



Assistenzsysteme zur Kollisionsvermeidung

für schwere Nutzfahrzeuge und Busse nach GSR(II)

Sicherheit und Effizienz durch den Einsatz von Fahrzeugsicherheits-/
Fahrerassistenzsystemen nach Vorgaben der General Safety Regulation (GSR) –
Leitfaden für Betreiber, Beschäftigte, Hersteller und Aufsichtspersonen

Der Nachdruck und das Zur-Verfügung-Stellen für die Mitgliedsbetriebe der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Netzwerk Baumaschinen.

Stand 11/2025

Kontakt BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie)

Präventionsabteilung Grundsatzfragen und Information
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
Theodor-Heuss-Straße 160, 30853 Langenhagen

E-Mail: verkehrssicherheit@bgrci.de
Internet: www.bgrci.de

Kontakt Netzwerk Baumaschinen

fact3 network e.K.
Wilhelmshöher Allee 262, 34131 Kassel

Telefon: 0561 81041-11

E-Mail: info@netzwerk-baumaschinen.de
Internet: www.netzwerk-baumaschinen.de

Assistenzsysteme zur Kollisionsvermeidung

für schwere Nutzfahrzeuge und Busse – nach GSR(II)

Sicherheit und Effizienz durch den Einsatz von Fahrzeugsicherheits-/Fahrerassistenzsystemen nach Vorgaben der General Safety Regulation (GSR) –
Leitfaden für Betreiber, Beschäftigte, Hersteller und Aufsichtspersonen



AUSGABE 11/2025

Das Netzwerk Baumaschinen NRMM CV

unterstützt die Qualität und Wirtschaftlichkeit von Prozessen zur Verbesserung der Sicherheit im Gefahrenbereich von mobilen Maschinen (NRMM – Non Road Mobile Machinery) und Nutzfahrzeugen (CV – Commercial Vehicles). Im Fokus steht die „Personen- und Objekterkennung zur Kollisionsvermeidung“. Zentrale Aufgabenstellungen hierzu werden mit betroffenen Akteuren diskutiert und aus den Ergebnissen praxisgerecht aufbereitete Informationen und Leitfäden erarbeitet.



Dieser Leitfaden setzt den bisherigen Leitfaden „Abbiegeassistenzsysteme“ in überarbeiteter und um weitere Assistenzsysteme zur Kollisionsvermeidung ergänzter Fassung fort.

Die Erfahrungen aus Sichtfeldeinschränkungen bei Baumaschinen erweitert das Netzwerk auf mobile Arbeitsmaschinen und Nutzfahrzeuge verschiedenster Branchen – von der Land- und Forstwirtschaft über den Garten-/Landschaftsbau bis hin zur Abfallentsorgung und Logistik im kommunalen Bereich und der Industrie. Vergleichbare Gefährdungspotenziale durch Sichteinschränkung verbinden die Arbeit der Akteure im Netzwerk.



Der Leitfaden bietet einen Überblick zu Assistenzsystemen, die bei eingeschränkten Sichtverhältnissen und hohem Kollisionsrisiko die Fahrzeugführenden sinnvoll unterstützen können – insbesondere um Unfälle mit besonders gefährdeten Verkehrsteilnehmern zu verhindern.

Unternehmer, Führungskräfte, Betriebsräte, Fahrer und Hersteller erhalten wertvolle Hinweise für einen sicheren und effizienten Einsatz von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen.

Hinweis zur Nomenklatur: Fahrerassistenzsysteme werden manchmal auch als Fahrzeugsicherheitssysteme bezeichnet. Ebenfalls gängig ist die Verwendung des englischen Begriffs Advanced Driver Assistance Systems (ADAS).

Genderverweis: Zur leichten Lesbarkeit wird in diesem Leitfaden überwiegend die männliche Sprachform verwendet. Selbstverständlich beziehen sich Personenbezeichnungen auf alle Geschlechter.



Gute Arbeitsbedingungen und wirtschaftlicher Erfolg gehören zusammen!

Das Netzwerk Baumaschinen NRMM CV agiert im Sinne der nationalen „Initiative Neue Qualität der Arbeit“ (INQA) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS). INQA als Praxisplattform für Arbeitsqualität und den Wandel der Arbeit begleitet Unternehmen mit Fachwissen, Praxiserfahrungen und einem breiten Netzwerk mit konkreten Angeboten, die sozialpartnerschaftlich getragen sind.

► www.inqa.de

Inhalt

Anwendungsbereich	4
Um welche Fahrzeuge geht es?	4
Welche Bedeutung hat die GSR? Um welche Assistenzsysteme geht es?	5
1 Unfallgeschehen bei Nutzfahrzeugen und Bussen	6
Typische Unfallszenarien; Lösungen für unterschiedliche Unfallschwerpunkte	7
1.1 Beispiel Rechtsabbiegeunfälle mit Lkw/Bussen	8
1.2 Gefährdungsbeurteilung Sicht	9
1.3 Anforderungen an Fahrzeuge mit Sonderaufbauten	9
2 Unfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme (FAS/ADAS)	10
2.1 Systeme zur Umfelderkennung	10
Begriffsbestimmungen; Vorgaben	11
Nachrüstung von Bestandsfahrzeugen; Akzeptanz bei Verwenden	12
2.2 Aktive Fahrerassistenz-/Sicherheitssysteme	13
2.2.1 Notbremsassistent (AEB/AEBS) und Lösung für Stadtbusse	14
2.2.2 Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC)	15
2.2.3 Spurhalteassistent (LKA/LKAS)	15
3 Sicheres Abbiegen, Anfahren, Rangieren durch Assistenzsysteme nach GSR	16
3.1 Abbiegeassistenzsysteme (AAS/BSIS)	18
Anforderungen an AAS für Lkw/Bus nach UN R151	18
3.1.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung	20
3.1.2 Beispiel: Radar-basiertes System mit Objektklassifizierung	22
3.2 Anfahrinformationssysteme (MOIS)	24
Anforderungen an MOIS für Lkw/Bus nach UN R159	24
3.2.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung	26
3.2.2 Beispiel: Radar-basiertes System mit Objektklassifizierung	28
3.3 Rückfahrassistenzsysteme (RAS/REIS)	30
Anforderungen an RAS für Lkw/Bus nach UN R158	30
3.3.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung	32
4 Intelligente Software und Künstliche Intelligenz für Fahrzeuge/mobile Maschinen	34
4.1 Künstliche Intelligenz (KI)	35
4.1.1 Sichere und zertifizierbare KI	36
4.1.2 Kameras zur Personenerkennung: Konventionell programmiert vs. KI-basiert	38
4.1.3 Varianten zur Integration der Personenerkennung auf Systemkomponenten	39
5 Allgemeine Grundlagen für die Beschaffung und den Betrieb	40
Fördermöglichkeiten	42
6 Regelwerke und Normen für Betreiber/Arbeitgeber, Hersteller, Fahrer/Beschäftigte	43
7 Glossar, Abkürzungen	46
Publikationen des Netzwerks	49
Impressum, Fachliche Unterstützung, Bildquellennachweis	50

Anwendungsbereich

Begriffserläuterung: Die Verordnung (EU) 2019/2144 wird in Kurzform teilweise auch als GSR II bezeichnet. Sie ersetzt die Verordnung (EG) Nr. 661/2009.

Durch das Inkrafttreten der 2019 veröffentlichten Verordnung (EU) 2019/2144 – in Kurzform als GSR (General Safety Regulation/ Allgemeine Sicherheitsregel) bezeichnet – ist die Ausstattung von Fahrzeugen mit weiteren als den bisher bereits vorgeschriebenen Assistenzsystemen EU-weit verpflichtend. Dabei formuliert die GSR als oberstes Ziel den Schutz von Menschenleben durch eine permanente Verbesserung der Fahrzeugsicherheit.

► Um welche Fahrzeuge geht es?

Die GSR gibt die Anforderungen für die Typgenehmigung und Fahrzeugzulassung der jeweiligen Fahrzeugklassen vor. Der Leitfaden bezieht sich auf Fahrerassistenzsysteme bei Nutzfahrzeugen/Lkw und Bussen, d.h. bei den Fahrzeugen der Klassen N2, N3 und M2, M3.



Nutzfahrzeuge/Lkw und Busse: Die EG-Fahrzeugklassen im Überblick

► Die Klasse N: Fahrzeuge zur Güterbeförderung (Lkw)

Klasse N2 – mit zulässiger Gesamtmasse (zGM) von mehr als 3,5 t bis zu 12 t

Klasse N3 – mit zulässiger Gesamtmasse (zGM) von mehr als 12 t

► Die Klasse M: Fahrzeuge zur Personenbeförderung (Busse)

Klasse M2 – mit mehr als 8 Sitzplätzen plus Fahrersitz und zGM bis zu 5 t

Klasse M3 – mit mehr als 8 Sitzplätzen plus Fahrersitz und zGM über 5 t

Transporter/kleine Lkw bis 3,5 t (= Fahrzeugklasse N1) und Anhänger (= Fahrzeugklassen O3, O4) werden in diesem Leitfaden aufgrund abweichender Anforderungen nicht behandelt.



Fahrzeuge mit „besonderer Zweckbestimmung“:

Je nachdem zu welchem Anwendungszweck sie eingesetzt werden, gehören Nutzfahrzeuge mit Sonderaufbauten und/oder besonderen Ausrüstungen zur Klasse M, N oder O. Abhängig vom zulässigen Gesamtgewicht zählen zur Klasse N2 oder N3 beispielsweise:

- Abfallsammelfahrzeuge, Abschleppwagen, Betonmischer, Kehrmaschinen, Autokrane, Muldenkipper, Rettungswagen, Räum- und Streufahrzeuge, etc.

Um unübersichtlich lange Aufzählungen zu vermeiden, wird im Leitfaden abgekürzt die Bezeichnung Lkw/Busse verwendet. Diese Formulierung schließt alle Fahrzeuge der Klassen M2, M3, N2, N3 ein – auch die Fahrzeuge mit besonderer Zweckbestimmung.

► Welche Bedeutung hat die „General Safety Regulation (GSR)“?

Die GSR zielt darauf ab durch eine Verbesserung der Fahrzeugsicherheit sowohl Fahrzeuginsassen als auch besonders gefährdete/verletzliche Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr zu schützen.

Sie legt fest, mit welchen Assistenzsystemen und ab welchem Zeitpunkt die jeweiligen Fahrzeugklassen entsprechend ausgestattet sein müssen.

Die GSR gilt für alle neuen Fahrzeuge, die in der EU verkauft werden – unabhängig vom Land der Herstellung.

Diese Assistenzsysteme sind durch die GSR(II) seit 2022/2024 (Zeitstufe B) für Nfz/Lkw und Busse EU-weit vorgeschrieben:

– Auswahl –

- | | |
|--|---|
| ► Blind Spot Information System (BSIS) | = Abbiegeassistent (AAS) oder Totwinkelassistent |
| ► Moving Off Information System (MOIS) | = Anfahrinformationssystem / Anfahrwarnsystem
= Kollisionswarnsystem f. Fußgänger u. Radfahrer |
| ► Reversing Information Systems (REIS) | = Rückfahrinformationssystem (RAS)
= Rückfahrassistent |
| ► Intelligent Speed Assist (ISA) | = Intelligenter Geschwindigkeitsassistent |
| ► Driver Drowsiness & Alertness Warning (DDAW) | = Warnsysteme bei Müdigkeit |
| ► Tire Pressure Monitoring System (TPMS) | = Reifendrucküberwachungssystem |

Die GSR führt stufenweise die verpflichtende Ausrüstung der Fahrzeuge mit bestimmten technischen Merkmalen und Systemen ein. **Zeitstufe B** bedeutet: seit 07/2022 erforderlich für die Erteilung von Typgenehmigungen und seit 07/2024 für alle Fahrzeug-Neuzulassungen. Für die Erteilung einer nationalen Fahrzeug-Einzelgenehmigung wurde der Termin für die Ausrüstpflicht mit AAS, MOIS, RAS und TPMS auf 07/2026 verschoben (veröffentlicht im VkB1. Heft 14, Nr. 104 - Juli 2024).

Link zur GSR:



<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2144>

► Um welche Assistenzsysteme geht es?

Der Fokus des Leitfadens liegt auf den Assistenzsystemen zur Vermeidung von solchen Kollisionen, die aufgrund eingeschränkter Sicht des Fahrers – insbesondere durch tote Winkel – drohen und ungeschützte Personen wie Fußgänger und Fahrradfahrer gefährden:

Abbiegeassistent-, Anfahrinformations-, Rückfahrassistentensysteme (siehe Kapitel 3)

Ergänzend geht der Leitfaden aufgrund des besonderen Gefährdungspotenzials auf weitere Assistenten ein, die bereits schon länger zur obligatorischen Fahrzeugausstattung gehören:

Notbremsassistent, Adaptive Geschwindigkeitsregelung, Spurhalteassistent (siehe Kapitel 2)



1 Unfallgeschehen bei Nutzfahrzeugen und Bussen



Risikant fahrende oder unbedarfte Radfahrer verkennen häufig das Risiko toter Winkel.

► Gesteigerte Mobilität schafft neue Herausforderungen

Die enorme Zunahme des Straßenverkehrs durch steigende Transportmengen und wachsenden Individualverkehr bedeutet für die Fahrer von Lkw/Nutzfahrzeugen und Bussen zunehmende Risiken mit erheblichen Belastungen.

Auf Autobahnen, Landstraßen und in innerstädtischen Verkehrsräumen entstehen kritische und stressige Situationen – in urbanen Bereichen zusätzlich durch die immer größer werdende Zahl an Fahrrädern, E-Bikes und E-Scootern.

Die dichtere Verkehrslage erhöht die psychische Belastung der Fahrer durch hohen Termindruck, Ermüdung, Dunkelheit, ungünstige Witterung und Ablenkung durch unterschiedliche Verkehrsteilnehmer, die die Situation der anderen nicht immer richtig einschätzen können.

► Arbeitsplätze mit größter Verantwortung erfordern verantwortungsbewusste Arbeitsbedingungen

Insbesondere die vom Fahrerplatz schwer oder überhaupt nicht direkt einsehbaren Gefahrenbereiche („Tote Winkel“) beinhalten ein erhebliches Kollisionsrisiko. Sie gefährden andere Verkehrsteilnehmer, vor allem ungeschützte und daher besonders verletzbare (auch als vulnerabel bezeichnete) Personen wie Fahrradfahrer und Fußgänger. Alltägliche Arbeitssituationen, wie das Rechtsabbiegen von Lkw und Bussen oder das Rangieren beispielsweise bei der Abfallsammlung in engen und/oder schlecht einsehbaren Straßen erzeugen Stress bei den Fahrern und Mitarbeitern.

Auch erforderlichenfalls eingesetzte Einweiser können bei ihrer Tätigkeit in Gefahr geraten.

Gefährdungsbeurteilung

- Für Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen gilt das „TOP-Prinzip“:
- Geeignete Technische Maßnahmen haben stets Vorrang vor Organisatorischen und Persönlichen Maßnahmen (siehe Seite 9)

Prävention vermeidet Unfälle

Unabhängig von der Fahrzeugart entstehen drei entscheidende Forderungen:

- Gute Sicht auf die Gefahrenbereiche ermöglichen.
- Aufmerksamkeit des Fahrers unterstützen.
- Fahrzeuge „intelligenter“ machen.



► Typische Unfallszenarien unter Beteiligung von Lkw und Bussen

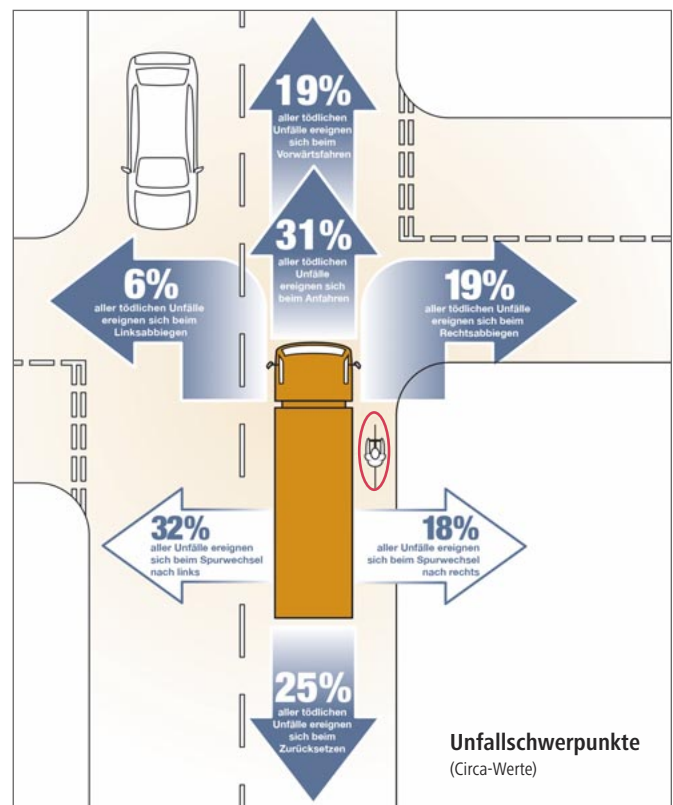
Je nach Einsatzart und -ort kommt es aus unterschiedlichen Gründen zu gefährlichen Situationen und Unfällen. Diese Faktoren beeinflussen Art und Schwere der Unfälle. Übergreifend lassen sich die Unfallgeschehen wie folgt zusammenfassen:

Unfallursache Toter Winkel

Während auf Autobahnen und Landstraßen häufig überhöhte Geschwindigkeiten, zu geringe Abstände, Übermüdung oder Unachtsamkeit zu Kollisionen führen, spielt bei den Unfallszenarien innerorts vor allem die eingeschränkte Sicht im Nahfeld des Fahrzeugs eine entscheidende Rolle – zusätzlich erschwert durch die Zunahme unterschiedlicher Zweiräder, wie Fahrräder, E-Bikes/Pedelecs und E-Scooter.

Häufige Unfallsituationen mit Beteiligung von schweren Nutzfahrzeugen:

- Zusammenstoß mit einem Fußgänger oder Fahrradfahrer, insbesondere bei Abbiege-, Anfahr- und Rangiervorgängen
- Abkommen von der Fahrspur
- Seitlicher Zusammenstoß mit einem Fahrzeug
- Aufprall auf ein vorausfahrendes Fahrzeug
- Frontalzusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug



Besondere Herausforderungen bei Bussen

Für Fahrer von Kraftomnibussen (abgekürzt auch als „Kom“ bezeichnet), insbesondere von Linien- und Schulbussen, erschwert gerade innerorts neben dem Straßenverkehr eine oft unübersichtliche Lage an den Haltestellen den Überblick. Hier muss der Fahrer die Geschehnisse außerhalb des Busses und gleichzeitig die Situation der Fahrgäste im Innenraum beobachten. Die Gefahr, dass sich beim Heran- und Abfahren von der Haltestelle Fußgänger oder Fahrradfahrer direkt vor, hinter oder unmittelbar neben dem Fahrzeug befinden, ist hoch.

2024 ereigneten sich in Deutschland laut Destatis (07/2025) insgesamt 22.911 Verkehrsunfälle mit Güterkraftfahrzeugen und 6.119 mit Bussen. Dabei wurden ca. 600 Personen tödlich und 5.300 schwer verletzt.

► Lösungen für unterschiedliche Unfallschwerpunkte

- | | | |
|---------------------------------|--|---|
| ► Rechtsabbiegen | Gefährdung von Radfahrern/
Fußgängern an der Beifahrerseite | ► Abbiegeassistenzsysteme (AAS/BSIS) , Kapitel 3.1 |
| ► Anfahren | Gefährdung von Personen
z.B. an Ampeln und Bushaltestellen | ► Anfahrinformationssysteme (MOIS) , Kapitel 3.2 |
| ► Rangieren/Zurücksetzen | bei Abfallsammlung,
Ausparken, Umzug, etc. | ► Rückfahrassistenten (RAS/REIS) , Kapitel 3.3 |
| ► Hohe Geschwindigkeiten | außerorts, z.B.
am Stau-Ende | ► z.B. Notbremsassistenten (AEBS) , Kapitel 2.2 |

Die Zahl tödlicher Autobahn-Unfälle mit Lkw ist in den vergangenen Jahren gesunken. Eine Einschätzung des ADAC führt diese Entwicklung auf die verbesserte Ausstattung von Lkw mit Assistenzsystemen zurück.

1.1 Beispiel Rechtsabbiegeunfälle mit Lkw/Bussen

Zu den Unfallschwerpunkten beim Einsatz von Lkw/Bussen zählen Rechtsabbiegeunfälle mit Radfahrern und Fußgängern. Abbiegemanöver nach rechts sind komplexe Vorgänge. Der Fahrer muss die schwer einsehbare Beifahrerseite vorausschauend im Blick haben, vieles gleichzeitig erkennen und verarbeiten, wie beispielsweise:

Laut Angabe des ADAC starben 2021 in Deutschland bei Kollisionen mit Lkw jährlich etwa 70 Radfahrer, 665 wurden schwer verletzt.

- ▶ Ampeln
- ▶ Beschilderungen
- ▶ Verkehr nach vorn
- ▶ Gegen-/Querverkehr
- ▶ Radwege
- ▶ (kreuzende) Fußgänger/Fahrradfahrer

Radfahrer, die sich neben oder nahe vor einem Fahrzeug befinden, geraten aufgrund von toten Winkeln im rechten Front- und Seitenbereich des Fahrzeugs schnell in Gefahr. Für E-Bike- und E-Scooter-Fahrer, die häufig mit noch höheren Geschwindigkeiten als nicht-motorisierte Zweiradfahrer auf Straßen und Wegen unterwegs sind, steigt das Unfallrisiko.

Um den Radverkehr zu schützen, gelten seit 2020 folgende StVO Regelungen:

- ▶ Für rechtsabbiegende Kraftfahrzeuge über 3,5 t ist aus Gründen der Verkehrssicherheit innerorts Schrittgeschwindigkeit (4 bis 7, max. 11 km/h) vorgeschrieben.
- ▶ Beim Überholen von Radfahrenden muss innerhalb von Ortschaften ein Abstand von mind. 1,5 m und außerorts von 2 m eingehalten werden.



Mögliche Gefährdungen beim Abbiegen:

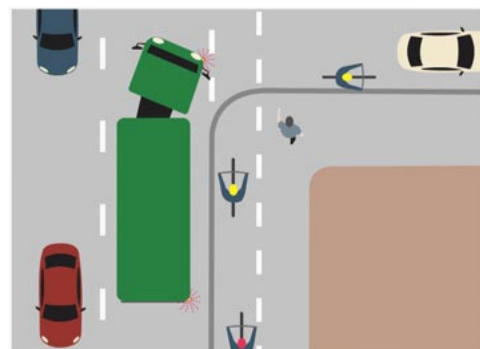
- ▶ Erfassen von Personen
- ▶ Überrollen von Personen
- ▶ Einquetschen von Personen zwischen Fahrzeugen und Hindernissen

Häufig fehlen bei den potenziell gefährdeten Personen die Aufmerksamkeit und das Bewusstsein dafür, dass Lkw-/Busfahrer weder eine direkte noch indirekte Sicht auf sie haben – trotz vorhandener Spiegel.

Menschliches Fehlverhalten als Ursache von Unfällen kann durch eine entsprechende Sensibilisierung zwar verringert, aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

▶ Effektive Vermeidung von Rechtsabbiegeunfällen

Gerade die Beifahrerseite von Lkw oder Bus ist für den Fahrer schwer bzw. nicht direkt einsehbar. **Abbiegeassistenzsysteme (AAS)** überwachen diesen Bereich und warnen den Fahrer beim Rechtsabbiegen vor einer drohenden Kollision mit Fahrradfahrern/ungeschützten Verkehrsteilnehmern.



Unfallgefahr beim Rechtsabbiegen mit Sichteinschränkung durch tote Winkel

Durch den Einsatz von Abbiegeassistenten- und Anfahrinformationssystemen (siehe Kapitel 3) sind Rechtsabbiegeunfälle rückläufig.

1.2 Gefährdungsbeurteilung Sicht

► Arbeitsplatz Berufskraftfahrer: Was ist zu beachten?

Zusätzlich zur Sicherheit der im Straßenverkehr Beteiligten geht es auch um den Arbeits- und Gesundheitsschutz der Fahrer. Die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung und die Umsetzung der geeigneten Schutzmaßnahmen ist für alle Arbeitgeber laut BetrSichV verpflichtend. Hierbei gilt das **TOP-Prinzip**:

1. **T**echnische Maßnahmen (z.B. Assistenzsysteme) haben Vorrang vor
2. **O**rganisatorischen (z.B. Einweiser) und
3. **P**ersönlichen Maßnahmen (z.B. Warnkleidung).

Technische Maßnahmen wie der Einsatz von hochentwickelten Assistenzsystemen unterstützen die täglichen Arbeitsvorgänge und schaffen ein Arbeitsumfeld, das die Fahrer entlastet. Ein umfassendes, gut überschaubares Sichtfeld ermöglicht ein schnelles, präzises, sicheres Arbeiten und ein stress-reduziertes Fahren im Straßenverkehr.

Die fortschreitende Entwicklung bietet wirksame technische Hilfsmittel und digitale Lösungen für die Sicherheit von Nutzfahrzeugen, Bussen und mobilen Arbeitsmaschinen.

Bei der Auswahl des passenden Systems ist es wichtig, neben den Anforderungen, die durch die Art des Fahrzeugs und seine Verwendung entstehen, unbedingt auch deren leichte und ergonomisch sinnvolle Bedienbarkeit zu berücksichtigen und die Mitarbeiter darüber ausreichend zu schulen.

Weitere Informationen zur Akzeptanz von Assistenzsystemen siehe Kapitel 2.1

1.3 Anforderung an Fahrzeuge mit Sonderaufbauten

Nutzfahrzeuge mit besonderer Zweckbestimmung (siehe auch Seite 4) können durch ihre technischen Merkmale, Aufbauten und/oder speziellen Arbeitseinsätze zusätzliche Sichtbeeinträchtigungen, Gefährdungspotenziale und Belastungen mit sich bringen.

- Je nach Fahrzeug- und Einsatzart können unterschiedliche Herausforderungen auftreten, die mit einem erhöhten Kollisionsrisiko verbunden sind. Das gilt insbesondere bei Abfallsammelfahrzeugen, die in engen Wohngebieten unterwegs sind.



- Auskünfte und Hilfestellungen darüber, was im jeweiligen Anwendungsfall zu berücksichtigen ist, geben u.a. die für Ihren Betrieb zuständige Berufsgenossenschaft oder Unfallkasse sowie die für die jeweilige Branche bestehenden Berufsverbände (Landes-/Bundesverbände).

Zu den Fahrzeugen mit Sonderaufbauten zählen unter anderem:
Abfallsammelfahrzeuge, Abschleppwagen, Tieflader, Autokrane, Betonmischer, Muldenkipper, Räum- und Streufahrzeuge, Hubsteiger und Kehrmaschinen.

Nützliche Informationen liefern zum Beispiel die DGUV-Branchenregeln, wie die **DGUV Regel 114-601: „Branchenregel Abfallwirtschaft – Teil 1“** der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V., www.dguv.de

2 Unfallvermeidung

durch Fahrerassistenzsysteme (FAS/ADAS)



Eine Vielzahl von Assistenzsystemen für unterschiedliche Fahrzeugarten und spezifische Anwendungsfälle unterstützen den Fahrer. Sie tragen dazu bei, Unfälle zu vermeiden.

In der Praxis werden sie bezeichnet als

- ▶ **Fahrerassistenzsysteme (FAS)** oder auch als
- ▶ **Advanced Driver Assistance Systems (ADAS).**

Neben der höheren Sicherheit im Straßenverkehr können FAS auch zu einer Verbesserung des Fahrkomforts und zur Stressreduzierung beim Fahrer beitragen.

Die in diesem Leitfaden vorgestellten Systeme dienen der Sichtverbesserung und/oder Warnung des Fahrers in Gefahrensituationen, die durch schlecht oder nicht einsehbare Bereiche entstehen.

2.1 Systeme zur Umfelderkennung

Bereits vor Inkrafttreten der GSR wurden Fahrerassistenzsysteme zur Umfelderkennung erfolgreich eingesetzt, um Kollisionen zu vermeiden. Die GSR bringt sie jetzt EU-weit in die Fläche. Mit Fokus auf den **Schutz der besonders gefährdeten/verletzlichen Verkehrsteilnehmer (VRU = Vulnerable Road User)** sollen Fahrer von schweren Nutzfahrzeugen/Lkw und Bussen in die Lage versetzt werden, drohende Unfallsituationen rechtzeitig zu erkennen und abzuwenden.

Zu diesen FAS zählen insbesondere:

- ▶ **Abbiegeassistenzsysteme (AAS/BSIS)** zur Überwachung des Seitenbereichs auf der Beifahrerseite,
- ▶ **Anfahrinformationssysteme (MOIS)** zur Überwachung des Bereichs unmittelbar vor dem Fahrzeug,
- ▶ **Rückfahrassistenzsysteme (RAS/REIS)** zur Überwachung des Bereichs direkt hinter dem Fahrzeug.

Diese FAS wirken als **Informations- und Warnsysteme**, die nicht in die Fahrzeugsteuerung eingreifen. Sie helfen dem Fahrer, eine Gefahrensituation zu erkennen, um diese rechtzeitig abwenden zu können. Der Fahrer muss über die richtige Reaktion/Handlung (wie Bremsen, Stehenbleiben, ggf. Ausweichen) situationsbedingt selbst entscheiden und diese ausführen.



Rechtlicher Hinweis:
Bitte unbedingt beachten,
dass der Fahrer auch beim
Vorhandensein eines FAS
die Verantwortung trägt!

► Begriffsbestimmung: Sichthilfsmittel, Warn- und Sensoriksysteme zur Personen-/Objekterkennung

Systeme zur Umfelderkennung basieren auf den folgenden Technologien:

► Informierende Systeme

Kamera-Monitor-Systeme (KMS) liefern dem Fahrer über einen Monitor in der Fahrerkabine eine bildliche Darstellung der aktuellen Geschehnisse im Arbeits-/Gefahrenbereich. Sie fungieren als reine Sichthilfsmittel und geben neben der Bildinformation keine weiteren Signale an den Fahrer.

► Warnende Systeme

Sensorische Systeme, beispielsweise auf Radar- oder Ultraschallbasis, detektieren den Gefahrenbereich des Fahrzeugs und warnen den Fahrer durch optische und/oder akustische Signale vor einer drohenden Kollision. Die Alarmierung erfolgt i.d.R. mehrstufig: je geringer der Abstand zum Objekt, desto eindringlicher wird das Warnsignal.

► Kombinationen aus beidem

ermöglichen dem Fahrer eine visuelle Überwachung des Gefahrenbereichs und warnen zusätzlich den Fahrer bei Kollisionsgefahr. Je nach System erfolgt die Umsetzung entweder durch separate **KMS- und Sensorik-Komponenten**, oder durch **KI-Kameras/softwaregestützte Kamerasensoren**, die beide Funktionen in sich vereinen.

► Klassifizierende Systeme

KI-Kameras oder spezielle Radarsysteme unterscheiden zwischen Personen und Objekten oder Objektarten und warnen durch die Anwendung trainierter Algorithmen ausschließlich bei Gefährdung der festgelegten Objektklassen, wie beispielsweise Fußgängern und/oder Radfahrern.

► Diese Vorgaben sind europaweit zu erfüllen

Die konkreten Prüfkriterien für die genannten Assistenzsysteme sind in der jeweiligen UN-ECE-Regelung definiert (weitere Infos in Kapitel 3):

Abbiegeassistenzsysteme (AAS/BSIS)

UN-Regelung Nr. 151 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Totwinkel-Assistenten zur Erkennung von Fahrrädern [2020/1596]

Anfahrinformationssysteme (MOIS)

UN-Regelung Nr. 159 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Anfahrinformationssystems zur Erkennung von Fußgängern und Fahrradfahrern [2021/829]

Rückfahrassistenzsysteme (RAS/REIS)

UN-Regelung Nr. 158 – Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung von Einrichtungen zum Rückwärtsfahren und von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Wahrnehmung ungeschützter Verkehrsteilnehmer hinter dem Fahrzeug durch den Fahrzeugführer [2021/828]

Weitere Informationen zu KMS und zu sensorischen Systemen liefern auch die Leitfäden „Personen-/Objekterkennung, Warnung in Gefahrenbereichen“ unter www.netzwerk-baumaschinen.de



Im englischen Original:

UN R151 – Blind Spot Information System (BSIS)

UN R159 – Moving Off Information System (MOIS)

UN R158 – Reversing Information System (REIS)

► Nachrüstung von Bestandsfahrzeugen mit AAS, MOIS, RAS

Lkw/Busse können technisch mit den genannten FAS leicht nachgerüstet werden – dabei bleiben die Kosten überschaubar. Die Investition in ein geeignetes System lohnt sich in mehrfacher Hinsicht:

- Jede vermiedene Kollision verhindert menschliches Leid und Kosten.
- Jede vermiedene Gefährdung reduziert eine stressbedingte Arbeitsbelastung des Fahrers.

Beispiel Nutzenpotenzial von AAS

Die Unfallforschung der Versicherer (UDV) hat auf der Grundlage ihrer Unfalldatenbank errechnet, dass durch den Einsatz zuverlässiger AAS bei Lkw:

- ca. 60% der schweren Unfälle von Lkw mit Fußgängern/Radfahrenden vermieden werden können.

Angabe laut Einschätzung des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV).



Informationen zu aktuellen staatlichen Förderangeboten für die Nachrüstung von FAS – beispielsweise im Rahmen der „Aktion Abbiegeassistent“ oder des Programms „Umwelt und Sicherheit“ – erhalten Sie beim Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) unter www.balm.bund.de

Bei der Auswahl des FAS auf eine Zertifizierung des Systems achten, die Qualitätsmerkmale passend zum konkreten Anwendungsbereich abstimmen und fachkundige Beratung nutzen.

► Akzeptanz von FAS bei den Verwendern

Viele Assistenzsysteme werden von den Fahrern heute täglich genutzt und als hilfreiche Unterstützung angesehen. Sie geben Sicherheit und können in hohem Maß den Arbeitsprozess erleichtern. Das führt letztendlich auch zu effizienteren und wirtschaftlicheren Ergebnissen.

Grundlegende Voraussetzungen für die Akzeptanz technischer Hilfsmittel durch den Fahrer:

- leicht verständliche und unkomplizierte Bedienbarkeit,
- reibungslose Funktionalität,
- Zuverlässigkeit, wie z.B. geringe Fehlalarmquote bei Abbiegeassistenzsystemen.

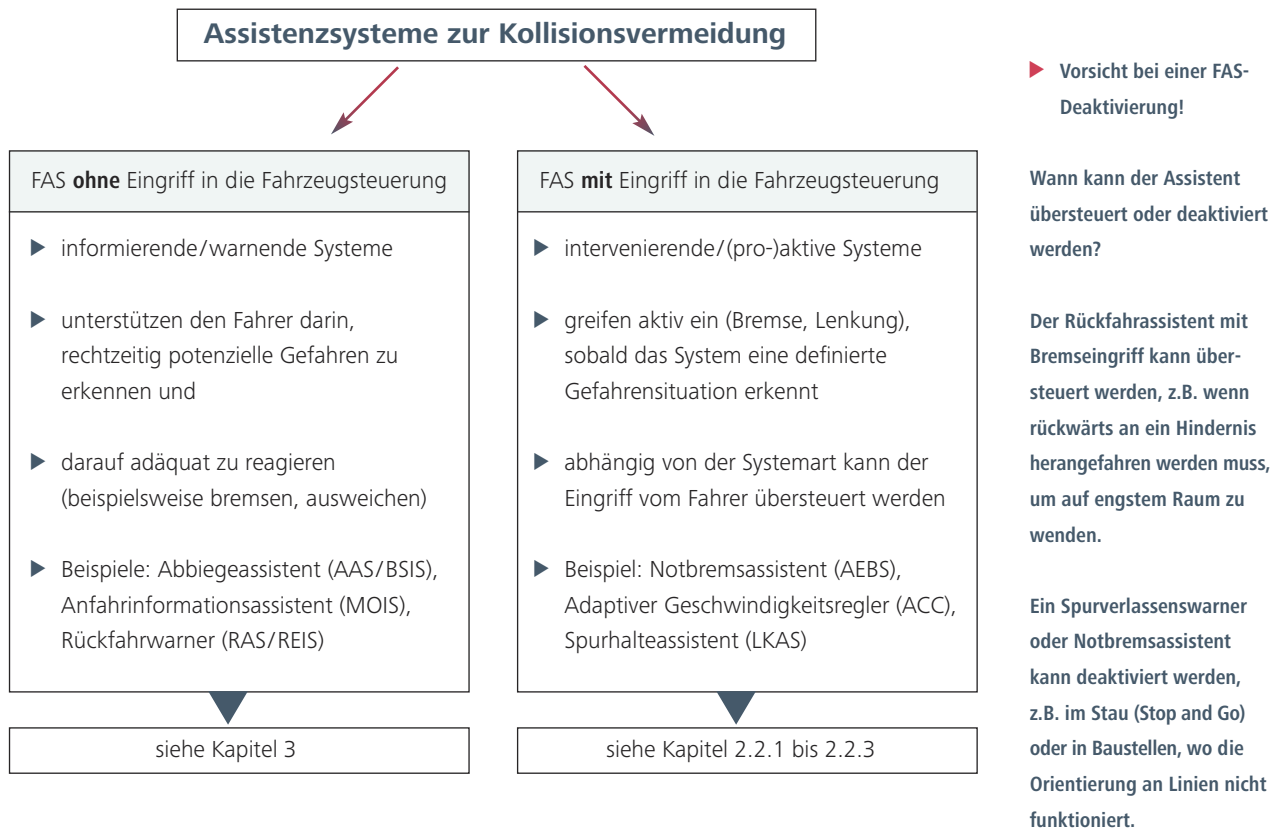


Achtung: Beim Einsatz mehrerer Assistenzsysteme in einem Fahrzeug darauf achten, dass die Informationen (Anzeigen, Kamerabilder, Warnsignale) für den Fahrer eindeutig und überschaubar bleiben. Der Fahrer muss eine drohende Gefährdung sofort erkennen können.

Damit ein FAS vom Fahrer als Beitrag zur Sicherheit und nicht als zusätzliche Belastung empfunden wird, muss der Verwender ausreichend geschult werden. Die Funktionsweise, der Nutzen und die Grenzen des FAS müssen dem Fahrer klar sein.

2.2 Aktive Fahrerassistenz-/Sicherheitssysteme

Assistenzsysteme, die selbsttätig aktiv in die Fahrzeugsteuerung (Bremse, Lenkung) eingreifen, um die Sicherheit zu erhöhen und potenzielle Gefahren zu vermeiden, warnen den Fahrer und führen automatisch proaktiv Maßnahmen aus, um Unfälle zu verhindern.



Einige FAS lassen sich vom Fahrer manuell abschalten – hier kommt es auf den Anwendungsfall an:

In besonderen Situationen (siehe auch Anmerkung in der rechten Spalte), wie z.B. dem Rangieren bei der Abfallsammlung, ist eine manuelle, temporäre Deaktivierung des Notstopps durch den Fahrer erforderlich, da das Fahrzeug sonst ggf. nicht mehr weiterfahren kann.



Das manuelle Abschalten beispielsweise des vorgeschriebenen Spurverlassenswarner (LDWS) oder Notbremsassistenten (AEBS) vor Fahrtantritt kann hingegen gefährlich sein. Insbesondere, wenn der Fahrer die gesamte Fahrt ohne aktiviertes FAS im Straßenverkehr unterwegs ist.



Seit 2024 ist für einige FAS die Möglichkeit des Abschaltens untersagt – beispielsweise muss der Notbremsassistent (AEBS) ab einer Geschwindigkeit von über 31 km/h dauerhaft aktiv sein.

2.2.1 Notbremsassistent (AEB/AEBS)

Automatische Notbremsysteme erhöhen die Sicherheit. Sie können eine Kollision mit anderen Fahrzeugen, Fußgängern, Radfahrern usw. verhindern oder die Schwere eines Unfalls verringern.

Einige Assistenzsysteme sind europaweit bereits seit 2014/2015 für Neuzulassungen vorgeschrieben (Verordnung (EG) Nr. 661/2009). Hierzu zählen unter anderem der Notbremsassistent (AEBS), das Elektronische Stabilitätsprogramm (EPS/ESC) und der Spurverlassenswarner (LDWS).

Es wird daran gearbeitet, den Notbremsassistenten so weiterzuentwickeln, dass dieser auch auf andere Verkehrsteilnehmende wie Radfahrer oder Fußgänger reagieren kann.

Zur Erfassung potenziell gefährlicher Situationen nutzt der automatische Notbremsassistent ein vorausschauendes Sensorsystem. Fahrzeuge, Fußgänger oder Objekte können (abhängig von der Ausstattung des jeweiligen Systems) schnell und eindeutig detektiert und Unfälle vermieden werden. Der AEB betätigt bei drohender Kollision selbstständig die Bremse und kann die Geschwindigkeit des Fahrzeugs maximal verringern.



Vorteile und Optionen

- ▶ Die Aufmerksamkeit des Fahrers wird durch die Warnung auf das Verkehrsgeschehen gelenkt, sodass der Fahrer noch ausweichen bzw. bremsen kann. Sollte der Fahrer nicht eingreifen, wird eine automatische Notbremsung vollzogen. Der nachfolgende Verkehr wird während der Notbremsung durch den automatisch aktivierten Warnblinker gewarnt.
- ▶ Die Kombination mit einem aktiven Gurtstraffer kann die Vorwärtsverlagerung der Insassen verringern und die Rückhalteleistung bei einer Notbremsung erhöhen.

▶ Aktive Bremsunterstützung auch für Stadtbusse

Komplexe innerstädtische Umgebungen und ungesicherte, häufig stehende Fahrgäste erzeugen besondere Herausforderungen für die Fahrer von Stadtbusen. Zu ihrer Unterstützung wurde ein System entwickelt, welches aktiv auf Fahrzeuge, Fahrradfahrer und Fußgänger reagiert, die sich innerhalb der Fahrzeugtrajektorie (d.h. dem errechneten Fahrverlauf) des Busses befinden. Es trägt dazu bei drohende Kollisionen zu vermeiden oder abzumildern – und schützt gleichzeitig ungesicherte Buspassagiere.

Schutz für Passanten und Fahrgäste

- ▶ Der auf urbane Bedingungen trainierte Algorithmus erkennt Personen und Objekte, die sich im Fahrweg befinden oder sich in diesen hineinbewegen.
- ▶ Wird eine drohende Kollision erkannt, gibt das System eine Kollisionswarnung aus und aktiviert automatisch die Bremsen.
- ▶ Dabei wird die Bremskraft so gesteuert, dass sie effektiv ist, aber gleichzeitig das Risiko für die ungesicherten Fahrgäste minimiert. Anstatt einer abrupten Bremsung erfolgt eine gestaffelte Bremskaskade.



2.2.2 Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC)

Die adaptive Geschwindigkeitsregelung unterstützt den Fahrer, insbesondere auf Autobahnen, einen sicheren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten.

Zu geringe Abstände zwischen Fahrzeugen zählt zu den Hauptunfallursachen. Die ACC dient dazu, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs den Verkehrsbedingungen anzupassen. Ein vorausschauendes Sensorsystem detektiert das vorausfahrende Fahrzeug und regelt, falls erforderlich, automatisch das Tempo so herunter, dass ein ausreichender Sicherheitsabstand zum langsameren Fahrzeug gewährleistet ist. Über den „distance mode“ kann der Fahrer i.d.R. einen kleinen oder einen großen Abstand vordefinieren.



Optional ACC mit Stop & Go-Funktion:
Bei Stau oder zähfließendem Verkehr bremsst das System das Fahrzeug bis zum Stillstand ab. Nach kurzem Halt fährt das Fahrzeug automatisch wieder an. Die Funktion entlastet den Fahrer und kann zusätzliche Sicherheit bieten.

Vorteile und Optionen

- Der Fahrer kann über das ACC-System eine von ihm gewünschte Geschwindigkeit für das Fahren auf freier Strecke einstellen. Diese wird vom System übernommen und eingehalten.
- Sobald das ACC-System ein vorausfahrendes langsames Fahrzeug erkennt, wird die Fahrzeuggeschwindigkeit durch das System automatisch an die des vorausfahrenden Fahrzeugs angepasst. Diese Funktionalität ist auch bei nachlassender Konzentration, Ablenkung oder schlechter Sicht stets aktiv und bewirkt, dass ein sicherer (eingestellter) Abstand eingehalten wird.

2.2.3 Spurhalteassistent (LKA/LKAS)

Spurhalteassistenten weisen den Fahrer auf ein bevorstehendes Verlassen der Fahrspur hin und tragen dazu bei, einen unbeabsichtigten Spurwechsel zu verhindern.



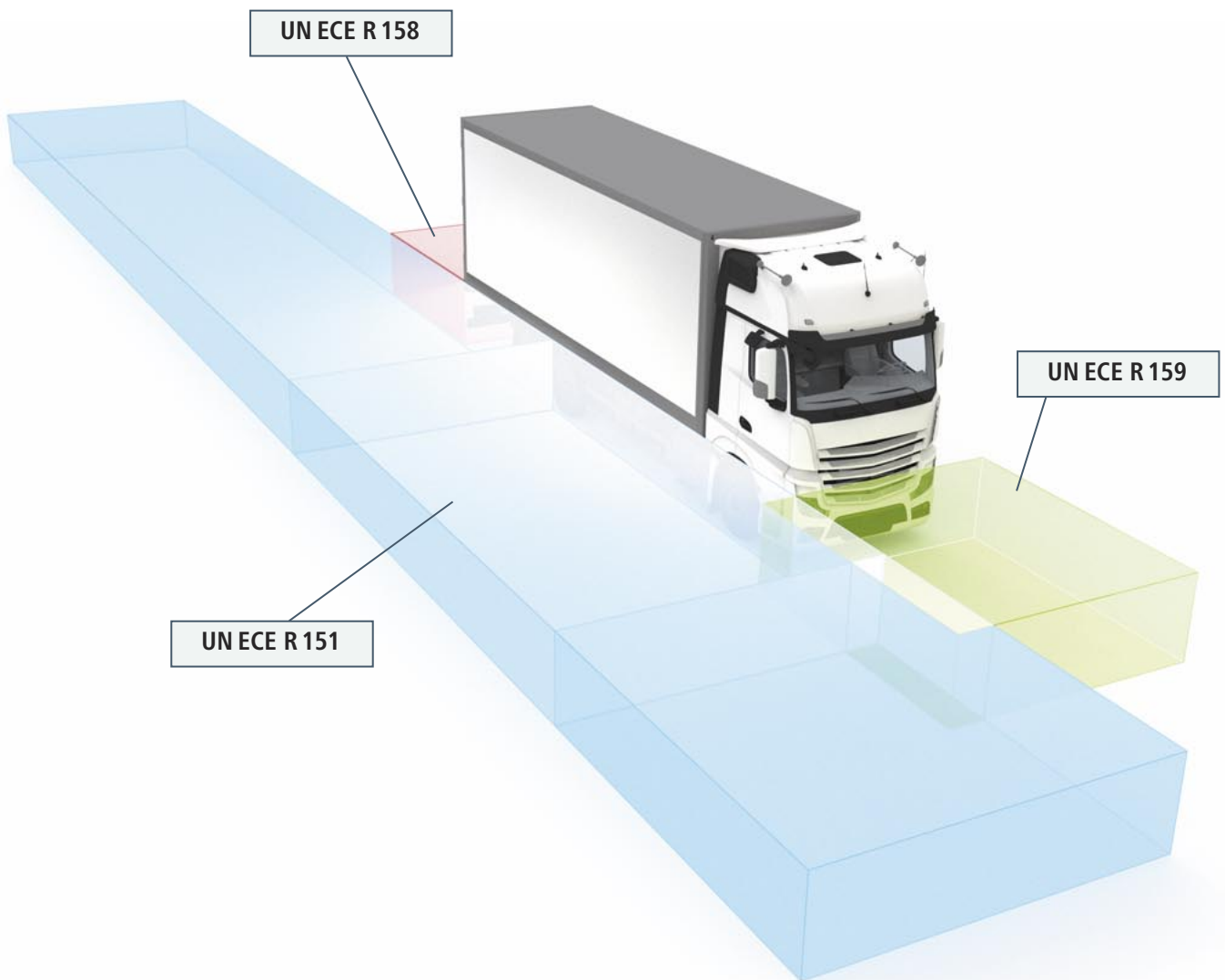
Eine vorausschauende Kamera zur Fahrspurerkennung in Kombination mit einem in die Lenkung integrierten Sensor schützt den Fahrer vor unbeabsichtigtem Verlassen der Fahrspur: Sobald er sich der Fahrbahnmarkierung nähert und die Gefahr besteht, sie unbeabsichtigt zu überfahren, erhält die Lenkung ein Signal von der Kamera, damit das Fahrzeug automatisch wieder in die Fahrbahnmitte zurücklenkt. Der Spurhalteassistent (Lane Keeping Assist System – LKAS) ist eine Weiterentwicklung des

Spurverlassenswarners (Lane Departure Warning System – LDWS), welcher nicht nur vor dem Spurwechsel warnt (passiv), sondern aktiv in die Lenkung eingreift.

Vorteile und Optionen

- Entlastet den Fahrer in monotonen Fahrsituationen auf Autobahnen und Landstraßen.
- Trägt zur Erhöhung von Fahrzeugsicherheit und Insassenschutz bei.
- Ermöglicht Technologie zur Kollisionsminderung oder sogar Kollisionsvermeidung und erhöht dadurch die Verkehrssicherheit.

3 Sicheres Abbiegen, Anfahren, Rangieren durch Assistenzsysteme nach GSR



Die Assistenzsysteme im Überblick:

3.1 Abbiegeassistenzsysteme (AAS) = Blind Spot Information Systems (BSIS) – **UN R 151**

3.2 Anfahrinformationssysteme (MOIS) = Moving Off Information Systems (MOIS) – **UN R 159**

3.3 Rückfahrassistenzsysteme (RAS) = Reversing Information Systems (REIS) – **UN R 158**

Für die UN-Regelungen werden in der Kurzform verschiedene Schreibweisen verwendet, wie zum Beispiel: UN R 151, UN-ECE R151 oder R151.

Funktionsprinzipien/Technologien

Die in diesem Kapitel beschriebenen Assistenzsysteme (AAS, MOIS, RAS) zielen darauf ab, Kollisionen zwischen Lkw/Bussen und besonders gefährdeten Personen (VRU = Vulnerable Road Users) zu verhindern.

Im Wesentlichen liegen diesen FAS gleiche Funktionsprinzipien zugrunde – jeweils angepasst an die spezifischen Anforderungen gemäß UN R 151, R 159, R 158. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch darin, dass:

- ▶ **Abbiegeassistenten- und Anfahrinformati-
onsysteme, Radfahrer/Fußgänger erkennen und
den Fahrer aktiv warnen müssen, sobald eine
Kollision droht, während**
- ▶ **Rückfahrassistentensysteme über eine Personen-
erkennung und/oder Warnfunktion verfügen
können, aber nicht zwingend müssen.**
Hier können auch reine Sichthilfsmittel
(Rückfahrkamera) oder eine Sensorik ohne
Objektklassifizierung ausreichend sein.

Relevante Technologien für AAS, MOIS, RAS zur Erfüllung der GSR

- ▶ Radarbasierte Systeme mit (KI-)Objektklassifizierung

- ▶ KI-Kamera-basierte Systeme mit Personenerkennung

Für RAS außerdem:

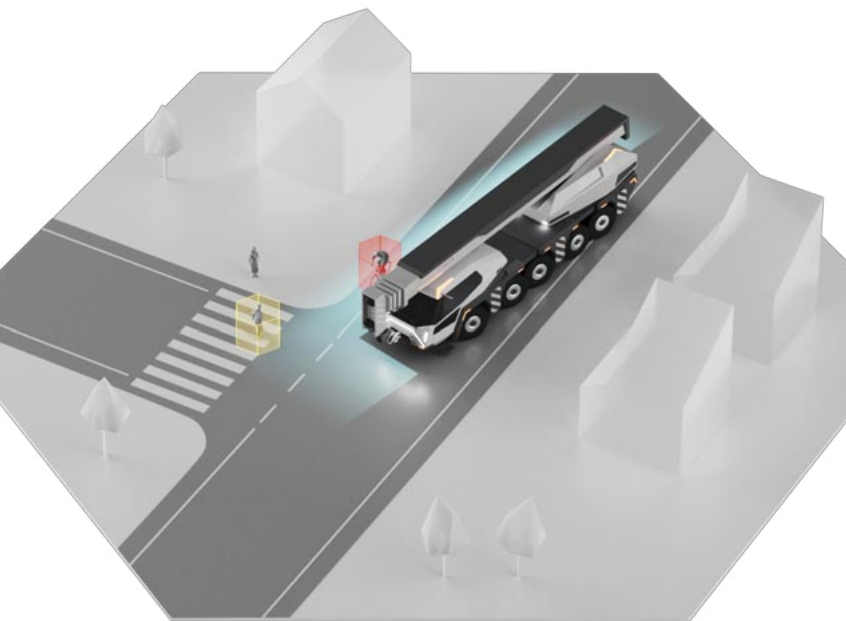
- ▶ Sensorik, wie herkömmliches Radar oder Ultraschall
- ▶ Kamera-Monitor-System (Standard-KMS oder Rundumsicht)

Beispiele zu den genannten Systemen finden Sie auf den nächsten Seiten beim jeweiligen FAS. Begriffserläuterung zu Sichthilfsmitteln und Sensorik siehe Seite 11.

Die UN ECE-Regeln
UN R 151, R 159, R 158
beschreiben die Mindest-
anforderungen an das
jeweilige FAS.
Einige Systeme am Markt
erfüllen höhere Kriterien
und/ oder bieten
zusätzliche Funktionen.



3.1 Abbiegeassistenzsysteme (AAS/BSIS)



Das AAS erkennt Fahrradfahrer neben dem Fahrzeug und warnt vor einer drohenden Kollision mit ihnen beim Abbiegen.

Vermeiden von Kollisionen mit Radfahrern im Seitenbereich vor, neben und hinter dem Fahrzeug.

Das Abbiegeassistenzsystem weist den Fahrer eines Lkw/Busses auf Radfahrende rechts (bzw. links bei Linksverkehr) **neben dem Fahrzeug hin und warnt vor drohender Kollision.**

Befindet sich im Stillstand, bei Fahrt bis 30 km/h oder beim Rechtsabbiegen ein Radfahrer seitlich neben dem Fahrzeug, wird der Fahrer durch ein optisches Signal informiert und bei drohender Kollision durch ein weiteres Signal (optisch, haptisch oder akustisch) in der Fahrerkabine gewarnt, damit er rechtzeitig reagieren kann. Das AAS kann auch vor Kollisionen mit anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern wie Passanten warnen.

UN R 151 – Anforderungen an AAS/BSIS

Begriffserläuterung:
Für Abbiegeassistenten werden – sowohl in den Regelwerken als auch in der Praxis – verschiedene Begriffe verwendet:

- **Blind Spot Information System, kurz BSIS**
- **Totwinkel-Assistent**
- **Abbiegeassistenzsystem, kurz AAS**

Die UN R 151 Blind Spot Information System (BSIS) legt die Anforderungen an Abbiegeassistenzsysteme für die Typgenehmigung auf europäischer Ebene fest.

Ziel der UN R 151:

Bei verschiedenen Abbiegeszenarien muss das AAS den Fahrer – bei Fahrzeuggeschwindigkeiten im Bereich von 0 bis 30 km/h – rechtzeitig vor einem Radfahrer warnen bzw. ihn darüber informieren, damit er durch einen Bremsingriff eine drohende Kollision mit dem Radfahrer verhindern kann. Hierbei wird dem Fahrer eine Reaktionszeit von 1,4 Sekunden zugestanden.

Anwendungsgerechte Auswahl

Eine Zertifizierung gemäß UN R 151 bescheinigt, dass das System den festgelegten Prüfkriterien entspricht. Unabhängig von der Zertifizierung als Qualitätsmerkmal sollten vor Anschaffung eines Systems generell die für den Betrieb entscheidenden Anforderungen festgehalten werden. Hierbei spielen ggf. auch die bisherigen Erfahrungen der Anwender mit anderen FAS eine Rolle.

Lassen Sie sich vor dem Kauf die Vor- und Nachteile des Systems umfassend erklären.

UN ECE R 151 → Download unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/1596/oj>

► **Diese Prüfkriterien muss das AAS/BSIS nach UN R 151 erfüllen (Auszug):**

► **Erkennung von Radfahrern:**

Das System muss in der Lage sein, Radfahrer im definierten Erfassungsbereich zu erkennen. Die Erkennung auch kleinerer Fahrräder ist z.B. durch Simulation nachzuweisen.

► **Signale an den Fahrer:**

Das System signalisiert dem Fahrer Radfahrer in der Nähe des Fahrzeugs (Erfassungsbereich), die während möglicher Fahrzeug-Abbiegung gefährdet sind.

Informations- und Warnsignal müssen sich deutlich voneinander unterscheiden.

1. Informationssignal:

- optisch
- für ein detektiertes Fahrrad mit Geschwindigkeit von 5 bis 20 km/h

2. Kollisionswarnsignal:

- optisch, akustisch oder haptisch (z.B. Vibration am Lenkrad oder dem Sitz)
- wenn eine Kollision mit dem Fahrrad nicht mehr vermeidbar ist und zwar:
 - erste Warnung mind. 15 m vor dem errechneten Kollisionspunkt,
 - späteste Signalisierung 1,4 Sek. vor errechneter, potenzieller Kollision.

3. Fehlerwarnsignal:

- Anzeige von Fehlfunktion z.B. durch Eis, Schnee, Schmutz o.ä.
- gelbes optisches Signal
- deutliche Unterscheidung zum Informationssignal!

► **Überwachungs-/Erfassungsbereich:**

Der Erfassungsbereich (s. Skizze rechts) erstreckt sich rechteckig

- in einer Breite von 0,9 bis 4,25 m seitlich neben dem Fahrzeug und
- in einer Länge von bis zu 30 m hinter und 7 m vor dem Fahrzeug,
- wenn sich das Fahrzeug mit bis zu 30 km/h bewegt.



Die Skizze zeigt den in der UN R 151 festgelegten Überwachungs-/Erkennungsbereich in vereinfachter Darstellung.

Die UN R 151

gilt für alle Fahrzeuge der Klassen M2, M3, N2, N3.

► **Objektklassifizierung (optional):**

Fahrradfahrer müssen vom System erkannt werden. Das System kann auch vor einer Kollision mit anderen gefährdeten Verkehrsteilnehmern (VRU), wie Fußgängern, oder auch vor statischen Objekten warnen.



Beispiel einer Systemkomponente: KI-Kamera eingefasst in kompaktem „Kamerawing“ (verlängerbar)

► **Bewährte Systemlösungen für Abbiegeassistenzsysteme**

- **Radarbasierte Systeme** arbeiten mit ein bis zwei Sensoren an der Fahrzeugkabine. Sie erkennen bewegte und statische Objekte durch Distanz- und Geschwindigkeitsberechnungen und warnen den Fahrer optisch, akustisch oder haptisch.

Vorteile sind die Robustheit bei Dunkelheit und schlechtem Wetter sowie die vergleichsweise geringen Kosten.



- **Kamerabasierte Systeme mit KI (Künstliche Intelligenz)** bieten durch Bildauswertung eine präzise Erkennung von Objekten und eine Unterscheidung zwischen VRU und anderen Hindernissen. Sie sind besonders effektiv bei der Erkennung von Radfahrern in der „zweiten Reihe“ hinter parkenden Autos oder Grünflächen, da sie dank ihrer hohen Montage über Hindernisse hinwegsehen können. Diese Systeme minimieren Fehlalarme und entlasten so den Fahrer.



Zur Nachrüstung geeignet!

3.1.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung (AAS/BSIS)

► **Optosensorische AAS verwenden spezielle Kameras zur Personen- und Objekterkennung und kommen ohne zusätzliche Sensorik aus.**

Die Kamerabilder werden vom AAS permanent in Echtzeit analysiert, um Objekte zu erkennen und zuverlässig zu klassifizieren. Das System unterscheidet zwischen relevanten Objekten, wie Radfahrern oder Fußgängern, und sonstigen Objekten, wie parkenden Autos oder Ampelmasten. Zum Einsatz kommen dabei Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI, siehe Kapitel 4).

Die Position der Objekte sowie Abstand zum Fahrzeug, Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung lassen sich ermitteln und für die Berechnung einer drohenden Kollision nutzen.

„Intelligente“ Kameras werden mithilfe von Deep Learning (Methode der KI, siehe Kapitel 4) darauf trainiert, den Fahrer nur bei Detektion der definierten Objektklassen durch eine klare Signalisierung zu informieren und zu warnen. Eine zuverlässige Unterscheidung der Objekte dient der Minimierung von Fehlalarmen.

Das KI-basierte AAS überwacht den nicht einsehbaren Bereich rechts neben dem Fahrzeug und warnt den Fahrer vor einer möglichen Kollision mit dem Fahrrad. Verkehrsschilder, Bäume oder andere nicht klassifizierte Objekte lösen hingegen keine Warnung aus.



► **Komponenten von KI-Kamera-basierten AAS**

- 1 bis 2 **Seitenkameras** plus **Steuerbox mit KI-Softwarebasierter Erkennung**
- **Digitalmonitor** oder **LED-Anzeigeelement** in der Fahrerkabine
- Optional: akustischer Signalgeber in der Fahrerkabine
- Optional: Lenkwinkelsensor



Monitor



► Montage und Konfiguration

Die Digitalkamera kann innerhalb vorgegebener Bereiche an der rechten oberen Außenseite des Fahrzeugs montiert werden (auf der Fahrerkabine oder dem Fahrzeugaufbau).

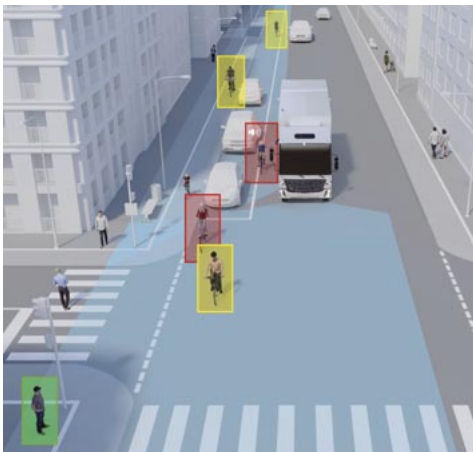
Der Detektionsbereich kann, je nach System, über z.B. einen Laptop auf die jeweils spezifischen Anforderungen eingestellt werden.

Schnelle Montage und Konfiguration:

Je nach System ist der Zeitaufwand für die Montage und Konfiguration sehr gering.

Systembedingt ergeben sich verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten, wie beispielsweise:

- Einstellung der Geschwindigkeit (0-30km/h, 0-40 km/h, usw.).
- Aktivierung der zweiten Warnstufe über eine Lenkwinkel-Sensorik.
- Zusätzliche akustische Warnung bei unmittelbar drohender Kollisionsgefahr.
- Deaktivierung des AAS über Geschwindigkeit mittels GPS-Modul, GPIO oder CAN-Bus.



Objektklassifizierung im Umfeld des Lkw



Darstellung der Gefahrensituation auf dem Monitor

► KI-basierte Systeme ermöglichen die Detektion auch von stehenden Personen/Radfahrern im Gefahrenbereich (zuverlässige Unterscheidung von Personen und bewegten Objekten wie Autos).

► Durch Verwendung digitaler Kameras ist die Erkennung auch bei größeren Entfernungen möglich, sodass die Anforderungen der UN R 151 sogar übertroffen werden können.

Merkmale des KI-Kamera-basierten AAS

- Zuverlässige Objekterfassung u. Warnung
- Hervorhebung der erkannten Gefahrensituation auf Monitor oder Anzeigedisplay
- Mehrstufige Warnung (abstands- und geschwindigkeitsbezogen)
- Detektion auch in 2. Reihe möglich, z.B. bei verdeckenden Grünstreifen oder parkenden Autos
- Detektion auch von stehenden Personen und Radfahrern
- Geringe Fehlalarmrate durch eindeutige Unterscheidung zwischen Objektklassen
- Erfüllt die Anforderungen der UN R 151
- Für Anhängerwechsel geeignet.
- Je nach System mit integriertem Spurwechselassistenten.
- Videoausgang für zweiten Monitor oder beispielsweise einen Datenrecorder.
- Weitere Sensoren/Kameras können integriert werden – je nach System z.B. Einbindung von Rückfahrkamera und „Intelligenter“ Frontkamera zur Erfassung von querenden Fußgängern unmittelbar vor dem Fahrzeug.

Die Systeme eignen sich für die Nachrüstung bei nahezu allen Fahrzeugtypen und -klassen, wie z.B. auch bei Transportern, Autokranen, Betonmischern, Tiefladern.

Zur Nachrüstung geeignet!

3.1.2 Beispiel: Radar-basiertes System mit Objektklassifizierung (AAS/BSIS)

► Zuverlässige Objekterkennung

Radarsysteme können zwischen statischen und sich bewegenden Objekten unterscheiden. Zur Erfüllung der UN R 151 reicht allerdings diese Differenzierung nicht aus. Weiterentwickelte Radarsysteme verfügen mithilfe optimierter Algorithmen über die Fähigkeit, erkannte Objekte zu klassifizieren. Als Abbiegeassistenten eingesetzt, erkennen sie Fahrradfahrer/Passanten und unterscheiden diese von anderen Objekten.

Bei mehreren Objekten im Gefahrenbereichen wird jedes einzelne erfasst und klassifiziert. Sobald ein Objekt im Gefahrenbereich vom System als „schutzbedürftig“ erkannt wird, erfolgt umgehend die Alarmierung des Fahrers (optisch, ggf. zusätzlich akustisch oder haptisch).

Das AAS kann mit einem KMS kombiniert werden. Über ein oder mehrere Kamerabilder ist der Fahrer in der Lage, auf dem Monitor das detektierte Objekt eindeutig zu identifizieren und die Situation zu überblicken.

Das AAS ist bei allen Fahrzeugklassen und Auflieger-Typen einsetzbar.

Der seitlich am Fahrzeug befestigte Radarsensor erkennt Personen/Fahrradfahrer im Gefahrenbereich des Lkw auch bei widrigen Sichtverhältnissen zuverlässig.



► Komponenten von Radarsystemen mit und ohne Kombination mit KMS

Der Fahrer erhält über das Display auch die Statusmeldungen des Systems.

- **Radarsensor(en)** (seitlich an der Fahrzeug-Außenkante montiert)
- **Display** (in der Fahrerkabine) für Abstandsanzeige und Signalisierung bei Kollisionsgefahr
- Optional: akustischer Signalgeber in der Fahrerkabine
- Optional: Kombination mit Kamera-Monitor-System
- **GPS-Antenne** zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit (Alternativ: Erhalt der Fahrzeuggeschwindigkeit über den CAN-Bus)



► Montage und Konfiguration

Empfehlung: Anbau des Warn-Displays bzw. des Monitors vertikal an der A-Säule rechts.

Die Montage der Radarsensorik erfolgt an der rechten Fahrzeugseite. Hierbei ist der in der jeweiligen Montageanleitung festgelegte Raum zu beachten. (Montagebeispiele siehe Abbildungen unten links und in rechter Spalte.)

Je nach System kann ein größerer Gefahrenbereich als von der UN R 151 gefordert rechts neben dem Fahrzeug erfasst werden.



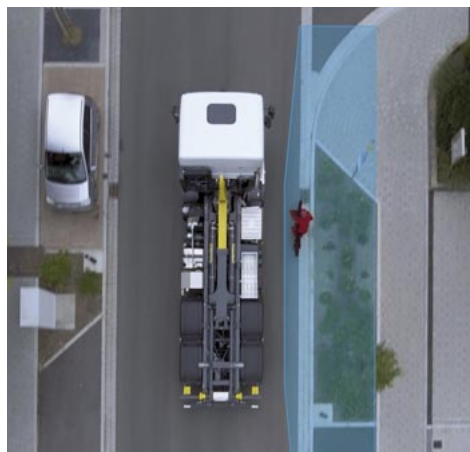
Montagebeispiel: Radarsensor an unterer, rechter Seite des Lkw

Systemabhängig bieten sich verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten, beispielsweise:

- Aktivierung des AAS beim Blinkersetzen und/oder durch Lenkbewegung nach rechts bei Fahrzeuggeschwindigkeiten von 0-30 km/h.
- Die Displayanzeige liefert dem Fahrer die relevanten Informationen aus den Sensordaten (Warnungen, Abstandsanzeigen); bei Kombination mit einem KMS werden die Kamerabilder auf dem Monitor dargestellt.



Montagebeispiel: Display des Abbiegeassistenten und Monitor des KMS in der Fahrerkabine.



Sichtfelderfassung (blau markiert) des AAS auf der Beifahrerseite des Lkw

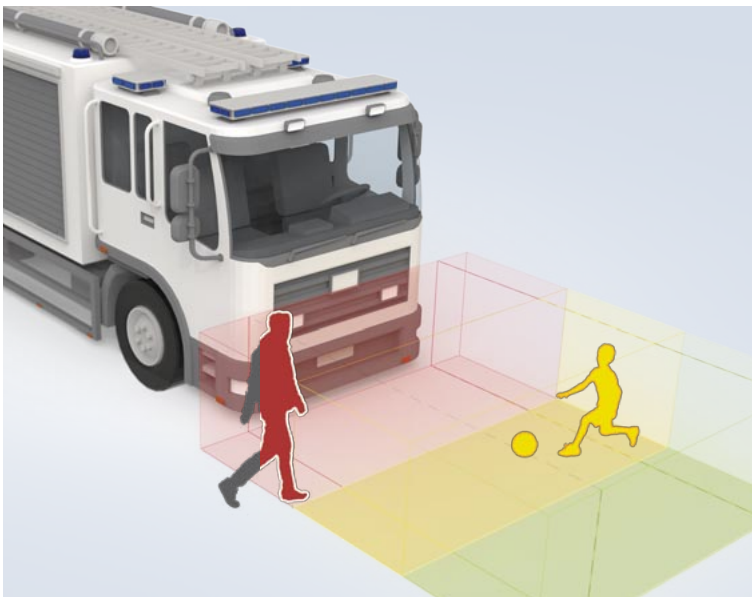
Merkmale des radarbasierten AAS

- Zuverlässige Objekterfassung u. Warnung
- Geringe Fehlalarmquote
- Präzise Messung von Entfernung und Geschwindigkeit
- Erkennung auch von Radfahrern mit gleicher Geschwindigkeit wie das Nfz
- Mehrstufige Warnung (abstandsbezogen)
- Unabhängigkeit von Tageszeiten und Unempfindlichkeit gegenüber Gegenlicht, Verschmutzung und Witterung
- Langlebigkeit und Robustheit
- Bildhafte Situationsbeurteilung nur bei Verwendung eines KMS
- Erfüllt die Anforderungen der UN R 151

- Akustische Warnung: Bei unmittelbar drohender Kollisionsgefahr ertönt zusätzlich ein akustisches Signal.
- Automatische Winkelkorrektur: In einem definierten Bereich kann das System Einbaungenauigkeiten selbst ausgleichen.
- Erweiterung der Umfelderkennung: Die vom Radarsensor gelieferten Daten können auch für Spurwechsel-Assistenten genutzt werden.
- Kombinationen: Je nach System können weitere Sensoren/Kameras (z.B. für den rückwärtigen Bereich oder zur Rundumsicht) integriert werden.

Das AAS überwacht permanent den rechten Seitenbereich neben dem Fahrzeug, informiert und warnt den Fahrer bei drohender Kollisionsgefahr.

3.2 Anfahrinformationssysteme (MOIS)



Vermeiden von Kollisionen mit ungeschützten Personen (VRU) im Gefahrenbereich vor dem Fahrzeug.

Das Anfahrinformationssystem dient dazu, Unfälle zwischen ungeschützten Verkehrsteilnehmern (VRU = Vulnerable Road User) und Lkw/Bussen in der Vorwärtsfahrt – bei Geschwindigkeiten zwischen 0 und 10 km/h zu vermeiden.

Bei hohen Fahrzeugkabinen entsteht direkt vor dem Fahrzeug ein toter Winkel, der beim Anfahren zu einer lebensbedrohlichen Gefahr für Passanten und anderen VRU werden kann. Das Unfallszenario entsteht häufig durch Unachtsamkeit und/oder fehlendes Bewusstsein darüber, dass der Fahrer sie nicht sehen kann.

Das MOIS erkennt Personen im Frontbereich des Fahrzeugs – unabhängig von ihrer Größe, der Körperhaltung, in Bewegung oder im Stillstand.

UN R 159 – Anforderungen an MOIS

Begriffsdefinition:

Für Anfahrinformationssysteme werden – sowohl in den Regelwerken als auch in der Praxis – verschiedene Begriffe verwendet:

- Anfahrinformationssystem
- Moving Off Information System, kurz MOIS
- Kollisionswarnsystem für Fußgänger und Radfahrer
- Pedestrian and Cyclist Collision Warning System

Die UN R159 Moving Off Information System (MOIS) legt die Anforderungen an Anfahrinformationssysteme für die Typgenehmigung auf europäischer Ebene fest.

Ziel der UN R 159:

Bei Anfahrvorgängen aus dem Stillstand oder langsamer Fahrt warnt das MOIS den Fahrer durch optische, akustische oder haptische Signale vor einer drohenden Kollision mit ungeschützten Personen, die sich in unmittelbarer Nähe der Fahrzeugfront befinden.

Dem Fahrer wird eine Reaktionszeit von 1,0 Sekunden eingeräumt.

Anwendungsgerechte Auswahl

Eine Zertifizierung gemäß UN R 159 bescheinigt, dass das System den festgelegten Prüfkriterien entspricht. Unabhängig von der Zertifizierung als Qualitätsmerkmal sollten vor Anschaffung eines Systems generell die für den Betrieb entscheidenden Anforderungen festgehalten werden. Hierbei spielen ggf. auch die bisherigen Erfahrungen der Anwender mit anderen FAS eine Rolle.

Lassen Sie sich vor dem Kauf die Vor- und Nachteile des Systems umfassend erklären.

UN ECE R 159 → Download unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/829/oj>

► **Diese Prüfkriterien muss das MOIS gemäß UN R 159 erfüllen (Auszug):**

► **Erkennung von Fußgängern und Radfahrern:**

Das System muss in der Lage sein, sowohl stehende als auch sich bewegende Fußgänger und Radfahrer zu erkennen. Die Erkennung kleinerer Personen oder Kinder ist durch spezifische Tests nachzuweisen.

► **Signale an den Fahrer:**

Das System informiert durch verschiedene Signale:

1. Informationssignal ist bei Tag und Nacht vom Fahrersitz aus erkennbar und leicht überprüfbares optisches Signal. Es warnt den Fahrer vor einem ungeschützten Verkehrsteilnehmer im Erfassungsbereich.

2. Kollisionswarnsignal warnt den Fahrer vor einem drohenden Zusammenstoß und ist eine Kombination aus zwei der folgenden Signaltypen:

- optisch
- akustisch
- haptisch

3. Fehlerwarnsignal informiert über eine Fehlfunktion des Systems und unterscheidet sich deutlich von den beiden vorgenannten Signalen.

► **Überwachungs-/Erfassungsbereich:**

Der Erfassungsbereich (s. Skizze rechts) erstreckt sich in einem Rechteck von 0,8 m bis 3,7 m vor dem Fahrzeug.

In der Breite ist dieser zu beiden Seiten mit je 0,5 m mehr als die Fahrzeugbreite bestimmt.

► **Mehrstufige Warnung (optional):**

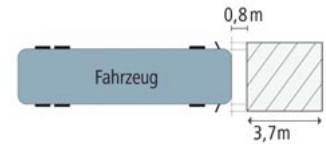
Zusätzlich zu diesen Funktionen ist eine Warnung in mehreren Zonen, um die Nähe des Objektes zur Fahrzeugfront zu signalisieren, ebenfalls möglich.

► **Manuelle Deaktivierung:**

Ein manuelles Deaktivieren des Systems darf lediglich durch eine Abfolge von gezielten, vom Fahrzeugführer auszuführenden Handlungen erfolgen. Es darf nicht möglich sein, ein anderes System zur gleichen Zeit wie das MOIS oder durch die gleiche Abfolge von Handlungen manuell zu deaktivieren.

► **Objektklassifizierung (optional):**

Eine eindeutige Klassifizierung der VRU und Übermittlung an den Fahrer ist nicht vorgeschrieben, aber möglich.



Die Skizze zeigt den in der R159 festgelegten Erfassungsbereich in vereinfachter Darstellung.

Die UN R 159 gilt für alle Fahrzeuge der Klassen M2, M3, N2, N3.

► **Bewährte Systemlösungen für Anfahrinformationssysteme**

- **Radarbasierende Systeme** arbeiten in der Regel in einem Frequenzbereich über 70 GHz, um die entsprechende Genauigkeit zu gewährleisten. Je nach Ausführung können sie durch den installierenden Fachbetrieb kalibriert und eingestellt werden, um optimal auf das Fahrzeug abgestimmt zu sein. Beim Radarsystem werden die reflektierten Wellen ausgewertet und bestimmen so, ob sich ein Objekt in den Erfassungsbereich bewegt.

- + Hierzu wird in der Regel ein größerer Bereich als notwendig vom Radar überwacht.
- + Radarsysteme sind robust und unempfindlich gegenüber Dunkelheit und Witterung.



Systemkomponenten
Radarsensor + Signalgeber



- **(KI-)Kamerabasierende Systeme** arbeiten in der Regel mit einer Bildauswertungseinheit, die entweder in der Kamera integriert oder in einer zusätzlichen Steuerbox untergebracht ist. Das Verfahren wird umgangssprachlich unter dem Oberbegriff KI (Künstliche Intelligenz) zusammengefasst. Die am Markt erhältlichen Kamerasysteme sind ebenfalls in der Regel durch den installierenden Betrieb konfigurierbar.

- + Der Fahrer kann zusätzlich den Gefahrenbereich auf einem Monitor überwachen und dadurch ggf. auch in unübersichtlichen Bereichen leichter rangieren.
- + Das visuelle Identifizieren des gemeldeten Objektes ermöglicht eine konkretere Einschätzung der Situation.



Systemkomponenten
Kamera + Monitor



Zur Nachrüstung geeignet!

3.2.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung (MOIS)

Das MOIS überwacht den Bereich unmittelbar vor dem Fahrzeug in Echtzeit und erkennt ungeschützte Verkehrsteilnehmer (VRU) wie Fußgänger und Radfahrende zuverlässig – unabhängig von deren Körpergröße, Haltung oder Bewegung.

Mithilfe von KI-Verfahren werden relevante Objekte präzise klassifiziert, sodass der Fahrer gezielt nur bei tatsächlicher Kollisionsgefahr gewarnt wird. Fehlalarme werden dadurch wirksam reduziert.

Das MOIS kann sowohl als eigenständiges System installiert als auch ergänzend zum Abbiegeassistenten betrieben werden.

Dadurch bestehen die Möglichkeiten, eine Stand-alone-Lösung zu wählen oder das System mit einem vorhandenen AAS zu kombinieren.

Beide Ansätze (siehe Abbildungen nächste Seite) haben sich in der Praxis bewährt und bieten ein hohes Maß an Sicherheit.



► Komponenten von KI-Kamera-basierten MOIS

- 1 bis 2 **KI-Kameras** (auch als AI-Kameras bezeichnet) für hochpräzise Erkennung
- **MOIS-Controller** als Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Kamerasystem, übernimmt Signalverarbeitung und Systemsteuerung
- **LED-Ampel** für klare Fahrerinformation mit eindeutiger Unterscheidung zwischen Hinweis-, Warn- und Fehlermeldungen

MOIS ergänzend zum Abbiegeassistentensystem:



Digitale LVDS-Kamera

MOIS (Stand-alone-Lösung):



AI-Kamera



LED-Ampel



MOIS-Controller



Monitor

► Montage und Konfiguration

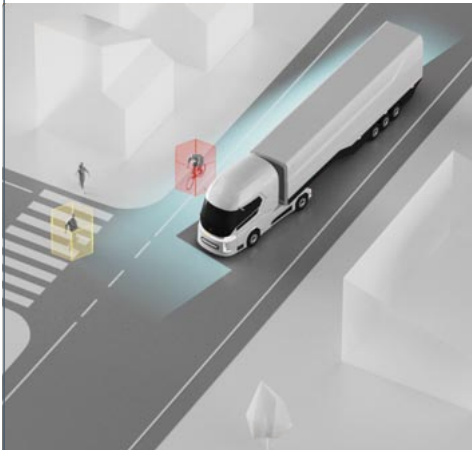
Die Kameras können an der Fahrzeugfront flexibel positioniert werden, um den vorgeschriebenen Erfassungsbereich vollständig abzudecken.

Durch kompakte Bauweise und standardisierte Schnittstellen ist das System für nahezu alle Fahrzeugtypen geeignet und kann schnell nachgerüstet werden.

Variante 1:

Kombination mit AAS

Als Ergänzungsmodul zum Abbiegeassistenten nutzt das MOIS die bereits vorhandene zentrale Recheneinheit (ECU) eines AAS und wird um eine zweite Digitalkamera erweitert.

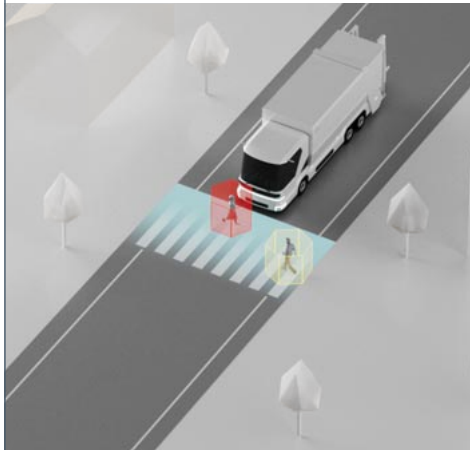


Erfassungsbereiche (blaue Markierung) von AAS + MOIS

Variante 2:

Stand-alone-Lösung

Als eigenständiges System basiert das MOIS auf KI-Kameratechnologie, bei der der Algorithmus zur Objekterkennung direkt embedded auf der Kamera läuft. (embedded = eingebettet)



Erfassungsbereich (blaue Markierung) des MOIS

Abbildung links:

In Kombination mit einem AAS werden gefährdete Personen/Radfahrer im Seiten- und Frontbereich des Fahrzeugs erkannt.

Abbildung rechts:

Als Stand-alone-Lösung erkennt das MOIS Personen, die sich im Frontbereich des Fahrzeugs befinden.

Merkmale des KI-Kamera-basierten MOIS

- Zuverlässige Erkennung von stehenden und bewegten Personen direkt vor der Fahrzeugfront
- Mehrstufige Fahrerwarnung (Information, Warnung, Fehlersignal) mit eindeutiger Unterscheidung
- Hohe Erkennungsgenauigkeit dank KI-gestützter Bildverarbeitung
- Geringe Fehlalarmrate, auch in komplexen Umgebungen
- Robuste Automobilkameras in OEM-Qualität
- Erfüllt die Anforderungen der UN R 159

Systembedingt ergeben sich verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten, wie beispielsweise:

- Keine zusätzliche Steuereinheit (ECU) erforderlich bei Verwendung in Kombination mit AAS.
- Keine Steuereinheit (ECU) erforderlich bei Verwendung einer „embedded“ KI-Kamera.
- Leichte Applikation von Software-Updates.
- Je nach Fahrzeug und Anwendungsbereich können weitere Sensoren/Kameras ergänzt werden – beispielsweise zur Überwachung des rückwärtigen Bereichs.

Die Systeme eignen sich für die Nachrüstung bei nahezu allen Fahrzeugtypen und -klassen, wie z.B. bei Lkw, Bussen, Kommunalfahrzeugen und Spezialtransportern.

Zur Nachrüstung geeignet!

3.2.2 Beispiel: Radar-basiertes System mit Objektklassifizierung (MOIS)

► Zuverlässige Objekterkennung

Assistenzsysteme auf Radarbasis können zwischen sich bewegenden (wie Fahrrad- oder E-Scooter-Fahrern, Fußgängern) und statischen Objekten (wie Verkehrsschildern) unterscheiden – zudem verfügen GSR-konforme Radarsysteme über die Fähigkeit, erkannte Objekte zu klassifizieren.

Als Anfahrinformationssystem überwachen sie den nahen vorderen toten Winkel, in dem sich Fußgänger oder Radfahrer befinden könnten.

Sie erkennen Fahrradfahrer/Fußgänger und unterscheiden diese von anderen Objekten. Bei mehreren Objekten im Gefahrenbereich wird jedes einzelne erfasst und klassifiziert. Sobald ein Objekt im Gefahrenbereich vom System als schutzbedürftig erkannt wird, erfolgt umgehend die Alarmierung des Fahrers.

Das MOIS auf Radarbasis kann ergänzend mit einem KMS kombiniert werden. Dadurch kann der Fahrer mit Hilfe eines oder mehrerer Kamerabilder die Situation konkret überblicken.

Der an der Fahrzeugfront befestigte Radarsensor detektiert Hindernisse im Gefahrenbereich auch bei widrigen Sichtverhältnissen zuverlässig.



Das MOIS ist bei allen Fahrzeugklassen und Auflieger-Typen einsetzbar.

► Komponenten von Radarsystemen mit und ohne Kombination mit KMS

- **Radarsensor** (mittig an der Fahrzeugfront montiert) mit einem Erfassungswinkel von 180° zur Fahrzeugfront
- **Anzeigeelement/Display** (in der Fahrerkabine) für Abstandsanzeige, optische und akustische Warnsignale
- Optional: Kombination mit Kamera-Monitor-System

Als Plug-and-Play-System benötigt das MOIS nur Strom vom Fahrzeug.



► Montage und Konfiguration

Empfehlung für den Anbau des Warn-Displays:

am Armaturenbrett, nahe dem Lenkrad – alternativ nahe der A-Säule oder oben an der Windschutzscheibe.

Die Montage des Radarsensors erfolgt mittig an der Fahrzeugvorderseite unterhalb der Windschutzscheibe – typischerweise 0,4 - 1,2m über dem Boden. Zu beachten ist der in der jeweiligen Montageanleitung festgelegte Raum.

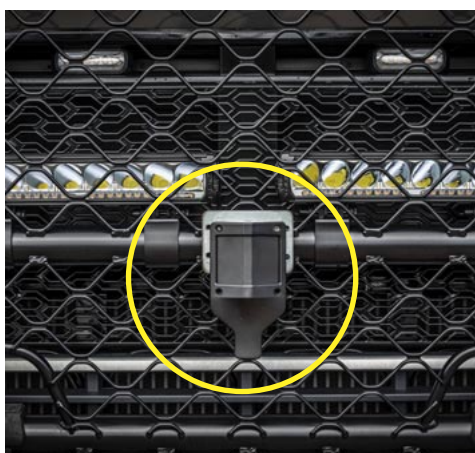
Je nach System kann ein größerer Gefahrenbereich als von der UN R 159 gefordert vor dem Fahrzeug erfasst werden.

Systemabhängig bieten sich verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten, beispielsweise:

- Funktionalität des Anfahrwarnsystems im Stillstand und bei Beschleunigung mit unterschiedlichen Warnstufen.
- Mehrstufige optische/akustische Warnung des Fahrers, wenn ein Objekt erkannt wird und das Fahrzeug sich vorwärts bewegt (die Warnstufen sind abhängig vom Erfassungsabstand zum Fahrzeug).



Detektion von gefährdeten Radfahrern / Verkehrsteilnehmern im vorderen toten Winkel des Fahrzeugs



Montagebeispiel: Radarsensor an der Vorderseite eines Lkw



Montagebeispiel: Display des MOIS im Fahrerhaus

Der Fahrer erhält über das Display auch die Statusmeldungen des Systems.

Merkmale des radarbasierten MOIS

- Zuverlässige Objekterfassung u. Warnung
- Geringe Fehlalarmquote
- Präzise Messung von Entfernung und Geschwindigkeit
- Mehrstufige Warnung (abstandsbezogen)
- Unabhängigkeit von Tageszeiten und Unempfindlichkeit gegenüber Gegenlicht, Verschmutzung und Witterung
- Langlebigkeit und Robustheit
- Kombinationsmöglichkeiten (z.B. mit KMS)
- Bildhafte Situationsbeurteilung nur bei Verwendung eines KMS möglich
- Erfüllt die Anforderungen der UN R 159

- Bei unmittelbar drohender Kollisionsgefahr ertönt zusätzlich ein akustisches Signal.
- Die Kombination mit weiteren Sensoren und/oder Kameras kann die Sicherheit zusätzlich erhöhen – zum Beispiel mit einem Abbiegeassistenten oder Rückfahrwarner.

Die untenstehenden Grafiken zeigen die unterschiedlichen Warnstufen – links „Stufe 1“: optische Anzeige bzw. Warnung bei Fahrzeug im Stillstand; rechts „Stufe 2“: optische und akustische Warnung bei anfahrendem Fahrzeug.



3.3 Rückfahrrassistentensysteme (RAS/REIS)



Vermeiden von Kollisionen hinter dem Fahrzeug (UN R 158)

Der Rückfahrrassistent unterstützt den Fahrer beim Rückwärtsfahren, um Zusammenstöße mit Hindernissen und/oder Personen hinter dem Fahrzeug zu vermeiden.

1. RAS können den Fahrer durch **Warnsignale** auf Objekte und/oder Personen im rückwärtigen Bereich seines Fahrzeugs aufmerksam machen.
2. Auch **Sichthilfsmittel ohne aktive Warnfunktion** (Kamera-Monitor-Systeme) können als RAS zugelassen sein.
Beide Systemvarianten oder auch
3. Kombinationen aus **Sichthilfe + Warnung** zielen darauf ab, den Fahrer zu befähigen, das Fahrzeug sicher und präzise rückwärts zu manövrieren.

UN R 158 – Anforderungen an RAS/REIS

Begriffsdefinition:

Für Rückfahrrassistenten werden – sowohl in den Regelwerken als auch in der Praxis – verschiedene Begriffe verwendet:

- Reversing Detection System
- Reversing Information System, kurz REIS
- Rückfahrrassistentensystem, kurz RAS
- Rückfahrwarnsystem
- Rangierassistent

Die UN R158 Reversing Information System (REIS)

legt die Anforderungen an Rückfahrrassistentensysteme für die Typgenehmigung auf europäischer Ebene fest.

Ziel der UN R 158:

Das Rückfahrrassistentensystem soll den Fahrer beim Zurücksetzen und Rangieren unterstützen, um Kollisionen mit hinter dem Fahrzeug befindlichen Hindernissen oder gefährdeten Personen/ Verkehrsteilnehmern zu vermeiden.
Dem Fahrer wird dabei eine Reaktionszeit von 1,2 Sekunden eingeräumt.

Anwendungsgerechte Auswahl

Eine Zertifizierung gemäß UN R 158 bescheinigt, dass das System den festgelegten Prüfkriterien entspricht. Unabhängig von der Zertifizierung als Qualitätsmerkmal sollten vor Anschaffung eines Systems generell die für den Betrieb entscheidenden Anforderungen festgehalten werden. Hierbei spielen ggf. auch die bisherigen Erfahrungen der Anwender mit anderen FAS eine Rolle.

Lassen Sie sich vor dem Kauf die Vor- und Nachteile des Systems umfassend erklären.

UN ECE R 158 → Download unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/828/oj>

► **Diese Prüfkriterien muss das RAS/REIS gemäß UN R158 erfüllen (Auszug):**

► **Erkennung/Wahrnehmung von Hindernissen und Personen:**

Das System muss den Fahrer unterstützen, sowohl statische als auch dynamische Hindernisse sowie Personen zu erkennen.

► **Einrichtungen zum Rückwärtsfahren:**

Während der Rückwärtsfahrt muss dem Fahrer mindestens eine Einrichtung für die

- **a) Sicht** (z.B. Kamera-Monitor-System) **oder**
- **b) Wahrnehmung** (Sensorsystem – auch als Erfassungs- oder Erkennungssystem bezeichnet) zur Verfügung stehen.

Die Einrichtungen/Systeme liefern unterschiedliche Informationen:

- **a) Das Kamera-Monitor-System (KMS)** muss dem Fahrer beim Rückwärtsfahren eine klare Sicht nach hinten ermöglichen. (Ein explizites Signal an den Fahrer ist hierbei nicht erforderlich.)

- **b) Das Sensorsystem** muss dem Fahrer durch Signale ermöglichen, Objekte im Erfassungsbereich zu erkennen. Die Signale müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- **Signale an den Fahrer (nur bei Sensorsystem):** Erkennungssysteme müssen unterscheidbare Signale an den Fahrer senden.

1. Informationssignal bei Detektion eines Hindernisses oder einer Person im Erkennungsbereich.

2. Warnsignal bei unmittelbar drohender Kollisionsgefahr.

► **Sichtfeld und Erfassungsbereich:**

Der zu überwachende Bereich wird bei einem KMS als „Sichtfeld“, bei einem Sensorsystem als „Erfassungsbereich“ bezeichnet.

Dieser erstreckt sich in einem Rechteck hinter dem Fahrzeug mindestens in der Fahrzeugbreite und in der Länge – je nach Art des eingesetzten Systems:

- **a) Kamerasystem:** Überwachung des Bereichs (Sichtfeld) von 0,3 bis 3,5 m hinter dem Fahrzeug (siehe Skizze 1).

- **b) Sensorsystem:** Erkennung von Objekten und Personen im Bereich von 0,2 bis 1 m hinter dem Fahrzeug (siehe Skizze 2).

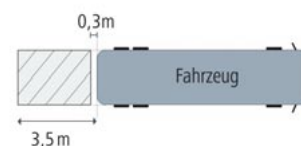
► **Manuelle Deaktivierung:**

auch hier richten sich die Anforderungen nach der Art des eingesetzten Systems:

- **a) Kamerasystem:** Das Rückfahrbild kann nur dann ausgeschaltet werden, wenn das Fahrzeug nicht rückwärts fährt. Das System kann ausgeschaltet werden, wenn das Fahrzeug ein Ankuppeln mittels einer Verbindungseinrichtung erkennt.

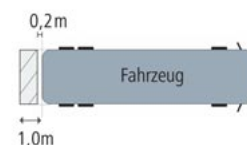
- **b) Sensorsystem:** Der Fahrer muss die Möglichkeit haben, das Erkennungssystem zu deaktivieren. (Eine Deaktivierung kann beispielsweise erforderlich sein, wenn spezielle Umgebungsbedingungen ein „Dauerpiepen“ auslösen.)

Skizze 1 (KMS)



Skizze 1 zeigt den gemäß R158 abzudeckenden Überwachungsbereich/das Sichtfeld des Kamera-Systems.

Skizze 2 (Sensor)



Skizze 2 zeigt den in der R158 festgelegten Erfassungsbereich für Erkennungssysteme in vereinfachter Darstellung.

Die UN R 158

gilt für die Fahrzeuge der

Klassen M2, M3, N2, N3

(Fahrzeuge, bei denen der

Einbau eines RAS mit ihrer

Verwendung im Straßenverkehr

unvereinbar ist, können vorbe-

haltlich der Entscheidung der

Typgenehmigungsbehörde von

dieser Regelung ausgenommen

werden.)

► **Bewährte Systemlösungen für Rückfahrsistenzsysteme**



a) Diese „Sichteinrichtungen“ können nach UN R 158 eingesetzt werden:

Einrichtungen für die indirekte Sicht nach UN R46 wie konventionelle und digitale Spiegel (Außenrückspiegel, Anfahrspiegel), Standard- und Rundumsicht-Kamera-Monitor-Systeme.

b) Diese „Einrichtungen zur Wahrnehmung“ können nach UN R 158 eingesetzt werden:

Sensorsysteme (auch als Erfassungssysteme bezeichnet) beispielsweise auf Radar- oder Ultraschallbasis, Kamerasensoren – mit oder ohne Objektklassifizierung.



Zur Nachrüstung geeignet!

3.3.1 Beispiel: KI-Kamera-basiertes System mit Personenerkennung (RAS/REIS)

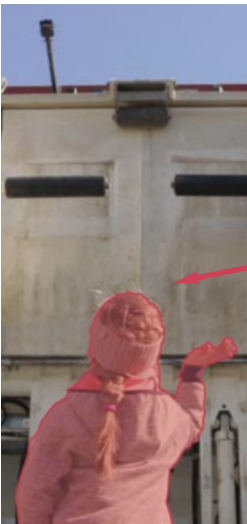
► Im Gegensatz zu Abbiegeassistenten und Anfahrinformationssystemen müssen Rückfahrassistenten nicht explizit Personen wie Radfahrer erkennen.

Gemäß UN R158 können neben Sensorsystemen wie Radar oder Ultraschall auch klassische KMS die geforderten Kriterien erfüllen.

Der Einsatz einer „intelligenten“ Kamera als RAS kann dem Fahrer allerdings zusätzlichen Mehr-

wert bieten und je nach Anwendungszweck des Fahrzeugs sinnvolle Unterstützung leisten:

1. Über den Monitor kann sich der Fahrer jederzeit über die Geschehnisse hinter seinem Fahrzeug informieren.
2. Zusätzlich wird er gewarnt, sobald die Gefahr einer Kollision mit einem Menschen oder einer anderen zuvor festgelegten Objektklasse droht.



Die KI-Kamera erkennt Personen im Gefahrenbereich hinter dem Fahrzeug – auch Kinder oder Personen in gebückter Haltung. Der Fahrer wird gewarnt und kann das Fahrzeug stoppen.

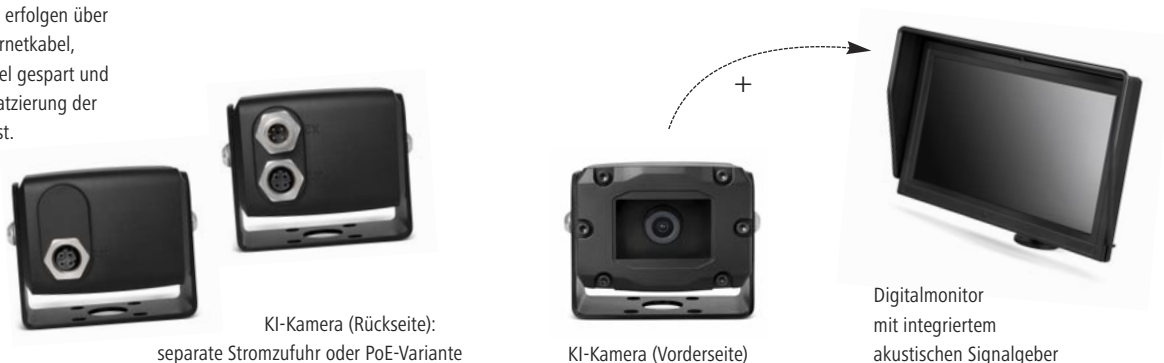


► Komponenten von KI-Kamera-basierten Rückfahrassistentensystemen

- **Ethernetkamera** (am oberen Fahrzeugheck montiert) mit integrierter **KI-Personenerkennung**, optional als PoE-Lösung oder mit separater Stromversorgung
- **Digitalmonitor** (in der Fahrerkabine)

PoE = Power of Ethernet

Die Datensignale und die Stromversorgung erfolgen über ein einziges Ethernetkabel, sodass Stromkabel gespart und eine flexiblere Platzierung der Geräte möglich ist.



► Montage und Konfiguration

Die Rückfahrkamera wird innerhalb des in der Montageanleitung vorgegebenen Bereiches am oberen Fahrzeugheck montiert.

Der Monitor in der Fahrerkabine ist im vorderen direkten Sichtbereich des Fahrers so zu platzieren, dass die direkte Sicht des Fahrers nach vorn nicht eingeschränkt wird.

Schnelle Montage und Konfiguration:

Je nach System ist der Zeitaufwand für die Montage und Konfiguration gering.

Systemabhängig bieten sich verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten, beispielsweise:

- Aktivierung des RAS über das Einlegen des Rückwärtsgangs.
- Reichweite zwischen 0,2 m und 3,5 m hinter dem Fahrzeug.
- Das RAS informiert und warnt den Fahrer beim Rückwärtsfahren durch unterscheidbare Signale.



Detektion von gefährdeten Radfahrern / Verkehrsteilnehmern hinter dem Fahrzeug



Nachträglicher Einbau einer RAS-Kamera an einem Spezialfahrzeug



Detailaufnahme einer am Heck des Fahrzeugs montierten Rückfahrkamera

► KI-basierte Systeme ermöglichen die Detektion auch von stehenden Personen / Radfahrern im Gefahrenbereich (zuverlässige Unterscheidung von Personen und bewegten Objekten wie Autos).

► Durch Verwendung digitaler Kameras ist die Erkennung auch bei größeren Entfernungen möglich, sodass die Anforderungen der UN R 158 erfüllt werden können.

Merkmale von KI-Kamera-basierten RAS:

- Zuverlässige Objekterfassung u. Warnung
- Hervorhebung der erkannten Gefahrensituation auf Monitor
- Mehrstufige Warnung
- Detektion auch in 2. Reihe möglich, z.B. bei verdeckenden Grünstreifen oder parkenden Autos
- Detektion auch von stehenden Personen und Radfahrern
- Geringe Fehlalarmrate durch KI, aufgrund eindeutiger Unterscheidung zwischen Objektklassen
- Erfüllt die Anforderungen der UN R 158

- Akustische Warnung: Bei unmittelbar drohender Kollisionsgefahr ertönt zusätzlich ein akustisches Signal.
- Der ergänzende Einsatz weiterer Sensoren oder Kameras kann die Sicherheit zusätzlich erhöhen.

Die Systeme eignen sich für die Nachrüstung bei nahezu allen Fahrzeugtypen und -klassen, wie z.B. auch bei Transportern, Autokranen, Betonmischern, Tiefladern.



4 Intelligente Software, Künstliche Intelligenz für Fahrzeuge, mobile Maschinen

Digitalisierung mittels vernetzter Systeme und KI-basierter Lösungen drängt in die Praxis, wird intensiv weiterentwickelt und vorangetrieben. Das gilt für branchenspezifische wie auch für branchenübergreifende Lösungen bei Anwendungen in der Personen- und Objekterkennung/-detektion

Während Kamera-/Sensorsysteme, entsprechend ihrer anforderungsbedingten Spezifikationen, unabhängig voneinander an gleichen Aufgaben wirken, ermöglichen digitalisierte Prozesse deren Vernetzung für weitere Lösungswege.

ein Brems- oder Ausweichmanöver, um erkannte Personen zu schützen und das System wieder in einen sicheren Zustand zu bringen.

Digitalisierung schafft die Grundlage, um

Digitale Prozesse können Informationen von mehreren Sensoren integrieren. Die parallel erfassten Messdaten von z.B. einer Kamera, einem Ultraschallsensor und einem Radarsystem werden zeitgleich ausgewertet. Die Überlagerung der Sensorsignale steigert die Zuverlässigkeit in der Erkennung von Gefahrensituationen über die Vielzahl möglicher Umgebungsszenarien hinaus. Mit dem Ergebnis kann ein vorher definierter Systemeingriff ausgelöst werden – zum Beispiel

- ▶ KI-basierte Algorithmen einzusetzen,
- ▶ Maschinen „intelligenter“ und sicherer zu machen sowie eine
- ▶ zunehmende Automatisierung von Geschäfts- und Arbeitsprozessen zu ermöglichen.

KI-Lösungen ermöglichen wertschöpfende Effekte und eine weitere Prozessoptimierung. Sie unterstützen und beschleunigen permanente Anpassungen.

KI-Einsatzbeispiel

„Unfallschwerpunkte durch Data Analytics“ erkennen:

▶ Neben der Unterstützung des Fahrers können mittels Deep Learning auch Unfall-schwerpunkte (Hotspots) erkannt werden.

▶ Bei Detektion von Beinahe-Kollisionen werden Datum, Uhrzeit und GPS-Position der mobilen Maschine erfasst.

▶ Abhängig von der Datenmenge und deren Speicherzeit, können Hotspots ermittelt und präventive Maßnahmen eingeleitet werden (z. B. verbesserte Einsehbarkeit und/oder Einbremsen).

▶ KI (Künstliche Intelligenz)

Oberbegriff für Software-Programme zur Simulation kognitiver Fähigkeiten und menschlicher Intelligenz (Wahrnehmen, Lernen, Anpassen, Schlussfolgern, Agieren) und zur Automatisierung.

▶ ML (Maschinelles Lernen/Machine Learning)

Teilgebiet der KI; Algorithmen, die aus großen Datenmengen Muster erlernen, sich optimieren und Lösungen eines bestimmten Problems finden (ohne dass der Lösungsweg explizit programmiert wurde). Beispiel: aus angelernten Bilddaten Objekte eindeutig erkennen und klassifizieren.

▶ Deep Learning

Deep Learning als Teilgebiet der KI basiert auf künstlichen neuronalen Netzen mit vielen Schichten. Diese Netze lernen automatisch komplexe Merkmale aus großen Datenmengen, ohne dass jedes Merkmal manuell definiert werden muss. Dadurch können in Bereichen der Bilderkennung oft Ergebnisse erzielt werden, die menschlicher Leistung sehr nahekommen und potenziell sogar übertreffen.

4.1 Künstliche Intelligenz (KI)

► Aufgaben schnell, präzise und automatisiert lösen

Künstliche Intelligenz (KI) beschäftigt sich als Teilgebiet der Informatik mit der Simulation menschlicher Intelligenz und kognitiver Fähigkeiten (Kompetenz, Informationen aus der Umwelt wahrzunehmen und zu erkennen), um „intelligentes“ Verhalten bei Maschinen und Fahrzeugen zu ermöglichen.

Künstliche Intelligenz nutzt große Datenmengen, um **schnell und automatisiert fundierte Entscheidungen zu treffen**. Algorithmen verarbeiten und analysieren dabei die gesammelten Erfahrungen, merken sich relevante Erkenntnisse und lernen durch **Versuch und Irrtum**. Auf diese Weise kann das System **aus erkannten Fehlern lernen, sich kontinuierlich weiterentwickeln und seine Leistung eigenständig verbessern**.

Als Ziel für eine jeweilige KI wird die Fähigkeit angestrebt, dass die Maschine in ihrem Handlungsfeld auf alle möglichen Herausforderungen

reagieren kann, sich intelligent (der Situation angepasst) verhält. Dabei können KI-basierende Steuerungen weitestgehend selbstständig mit ihrer Umwelt agieren und Entscheidungen treffen. Sie müssen beispielsweise **im Notfall eine gefährdete Person sicher erkennen und Schutzmaßnahmen wie z. B. Bremsen einleiten**.

Hinsichtlich der Betriebssicherheit wird hier juristisches Neuland betreten, wenn es darum geht, die **Rahmenbedingungen von KI-Systemen zu bewerten**.

Generell wird ein sogenanntes KI-System in der Trainingsphase angelernet – beispielsweise mittels Machine Learning. In der Betriebsphase, das heißt beim Einsatz der Maschine, erfolgt keine weitere Verselbstständigung.

► Neuronale Netze

Während klassische Programmierung mit manuell erstellten Anweisungen Kontrollstrukturen definiert und diese bewusst einpflegt, ersetzt ein KI-System die manuell erstellten Programmierungsabschnitte durch selbstgelernte neuronale Netzstrukturen.

Neuronale Netze gehören zu den leistungsfähigsten Verfahren der künstlichen Intelligenz. Sie lernen aus Trainingsdaten komplexe Zusammenhänge, die für den Menschen nicht ohne weiteres nachvollziehbar sind. Neuronale Netze können Muster erkennen und durch Erhebung von Daten im Betrieb in einer nachgelagerten Trainingsphase verbessert werden. Ein Spezialfall ist der Einsatz mehrerer Netze, die sich gegenseitig in dieser Trainingsphase verbessern. Ein KI-System ist mit Sensoren ausgestattet, von denen angenommen wird, dass diese die benötigten Daten zur Weiterverarbeitung und zum Weiterlernen erfassen können.

Eine besondere und für die Personen- und Objekterkennung relevante Anwendung der KI ist die sogenannte Machine Vision.

Machine Vision erfasst und analysiert visuelle Informationen mit 2D- und 3D-Sensoren (die auch Kameras sein können) und wird häufig mit dem menschlichen Sehvermögen verglichen, da sie einer Maschine quasi ermöglicht, sehen zu können.

Ziel ist, die so erfassten visuellen Informationen für Schlussfolgerungen nutzen zu können.

► KI-Systeme sind von ihren Daten abhängig

Zum Anlernen bedienen sich KI-Systeme umfangreicher Daten (siehe Seite 37) verschiedener Herkunft:

- den **Stammdaten** (der bereits vorhandenen, gewachsenen Datenlage),
- den **Metadaten** (mit Informationen über Daten aus anderen Quellen) und
- den im KI-Systemeinsatz gesammelten **neuen Daten**.

Data Transparency:
Anbieter Safety relevanter KI-Systeme werden verpflichtet, die Quellen ihrer Daten transparent darzustellen. Die Verwendung von vortrainierten öffentlich verfügbaren KI-Modellen als Basis fällt somit aus.



Ein sicheres KI-System bedarf neben der sicheren KI auch eine sichere Hardware- und Softwareumgebung.

In einer **Black Box** verarbeiten KI-Algorithmen große Datenmengen, bringen diese in Verbindung und ziehen daraus definierte Schlüsse. Obwohl die Ziele für die Daten-Ein- und Ausgabe bekannt sind, können die Verarbeitungsschritte innerhalb des Systems oft nicht erklärt werden, da sie quasi in einer schwarzen Kiste stattfinden, in die nicht hineingeschaut werden kann. Der User bekommt eine Lösung, erfährt aber nicht wie diese erreicht wird.

Das Ziel ist, die Entscheidungen der KI transparent zu machen. Über eine nachvollziehbare Schnittstelle erfährt der Nutzer, warum eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde und wie sicher sich die KI dabei ist.

MLOps

(Machine Learning Operations) sind eine Kernfunktion des Machine Learning Engineering. Diese legen den Schwerpunkt auf die Prozessoptimierung bei der Überführung von Machine-Learning-Modellen in die Produktion sowie auf deren anschließende Wartung und Überwachung.

4.1.1 Sichere und zertifizierbare KI

Für aktive Assistenzsysteme mit Eingriff in die Fahrzeugbeschleunigung oder Bremse sowie für die Automatisierung von Arbeitsprozessen an Maschinen und gelenkten Fahrzeugen nimmt die KI zunehmend eine zentrale Rolle ein.

Klassische Ansätze für die Qualifizierung der getroffenen Entscheidung stoßen auf das Problem, dass die Entscheidung einer KI nicht auf transparenten Algorithmen basiert, sondern auf das Einbeziehen von Millionen Parametern, die über einen Trainingsprozess bestimmt wurden.

Dies erschwert die Vorhersage einer KI-Entscheidung (Black Box Ansatz, siehe Text links außen). Für die Qualifizierung dieser Zuverlässigkeit müssen Ansätze gefunden werden, die eine statistische Aussage über das Verhalten einer KI ermöglichen. Neben dem EU AI Act (Gesetz über künstliche Intelligenz) entstehen erste Normen und Normentwürfe, die den Einsatz einer sicheren KI beschreiben.

Aus diesem lassen sich zusammenfassend 6 wichtige Qualitätskriterien ableiten:

► **Qualitätskriterien einer sicheren KI** (Auszug gemäß Art.10 KI-VO, Einsatz von Hochrisiko-KI-Systemen)

1. Fairness & Bias

Die Ergebnisse des KI-Modells müssen auf einer fairen und verzerrungsfreien Entscheidungsfindung beruhen (Bias = Verzerrungen). Dies erfordert eine gleichverteilte Repräsentation des intendierten Anwendungsfalls im Trainingsdatensatz (z. B. Geschlecht, Alter, Nationalität, Verdeckungen, etc.).

2. Transparenz & Erklärbarkeit

Die Transparenz muss sicherstellen, dass eine Entscheidung (z. B. eine erkannte Person) auf Merkmalen basiert, die eine Person definieren (wie Kopf, Arme, Beine und nicht beispielsweise anhand der Farbe der Kleidung).

3. Datenmanagement & Qualität

Die Leistungsfähigkeit eines KI-Modells wird über die verwendeten Trainingsdaten definiert. Daraus ergeben sich hohe Qualitätsanforderungen an die gewonnenen Daten, um die Anwendungsfälle und Anforderungen des Kunden abzudecken. Darüber hinaus müssen insbesondere Daten, die einen Personenbezug enthalten, gemäß der DSGVO gehandhabt werden.

4. Zuverlässigkeit & Sicherheit

Der KI-Entwicklungsprozess muss einem definierten Ablauf folgen (MLOps = Machine Learning Operations, siehe Text links unten) und Qualitätsmerkmale erfüllen. Der Betrieb des KI-Systems muss zudem auf zuverlässiger und unterbrechungsfreier Hard- und Software erfolgen.

5. Performance & Funktionalität

Ein KI-System muss die festgelegten Erkennungsraten unter den spezifizierten Rahmenbedingungen erreichen, die für den jeweiligen Anwendungsfall definiert wurden.

6. Robustheit & Sicherheit

Alle Schritte der Modellerstellung müssen vor Cyber-Angriffen geschützt werden. Darüber hinaus muss die KI so robust wie möglich ausgelegt werden, um unter anderem mit absichtlichen Täuschungen umgehen zu können.

► Betrachtung eines kompletten Systems

Die Erfüllung der KI-Qualitätskriterien erfordert neben hohen organisatorischen Anforderungen, wie der Implementierung von entsprechenden Prozessen und einem darauf ausgerichteten Qualitätsmanagement, auch ein hohes Maß an Dokumentation und einen sehr hohen Aufwand für die Validierung.

Über definierte Testdatensätze, die möglichst umfassend und genau den Parameterraum des

angestrebten Einsatzes der KI beschreiben, kann eine Nachweisführung gelingen.

Abbildung rechts: SAFE AI Ethernetkamera mit umfangreichen Hard- und Software Safety Features sowie einem sicheren KI-Personennetz.



Für die Qualifizierung einer KI-Kamera und letztlich auch deren Zertifizierung muss das gesamte System, bestehend aus KI-Modell, Hard- und Software betrachtet werden. Hiervon darf keine Gefahr ausgehen. Es muss gewährleistet sein, dass sowohl die Funktion des KI-Modells als auch die Kommunikation zum Fahrzeug funktional sicher erfolgt.

Welche Daten sind relevant?

Zum Trainieren von z. B. Machine-Learning-Modellen benötigen wir Trainingsdaten, Validierungsdaten und Testdaten.

► **Trainingsdaten** lernen das neuronale Netz an. Über den Trainingsdatensatz werden die Gewichte des Netzes schrittweise angepasst, d.h. das Netz lernt aus diesen Daten.

► **Validierungsdaten** werden während des Trainingsprozesses genutzt, um die Loss-Function (Verlustfunktion) zu minimieren. Mit diesem Datensatz wird die bereits erreichte Performance gemessen und idealerweise noch vorhandene Schwächen ermittelt, z. B. kniende Personen werden nicht mit hoher Konfidenz erkannt. Im nächsten Trainingslauf kann dann auf diese Merkmale (auch als Corner Cases bezeichnet) hin weiter trainiert werden, bis das Netz insgesamt eine hohe Konfidenz erreicht hat (ergänzende Information siehe rechte Spalte).

► **Testdaten** werden nach Ende des Trainings für die Verifikation herangezogen. Sie dienen der externen, unabhängigen Testung des neuronalen Netzes und kommen typischerweise vom Kunden oder einer Zertifizierungsstelle. Der Algorithmus kennt diese Daten nicht.

Welche Datenmenge wird benötigt?

Die Datenmenge hängt von mehreren Parametern und der Heterogenität des Anwendungsfalls ab.

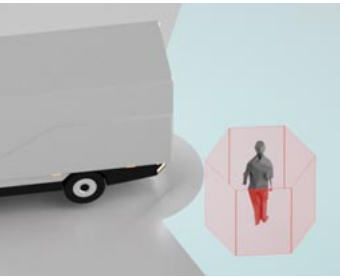
Mit jedem Parameter wächst die Datenmenge um eine Dimension und erreicht schnell eine Anzahl von über einer Million. Am Beispiel der Personenerkennung wird schnell klar, dass bereits für einen kleinen Teil der denkbaren Parameter, zum Beispiel Sichtwinkel, Rotation, Verdeckung, Pose, Geschlecht, Bekleidung, Umgebungsverhältnisse wie Licht, Regen, Schnee, etc. hunderttausende Bilder erforderlich werden. Mit jedem weiteren Parameter steigt die Anzahl der möglichen Kombinationen um eine Dimension.

Da es in der Praxis schwer sein wird, alle Kombinationen des Parameterraums abzudecken, werden vermehrt synthetische Daten verwendet, die durch moderne Rendering-Software bereits sehr nah an reale Daten herankommen.

Zumindest für die Validierung oder das Testing eignen sich synthetische Daten und es kann nachgewiesen werden, dass das sogenannte „Reality Gap“ (Lücke zwischen Bildern aus der realen Welt und synthetischen Bildern) sehr gering ist.

Der Validierungsdatensatz muss die sogenannte ODD (Operational Design Domain) gleichverteilt repräsentieren, um sicherzustellen, dass der Trainingsprozess zu einem sinnvollen Ergebnis führt. Während des Trainings werden diese Daten unter anderem dazu genutzt herauszufinden, ob sich das KI Modell über die Trainings-Epochen hinweg verbessert.

4.1.2 Kameras zur Personenerkennung: konventionell programmiert vs. KI-basiert



Darstellung einer Personenerkennung im rückwärtigen Gefahrenbereich eines Lkw durch die am Heck angebrachte KI-Kamera.

Klassische Systeme sind in der Regel starrer und bieten eine geringere Erkennungsgenauigkeit, da sie auf fest programmierte Algorithmen angewiesen sind.

Kamera-Monitor-Systeme dienen dem Fahrer/Bediener als Sichthilfsmittel. Zunehmend kommen Kamerasysteme mit Personenerkennung zum Einsatz. Diese vereinen die visuelle Überwachungsmöglichkeit des Gefahrenbereichs mit einer gezielten Warnung vor drohenden Kollisionen mit Personen (ggf. auch mit definierten Objekten). Bei ihrer Entwicklung spielt Künstliche Intelligenz (KI) eine entscheidende Rolle.

► Klassische Systeme zur Personenerkennung

Regelbasierte Algorithmen:

Klassische Systeme zur Personenerkennung nutzen oft einfache, regelbasierte Verfahren, die auf fest definierten Algorithmen und Schwellenwerten basieren. Sie arbeiten häufig mit traditionellen Bildverarbeitungstechniken wie Kanten- oder Farbmuster-Erkennung.

Begrenzte Anpassungsfähigkeit:

Diese Systeme sind eingeschränkt flexibel und müssen für jede neue Situation manuell angepasst werden. Bei Änderungen in der Umgebung oder bei Auftreten unerwarteter Szenarien sind sie fehleranfälliger.

Geringere Genauigkeit:

Klassische Systeme sind weniger robust gegenüber Variationen in der Darstellung von Personen, wie z. B. unterschiedlichen Posen, Kleidungsstücken oder Beleuchtungsbedingungen.

Einfachere Funktionalität:

Sie bieten in der Regel nur grundlegende Erkennungsfunktionen ohne tiefere Analyse oder zusätzliche Informationen.

► KI-basierte Kameras zur Personenerkennung

KI-basierte Kameras, die für die Personenerkennung genutzt werden, unterscheiden sich von klassischen Systemen hauptsächlich in der Art und Weise, wie die Erkennung durchgeführt wird:

Intelligente Algorithmen:

KI-basierte Kameras verwenden maschinelles Lernen und Deep Learning, insbesondere neuronale Netzwerke, um Personen zu erkennen. Sie lernen aus großen Datenmengen und können somit komplexe Merkmale wie unterschiedliche Posen, Gesichtsausdrücke, Kleidung und Umgebungsbedingungen verstehen.

Höhere Genauigkeit:

KI-basierte Kameras bieten eine hohe Genauigkeit bei der Personenerkennung, selbst unter schwierigen Bedingungen wie z. B. schlechten Lichtverhältnissen, Teilverdeckungen oder variierenden Blickwinkeln.

Erweiterte Funktionen:

Dadurch können diese Kameras zusätzliche Informationen extrahieren, wie beispielsweise Geschlecht und Aktivitäten – und weiterführende Analyseergebnisse liefern.

KI-basierte Kameras zur Personenerkennung bieten eine fortschrittliche, flexible und genaue Lösung, indem sie maschinelles Lernen nutzen.

4.1.3 Varianten zur Integration der Personenerkennung auf Systemkomponenten

Eine (KI-basierte) Software ermöglicht Fahrerassistenzsystemen, Fußgänger, Radfahrer, ggf. weitere Verkehrsteilnehmer zuverlässig zu erkennen und den Fahrer vor einer drohenden Kollision mit diesen zu warnen. Je nach Systemarchitektur kann sie auf unterschiedlichen Geräten appliziert werden.

► Implementierung auf der Steuerbox



Steuerbox/ Digitale Videosteuerereinheit

- Die Kamera-/ Sensordaten werden zentral auf der Steuerbox mit einer hohen Rechenleistung verarbeitet.
- Optional kann bei OEM-Lösungen eine Datenfusion mit anderen Assistenzfunktionen möglich sein.
- Durch das zusätzliche Hardware-Element kann ein höherer Verkabelungsaufwand entstehen.
- Kompatibilität zu unterschiedlichen Kameras und Monitoren ist gegeben.



Digitalkamera (Ethernet oder LVDS)



Digitalmonitor

Zugehörige Systemkomponenten

► Implementierung auf der Kamera/im Sensor



AI-Ethernetkamera mit separater oder integrierter Stromzufuhr



- Die Software läuft direkt auf der Kamera oder dem Sensor.
- „Edge-Integration“: Verarbeitung der Daten erfolgt am Ort der Entstehung.
- Geringe Latenz für die Echtzeit-Erkennung.
- Kein zusätzlicher Platzbedarf für Steuerbox oder Verkabelung erforderlich.



Digitalmonitor

Zugehörige Systemkomponente

► Implementierung auf dem Monitor/HMI



Eingeblendete Kamerabilder im Splitscreenmodus



Eingeblendete Kamerabilder mit Personenerkennung



Display ohne Einblendung von Kamerabildern

- „Smart-Monitor“: die Software ist im individuell programmierbaren Monitor/Display integriert.
- Beispiel: ein im Lkw-Armaturenbrett montiertes Kombiinstrument, auf dem zusätzlich die Bilder einer Rückfahrkamera oder eines AAS mit Personenerkennung eingeblendet werden können.
- Kein zusätzlicher Monitor im Fahrerhaus erforderlich.
- Geringer Verkabelungsaufwand.



Ethernetkamera

Zugehörige Systemkomponente

5 Allgemeine Grundlagen für die Beschaffung und den Betrieb

► Potenziale und Grenzen technischer Hilfsmittel

Reicht die direkte Sicht des Fahrers nicht aus, um die Sicherheit zu gewährleisten, müssen vorrangig technische Mittel bzw. technische Maßnahmen (vgl. TRBS 2111 Teil 1, Ziffer 3.2.1 Abs. 3 und 4) zur Verbesserung der Sicht, wie zum Beispiel Kamera-Monitor-Systeme (KMS), eingesetzt werden.

Assistenzsysteme auf Basis von Kamera- und/oder Sensortechnologien sind technische Hilfsmittel zum Erkennen von Personen und Objekten im Gefahrenbereich von Nutzfahrzeugen, Bussen und mobilen Maschinen. Diese Systeme unterstützen die Überwachung des Nahbereichs vor, hinter und um das jeweilige Fahrzeug herum.

ACHTUNG:

- Assistenzsysteme sind nicht dazu bestimmt, Fahrbewegungen ohne Sicht durchzuführen!
- Anzeigen, Kamerabilder, Warnsignale müssen für den Fahrer eindeutig und überschaubar bleiben, damit drohende Gefährdungen sofort erkannt werden können.

Achten Sie bei Auswahl und Montage technischer Hilfsmittel unbedingt auf deren Qualität.

► Betriebsbereitschaft

Sensorische Warnsysteme müssen ebenso wie Kamera-Monitor-Systeme beim Start des Fahrzeugs/der Maschine ordnungsgemäß funktionieren. Eine Funktionskontrolle ist daher vor jedem Arbeitsbeginn zwingend erforderlich.

► Nachrüstung: Montagepunkte wählen, montieren, ausrichten

Die Festlegung des optimalen Montageortes und die einsatzgerechte Ausrichtung von Kamera, Sensor und Monitor/Display hängen von mehreren Faktoren ab, zum Beispiel:

- dem Einsatzort, den Einsatzbedingungen, dem daraus resultierenden notwendigen Erfassungsbereich gefährdeter Personen und Objekte,
- der Konstruktionsweise des Systems und den Angaben aus der Betriebsanleitung,
- den ergonomischen Anforderungen beim Einsatz mehrerer Assistenzsysteme in einem Fahrzeug (Anordnung Monitore/Displays).

Zur Montage und Konfiguration des Systems unbedingt die jeweiligen Herstellerangaben beachten und einen Fachbetrieb hinzuziehen!

► Prüfungen durch die zur Prüfung befähigte Person

Von der richtigen Montage eines Warn- oder Assistenzsystems hängt die Sicherheit des Fahrzeugs ab (siehe § 14 Abs.1 und 2 BetrSichV). Daher sind bei der Erstmontage die folgenden Prüfungen durchzuführen:

Im Rahmen einer **Ordnungsprüfung** wird zum Beispiel festgestellt, ob:

- das eingesetzte System entsprechend seiner Spezifikation für den Einsatzzweck geeignet ist,
- erforderliche Unterlagen vorhanden und schlüssig sind,
- die technischen Unterlagen mit der Ausführung übereinstimmen,
- die erforderlichen Prüfparameter festgelegt sind (Prüfumfang, Prüffristen für wiederkehrende Prüfungen).

Wiederkehrende Prüfungen:
Fristen für wiederkehrende Prüfungen sind nicht pauschal vorgegeben. In welchem Umfang diese notwendig sind, hängt u.a. von der Art des Systems und dem Einsatz ab.

Gemäß TRBS 1201 sind wiederkehrende Prüfungen erforderlich, wenn sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass aufgrund von Alterung, Verschleiß oder äußeren Einflüssen die Sicherheit beeinträchtigt werden könnte.

Die anschließende **technische Prüfung** soll die Funktionsfähigkeit sicherstellen. Hinsichtlich der sicherheitstechnisch relevanten Merkmale des Warn-/Assistenzsystems wird dessen Zustand und Funktion mit geeigneten Verfahren geprüft. Hierzu gehören zum Beispiel:

- ▶ die Sichtprüfung und
- ▶ die Funktions- und Wirksamkeitsprüfung.

In der Praxis führt diese Prüfung häufig die montierende Werkstatt durch. Bei der Beschaffung kann vereinbart werden, dass diese Prüfung zum Lieferumfang gehört. Siehe EmpfBS 1113.

▶ Sicht- und Funktionskontrolle durch den Bediener/Fahrer

Vor Beginn jeder Arbeitsschicht überprüft der Fahrer:

- ▶ die Funktion und die Wirksamkeit der Bedienungs- und Sicherheitseinrichtungen,
- ▶ Spiegel, KMS-, Warn- und Sensoriksysteme auf Vollständigkeit, Funktion, richtige Einstellung und Sauberkeit
- ▶ und stellt sicher, dass festgestellte Mängel sofort dem Aufsichtführenden mitgeteilt werden – bei einem Wechsel des Fahrers auch dem ablösenden Kollegen, wie z.B.:
 - ▶ erforderliche Reinigung von Sensor/Kamera bei starker Verschmutzung,
 - ▶ Systemlimitierungen (z.B. gemäß dem Fahrzeughandbuch),
 - ▶ Fehlerdiagnose des Sensors/der Kamera, gemeldete Fehler, eingeschränkte Funktion.

Während des Betriebs des Fahrzeugs achtet der Fahrer:

- ▶ auf den betriebssicheren Zustand und auf augenfällige Mängel.
- ▶ Festgestellte Mängel sind sofort dem Vorgesetzten mitzuteilen – bei einem Wechsel des Fahrers auch dem ablösenden Mitarbeiter.

Bei Mängeln an KMS, Warn- oder Assistenzsystemen, die die Betriebssicherheit gefährden, ist der Betrieb des Fahrzeugs/der Maschine bis zur Beseitigung der Mängel einzustellen.

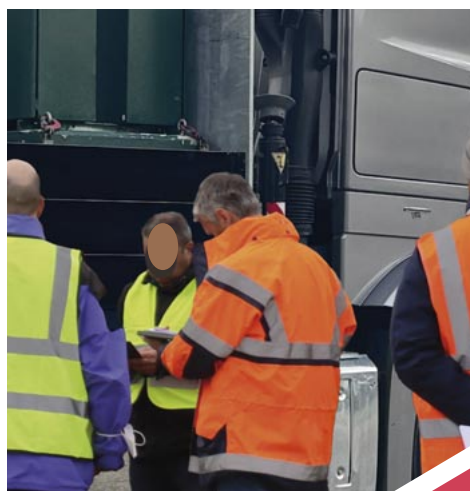
▶ Aufgaben des Arbeitgebers

Der Arbeitgeber sorgt dafür, dass die Arbeitsmittel sicher verwendet werden. Er stellt geeignete, sichere Arbeitsmittel zur Verfügung und sorgt dafür, dass der sichere Zustand erhalten bleibt (Prüfung und Kontrolle, Organisieren, dass Mängel gemeldet werden können).

- ▶ Er stellt sicher, dass bei der Verwendung technischer Hilfsmittel alle Fahrer/Bediener über die bestimmungsgemäße Verwendung und die erforderlichen Maßnahmen zur Einstellung, Kontrolle der Funktionstüchtigkeit und Wartung unterwiesen werden.
- ▶ Er kümmert sich um die Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten und trägt dafür Sorge, dass die Vorgesetzten die Umsetzung überwachen.

▶ Unterweisungen

Unterweisungen müssen sich nach den unterschiedlichen Einsatzbedingungen und den verwendeten Systemen richten. Dabei müssen auch der Anwendungsbereich und die Grenzen der Systeme erläutert und der Umgang damit festgelegt werden (ArbSchG, DGUV Vorschrift 1). Weitere Information siehe nächste Seite.



Eine Vor-Ort-Unterweisung der Beschäftigten ist unbedingt sicherzustellen.

Einweiser

Ist keine ausreichende Sicht möglich, erforderlichenfalls einweisen lassen (StVO § 9, Abs. 5)!

Ist eine direkte Sicht nicht möglich und sind die Grenzen des jeweils eingesetzten technischen Systems (Spiegel, KMS-, Warn- und Sensoriksystem) erreicht, muss ein Einweiser eingesetzt werden.

Zusätzlich ist auf Betriebsgeländen eine Gefährdungsbeurteilung nach ArbStättV durchzuführen.

Aus dem Regelwerk Ihres zuständigen Unfallversicherungsträgers (Berufsgenossenschaft oder Unfallkasse) können sich abweichende Regelungen ergeben: Informieren Sie sich z. B. auf deren Websites!

Hinweis:

Bei Austausch der Frontscheibe z.B. aufgrund eines Steinschlagschadens müssen alle zusammengehörigen Komponenten eines Assistenzsystems, wie z.B. Kamera und Radar, von einer Fachwerkstatt neu kalibriert werden.

► Unterweisung beim Austausch technischer Arbeitsmittel

Die Beschäftigten sind regelmäßig in der sicheren Handhabung der ihnen zur Verfügung gestellten Arbeitsmittel zu unterweisen.

Außerhalb der turnusmäßigen Unterweisung sind die Beschäftigten insbesondere dann zu unterweisen, wenn technische Geräte oder Fahrzeuge innerhalb des Betriebs ausgetauscht oder ersetzt werden.

Auch wenn z.B. die Fahrzeuge auf den ersten Blick baugleich erscheinen, können sie sich in ihrer Ausstattung, in der Bedienung oder in den vorhandenen Assistenzsystemen unterscheiden. Solche Unterschiede können zu Fehlbedienungen oder unsicherem Verhalten führen, wenn die Beschäftigten nicht ausreichend informiert sind.

Daher ist es erforderlich, dass beim Wechsel von Fahrzeugen oder vergleichbaren Arbeitsmitteln eine erneute Unterweisung durchgeführt wird.

Diese Unterweisung muss die spezifischen Besonderheiten des neuen Gerätes bzw. Fahrzeugs beinhalten, wie zum Beispiel:

- Funktionsweise, Systemgrenzen und Bedienung der Assistenzsysteme,
- Unterschiede in Steuerung oder Anzeigeelementen,
- sicherheitsrelevante Hinweise und Einschränkungen,
- Verhalten im Störungs- oder Notfall.

Nur durch eine gezielte Unterweisung kann gewährleistet werden, dass Beschäftigte die Geräte sicher, effizient und den betrieblichen Anforderungen entsprechend nutzen.



Nutzen Sie die Fördermöglichkeiten zur Nachrüstung von Lkw und Bussen mit FAS und weitere Unterstützungsangebote.

► Förderprogramme des Bundesverkehrsministeriums (BMV):

- „Abbiegeassistent“
- „Umwelt und Sicherheit“

Unbedingt beachten:

Mit der Maßnahme darf erst nach der Bewilligung der Förderung durch das Bundesamts für Logistik und Mobilität (BALM) begonnen werden. Alle Informationen zu den Förderprogrammen sind beim BALM abrufbar unter: www.balm.bund.de

► Unterstützung durch Ihre Berufsgenossenschaft, z.B.:

- BG BAU: „Nachrüstung von Abbiegeassistentensystemen“ (Informationen unter <https://www.bgbau.de/abbiegeassistent>)
- BG Verkehr: Förderung von Verkehrssicherheitskonzepten (<https://www.bg-verkehr.de/arbeitsicherheit-gesundheit/themen/verkehrssicherheit/verkehrssicherheitskonzepte>), Zuschüsse zur Teilnahme an Fahrsicherheitstrainings (<https://www.bg-verkehr.de/arbeitsicherheit-gesundheit/themen/verkehrssicherheit/fahrsicherheitstrainings>)

Regelwerke und Normen

6

Betrifft Betreiber / Arbeitgeber

- ▶ **ArbSchG** – Arbeitsschutzgesetz
- ▶ **BetrSichV** – Betriebssicherheitsverordnung

- ▶ **TRBS 1111** – Gefährdungsbeurteilung
- ▶ **TRBS 1151** – Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch - Arbeitsmittel – physische und psychische Faktoren
- ▶ **TRBS 1201** – Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- ▶ **TRBS 1203** – Zur Prüfung befähigte Personen
- ▶ **TRBS 2111** Teil 1 – Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Verwenden von mobilen Arbeitsmitteln

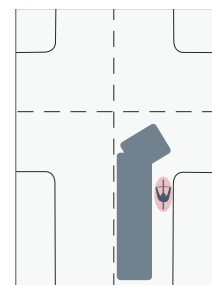
- ▶ **EmpfBS 1113** – Beschaffung von Arbeitsmitteln
- ▶ **EmpfBS 1114** – Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln

- ▶ **DGUV Vorschrift 70 u. 71** – Fahrzeuge
- ▶ **DGUV Regel 109-009** – Fahrzeuginstandhaltung, aktualisierte Fassung: 03/2023
- ▶ **DGUV Regel 114-601** – Branche Abfallwirtschaft – Teil I Abfallsammlung
- ▶ **DGUV Regel 114-615** – Branche Güterkraftverkehr – Gütertransport im Straßenverkehr

- ▶ **StVO** – Straßenverkehrs-Ordnung, z.B. **§ 23** – Sonstige Pflichten von Fahrzeugführenden
- ▶ **StVZO** – Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung, z.B. **§ 19** – Erteilung und Wirksamkeit der Betriebserlaubnis
§ 22 – Betriebserlaubnis für Fahrzeugteile
§ 30 – Beschaffenheit der Fahrzeuge
§ 31 – Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge
§ 35b – Einrichtungen zum sicheren Führen der Fahrzeuge

Abkürzungen:

- TRBS** – Technische Regeln für die Betriebssicherheit
- EmpfBS** – Empfehlungen zur Betriebssicherheit
- DGUV** – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung



Betrifft Hersteller

General Safety Regulation (GSR)

Durch die **Verordnung VO (EU) 2019/2144 „Kfz-Typgenehmigung (allgemeine Sicherheit)“** gilt EU-weit für schwere Lkw und Busse die Ausrüstpflicht mit AAS/BSIS, MOIS, RAS/REIS – unabhängig davon, in welchem Land sie hergestellt wurden. Die technischen Anforderungen an die FAS sind in den jeweiligen UN ECE Regelungen festgelegt (siehe nächste Seite). Prüfungen nach den UN ECE-Regelungen können nur von den jeweils dafür **„Benannten Technischen Diensten“** durchgeführt werden. (Liste unter www.kba.de)

Für Rückfahrsensenzsysteme bietet die **DGUV Test, Prüf- und Zertifizierungsstelle / FB Verkehr und Landschaft** außerdem **Zertifizierungen nach GS-VL 40 „Rückfahrsensenzsysteme für Nutzfahrzeuge“** an (<https://www.bg-verkehr.de/arbeits-sicherheit-gesundheit/netzwerke/dguv-fachbereich-verkehr-und-landschaft/pruef-und-zertifizierungsstelle>).

Abkürzungen:**DIN** – Deutsche Industrienorm**EN** – Europäische Norm**ISO** – Internationale Norm
(International
Organization for
Standardization)**DIS** – Entwurf (Draft
International Standard)**Betrifft Hersteller**

- ▶ **ProdSG** – Produktsicherheitsgesetz
- ▶ **MRL** – EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- ▶ **ISO 11429** – Ergonomie – System akustischer und optischer Gefahren- und Informationssignale
- ▶ **ISO 15008** – Anforderungen an Displaysysteme in Fahrzeugen
- ▶ **ISO 19237** – Intelligente Verkehrssysteme – Fußgängererkennungs- und Kollisionsvermeidungssysteme (PDCMS) – Systemanforderungen und Prüfprozeduren
- ▶ **ISO/DIS 22078:2019** – Intelligent transport systems – Bicyclist detection and collision mitigation systems (BDCMS)
- ▶ **ISO 26262** – Straßenfahrzeuge – Funktionale Sicherheit
- ▶ **DGUV GS-VL 40** – Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Rückfahrasistenzsystemen für Nutzfahrzeuge
- ▶ **KI-VO** – Verordnung (EU) 2024/1689 über Künstliche Intelligenz/ „EU AI Act“

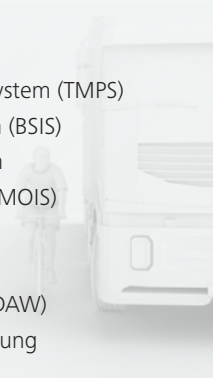
Die **EU-Maschinenrichtlinie** (2006/42/EG) wird künftig abgelöst durch die neue **EU-Maschinenverordnung (MVO)**. Diese Verordnung (EU) 2023/1230 ist **ab 20.01.2027** für das Inverkehrbringen von Maschinen anzuwenden. Bis dahin sind Maschinen weiterhin nach der derzeit geltenden MRL 2006/42/EG in Verkehr zu bringen. Die neue EU-Verordnung gilt unmittelbar, d.h. eine Umsetzung durch ein nationales Gesetz (bisher Produktsicherheitsgesetz) entfällt dann.

Ergonomie

- ▶ **DIN EN 894** – Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen
- ▶ **DIN EN ISO 6385** – Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen
- ▶ **DIN EN ISO 10075-2** – Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung
- ▶ **DIN EN ISO 26800** – Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte
- ▶ **DIN EN 61310** – Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen

UN ECE-Regelungen

- ▶ **R 10** – Elektromagnetische Verträglichkeit/Funkentstörung
- ▶ **R 46** – Einrichtungen für indirekte Sicht und ihre Anbringung
- ▶ **R 121** – Verwendbarkeit von Warn- und Bedieneinrichtungen
- ▶ **R 130** – Spurhaltewarnsystem (LDWS)
- ▶ **R 131** – Notbremsassistentensysteme (AEBS)
- ▶ **R 141** – Reifendruckkontrollsystem (RDKS)/ Tire Pressure Monitoring System (TPMS)
- ▶ **R 151** – Abbiegeassistentensysteme (AAS)/ Blind Spot Information System (BSIS)
- ▶ **R 158** – Rückfahrasistentensysteme (RAS)/ Reversing Information System
- ▶ **R 159** – Anfahrinformationssysteme/ Moving Off Information System (MOIS)
- ▶ **VO (EU) 2021/1958** – Intelligenter Geschwindigkeitsassistent (ISA)
- ▶ **VO (EU) 2021/1341** – Warnsystem bei Müdigkeit und nachlassender Aufmerksamkeit des Fahrers (DDAW)
- ▶ **R 155, R 156** – Regelungen zur Cybersicherheit und Softwareaktualisierung



Betrifft Fahrer (Beschäftigte/Arbeitnehmer)

ArbSchG

§ 15 Abs. 1 Satz 1 – Arbeitnehmer sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Arbeitgebers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit Sorge zu tragen.

§ 15 Abs. 1 Satz 2 – Arbeitnehmer sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Arbeitgebers auch für die Sicherheit und Gesundheit der Personen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen bei der Arbeit betroffen sind.

§ 16 Abs. 1 – Arbeitnehmer haben dem Arbeitgeber jede von ihnen festgestellte unmittelbare erhebliche Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit unverzüglich zu melden.

Überlastungsanzeige steht jedem Mitarbeiter offen, der in irgendeiner Hinsicht überfordert ist bzw. sich überfordert fühlt. Grundlagen siehe u.a. § 618 BGB, allgemeines Zivilrecht § 241 Absatz 2 BGB, Arbeitsschutzrecht § 15 und § 16 Absatz 1 ArbSchG. Kann der Arbeitnehmer also erkennen, dass er aus eigener Kraft seine Leistungen nicht mehr so erbringen kann, dass Schäden oder Rechtsverletzungen ausgeschlossen werden können, muss er dies seinem

Arbeitgeber unverzüglich melden. Dieser ist dann wiederum verpflichtet, Abhilfe zu schaffen. Der Arbeitnehmer wird aber durch eine solche Überlastungsanzeige nicht aus seiner Verantwortung entlassen!

Er muss im Rahmen des für ihn Möglichen und Zumutbaren alles tun, um Schäden zu verhindern.

Unterstützungspflicht: Die Arbeitnehmer haben gemeinsam mit dem Betriebsarzt und der Fachkraft für Arbeitssicherheit den Arbeitgeber darin zu unterstützen, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu gewährleisten und seine Pflichten entsprechend den behördlichen Auflagen zu erfüllen – siehe § 16 Abs. 2 ArbSchG.

Anzeigerecht (und -pflicht): Sind Arbeitnehmer auf Grund konkreter Anhaltspunkte der Auffassung, dass die vom Arbeitgeber getroffenen Maßnahmen und bereitgestellten Mittel nicht ausreichen, um die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit zu gewährleisten, und hilft der Arbeitgeber darauf gerichteten Beschwerden von Beschäftigten nicht ab, können sich diese an die zuständige Behörde wenden – siehe § 17 Abs. 2 ArbSchG.

Generell gilt für den Fahrer:

- ▶ Vor der Fahrt: Sitzeinstellung optimieren, Spiegel prüfen und einstellen, Gurt anlegen.
- ▶ Prüfen, ob alle Fahrerassistenzsysteme (FAS) eingeschaltet und voll funktionsfähig sind.
- ▶ Sich mit der Funktionsweise der FAS vertraut machen, wie z.B. der Bedeutung der unterschiedlichen Anzeige und Signale.
- ▶ Sich nicht nur auf das/die FAS verlassen.
- ▶ Beachten, dass FAS ausfallen oder falsche Signale abgeben können.
- ▶ Beachten, dass Anzeige und Funktionsweise von FAS spezifisch für das jeweilige Fahrzeug und daher unterschiedlich sein können.
- ▶ Mängel am Gerät umgehend dem Arbeitgeber bzw. dem Vorgesetzten melden.
- ▶ Unbedingt rechtzeitig Pausen einlegen, Lenk- und Ruhezeiten einhalten. Für Stadtbusfahrer gelten besondere Regeln (§4 ArbZG).
- ▶ Beim Einsatz von Einweisern Handzeichen im Vorfeld absprechen und den Einweiser stets im Blick behalten. Sofort bremsen, wenn dieser aus dem Sichtfeld verschwindet!
- ▶ Bei Problemen den Vorgesetzten informieren.

WICHTIG: Auch beim Einsatz von Assistenzsystemen liegt die Verantwortung grundsätzlich beim Fahrer!

Die einweisende Person



- ▶ soll **Warnkleidung** tragen,
- ▶ muss die **Handzeichen** beherrschen,
- ▶ muss sich im **Sichtbereich des Fahrers** aufhalten,
- ▶ sollte **nicht rückwärts** gehen,
- ▶ darf sich während des Einweisens **nicht ablenken** lassen.

7

Glossar, Abkürzungen

Begriffserläuterungen

Warn-/Assistenz-Systeme

- ▶ **AAS** – Abbiegeassistenzsystem
- ▶ **ABS** – Antiblockier-/Bremsregelsystem
- ▶ **ACC** – Abstandsregeltempomat (Adaptive Cruise Control)
- ▶ **ADAS** – Fahrerassistenzsysteme/ FAS (Advanced Driver Assistance Systems)
- ▶ **AEBS** – Notbremsassistenzsystem (Advanced Emergency Braking System)
- ▶ **BSIS** – Abbiegeassistenzsystem/ AAS (Blind Spot Information System)
- ▶ **DDAW** – Warnsystem bei Müdigkeit (Driver Drowsiness & Alertness Warning)
- ▶ **ESP/ESC/EVSC** – Elektronische Stabilitätsprogramm/Fahrdynamikregelung (Electronic Stability Control)
- ▶ **ESS** – Adaptives Notbremslicht (Emergency Stop Signal)
- ▶ **FAS** – Fahrerassistenzsysteme
- ▶ **ISA** – Intelligenter Geschwindigkeitsassistent (Intelligent Speed Assist)
- ▶ **KMS** – Kamera-Monitor-System
- ▶ **LDWS** – Spurhaltewarnsystem (Lane Departure Warning System)
- ▶ **LKAS** – Spurhalteassistenzsystem (Lane Keeping Assist System)
- ▶ **MOIS** – Anfahrinformationssystem (Moving Off Information System)
- ▶ **RAS** – Rückfahrassistenzsystem
- ▶ **Radar** – Verfahren zur Ortung und Abstandsmessung auf Basis elektromagnetischer Wellen (Radio Detection and Ranging)
- ▶ **REIS** – Rückfahrassistenzsystem/ RAS (Reversing Information System)
- ▶ **TMPS** – Reifendrucküberwachungssystem (Tire Pressure Monitoring System)

EU-Fahrzeugklassen

- ▶ **Fahrzeuge zur Güterbeförderung (Lkw/Nfz.)**
 - Klasse N2** – mit zulässiger Gesamtmasse (zGM) von mehr als 3,5t bis zu 12t
 - Klasse N3** – mit zulässiger Gesamtmasse (zGM) von mehr als 12t
- ▶ **Fahrzeuge zur Personenbeförderung (Busse)**
 - Klasse M2** – mit mehr als 8 Sitzplätzen plus Fahrersitz und zGM bis zu 5t
 - Klasse M3** – mit mehr als 8 Sitzplätzen plus Fahrersitz und zGM über 5t

Die Einteilung der Fahrzeugklassen gemäß Verordnung (EU) 2018/858 ist relevant für Zulassung, Typgenehmigung, Führerschein und Sicherheitsanforderungen.

-
- ▶ **Anhänger** (Nicht motorisierte Straßenfahrzeuge, die nach ihrer Bauart dazu bestimmt sind, von einem Kraftfahrzeug mitgeführt zu werden)
 - Klasse O3** – Anhänger mit zGM von mehr als 3,5t bis zu 10t (wie LKW-Anhänger, landwirtschaftliche Anhänger)
 - Klasse O4** – Anhänger mit zGM über 10t (wie Sattelaufleger, Schwerlastanhänger)

Fahrzeuge/Verkehrsteilnehmer

- ▶ **CV** – Nutzfahrzeuge (Commercial Vehicles)
- ▶ **Kom** – Kraftomnibusse
- ▶ **Nfz** – Nutzfahrzeug
- ▶ **NRMM** – Nicht straßengebundene mobile Maschinen, z. B. Baumaschinen, Land-/forstwirtschaftliche Maschinen (Non Road Mobile Machinery)
- ▶ **VRU** – besonders gefährdete/verletzliche Verkehrsteilnehmer (Vulnerable Road User)

Institutionen

- ▶ **BALM** – Bundesamt für Logistik und Mobilität (ab 2023); vormals **BAG** – Bundesamt für Güterverkehr
- ▶ **BAST** – Bundesanstalt für Straßenwesen
- ▶ **BGL** – Bundesverband Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung
- ▶ **BMAS** – Bundesministerium für Arbeit und Soziales
- ▶ **BMV** – Bundesministerium für Verkehr; vormals: **BMDV** – Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022-2025)
- ▶ **DGUV** – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- ▶ **KBA** – Kraftfahrt-Bundesamt
- ▶ **UN ECE** – Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe)

Genehmigungen/Zertifizierungen

- ▶ **ABE** – Allgemeine Betriebserlaubnis (§ 22 StVZO); Typgenehmigung, die bei Fahrzeugteilen vom KBA erteilt wird
- ▶ **CE** – Europäische Konformität (Conformité Européenne)
- ▶ **Typgenehmigung** – Bestätigung der Einhaltung festgelegter Sicherheitsstandards

▶ GSR (II) – General Safety Regulation

„Verordnung VO (EU) 2019/2144 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftanhängern 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.“

Die konkreten Anforderungen an die in der GSR vorgegebenen Fahrerassistenzsysteme sind in den jeweils zugehörigen UN ECE-Regelungen spezifiziert.

▶ ABE – Allgemeine Betriebserlaubnis

Nationale Genehmigung, die in Deutschland für bestimmte Fahrzeugtypen oder Fahrzeugteile gilt. Eine ABE (nach §22 StVZO) ist relevant für die Aus- und Nachrüstung von Fahrzeugen, die nicht unter die Typgenehmigungspflicht fallen oder freiwillig nachgerüstet werden, wie zum Beispiel vor dem Stichtag zugelassene Bestandsfahrzeuge.

Eine Liste der Abbiegeassistenzsysteme, für die eine ABE erteilt wurde, ist auf der Internetseite des KBA veröffentlicht: https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Informationen_TGV/ABE_Abbiegeassistent/abbiegeassistent_node.html

Zuständigkeiten Typgenehmigung, Prüfgrundlagen, Förderung

- ▶ **BALM** – u.a. Informationen zu Fördermöglichkeiten unter www.balm.bund.de
- ▶ **BAST** – u.a. Herausgeber der Kriterien für die „Empfehlungen zu den technischen Anforderungen von AAS“ des Bundesverkehrsministeriums
- ▶ **KBA** – u.a. zuständig für die Erteilung von Typgenehmigungen/ABE
- ▶ **UN ECE** – u.a. zuständig für europaweit einheitliche Anforderungen zur Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Ausrüstungen (Durchführung der Prüfungen durch akkreditierte Prüflabore)

Regelwerke, Normen

- ▶ **ArbSchG** – Arbeitsschutzgesetz
- ▶ **BetrSichV** – Betriebssicherheitsverordnung
- ▶ **DIN** – Deutsche Industrienorm
- ▶ **DIS** – Entwurf einer internationalen ISO-Norm (Draft International Standard)
- ▶ **EmpfBS** – Empfehlungen zur Betriebssicherheit
- ▶ **EN** – Europäische Norm
- ▶ **EU AI Act** – EU KI-Verordnung zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für KI
- ▶ **GSR** – Allgemeine Sicherheitsregeln (General safety Regulation)
- ▶ **MRL** – EU-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)
- ▶ **MVO** – EU-Maschinenverordnung (EU) 2023/1230, ab 20.01.2027, löst die MRL ab
- ▶ **PG** – Prüfgrundsatz (auch GS, wie z.B. GS-VL 40)
- ▶ **StVO** – Straßenverkehrs-Ordnung
- ▶ **StVZO** – Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
- ▶ **TRBS** – Technische Regeln zur Betriebssicherheit
- ▶ **UN-ECE R** – Kurzform UN R; Technische Vorschriften der UN ECE

Weitere Fachbegriffe

- ▶ **AI** – Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence)
- ▶ **BIST** – Integrierter Selbsttest (Built-in self-test)
- ▶ **CAN-Bus** – Schnittstelle für seriellen Datenaustausch zwischen Steuergeräten (Controller Area Network)
- ▶ **ECU** – Elektronische Steuerung/Steuereinheit (Electronic Control Unit)
- ▶ **EMV** – Elektromagnetische Verträglichkeit
- ▶ **Funktionale Sicherheit** – Sicherheitsbezogene Zuverlässigkeit
- ▶ **GPIO** – Schnittstellen zur Signalübertragung (General Purpose Input/ Output)
- ▶ **GPS** – Satellitennavigationssystem (Global Positioning System)
- ▶ **HMI** – Benutzerschnittstelle (Human Machine Interface)

Weitere Fachbegriffe

- ▶ **KI** – Künstliche Intelligenz
- ▶ **LVDS** – Schnittstellen-Standard für Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung (Low Voltage Differential Signaling)
- ▶ **MAB** – Merkblatt zur Anfangsbewertung des Kraftfahrt-Bundesamtes
- ▶ **MLOps** – Prozessschritte, die den Übergang von Machine-Learning-Modellen in die Produktion optimieren (Machine Learning Operations)
- ▶ **NSR** – Nicht sicherheitsrelevant
- ▶ **ODD** – Definiert Einsatzbedingungen für KI-Systeme im Training (Operational Design Domain)
- ▶ **PFH** – Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde
- ▶ **PL** – Sicherheitsniveau, Stufe der Sicherheitsintegrität (Performance Level)
- ▶ **PoE** – Übertragung von Datensignalen und Stromversorgung über dasselbe Ethernetkabel (Power of Ethernet)
- ▶ **SiBe/SiB** – Sicherheitsbeauftragte/r
- ▶ **SiFA** – Fachkraft für Arbeitssicherheit
- ▶ **SiGeKo** – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
- ▶ **Splitscreen** – Geteilte Monitoransicht zur zeitgleichen Darstellung mehrerer Kamerabilder
- ▶ **Telematik** – Verknüpfung von Telekommunikation und Informatik
- ▶ **TOP-Prinzip** – Priorisierung technischer vor organisatorischen und persönlichen Maßnahmen
- ▶ **VDS-Kamera** – Video-basierte Sensor-Kamera mit Objekterkennung (Video Detection Sensor-Kamera)
- ▶ **VkBI** – Verkehrsblatt (Amtsblatt des BMV)





Nutzen Sie unsere Demonstrationsmöglichkeiten der unterschiedlichen Systeme auf Ihren Veranstaltungen wie Hausmessen, Weiterbildungsveranstaltungen, Kongressen... Setzen Sie sich direkt in Verbindung mit: info@netzwerk-baumaschinen.de

Kollisionsvermeidung bei mobilen Arbeitsmaschinen und Nutzfahrzeugen

Publikationen des Netzwerk Baumaschinen NRMM CV

► Personen-/Objekterkennung, Warnung in Gefahrenbereichen

Kamera-, Sensoriksysteme, intelligente Software bei mobilen Arbeitsmaschinen

- Version: Baumaschinen – Mining
- Version: Flurförderzeugen (FFZ)
- Version: Traktoren und mobile Maschinen in der Land- und Forstwirtschaft (LoF)

► Assistenzsysteme zur Kollisionsvermeidung

- für schwere Nutzfahrzeuge und Busse – nach GSR (II)

Leitfäden für
Betreiber, Beschäftigte,
Hersteller und
Aufsichtspersonen

Download unter:
www.netzwerk-baumaschinen.de



Impressum

Fachliche Unterstützung, Bildnachweis

Weitere Informationen und Leitfäden des Netzwerks finden Sie auf der Website:



www.netzwerk-baumaschinen.de

► Netzwerk Baumaschinen NRMM CV

Seit mehr als 15 Jahren unterstützen die Mitglieder des Netzwerks die Entwicklung zum Stand der Technik bei der Personen- und Objekterkennung/-detektion in mobilen Arbeitsmaschinen und Nutzfahrzeugen für nahezu alle Einsatzbereiche – Baustellen, Rohstoffindustrie, Land-/Forstwirtschaft, innerbetrieblicher Transport/Intralogistik, Straßenverkehr.

Das Netzwerk ist überall dort aktiv, wo es gilt, Kollisionen und Unfälle zwischen Mensch, Maschine und Material zu vermeiden. Neben Herstellern und Zulieferern engagieren sich Fachleute aus Wissenschaft und Forschung, Arbeitsschutz- und Marktaufsichtsbehörden sowie Berufsgenossenschaften, Unfallkassen und Gewerkschaften.

Danke für die fachliche Unterstützung der Hersteller:

Brigade Elektronik GmbH (www.brigade-elektronik.de)
Luis Technology GmbH (www.luis.de)
Mekratronics GmbH (www.mekratronics.de)
Motec GmbH (www.motec-cameras.com)
ZF CV Systems Hannover GmbH (www.zf.com)

Wir bedanken uns für das zur Verfügung gestellte Bildmaterial bei:

Titelseite: Netzwerk Baumaschinen, Brigade Elektronik GmbH; S. 2: Mekratronics GmbH, Brigade Elektronik GmbH; S. 4: Luis Technology GmbH, Mekratronics GmbH; S. 5: Brigade Elektronik GmbH; S. 6: Mekratronics GmbH, Netzwerk Baumaschinen; S. 7: Brigade Elektronik GmbH; S. 8: Motec GmbH, Netzwerk Baumaschinen; S. 9: Motec GmbH; S. 10: Netzwerk Baumaschinen, Brigade Elektronik GmbH, Luis Technology GmbH; S. 11: Netzwerk Baumaschinen; S. 12: ZF Friedrichshafen AG, Netzwerk Baumaschinen; S. 13: Netzwerk Baumaschinen, Rainer Sturm/PIXELIO; S. 14: ZF Friedrichshafen AG, Netzwerk Baumaschinen; S. 15: ZF Friedrichshafen AG; S. 16: Mekratronics GmbH; S. 17: Netzwerk Baumaschinen; S. 18: Luis Technology GmbH; S. 19: Luis Technology GmbH, Netzwerk Baumaschinen, Brigade Elektronik GmbH; S. 20: Netzwerk Baumaschinen, Luis Technology GmbH; S. 21: Luis Technology GmbH; S. 22-24: Mekratronics GmbH; S. 25: Netzwerk Baumaschinen, Mekratronics GmbH; S. 26: Netzwerk Baumaschinen, Luis Technology GmbH; S. 27: Luis Technology GmbH; S. 28/29: Brigade Elektronik GmbH; S. 30: Netzwerk Baumaschinen; S. 31: Netzwerk Baumaschinen, Motec GmbH, Brigade Elektronik GmbH; S. 32: Motec GmbH; S. 33: Brigade Elektronik GmbH; S. 36-38: Luis Technology GmbH; S. 39: Motec GmbH; S. 41-43: Netzwerk Baumaschinen; S. 44: Brigade Elektronik GmbH; S. 45: Netzwerk Baumaschinen; S. 48: Motec GmbH; S. 49: ZF Friedrichshafen AG, Netzwerk Baumaschinen; S. 50: BMDV/Aktion Abbiegeassistent

Aufgenommen mit freundlicher Genehmigung vor Ort bei: DLG TestService (Titelseite), Erzeuger-Genossenschaft Neumark (Titelseite), AWM – Abfallwirtschaftsbetriebe München (S. 10, 13)

Aktion Abbiegeassistent des BMV – Wir sind offizieller Unterstützer!

Das Bundesverkehrsministerium setzt mit der „Aktion Abbiegeassistent“ seit 2018 nationale Anreize für eine freiwillige Selbstverpflichtung zur Verwendung von Abbiegeassistenten. Kleine und große kommunale und private Unternehmen engagieren sich gemeinsam.



Fachliches Netzwerk Baumaschinen – Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA)

Die Initiative Neue Qualität der Arbeit ist eine durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) geförderte Initiative von Bund, Ländern, Sozialversicherungsträgern, Gewerkschaften, Stiftungen und Arbeitgebern.

Netzwerk Baumaschinen NRMM CV in Zusammenarbeit mit:

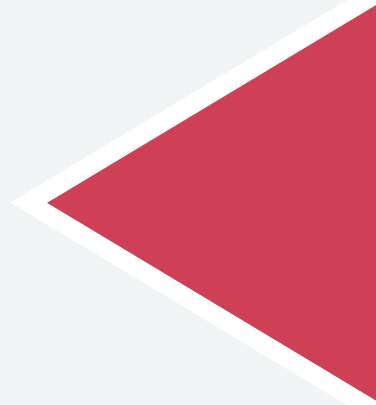
BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
BGHM – Berufsgenossenschaft Holz und Metall
BGHW – Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik
BG RCI – Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
BG Verkehr – Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation
BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales
IG BAU – Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt
KAN – Kommission Arbeitsschutz und Normung
SVLFG – Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
UK NRW – Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
VBG – Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
VDGAB – Verein Deutscher Gewerbeaufsichtsbeamter e.V.

Koordination, Konzeption und Gestaltung:

fact3 network e.K.
Wilhelmshöher Allee 262, D-34131 Kassel
Fon: +49 (0)561 81041-11
info@netzwerk-baumaschinen.de
www.netzwerk-baumaschinen.de

Genderverweis: Für eine bessere Lesbarkeit wird in diesem Leitfaden die männliche Sprachform verwendet.
Sämtliche Ausführungen beziehen sich selbstverständlich auf alle Geschlechter.

Trotz der Sorgfalt und der Aufmerksamkeit, mit denen das Netzwerk die Informationen zusammenstellt, kann es dazu kommen, dass die Inhalte nicht vollständig, richtig oder aktuell sind. Das Netzwerk und fact3 network e.K. übernehmen keine Haftung und keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben. Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung durch das Netzwerk Baumaschinen NRMM CV und fact3 network e.K.



Weitere Medien der BG RCI finden Sie unter:

www.bgrci.de/praevention/praeventionsmedien

oder nutzen Sie den Auswahlassistenten (AWA) oder die Medienhotline

<https://awa.bgrci.de/>

E-Mail: medienhotline@bgrci.de

Telefon: 06221 5108-44444



Weitere Medien des Netzwerk Baumaschinen NRMM CV finden Sie unter:

www.netzwerk-baumaschinen.de



Bildnachweis:

Titelbild: © Netzwerk Baumaschinen

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg
Tel.: 06221 5108-0
www.bgrci.de