zu Radfahrern und Fußgängern • Als Sonderausstattung kann ein externer Sprachalarm hinzugefügt werden, der Radfahrer und Fußgänger vor dem abbiegenden Fahrzeug warnt • Hersteller nimmt nicht für sich in Anspruch, dass das System ortsfeste Hindernisse von Personen unterscheidet, die Gefahr muss über den Monitor beurteilt werden 	Nachrüstung	Brigade 2020
EYYES	CarEye® Safety Angle	<ul style="list-style-type: none"> • Ein optischer und akustischer Signalgeber zeigt den Status und meldet tatsächliche Gefahren • Aktivierung bei Geradeausfahrt, wenn der rechte Blinker aktiviert wird; bei Kurvenfahrt mit aktiviertem rechtem Blinker oder ohne aktivierten Blinker 	Ab Werk/ Nachrüstung	EYYES 2020

TABELLE 7: Überblick über derzeit am Markt befindliche Lkw-Abbiegeassistenzsysteme (Stand: Oktober 2020)

TEST NACHRÜSTBARER LKW-ABBIEGEASSISTENZSYSTEME DURCH DEN ÖAMTC

Einige der am Markt befindlichen nachrüstbaren Lkw-Abbiegeassistenzsysteme wurden vom ÖAMTC getestet. Im Detail wurden im Test folgende Abbiegeassistenzsysteme geprüft (vgl. ÖAMTC 2019a):

- AAS von MEKRA Lang
- Shield+ von Mobileye
- Turn Detect von LUIS Technology
- Abbiegeassistent von Wüllhorst Fahrzeugbau / Edeka

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Testergebnisse der Lkw-Abbiegeassistenzsysteme im Vergleich. Testsieger war das Abbiegeassistenzsystem AAS von MEKRA Lang (vgl. ÖAMTC 2019a; Blümel 2019: 12).

Hersteller	System	Technologie	Statisch		Dynamisch		Reales Verkehrsgeschehen ¹⁾
			Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2	Rate Fehlauflösungen
MEKRA Lang	AAS	▸ Radar ▸ KMS*	✓	✓	✓	~	0%
Mobileye	Shield+	▸ Kamera ▸ Anzeigeelement	✓	~	✓	~	6%
LUIS	Turn Detect	▸ Kamera ▸ Monitor	✓	✓	✓	✗	22%
Wüllhorst/EDEKA	-	▸ Ultraschall ▸ KMS*	✓	✗	✓	~	59%

¹⁾ Auf einer ca. 38 km langen Fahrstrecke wurden u.a. fünf verschiedene Kreuzungssituationen mit unterschiedlicher Häufigkeit durchfahren. Dabei wurde die Rate der Fehlauflösungen der Abbiegeassistenten durch Verkehrszeichen und Ampeln erhoben. ✓ = bestanden, ~ = teilweise bestanden, ✗ = nicht bestanden

*Kamera-Monitor-System

TABELLE 8: Testergebnisse der Lkw-Abbiegeassistenten im Vergleich (Quelle: ÖAMTC 2019a)

TEST VON LKW-ABBIEGEASSISTENZSYSTEMEN IM ECHTBETRIEB DURCH DIE STADT WIEN

Seit Mitte 2019 testet die Stadt Wien auf zehn Fahrzeugen der Abfallentsorgung (MA 48) neun verschiedene Abbiegeassistentensysteme im Echtbetrieb, wobei zuerst Versuchsfahrten auf einem abgesperrten Gelände durchgeführt wurden. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass zwei Systeme am ehesten den Anforderungen entsprechen: Ein System mit einer Bilderkennungssoftware und ein System mit Radar-Technologie. Beide Produkte eignen sich in ihrer derzeitigen Ausführung jedoch noch nicht für den kommunalen Einsatz (vgl. Stadt Wien 2019).

TEST VON LKW-ABBIEGEASSISTENZSYSTEMEN DURCH DAS ROTE KREUZ

Um praktische Erfahrung mit unterschiedlichen Systemen zu sammeln, wurden beim österreichischen Roten Kreuz acht schwere Lkw mit Abbiege-Assistenzsystemen ausgerüstet. Sechs Autos mit Haken-Abrollcontainer-Aufbau erhielten Systeme von Mekra-Lang, zwei Planen-Lkw wurden mit Mobileye ausgerüstet. Das Spezifikum an den Lkw des Roten Kreuzes war die Qualifikation der Lenker und deren Fahrleistung, handelte es sich doch überwiegend um Volontäre, die nur fallweise Lkw fahren. Diese wurden vor und nach der Nutzung der Abbiege-Assistenzsysteme durch das KFV befragt. Überwiegend waren die Rückmeldungen positiv. Klar zeigte sich die Notwendigkeit einer Einschulung, um zu verhindern, dass die unvermeidbaren Warnungen als (nervende) Systemfehler missinterpretiert werden (vgl. Braun & Winkelbauer 2021).

FÖRDERUNG DES EINBAUS VON ABBIEGEASSISTENZSYSTEMEN IN ÖSTERREICH UND DEUTSCHLAND

Unternehmen oder Halter von Kfz der Klassen N2 und N3 können seit 2. September 2019 beim BMK eine Förderung für die Kosten von Anschaffung und Einbau von Rechtsabbiegeassistenzsystemen in Bestandsfahrzeugen und Neufahrzeugen in Höhe von höchstens 25% bzw. bis zu 900 Euro pro neu installiertem System beantragen. Der Call schließt am 31. Dezember 2024 oder wenn die zur Verfügung stehenden Mittel (insgesamt 1 Million Euro) aufgebraucht sind (vgl. SCHIG 2020). Innerhalb eines Jahres (Stand 15.09.2020) wurde die Förderung für insgesamt 829 Fahrzeuge beantragt und bereits rund die Hälfte der Mittel gebunden.⁵⁸

Die Förderung verfolgt „das Ziel, durch eine freiwillige Ausrüstung neuer Kraftfahrzeuge sowie die freiwillige Nachrüstung von Rechts-Abbiegeassistenzsystemen in Bestandsfahrzeugen bereits ab 2019 die allgemeine Verkehrssicherheit deutlich zu erhöhen.“ (SCHIG 2020b: 3) Für die Anerkennung dieser Förderung muss das System entweder über eine vom deutschen Kraftfahrt-Bundesamt erteilte Allgemeine Betriebserlaubnis oder eine Genehmigung nach der UNECE-Regelung Nr. 151 verfügen, oder es muss das Gutachten eines akkreditierten technischen Dienstes vorgelegt werden, dass das System den technischen Anforderungen im Anhang der Förderrichtlinie oder den Bestimmungen nach der UNECE-Regelung Nr. 151 entspricht (vgl. SCHIG 2020: 5f.).

In Deutschland kann seit 21. Jänner 2019 ein Antrag auf Förderung der Kosten für Nachrüstung oder Neueinbau von Abbiegeassistenten gestellt werden. Gefördert werden max. 80 % der Kosten bzw. 1.500 Euro je eingebautem System (vgl. BMVI 2018). Die deutsche Förderung basiert auf einem Fördervolumen von 5 Mio. Euro und wird voraussichtlich für fünf Jahre gelten. Die in Tabelle 9 angeführten Abbiegeassistenzsysteme verfügen über eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) des deutschen Kraftfahrtbundesamts. (vgl. KBA 2020).

ABE NR.	GENEHMI- GUNGSDATUM	TYPBEZEICHNUNG	GENEHMIGUNGSINHABER
91801	19.03.2019	LUIS TURN DETECT	LUIS Technology GmbH
91802	22.03.2019	AAS-Wue	Wüllhorst GmbH & Co. KG
91806	02.04.2019	TurnCAM	Rosho Gesellschaft mit beschränkter Haftung Rose & Holiet
91816	04.06.2019	ICA Turn-AssistAAS Set	AXION AG
91808	13.06.2019	Abbiegeassistent-System 1312	MEKRA Lang GmbH & Co. KG
91812	25.06.2019	PreView Side Defender II	PRECO Electronics GmbH
91824	12.11.2019	Truck!Warn Abbiegeassistent	H3M Zukunft mit Sicherheit GmbH

TABELLE 9: Abbiegeassistenzsysteme, die über eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) des deutschen Kraftfahrt-Bundesamts für die Aus- und Nachrüstung an Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen verfügen (Stand: 5. Oktober 2020) (Quelle: KBA 2020)

58 Auskunft Dr. Oliver Hietler/Schieneinfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH vom 15.09.2020

ABE NR.	GENEHMI- GUNGSDATUM	TYPBEZEICHNUNG	GENEHMIGUNGSINHABER
91843	09.12.2019	BSC01	Dometic Germany GmbH
91844	25.02.2020	S+TA	Mobileye Germany GmbH
91838	01.04.2020	ProFleet Assist+ABE	Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH
91866	01.04.2020	Abbiegeassistenzsystem F&B01	F&B Nutzfahrzeug-Technik GmbH
91877	16.04.2020	TASET001	AVI Systems GmbH
91873	22.04.2020	Truck!Warn Abbiegeassistent FLEX	H3M Zukunft mit Sicherheit GmbH
91842	23.04.2020	RightViu	Continental Aftermarket & Services GmbH
91857	06.07.2020	ViSy-ABAS 2.0	ViSy GmbH

TABELLE 9: Abbiegeassistenzsysteme, die über eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) des deutschen Kraftfahrt-Bundesamts für die Aus- und Nachrüstung an Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen verfügen (Stand: 5. Oktober 2020) (Quelle: KBA 2020)



ABBILDUNG 37: Logo „Aktion Abbiegeassistent“ des deutschen Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (Quelle: BMVI 2019)

Darüber hinaus gibt es in Deutschland seit 2018 die „Aktion Abbiegeassistent“, um Anreize für die freiwillige Selbstverpflichtung zur Ausstattung mit Abbiegeassistenten zu schaffen. Dabei werden Sicherheitspartnerschaften mit Unternehmen, Kommunen und Organisationen eingegangen, die sich freiwillig zur Nachrüstung bzw. Neuausstattung mit Abbiegeassistenten verpflichten. Die Liste der Sicherheitspartner wird auf der Website des BMVI veröffentlicht (vgl. BMVI 2019).

3.4.2 NOTBREMSASSISTENZSYSTEM

Beim Notbremsassistentensystem handelt es sich um ein System, das einen möglichen Zusammenstoß selbstständig erkennt und das Abbremsen des Fahrzeugs veranlassen kann, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu senken und auf diese Weise einen Zusammenstoß zu verhindern oder abzumildern (ADAC 2019c: 2).

Generell lassen sich gemäß der neuen Typgenehmigungsverordnung (EU) 2019/2144) zwei Arten von Notbremsassistentensystemen unterscheiden:

1) Notbremsassistentensysteme mit Hinderniserkennung und Erkennung von fahrenden Fahrzeugen

Bei solchen Notbremsassistentensystemen ist die selbstständige Erkennung eines möglichen Zusammenstoßes sowie das Abbremsen des Fahrzeugs und eine Verhinderung bzw. Abmilderung eines Zusammenstoßes nur für fahrende Fahrzeuge und stehende Hindernisse vor dem Fahrzeug möglich (ADAC 2019c: 2). Wie bereits oben beschrieben, werden solche Notbremsassistentensysteme im Rahmen der neuen Typgenehmigungsverordnung grundsätzlich zur Pflicht für Lkw, Busse, Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t.

2) Notbremsassistentensysteme mit (zusätzlicher) Fußgänger- und Radfahrererkennung

Bei solchen fortschrittlichen Notbremsassistentensystemen ist die selbstständige Erkennung eines möglichen Zusammenstoßes sowie das Abbremsen des Fahrzeugs und eine Verhinderung bzw. Abmilderung eines Zusammenstoßes (auch) für Fußgänger und Radfahrer bzw. Fahrer von zweirädrigen Kraftfahrzeugen möglich (ADAC 2019c: 2). Solche Systeme werden im Rahmen der neuen Typgenehmigungsverordnung nicht verpflichtend für Lkw und Busse. Für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge hingegen ist die Einführung ab 2024 (Typgenehmigung) bzw. 2026 (Zulassung) vorgesehen.

Notbremsassistentensysteme sind die logische Fortsetzung eines Warnsystems. Beim Erkennen einer Gefahr wird der Lenker zunächst gewarnt, beim Ausbleiben einer Reaktion wird das Fahrzeug automatisch eingebremst. Die Bremsungen erfolgen meist abgestuft: Zunächst eine Zeitlang eine leichtere Bremsung, wenn der Fahrer darauf nicht reagiert, wird voll gebremst. Die Bremsung wird dabei genau auf den Standort bzw. die Entfernung zum Hindernis angelegt: Ein automatisch gebremster Lkw bleibt wenige Zentimeter vor dem Hindernis stehen. Wegen des massiven Einschnitts in das Verkehrsgeschehen ist es bei diesen Systemen jedoch besonders wichtig, dass die Erkennung im allerhöchsten Maß zuverlässig ist, d.h. Gefahrensituationen immer erkannt werden, und Nicht-Gefahrensituationen niemals zu Auslösungen führen. Eine Nachrüstung ist bei solchen Systemen schwierig.

Während Lkw-Notbremsassistentensysteme mit Hinderniserkennung und Erkennung von fahrenden Fahrzeugen bei allen großen Herstellern (z.B. Daimler, MAN, Volvo) erhältlich sind (vgl. ADAC 2017), gibt es ein Lkw-Notbremsassistentensystem mit (zusätzlicher) Fußgängererkennung mit dem „Active Brake Assist 4 bzw. 5“ bisher nur von Daimler (Tabelle 10).

HERSTELLER	NOT-BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM	KURZBESCHREIBUNG	AB WERK / NACHRÜSTUNG	QUELLE
Daimler	Active Brake Assist 4	<ul style="list-style-type: none"> • System warnt Fahrer vor Kollision und leitet gleichzeitig automatisch eine Teilbremsung ein • nur Fußgängererkennung • Fahrer hat Möglichkeit, durch Vollbremsung oder Lenkmanöver die Kollision zu vermeiden • Preis: etwa 5.000 EUR 	Ab Werk	Daimler 2019a
Daimler	Active Brake Assist 5	<ul style="list-style-type: none"> • System leitet automatisch eine Vollbremsung vor stationären und beweglichen Objekten ein • bis 50 km/h Teil- oder Vollbremsung vor sich bewegenden Fußgängern 	Ab Werk	Daimler 2020b

TABELLE 10: Beispielhafter Überblick über derzeit verfügbare Lkw-Notbremsassistenzsysteme mit Fußgänger- und Radfahrererkennung (Stand: Oktober 2020)

3.4.3 RÜCKFAHRASSISTENT / ERKENNUNG BEIM RÜCKWÄRTSFAHREN

Der Rückfahrassistent stellt ein System zur Information des Fahrers über hinter dem Fahrzeug befindliche Personen und Objekte dar, dessen Hauptziel die Vermeidung von Zusammenstößen bei der Rückwärtsfahrt ist (vgl. ADAC 2019c: 2). Hierbei wird dem Lkw-Fahrer mittels Kameras die Situation hinter dem Lkw aufgezeigt und auch der Abstand zum Hindernis übermittelt. Bei Annäherung an das Hindernis ertönt ein schneller werdender Piepton. Einen solchen Assistenten gibt es beispielsweise von Daimler (vgl. Daimler 2019a).

Nicht zu verwechseln ist der Rückfahrassistent jedoch mit dem Lkw-Rückfahrwarner, mit dem Lkw über 3,5 t und Omnibusse über 5 t nach § 18 Abs. 8 KDV seit dem Jahr 2000 ausgerüstet sein müssen. Diese stoßen in den Außenraum hinter dem Fahrzeug einen deutlich wahrnehmbaren intermittierenden Alarmton aus, wenn die Rückfahrvorrichtung eingeschaltet ist. Bei Rückfahrwarnern ist jedoch problematisch, dass diese beim Lkw-Fahrer ein Gefühl des Bemerktwerdens erzeugen, das aber nicht immer besteht, da das Piepsen beispielsweise für Kinder nicht verständlich ist oder der Ton von älteren oder gehörbeeinträchtigten Menschen kaum gehört wird.

3.4.4. KOLLISIONSWARNSYSTEM FÜR FUSSGÄNGER UND RADFAHRER – ASSISTENZSYSTEME ZUR ÜBERWACHUNG DES FRONTBEREICHS BEIM ANFAHREN

Da aus Unfallanalysen hervorgeht, dass sich insbesondere Lkw-Unfälle mit Fußgängern überwiegend beim Anfahren des Lkw aus dem Stand ereignen, sind Systeme, die – obwohl dieser Bereich über den Frontspiegel abgedeckt ist – die Lenker vor Personen warnen, die sich vor dem Fahrzeug befinden, und das Sich-in-Bewegung-Setzen des Fahrzeugs verhindern, ein wichtiger Beitrag zur Unfallprävention (vgl. Malczyk 2019: 15).

Das derzeit am weitesten fortgeschrittene Lkw-Assistenzsystem in diesem Bereich ist der Active Brake Assist 5 von Daimler. Dieses System kann in bestimmten Situationen bis zu einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 50 km/h eine Teil- oder Vollbremsung vor sich bewegenden und stehenbleibenden Fußgängern durchführen und ist seit Anfang 2020 serienmäßig in Actros- und Arocs-Modellen verbaut (vgl. Daimler 2020b). Dieses Assistenzsystem und andere derzeit verfügbare Lkw-Notbremsassistenzsysteme bremsen allerdings nur während der Fahrt automatisch ab, wenn Fußgänger auftauchen. Ein System, das dafür sorgt, dass der Lkw erst gar nicht losfährt, also den Anfahrtsvorgang eines stehenden Lkw verhindert, wenn sich ein Fußgänger oder Radfahrer im kritischen Bereich vor dem Lkw (Frontbereich) befindet, gibt es derzeit noch bei keinem Hersteller (Malczyk 2019: 15; UDV 2019). Bei Redaktionsschluss dieses Berichts waren – gemäß einer kurzen Umfrage bei verschiedenen Lkw-Herstellern – keine derartigen Systeme erhältlich. Die EU-Typgenehmigungsverordnung schreibt Kollisionssysteme für den Bereich vor dem Fahrzeug allerdings ab 2022 (für neu typisierte Fahrzeuge) bzw. 2024 (für neu zugelassene Fahrzeuge) vor.

4 INFRASTRUKTURGESTALTUNG

Auch im Bereich Infrastrukturgestaltung können Maßnahmen hinsichtlich der Prävention von Toter-Winkel-Unfällen gesetzt werden. In der Literatur und den Richtlinien und Vorschriften für den Straßenverkehr (RVS), insbesondere den Richtlinien und Vorschriften für den Fußgänger- und Radverkehr (RVS 03.02.12 bzw. RVS 03.02.13) werden verschiedene mögliche Infrastrukturmaßnahmen im Zusammenhang mit der Problematik des toten Winkels, wie beispielsweise doppelte Haltelinien und vorgezogene Grünphasen für Radfahrer oder Fahrbahnanhebungen für den Kfz-Verkehr, erläutert. Diese Maßnahmen spielen jedoch meist nicht nur im Hinblick auf Toter-Winkel-Unfälle eine Rolle, sondern haben auch viele andere positive Auswirkungen auf die Sicherheit ungeschützter Verkehrsteilnehmer – z.B. kommen bessere Sichtweiten schwächeren Verkehrsteilnehmern auch in anderen Situationen zugute. Die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen wurde im Zuge der Recherchen mit ausgewählten Unfallsachverständigen diskutiert und deren Einschätzung in die Bewertung aufgenommen. Neben rein infrastrukturellen Maßnahmen wird auch auf Maßnahmen aus dem Bereich der Verkehrsorganisation, wie Abbiege- und Fahrverbote, eingegangen.

4.1 DOPPELTE HALTELINIEN / VORGEZOGENE AUFSTELLFLÄCHE

Doppelte Haltelinien bzw. vorgezogene Aufstellflächen sind als Maßnahme explizit in § 9 Abs 4a StVO geregelt und werden auch in der RVS 03.02.13 beschrieben (vgl. RVS 03.02.13 2004: 42): Sind an einer Kreuzung auf der Fahrbahn zwei parallele Haltelinien angebracht, so darf in dem in § 12 Abs. 5 geregelten Fall (Vorschlängeln) mit einspurigen Fahrzeugen bis zu der dem Kreuzungsmittelpunkt näher liegenden Haltelinie herangefahren werden. Diese Maßnahme sieht also die Einrichtung eines vorgezogenen Wartebereichs für Radfahrer vor der Haltelinie des motorisierten Verkehrs vor, sodass sich Radfahrer gut sichtbar vor dem motorisierten Verkehr aufstellen können. Unter anderem wird die Maßnahme auch als sogenannte Fahrradbox (Bike Box) bezeichnet (vgl. RVS 03.02.13 2004: 42). Durch die vorgezogene Aufstellfläche erhalten Radfahrer einen Vorsprung, wenn die Ampel auf Grün schaltet. Zum Heranführen der Radfahrenden an den vorgezogenen Haltebereich wird ein Radfahr- oder Mehrzweckstreifen empfohlen (vgl. Presto 2012: 3; Trafikverket 2011: 8; SVOW 2015: 4). Bei der Maßnahme sind unterschiedliche Ausgestaltungen möglich (siehe Abbildung 38 und Abbildung 39):

- 1) ein vorgezogener Wartebereich über den gesamten Fahrstreifen („Bike Box“),
- 2) ein vorgezogener Wartebereich nur in der Breite des Radfahrstreifens/Mehrzweckstreifens



ABBILDUNG 38: Beispiele für eine vorgezogene Haltelinie mit Aufweitung der Aufstellzone („Bike Box“), ohne und mit Einfärbung: Wien (links; Foto: KfV) und Hannover (rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 33)



ABBILDUNG 39: Beispiele für eine vorgezogene Haltelinie, ohne und mit Einfärbung: Wien (links; Foto: KfV) und Mannheim (rechts; Quelle: Schmidt 2017)

Eine Aufweitung des vorgezogenen Wartebereichs über die gesamte Fahrstreifenbreite sollte dabei eher in der untergeordneten Relation vorgenommen werden, ist aber auch bei einer hohen Radverkehrsdichte sinnvoll und kann Kapazitätsgewinne für Kfz bringen, da bei vielen Radfahrern sonst das Rechtsabbiegen für Kfz nur schwer möglich ist. Die vorgezogenen Wartebereiche können unabhängig von ihrer Breite zudem noch extra farblich hervorgehoben werden. Die Kosten für die Demarkierung und Neumarkierung liegen bei der vorgezogenen Haltelinie bei ca. 1.000 Euro; bei der vorgezogenen aufgeweiteten Aufstellfläche liegen die Kosten für die Markierung und gegebenenfalls für eine Anpassung des Signalprogramms aufgrund des weiteren Räumweges für Kfz bei ca. 5.000 bis 15.000 Euro (vgl. Horn et al. 2015: 16f.).

Angenendt et al. (2006) beschreiben für ihre durchgeführten Verhaltensbeobachtungen an Kreuzungen mit aufgeweiteten Radaufstellstreifen nur wenige Konfliktsituationen sowie eine bessere Akzeptanz von Kfz in Städten mit hohem Radverkehrsanteil bzw. bei regelmäßiger Präsenz von Radfahrenden (vgl. Angenendt et al. 2006: 43). In einer im Auftrag des KfV durchgeführten Studie zu vorgezogenen Haltelinien bzw. Bike Boxes zeigte sich zudem, dass diese Infrastrukturmaßnahmen von Radfahrern sehr gut angenommen werden und die Mehrheit der Radfahrer bei roten Ampeln im Haltebereich vor den Fahrzeugen hält (vgl. KfV

2017a: 9f). In anderen Studien zu aufgeweiteten Radaufstellstreifen bzw. Bike Boxes wird ebenso meist eine Reduktion von Konflikten zwischen Radfahrern und Kfz betont (vgl. Dill et al. 2012; Loskorn et al. 2013); vereinzelt zeigen Studien jedoch auch nur geringe Wirkungen (vgl. Hunter 2000a; Hunter 2000b) oder wie im Fall von Burchfield (2012) auch eine Zunahme von Unfällen (vgl. DiGioia et al. 2017: 110). Außerdem muss hinsichtlich dieser Maßnahme betont werden, dass deren Wirksamkeit nur für bei Rot eintreffende Radfahrer gegeben ist (vgl. Horn et al. 2015: 33).

Aus Sicht der befragten Unfallsachverständigen muss bei der Ausgestaltung der vorgezogenen Aufstellfläche zudem darauf geachtet werden, dass die Aufstellfläche ausreichend weit (zumindest fünf bis sechs Meter) vor die Haltelinie der Kfz gezogen wird. Falls sich nämlich eine hohe Anzahl an Radfahrern auf die Aufstellfläche stellt und manche Radfahrer sich in der zweiten Reihe anstellen, kann die Sicht der Lkw-Fahrer auf die Radfahrer durchaus beeinträchtigt sein bzw. werden diese von den Lkw-Fahrern nicht gesehen. Zudem ist die Anwendung der Maßnahme aus Sicht der Sachverständigen auch nur dann sinnvoll, wenn es im Nachlauf an die vorgezogene Aufstellfläche eine klare Führung des Radverkehrs gibt, also klar erkennbar ist, wo die Radfahrer nach der Kreuzung hingeleitet werden sollen. Ansonsten befinden sich die Radfahrer vor dem schnelleren Kfz-Verkehr und werden dann „verfolgt“ bzw. stellen Hindernisse im Verkehrsablauf dar, was dann in weiterer Folge dazu führt, dass durch diese Maßnahme die Radfahrer, die man damit schützen will, zusätzlich gefährdet werden.

4.2 GEMEINSAMER FAHRSTREIFEN FÜR GERADEAUS FAHRENDE RADFAHRER UND RECHTS ABBLIEGENDE KFZ

Hier kann der rechte Fahrstreifen einer Knotenpunktzufahrt vom geradeaus fahrenden Radverkehr und von rechts abbiegenden Kfz genutzt werden. Der Radverkehr wird auf dem Rechtsabbiegefahrstreifen so mit einem geringeren und in der Regel langsameren Kfz-Verkehrsstrom konfrontiert als auf dem Fahrstreifen geradeaus, wodurch ein deutlich geringeres Konfliktpotenzial entsteht. Beobachtungen in Zürich und Basel (vgl. Astra 2009) sowie in den deutschen Städten Leipzig und Heidelberg zeigen eine gute Akzeptanz und keine Sicherheitsdefizite (vgl. Horn et al. 2015: 35).



ABBILDUNG 40: Beispiel für gemeinsame Fahrstreifen für geradeaus fahrende Radfahrer und rechts abbiegende Kfz: Heidelberg (links; Quelle: Horn et al. 2015: 35), Leipzig (Mitte; Quelle: Horn et al. 2015: 35) und Schweiz (rechts; Quelle: ASTRA 2009: 36)

4.3 FRÜHERE GRÜN-AMPELSCHALTUNGEN FÜR FUSSGÄNGER UND RADFAHRER (VORGEZOGENE GRÜNPHASEN)

Um die Sichtbarkeit von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen mit Verkehrslichtsignalanlagen zu erhöhen und als Maßnahme, um die Problematik des toten Winkels zu reduzieren, können ebenso frühere Grün-Ampelschaltungen (vorgezogene Grünphasen) für Fußgänger und Radfahrer eingerichtet werden. Hierbei bekommen Fußgänger bzw. Radfahrer 3 bis 6 Sekunden früher Grün als der Kfz-Verkehr (Abbildung 33). Dies erhöht die Sichtbarkeit der Radfahrenden und Zufußgehenden (Radfahrer und Fußgänger befinden sich früher im zentralen Sehbereich und sind dadurch, dass sie bereits in Bewegung sind, leichter wahrnehmbar) für Lenker rechts abbiegender Fahrzeuge, insbesondere Lkw-Lenker (vgl. Presto 2012: 5; Transport Canada 2018: 36). Die Kosten für die Nachrüstung des Radverkehrssignals sowie gegebenenfalls für eine Anpassung des Signalprogramms liegen bei ca. 5.000 Euro (vgl. Horn et al. 2015: 12).



ABBILDUNG 41: Beispiele für vorgezogene Grünphasen für Radfahrer: Berlin (links; Quelle: Stadt Berlin 2010), Leipzig (Mitte; Quelle: Horn et al. 2015: 27) und London (rechts; Quelle: Transport for London 2018: 8)

Prinzipiell wird diese Maßnahme, die bereits in vielen Ländern umgesetzt wurde, in Untersuchungen als sehr positiv und relativ günstig eingeschätzt. Als problematisch wird jedoch auch hier beschrieben, dass das Problem des toten Winkels auch dann noch besteht, wenn Fußgänger und Radfahrer erst später, z.B. zum Ende der Grünphase, und nicht zu Beginn der Grünphase die Straße queren (vgl. Transport Canada 2018: 36; KfV 2016: 18). Für London wird jedoch im Rahmen einer Untersuchung beschrieben, dass an den untersuchten Kreuzungen mit früheren Grün-Ampelschaltungen 88% der Radfahrer die vorgezogenen Grünphasen nutzen konnten. Zudem wird betont, dass solche vorgezogenen Grünphasen vor allem dann sinnvoll sind, wenn es längere Signalzyklen bei den Ampeln der Kreuzungen gibt, sodass die Wahrscheinlichkeit, dass Radfahrer bei Rot an den Kreuzungen ankommen und damit auch die vorgezogene Grünphase nutzen können, hoch ist (vgl. Transport for London 2018: 13).



ABBILDUNG 42: Beispiele für vorgezogene Grünphasen für Radfahrer mit Fahrrad-Detektoren: Zürich (Quelle: X-Cycle 2016: 308)

Berücksichtigen muss man bei dieser Maßnahme laut Meinung der Unfallsachverständigen jedoch den Kapazitätsaspekt: Die Flüssigkeit und der Durchsatz des Kfz-Verkehrs können durch diese Maßnahme beeinträchtigt werden. Bei sehr starkem Kfz-Verkehrsaufkommen kann es durch den geringeren Durchsatz zu Staus kommen. Diese längeren Wartezeiten können auch zu Akzeptanzproblemen ungeduldiger Kfz-Fahrer („Rotfahrer“) und Fußgänger („Rotgeher“) führen.

In Zürich und Liverpool wird in der Anwendung dieser Maßnahme zusätzlich ein technisches System verwendet, das Radfahrer an Kreuzungen detektieren kann. Nur wenn das System an der Kreuzung wartende Radfahrer detektiert, gibt es eine vorgezogene Grünphase für Radfahrer (vgl. X-Cycle 2016: 308ff.).

4.4 ZEITLICH GETRENNTE GRÜNPHASEN (KONFLIKTFREIE PHASE / PHASENTRENNUNG)

Eine der wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung der Problematik des toten Winkels sind zeitlich getrennte Grünphasen für geradeaus fahrende Radfahrer und rechts abbiegende Kfz (vgl. Horn et al. 2015: 28; Pattinson & Thompson 2014: 256). Bei zeitlich getrennten Grünpha-

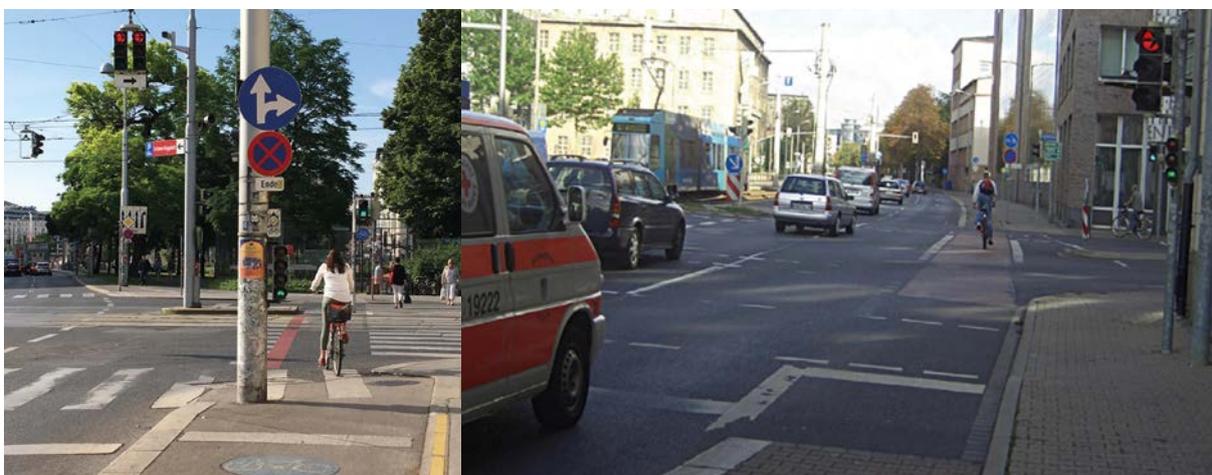


ABBILDUNG 43: Beispiele für zeitlich getrennte Grünphasen: Wien (links; Foto: KfV) und Leipzig (rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 28)

sen liegen die Kosten für die Nachrüstung des Radverkehrssignals und gegebenenfalls für eine Anpassung des Signalprogramms bei 10.000 bis 20.000 Euro (vgl. Horn et al. 2015: 13).

Eigene Phasen für den rechts abbiegenden Verkehr können Konflikte zwischen abbiegenden Fahrzeugen und Fußgängern bzw. Radfahrern verhindern. Auch wenn es dadurch zu einer Verlängerung der Umlaufzeit kommt, ist diese Maßnahme aus Sicht der Verkehrssicherheit sinnvoll und notwendig.

Durch die langen Wartezeiten können Akzeptanzprobleme bei Kfz-Lenkern (Rotfahrer) und Ignoranzprobleme bei Fußgängern (Rotgeher) entstehen. Wenn es um Menschenleben geht, muss die Verkehrssicherheit aber höher eingestuft werden als die Leichtigkeit und Flüssigkeit des Kfz-Verkehrs.

4.5 ABGESETZTE ODER NICHT ABGESETZTE FÜHRUNG

Im Kreuzungsbereich kann der Radverkehr direkt neben dem Kfz-Verkehr („nicht abgesetzt“) oder von der parallel verlaufenden Fahrbahn etwas weiter entfernt („abgesetzt“) geführt werden, dies wird explizit in der RVS 03.02.13 beschrieben (vgl. RVS 03.02.13 2014: 36). Während Radfahr- und Mehrzweckstreifen den Radverkehr nicht abgesetzt führen, sind bei Radwegen beide Varianten möglich. Die Standardlösung ist aufgrund der besseren Sichtverhältnisse jedoch die nicht abgesetzte Führung. Bei der abgesetzten Führung ist es wesentlich, dass Radfahrer mindestens fünf Meter von der Fahrbahn entfernt geführt werden (vgl. KfV 2016: 18).



ABBILDUNG 44: Beispiel für eine abgesetzte Führung des Radwegs: 's-Hertogenbosch, Niederlande (Quelle: Bicycle Dutch 2018)

Letzteres zeigt sich beispielsweise auch beim Good-Practice-Beispiel einer Kreuzung in der Stadt 's-Hertogenbosch in den Niederlanden. Hier werden die Radfahrer 5,5 Meter entfernt von der Fahrbahn geführt, was den toten Winkel auch für Lkw auf ein geringes Maß reduziert (vgl. Bicycle Dutch 2018). Madsen & Lahrman (2017) berichten für eine solche Führung der Radfahrer zum Teil weniger Konflikte mit rechts oder links abbiegenden Fahrzeugen im Vergleich mit anderen Infrastrukturlösungen (vgl. Madsen & Lahrman 2017: 438). Wichtig ist

hierbei jedoch auch, dass die Radwege gut einsehbar sind und die Sicht nicht durch parkende Fahrzeuge oder sonstige Hindernisse (z.B. Container) behindert wird. Beispielsweise kann hierfür das Parken im Nahbereich der Kreuzung durch Poller unterbunden werden (vgl. Hannover in Horn et al. 2015: 23).



ABBILDUNG 45: Beispiele für Sichteinschränkung im Kreuzungsbereich (links; Berlin; Quelle: Horn et al. 2015: 21) bzw. Verhinderung der Sichteinschränkung durch Parker mit Pollern (rechts; Hannover; Quelle: Horn et al. 2015: 21)

Von der Unfallforschung der deutschen Versicherer durchgeführte Feldversuche und Simulationen einer abgesetzten Führung des Radverkehrs zeigten allerdings eine Verschlechterung der Erkennbarkeit von Radfahrern in den Lkw-Spiegeln und zudem ein Versagen der Lkw-Abbiegeassistenten bei der in den Niederlanden angewandten Form der abgesetzten Radverkehrsführung (vgl. UDV 2020).

4.6 FAHRBAHNANHEBUNGEN FÜR DEN KFZ-VERKEHR



ABBILDUNG 46: Beispiel für eine Fahrbahnanhebung (Quelle: Robatsch 2015: 14)

Eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Problematik des toten Winkels und zur Erhöhung der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern sind Fahrbahnanhebungen für den Kraftfahrzeugverkehr, z.B. im Bereich von Kreuzungen oder Zu- und Abfahrten, wie sie explizit in der RVS 03.02.12 beschrieben werden (vgl. RVS 03.02.12 2015: 20 ff.; RVS 03.02.13 2014: 38). Einerseits wird der Kfz-Verkehr durch die Fahrbahnanhebungen gezwungen, die Geschwindigkeit zu verringern, andererseits erhöht sich damit auch die Erkennbarkeit der Radverkehrs- bzw. Fußverkehrsführung und damit insge-

samt die Aufmerksamkeit abbiegender Kfz (vgl. Horn et al. 2015: 23). Für Kopenhagen beschreibt Jensen (2006) einen positiven Einfluss dieser Maßnahme auf die Reduktion der Unfälle zwischen Radfahrern und links abbiegenden Kfz (vgl. Jensen 2006: 6). Die Kosten für Maßnahmen dieser Art liegen bei ca. 10.000 bis 20.000 Euro pro Einmündung (vgl. Horn et al. 2015: 25).

4.7 FÜHRUNG DES RADVERKEHRS AUF RADFAHRSTREIFEN LINKS VOM ABBIEGENDEN KFZ-VERKEHR

Durch diese Maßnahme werden geradeaus fahrende Radfahrer in Knotenpunktzufahrten mit Rechtsabbiegestreifen links vom Abbiegestreifen geführt. Der Vorteil liegt hier darin, dass die Verflechtung beider Verkehre nicht am Knotenpunkt erfolgt, wo der abbiegende Kfz-Verkehr noch andere verkehrliche Anforderungen bewältigen muss (z.B. die Beachtung des Fußverkehrs), sondern bereits davor (vgl. Horn et al. 2015: 34).

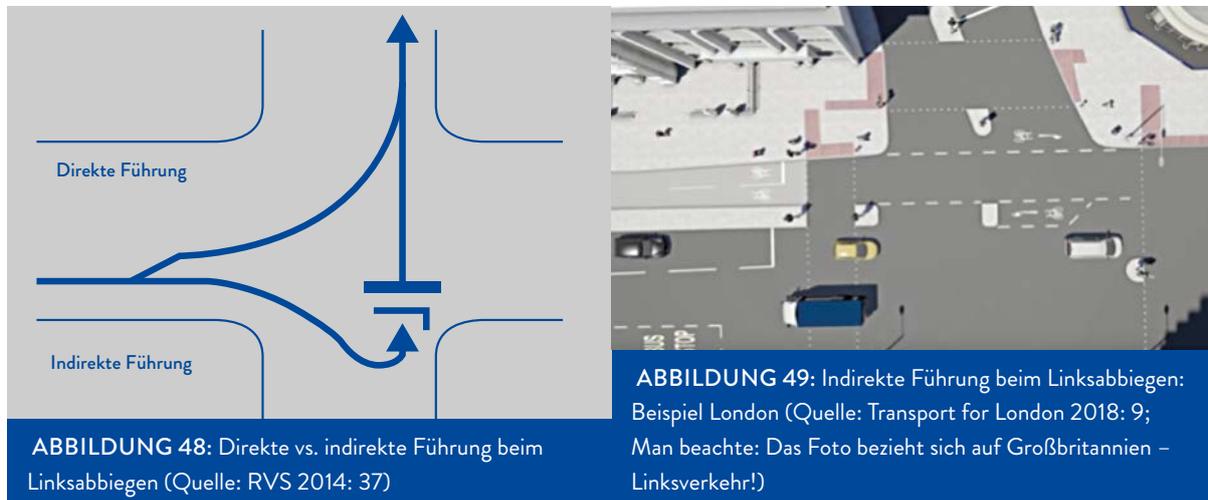


ABBILDUNG 47: Beispiele für die Führung von Radfahrstreifen links der Rechtsabbiegespur: Wien (links; Foto: KFV) und Berlin (rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 34)

4.8 DIREKTES ODER INDIREKTES LINKSABBIEGEN

Links abbiegende Radfahrer können im Kreuzungsbereich sowohl direkt als auch indirekt geführt werden (vgl. RVS 03.02.13 2014: 37). „Direkt“ heißt, dass sich die Radfahrer vor dem Knotenpunkt zum Linksabbiegen in der Mitte der Fahrbahn einordnen. „Indirekt“ bedeutet, dass Radfahrer die Kreuzung zunächst rechts neben den geradeaus fahrenden Fahrzeugen queren. Dann stellen sie sich auf der einmündenden Querstraße auf (Aufstellfläche oder Radfahranlage) und queren die Straße mit dem Querverkehr (vgl. KFV 2016: 18). Soweit möglich, sollte direktes Abbiegen realisiert werden, soweit nötig, indirektes. Der Vorteil des direkten Abbiegens besteht darin, dass in einem Zug abgebogen wird und die Radfahrer im Blickfeld der Kfz-Lenker bleiben. Bei einer gemeinsamen Führung mit dem Kfz-Verkehr sollte ein kombinierter Fahrstreifen für den geradeaus führenden und den links abbiegenden Verkehr ver-

mieden werden (vgl. Land Tirol 2007: 26). Das direkte oder indirekte Linksabbiegen wird explizit in der RVS 03.02.13 beschrieben.



4.9 ORTSFESTE SPIEGEL AN KREUZUNGEN

Bei den sogenannten „Trixi-Spiegeln“ handelt es sich um runde, nach außen gewölbte (konvexe) Spiegel, die im Kreuzungsbereich ortsfest angebracht werden und einen Blickwinkel von ca. 90 Grad erlauben. Die Montage erfolgt typischerweise im Bereich des Ampelmasts (vgl. Rau 2010). Solche Spiegel finden sich vereinzelt in einigen Städten in Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden, die meisten Trixi-Spiegel gibt es in der Schweiz. In Österreich sind in Wels und Linz einzelne Trixi-Spiegel angebracht (vgl. Schilder 2018: 18f.).



Die ortsfesten Trixi-Spiegel sollen rechts abbiegenden Fahrzeuglenkern eine bessere bzw. zusätzliche Sicht auf geradeaus fahrende Radfahrende sowie querende Fußgänger geben. In Herlev wurden zwei Spiegel in einer Höhe von 3,75 m sowie in einer Höhe von 2,75 m ange-

bracht (vgl. Trafikverket 2011: 14, Schilder 2018: 17). In London wurden solche Spiegel an Kreuzungen der ersten beiden Radschnellwege angebracht (vgl. Transport for London 2010: 5; Sustrans 2015: 27). Neben den sogenannten Trixi-Spiegeln finden sich jedoch beispielsweise in Münster in Deutschland oder in Amsterdam in den Niederlanden auch sogenannte Toter-Winkel-Spiegel (Blind Spot Mirrors), die als konvex geformte Verkehrsspiegel als vierte Kammer unter das Grünlicht einer Verkehrslichtsignalanlage in diese integriert sind, um so eine Weitwinkelsicht auf parallel in gleicher Richtung fahrende Fahrradfahrer zu ermöglichen. Der Vorteil gegenüber Trixi-Spiegeln besteht darin, dass solche Spiegel aufgrund ihres Installationsortes häufiger beachtet werden, da diese sich an jedem Knotenpunkt an derselben Stelle befinden (vgl. Schilder 2018: 21). Während die Kosten der Trixi-Spiegel in Abhängigkeit von ihrer Größe und der Option einer möglichen Beheizung bei ca. 100 bis 400 Euro liegen, kosten Toter-Winkel-Spiegel etwa 750 Euro (vgl. Hell et al. 2015: 38).

Die ortsfesten Spiegel können Lkw-Lenker zwar vor dem Abbiegevorgang helfen, indem sie das Einsehen des Bereichs vor dem Lkw und rechts davon erleichtern, beim Abbiegevorgang selbst verschaffen sie dem Lkw-Lenker jedoch keine zusätzliche Sicht: Eine Anbringung eines ortsfesten Spiegels am Pfosten der Verkehrslichtsignalanlage beispielsweise ermöglicht allenfalls, dass der Lkw-Lenker weiß, dass sich ein Radfahrer neben seinem Fahrzeug aufhält. Nachdem sich der Lkw jedoch in Bewegung gesetzt hat, gerät der Trixi-Spiegel aus dem Sichtbereich, und so befindet sich der Fußgänger oder Radfahrer genau in jenem Augenblick, in dem erkennbar wäre, ob dieser nun rechtzeitig stehen bleibt oder nicht, längst nicht mehr im Sichtbereich des Trixi-Spiegels. Hinzu kommt, dass die Höhe der Spiegel nicht für alle Kfz passend eingestellt werden kann, wodurch die Trixi-Spiegel auch eine Scheinsicherheit erzeugen können (vgl. KFV 2016: 19). Darüber hinaus stellen ortsfeste Spiegel einen weiteren Blickpunkt dar, dem sich der Lkw-Lenker widmen muss und der seine Blicke bindet. Vor dem Hintergrund, dass ein Lkw-Lenker bereits jetzt vor dem Losfahren an der Kreuzung in sechs eigene Spiegel (mit unterschiedlicher Brennweite und Verkleinerung) schauen muss, erscheint ein weiterer 7. Spiegel möglicherweise als Überforderung. Zudem kann ein solcher Spiegel auch nur dann wirken, wenn der Lkw-Lenker genau zum richtigen Zeitpunkt in diesen Spiegel blickt.

Eine umfangreiche, detaillierte Untersuchung der Wirkung ortsfester Spiegel wurde bisher jedoch noch kaum durchgeführt. Lediglich Schilder (2018) beschreibt für seine Wirksamkeitsanalyse von Trixi-Spiegeln eine Verringerung der Unfallzahlen um 38,3% – diese Verringerung konnte jedoch aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht statistisch signifikant nachgewiesen werden (vgl. Schilder 2018: 78 f). In London fand eine Befragung von 50 Lkw- und 20 Pkw-Lenkern sowie 20 Radfahrern zu den angebrachten Trixi-Spiegeln statt. Hierbei gaben die meisten Befragten an, dass sich die Verkehrssicherheit durch das Anbringen solcher Spiegel ihrer Meinung nach erhöhe. Die Mehrheit der befragten Lkw-Fahrer gab zudem an, dass die Spiegel die Sicht auf Radfahrende beim Abbiegen verbessern und den toten Winkel reduzieren (vgl. Transport for London 2010: 4). Auch in Freiburg wurde unter 110 Lkw- und Busfahrern und 95 Radfahrern eine Befragung zu den angebrachten Trixi-Spiegeln durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Befragung zeigen, dass ca. 90% der befragten Lkw- und Buslenker den

Spiegel wahrgenommen hatten und ihn als hilfreich erachteten – die Auswirkungen der Spiegel auf das Unfallgeschehen konnten aufgrund zu geringer Fallzahlen jedoch nicht beurteilt werden (vgl. Rau 2010: 29ff., 70). Auch in anderen deutschen Städten gab es vorwiegend positive Erfahrungswerte zu den Trixi-Spiegeln (vgl. Schilder 2010: 18f.). Die Stadt Berlin hingegen nahm nach einer Erprobungsphase Abstand von der stadtweiten Aufstellung weiterer Spiegel, unter anderem wegen ausbleibender signifikanter Änderungen der Verkehrsunfallentwicklung, möglicher Verkehrsgefährdung (z.B. durch Blendung) und des Aufwands für die Erhaltung (vgl. Horn et al. 2015: 38).

Auch durch die Anbringung eines Trixi-Spiegels wird die Sicherheit vor dem toten Winkel nicht garantiert, wie ein tödlicher Unfall zeigt, der sich am 20. August 2019 an einer mit einem Trixi-Spiegel ausgestatteten Kreuzung in Wels ereignete. Der Lenker des Lkw gab an, den Trixi-Spiegel beobachtet zu haben, dennoch übersah er eine Radfahrerin, die an den Unfallfolgen verstarb (vgl. Salzburger Nachrichten 2019).

Insgesamt kann der Trixi-Spiegel an einzelnen Kreuzungen eine Verbesserung bewirken, ist jedoch als flächendeckendes Instrument oder Allheilmittel nicht geeignet. Eine Anbringung sollte jedenfalls im Vorfeld sorgfältig verkehrstechnisch geprüft werden.

4.10 HINWEIS-BODENMARKIERUNGEN AN KREUZUNGEN

In Kopenhagen sowie in den Niederlanden wurden an einigen Kreuzungen Bodenmarkierungen bzw. Piktogramme mit Hinweisen zum toten Winkel („Pas På Blinde Vinkler“; Blijf uit de dode hoek – Achtung auf den toten Winkel) angebracht. Diese sollen die Radfahrer (aber auch die Kraftfahrzeuglenker) hinsichtlich der Problematik des toten Winkels beim Queren der Kreuzung sensibilisieren bzw. auf die Gefahrensituation eines rechts abbiegenden Lkw aufmerksam machen.



ABBILDUNG 51: Beispiele für Hinweismarkierungen zur Warnung vor dem toten Winkel: Kopenhagen (links; Quelle: Avisen 2015) und Niederlande (rechts; Quelle: Truckstar 2014)

4.11 WARN- BZW. HINWEISSCHILDER/BLINKLICHT (MIT UND OHNE DETEKTION)

Warnschilder mit Hinweisen zur Warnung vor dem toten Winkel bilden eine weitere Maßnahme, um sowohl die Aufmerksamkeit von Kraftfahrzeuglenkern als auch jene von Fußgängern und Radfahrern hinsichtlich der Gefahr des toten Winkels zu erhöhen. Sie wurden beispielsweise in Kanada und in der Stadt Münster in Deutschland eingesetzt (vgl. Transport Canada 2018: 57; Horn et al. 2015: 44).



ABBILDUNG 52: Beispiele für Warnschilder: Kanada (links; Quelle: Transport Canada 2018: 57) und Münster (rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 44)

In Dänemark wurden solche Warnschilder in der Stadt Aarhus sowie in der Stadt Grenå in einem Pilotversuch elektronisch umgesetzt: Das Hinweisschild blinkt und macht auf diese Weise Radfahrende und auch Kraftfahrzeuglenker auf die Gefahr des toten Winkels aufmerksam (vgl. Trafikverket 2011: 17). Die Kreuzungen wurden hierbei mit RFID-Readern (Radio Frequency Identification), die Fahrräder mit RFID-Transpondern ausgestattet. Die Annäherung eines Radfahrers an eine Kreuzung wird so vom RFID-Reader erkannt. Dies bewirkt das Aufleuchten eines Hinweises auf das Vorhandensein von Radfahrern. Das System ist auch unter dem Namen „See-Mi“ (vgl. X-Cycle 2016: 309; Slovenian Traffic Safety Agency 2014: 12) bekannt. Da das System aber nur die mit dem RFID-Transponder ausgestatteten Räder erkennt, wäre diese Maßnahme der allgemeinen Sicherheit wohl eher abträglich, da es falsche Sicherheit suggeriert.

Das System „Bike-Flash“ wurde im November 2018 erstmals in Garbsen in Deutschland installiert – hier erkennt das System sich nähernde und stehende Personen über Wärmesensoren und gibt auf vier verschiedenen Höhen für unterschiedlich hohe Fahrzeuge mittels LED-Leuchten Warnungen aus (vgl. Michel 2019: 23).

Im Grunde genommen stellen solche Systeme die Weiterentwicklung eines Blinklichts dar,

das durch den Einsatz von Sensoren/Detektoren nur dann aufleuchtet, wenn Radfahrende sich tatsächlich nähern, aber dabei explizit auf die Gefahr des toten Winkels hinweist (vgl. Horn et al. 2015: 37). Eine umfangreiche Untersuchung hinsichtlich der Wirksamkeit dieser Maßnahme wurde bisher jedoch noch nicht umgesetzt.



ABBILDUNG 53: Beispiele für Warnschilder mit Radfahrer-Detektion in Aarhus (links; Quelle: Trafikverket 2011: 17), System „See-Mi“ (Mitte links; Quelle: X-Cycle 2016: 310), System Bike-Flash (Mitte rechts; Quelle: Bike-Flash 2019) sowie einfaches Blinklicht in Chemnitz (rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 37)

Eine in der Stadt Salzburg an einer Kreuzung, an der sich zuvor ein tödlicher Toter-Winkel-Unfall ereignet hatte, installierte Anlage zur Warnung abbiegender (Schwer-)Fahrzeuge vor Radfahrern im toten Winkel wurde vom KfV untersucht (vgl. KfV 2019b). Es handelte sich dabei um Verkehrszeichen mit LED-Umrandung, die mittels einer Induktionsschleife am Radfahrstreifen durch herannahende Fahrräder ausgelöst wird und dann in gelber Farbe bis zur neuerlichen Freigabe der Hauptrichtung blinkt. Die Induktionsschleife ist etwa 25 m vor der Halteinie angebracht, die Anlage aktiviert sich jeweils ab dem Grünblinken des Querverkehrs und ist bis zum erneuten Grünsignal des Querverkehrs aktiv. Einmal aktiviert, blinkt die Warnanlage über die gesamte aktive Phase hindurch. Das Licht der Anlage ist bei ungünstigen



ABBILDUNG 54: Aktivierte LED-Warntafel in Salzburg (Foto: KfV)

Witterungs- bzw. Sichtbedingungen und bei starkem Sonnenschein schwer bis gar nicht erkennbar – dies ist allerdings ein generelles Problem lichttechnischer Anlagen im Außenraum und lag nicht speziell an der untersuchten Anlage. Zudem ist das Schild nach dem Einfahren in den Kreuzungsbereich für die Lkw-Lenker nicht mehr sichtbar. Hält der Lkw während des Abbiegens an, etwa um Fußgängern das Queren zu ermöglichen, kann er die aktuelle Warnung vor in der Zwischenzeit angekommenen und rechts vorbeifahrenden Radfahrern nicht mehr sehen. Zudem gab es zahlreiche Fehlalarme durch Kfz, die die Induktionsschleife überfahren, und es wurden nicht alle Radfahrer detektiert.

4.12 LANE LIGHTS / BODENMARKIERUNGS-LEUCHTEN (MIT UND OHNE DETEKTION)

Eine weitere mögliche Infrastrukturmaßnahme zur Reduktion der Gefahr des toten Winkels sind sogenannte Lane Lights bzw. Bodenmarkierungsleuchten in der Fahrbahnoberfläche, zum Beispiel im Bereich von Radfahrstreifen. Diese Bodenmarkierungsleuchten können dauerhaft leuchten (bzw. blinken) und damit beispielsweise auf den Radfahrstreifen aufmerksam machen. Neuere Systeme ermöglichen mittels Sensorik jedoch auch ein Aufleuchten der Leuchten nur bei Annäherung eines Kraftfahrzeugs bzw. Radfahrers (vgl. EBE Solutions 2019). Systeme ohne Detektion wurden bereits in Wien und Salzburg (am Hildmannplatz) installiert; diese wurden aber aufgrund von häufigen Ausfällen der Leuchten mittlerweile wieder demontiert (vgl. Weiss 2019: 8f.). In Salzburg wurde im Jahr 2009 eine Vorher-Nachher-Analyse hinsichtlich der Verkehrssicherheitseffekte der installierten Lane Lights am Hildmannplatz durchgeführt. Diese kam zu dem Ergebnis, dass die Konflikte zwischen Radfahrern und Autofahrern um 78% abgenommen haben und dass das subjektive Sicherheitsgefühl der Radfahrer aber auch der Kfz-Lenker erhöht wurde (vgl. Weiss 2019: 12).



ABBILDUNG 55: Lane Lights am Hildmannplatz in Salzburg (Fotomontage) (links) und Konflikt vor Installation der Lane Lights (rechts) (Quelle: Weiss 2019: 10 f)

4.13 AKUSTISCHE WARNSIGNALE

Auch akustische Warnsignale an Kreuzungen, die auf abbiegende Fahrzeuge (z.B. „Watch for Turning Vehicles“) hinweisen, können Verkehrsteilnehmer hinsichtlich der Problematik des toten Winkels an Kreuzungen sensibilisieren und die Sicherheit erhöhen (vgl. Transport Canada 2018: 37). Das Problem solcher Anlagen ist allerdings die Lärmbelästigung der Anrainer, da die Signale, um wirksam zu sein, den lokalen Verkehrslärm übertönen müssen.

5 VERKEHRSORGANISATION

Rechtliche Maßnahmen auf Bundes-, Landes- oder Gemeindeebene bieten eine weitere Möglichkeit, die Konflikte zwischen Schwerfahrzeugen und schwächeren Verkehrsteilnehmern zu verringern. Dazu zählen Fahr- oder Abbiegeverbote, die entweder zeitlich oder örtlich begrenzt sind oder eine bestimmte Fahrzeugausstattung erfordern.

5.1 PRINZIPIELLE TRENNUNG VON SCHWER-VERKEHR UND RAD- BZW. FUSSVERKEHR

Eine mögliche Maßnahme ist die Zulassung von Schwerverkehr nur auf solchen Routen bzw. Straßen, auf denen wenige Radfahrende und Zufußgehende verkehren, bzw. Schwerverkehr zeitlich nur dann auf Routen mit (vielen) Radfahrenden und Zufußgehenden zuzulassen, wenn diese nicht anwesend sind (vgl. SWOV 2015: 4). In Kopenhagen hat jedoch die Idee, Lieferverkehr mehrheitlich nur nachts (wenn deutlich weniger Radfahrer und Fußgänger unterwegs sind) zuzulassen, zu Widerstand der Bevölkerung – insbesondere aufgrund der Lärmbelastung – geführt (vgl. Kabell 2017: 17).

5.2 VERKEHRBSCHRÄNKUNGEN UND FAHRVERBOTE

ERLASSUNG VON VERKEHRBSCHRÄNKUNGEN (Z.B. FAHRVERBOT, ABBIEGEVERBOT) FÜR LKW OHNE ABBIEGEASSISTENT FÜR BESTIMMTE KREUZUNGEN/GEBIETE; § 43 ABS. 1B UND 8 STVO)

§ 43 Abs 1 lit. b StVO sieht vor, dass die Behörde Verkehrsbeschränkungen oder Verkehrsverbote erlassen kann, insbesondere Maß-, Gewichts- oder Geschwindigkeitsbeschränkungen sowie Halte- oder Parkverbote, und zwar dauernd oder zeitweise für alle oder bestimmte Fahrzeugarten oder Fahrzeuge mit bestimmten Ladungen. Auch ganze Gruppen von Straßenbenutzern können von der Benützung konkreter Wege ausgeschlossen oder es kann ihnen eine Routenbindung auferlegt werden. Voraussetzung ist insbesondere, dass die Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs diese Maßnahmen erfordern. Örtlich, zeitlich und/oder kausal eingeschränkte Fahrverbote für Fahrzeuge ohne eine bestimmte Sicherheitsausstattung sind hierbei grundsätzlich rechtlich möglich. Dabei muss allerdings für jede Straße bzw. jede Kreuzung gesondert geprüft werden, ob die entsprechende Maßnahme erforderlich ist. Eine Beschränkung darf nur für ein bestimmtes Gebiet oder eine bestimmte Kreuzung (z.B. in der Nähe von Schulen) erfolgen, d.h., das gesamte Ortsgebiet ist nicht als räumlicher Geltungsbereich möglich. Von entsprechender Bedeutung ist eine wohlüberlegte Interessenabwägung, die auf Grundlage eines Anhörungs- und Ermittlungsverfahrens getroffen wird. Man bewegt sich im Spannungsfeld von Grundrechten wie der Erwerbsfreiheit, der Eigentumsfreiheit und des Gleichheitsgrundsatzes auf der einen und von sicherheitspolitischen Interessen auf der anderen Seite.

Um die Erlassung von Rechtsabbiegeverboten für Lkw ohne Assistenzsysteme zu erleichtern und eine entsprechende Maßnahme auch für größere Gebiete zu verordnen, wurde mit der 32. StVO-Novelle (BGBl. I Nr. 77/2019) eine neue Rechtsgrundlage geschaffen. Nach § 43 Abs. 8 StVO kann die Behörde seit 1.9.2019 für ein gesamtes Ortsgebiet, Teile von Ortsgebieten oder näher bestimmte Gebiete für Lkw über 7,5 t ohne Assistenzsysteme zur Vermeidung des toten Winkels Rechtsabbiegeverbote erlassen, sofern dies aufgrund der örtlichen oder verkehrsmäßigen Gegebenheiten nach dem Stand der Wissenschaft und Forschung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit oder aus anderen wichtigen Gründen geeignet erscheint.

Ebenfalls mit der 32. StVO-Novelle wurde § 96 Abs. 1 StVO, der die Pflicht der Behörde zur Feststellung von Unfallhäufungsstellen und Umsetzung entsprechender Gegenmaßnahmen regelt, ergänzt. Dabei wurde explizit hervorgehoben, dass bei der Feststellung von Unfallhäufungsstellen Abbiegevorgänge an Kreuzungen besonders zu berücksichtigen sind.

BEISPIEL FAHRVERBOT LONDON: LONDONER ZULASSUNGS- UND BEWERTUNGSSYSTEM

Die Stadt London begann im Herbst 2019 mit der Einführung einer „Sicherheitszulassung“ für Lkw mit mehr als zwölf Tonnen, die im Großraum London unterwegs sind. Lkw, die über keine Sicherheitszulassung verfügen, dürfen im Verwaltungsbezirk Greater London nicht mehr fahren. Die Maßnahme ist Teil von Londons Bestrebungen, die Zahl der Verkehrstopfer zu senken. Für 2022 ist eine Evaluation geplant. (vgl. Transport for London 2020a)

Kern der „Sicherheitszulassung“ („Safety Permit“) ist die Einführung eines „Direkte-Sicht-Standards“ („Direct Vision Standard“), der die direkte Sicht des Lkw-Fahrers aus der Fahrerkabine auf die Straße in einem System von 0 bis 5 bewertet. Sichthilfen wie Spiegel oder Kameras werden dabei nicht berücksichtigt.

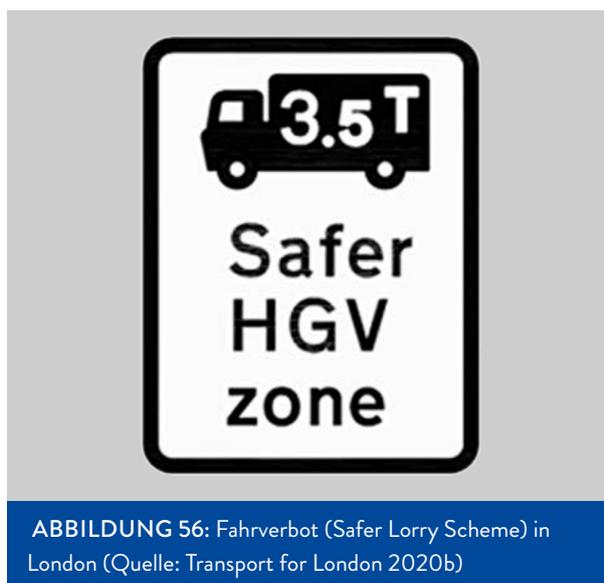


ABBILDUNG 56: Fahrverbot (Safer Lorry Scheme) in London (Quelle: Transport for London 2020b)

Für Lkw mit dem schlechtesten Wert 0 tritt am 1. März 2021 ein Fahrverbot in Greater London in Kraft.⁵⁹ Die schlechte Einstufung kann aber durch Zusatzmaßnahmen ausgeglichen werden. Verpflichtend sind dabei ein Nahbereichs-/Anfahrspiegel sowie ein Frontspiegel, ein Kamera-Monitoringsystem, ein System, das den Fahrer vor ungeschützten Verkehrsteilnehmern warnt, Aufkleber und Markierungen sowie ein akustisches Signal beim Linksabbiegen zur Warnung ungeschützter Verkehrsteilnehmer und schließlich seitlicher Unterfahrschutz. Ab Herbst 2024 soll ein Fahrverbot für alle mit 0 bis 2 bewerteten Lkw gelten,

⁵⁹ Die Einführung war ursprünglich schon für Oktober 2020 geplant, wurde aber aufgrund der COVID-19-Pandemie nach hinten verschoben.

wenn sie keine zusätzlichen Vorkehrungen für eine bessere Sicht des Fahrers auf die Straße nachweisen können.

Die Frage, die sich hier für Österreich stellt, ist, ob dieses System EU-konform ist. Nachdem hier (i) der Typgenehmigungsverordnung vorgegriffen wird und (ii) es sich im Kern um eine Nachrüstungsverpflichtung handelt, wird dieses Standardisierungssystem wohl eher als EU-rechtswidrig zu qualifizieren sein.

Bereits seit dem Jahr 2015 dürfen in London jedoch keine Lkw mehr im Stadtgebiet unterwegs sein („Safer Lorry Scheme“), die keinen seitlichen Unterfahrschutz zum Schutz von Fußgängern und Radfahrern sowie keinen Nahbereichs-/Anfahrspiegel und keinen Frontspiegel aufweisen (vgl. ETSC 2015).

BEISPIEL FAHRVERBOT BZW. RECHTSABBIEGEVERBOT FÜR LKW OHNE ABBIEGEASSISTENTEN IN WIEN

Mit September 2019 startete die Stadt Wien ein Ermittlungsverfahren zu einem Rechtsabbiegeverbot für Lkw über 7,5 Tonnen ohne Abbiegeassistent. Das Rechtsabbiegeverbot kommt einem Fahrverbot gleich, weil Lkw über 7,5 t nur mehr mit Abbiegeassistent ins Stadtgebiet gelassen werden (vgl. Stadt Wien 2019). Die Verordnung hätte Anfang 2021 in Kraft treten sollen, nach Aussagen der Wiener Verkehrsstadträtin in den Medien im Dezember 2020 habe jedoch die EU-Kommission eine Reihe von Bedenken geäußert, etwa aus Gründen des Wettbewerbsrechts und aufgrund der befürchteten negativen Auswirkungen auf die Umwelt (vgl. Die Presse 2020). Überdies seien weniger einschränkende Mittel im Vorfeld nicht geprüft worden. Die Stadt wird daher nun die Vorschläge der EU aufgreifen. In einem nächsten Schritt sollen konkrete Kreuzungen, an denen es besonders erhöhte Gefahrenmomente gibt, überprüft und entschärft werden (Die Presse 2020).

5.3 GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNG BEIM ABBIEGEN

In Deutschland dürfen seit 28. April 2020 alle Kraftfahrzeuge über 3,5 Tonnen innerorts auf Straßen, auf denen mit Fußgängern und Radfahrern gerechnet werden muss, beim Rechtsabbiegen nur noch Schrittgeschwindigkeit fahren (§ 9 Abs. 6 deutsche StVO, vgl. ADAC 2020). Diese Maßnahme soll helfen, Toter-Winkel-Unfälle zu vermeiden.

6 MENSCH BZW. BEWUSSTSEINSBILDUNG

Ein weiterer Bereich, in dem Maßnahmen zur Prävention von Toter-Winkel-Unfällen gesetzt werden sollten, ist die Bewusstseinsbildung. So kann eine Sensibilisierung der Verkehrsteilnehmer auf die Gefahren im Zusammenhang mit den gegebenen Sichtverhältnissen für Lkw-Fahrer (indirekte Sicht, toter Winkel) einen wesentlichen Sicherheitsbeitrag leisten. Dabei sollte bei allen Verkehrsteilnehmern insbesondere auf typische Unfallsituationen – Rechtsabbiegen mit Radfahrern, Anfahren mit Fußgängern (siehe Kapitel 2.1) – und deren Ursachen eingegangen werden.

Unfallanalysen zeigen, dass auf Seiten der Fußgänger und Radfahrer erhebliche Informationslücken 1) über die Sichtproblematik von Lkw-Lenkern und 2) über das Abbiegeverhalten von Lkw bestehen. Fußgängern und Radfahrern ist meist nicht bewusst, dass Lkw-Fahrer sie in vielen Fällen nur schwer oder gar nicht erkennen können – ein solches Bewusstsein ist jedoch notwendig, um entsprechend defensiv reagieren zu können und sich selbst vor Kollisionen mit einem Lkw zu schützen (vgl. KFV 2016: 21). Daneben ist vielen ungeschützten Verkehrsteilnehmern offensichtlich nicht bewusst, dass rechts abbiegende Lkw vorher geradeaus fahren bzw. sogar links ausschwenken müssen, um die Kurve fahren zu können, was dann anscheinend als Linksabbiegen oder Geradeausfahren interpretiert wird (vgl. Kuna 2011; Malczyk 2019). Eine Untersuchung des KFV an einer Kreuzung in Salzburg zeigte, dass 27% der Lkw ohne Anhänger und 50% der Lkw mit Anhänger beim Rechtsabbiegen zuerst nach links ausholten, um die Bogenfahrt bewältigen zu können (vgl. KFV 2019b).

Andererseits ist auch eine stärkere Bewusstseinsbildung für Lkw-Fahrer von besonderer Bedeutung: Informationen zur richtigen Spiegeleinstellung oder Weiterbildungen zur Problematik des toten Winkels können ebenso einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit leisten.

Fehleinschätzungen und unüberlegtes Handeln können, selbst wenn alle Verkehrsteilnehmer sich den Regeln entsprechend verhalten, zu leicht vermeidbaren Unfällen führen (vgl. Kuna 2011: 67). Dies gilt es durch verstärkte Bewusstseinsbildung zu verhindern.

Letztlich sollte die Problematik des eingeschränkten Sichtfeldes der Lkw-Lenker (Gefahren durch die indirekte Sicht, toter Winkel) fixer Bestandteil aller Ausbildungen sein. Dies beginnt bei der Verkehrs- und Mobilitätsbildung in Kindergärten und Schulen, sollte jedoch auch in der Radfahrausbildung und in den Kursen in den Fahrschulen der Fall sein. Eine entsprechende Berücksichtigung im Unterricht findet dabei jedoch nur statt, wenn auch die Pädagogen bzw. Ausbilder sich der Wichtigkeit des Themas bewusst sind bzw. auf die Bedeutung des Themas hingewiesen werden (vgl. KFV 2016: 21).

Um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen, muss die Aufklärung über verschiedene Kanäle, wie beispielsweise Öffentlichkeitsarbeit, Folder / Plakate / Aufkleber, Aktionen etc. erfolgen (vgl. KFV 2016: 21), angepasst an die jeweilige Zielgruppe. Im Folgenden wird ein Überblick über die verschiedenen Arten von möglichen Maßnahmen bzw. Kanälen im Bereich Bewusstseinsbildung zum Thema Toter Winkel, unterschieden nach ungeschützten Verkehrsteilnehmern und Lkw-Lenkern, gegeben. Optimalerweise werden mehrere Elemente in einer

Kampagne kombiniert, um die Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen zu erhöhen. Auch Hinweisschilder und Bodenmarkierungen an Kreuzungen (siehe Kapitel 4.10 und 4.11) können Teil solcher Bewusstseinsbildungskampagnen sein.

6.1 BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI UNGESCHÜTZTEN VERKEHRSTEILNEHMERN

Die Schwerpunkte der Bewusstseinsbildung bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern sollten darauf liegen, was Lkw-Lenker sehen können und was nicht, bzw. welche Gefahren aus dem Nicht-gesehen-Werden entstehen, wie die Abbiegevorgänge von Lkw ablaufen (Stichwort Links-Ausschwenken) und wie diese Gefahren vermieden werden können.

In verschiedenen Städten wurden bereits Kampagnen zur Thematik des toten Winkels durchgeführt. Als Kommunikationsinstrumente dienten dabei Plakate oder TV-Spots, die zum Teil auch mit Aktionen kombiniert wurden. Bei den unten angeführten Beispielen handelt es sich sowohl um Teile von Kampagnen als auch um einzelne Bewusstseinsbildungsmaßnahmen.

6.1.1 FLYER, FOLDER (PRINT- UND ONLINE-MEDIEN)

Zur Information der Öffentlichkeit über das Thema Toter Winkel können Flyer oder Folder sowie Infografiken dienen, die mit einfacher Sprache und leicht verständlichen Abbildungen auf die Problematik hinweisen. Solche Folder finden sich beispielsweise für die Städte Köln, Zürich oder Münster (vgl. Horn et al. 2015: 43). Das KfV hat im Jahr 2016 gemeinsam mit der Stadt Wien (Mobilitätsagentur) einen Folder herausgebracht, im Jahr 2017 gemeinsam mit mehreren Akteuren in Vorarlberg und in Salzburg (siehe Abbildung 58 und auch Kapitel 6.1.2 und 6.1.4), andere österreichische Folder gibt es z.B. vom ÖAMTC (siehe Abbildung 59).



ABBILDUNG 57: Beispiele für Flyer zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: Köln (links; Quelle: Stadt Köln 2020) und Münster (rechts; Quelle: Stadt Münster 2004)



ABBILDUNG 58: Beispiele für Flyer zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: Zürich (links; Quelle: Stadt Zürich 2020) und Salzburg (rechts; Quelle: Salzburgrad 2018)



ABBILDUNG 59: Beispiele für Flyer und Infografiken zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: London (links; Quelle: Transport for London 2019), Niederlande (Mitte; Quelle: Dodehoek 2019) und Österreich (rechts; Quelle: ÖAMTC 2019b)

6.1.2 AUFKLEBER AUF BUSSEN UND LKW

Um für die Problematik des toten Winkels zu sensibilisieren, eignen sich ebenso Aufkleber mit Hinweisen auf den toten Winkel, die insbesondere an Bussen und Lkw angebracht werden. Diese können sowohl am Heck eines Lkw angebracht werden, um Verkehrsteilnehmer, die sich von hinten dem Fahrzeug nähern, zu warnen, als auch seitlich auf dem Lkw, um Verkehrsteilnehmer, die seitlich neben dem Lkw warten bzw. fahren, zu warnen bzw. um generell die Aufmerksamkeit für diese Problematik zu erhöhen (vgl. KFV 2016: 22). Beispielsweise finden sich solche Aufkleber auf Schwerfahrzeugen in der Stadt Münster in Deutschland (vgl. Stadt Berlin 2015: 45) (siehe Abbildung 62).



ABBILDUNG 60: Beispiele für Aufkleber: Münster (links; Quelle: Stadt Münster 2020; Mitte links und Mitte rechts; Quelle: Horn et al. 2015: 45) und Belgien (rechts; Quelle: Van Rooijen 2019)



ABBILDUNG 61: Beispiel für Aufkleber: Österreich (Quelle: Salzburgrad 2020)

Auch in Österreich wurden z.B. im Zuge der von Land Salzburg, KFV und der Wirtschaftskammer Salzburg durchgeführten Präventionskampagne „Raus aus dem toten Winkel“ Lkw-Aufkleber eingesetzt (siehe Abbildung 64). Die Kampagne umfasste Maßnahmen sowohl für ungeschützte Verkehrsteilnehmer als auch für Lkw-Lenker. Neben den Warnhinweisaufklebern, die an Fahrzeugen angebracht wurden, fanden in Transportunternehmen Aktionen zur richtigen Spiegeleinstellung mit Spiegeleinstellteppichen statt. Zusätzlich wurden Informationsfolder an Fußgänger und Radfahrer verteilt (siehe Abbildung 60).



ABBILDUNG 62: Beispiele für Aufkleber: Deutschland (Quelle: Aktion Kinderunfallhilfe e.V. 2019)



ABBILDUNG 63: Beispiel für Aufkleber: Kopenhagen (Quelle: Cycling Embassy of Denmark 2017)

In Kopenhagen wurde im Jahr 2017 ein spezieller übergroßer 3D-Aufkleber auf der gesamten rechten Fahrzeugseite von Bussen als Teil einer Kampagne zur Sensibilisierung für die Gefahr des toten Winkels beim Rechtsabbiegen von Fahrzeugen angebracht. Das Besondere daran: Durch optische Täuschung sticht der Text nach rechts auf den Radweg hervor, sodass Radfahrer hinter dem Bus ganz besonders auf den Text und somit die Gefahr des toten Winkels hingewiesen werden (vgl. Cycling Embassy of Denmark 2017).



ABBILDUNG 64: Beispiel für Aufkleber: Dänemark (Quelle: DKNYT 2013)

6.1.3 PLAKATE, TV-SPOTS

In Dänemark gab es im Jahr 2015 eine Kampagne mit einem TV-Spot, in dem auf die Problematik des toten Winkels aufmerksam gemacht wurde (vgl. Cycling Embassy of Denmark 2015).



ABBILDUNG 65: Beispiel TV-Spot: Dänemark⁶⁰

In London gab es im Jahr 2010 ein Plakat, das Verkehrsteilnehmer auf die Problematik des toten Winkels hinweisen sollte. Es zeigt eine Vielzahl von Radfahrern, die alle nicht aus der Kabine des abbiegenden Lkw sichtbar sind.

⁶⁰ Video verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?time_continue=35&v=15yjz7K9VEw



ABBILDUNG 66: Beispiel Plakatkampagne: London (Quelle: Trafikverket 2011: 28)

Im Rahmen einer UK-Kampagne im Jahr 2015 gab es zudem Plakate mit Sicherheitstipps in puncto toter Winkel sowohl für Radfahrer als auch für Fahrzeuglenker (vgl. Think! 2015).



ABBILDUNG 67: Beispiel Plakatkampagne: UK (Quelle: Think! 2015)

ABBILDUNG 68: Beispiel für Plakate: Regensburg (Quelle: Horn et al. 2015: 42)

Die Initiative „Think!“ veröffentlichte im Jahr 2016 wiederum eine Kampagne, um auf die Gefahr des toten Winkels hinzuweisen. Im Rahmen dieser Kampagne kam ein Video mit der Botschaft *“Don’t get caught between a lorry and a left turn. Hang back.”* zum Einsatz, das mit drastischen Bildern auf die Gefahr des toten Winkels hinweist (vgl. Gov.uk 2016).



ABBILDUNG 69: Beispiel Kampagnenfilm: UK – Ausschnitte aus dem Video „Don't get caught between a lorry and a left turn“ (Quelle: Gov.uk 2016)⁶¹

Ein weiteres Beispiel für ein Plakat, das auf die Problematik des toten Winkels hinweist, findet sich für die Stadt Regensburg (siehe Abbildung 68, vgl. Horn et al. 2015. 42).

In Vorarlberg ist ein Film entstanden, der – im Rahmen des Programms „TRIXI“ für Schüler ab der 3. Schulstufe – die Gefahren des toten Winkels anschaulich und kindgerecht erklärt. Der Film ist auf Youtube abrufbar und kann für Schulungszwecke auch unabhängig von der Aktion verwendet werden. Angebote gibt es im Rahmen der Aktion TRIXI auch für Unternehmen, Institutionen und Vereine (vgl. Sicheres Vorarlberg 2020).



ABBILDUNG 70: Beispiel Schulfilm „Der tote Winkel“ (Sicheres Vorarlberg)⁶²

⁶¹ Video verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=m7IBvN80JaQ>

6.1.4 AKTIONEN

Auch lokal und zeitlich begrenzte oder wiederholte Aktionen können auf die Problematik des toten Winkels aufmerksam machen. In der Stadt Bologna in Italien wurde im Jahr 2016 im Rahmen einer Fahrradveranstaltung die Aktion #VediamociDiPiù – Condividiamo le strade in sicurezza (#Let's see better – Share the road safely) durchgeführt. Hierbei konnten sich Fußgänger und Radfahrer in die Kabine eines Lkw setzen (Perspektiven- bzw. Rollenwechselfspiel) und so lernen, was Fahrer vom Fahrersitz aus sehen bzw. nicht sehen können. Auf die Bereiche im Umfeld des Lkw, die aus der Kabine nicht zu sehen sind, wurden blaue Decken gelegt und danach Fahrräder daraufgestellt. So konnten die Teilnehmer in der Kabine erkennen, dass manche Fahrräder im Umfeld des Lkw aus der Kabine nicht zu sehen sind und so für die Problematik des toten Winkels sensibilisiert werden (vgl. Borioni & Simone 2016). Auch in der Stadt Bordeaux wurde eine ähnliche Aktion mit Perspektivenwechsel durchgeführt (vgl.



ABBILDUNG 71: Beispiel Aktion: Bologna (Quelle: Borioni & Simone 2016)

Stadt Bordeaux 2018). Der ÖAMTC machte 2019 ebenso im Rahmen einer Aktion auf die Gefahr des toten Winkels aufmerksam, indem er am Beispiel eines Lkw demonstrierte, wie gefährlich dieser für Radfahrende und Zufußgehende sein kann (vgl. ÖAMTC 2019b). Auch in London wurde eine solche Aktion mit Perspektivenwechsel zwischen Radfahrern und Lkw-Fahrern mit dem Titel „Exchanging Places“⁶³ durchgeführt – hierbei berichteten 95% der teilnehmenden Radfahrer nach der Aktion, ihr Verhalten ändern zu wollen (vgl. Brake 2014: 4). Meist werden diese lokalen Aktionen auch mit Flyern oder Plakaten kombiniert.

Zusätzlich zu den Hinweismarkierungen zum toten Winkel an Kreuzungen (siehe Kapitel 4.10) wurde in Kopenhagen im Jahr 2011 auch eine Informationskampagne zum Problem des toten Winkels durchgeführt. Hierzu wurde eine Aktion mit einem Lkw durchgeführt (vgl. Trafikverket 2011: 27).

Solche lokalen Aktionen werden häufig auch im Rahmen der schulischen Mobilitätserziehung durchgeführt. Hierbei erfolgt zum Beispiel Anschauungsunterricht mit einem Lkw auf dem Schulgelände, wo sich Schüler vom Fahrersitz eines Lkw oder Busses aus von der Existenz und Größe des toten Winkels überzeugen können (vgl. Horn et al. 2015: 46). Eine solche Verkehrserziehungsaktion zur Thematik des toten Winkels wird für Schüler in Salzburg vom KfV gemeinsam mit dem Land Salzburg und der Wirtschaftskammer Salzburg durchgeführt (vgl. KfV 2018a). In Vorarlberg wird von der Initiative Sicheres Vorarlberg die Aktion TRIXI in Schulen ab der 3. Schulstufe durchgeführt (vgl. Sicheres Vorarlberg 2020).

62 Video verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?time_continue=35&v=15yjz7K9VEw

63 Video der Aktion verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=UN7mJR64tvs>

Auch die Aktion „Toter Winkel“ der Wirtschaftskammer Wien und des KFV in Zusammenarbeit mit der Bildungsdirektion Wien, die seit mehreren Jahren in wechselnden Abständen angeboten wird, kann hier angeführt werden. Die Aktionsdauer pro Klasse beträgt eine Stunde, wobei die Hälfte dieser Zeit für ein Unterrichtsgespräch im Klassenraum genutzt wird. Das Problem des toten Winkels wird besprochen und mit Hilfe verschiedener Medien kommuniziert. Der zweite Teil der Aktion ist eine praktische Demonstration. Es werden jeweils ein Bus und ein Lkw bereitgestellt. Als Aktionsbasis dient das Spiel „Verstecken“. Die Kinder werden abwechselnd als „Sucher“ eingeteilt und sitzen dann jeweils zu zweit am Fahrersitz, während die anderen Kinder sich verstecken dürfen. Die Kinder werden dabei spielerisch mit dem Problem vertraut gemacht. Die Aktion wurde in ähnlicher Weise auch beim Wiener Ferienspiel verwendet und bei Einzelaktionen in den Bundesländern durchgeführt. Vom ÖAMTC gibt es zudem die Aktion „Top Rider“.



ABBILDUNG 72: Beispiel Aktion: Bordeaux (Quelle: Stadt Bordeaux 2018)



ABBILDUNG 73: Beispiel Aktion: Wien (Quelle: ÖAMTC 2019b)



ABBILDUNG 74: Beispiel für Kampagnenelemente – Bodenmarkierung Kopenhagen (links; vgl. Bue 2011) und Fahrzeug-Aufkleber/Aufschrift (rechts; Quelle: DKNYT 2013)



ABBILDUNG 75: Beispiel Salzburg (links; Quelle: KFV 2018) und Duisburg (rechts; Quelle: Wirtschaftsbetriebe Duisburg 2016)



ABBILDUNG 76: Beispiel Projekttag „Toter Winkel“ Wien
 ABBILDUNG 77: Die KFV-Aktion „Toter Winkel“ mit Schülern (Foto: KFV)

Twisk et al. (2013) untersuchten die Wirksamkeit derartiger Unterrichtsaktionen zum Thema Toter Winkel und kamen zu dem Ergebnis, dass von den befragten Teilnehmern im Vergleich zu befragten Personen einer Referenzgruppe, die bislang noch keine solche Aktion miterlebt hatten, 12% mehr angaben, ihr Verhalten nun angepasst zu haben (vgl. Twisk 2013⁶⁴, zit. nach Parkin & und Gerike 2016: 143).

⁶⁴ Twisk, Divera, Vlakveld, Willen, Mesken, Jolieke, Shope, Jean T. & Kok, Gerjo (2013): Inexperience and risky decisions of young adolescents, as pedestrians and cyclists, in interactions with lorries, and the effects of competency versus awareness education. *Accident Analysis and Prevention* 55. S. 219-225.



ABBILDUNG 78: Die KFV-Aktion „Toter Winkel“ mit Schülern (Fotos: KFV)

6.1.5 VERKEHRS- UND MOBILITÄTSBILDUNG

Auch in der Verkehrserziehung bzw. Verkehrs- und Mobilitätsbildung in Kindergärten und Schulen kann – abseits von Aktionen, wie sie im vorigen Kapitel angeführt wurden – eine Sensibilisierung für den toten Winkel stattfinden. Hierzu können Unterlagen wie z.B. Malbilder, Rätselbilder oder Lernblätter dienen, die die Problematik des toten Winkels thematisieren und diesen den Kindern in spielerischer und leicht verständlicher Form aufzeigen. Gleichfalls können hierzu auch Videos dienen: So gibt es z.B. auch eine „Helmi“-Folge mit dem Titel „Im unsichtbaren Winkel“.



ABBILDUNG 79: Beispiele für Verkehrserziehungsunterlagen zum Thema Toter Winkel: Unterrichtsmaterialien (links; Quelle: Kärber et al. 2017: 11), Ausschnitt aus „Helmi“-Folge (rechts; Quelle: KFV 2018b)

Die KFV-Verkehrssicherheitsunterlagen „Risi und Ko“ behandeln das Thema Toter Winkel entsprechend dem Lehrplan für die Verkehrserziehung in Volksschulen in den Materialien für die 3. Schulstufe.⁶⁵

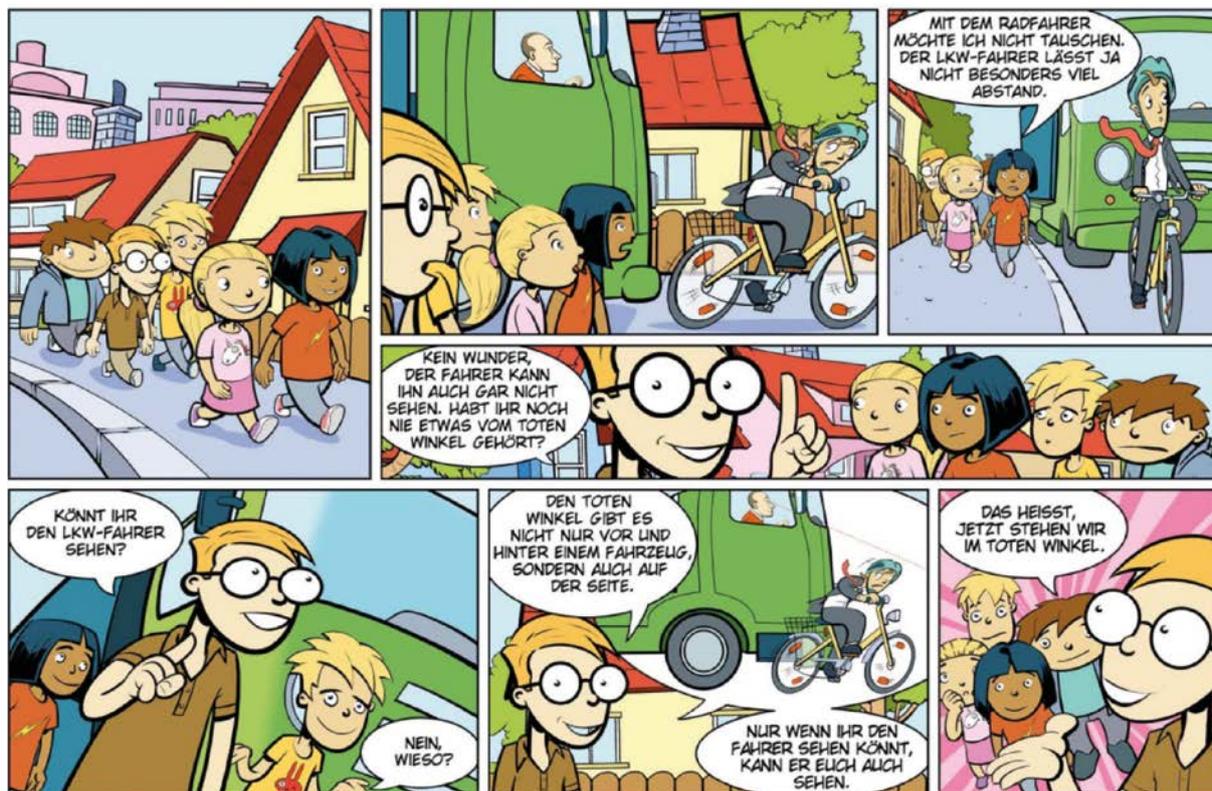


ABBILDUNG 80: Beispiel für Verkehrserziehungsunterlagen zum Thema Toter Winkel: Comic „Risi und Ko“
(Quelle: www.risi-und-ko.at)

TOTER WINKEL ALS TEIL DER FREIWILLIGEN RADFAHRPRÜFUNG FÜR KINDER

In den Unterlagen zur Vorbereitung auf die freiwillige Radfahrprüfung, die vom österreichischen Jugendrotkreuz in Kooperation mit der AUVA, dem ÖAMTC und dem KFV erstellt werden, werden der tote Winkel und seine Vermeidung thematisiert. Die StVO legt als Voraussetzungen für die Ausstellung des Radfahrausweises nur fest, dass die erforderliche körperliche und geistige Eignung sowie Kenntnisse der straßenpolizeilichen Vorschriften vorliegen müssen. Die Voraussetzungen für den Nachweis der Fertigkeiten und die fachlichen Inhalte für die freiwillige Radfahrprüfung sind in der StVO nicht geregelt und können von den zuständigen Behörden (BH bzw. Magistrate in den Bundesländern und MA 46 in Wien) unterschiedlich behandelt werden.

⁶⁵ Verfügbar unter: www.risi-und-ko.at

6.2 BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI LKW-LENKERN

Bewusstseinsbildungsmaßnahmen zur Thematik des toten Winkels können jedoch nicht nur bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern anknüpfen. Auch eine Sensibilisierung zur richtigen Einstellung von Spiegeln bzw. eine Möglichkeit zu deren Einstellung auf Spiegeleinstellplätzen sowie Weiterbildungen von Lkw-Lenkern hinsichtlich der Problematik des toten Winkels können einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit leisten.

EXKURS: STUDIEN ZUR KORREKTEN SPIEGELEINSTELLUNG BEI LKW UND ZUR WIRKSAMKEIT VON AM FAHRZEUG ANGEBRACHTEN Toter-WINKEL-SPIEGELN

Obwohl die richtige Spiegeleinstellung eine sehr wichtige Präventionsmaßnahme gegen Toter-Winkel-Unfälle ist, finden sich nur wenige Quellen darüber, inwiefern die Spiegel in der Praxis auch tatsächlich richtig eingestellt sind. Bei den auffindbaren Quellen handelt es sich v.a. um Ergebnisse von Kontrollen der Verkehrspolizei aus den Niederlanden und aus Dänemark. Zudem gibt es auch Tiefenuntersuchungen von Lkw-Unfällen mit verletzten und getöteten Verkehrsteilnehmern, die Rückschlüsse auf die Spiegeleinstellung zulassen.

Eine Schwerpunktkontrolle der korrekten Spiegeleinstellung mit zusätzlicher Lenkerbefragung, die von der Polizei, dem KfV und der AUVA in Kooperation durchgeführt wurde (Wannenmacher & Schwaighofer 2020), ergab, dass von 100 überprüften Lkw - obwohl die Lenker die Einstellung des rechten Weitwinkelspiegels und des rechten Außenspiegels in der Befragung als sehr wichtig erachteten - nur rund die Hälfte der Weitwinkelspiegel rechts (52%) bzw. drei von fünf (60%) der rechtsseitigen Außenspiegel tatsächlich korrekt eingestellt waren. Die linksseitigen Spiegel waren hingegen zum überwiegenden Teil korrekt eingestellt (97% der Außenspiegel links, 90% der Weitwinkelspiegel links). Der Frontspiegel war bei 76%, der Rampenspiegel bei 70% der Lkw korrekt eingestellt. In dieser Untersuchung wurde – im Unterschied zu den anderen angeführten Studien, die nur nach „richtig“ oder „falsch“ eingestellt differenzieren, zwischen „korrekt“, „teilweise richtig“ und „falsch“ eingestellt unterschieden. Spiegeleinstellungen, die als „teilweise richtig“ bezeichnet werden, sind in den anderen Untersuchungen vermutlich der Kategorie „falsch“ zugeordnet.

SPIEGELEINSTELLUNG	KORREKT EINGESTELLT	TW. RICHTIG EINGESTELLT	FALSCH EINGESTELLT	K. A.	GESAMT
Außenspiegel links	97%	0%	0%	3%	100%
Weitwinkelspiegel links	90%	6%	0%	4%	100%
Frontspiegel	76%	22%	0%	2%	100%
Rampenspiegel rechts	70%	28%	1%	1%	100%
Weitwinkelspiegel rechts	52%	47%	1%	0%	100%
Außenspiegel rechts	60%	39%	1%	0%	100%

TABELLE 11: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw bei der Kontrolle am Verkehrskontrollplatz Ilztal im September 2020 (Quelle: Wannenmacher & Schwaighofer 2020)

Knight (2011) berichtet für Dänemark, basierend auf Daten der jährlichen technischen Inspektion von Lkw, dass von den im Zeitraum 01.10.2009 bis 30.05.2011 untersuchten 61.769 Lkw (Typ N3; über 12 Tonnen) 1.136 Lkw defekte Spiegel und 2.900 Lkw nicht richtig eingestellte Spiegel aufwiesen. Soweit ersichtlich bezog sich dies vor allem auf die durch die Richtlinie der EU 2003/97/EC vorgesehenen Totwinkelspiegel im Frontbereich und an der Seite der Lkw (vgl. Knight 2011: 69).

Für Dänemark findet sich eine ältere Studie: Behrendorff & Hansen (1994) beschreiben die Ergebnisse einer Evaluierung einer im Jahr 1992 durchgeführten Kampagne zur Spiegeleinstellung bei Lkw. Hierbei wurde die Spiegeleinstellung von jeweils rund 1.000 Lkw vor und nach einer Kampagne zu diesem Thema in ganz Dänemark untersucht. Hinsichtlich des Rückspiegels zeigte sich, dass 92% der kontrollierten Lkw den Rückspiegel vor der Kampagne richtig eingestellt hatten, nach der Kampagne lag der Anteil bei 95%. Bezüglich des Nahbereichs spiegels⁶⁶ zeigte sich, dass diesen vor der Kampagne 43% richtig eingestellt hatten; nach der Kampagne lag der Anteil bei 45%. Hinsichtlich Weitwinkelspiegel wurde ersichtlich, dass 52% der Lkw diese vor der Kampagne in korrekter Einstellung aufwiesen, während es nach der Kampagne 51% waren. Zusammenfassend zeigt sich, dass sowohl vor als auch nach der Kampagne nur etwa ein Drittel der kontrollierten Lkw (vor der Kampagne: 29%; nach der Kampagne: 30%) alle drei Spiegel richtig eingestellt aufwiesen. Bei immerhin 5% (vor der Kampagne) bzw. 3% (nach der Kampagne) der Lkw war keiner der drei Spiegel richtig eingestellt (vgl. Behrendorff & Hansen 1994: 11 f).

Für die Niederlande untersuchte die Organisation OSC (Overkoppelende Stichting Chauffeuractiviteiten – Fahrerdachverband) im Jahr 2014 im Rahmen einer Veranstaltung (Roadshow) die Spiegeleinstellung der Lkw. Dabei waren 80% der Spiegel falsch eingestellt (vgl. Orlando 2014; Worktrans 2014). Im Jahr 2006 führte die Verkehrspolizei in Dänemark eine landesweite Kontrolle von Lkw durch, laut der ca. 75% der Spiegel der Lkw falsch eingestellt waren (Isager 2009; Danish Transport and Logistics Association 2006). Nachdem im Jahr 2003 in den Niederlanden Totwinkelspiegel für Lkw vorgeschrieben wurden, führte die Verkehrspolizei in Amsterdam Kontrollen durch, die ergaben, dass bei 85% der Lkw die Spiegel falsch eingestellt waren oder nicht den Anforderungen entsprachen (vgl. Wieringenieuws 2003).

⁶⁶ Im dänischen Original „nærzonespejl“, gemeint ist damit vermutlich der Nahbereichs-/Anfahrspiegel (Gruppe V lt. UNECE-Regelung Nr. 46).

		RICHTIG EINGESTELLT		FALSCH EINGESTELLT		SPIEGEL DEFEKT		UNBEKANNT		GESAMT	
Rückspiegel	Vorher	861	92%	45	5%	5	0,5%	21	2%	932	100%
	Nachher	941	95%	22	2%	9	1%	14	1%	986	100%
Nahbereichs- spiegel	Vorher	400	43%	455	49%	37	4%	40	4%	932	100%
	Nachher	446	45%	478	48%	22	2%	40	4%	986	100%
Weitwinkel- spiegel	Vorher	480	52%	403	43%	23	2%	26	3%	932	100%
	Nachher	507	51%	434	44%	21	2%	24	2%	986	100%
RICHTIG EINGESTELLTE SPIEGEL		KEINER		1 SPIEGEL		2 SPIEGEL		3 SPIEGEL		GESAMT	
Vorher		49	5%	292	31%	324	35%	267	29%	932	100%
Nachher		30	3%	309	31%	356	36%	291	30%	986	100%

TABELLE 12: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw vor und nach der Kampagne nach unterschiedlichen Spiegeltypen (Quelle: Behrendorf & Hansen 1994: 11 f)⁶⁷

Fenn et al. (2005) führten eine Befragung von 300 Lkw-Fahrern in England durch und berichteten, dass 11% jener Fahrer, die angaben, Nahbereichsspiegel am Lkw zu besitzen, vermeldeten, die Einstellung dieser Spiegel nie (1%) oder selten (10%) zu überprüfen, wenn sie in den Lkw steigen (Fenn et al. 2005: 56).

In einer Tiefenuntersuchung von 53 Toter-Winkel-Unfällen in den Niederlanden durch Schoon (2009) wurde deutlich, dass von 19 Unfällen, bei deren Analyse die Spiegeleinstellung überprüft wurde, bei 7 Unfällen (37%) die Spiegel nicht richtig eingestellt waren (Schoon 2009 zit. nach Knight 2011: 19).

Schoon (2009) stellte fest, dass die Zahl der Toter-Winkel-Unfälle in den Niederlanden zwar unmittelbar nach der Einführung der Toter-Winkel-Spiegel sank, aber nach einigen Jahren wieder auf das Ausgangsniveau zurückkehrte. In Dänemark blieb die Zahl der Toter-Winkel-Unfälle nach der Einführung der Toter-Winkel-Spiegel⁶⁸ mehr oder weniger konstant (Schoon 2009 zit. nach Knight 2011: 18).

Die HVU (Dänisches Verkehrsministerium) (2006) untersuchte im Rahmen einer Tiefenuntersuchung 25 Unfälle von Lkw mit (getöteten und verletzten) Radfahrern und kam zu dem Ergebnis, dass bei 21 Lkw ein oder mehrere Spiegel nicht richtig eingestellt waren. Bei den falsch eingestellten Spiegeln handelte es sich vor allem um die Totwinkelspiegel⁶⁸ (vgl. HVU 2006: 31; ECF 2014) (siehe Tabelle 13).

⁶⁷ Prozentwerte gerundet

⁶⁸ Die Spiegel werden in den Quellen als „blind spot mirrors“ (Knight 2011) bzw. „Blindwinkelspejl“ (HVU 2006) bezeichnet, leider ist nicht zweifelsfrei feststellbar, um welche Spiegel es sich dabei handelt, die Nahbereichs-/Anfahrspiegel, die Frontspiegel oder andere, heute nicht mehr gebräuchliche spezielle Toter-Winkel-Spiegel.

SPIEGEL-EINSTELLUNG	RICHTIG EINGESTELLT	FALSCH EINGESTELLT	NICHT MONTIERT (LEGAL)	NICHT MONTIERT (ILLEGAL)	NICHT MONTIERT (AUSLÄNDISCHES FAHRZEUG)	GESAMT
Großer Außenspiegel	15	10	0	0	0	25
Weitwinkelspiegel	15	10	0	0	0	25
Nahbereichsspiegel	9	16	0	0	0	25
Totwinkelspiegel außen	3	5	0	0	0	25
Totwinkelspiegel innen	3	7	4	1	2	

TABELLE 13: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw bei 25 untersuchten Unfällen von Lkw mit Radfahrern (Quelle: HVU 2006: 31)

In einer weiteren Tiefenuntersuchung untersuchte die HVU (2016) 30 Lkw-Unfälle, bei denen mindestens ein Verkehrsteilnehmer verletzt oder getötet wurde. Insgesamt waren an diesen Unfällen 36 Lkw beteiligt. Im Rahmen der Untersuchung zeigte sich, dass von den 15 Lkw, von denen die Spiegeleinstellung ermittelt werden konnte, bei 5 Lkw die Spiegel falsch und bei 10 Lkw die Spiegel richtig eingestellt waren (vgl. HVU 2016: 162).

Insgesamt zeigen die vorhandenen Studien zur Spiegeleinstellung, dass bei durchgeführten Kontrollen zur Spiegeleinstellung bei Lkw in den Niederlanden und in Dänemark etwa 75-80% der Spiegel falsch eingestellt sind. Hinsichtlich der Einstellung unterschiedlicher Arten von Spiegeln zeigt sich, dass vor allem der Nahbereichsspiegel⁶⁹ und der Weitwinkelspiegel häufig falsch eingestellt sind. Analysen der Spiegeleinstellung in Tiefenuntersuchungen von Lkw-Unfällen zeigen überdies, dass die Spiegeleinstellung der Lkw zumindest bei einem Drittel der Unfälle – zum Teil sogar zu einem höheren Anteil – nicht korrekt war, wobei hier wiederum vor allem die Nahbereichs-/Anfahrspiegel⁷⁰ nicht richtig eingestellt waren und speziell im Zusammenhang mit Unfällen am relevantesten erscheinen. Zusätzlich wird auch davon berichtet, dass die Spiegeleinstellung von den Lkw-Fahrern vor den Fahrten zum Teil nur selten überprüft wird.

69 Dies trifft nicht für Knight (2011) zu; hier handelte es sich aber um keine Kontrolle, sondern um eine vorher angekündigte jährliche, technische Inspektion.

70 In älteren Studien noch vielfach Totwinkel-Spiegel.

STUDIE, JAHR	LAND	ERGEBNISSE ZUR SPIEGELEINSTELLUNG
Wannenmacher & Schwaighofer 2020	Österreich	47% der Weitwinkelspiegel rechts und 39% der Außenspiegel rechts nur teilweise richtig eingestellt, jeweils 1% falsch Weitwinkelspiegel links 6% teilweise richtig, 0% falsch (Außenspiegel links alle korrekt eingestellt)
Orlaco 2014 / Worktrans 2014	Niederlande	80% der Spiegel von Lkw falsch eingestellt
Isager 2009 / Danish Transport and Logistics Association 2006	Dänemark	75% der Spiegel von Lkw falsch eingestellt
Wieringenieuws 2003	Niederlande, Amsterdam	Bei 85% der Lkw war der Totwinkelspiegel ⁷¹ falsch eingestellt (oder hat nicht den Anforderungen entsprochen).
Knight 2011	Dänemark	5% der Lkw hatten im Rahmen der jährlichen technischen Inspektion falsch eingestellte Totwinkelspiegel. ⁷¹
Behrendorff & Hansen 1994	Dänemark	Bei 2-5% der Lkw waren die Rückspiegel falsch eingestellt. Bei 48-49% der Lkw waren die Nahbereichsspiegel falsch eingestellt. Bei 43-44% der Lkw waren die Weitwinkelspiegel falsch eingestellt. Bei 3-5% der Lkw waren alle Spiegel falsch eingestellt.
Fenn et al. 2005	Vereinigtes Königreich	11% der Fahrer, die Nahbereichsspiegel am Lkw besitzen, überprüfen die Spiegeleinstellung selten (10%) oder nie (1%).
Schoon 2009	Niederlande	Bei 37% der Toter-Winkel-Unfälle, bei denen die Spiegeleinstellung überprüft wurde, waren die Spiegel falsch eingestellt.
HVU 2006	Dänemark	Bei 84% der Unfälle von Lkw mit (getöteten und verletzten) Radfahrern waren ein oder mehrere Spiegel falsch eingestellt, vor allem Totwinkelspiegel ⁷¹ waren am häufigsten (bei 48% der Lkw) falsch eingestellt.
HVU 2016	Dänemark	Bei 33% der an Unfällen beteiligten Lkw, von denen die Spiegeleinstellung überprüft werden konnte, waren die Spiegel falsch eingestellt.

Tabelle 14: Überblick Literaturanalyse zur richtigen Spiegeleinstellung

6.2.1 AKTIONEN ZUR RICHTIGEN SPIEGELEINSTELLUNG: SPIEGELEINSTELLPLÄTZE

Die richtige Einstellung der Spiegel ist für Lkw-Lenker hinsichtlich der Problematik des toten Winkels von besonderer Bedeutung. Daher können Bewusstseinsbildungsmaßnahmen zur Sensibilisierung der Lkw-Lenker für die richtige Einstellung ihrer Spiegel von großem Nutzen sein. Darüber hinaus ist es jedoch sinnvoll, Lkw-Lenkern auch Plätze zur Verfügung zu stellen, auf denen diese in Ruhe die Spiegel ihres Fahrzeugs einstellen können. Hierbei kann zwischen ortsfesten und mobilen Spiegeleinstellplätzen für Lkw unterschieden werden.

⁷¹ Siehe auch Fußnote 68 auf Seite 119, vermutlich ist hier der Nahbereichs-/Anfahrspiegel gemeint.

ORTSFESTE SPIEGELEINSTELLPLÄTZE

Bei ortsfesten Spiegeleinstellplätzen handelt es sich um Standplätze, auf denen die vorgeschriebenen Sichtbereiche der Rückspiegel auf dem Boden markiert sind. Der Lkw-Lenker kann somit anhand der Markierungen überprüfen, ob die Spiegel seines Fahrzeugs richtig eingestellt sind (vgl. BG Verkehr 2017: 13). Solche ortsfesten Spiegeleinstellplätze können beispielsweise bei Fuhrunternehmen oder deren Kunden errichtet werden. Das hat den Vorteil, dass die Lkw-Fahrer die Wartezeit bis zur Beladung gegebenenfalls sinnstiftend nutzen können. In Kopenhagen wurden im Jahr 2011 auch im Stadtgebiet spezielle Haltemöglichkeiten für Lkw eingerichtet, auf denen Lkw-Fahrer noch einmal in Ruhe die Einstellung ihrer Spiegel überprüfen können (vgl. Cavenett 2019).



ABBILDUNG 81: Beispiel für einen ortsfesten Spiegeleinstellplatz (Foto: AUVA/KfV/Nesvadba)

MOBILE SPIEGELEINSTELLPLÄTZE

Neben ortsfesten Spiegeleinstellplätzen, bei denen die Spiegel-Einstellfläche auf bestimmten Bodenarealen fest aufgebracht wird, gibt es auch mobile Spiegeleinstellplätze. Hierbei werden meist Spiegel-Einstellplanen verwendet, die von Experten in den jeweiligen Betrieben um einen Lkw herum ausgelegt werden. Anhand der Spiegel-Einstellplanen informieren die Experten die Lkw-Fahrer hinsichtlich der richtigen Spiegeleinstellung (vgl. BG Verkehr 2017: 13; Werner 2019: 4). Auch das KfV bietet in Kooperation mit der AUVA und der Wirtschaftskammer mit der Aktion „Alles im Blick! Spiegeleinstellung im Betrieb“ einen solchen mobilen Spiegeleinstellplatz an, bei dem Experten mittels Spiegel-Einstellplanen Lkw-Lenker bei der richtigen Einstellung der Spiegel unterstützen und damit das Bewusstsein für das Risiko des toten Winkels schärfen (vgl. WKO 2019; KfV 2019a).



ABBILDUNG 82: Beispiel für mobilen Spiegeleinstellplatz (vgl. Pollak 2019: 7)

6.2.2 BEWUSSTSEINSBILDUNG BETREFFEND SICHTBEHINDERUNGEN IM FAHRZEUG

Nicht nur Bewusstseinsbildungsmaßnahmen hinsichtlich der richtigen Spiegeleinstellung, sondern auch eine Sensibilisierung von Lkw-Fahrern bezüglich Sichtbehinderungen im Fahrzeug können einen Beitrag zur Sicherheit leisten. Denn oftmals sind Kaffeemaschinen, Namensschilder, Aufkleber, Wimpel oder andere Innendekorationen so im Führerhaus angebracht, dass die freie Sicht des Lkw-Lenkers durch diese eingeschränkt wird. Hierbei wird insbesondere das Sichtfeld vor dem Fahrzeug auf der Beifahrerseite stark reduziert, wodurch Personen oder Gegenstände auf der Straße oder am Fahrbahnrand nicht erkannt werden (vgl. DVR 2005).



ABBILDUNG 83: Beispiel für Sichtbehinderungen durch Innendekoration im Führerhaus: Sicht mit Innendekoration (links) und Sicht ohne Innendekoration (rechts; vgl. DVR 2005)

6.3 VERHALTENSTIPPS FÜR VERKEHRSTEILNEHMER

Die folgenden Verhaltenstipps sollten in der Bewusstseinsbildung zur Vermeidung von Toter-Winkel-Unfällen transportiert werden (u.a. vgl. KfV 2016, Malczyk 2019):

6.3.1 VERHALTENSTIPPS FÜR FUSSGÄNGER (BEISPIELE)

- Suchen Sie immer den Blickkontakt zu Lkw-Lenkern! Können Sie den Fahrer nicht sehen, dann sieht auch er Sie nicht!
- Denken Sie daran, dass Lkw-Lenker viele Spiegel beobachten müssen, in denen Sie als Fußgänger nur klein und verzerrt sichtbar sind.
- Rechnen Sie damit, dass nicht jeder Lkw-Fahrer vor jedem Abbiegen blinkt.
- Beobachten Sie das rechte Vorderrad des Lkw, an diesem erkennen Sie die Fahrtrichtung.
- Beachten Sie besonders das rechte Hinterrad eines Lkw, da dieses einen engeren Kurvenradius als das vordere Rad hat.
- Beachten Sie, dass Lkw, die rechts abbiegen, zunächst geradeaus in die Kreuzung fahren oder sogar nach links ausschwenken müssen, um den Bogen zu fahren.
- Die Spiegel am Lkw und eventuelle Spiegel im Verkehrsraum (z.B. der Trixi-Spiegel) garantieren keine Sicherheit, dass Sie der Lkw-Lenker auch tatsächlich sieht!
- Drehen Sie sich vor dem Überqueren einer Straße immer mit einem Schulterblick um und vergewissern Sie sich, dass Sie keinen Rechtsabbieger übersehen.
- Verzichten Sie im Zweifelsfall auf den eigenen Vorrang!
- Halten Sie deutlichen Abstand zu stehenden und haltenden Lkw – mindestens 5 m, besser mehr –, besonders wenn Sie vor oder hinter diesen Fahrzeugen die Fahrbahn queren möchten.

6.3.2 VERHALTENSTIPPS FÜR RADFAHRER (BEISPIELE)

- Suchen Sie immer den Blickkontakt zu Lkw-Lenkern! Können Sie den Fahrer nicht sehen, dann sieht auch er Sie nicht!
- Denken Sie daran, dass Lkw-Lenker viele Spiegel beobachten müssen, in denen Sie als Radfahrer nur klein und verzerrt sichtbar sind.
- Fahren Sie nicht rechts an einem stehenden Lkw, der eventuell abbiegen möchte, vorbei! Bleiben Sie hinter dem Fahrzeug, warten Sie, bis das Fahrzeug abgebogen ist und achten Sie auf Blinkzeichen.
- Rechnen Sie damit, dass nicht jeder Lkw-Fahrer vor jedem Abbiegen blinkt.
- Beobachten Sie das rechte Vorderrad des Lkw, an diesem erkennen Sie die Fahrtrichtung.
- Beachten Sie besonders das rechte Hinterrad eines Lkw, da dieses einen engeren Kurvenradius als das vordere Rad hat.
- Beachten Sie, dass Lkw, die rechts abbiegen, zunächst geradeaus in die Kreuzung fahren oder sogar nach links ausschwenken müssen, um den Bogen zu fahren.

- Die Spiegel am Lkw und eventuelle Spiegel im Verkehrsraum (z.B. der Trixi-Spiegel) garantieren keine Sicherheit, dass Sie der Lkw-Lenker auch tatsächlich sieht!
- Vergewissern Sie sich vor dem Überqueren einer Straße immer mit einem Schulterblick, dass Sie keinen Rechtsabbieger übersehen.
- Verzichten Sie im Zweifelsfall auf den eigenen Vorrang!
- Fahren Sie auch in der Annäherung an eine Kreuzung nicht rechts neben einem Lkw, sondern besser dahinter!
- Halten Sie beim Fahren hinter einem Lkw ausreichend Abstand, da der Lkw-Lenker den Bereich hinter dem Fahrzeug nicht sehen kann.
- Halten Sie deutlichen Abstand zu stehenden und haltenden Lkw.

6.3.3 VERHALTENSTIPPS FÜR LKW-FAHRER (BEISPIELE)

- Stellen Sie die Spiegel des Lkw immer auf die eigene Sitzposition ein.
- Überlegen Sie bei der ersten Nutzung eines Fahrzeugs immer, wo genau die toten Winkel sind.
- Nutzen Sie Spiegeleinstellplätze, um Ihre Spiegel optimal einzustellen.
- Blinken Sie vor dem Abbiegen mindestens drei Mal. Blicken Sie zuerst in den Rampenspiegel und dann in den Weitwinkelspiegel. Wiederholen Sie das, wenn Sie beginnen, das Lenkrad zu drehen. Machen Sie dann Blicksprünge zwischen der neuen Fahrtrichtung und dem Weitwinkelspiegel.
- Achten Sie beim Rechtsabbiegen besonders auf Fußgänger und Radfahrer!
- Beobachten Sie den Bereich vor und neben dem Fahrzeug (vor allem die rechte Seite) bereits, wenn Sie an der Kreuzung warten. Auch nach dem Anfahren können noch weitere Fußgänger oder Radfahrer in den toten Winkel treten bzw. einfahren.
- Schalten Sie bei Fahrten im dichtverbauten Gebiet Ihr Radio und andere Geräuschquellen aus und öffnen Sie das Fenster auf der Beifahrerseite, um Rufen, Fahrradklingeln und ähnliche Geräusche hören zu können.
- Führen Sie als Lenker eines kleinen Lkw vor dem Abbiegen immer den Schulterblick durch!
- Wählen Sie die Fahrgeschwindigkeit so, dass Sie alle diese Beobachtungsaufgaben in der verfügbaren Zeit unterbringen. Bedenken Sie, dass keinesfalls mehr als drei Blickzuwendungen in einer Sekunde möglich sind.
- Wenn Sie einen Beifahrer haben, lassen Sie sich von diesem bei Abbiegevorgängen unterstützen.
- Vermeiden Sie Gegenstände und Dekorationen im Fahrzeug, die Ihr direktes Sichtfeld oder die Sicht auf die Spiegel einschränken.
- Kontrollieren Sie vor dem Anfahren IMMER – auch nach verkehrsbedingtem Anhalten abseits von Kreuzungen – durch einen Blick in den Frontspiegel, dass sich niemand vor dem Fahrzeug befindet!

7 MASSNAHMEN-EMPFEHLUNGEN

FORCIERUNG DES EINBAUS VON ASSISTENZSYSTEMEN: FÖRDERUNG UND BEWERBUNG DER NACHRÜSTUNG MIT ABBLIEGEASSISTENTEN, FRÜHERE AUSSTATTUNG ALLER NEUFahrZEUGE

Die serienmäßige Ausstattung von Neufahrzeugen mit Abbiegeassistenten ist schon vor der gesetzlichen Verpflichtung 2024 zu fördern, ebenso wie die Nachrüstung der Bestandsfahrzeuge. Optimalerweise sollten Abbiegeassistenzsysteme mit einem Notbremssystem kombiniert werden.

PHASENTRENNUNG BEI LICHTSIGNALGEREGELTEN KREUZUNGEN

Eigene Phasen für den rechtsabbiegenden Verkehr können Konflikte abbiegender Schwerverfahrzeuge mit Fußgängern und Radfahrern verhindern. An allen lichtsignalgeregelten Kreuzungen innerorts, deren Ausgestaltung eine Phasentrennung erlaubt, sollte diese umgesetzt werden.

Auch wenn es dadurch zu einer Verlängerung der Umlaufzeit kommt, ist diese Maßnahme aus Sicht der Verkehrssicherheit sinnvoll und notwendig.

FREIHALTUNG VON KREUZUNGSBEREICHEN

Wenn die erforderlichen Sichtweiten für Fußgänger und Radfahrer im Kreuzungsbereich nicht gegeben sind, ist das Parkverbot von derzeit 5 Metern auszuweiten.

AUSBAU DES RADVERKEHRSNETZES

In Sachen Radverkehr ist eine Angebotsplanung für ein sicheres, geschlossenes und engmaschiges Radverkehrsnetz gefragt, damit das Unfallrisiko für Radfahrer nachhaltig minimiert wird. Planung und Ausbau sollten nach den entsprechenden Richtlinien umgesetzt werden (z.B. vorgezogene Haltelinie bei Lichtsignalanlagen, herangeführte bzw. abgesetzte Führung von Radwegen).

BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI UNGESCHÜTZTEN VERKEHRSTEILNEHMERN

Es wird noch einige Jahre dauern, bis alle Fahrzeuge mit einem Abbiegeassistenten ausgestattet sind. Auch die Umsetzung infrastruktureller und verkehrsorganisatorischer Maßnahmen braucht Zeit. Es ist daher unerlässlich, dass sowohl bei Kfz-Lenkern als auch bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern (Fußgängern und Radfahrern) das Bewusstsein für die Gefahren des toten Winkels geschärft wird.

Dies betrifft insbesondere folgende Bereiche:

- Bewusstseinsbildung bei Radfahrern über rechtsabbiegende Lkw, deren Fahrverhalten (Ausschwenken) und die – trotz Spiegeln und Kameras – oft eingeschränkte Sicht der Lkw-Lenker
- Bewusstseinsbildung bei Fußgängern über die Gefahren des Querens vor Lkw – etwa bei stillstehender Fahrzeugkolonne –, auch abseits von Kreuzungen

Um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen, sollte die Aufklärung über verschiedene Kanäle der Öffentlichkeitsarbeit, wie beispielsweise Folder, Plakate, Aufkleber, Vor-Ort-Aktionen, Social Media etc. erfolgen, jeweils angepasst an die jeweilige Zielgruppe, z.B. die Aktion „Toter Winkel“ für Schulklassen.

Optimalerweise werden mehrere Elemente in einer PR-Kampagne kombiniert, um Synergieeffekte zu erzielen und die Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen zu erhöhen. Auch Hinweisschilder und Bodenmarkierungen an Kreuzungen (siehe Kapitel 4.10 und 4.11) können Teil solcher Bewusstseinsbildungskampagnen sein.

Bewusstseinsbildung zum Thema Toter Winkel sollte bereits im Rahmen der Verkehrs- und Mobilitätsbildung im Kindergarten beginnen und auch die Fahrschulausbildung anderer Klassen als C und D umfassen.

BEWUSSTSEINSBILDUNG BEI LKW-LENKERN

Bewusstseinsbildung bei Lkw-Lenkern insbesondere über richtige Spiegeleinstellung (z.B. durch Aktionen in Betrieben wie die AUVA-Aktion „Alles im Blick“) und praktische Unterstützung der Lenker bei richtiger Spiegeleinstellung durch stationäre und mobile Spiegeleinstellplätze sind wesentliche Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit.

KORREKTE SPIEGELEINSTELLUNG ALS TEIL ROUTINEMÄSSIGER SCHWERFAHRZEUG-KONTROLLEN

Die ASFINAG hat bereits einen Lkw-Kontrollplatz (Ilztal) mit einem Spiegeleinstellplatz ausgerüstet. Die Kontrolle der korrekten Spiegeleinstellung sollte häufiger als bisher Teil von Schwerverkehrskontrollen der Exekutive sein.

AUS- UND WEITERBILDUNG DER LKW-LENKER

Beim Erwerb der Führerscheinklassen C1 bzw. C sollte sowohl in der theoretischen als auch in der praktischen Ausbildung verstärkt Augenmerk auf die Problematik „Verkehrssicherheit und toter Winkel“ gelegt werden. In den Lehrplänen für die Theorie- und Praxisausbildung für Lkw-Lenker sollten daher Lehrinhalte zum Thema Toter Winkel ergänzt werden. Entsprechende Kompetenzen der angehenden Lkw-Lenker sollten auch im Zuge der Führerscheinkontrolle überprüft werden. Zusätzlich sollte eine Sensibilisierung hinsichtlich der Problematik des toten Winkels auch im Rahmen der Aus- und Weiterbildungen für Berufskraftfahrer erfolgen. Berufskraftfahrer müssen innerhalb von 5 Jahren 35 Stunden Weiterbildung absolvieren. Im Rahmen dieser Weiterbildungen könnte dem Thema Toter Winkel mehr Aufmerksamkeit (beispielsweise durch Präsentation von Info-Videos) gewidmet werden. Ferner kann in der Weiterbildung die Verwendung von und der aktuelle Stand der Technik bei Assistenzsystemen kommuniziert werden.

NEUFAHRZEUG-SCHULUNGEN UND BEDIENUNGSANLEITUNGEN – FAHRZEUGKARTE

Eine weitere Möglichkeit, korrekte Spiegeleinstellungen vonseiten der Lkw-Lenker zu erreichen und damit einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit zu leisten, ist überdies eine verständliche Darstellung der richtigen Einstellung der Spiegel – die in der Führerschein-ausbildung meist nur mittels einer relativ kurzen Instruktion vermittelt wird – in der Bedienungsanleitung jedes Lkw. Darüber hinaus sollte auch bei der Auslieferung von Fahrzeugen durch die Lkw-Hersteller die richtige Spiegeleinstellung Bestandteil des Übergabegesprächs sein oder eine Einschulung zur richtigen Einstellung der Spiegel erfolgen. Darüber hinaus kann eine Informationskarte übergeben werden, auf der die korrekte Einstellung der Spiegel in Kurzform bildlich dargestellt wird.

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Fußgänger schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfalltypenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019	48
TABELLE 2: Unfälle mit Lkw (>3,5 t) im Ortsgebiet, bei denen Radfahrer schwer verletzt oder getötet wurden, nach Unfalltypenuntergruppen lt. RVS 02.02.21, 2015-2019	50
TABELLE 3: Überblick über die Regelung zum Aufbau der Lkw-Kabinen hinsichtlich des unmittelbaren Sichtbereichs nach der Verordnung (EU) 2019/2144.	65
TABELLE 4: Laut EU-Vorgaben erforderliche Spiegel nach Fahrzeugtypen	67
TABELLE 5: Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Kamera-Monitor-Systeme und Daten für deren Einbau in Lkw (Stand: Oktober 2020)	71
TABELLE 6: Überblick über die für die Problematik des toten Winkels relevanten Fahrerassistenzsysteme und Fristen für deren Vorhandensein nach der Verordnung (EU) 2019/2144.	73
TABELLE 7: Überblick über derzeit am Markt befindliche Lkw-Abbiegeassistenzsysteme (Stand: Oktober 2020)	75
TABELLE 8: Testergebnisse der Lkw-Abbiegeassistenten im Vergleich	79
TABELLE 9: Abbiegeassistenzsysteme, die über eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) des deutschen Kraftfahrt-Bundesamts für die Aus- und Nachrüstung an Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen verfügen (Stand: 5. Oktober 2020)	80
TABELLE 10: Beispielhafter Überblick über derzeit verfügbare Lkw-Notbremsassistenzsysteme mit Fußgänger- und Radfahrererkennung (Stand: Oktober 2020)	83
TABELLE 11: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw bei der Kontrolle am Verkehrskontrollplatz Ilztal im September 2020	117
TABELLE 12: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw vor und nach der Kampagne nach unterschiedlichen Spiegeltypen	119
TABELLE 13: Überblick über die Spiegeleinstellungen der Lkw bei 25 untersuchten Unfällen von Lkw mit Radfahrern	120
TABELLE 14: Überblick Literaturanalyse zur richtigen Spiegeleinstellung	121

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: Beispiel für tote Winkel bei Pkw – vereinfachte Darstellung	31
ABBILDUNG 2: Beispiel für tote Winkel bei Lkw – vereinfachte Darstellung	31
ABBILDUNG 3: Sichtfelder entsprechend der gesetzlich vorgeschriebenen Spiegel bei Lkw	32
ABBILDUNG 4: Sicht auf vor dem Fahrzeug stehende Fußgänger im Frontspiegel	34
ABBILDUNG 5: Fußgängerunfälle (links) und getötete Fußgänger (rechts) nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	37
ABBILDUNG 6: Radfahrerunfälle (links) und getötete Radfahrer (rechts) nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	37
ABBILDUNG 7: Gegenüberstellung Anteil Lkw-Unfälle und bei Lkw-Unfällen Getötete nach Lkw-Gewicht, Beteiligung Fußgänger (links) und Radfahrer (rechts), 2015-2019, in Prozent	38
ABBILDUNG 8: Verletzungsschwere von Fußgängern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	39
ABBILDUNG 9: Verletzungsschwere von Radfahrern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	40
ABBILDUNG 10: Alters- und Geschlechtsverteilung von verunglückten Fußgängern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent (Quelle: Statistik Austria 2020; Alter bei 57 Personen unbekannt, Geschlecht bei 15 Personen unbekannt)	41
ABBILDUNG 11: Alters- und Geschlechtsverteilung von getöteten Fußgängern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	41
ABBILDUNG 12: Alters- und Geschlechtsverteilung von verunglückten Radfahrern nach Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	42
ABBILDUNG 13: Alters- und Geschlechtsverteilung von getöteten Radfahrern nach Unfallgegner, 2015-2019, in Prozent	42
ABBILDUNG 14: Verunglückte Fußgänger nach Alter und Verletzungsschwere nach Kollisionsgegner, 2014-2018, in Prozents	43
ABBILDUNG 15: Verunglückte Radfahrer nach Alter und Verletzungsschwere nach Kollisionsgegner, 2014-2018, in Prozent	44
ABBILDUNG 16: Fußgängerunfälle nach Uhrzeit und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	45
ABBILDUNG 17: Radfahrerunfälle nach Uhrzeit und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	45
ABBILDUNG 18: Fußgängerunfälle und getötete Fußgänger nach Ortsgebiet / Freiland und Kollisionsgegner, 2015-2019, in Prozent	46
ABBILDUNG 19: Radfahrerunfälle und getötete Radfahrer nach Ortsgebiet / Freiland und Kollisionsgegner (ohne Alleinunfälle), 2015-2019, in Prozents	47
ABBILDUNG 20: Radfahrerunfälle nach Kollisionsgegner (ohne Alleinunfälle) nach Unfalltypenobergruppe, 2015-2019, in Prozent	47

ABBILDUNG 21: Bei Lkw-Unfällen (>3,5 t) im Ortsgebiet schwer verletzte und getötete Fußgänger und Radfahrer nach Unfalltyp, 2015-2019, in Prozent	52
ABBILDUNG 22: Bei Lkw-Unfällen (>3,5 t) im Ortsgebiet getötete Fußgänger und Radfahrer nach Unfalltyp, 2015-2019, in Prozents	52
ABBILDUNG 23: Anstoßstellen von Radfahrern bei Unfällen mit Lkw – Datensatz DEKRA 2014 (schwarz) und DEKRA/MHH 2004 (blau)	53
ABBILDUNG 24: Häufigste Unfallhergänge bei Unfällen von Fußgängern mit schweren Lkw (links) und Unfällen von Radfahrern mit schweren Lkw (rechts)	54
ABBILDUNG 25: Anteile der Toter-Winkel-Unfälle nach Bereich	55
ABBILDUNG 26: Anteile der Toter-Winkel-Unfälle nach Bereich	56
ABBILDUNG 27: Verkehrskonflikte an der Kreuzung Museumsstraße/Neustiftgasse in Wien (links) und an der Kreuzung Ringstraße/Brandströmstraße in Krems (rechts)	58
ABBILDUNG 28: Interaktion auf der Kreuzung mit anderen Verkehrsteilnehmern nach Verkehrsmittel	59
ABBILDUNG 29: Geschwindigkeit in der Annäherung nach Verkehrsmittel	59
ABBILDUNG 30: Maßnahmen zur Prävention der Problematik Toter Winkel	63
ABBILDUNG 31: Vergleich des in puncto toter Winkel „besten“ und „schlechtesten“ Lkw (links) und Darstellung des Konzepts der direkten Sicht (rechts). Beachte: Darstellung aus Großbritannien, daher seitenverkehrt!	64
ABBILDUNG 32: Vergleich hohe und niedrige Fahrerinnen bei Lkw	66
ABBILDUNG 33: Lkw-Fahrerinnen mit Glastür (links) und Lkw mit zusätzlichem Seitenfenster in der Beifahrertür (rechts)	66
ABBILDUNG 34: Der tote Winkel während des Abbiegevorgangs von Sattelkraftfahrzeugen	68
ABBILDUNG 35: Kamera-Monitor-System für den toten Winkel	70
ABBILDUNG 36: 360°-Sichtsysteme: Beispieldarstellung für die Anordnung der Kameras und die Darstellung auf dem Monitor (links) und Monitor eines 360°-Sichtsystems (rechts)	70
ABBILDUNG 37: Logo „Aktion Abbiegeassistent“ des deutschen Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur	81
ABBILDUNG 38: Beispiele für eine vorgezogene Haltelinie mit Aufweitung der Aufstellzone („Bike Box“), ohne und mit Einfärbung: Wien (links) und Hannover (rechts)	87
ABBILDUNG 39: Beispiele für eine vorgezogene Haltelinie, ohne und mit Einfärbung: Wien und Mannheim	87
ABBILDUNG 40: Beispiel für gemeinsame Fahrstreifen für geradeaus fahrende Radfahrer und rechts abbiegende Kfz: Heidelberg (links), Leipzig (Mitte) und Schweiz (rechts)	88
ABBILDUNG 41: Beispiele für vorgezogene Grünphasen für Radfahrer: Berlin (links), Leipzig (Mitte) und London (rechts)	89

ABBILDUNG 42: Beispiele für vorgezogene Grünphasen für Radfahrer mit Fahrrad-Detektoren: Zürich	90
ABBILDUNG 43: Beispiele für zeitlich getrennte Grünphasen: Wien (links) und Leipzig (rechts)	90
ABBILDUNG 44: Beispiel für eine abgesetzte Führung des Radwegs: 's-Hertogenbosch, Niederlande	91
ABBILDUNG 45: Beispiele für Sichteinschränkung im Kreuzungsbereich (links; Berlin) bzw. Verhinderung der Sichteinschränkung durch Parker mit Pollern (rechts; Hannover)	92
ABBILDUNG 46: Beispiel für eine Fahrbahnanhebung	92
ABBILDUNG 47: Beispiele für die Führung von Radfahrstreifen links der Rechtsabbiegespur: München (links) und Berlin (rechts)	93
ABBILDUNG 48: Direkte vs. indirekte Führung beim Linksabbiegen	94
ABBILDUNG 49: Indirekte Führung beim Linksabbiegen: Beispiel London	94
ABBILDUNG 50: Beispiele für ortsfeste Spiegel („Trixi-Spiegel“): Herlev (links), London (Mitte) und Freiburg (rechts)	94
ABBILDUNG 51: Beispiele für Hinweismarkierungen zur Warnung vor dem toten Winkel: Kopenhagen (links) und Niederlande (rechts)	96
ABBILDUNG 52: Beispiele für Warnschilder: Kanada (links) und Münster (rechts)	97
ABBILDUNG 53: Beispiele für Warnschilder mit Radfahrer-Detektion in Aarhus (links), System „See-Mi“ (Mitte links), System Bike-Flash (Mitte rechts) sowie einfaches Blinklicht in Chemnitz (rechts)	98
ABBILDUNG 54: Aktivierte LED-Warntafel in Salzburg	98
ABBILDUNG 55: Lane Lights am Hildmannplatz in Salzburg (links) und Konflikt vor Installation der Lane Lights (rechts)	99
ABBILDUNG 56: Fahrverbot (Safer Lorry Scheme) in London	101
ABBILDUNG 57: Beispiele für Flyer zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: Köln (links) und Münster (rechts)	105
ABBILDUNG 58: Beispiele für Flyer zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: Zürich (links) und Salzburg (rechts)	106
ABBILDUNG 59: Beispiele für Flyer und Infografiken zur Bewusstseinsbildung in Sachen toter Winkel: London (links), Niederlande (Mitte) und Österreich (rechts)	106
ABBILDUNG 60: Beispiele für Aufkleber: Münster (links; Mitte links und Mitte rechts) und Belgien (rechts)	107
ABBILDUNG 61: Beispiele für Aufkleber: Österreich	107
ABBILDUNG 62: Beispiele für Aufkleber: Deutschland	108
ABBILDUNG 63: Beispiel für Aufkleber: Kopenhagen	108
ABBILDUNG 64: Beispiel für Aufkleber: Dänemark	109

ABBILDUNG 65: Beispiel TV-Spot: Dänemark	109
ABBILDUNG 66: Beispiel Plakatkampagne: London	110
ABBILDUNG 67: Beispiel Plakatkampagne: UK	110
ABBILDUNG 68: Beispiel für Plakate: Regensburg	110
ABBILDUNG 69: Beispiel Kampagnenfilm: UK – Ausschnitte aus dem Video „Don't get caught between a lorry and a left turn“	111
ABBILDUNG 70: Beispiel Schulfilm „Der tote Winkel“	111
ABBILDUNG 71: Beispiel Aktion: Bologna	112
ABBILDUNG 72: Beispiel Aktion: Bordeaux	113
ABBILDUNG 73: Beispiel Aktion: Wien	113
ABBILDUNG 74: Beispiel für Kampagnenelemente – Bodenmarkierung Kopenhagen (links) und Fahrzeug-Aufkleber/Aufschrift (rechts)	114
ABBILDUNG 75: Beispiel Salzburg (links) und Duisburg (rechts)	114
ABBILDUNG 76: Beispiel Projekttag „Toter Winkel“ Wien	114
ABBILDUNG 77: Die KFV-Aktion „Toter Winkel“ mit Schülern	114
ABBILDUNG 78: Die KFV-Aktion „Toter Winkel“ mit Schülern	115
ABBILDUNG 79: Beispiele für Verkehrserziehungsunterlagen zum Thema Toter Winkel: Unterrichtsmaterialien (links), Ausschnitt aus „Helmi“-Folge (rechts)	116
ABBILDUNG 80: Beispiel für Verkehrserziehungsunterlagen zum Thema Toter Winkel: Comic „Risi und Ko“	116
ABBILDUNG 81: Beispiel für einen ortsfesten Spiegeleinstellplatz	122
ABBILDUNG 82: Beispiel für mobilen Spiegeleinstellplatz	123
ABBILDUNG 83: Beispiel für Sichtbehinderungen durch Innendekoration im Führerhaus: Sicht mit Innendekoration (links) und Sicht ohne Innendekoration (rechts)	123

VERZEICHNIS DER RECHTLICHEN REGELUNGEN ZUM TOTEN WINKEL

RECHTSQUELLE	GEGENSTAND
EU 2018/858; GVSR	EK-Vorschlag für eine Änderung der Typgenehmigungsverordnung – Fahrerassistenzsysteme und Aufbau der Fahrerkabinen: Anforderungen und Regelungen hinsichtlich der künftigen Ausstattung von Lkw mit Fahrerassistenzsystemen sowie zum Aufbau der Fahrerkabinen bzw. Fahrzeuge
2007/38/EG	EU-Vorgabe zur Ausstattung mit Spiegeln bei Lkw
§ 18 Abs. 8 KDV	Vorgabe zur Ausrüstung mit Lkw-Rückfahrwarnern
§ 102 Abs 1 KFG; § 57a KFG	Verpflichtung, Spiegel richtig einzustellen und in den Spiegel zu schauen
per VO gem. § 43 Abs 1b StVO	Erlassung von Fahrbeschränkungen (z.B. Abbiegeverbot) für Lkw ohne Abbiegeassistent für bestimmte Kreuzungen
§ 9 Abs 4a StVO	Doppelte Haltelinien – vorgezogene Aufstellfläche (sogenannte „Fahrradbox“)
RVS 03.02.13, 2014, S. 36	Abgesetzte oder nicht abgesetzte Führung des Radverkehrs
RVS 03.02.13, 2014, S. 37	Direktes oder indirektes Linksabbiegen
RVS 03.02.12, 2015, S. 20 ff. und RVS 03.02.13, 2014, S. 38	Fahrbahnanhebungen (Rampen) für den Kfz-Verkehr

Verzeichnis der rechtlichen Regelungen zum toten Winkel

QUELLENVERZEICHNIS

- ADAC (2015): Toter Winkel bei Lkw, Bus und Pkw. In: https://www.adac.de/_mmm/pdf/rv_2015_toter_winkel_1215_244315.pdf (21.07.2019)
- ADAC (2017): Test Lkw-Notbremsassistenten. In: https://www.adac.de/infotestrat/tests/assistenzsysteme/lkw_notbremsassistent_2017/default.aspx (29.08.2019)
- ADAC (2019a): Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen. In: <https://www.adac.de/infotestrat/technik-und-zubehoer/fahrerassistenzsysteme/grundlagen/default.aspx?ComponentId=236162&SourcePagelId=235423> (25.08.2019)
- ADAC (2019b): Lkw-Abbiegeassistenten im Vergleich. In: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/assistenzsysteme/lkw-abbiegeassistent/?redirectId=quer.Edeka%20Abbiegeassistent> (27.08.2019)
- ADAC (2019c): Information zu neuen Fahrzeugsystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit (General Safety Regulation 2019) In: https://www.adac.de/-/media/pdf/tet/general_safety_regulation.pdf?la=de-de&hash=F4E9B47FBB51F1DA7574B2FAE95136DD3781AEA9 (28.08.2019)
- ADAC (2020): Schrittgeschwindigkeit für Lkw beim Abbiegen. In: <https://www.adac.de/verkehr/recht/verkehrsvorschriften-deutschland/stvo-novelle/> (28.11.2020)
- Aktion Kinderunfallhilfe e.V. (2019): Aufkleber „Achtung: Toter Winkel!“ In: <https://www.kinder-unfallhilfe-online.de/aufkleber-achtung-toter-winkel-2/> (17.09.2019)
- Angenendt, Wilhelm, Balse, Arne, Klöckner, Dorothee (2006): Verbesserung der Radverkehrsführung an Knoten. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Verkehrstechnik Heft V 124. Berlin.
- APA OTS (2020): Erfolgreiche Erprobung des EYYES Abbiegeassistenten. https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20200918_OTS0091/korrektur-zur-ots-aussendung-ots0188-vom-17-september-erfolgreiche-erprobung-des-eyyes-abbiegeassistenten-bild (23.09.2020)
- ASTRA – Bundesamt für Straßen (2009): Forschungsauftrag Velomarkierungen. Schlussbericht. Bern.
- Avisen (2015): Nye regler skal forhindre højresvingsulykker. In: https://www.avisen.dk/nye-eu-regler-skal-forhindre-lastbilernes-hoejresvin_313083.aspx (17.09.2019)
- Axion (2020): Rundumsicht-Systeme In: <https://www.axionag.de/produkte/fahrerassistenzsysteme/rundumsicht-systeme/> (01.10.2020)
- Barth, Carsten (2019): Der Abbiege-Assistent und weitere intelligente Helfer. Daimler. Vortrag im Rahmen der KFV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- Behrendorff, Inge, Hansen, Lars Klit (1994): Sidespejle på lastbiler - brug og effekt af nærzone- og vidvinkelspejle. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning. Rapport 1/1994. In: http://arkiv.cykelviden.dk/filer/Sidespejle_paa_lastbiler.pdf (20.02.2020)

- Beschluss (EU) 2019/984 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 96/53/EG des Rates hinsichtlich der Frist für die Anwendung der besonderen Vorschriften über die höchstzulässige Länge von Führerhäusern, die eine verbesserte Aerodynamik und Energieeffizienz sowie eine bessere Sicherheit bieten.
- BG Verkehr (2017): Abbiegeunfälle vermeiden. SicherheitsProfi. Magazin der BG Verkehr. In: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2017/67704/pdf/sipro_gv_2_2017_web.pdf (17.09.2019)
- Bicycle Dutch (2018): A common urban intersection in the Netherlands. In: <https://bicycle-dutch.wordpress.com/2018/02/20/a-common-urban-intersection-in-the-netherlands/> (17.09.2019)
- Bike-Flash (2019): Neues Verkehrswarnsystem Bike-Flash wurde erstmalig in Garbsen aufgestellt. In: <https://bike-flash.de/> (16.09.2019)
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018): Förderrichtlinie für die Ausrüstung von Kraftfahrzeugen mit Abbiegeassistenzsystemen vom 28.11.2018, bekanntgegeben im Bundesanzeiger vom 20.12.2018, AT 20.12.2018 B5. In: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/foerderrichtlinie-abbiegeassistent-bundesanzeiger.pdf?__blob=publicationFile (05.11.2019)
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019): Abbiegeassistent. In: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Dossier/Abbiegeassistent/abbiegeassistent.html> (10.01.2020)
- BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2019a): Lkw-Gipfel: Maßnahmenpaket zur Verbesserung der Sicherheit vereinbart. Presseaussendung. In: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20190219_OTS0187/lkw-gipfel-massnahmenpaket-zur-verbesserung-der-sicherheit-vereinbart (21.07.2019)
- Blümel, Gerhard (LKW Abbiegeassistent. Nachrüstlösungen – Ergebnisse eines Praxistests. Vortrag im Rahmen der KfV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- Borioni, Mauro & Simone, Andrea (2016): Bikes and Heavy Vehicles: Pay attention to Blind Spots! <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/19826/bikes-heavy-vehicles-pay-attention-blind-spots/> (18.03.2019)
- Brake (2014): Protecting vulnerable road users from vehicle blind spots. Best practice guidance. London.
- Braun, Eveline, Winkelbauer, Martin (2021): Einführung von Abbiegeassistenzsystemen bei Lkw des Roten Kreuzes: Ergebnisse einer Fahrerbefragung. Unveröffentlichter Bericht.
- Brigade (2019a): Product Catalogue 2019. Preventing Collisions and Saving Lives. In: <http://www.ferdfeltbutik.se/res/2019-Catalogue-English.pdf> (25.08.2019)

- Brigade (2019b): Backeye®360. In: <https://brigade-electronics.com/de/products/backeye360/> (27.08.2019)
- Brigade (2020): Abbiegeassistent – Turn Assistant. In: <https://brigade-electronics.com/de/sicherheitsprodukte-fuer-nutzfahrzeuge/abbiegeassistent/> (02.10.2020)
- Bue, Jakob (2011): Trafiksikkerhed. In: <https://www.jakobbue.dk/Trafiksikkerhed> (17.09.2019)
- Bundeskanzleramt Österreich (2020): Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020-2024.
- Burchfield, Rob (2012): Progress report: request to experiment “9-105(E) colored bike lanes and bike boxes Portland OR”, tech. rep. Portland, Oregon.
- Campus Seestadt (2017): Projekttag Toter Winkel. In: http://campus-seestadt.at/wp-content/uploads/2017/09/IMG_9524.jpg (17.09.2017)
- Cavenett, Mike (2019): Copenhagen’s head of road safety explains what London can learn from the Danish experience. <https://lcc.org.uk/pages/lcc-dot-org-dot-uk-slash-pages-slash-torslov> (14.05.2019)
- Continental (2020): RightViu Rechtsabbiegeassistent. In: <https://www.continental-automotive.com/de-DE/Trucks-Buses/Vehicle-Chassis-Body/Advanced-Driver-Assistance-Systems/Radar-Based-System> (02.10.2020)
- Cycling Embassy of Denmark (2015): How to decrease right-turn accidents. <http://www.cycling-embassy.dk/2015/10/23/how-to-decrease-right-turn-accidents/> (14.05.2019)
- Cycling Embassy of Denmark (2017): New Danish bus campaign to prevent right-turn accidents. <http://www.cycling-embassy.dk/2017/02/24/new-bus-campaign-prevent-right-turn-accidents/> (17.09.2019)
- Daimler (2019a): Vorrüstung Rückfahrassistent. In: <https://mbs.mercedes-benz.com/de/econic/sicherheits-assistenzsysteme/vorruistung-rueckfahrassistent.html> (27.08.2019)
- Daimler (2019b): Econic. Das Konzept Econic: der Mensch im Mittelpunkt. In: https://www.mercedes-benz-trucks.com/de_DE/models/econic.html (27.08.2019)
- Daimler (2020a): Abbiegeassistent. Mehr Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer. In: <https://www.daimler.com/produkte/lkw/mercedes-benz/abbiegeassistent.html> (02.10.2020)
- Daimler (2020b): Der Active Brake Assist 5 wird Serie. In: https://roadstars.mercedes-benz.com/de_AT/magazine/2020/roadstars-exclusive/the-active-brake-assist-5-becomes-standard-equipment.html?uid=b028dfad-2bf6-3436-9161-035152328ee1 (22.12.2020)
- Daimler (2020c): Mercedes-Benz Trucks präsentiert zwei Weltneuheiten im Lkw für mehr Sicherheit auf der Straße. In: <https://media.daimler.com/marsMedia-Site/de/instance/ko.xhtml?rs=1&ls=L2RIL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29p-ZD00NzUyODA3OSZyZWxJZD02MDgyOSZmcm9tT2lkPTQ3NTI4MDc5J-mJvcmlcnM9dHJ1ZSZeXN1bHRJbmZvVHlwZUIkPTQwNjI2JnZpZXduXeXBIP->

Wxpc3Qmc29ydERIZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULTlmdGh1bWJTY2FsZU-
luZGV4PTAmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NSZmcm9tSW5mb1R5cGVJZD00MDYyOA!!
&oid=47504429 (25.09.2020)

Daimler (2020d): Totwinkel-Kamera-System. In: <https://mbs.mercedes-benz.com/de/econic/sicherheits-assistenzsysteme/totwinkel-kamera-system.html> (01.10.2020)

Danish Transport and Logistics Association (2006): Alle cyklister burde se disse klip. In: <https://www.dindebat.dk/topic/427926-alle-cyklister-burde-se-disse-klip/> (20.02.2020)

De Ceunynck, Tim, Sloomans, Freya, Temmerman, Philip, Daniels, Stijn (2019): In-depth investigation of crashes involving heavy goods vehicles. Analysis of rear-end collisions, blind spot crashes and crashes where the heavy goods vehicle driver was not wearing a seatbelt. Vias Institute. Brüssel.

Die Presse (2020), Abbiegeassistent-Pflicht für Wien rechtswidrig? SPÖ und Grüne uneinig. <https://www.diepresse.com/5905520/abbiegeassistent-pflicht-fur-wien-rechtswidrig-spo-und-grune-uneinig> (15.12.2020)

DiGiola, Jonathan, Watkins, Kari Edison, Xu, Yanzhi, Rodgers, Michael, Guensler, Randall (2017): Safety impacts of bicycle infrastructure: A critical review. *Journal of Safety Research* 61. S. 105-119.

Dill, Jennifer, Monsere, Christopher M., McNeil, Nathan (2012): Evaluation of bike boxes at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 44, S. 126–134.

DKNYT (2013): Færre højresvingsulykker de sidste 12 år. In: <https://www.dknyt.dk/artikel/68992/faerre-hojresvingsulykker-de-sidste-12-ar> (17.09.2019)

Dodehoek (2019): Blijf uit de dode hoek! In: <http://www.rtveen.nl/wp-content/uploads/2013/09/dode-hoek-1.jpg> (17.09.2019)

Dometic (2020): Dometic PERFECTVIEW CAM 360 AHD. In: https://www.dometic.com/de-de/de/produkte/sicherheit-und-schutz/fahrassistenzsysteme/r%C3%BCckfahrsysteme/dometic-perfectview-cam360ahd-_241449 (01.10.2020)

DVR – Deutscher Verkehrssicherheitsbeirat e.V. (2005): Tipps für Profis. Thema: Freie Sicht – Sichtfeld. Sehen und gesehen werden. In: https://www.bgl-ev.de/images/downloads/initiativen/tipps_sichtfeld.pdf (18.09.2019)

EBE solutions (2019): Lane lights. In: <http://www.ebe-solutions.at/de/ebe-road/lane-lights> (30.09.2019)

ECF – European Cyclists’ Federation (2014): Opinion: Can the EU make lorries safer across the EU? In: <https://ecf.com/news-and-events/news/opinion-can-eu-make-lorries-safer-across-eu> (20.02.2020)

Ecker, Horst & Lindl, Helmut (2014): „Blind-spots“ und die Untersuchung der Sichtverhältnisse von LKW-Fahrern. EVU-Konferenz 2014, Kopenhagen.

- Efferding, Susanne (2015): Im Toten Winkel. In: <http://hamburg.adfc.hauptsache.net/verkehr/themen-a-z/verkehrsunfaelle/im-toten-winkel/> (25.08.2019)
- ETSC – European Transport Safety Council (2015): London requires lorry side guards and upgraded mirrors to protect cyclists. <https://etsc.eu/london-requires-lorry-side-guards-and-upgraded-mirrors-to-protect-cyclists/> (14.05.2019)
- ETSC – European Transport Safety Council (2019): Longer, safer lorry cabs permitted two years earlier. In: <https://etsc.eu/longer-safer-lorry-cabs-permitted-two-years-earlier/> (19.08.2019)
- Fenn, B., Dodd, M., Smith, L., McCarthy, M., Couper, G. (2005): Potential Casualty Savings from fitting blind spot mirrors (Class V Mirrors) to Heavy Goods Vehicles – Final Report. TRL. In: <https://trl.co.uk/reports/PPR013> (20.02.2020)
- FKA – Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen (2012): Design of a Tractor for Optimised Safety and Fuel Consumption. Final Report. In: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/media/2012%2002%20FKA%20Smart%20Cab%20study_web.pdf (19.08.2019)
- Gerike, Regine, Parkin, John (2016): Cycling Futures: From Research into Practice. Routledge. Oxon.
- Gov.uk (2016): New THINK! Campaign to improve cyclists' safety. <https://www.gov.uk/government/news/new-think-campaign-to-improve-cyclists-safety> (14.05.2019)
- GUVU – Gesellschaft für Ursachenforschung bei Verkehrsunfällen e.V. – Sichere Mobilität (2015): Wichtige Ergebnisse aus unserem Kongress „Kinderunfälle im Straßenverkehr“ am 17. und 18. November 2015 in der Deutschen Hochschule der Polizei (DHPol) in Münster-Hiltrup.
- Hell, Wolfram (2016): Rechtsabbiegende Lkw's. Fahrradfahrer und Fussgänger. Vortrag am 24.08.2016 in München im Rahmen der BH Fahrzeughaltung HH.
- Horn, Burkhard, Menge, Julius, Spiegelberg, Ina (2015): Sicher geradeaus! Leitfaden zur Sicherung des Radverkehrs vor abbiegenden Kfz. Berlin.
- Hunter, William W. (2000a): Evaluation of a combined bicycle lane/right turn lane in Eugene, Oregon. Tech. Rep. FHWA-RD-00-151 McLean, VA: FHWA.
- Hunter, William W. (2000b): Evaluation of Innovative Bike-Box Application in Eugene, Oregon. Transportation Research Record 1705. S. 99–106.
- HVU – Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (2006): Ulykker mellem højresvingendelastbiler og ligeudkørende cyklister. Kopenhagen. In: http://www.hvu.dk/SiteCollectionDocuments/HVUrapport04_Hoejresving.pdf (20.02.2020)
- HVU – Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (2016): Ulykker med Lastbiler. Temarapport nr. 13. In: http://www.hvu.dk/SiteCollectionDocuments/lastbil/Rapp13_UlykkerLastbilerNov16.pdf (20.02.2020)

- Isager, Randi (2009): Markant nedgang i højresvingsulykker. In: <https://www.dr.dk/nyheder/indland/markant-nedgang-i-hoejresvingsulykker> (20.02.2020)
- Jensen, Søren U., Rosenkilde, Clas, Jensen, Niels (2006): Road Safety and perceived risk of cycle facilities in Copenhagen. In: <https://www.vehicularcyclist.com/copenhagen1.pdf> (16.09.2019)
- Kabell, Morten (2017): Danish Solution to Commuter Pollution. Interview. ITS International September/October 2017. S. 16-18. https://itsworldcongress.com/wp-content/uploads/2017/11/ITS-SeptOct_2017_Interview_REPRINT.pdf (14.05.2019)
- Kärber, Nathalie, Lehmann, Sarah, Rocktäschel, Christin (2017): Handreichung und Material zur Unterrichtseinheit „Vorsicht: Toter Winkel!“ In: https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/vpsy/ressourcen/dateien/studium/projekte/grundschule/VorsichtToterWinkel_Lehmann-Rocktaeschel-Kaerber.pdf?lang=de (17.09.2019)
- Karlsson, Kim, Svensson, Ola (2016): Positionshjälpmedel för Asfaltvältar. En Utvecklingsprocess. In: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:940711/FULLTEXT02> (25.08.2019)
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2020). Aktion Abbiegeassistent - Freiwillige Aus- und Nachrüstung von Lastkraftwagen und Bussen mit Abbiegeassistenzsystemen. In: https://www.kba.de/DE/Typgenehmigung/Typgenehmigungen/Typgenehmigungserteilung/Abbiegeassistent/abbiegeassistent_node.html (05.10.2020)
- KFV (2016): Sicherheitsdossier. Toter Winkel bei Lkw. Wien.
- KFV (2017): Erhebung zur vorgezogenen Haltelinie „Bike Box“. MiRo Mobility GmbH. (unveröffentlicht)
- KFV (2018a): Präventionskampagne: Raus aus dem Toten Winkel. In: <https://www.kfv.at/praeventionskampagne-raus-aus-dem-toten-winkel/> (16.09.2019)
- KFV (2018b): Helmi Kindersicherheitsclub: Im unsichtbaren Winkel. In: https://www.youtube.com/watch?v=CnVtx3_UuNs (17.09.2019)
- KFV (2019a): Folder „Alles im Blick! Spiegeleinstellung im Betrieb“. In: <https://www.wko.at/branchen/w/transport-verkehr/transporteure/Folder-Spiegeleinstellung.pdf> (18.09.2019)
- KFV (2019b): Toter Winkel; Untersuchung der Toter-Winkel-Problematik zwischen rechtsabbiegenden LKW und Radfahrenden in Salzburg anhand der Kreuzung Vogelweiderstraße / Breitenfelderstraße. Unveröffentlicht.
- Knight, I. (2011): A study of the implementation of Directive 2007/38/EC on the retrofitting of blind spot mirrors to HGVs. Project Report PPR588. Transport Research Laboratory. London
- Kraftfahrzeuggesetz 1967 (KFG 1967) – Bundesgesetz vom 23. Juni 1967 über das Kraftfahrwesen, BGBl. Nr. 267/1967 in der Fassung BGBl. I Nr. 37/2020.

- Kraftfahrgesetz-Durchführungsverordnung 1967 (KDV 1967) – Verordnung des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie vom 30. November 1967 über die Durchführung des Kraftfahrgesetzes 1967, BGBl. Nr. 399/1967 in der Fassung BGBl. II Nr. 394/2019.
- Kuna, Antonio (2011): Retrospektive Analyse tödlicher Lastkraftwagenunfälle. Diplomarbeit. Hochschule für angewandte Wissenschaften FH München.
- Land Tirol (2007): mobile. Impulse für eine nachhaltige Mobilität. Kufstein.
- Landesverkehrswacht NRW (2015): Vorstellung der Aktion „Vorsicht Toter Winkel!“. In: https://www.hspv.nrw.de/fileadmin/user_upload/Nipper_Vorsicht_Toter_Winkel.pdf (22.10.2020)
- Loskorn, Jeff, Mills, A. F., Brady, J. F., Duthie, J. C., Machemehl, R. B. (2013): Effects of bicycle boxes on bicyclist and motorist behavior at intersections in Austin, Texas. *Journal of Transportation Engineering* 139. S. 1039–1046.
- LUIS Technology (2020): LUIS Abbiegeassistent TURN DETECT. In: <https://shop.luis.de/abbiegeassistenten/luis-turn-detect-bmvi-konform.html> (02.10.2020)
- Madsen, Tanja, Kidholm Osman, Lahrmann, Harry (2017): Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies. *Transportation Research Part F* 46. S. 438-450.)
- Malczyk, Axel (2019a): Unfälle zwischen schweren Lkw und Fußgängern. Vortrag im Rahmen des DACH-Treffens am 13.06.2019 in Berlin. Unfallforschung der Versicherer.
- Malczyk, Axel (2019b): Unfälle schwerer Lkw mit Fußgängern und Radfahrern. Unfallforschung kompakt Nr. 94. Unfallforschung der Versicherer. In: <https://udv.de/de/publikationen/unfallforschung-kompakt/unfaelle-zwischen-schweren-lkw-und-fussgaengern> (10.01.2020)
- MAN (2019): Focus on Safety. Fahrerassistenzsysteme EBA & Abbiegesicherheit. Vortrag im Rahmen des Fahrlehrer-/&Prüfer-Tags. In: <https://www.wko.at/branchen/transport-verkehr/fahrschulen-allgemeiner-verkehr/toter-winkel-notbrems-assistent.pdf> (28.08.2019)
- MEKRA (2020): Abbiegeassistent MEKRA AAS 1312. In: <https://www.mekratronics.de/de/produkte/abbiegeassistent-system-aas/> (02.10.2020)
- Michel, Janina S. (2019): Toter Winkel – Herleitung von Problemfeldern und Entwicklung von Maßnahmen bei Unfällen mit rechtsabbiegenden Lkw und geradeaus fahrendem Radverkehr an unfallauffälligen Knotenpunkten in Berlin. Dissertation. Technische Universität Berlin.
- Mobileye (2019): Mobileye Shield+™ - Abbiegeassistent. In: <https://www.mobileye.com/de-de/produkte/mobileye-shield/> (27.08.2019)
- Motec (2020): 360°-Rundumsicht. In: <https://www.motec-cameras.com/rundumsichtssystem/> (01.10.2020)
- Niewöhner, Walter, Berg F. Alexander (2004): Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe F: Fahrzeugtechnik* (54)

- ÖAMTC (2019a): ÖAMTC testet Nachrüstlösungen für Lkw-Abbiegeassistenten. In: <https://www.oeamtc.at/presse/oeamtc-testet-nachruerstloesungen-fuer-lkw-abbiegeassistenten-31374043> (30.09.2019)
- ÖAMTC (2019b): ÖAMTC macht Toten Winkel bei Lkw sichtbar. In: <https://www.oeamtc.at/presse/oeamtc-macht-toten-winkel-bei-lkw-sichtbar-30110852> (17.09.2019)
- ÖAMTC (2019c): ÖAMTC zu Lkw-Sicherheitsgipfel: Wichtige Schritte für mehr Verkehrssicherheit. In: <https://www.oeamtc.at/news/oeamtc-zu-lkw-sicherheitsgipfel-wichtige-schritte-fuer-mehr-verkehrssicherheit-30198308> (17.09.2019)
- Orlaco (2014): Truck Mirrors Create an Illusion of Road Safety. In: <https://www.oralco.com/media/news/truck-mirrors-create-an-illusion-of-road-safety> (20.02.2020)
- Orlaco (2019a): CornerEye®: Truck Blind Spots Made Visible Thanks to a 270° Camera. In: <https://www.oralco.com/cornereye> (27.08.2019)
- Orlaco (2019b): RadarEye®-System. In: <https://odp.oralco.com/Download/Doc.aspx?doc=ekNzUGVuVWJSQ1d6aUs2UnJoSVdPeWpXVXF1dmZZWFJ0R2d2WIFveEc3ZzV0N2RNRVB6cTRXOGc1YlcyalpaQ1hYZDMYQXdBaFVrVlpYS3hySWNOUmNsMUs-vOXpmQkZHUTVkvGtZNCtOSFhEcWRuczdHZmRCSnRjQ3pRTElrNFQ3a0t0Q0tP-S0pDRXAYWnRTTVI6VC9nPT01&returnurl=https%3A%2F%2Fwww.oralco.de%2Fdownload-failed> (28.08.2019)
- Orlaco (2020): SideEye™: Aktiver Abbiegeassistent für erhöhte Sicherheit in toten Winkeln. In: https://www.oralco.de/sideeye?gclid=EALalQobChMIpqaP-LWV7AIVjakYCh3b6QZqEAA-YASAAEgLLjFD_BwE (02.10.2020)
- Pattinson, Warwick, Thompson, Russell G. (2014): Trucks and Bikes: Sharing the Roads. 8th International Conference on City Logistics. Procedia – Social and Behavioral Sciences 125. S. 251-261.
- Pokorny, Petr, Drescher, Jerome, Pitera, Kelly, Jonsson, Thomas (2017): Accidents between freight vehicles and bicycles, with a focus on urban areas. Transport Research Procedia 25. S. 999-1007
- Pollak, Felicitas (2019): Spiegeleinstellung bei Lkws. Aktion für Betriebe. Vortrag im Rahmen der KfV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- Presto (2012): Kreuzungen mit Ampelregelung. Give Cycling A Push. Merkblatt zur Realisierung. http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/08_PRESTO_Infrastruktur_kreuzungen_mit_ampelregelung.pdf (23.08.2019)
- Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung (PBStV) – Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr, mit der Bestimmungen über die Durchführung der besonderen Überprüfung und wiederkehrenden Begutachtung von Fahrzeugen sowie über die Prüfung von Fahrtschreibern, Kontrollgeräten und Geschwindigkeitsbegrenzern festgelegt werden, BGBl. II Nr. 78/1998 in der Fassung BGBl. II Nr. 65/2018.

- Radlobby (2019): Nachbericht: Gipfel zum Lkw Abbiegeassistenten. In: <https://www.radlobby.at/oesterreich/nachbericht-gipfel-zum-lkw-abbiegeassistenten> (24.09.2019)
- Rau, Andrea (2010): Wirksamkeit ortsfester Spiegel zur Reduzierung des Toten Winkels: Abschlussbericht zum Projekt im Auftrag der ADAC-Stiftung. TU Kaiserslautern. Institut für Mobilität und Verkehr.
- Regelung Nr. 46 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Einrichtungen für indirekte Sicht und von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Anbringung solcher Einrichtungen (gesamter gültiger Text bis Ergänzung 1 zur Änderungsserie 04)
- Regelung Nr. 131 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Notbremsassistentensystems (AEBS) (gesamter gültiger Text bis Ergänzung 1 zur Änderungsserie 01)
- Richtlinie 2003/97/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. November 2003 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Typgenehmigung von Einrichtungen für indirekte Sicht und von mit solchen Einrichtungen ausgestatteten Fahrzeugen sowie zur Änderung der Richtlinie 70/156/EWG und zur Aufhebung der Richtlinie 71/127/EWG
- Richtlinie 2007/38/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Juli 2007 über die Nachrüstung von in der Gemeinschaft zugelassenen schweren Lastkraftwagen mit Spiegeln. In: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0038&from=EN> (30.09.2019)
- Richtlinie 2014/47/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 über die technische Unterwegskontrolle der Verkehrs- und Betriebssicherheit von Nutzfahrzeugen, die in der Union am Straßenverkehr teilnehmen, und zur Aufhebung der Richtlinie 2000/30/EG
- Richtlinie (EU) 2015/719 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2015 zur Änderung der Richtlinie 96/53/EG des Rates zur Festlegung der höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr in der Gemeinschaft sowie zur Festlegung der höchstzulässigen Gewichte im grenzüberschreitenden Verkehr.
- Ritter, Stefanie (2014): Kollisionen zwischen rechts abbiegenden Lkw und Fahrrädern - ein Update nach zehn Jahren. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik VKU 9/2014. S. 296-305
- .Ritter, Stefanie (2019): Ergebnisse aus der DEKRA-Unfallforschung. Vortrag im Rahmen der KfV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- RVS – Richtlinien und Vorschriften für den Radverkehr 03.02.12 (2015): Fußgängerverkehr, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Arbeitsgruppe „Stadtverkehr“, Arbeitsausschuss „Nicht motorisierter Verkehr“ (Hrsg.), Ausgabe 1. Oktober 2015, Wien

- RVS – Richtlinien und Vorschriften für den Radverkehr 03.02.13 (2014): Radverkehr, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Arbeitsgruppe „Stadtverkehr“, Arbeitsausschuss „Nicht motorisierter Verkehr“ (Hrsg.), Ausgabe 1. Februar 2014, Wien.
- Robatsch, Klaus (2015): RVS Radverkehr – Getrennte oder gemischte Linienführung. In: <https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:eaf603f9-0d5d-405c-a13c-80d336514ebb/Robatsch-Radverkehr-RVS.pdf> (29.08.2019)
- Salzburger Nachrichten (2019): Lkw erfasste beim Abbiegen RadfahrerIn in Wels – Frau tot. 20. August 2019. In: <https://www.sn.at/panorama/oesterreich/lkw-erfasste-beim-abbiegen-radfahrerIn-in-wels-frau-tot-75086899> (27.11.2020)
- Salzburgergrad (2018): Achtung: toter Winkel! In: <https://www.salzburgergrad.at/aktionen/sicherheitsaktion-bdquototer-winkel/achtung-toter-winkel/> (29.11.2020).
- SCHIG – Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH (2020a): Förderung Rechts-Abbiegeassistenzsysteme 2019-2024. In: <https://www.schig.com/artikel/34c31aa76c-foerderung-rechts-abbiegeassistenzsysteme-2019-2024> (22.10.2020)
- SCHIG – Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH (2020b): Ausschreibungsleitfaden zur Gewährung einer Förderung für die Ausrüstung von Kraftfahrzeugen mit Rechts-abbiegeassistenzsystemen. In: https://www.schig.com/fileadmin/sites/main/Documents/Calls/2019-Rechts-Abbiegeassistenzsystemen/20200320_Foerderrichtlinie.pdf (22.10.2020)
- Schilder, Björn (2018): Reduzieren Verkehrsspiegel Unfälle an Knotenpunkten? – Eine Evaluierung der Verkehrsspiegel in Münster. Masterarbeit. Technische Universität Dortmund.
- Schmidt, Dirk (2017): Vorgezogene Haltelinie auf Radfahrstreifen in der Bismarckstraße in Mannheim 2017 In: <https://qimby.net/image/503/vorgezogene-haltelinie-auf-radfahrstreifen-in-der-bismarckstrasse-in-mannheim-2017> (17.09.2019)
- Sicheres Vorarlberg (2020): TRIXI – TOTER WINKEL. In: <https://www.sicheresvorarlberg.at/programmangebot/trixi-toter-winkel/> (29.11.2020)
- Slovenian Traffic Safety Agency (2014): Best Practice Examples of Safe Cycling in Europe. Lubljana.
- Snizek + Partner (2017): Untersuchungen verkehrstechnischer Lösungen zur Führung von RadfahrerInnen und FußgängerInnen an VLSA-geregelten Kreuzungen. Endbericht. Wien.
- Stadt Bordeaux (2018): La Sécurité à Vélo. Les Angles Morts. In: <https://sedeplacer.bordeaux-metropole.fr/Velo/Securite-et-signalisation/La-securite-a-velo>
- Stadt Berlin (2010): Ampeln & Co. Sicherheit hat Vorrang. In: <https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/lenkung/ampeln/sicherheit/index.shtml> (17.09.2019)

- Stadt Freiburg (2010): Untersuchung zu Pilotprojekt „Wirksamkeit von Trixi-Spiegeln zur Reduzierung des Toten Winkels“ vorgelegt. Pressemitteilung. https://www.bauing.uni-kl.de/fileadmin/imeove/dateien/Projektberichte/PM_trixispiegel.pdf (30.09.2019)
- Stadt Köln (2020): Der Tote Winkel. In: <https://www.stadt-koeln.de/artikel/04303/index.html> (29.11.2020)
- Stadt Münster (2004): Fahrradfahren in Münster. Radfahrer im toten Winkel. In: <https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/135303/1/DF9609.pdf> (29.11.2020)
- Stadt Münster (2020) Verkehrssicherheit. Ausgewählte Kampagnen. In: <https://www.stadt-muenster.de/verkehrsplanung/verkehrssicherheit/kampagnen.html> (29.11.2020)
- Stadt Wien (2019): Stadt prüft Fahrverbot für Lkw ohne Abbiegeassistenten. In: <https://www.wien.gv.at/verkehr-stadtentwicklung/lkw-abbiegeassistent.html> (30.09.2019)
- Stadt Zürich (2020): Toter Winkel. In: <https://www.stadt-zuerich.ch/pd/de/index/stadtpolizei-zuerich/praevention/verkehrsunfallpraevention/Toterwinkel.html> (29.11.2020)
- Österreichische Straßenverkehrsordnung 1960 (StVO 1960) – Bundesgesetz vom 6. Juli 1960, mit dem Vorschriften über die Straßenpolizei erlassen werden, BGBl. Nr. 159/1960 in der Fassung BGBl. I Nr. 24/2020.
- Deutsche Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. April 2020 (BGBl. I S. 814) geändert worden ist
- Summerskill, Steve, Russell, Marshall, Lenard, James (2014): The design of category N3 vehicles for improved driver direct vision. Final report. In: https://repository.lboro.ac.uk/articles/The_design_of_category_N3_vehicles_for_improved_driver_direct_vision/9353474 (24.09.2019)
- Summerskill, Steve, Russell, Marshall, Paterson, Abby, Reed, Steve (2015): Understanding Direct and Indirect Driver Vision in Heavy Goods Vehicles. Final report. In: <https://pdfs.semanticscholar.org/8c3d/3c1edb059f887ae3ec5e902fd47d4a781c9d.pdf> (24.09.2019)
- Sustrans (2015): Junctions and crossings: cycle friendly design. Design Manual Chapter 7. Bristol.
- SVOW (2015): Fact Sheet Blind spot crashes. The Hague. In: https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/gearchiveerde-factsheet/uk/fs_blind_spot_crashes_archived.pdf (14.05.2019)
- Think! (2015): Cycle safety tips 2015. <https://www.think.gov.uk/campaign/cycle-safety-tips-2015/#get-this> (17.09.2019)
- Traffikverket (2011): Högersvängande tunga fordon och oskyddade trafikanter i korsningar. Solna.
- Trafiksyrelsen (2014): Strategy to prevent accidents between straight going bicycles and right turning lorries. Excerpts from the Danish Strategy. Copenhagen.

- Transport Canada (2018): Safety Measures for Cyclists and Pedestrians around heavy vehicles. Summary Report.
- Transport & Environment (2016): Eliminating truck blind spots – a matter of (direct) vision. A comparison of best vs worst in class truck direct vision. In: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2016_07_Trucks_direct_vision_briefing_FINAL_0.pdf (24.09.2019)
- Transport for London (2010): Trial of roadside safety mirrors for cycle visibility. London.
- Transport for London (2018): New cycle infrastructure on London's streets. Summary report of on-street trials. July 2018.
- Transport for London (2019): Mind the Gap. In: <https://www.fors-online.org.uk/resource.php?name=Cycle%20safety%20posters> (17.09.2019)
- Transport for London (2020a): Direct Vision Standard and HGV Safety Permit. In: <https://tfl.gov.uk/info-for/deliveries-in-london/delivering-safely/direct-vision-in-heavy-goods-vehicles> (27.11.2020)
- Transport for London (2020b): Safer Lorry Scheme. In: <https://tfl.gov.uk/info-for/deliveries-in-london/delivering-safely/safer-lorry-scheme?intcmp=38843> (27.11.2020)
- Truckstar (2014): Nieuwe dode hoek-sticker. In: <https://truckstar.nl/nieuwe-dode-hoek-sticker/> (17.09.2019)
- UN-Regelung Nr. 151 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Totwinkel-Assistenten zur Erkennung von Fahrrädern (gesamter gültiger Text bis Ergänzung 1 zur ursprünglichen Fassung der Regelung)
- UDV – Unfallforschung der Versicherer im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2020): Fahrversuche LKW – Protected Intersection. Unfallforschung kommunal Nr. 37. In: <https://udv.de/de/strasse/kreuzung/geschuetzte-kreuzung> (27.11.2020)
- Van Rooijen (2019): Voertuigsticker dodehoek. In: <https://www.vanrooijen.nl/nieuws/voertuigsticker-dodehoek> (17.09.2019)
- Verordnung (EU) 2019/2144 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge im Hinblick auf ihre allgemeine Sicherheit und den Schutz der Fahrzeuginsassen und von ungeschützten Verkehrsteilnehmern, zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/858 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 78/2009, (EG) Nr. 79/2009 und (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnungen (EG) Nr. 631/2009, (EU) Nr. 406/2010, (EU) Nr. 672/2010, (EU) Nr. 1003/2010, (EU) Nr. 1005/2010, (EU) Nr. 1008/2010, (EU) Nr. 1009/2010, (EU) Nr. 19/2011, (EU) Nr. 109/2011, (EU) Nr. 458/2011, (EU) Nr. 65/2012, (EU) Nr. 130/2012, (EU) Nr. 347/2012, (EU) Nr. 351/2012, (EU) Nr. 1230/2012 und (EU) 2015/166 der Kommission

- Verordnung (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern und von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer allgemeinen Sicherheit
- Wannenmacher, Erwin, Schwaighofer, Peter (2020): Evaluierung der Spiegeleinstellung bei schweren Lkw. Verkehrskontrollplatz Ilztal, 01. Und 02. Sept 2020. Vortrag im Arbeitsausschuss Lkw am 21.09.2020.
- Weiss, Peter (2019): Abbiegeunfälle. Maßnahmen der Stadt Salzburg. Vortrag im Rahmen der KfV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- Werner, Wolfgang (2019): Erfahrungen mit einem Spiegeleinstellplatz. Vortrag im Rahmen der KfV-Fachtagung „Wie lassen sich Abbiegeunfälle durch den toten Winkel künftig vermeiden? Neue Maßnahmen und Initiativen“ am 25.06.2019 in Wien.
- Winkelbauer, Martin (2015): Sichtabschattung aus Omnibussen. Risikobereiche für Kinder. Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Wirtschaftsbetriebe Duisburg (2016): Toter Winkel. In: <https://www.wb-duisburg.de/unternehmen/toter-winkel.php> (17.09.2019)
- WKO (2019): Spiegel am Lkw richtig einstellen. In: <https://www.wko.at/branchen/w/transport-verkehr/transporteure/Spiegel-am-Lkw-richtig-einstellen.html> (17.09.2019)
- Worktrans (2014): Beroepschauffeurs: 80% gevaar op de weg. Hoe stel je de spiegels in nadat er iemand tegenaan rijdt? In: <https://www.worktrans.nl/items/nl-NL/nieuws/2015/80-van-de-beroepschauffeurs-is-een-gevaar-op-de-weg> (20.02.2020)
- Wüllhorst Fahrzeugbau (2020): ABBIEGEASSISTENT AAS-4.0. In: <https://www.wuellhorst-fahrzeugbau.de/abbiegeassistent-4-0/> (02.10.2020)
- X-Cycle (2016): Present State of Affairs. Deliverable 2. Available on-site warning systems' effectiveness and limitations.

IMPRESSUM



MEDIENINHABER UND HERAUSGEBER

KfV (Kuratorium für Verkehrssicherheit)

Schleiergasse 18

1100 Wien

Tel: +43 (0)5 77 0 77-1919

Fax: +43 (0)5 77 0 77-8000

kfv@kfv.at

www.kfv.at

VEREINSZWECK UND RICHTUNG

Der Verein ist eine Einrichtung für alle Vorhaben der Unfallverhütung und eine Koordinierungsstelle für Maßnahmen, die der Sicherheit im Verkehr sowie in sonstigen Bereichen des täglichen Lebens dienen. Er gliedert sich in die Bereiche Verkehr und Mobilität, Heim, Freizeit, Sport, Eigentum und Feuer sowie weitere Bereiche der Sicherheitsarbeit.

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr. Othmar Thann, Dr. Louis Norman-Audenhove

ZVR-ZAHL

801 397 500

GRUNDLEGENDE RICHTUNG

Die Publikationsreihe „KfV – Sicher Leben“ dient der Veröffentlichung von Studien aus den Bereichen Sicherheit und Prävention, die vom KfV oder in dessen Auftrag durchgeführt wurden.

AUTOREN

DIⁱⁿ Veronika Zuser, DI Aggelos Soteropoulos, DI Martin Winkelbauer, DI Bernd Strnad,

Mag.^a Birgit Salamon, DI Klaus Robatsch, Dr.ⁱⁿ Claudia Riccabona-Zecha, Felix Ensbacher, BSc.

FACHLICHE VERANTWORTUNG

Dipl.-Ing. Klaus Robatsch

REDAKTION

Dipl.-Ing. Klaus Robatsch

KfV (Kuratorium für Verkehrssicherheit) Schleiergasse 18

1100 Wien

VERLAGSORT

Wien, 2021

LEKTORAT

Mag.^a Eveline Wögerbauer, Angela M. Dickinson, MSc.

BARRIEREFREIE GESTALTUNG

Barrierefrei PDF OG, Dipl.-Ing.ⁱⁿ Birgit Peböck

FOTOS

KFV, iStock (1197705475)

GRAFIK

Catharina Ballan.com

ISBN

978-3-903808-06-5 (Online-Version)

ZITIERVORSCHLAG

KFV - Sicher Leben. Band #29. Toter Winkel – Tödliche Gefahr – Analyse und Maßnahmen für mehr Sicherheit. Wien, 2021

COPYRIGHT

© KFV (Kuratorium für Verkehrssicherheit), Wien, 2021

Alle Rechte vorbehalten. Stand: Juni 2021. Alle Angaben ohne Gewähr.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Sämtliche Angaben in dieser Veröffentlichung erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr.

Eine Haftung der Autoren oder des KFV ist ausgeschlossen.

Aufgrund von Rundungen kann es bei Summenbildungen zur Unter- oder Überschreitung des 100%-Wertes kommen.

Offenlegung gemäß § 25 Mediengesetz und Informationspflicht nach § 5 ECG

abrufbar unter www.kfv.at/footer-links/impressum/

SAFETY FIRST!

