



# DGUV Test

Prüf- und Zertifizierungsstelle  
Fachbereich Verkehr und Landschaft

## Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Rückfahrasistenzsystemen für Nutzfahrzeuge

Stand 04.2019

Fachbereich Verkehr und Landschaft  
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test  
Ottenser Hauptstraße 54  
22765 Hamburg

In Zusammenarbeit mit:  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen  
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)  
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test  
Alte Heerstr. 111  
53757 Sankt Augustin

# GS-VL 40

## Inhalt

0	Vorbemerkung.....	3
1	Allgemeines.....	4
1.1	Anwendungsbereich .....	4
1.2	Prüfgrundlagen (Rechtsvorschriften, Normen, technische Regeln, Spezifikationen) .....	7
1.3	Gültigkeit .....	9
2	Begriffe.....	9
2.1	Kamera-Monitor-System (KMS).....	9
2.2	Sichtfeld.....	9
2.3	Warneinrichtung als Assistenzsystem.....	9
2.4	Schutzeinrichtung als Assistenzsystem .....	9
2.5	Sensor (auch: Detektor, Sensorelement) .....	9
2.6	Systemaktivierung .....	9
2.7	Testobjekt.....	9
2.8	Prüfkörper.....	9
2.9	Akustisches Warnsignal.....	10
2.10	Optisches Warnsignal.....	10
2.11	Gefahrenbremsung.....	10
2.12	Rangier-/Rückfahrassistenzsystem (RAS) .....	10
2.13	NSR-Funktion .....	10
2.14	Eco-Power-Management .....	10
2.15	Overlay .....	10
2.16	Teilsystem .....	10
2.17	Reaktionszeit .....	10
2.18	Detektionszuverlässigkeit .....	10
2.19	Abkürzungsverzeichnis.....	11
3	Anforderungen und Prüfungen .....	11
3.1	Voraussetzungen der Prüfungsdurchführung.....	11
3.2	Technische Unterlagen, Prüfmuster und Nachweise.....	12
3.3	Funktionale Anforderungen und Prüfung .....	13
3.3.1	Allgemeine Funktionale Anforderungen und Prüfung; gesamtes RAS (RAS-V1, RAS-V2) .....	13
3.3.2	Funktionale Anforderungen und Prüfung; Kamera-Monitor-System (KMS im RAS-V1 und RAS-V2) .....	14
3.3.3	Funktionale Anforderungen und Prüfung; Warneinrichtung und Schutzeinrichtung .....	16
3.4	Technische Anforderungen und Prüfung (Technische Ausrüstung) .....	19
3.5	Anforderungen und Prüfungen zu Umgebungsbedingungen.....	20
3.6	Anforderungen und Prüfung der sicherheitsbezogenen Zuverlässigkeit.....	21
3.6.1	Kamera-Monitor-System (KMS) im RAS-V1 oder RAS-V2.....	21
3.6.2	Warneinrichtung im RAS-V1 .....	22
3.6.3	Schutzeinrichtung im RAS-V2.....	23
3.7	Anforderungen und Prüfung der Begleitinformationen .....	24
3.8	Abnahmeprüfung: Sichtprüfung und Funktionsprüfung am Fahrzeug (Alternative oder Ergänzung zur Prüfung am Baumuster).....	25

## 0 Vorbemerkung

Das Rückwärtsfahren einschl. Rangieren bzw. Zurücksetzen für kurze Strecken mit Nutzfahrzeugen birgt insbesondere aufgrund der Größe und Unübersichtlichkeit der Fahrzeuge häufig Gefahrensituationen mit dem Risiko der Kollision. Es ereignen sich immer wieder Unfälle mit Sach- oder Personenschäden. Technische Einrichtungen zur Verbesserung der Sicht sowie zur automatisierten Überwachung des rückwärtigen Fahrweges sollen das Fahrpersonal bei der Rückwärtsfahrt unterstützen, Personen bzw. Fußgänger im Gefahrenbereich zu schützen und Unfälle durch Kollision zu vermeiden. Die Verwendung derartiger Einrichtungen am Fahrzeug entbindet das Fahrpersonal nicht von ihrer besonderen Verantwortung gemäß der geltenden straßenverkehrsrechtlichen und betrieblichen Vorschriften. Das Rückfahrassistenzsystem wie in diesem Prüfgrundsatz behandelt, ist kein Ersatz bzw. keine Ersatzmaßnahme für vorhandene oder auszurüstende Spiegel am Fahrzeug.

Ziel dieses Prüfgrundsatzes ist es, technische Anforderungen an die funktionale und konstruktive Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Rückfahrassistenzsystem (RAS) aufzustellen bzw. aus bestehendem Regelwerk zusammenzutragen und der Prüfstelle die Möglichkeiten der Bewertung darzustellen. Derzeit ist für den gegenständlichen Anwendungsbereich kein zutreffender internationaler oder nationaler Standard bzw. eine technische Regel bekannt, welche diesen Zweck ganzheitlich erfüllen würde.

Der Prüfgrundsatz soll den aktuellen Stand der Technik von Assistenten auf dem Gebiet der Sichthilfen und Sensorik zur Umfelderkennung wiedergeben und zur Anwendung an Fahrzeugen im eingegrenzten Umfang nutzbar machen. Aus diesem Grund werden sämtliche referenzierte Anforderungen mit den technischen Spezifikationen aktueller und neuer Produkte (auch in anderen Anwendungsgebieten) verglichen und angepasst. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden weiteren technologischen Entwicklung ist eine regelmäßige Überarbeitung bzw. Erweiterung vorgesehen. Für die Prüfung durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle ist stets die neueste Fassung dieses Prüfgrundsatzes verbindlich. Kunden, deren Produkte bereits zertifiziert wurden, werden von der Zertifizierungsstelle benachrichtigt, für den Fall, dass mit einer neuen Fassung Nachprüfungen erforderlich werden.

## 1 Allgemeines

Bezüglich der organisatorischen Regelungen zur Auftragserteilung, Vorbereitung und Durchführung der Prüfung, Wiederholungsprüfungen, Zertifikatserteilung, Gültigkeit des Zertifikates, Aufzeichnung über Beanstandungen und Kontrollmaßnahmen wird auf den DGUV Grundsatz 300-003 „Prüf- und Zertifizierungsordnung“ verwiesen.

Falls eine Prüfung und Zertifizierung des Produkts auf Basis dieses Prüfgrundsatzes gewünscht wird, wenden Sie sich bitte an

DGUV Test

Prüf- und Zertifizierungsstelle

Fachbereich Verkehr und Landschaft

c/o BG Verkehr

Ottenser Hauptstraße 54

22765 Hamburg

Tel.: 040 3980-1986

Fax: 040 3980-1999

pruefstelle@bg-verkehr.de

<http://www.bg-verkehr.de/pruefstelle>

### 1.1 Anwendungsbereich

Dieser Prüfgrundsatz gilt für die Prüfung und Zertifizierung von Rückfahrsensitivsystemen für personenbediente (nicht ferngesteuerte oder autonome bzw. vollautomatisierte) Nutzfahrzeuge, folgend auch mit dem Akronym RAS bezeichnet.

Zu den Fahrzeugen im Anwendungsbereich der RAS dieses Prüfgrundsatzes zählen die nachfolgend aufgeführten Fahrzeugklassen nach der EG Richtlinie 70/156/EWG in der Fassung 2007/46/EG:

M2, M3 – Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mindestens 4 Rädern und mehr als 8 Sitzplätzen z. B. Omnibusse.

N1, N2, N3 – Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens 4 Rädern, z. B. Lieferwagen, Kleintransporter, Lastkraftwagen.

O3, O4 – Anhänger einschließlich Sattelanhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t.

Im Allgemeinen gelten die Anforderungen an RAS für alle Fahrzeugklassen gleich. Zu Abweichungen werden im Prüfgrundsatz Hinweise gegeben.

Die Fahrzeuge können sowohl mit Standardaufbauten wie geschlossenem Kasten, offener Pritsche, Kofferaufbauten etc. als auch mit Maschinenaufbauten (maschinellen Aufbauten) wie Kipperaufbau, Abfallsammelaufbau, Betonmischer, Betonpumpe, als Saug- und Spülfahrzeug, o.ä. ausgerüstet sein.

Daneben kann dieser Prüfgrundsatz auch für die Prüfung von RAS an mobilen bzw. selbstfahrenden Arbeitsmaschinen oder Straßenbetriebsdienstfahrzeugen (z. B. Kehr- und Winterdienstfahrzeuge), an Luftfahrtbodengeräten und Rettungsfahrzeugen verwendet werden. Hierbei ist jedoch eine Abstimmung mit der Prüf- und Zertifizierungsstelle im Einzelfall erforderlich. Vom Anwendungsbereich der RAS dieses

Prüfgrundsatzes ausgenommen sind Landmaschinen, Erdbaumaschinen, Straßenbaumaschinen, Flurförderzeuge und Spezialfahrzeuge. Diese Maschinen stellen an RAS in Teilen andere Anforderungen.

Der Anhängerbetrieb mit ausgerüsteten RAS ist in diesem Prüfgrundsatz nicht explizit ausformuliert, wenngleich in Abstimmung mit der Prüfstelle und unter Berücksichtigung individuell differierender Prüfpunkte (bspw. zum Sichtfeld der Kamera und zum Detektionsbereich der Umfoldsensoren) möglich.

Rückfahrassistenzsysteme nach diesem Prüfgrundsatz sind zusätzliche Hilfsmittel für das Fahrpersonal beim Rückwärtsfahren (rückwärtiges Rangieren eingeschlossen) von Nutzfahrzeugen mit etwa Schrittgeschwindigkeit (bis zu 10 km/h), mit denen eine Kollision vermeidbar wird und die aus zwei Teilsystemen bestehen. Das erste Teilsystem dient der indirekten visuellen (bildgebenden) Beobachtung und Überwachung des Gefahrenbereichs durch das Fahrpersonal. Für dieses Teilsystem zur Sichthilfe kommt ein Kamera-Monitor-System (KMS) zum Einsatz, das die aktuelle Situation hinter dem Fahrzeug im Monitor übersichtlich darstellt. Das zweite Teilsystem dient der selbsttätigen (aktiven) Detektion von Personen bzw. Fußgängern (en: pedestrian detection) im Gefahrenbereich. Dieses kann in zwei Varianten ausgeprägt sein; als Warneinrichtung oder als Schutzeinrichtung. Als Rückfahrassistenzsystem (RAS) resultieren aus der Kombination beider Teilsysteme die Varianten:

- **RAS-V1:** bestehend aus Kamera-Monitor-System (KMS) und sensorgesteuerter Warneinrichtung; mit optischer und akustischer Warnsignalgabe an das Fahrpersonal im Fall detektierter Objekte (zwecks Kollisionswarnung an das Fahrpersonal).

oder soweit die fahrzeugseitigen Voraussetzungen dies zulassen, als

- **RAS-V2:** bestehend aus Kamera-Monitor-System (KMS) und sensorgesteuerter Schutzeinrichtung mit Schnittstelle zum Fahrzeug (Bremsanlage oder sicherheitsbezogene Fahrsteuerung) und Funktion der Einleitung einer Gefahrenbremsung (bedeutet eine Verzögerung bis zum Stillstand). Hierfür gilt eine reproduzierbar bemessene Verzögerung des Fahrzeugs. Alternative Lösungen sind von der Prüfstelle freizugeben.

Optional kann ein RAS-V2 ebenfalls die Warnfunktion mit optischer und akustischer Warnsignalgabe an das Fahrpersonal wie bei einem RAS-V1 realisieren. Eine kamerabasierte Warn- oder Schutzeinrichtung mit Bilderkennung kann ggf. die Funktion eines KMS abdecken.

Die Teilsysteme und Komponenten können von unterschiedlichen Herstellern stammen und einzeln geprüft werden. Ein zu zertifizierendes RAS besteht immer aus der Kombination von Teilsystemen, wie sie den Varianten RAS-V1 und RAS-V2 zugeordnet ist.

Basis der Teilsysteme zur aktiven Detektion bzw. Erkennung von Personen sind berührungslos wirkende Sensoren mit Annäherungsreaktion oder Bilderkennung und Objektklassifikation. Deren Sensortechnologie ist durch den Prüfgrundsatz nicht vorbestimmt. Möglich sind bspw. Ultraschallsensoren, Radarsensoren, Laserscanner, LIDAR-Sensoren, ToF-Sensoren, 3D-Kameras, PMD-Kameras, Mono-Kameras (Bilderkennung). Die Prüfstelle wird technologiespezifische Aspekte individuell bei der Prüfungsdurchführungsplanung beachten.

Zentrales Anliegen der Anwendung von RAS ist der Schutz von Personen bzw. Fußgängern. Andere Verkehrsteilnehmer wie Fahrzeuge, Kradfahrer, Radfahrer, bspw.

mit Elektro-Rollern oder -Scootern mobilisierte Personen, als auch andere Hindernisse sind von den Prüfungen dieses Prüfgrundsatzes nicht abgedeckt. Deren höhere als Schrittgeschwindigkeiten bzw. kleinere Abmessungen bei anderen Hindernissen, würden in Bezug auf die Größe des zu überwachenden Rückraumes, der System-Reaktionszeit und der Objekt-Auflösungs- bzw. -Trennfähigkeit andere als die gestellten Anforderungen bedingen. Sofern RAS mit einer erweiterten Leistungsfähigkeit zur Prüfung vorgestellt werden, kann diese im Einzelfall mit geänderten oder erweiterten Teilprüfungen erfolgen.

RAS-V1 Systeme grenzen sich von MALSO: Manoeuvring Aids for Low Speed Operation gemäß ISO 17386 wegen der dortigen Einschränkung der Detektionsreichweite auf 1,0 m bei max. Annäherungsgeschwindigkeit von 0,5 m/s und nur stationären Hindernissen ab. Ebenso von ERBA: Devices to aid reverse manoeuvres – Extended range Backing Aid Systems gemäß ISO 22840 wegen der dort ausgenommenen Berücksichtigung von Fußgängern und von schweren Nutzfahrzeugen.

RAS-V2 Systeme reagieren mit dem Erkennen von Personen in einer gefahrbringenden Situation mit dem Auslösen einer Gefahrenbremsung (Fahrzeugverzögerung) unabhängig von der bei RAS-V1 Systemen notwendigen Reaktion durch das Fahrpersonal.

Anforderungen an das fahrzeugseitige Bremssystem (einschließlich ggf. beteiligter Regelsysteme wie ABS, ESP, etc.) obliegen den zulassungsgemäßen Bestimmungen.

RAS-V2 Systeme grenzen sich von PDCMS: *Pedestrian detection and collision mitigation systems* (Fußgänger-Notbremsassistenten) gemäß ISO 19237 mit einem Anwendungsbereich der Fahrzeugklasse M1 ab. Dort geforderte Funktionen z. B. der Fahrzeuggeschwindigkeitsmessung (u.a.m.) sollen für RAS nicht vorausgesetzt werden. Die Anforderungen werden nicht übernommen.

RAS können optional ein zusätzliches Funktionssystem mit akustischer Warnsignalgabe an Personen im Gefahrenbereich beinhalten. Hinweis: Es sind länderspezifische Regelungen, z. B. das nationale Zulassungsrecht, zu beachten. Dieses Funktionssystem ist durch den gegenständlichen Prüfgrundsatz nicht erfasst.

RAS dieses Prüfgrundsatzes sind nicht zur visuellen oder sensorischen Überwachung der seitlichen Bereiche neben dem Nutzfahrzeug bei der Rückwärtsfahrt vorgesehen. Das bedeutet, dass seitliche Gefahrenbereiche, die in den sog. Sichtfeldklassen II und IV liegen, mittels Spiegel oder alternativ zugelassener Assistenzsysteme abzusichern sind.

Sowohl an das Kamera-Monitor-System (KMS) als auch an die Warneinrichtung und Schutzeinrichtung werden in diesem Prüfgrundsatz Anforderungen in Bezug auf die Funktion, die Konstruktion und die sicherheitsbezogene Zuverlässigkeit (Funktionale Sicherheit) gestellt. Soweit Teilsysteme nach diesen Grundsätzen anwendbaren internationalen oder nationalen Standards (Normen) bzw. technischen Spezifikationen ausgeführt sind, werden hier keine grundlegend neuen Anforderungen aufgestellt. Aufgrund der höheren Autonomie und Verantwortung werden an RAS-V2 in diesem Prüfgrundsatz ergänzende Anforderungen an die sicherheitsbezogene Zuverlässigkeit gestellt. Diese orientieren sich an den internationalen Normen für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen DIN EN 61496 [11] und E DIN EN 62998 [12]. Dieser Prüfgrundsatz einschließlich einer unterstützenden Checkliste/Prüfliste zur Abnahmeprüfung wird bei einer Prüfung durch die Prüfstelle des Fachbereichs Verkehr und

Landschaft (FB VL) angewendet. Gegenstand der Prüfung sind: Baumuster des Rückfahrasistenzsystems, dessen technische Dokumentation und Begleitinformationen sowie eine Abnahmeprüfung für jeden Fahrzeugtyp (bzw. Aufbauvariante).

Einschränkungen in Bezug auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch aus den Ergebnissen der Teilprüfungen sind zu dokumentieren, beispielsweise Einschränkungen durch Umgebungsbedingungen. Nachweise in der Prüfung können ebenso erhöhte Leistungsmerkmale des RAS betreffen. Bei vorgesehener Zertifizierung des geprüften Baumusters entscheidet die zertifizierende Person unabhängig vom Prüfer, wie die vorgelegten Prüfergebnisse zu bewerten sind und ob sich eine Konformität zum Prüfgrundsatz daraus ergibt.

## 1.2 Prüfgrundlagen (Rechtsvorschriften, Normen, technische Regeln, Spezifikationen)

Den Prüfungen werden die folgend aufgeführten Regelwerke mit den zutreffenden Abschnitten, Anforderungen und Prüfungen zugrunde gelegt:

	Titel	Herausgeber	Version/Stand	Bemerkungen
<b>Kamera-Monitor-System:</b>				
[1]	ISO 16505 Road Vehicles - Ergonomic and performance aspects of CMS	ISO	05.2015	
[2]	2014/ECE46/EU:2014-08-08 „EU-Regelung 46“ - Genehmigung von Einrichtungen für indirekte Sicht und von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Anbringung solcher Einrichtungen; zus. mit E/ECE/324 Revisions und Amendments	UNECE	08.2014	aktuelle Revision: Rev. 6, 07.2017 <a href="https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R046r4e.pdf">https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R046r4e.pdf</a>
[3]	Draft Proposal for Regulation No. 46 Annex 12, Appendix 3 on special requirements to be applied to the safety aspects of camera monitor systems for indirect vision	IG CMS-II	03.2014	in Ergänzung zu ISO 16505, Abschnitt 8 - Functional safety <a href="https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2015/R046r5am3e.pdf">https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2015/R046r5am3e.pdf</a>
[4]	Richtlinie 2000/4/EG – Innenausstattung KFZ	EU	02.2000	
[5]	DIN EN ISO 15006: Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von FIS/FAS: auditive Informationsdarstellung	DIN	04.2012 Stand 2011	
[6]	DIN EN ISO 15008: Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von FIS/FAS: visuelle Informationsdarstellung	DIN	07.2017	
[7]	DGUV Information 211-031 (BGI/GUV-I 8696) Kommunikations- und Informationssysteme	DGUV	2009	09.2018 zurückgezogen neu: DGUV Information 211-040
[8]	BMVI Verkehrsblatt 23/2016, VO-Nr.180 Empfehlungen für KMS für Fahrzeuge mit Sichteinschränkungen	BMVI	12.2016	=Verkehrsblatt Nr. B 3261

	Titel	Herausgeber	Version/Stand	Bemerkungen
<b>Teilsysteme der Umfelderkennung:</b>				
[9]	ISO/TR 12155 Commercial Vehicles - Obstacle detection device during reversing	ISO	1994	zurückgezogen, identisch DIN 75031
[10]	DIN EN ISO 16001 Erdbaumaschinen – Objekterkennungssysteme und Sichthilfsmittel	DIN	09.2018	
[11]	DIN EN 61496-X: Berührungslos Wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)	DIN	div.	X für Normenteile 1 bis 4
[12]	E DIN EN 62998: Sicherheitsbezogene Sensoren für den Personenschutz	DIN	08.2017	
[13]	DIN EN ISO 13849-1 zusammen mit DIN EN13849-2: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen	DIN	06.2016 02.2013	
<b>Umwelt und Ausrüstung:</b>				
[14]	GS-VL 36 Prüfgrundsatz „Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von kabellose Steuerungen für Fahrzeugaufbauten und Maschinen auf Nutzfahrzeugen“	DGUV Test PuZ FB VL	1.0 07.2015	Quelle: <a href="https://www.dguv.de/medien/dguv-test-medien/_pdf_zip_doc_ppt/pruefgrundsaetze/vl/gs-vl-36_funkfernstrg.pdf">https://www.dguv.de/medien/dguv-test-medien/_pdf_zip_doc_ppt/pruefgrundsaetze/vl/gs-vl-36_funkfernstrg.pdf</a>
[15]	Richtlinie 2004/104/EG – EMV von Kraftfahrzeugen; zus. mit „EU-Regelung 10 – Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der EMV“	EU UNECE	2004, dt.Ausg. 2.2017	
[16]	ISO 16750-1: Straßenfahrzeuge - Umgebungsbedingungen und Prüfung für elektronische Ausrüstung	ISO	08.2006	Entwurf/DIS 06.2017 berücksichtigt
[17]	ISO 16750-2: Straßenfahrzeuge - elektrische Beanspruchungen	ISO	11.2012	
[18]	ISO 7637-2 und ISO 7637-3: Straßenfahrzeuge - leitungsgeführte Störungen	ISO	03.2011 07.2016	
<b>Durchführung von Teilprüfungen:</b>				
[19]	DIN EN 60529 Schutzarten für Gehäuse oder ISO 20653 Schutzarten/IP-Code Straßenfahrz.	DIN ISO	9.2014 2.2013	
[20]	IEC 60068-2-27 (Schock), IEC 60068-2-64 (Vibration)	IEC IEC	2.2010 4.2009	
[21]	IEC 60068-2-30 (Feuchte Wärme), IEC 60068-2-1 (Kälte), IEC 60068-2-2 (Trockene Wärme)	IEC IEC IEC	6.2006 1.2008 5.2008	
[22]	ISO 11452-X Prüfung el. Störungen KFZ oder EN 61000-4-X Prüfung EMV	ISO CENELEC	diverse	Relevante Normenteile (X) gemäß Bedarf
[23]	DIN EN 60721-2-X Klassifizierung von Umweltbedingungen	DIN	diverse	Diverse Normenteile für Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Niederschlag, Wind

Für Einzelaspekte werden in diesem Prüfgrundsatz die jeweiligen Anforderungen und Prüfungen des Regelwerks übernommen, jedoch der Übersichtlichkeit wegen hier in gekürzter Form wiedergegeben. In Fällen, dass mehrere Regelwerke zu gleichen Positionen unterschiedliche Festlegungen treffen, so werden die dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden und praxisgerechten Festlegungen gewählt.

Für Einzelaspekte, zu denen im bestehenden Regelwerk keine oder nur unzureichenden Anforderungen bzw. Prüfungen enthalten sind, werden Ergänzungen festgelegt.



Mit diesem Prüfgrundsatz werden keinerlei Bestimmungen für eine Straßenverkehrszulassung gemäß StVZO des RAS geregelt oder aufgegriffen. Soweit straßenverkehrszulassungsrechtliche Regelungen bestehen, gelten diese unabhängig. Dies betrifft beispielsweise die Anforderungen bezüglich EMV. Ein Verfahren der Straßenverkehrszulassung ist unabhängig von der Beurteilung der DGUV Test Prüf- und Zertifizierungsstelle durchzuführen.

### **1.3 Gültigkeit**

Dieser Prüfgrundsatz gilt ab dem 01.05.2019 und bis zu seinem Ersatz durch eine überarbeitete Ausgabe oder dessen Zurückziehung.

## **2 Begriffe**

### **2.1 Kamera-Monitor-System (KMS)**

Eine Einrichtung als Sichthilfe für indirekte Sichtmöglichkeit durch eine Kamera-Monitor-Kombination, die ein analoges oder digitales Kamerabild auf einem Monitor wiedergibt.

### **2.2 Sichtfeld**

Die Gesamtheit aller Richtungen nach vorn und den Seiten, in die das Fahrpersonal sehen kann [8].

### **2.3 Warneinrichtung als Assistenzsystem**

Ein System (hier: Teilsystem), das dem Fahrpersonal durch akustische und optische Signale bei Erkennung einer möglichen Gefährdung warnt und damit die Fahraufgabe assistiert.

### **2.4 Schutzeinrichtung als Assistenzsystem**

Ein System (hier: Teilsystem), das bei einer möglichen Gefährdung selbsttätig in die Fahrsteuerung bzw. die Bremsanlage eingreift, um das Fahrzeug in einen sicheren Zustand – in der Regel den Stillstand – zu überführen und damit die Fahraufgabe assistiert.

### **2.5 Sensor (auch: Detektor, Sensorelement)**

Eine Einrichtung, die die äußere Umgebung erfasst und die entsprechende Information in ein entsprechendes Signal (z. B. Videosignal) oder Daten (z. B. Objektliste) umwandelt.

### **2.6 Systemaktivierung**

Zustandswechsel mit Aktivierung des RAS über das Einlegen des Rückwärtsgangs oder der Fahrstufe für die Rückfahrbewegung.

### **2.7 Testobjekt**

Eine Person repräsentierender Prüfkörper (siehe 3.3.3) oder Hilfsmittel zum Testen der Funktion und Wirkung des RAS in Fahrsituationen.

### **2.8 Prüfkörper**

Personen (Erwachsene und Kinder) in allen relevanten Merkmalen und Kennwerten nachbildende Objekte (ggf. unterschiedlich zu anderen Normen oder Spezifikationen; bspw. den „Pedestrian Dummies“ von Euro NCAP) zum Prüfen der Geometrie, Größe und Geschlossenheit (Lückenfreiheit) der Erfassungszone, d.h. des Sichtfelds der Kamera und des Detektionsbereichs der Warn-/Schutzeinrichtung, zum Prüfen der Detektionszuverlässigkeit und zur Bewertung nach Beanspruchungsprüfungen (z. B.

Klimaprüfung), die als Mindestanforderung für eine Gefahrenabwendung im gegenständlichen Anwendungskontext festgelegt wurden.

## **2.9 Akustisches Warnsignal**

Für RAS ein auditives Signal, das das Fahrpersonal vor einer möglichen Kollision mit einem Fußgänger im rückwärtigen Gefahrenbereich des betreffenden Fahrzeugs warnt.

## **2.10 Optisches Warnsignal**

Für RAS ein visuelles Signal, das das Fahrpersonal vor einer möglichen Kollision mit einem Fußgänger im rückwärtigen Gefahrenbereich des betreffenden Fahrzeugs warnt.

## **2.11 Gefahrenbremsung**

Für RAS-V2 die Maßnahme, die auf die Erkennung einer drohenden Kollision mit Fußgängern selbsttätig ausgelöst wird, fahrzeugeitig das Verzögern (Bremsen) aktiviert und das Fahrzeug in den Stillstand überführt.

## **2.12 Rangier-/Rückfahrassistenzsystem (RAS)**

Siehe Abschnitt 1.1

## **2.13 NSR-Funktion**

Nicht-sicherheitsrelevante Funktion des Systems oder Teilsystems

## **2.14 Eco-Power-Management**

Eine optionale Funktionseinheit des Fahrzeugs (nicht des RAS), mit der die Leistungsaufnahme angeschlossener Systeme an eine Anforderung zur Energieeinsparung optimal angepasst wird.

## **2.15 Overlay**

Alle fahrbezogenen, im Monitor dargestellten visuellen Informationen, die dem Kamerabild hinzugefügt wurden (z. B. Symbole, Piktogramme, Beschriftungen, Text, grafische Orientierungshilfen, farbig dargestellte Bereiche, usw.), die es so modifiziert, dass ein Teil der ursprünglichen Informationen über das Kamerabild verborgen ist. Overlays können teilweise transparent oder undurchsichtig sein und können vorübergehend oder dauerhaft angezeigt werden [1].

## **2.16 Teilsystem**

Bezeichnet die hier behandelten Bestandteile des RAS: KMS, Warneinrichtung, Schutzeinrichtung.

## **2.17 Reaktionszeit**

Für das Teilsystem KMS: Die Zeit (in Summe) zwischen der Aufnahme des Kamerabildes und dessen Anzeige auf dem Monitor.

Für das Teilsystem Warneinrichtung/Schutzeinrichtung: Maximale Zeit zwischen dem Auftreten der Gefährdung, die zum Ansprechen des Sensorteils führt und dem Erreichen des Zustandes an der Schnittstelle zum Fahrzeug, welcher den Verzögerungsvorgang fahrzeugeitig auslöst (Schutzeinrichtung) bzw. dem Anstehen eines wahrnehmbaren optischen und akustischen Warnsignals (Warneinrichtung).

## **2.18 Detektionszuverlässigkeit**

Die quantifizierbare Leistungsfähigkeit und/oder der Wert einer physikalischen Eigenschaft zur Detektion definierter Objekte ohne Ausfall der Detektionseigenschaft und unter gegebenen Bedingungen für ein gegebenes Zeitintervall wie in diesem Prüfgrundsatz gefordert; vgl. [12].

## 2.19

### Abkürzungsverzeichnis

<b>RAS</b>	Rückfahrassistentensystem
<b>RAS-V1/V2</b>	Variante 1, Variante 2
<b>PG</b>	Prüfgrundsatz
<b>KMS</b>	Kamera Monitor System (en: CMS Camera Monitor System)
<b>BWS</b>	berührungslos wirkende Schutzeinrichtung
<b>PL</b>	Performance Level (Sicherheitsniveau, Stufe der Sicherheitsintegrität)
<b>PLr</b>	erforderlicher Performance Level
<b>PFH</b>	Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde
<b>ToF</b>	Time of Flight (Laufzeitmessung)
<b>NSR</b>	nicht sicherheitsrelevant
<b>FMEA</b>	Fehlermöglichkeits- und Einfluss-Analyse
<b>FMEDA</b>	Fehlermöglichkeits-, -einfluss- und Diagnose-Analyse
<b>3D</b>	dreidimensional
<b>LIDAR</b>	Light/Laser Detection and Ranging (dt Sprachgebrauch: Lichtradar)
<b>PMD</b>	Photonic Mixing Device (Photomischdetektor)
<b>EMV</b>	elektromagnetische Verträglichkeit
<b>ECU</b>	Electronic Control Unit (elektronische Steuerung/Steuereinheit)
<b>ABS</b>	Antiblockiersystem (Bremsregelsystem)
<b>ESP</b>	Elektronisches Stabilitätsprogramm (Fahrodynamikregelung)

## 3

### Anforderungen und Prüfungen

Die Prüfung durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle umfasst Analysen der technischen Unterlagen und der Begleitdokumentation, Sicht- und Funktionsprüfungen sowie Prüfungen der Sicherheitsintegrität, der Ausrüstung und Umwelteigenschaften am Baumuster. Den Ort der jeweiligen Teilprüfung legt die Prüfstelle fest. Anschließend erfolgt eine Abnahmeprüfung an einem entsprechend ausgerüsteten Musterfahrzeug jeder relevanten Fahrzeugklasse.

### 3.1

#### Voraussetzungen der Prüfungsdurchführung

Die Rahmenbedingungen für die Prüfung werden von der Prüf- und Zertifizierungsstelle im Einzelnen mit dem Hersteller vereinbart. Vom Hersteller ist ggf. personelle Unterstützung zu leisten.

Zur Abnahmeprüfung ist ein am Fahrzeug des jeweiligen Fahrzeugtyps/Fahrzeugklasse installiertes RAS in einem als Prüfstrecke geeigneten Einsatzumfeld (Stellplatz und Fahrparcours) Voraussetzung.

Hinsichtlich der vertraglichen und organisatorischen Regelungen zur Auftragserteilung, Vorbereitung und Durchführung der Prüfung, Wiederholungsprüfungen, Zertifikatserteilung, Gültigkeit des Zertifikates, Verwendung von Prüfzeichen sowie Kontrollmaßnahmen wird auf den DGUV Grundsatz 300-003 „Prüf- und Zertifizierungsordnung der Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test“ verwiesen.

Anfragen zur Prüfung sind schriftlich an die Kontaktadresse der Prüfstelle zu richten (s.a. Abschnitt 1).

### 3.2 Technische Unterlagen, Prüfmuster und Nachweise

Zur Prüfung sind folgende technische Unterlagen vorzulegen:

- sämtliche Konstruktionszeichnungen
- Anschlussplan
- Aufbauanleitung/Montageanleitung; ggf. fahrzeugetypspezifisch
- Musterprotokoll zur Inbetriebnahme-Prüfung
- Musterprotokoll zur Wartungsprüfung
- technische Daten/Datenblätter aller Systemkomponenten
- Leistungsdaten und Spezifikationen der Systemkomponenten in Bezug auf deren sicherheitsbezogene Zuverlässigkeit und Detektionszuverlässigkeit (siehe Abschnitte 3.6 und 3.3.3)
- (ggf. separate) detaillierte Funktionsbeschreibung
- Softwarebeschreibung bzw. Beschreibung der angewandten Algorithmen einer Objektklassifikation, Verhaltensvorhersage/Prädiktion, Situationsanalyse, u.a.m.
- Ablaufbeschreibung (Funktionsdiagramm, Ablaufdiagramm, Zustandsübergangsdigramm u.a.)
- Ausfallanalyse (z. B. FMEA/FMEDA) zu allen Systemkomponenten (Detaillierung den Anforderungen in Abschnitt 3.6 angepasst)
- Prüfberichte bereits erfolgter Teilprüfungen durch DAkkS-akkreditierte Prüflabore
- Kopie vorhandener Typgenehmigungen
- Kopie vorhandener Konformitätsnachweise von einzelnen Systemkomponenten (bspw. einer Kamera oder eines Monitors) zu referenzierten Normen wie ISO 16505, ISO 16001.
- Betriebsanleitung
- (ggf. separate) Bedienungsanleitung
- Kennzeichnung/Typenschild(er)
- Weitere Dokumente, die vom Hersteller als separate Dokumente für die Inbetriebnahme, Wartung, Instandhaltung vorgesehen sind.

Systematische Fehler in der Entwicklung sollen vermieden werden. Dafür sind entsprechende QM-/QS-Maßnahmen bei der RAS-Entwicklung erforderlich; vgl. [13]. Die zugehörige Dokumentation ist vorzulegen oder nach Wahl der Prüfstelle einzusehen. Die Anwendung angemessener Maßnahmen zur Fehlervermeidung ist Bestandteil der Beurteilung im Prüf- und Zertifizierungsverfahren.

Die Prüfstelle kann bei Bedarf weitere Unterlagen anfordern.

Zur Prüfung sind folgende Prüfmuster (Baumuster) bereitzustellen:

- 1 Prüfmuster für Funktionsprüfungen
- 1 Prüfmuster für Prüfungen von Betriebs- und Umgebungsbedingungen
- 1 Prüfmuster für Prüfungen zum Ausfallverhalten geeignet und entsprechend vorbereitet, einschl. (Software-) Werkzeuge bzw. Instrumentierungen, die das Messen und Aufzeichnen des Systemverhaltens unterstützen

### 3.3 Funktionale Anforderungen und Prüfung

#### 3.3.1 Allgemeine Funktionale Anforderungen und Prüfung; gesamtes RAS (RAS-V1, RAS-V2)

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen und Sichtprüfungen oder Funktionsprüfungen am Baumuster nachgewiesen werden:

- a) Ein Bereitschaftsmodus (vergleichbar einem sog. „Standby“-Modus) mit abgeschlossenen Anlauf- und Initialisierungsroutinen, mit laufenden Selbstdiagnosen, jedoch ohne Kamerabilddarstellung und Warnsignalgabe bzw. Auslösen der Fahrzeugverzögerung soll vorhanden sein zum Zweck der unmittelbaren Funktionsfähigkeit der RAS-Teilsysteme mit Aktivierung des Betriebsmodus durch Wahl der Rückfahrstufe bzw. Einlegen des Rückwärtsganges; s.a. 3.3.1 e).
- b) Wenn technisch realisierbar soll das RAS auch bei Leerlaufstellung und Rollen des Fahrzeugs ( $v > 0$  km/h) in Betrieb gehalten bleiben.
- c) Eine optische Anzeige der Betriebsbereitschaft muss vorhanden sein.
- d) Bei fahrzeugseitigem Eco-Power-Management wird die Einhaltung der Anforderung in 3.3.1 e) gefordert.
- e) Die Aktivierung des RAS bis zur vollständigen Funktionsbereitschaft soll eine Dauer nicht überschreiten, die einer Fahrstrecke aus dem Stillstand von maximal 20 cm entspricht.
- f) Um ein Rückwärtsfahren auch unter besonderen Bedingungen z. B. bei eingeschränkten räumlichen Bedingungen oder bei in den Fahrweg hineinreichenden Objekten wie Ästen von Bäumen zu ermöglichen, kann das akustische Warnsignal an das Fahrpersonal und das Ausgangssignal zur Verzögerung des Fahrzeugs zeitbegrenzt eingeschränkt oder zeitbegrenzt übersteuert werden. Eine Übersteuerung muss manuell ausgelöst werden, jedoch nicht ausschließlich durch eine Betätigung des Gaspedals und ist zeitlich auf max. 20s zu beschränken. Mit Ablauf dieser Zeit und/oder bei einem erneuten Beginn der Rückfahrbewegung muss sich jede Übersteuerung selbsttätig wieder zurücknehmen. Das KMS und die optische Warnanzeige ist von der Übersteuerungsfunktion nicht betroffen.  
Es wird empfohlen, die Aktivierung der Übersteuerungsfunktion im RAS technisch zu archivieren (zu loggen), um ggf. deren missbräuchliche Anwendung nachvollziehen zu können.
- g) Wenn sich das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit größer als 10 km/h bewegt, ist eine Systemreaktion als NSR-Funktion erforderlich; bspw. eine optische oder akustische Signalisierung der limitierten Wirksamkeit. Alternativ kann das Fahrzeug über eine feste, nicht abwählbare Begrenzung der Rückfahrgeschwindigkeit auf kleiner als 10 km/h verfügen.
- h) Grundprinzipien der Ergonomie/Gebrauchstauglichkeit (vgl. [7]) sollen eingehalten werden. Blinkende Darstellungen sollten nur verwendet werden, um die Aufmerksamkeit des Fahrers zu erzielen und um über kritische Zustände zu informieren, die ein sofortiges Handeln erfordern [6].
- i) Im Rückfahrbetrieb darf die Betriebsfunktion des RAS nicht durch andere Informations- und Assistenzsysteme (bspw. Auftrags-/Dispositions-/Tourenplanungssystem, Navigations-/Verkehrsinformationssystem, Spiegeleratzsystem) beeinträchtigt werden. Ein Nachweis erfolgt zur Abnahmeprüfung.
- j) Es darf nicht möglich sein, ein RAS auf einfache Weise abzuschalten oder mittels Einstellungen bzw. Bedien-/Menüfunktionen unwirksam zu machen.
- k) Die Reaktionszeit des RAS (s.a. Abschnitt 2.17) mit seinen Teilsystemen darf nicht länger als 200 ms sein. Abweichungen hiervon sind zulässig, wenn die festgelegten Abmessungen des Sichtfeldes (s. Abschnitt 3.3.2) und des Detektionsbereichs (s. Abschnitt 3.3.3) z. B. aufgrund einer hohen Verzögerungsleistung des Fahrzeugs eingehalten bleiben.

Hinweis: erhöhte Leistungsfähigkeiten seitens des RAS oder des Fahrzeugs in Bezug auf kürzere Reaktions- und Verzögerungswege/-zeiten sollen nach Möglichkeit für kleiner dimensionierte Sicht- und Detektionsbereiche eingesetzt werden.

Optionale Funktionen:

- l) Eine akustische Warnung in den Gefahrenbereich hinein beim Rückwärtsfahren kann zusätzlich verwendet werden (s.a. Abschnitt 2.1).
- m) RAS-Komponenten für Anhänger können einen eigenen Konfigurationsdatensatz (z. B. verändertes Sichtfeld der Kamera, veränderter Detektionsbereich der Sensoren) aufgrund anderer Querführung (Lenkwinkel etc.) und voraussichtlich anderer Rückfahrgeschwindigkeit mit Anhängern aufweisen.

### 3.3.2 Funktionale Anforderungen und Prüfung; Kamera-Monitor-System (KMS im RAS-V1 und RAS-V2)

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen oder Konformitätsnachweise und durch Sichtprüfungen oder Funktionsprüfungen am Bauprototyp nachgewiesen werden:

Hinweis: sollten für das KMS Konformitätsbescheinigungen (Zertifikat mit Prüfbericht) zu einer nachgewiesenen funktionalen Übereinstimmung mit ISO 16505 *Road Vehicles - Ergonomic and performance aspects of CMS* [1] vorliegen, so wird die Prüfstelle einen Abgleich anstellen mit dem Zweck diese Teilergebnisse anzuerkennen. Entsprechende Nachweisdokumente (ausführlicher Prüfbericht, ggf. Prüfprotokolle) müssen die Ergebnisübernahme rechtfertigen.

- a) Das Sichtfeld der Kamera soll folgende Mindestabmessung aufweisen:
  - 9 m Tiefe ab Fahrzeug-/Aufbaubegrenzung (einschl. Überhänge)
  - Fahrzeugbreite zzgl. 1,5 m je Seite (Doppelschrittmaß); ab seitliche Fahrzeug- / Aufbaubegrenzung

Prüfung mit Prüfkörper 2 (Abb. 2) mit schwarzer als auch mit weißer Oberfläche

- b) Das Sichtfeld soll mit einer einzelnen Kamera erreicht werden. Anmerkung: diese Anforderung wird gestützt durch gute Erfahrungen zur Bildqualität bei modernen 180°-Kameras. Für Fahrzeugtypen, bei denen die konstruktiven Voraussetzungen es erfordern, können auch mehrere Kameras zur Erzeugung eines gemeinsamen, den erforderlichen Überwachungsbereich abdeckenden Monitorbildes eingesetzt werden. Beim zusammengefügt (sog. „gestitchten“) Bild darf es keine Qualitätseinbußen geben. Eine Aufteilung auf mehrere Monitore und Monitorbilder ist nicht akzeptiert.
- c) Im Monitorbild (am unteren Bildrand) sollen geeignete feste Teile des Fahrzeugs als Bezugspunkt zu erkennen sein.
- d) Die Bildschirmdiagonale des einzusetzenden Farbmonitors muss mindestens 7 Zoll betragen.
- e) Der Prüfkörper 2 (Abb. 2) muss an jeder Stelle im Sichtfeld auf dem Monitor mit einer Höhe von mindestens 7 mm oder mindestens 10 % der vertikalen Bildschirmhöhe dargestellt werden [10].
- f) In der Bilddarstellung darf die Erkennbarkeit von Personen nicht eingeschränkt sein. Dafür sind Overlays (ergänzende Darstellungen von Text, Symbolen/Piktogrammen, grafische Orientierungshilfen) in Gestalt und Menge entsprechend auszulegen bzw. zu begrenzen und ggf. nur vorübergehend/temporär einzublenden.

- g) Ein Fehlerzustand im KMS soll auf dem Monitor angezeigt werden bei gleichzeitig unterdrücktem Kamerabild.
- h) Die Auflösung des Monitors soll bei mindestens 640 x 480 Pixel und die der Kamera ebenfalls bei mindestens 640 x 480 Pixel (NTSC, VGA) liegen.
- i) Die Helligkeit des Monitors muss mindestens 400 (bevorzugt 500) cd/m<sup>2</sup> und das Kontrastverhältnis des Monitors muss mindestens 400:1 (bevorzugt 600:1) betragen.
- j) Die mittlere Leuchtdichte des Monitors soll sich selbsttätig den Lichtbedingungen anpassen (selbsttätiger Helligkeitsausgleich) oder am Monitor mittels einfach zu bedienender Tag-/Nacht-Einstellung veränderbar sein.
- k) Das am Monitor dargestellte Bild muss frei von Flimmern (zeitliche Instabilität) sein. Eine zeitlich stabile Bildrate beträgt  $\geq 24$  fps.
- l) Spiegelungen bzw. Blendung am Monitor müssen konstruktiv verhindert bzw. minimiert werden z. B. durch entspiegelte oder matte Bildschirm-Oberfläche, Sonnen-/Reflexionsfilter, Blenden, dreiseitiger Blendschutzrahmen.
- m) Die Bildqualität des Monitors muss (subjektiv bewertet) im Beobachtungsbereich/Blickwinkel  $\pm 45^\circ$  horizontal und  $\pm 30^\circ$  vertikal gleichbleibend sein.
- n) Die Qualität der Bilddarstellung des KMS muss insgesamt gewährleistet sein. Die Bilddarstellung muss ausreichend verzerrungsfrei (in Bezug auf geometrische Verzeichnungen) und frei von örtlicher Instabilität sein. Darunter fällt zusätzlich noch die Bildschärfe, Verzerrungsgrenzen, Pixelfehler und Artefakte. Linienförmige Schlieren (en: smare) und Schleierbildung (en: blooming) durch direkte Licht-/Sonnenlichtbeeinflussung der Kamera sollen auf kleine Areale (<10 %) der Monitorfläche begrenzt bleiben. Hierzu sind keine messtechnischen Nachweise erforderlich.
- o) In der Kabine montierte Komponenten (Monitor, Warnanzeigeneinheit) müssen den Anforderungen der geltenden EU-Richtlinien [bspw. 2003/97/EG, 2000/4/EG [4]] entsprechen. Dies betrifft u. a. Splittersicherheit, Kantenradien/Abrundungsradius, Werkstoffe/Werkstoffhärte, Crashverhalten. Ein Nachweis erfolgt durch Vorlage von Konformitätsbescheinigungen bzw. entsprechende Typgenehmigung.
- p) Nicht akzeptierte Zusatzfunktionen sind: Zoomfunktion am Monitor, Brennweitenverstellung der Kamera, Bildschärfeverstellung der Kamera, verkleinerte Bilddarstellung/Bildgröße bei gleichzeitiger Bilddarstellung weiterer Kamerabilder bzw. Split-Screen-Darstellung am Monitor.  
Sollte der Monitor auch für weitere Assistenzsysteme eingesetzt werden, gilt diese Anforderung für den Einsatz im RAS-Modus.
- q) Bereits im Fahrzeug installierte Monitore dürfen verwendet werden, wenn die zugehörigen funktionalen und technischen Anforderungen dieses Prüfgrundsatzes erfüllt werden (Nachweis an die Prüfstelle per Datenblatt, ggf. technische Produktunterlagen und Prüfberichte).
- r) Für KMS an Anhängern sind Abweichungen in Abstimmung mit der Prüfstelle zulässig.

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen, der Begleitdokumente und durch Sichtprüfungen (ggf. bei Abnahmeprüfung für jeden Fahrzeug- bzw. Aufbautyp) nachgewiesen werden:

- s) Die Anordnung des Monitors darf keinen Einfluss auf Sicherheitsbelange des Fahrzeugs (Airbag-Funktion, passive Sicherheitseinrichtungen, Sichtfeld, Zugriff auf Bedienelemente, u.a.m.) haben und selbst keine Verletzungsgefahr darstellen.
- t) Der Monitor muss so angeordnet sein, dass er im 180°-Bogen (Sichtfeld) vor dem Bediener zentriert ist. Empfohlen wird, den Monitor in der Mitte des Armaturenbrettes anzuordnen. Eine ungünstige Zwangshaltung des Bedieners muss verhindert werden. Vorgaben in der Begleitdokumentation sind erforderlich.
- u) Grundeinstellungen am KMS müssen durch Fachpersonal vor oder bei Inbetriebnahme erstellt und gesichert werden. Für Betreiber einschl. des Fahrpersonals dürfen keine abweichenden Einstellungen (Änderungen) möglich sein.
- v) Die Montage- und Anschlussmittel des KMS sollen einen einfachen Ersatz defekter Komponenten durch Fachpersonal ermöglichen. Konstruktive Maßnahmen gegen Diebstahl sind zulässig.

### **3.3.3 Funktionale Anforderungen und Prüfung; Warneinrichtung und Schutzeinrichtung**

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen und Sichtprüfungen oder Funktionsprüfungen am Baumuster nachgewiesen werden:

- a) Der Überwachungsbereich (Detektionsbereich), in dem Personen bzw. Fußgänger erkannt/erfasst werden und eine RAS-Reaktion mit Warnsignalen bzw. dem Signal zur Fahrzeugverzögerung ausgelöst wird, muss folgende Abmessungen aufweisen:
  - Für RAS-V1: 9 m Tiefe ab Fahrzeug-/Aufbaubegrenzung (einschl. Überhänge)
  - Für RAS-V2: 5,5 m Tiefe ab Fahrzeug-/Aufbaubegrenzung (einschl. Überhänge)

Für Systeme mit geschwindigkeitsvariabler Reichweite des Überwachungsbereiches gilt dieser Bemessungswert für 10 km/h.

Ein kleinerer Bemessungswert kann bei entsprechend kürzeren Gesamt-Reaktions- und Verzögerungswerten und ggf. Fahrzeugtyp spezifisch gewählt werden. Größere Bemessungswerte sollen vermieden und erforderlichenfalls mit technischen Maßnahmen (z. B. Geschwindigkeitsbegrenzung) verhindert werden.

Hinweis: in eine individuelle Bemessung müssen ungünstige, sog. „worst-case-Bedingungen“ einschließlich geringer Reibwerte, Bremsenverschleißfaktor u. a. m. eingehen. Die ausführliche Berechnung ist der Prüfstelle vorzulegen.

- Fahrzeugbreite zzgl. mind. 0,50 m je Seite (bevorzugt: Schrittmaß 0,75 m); ab seitlicher Fahrzeug-/Aufbaubegrenzung
  - Anmerkung: eine Vorteilhaftigkeit bspw. durch Bilderkennung und präzisierende Algorithmen kann sich insbesondere für den Nahbereich in Situationen des Betretens des Gefahrenbereichs von der Seite ergeben.
  - Höhe über Fahrbahn: Prüfkörper 2 (Abb. 2) muss an jeder Stelle im Überwachungsbereich mit o. g. Tiefe und Breite detektiert werden.
  - Absolute Höhe: Prüfkörper 1 (Abb. 1) muss an jeder Stelle im Überwachungsbereich detektiert werden (Anforderungen an eine Unterfahrschutzfunktion werden nicht gestellt).
- b) Algorithmen der Prädiktion einer Kollision aus Objektdistanzen und Positionen, Bewegungstrajektorien, der Annäherungsgeschwindigkeit, einer „TTC – Time-To-



Collision-Bestimmung“ als auch Methoden des maschinellen Lernens sind zulässig. Deren Auswirkung auf das funktionale Verhalten muss im Einzelfall validiert werden.

Mit dem Einsatz von Algorithmen der Objektklassifikation oder Situationsanalyse und Prädiktion des Annäherungsverhaltens sollte eine deutlich größere Breite des analysierten Überwachungsbereichs gewählt werden, um eine vorteilhafte Systemleistung zur Vermeidung von Kollisionen beim seitlichen Eintritt von Personen in den Gefahrenbereich zu erhalten.

- c) Die Beladung des Fahrzeugs darf keine Auswirkung auf die Wirkung und den Überwachungsbereich des RAS haben.
- d) Kleine Objekte, welche selbst nicht detektiert werden (bspw. Blätter, Insekten etc.) zwischen einem Sensor und dem Prüfkörper dürfen das Sensordetektionsvermögen nicht reduzieren (vgl. [12]).
- e) RAS-V1: Das optische Warnsignal muss [6], alternativ [9] entsprechen. Das akustische Signal [5], alternativ [9].
- f) RAS-V1: Eine Darstellung der optischen Warnsignale kann auch auf dem Monitor als Farbflächen realisiert werden.
- g) RAS-V1: Das akustische Warnsignal muss im Frequenzbereich von 500 Hz bis 3400 Hz liegen und eindeutig wahrnehmbar sein. Dies ist gemäß [10] mit einer Lautstärke von 3 dB höher als der Umgebungsgeräuschpegel gegeben. Eine automatische oder manuelle Abschwächung der Lautstärke ist zulässig. Diese sollte erst nach einer Dauer von 20 s wirksam werden und mit der nächsten Warnung zurückgesetzt sein.
- h) Das erforderliche Sensordetektionsvermögen zur Erkennung von Personen (sowohl Erwachsene als auch Kinder ab 5 Jahren, stehend und hockend) ist durch folgende Prüfkörper definiert:

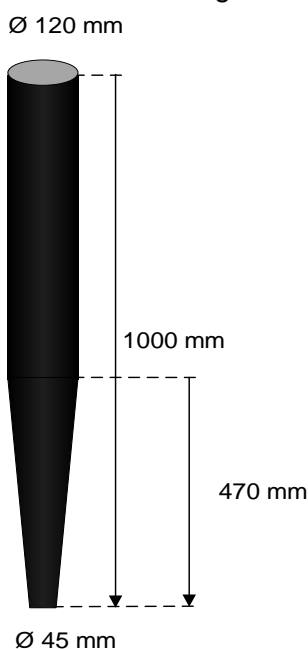


Abbildung 1:  
Prüfkörper 1: für eine stehende Person<sup>1</sup>:

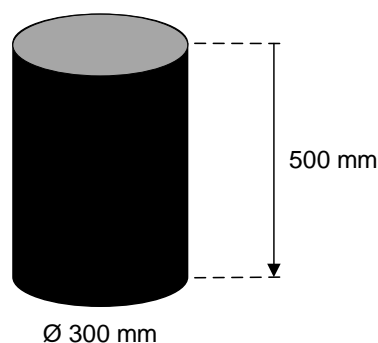


Abbildung 2  
Prüfkörper 2: für eine hockende Person<sup>2</sup>:

<sup>1</sup> Quelle: Anthropologischer Atlas, Dr. B. Flügel/Dr. H. Greil/Prof. K. Sommer; ISBN 3-925831-00-2 Edition Wötzel, Frankfurt/Main 1. Auflage 1986

<sup>2</sup> Quelle: [2] als „kritisches Objekt“; ohne Bezug auf Personen (Erwachsene oder Kinder)

Hinweis: Für jede Sensortechnologie müssen weitere charakteristische Kennwerte, insbesondere die Remission festgelegt werden. Für aktive optische Systeme (wie z. B. Laserscanner) ist der Remissionswert mit 1,8 % definiert [11].

Mit ISO/DIS 19206-2:2016 *Road vehicles - Pedestrian targets* (Entwurf) sind weitere Beschreibungen für Prüfkörper zur Nachbildung von Fußgängern in unterschiedlichen Technologien (z. B. Radar, Infrarot-Sensoren) gegeben. Allerdings entsprechen die hierin festgesetzten Merkmale (Eigenschaften) nicht den Zielen des Prüfgrundsatzes.

Kommen zu den Sensoren Algorithmen und Verfahren wie z. B. Bildverarbeitung, Personenklassifikation und Körperhaltungserkennung zum Einsatz, können im Einzelfall andere Prüfkörper von der Prüfstelle festgelegt werden. Hierbei sind sämtliche systematische Einflüsse im Hinblick auf ungünstige Bedingungen der Erkennung und Merkmale des zu wählenden Prüfkörpers zu analysieren und festzuhalten.

- i) Detektionszuverlässigkeit für Umfeldsensoren (ggf. sensorspezifisch):
- RAS-V1: In Übernahme einer Anforderung aus [12] darf die Detektionszuverlässigkeit der Warneinrichtung eine akkumulierte Zeitspanne der Fehl- bzw. Nichtdetektion von 5 min. pro Jahr (entspricht  $9,49 \cdot 10^{-6}$ ) nicht überschreiten.
- RAS-V2: In Übernahme einer Anforderung aus [12] darf die Detektionszuverlässigkeit der Schutzeinrichtung eine akkumulierte Zeitspanne der Fehl- bzw. Nichtdetektion von 1 min. pro Jahr (entspricht  $1,89 \cdot 10^{-6}$ ) nicht überschreiten. Ein Nachweis der Detektionszuverlässigkeit ist als Dauerprüfung (ggf. im Freilandversuch) unter kombinierten Betriebs- und Umgebungsbedingungen zu erbringen, welche die Prüfstelle spezifisch für jede Sensortechnologie zusammensetzt. Zu den Bedingungen zählen vordergründig: Grenzen der Versorgungsspannung, Klima (Temperatur, Feuchte, Luftdruck), Partikel/Aerosole (Regen, Staub, Nebel) im Detektionsbereich, Grenzen/Maximalwerte des Überwachungsbereichs sowie für RAS-V2 zusätzlich eine Leistungsreduzierung als Nachbildung von Bauteilalterung oder Bauteilkennwertdrift im Detektorelement bzw. der Sende- oder Empfangsstufe.
- In dieser Teilprüfung ist keine Bewertung des störungsfreien Betriebs, d. h. der Reaktionsempfindlichkeit bei kleinen Objekten und Partikeln (bspw. Laub, Insekten) enthalten.
- j) Ungenauigkeiten in der Entfernungsbestimmung aufgrund zufälliger und systematischer Einflüsse müssen dem Überwachungsbereich als sogenannte „Toleranzzone“ mit einer Bemessung von 5 s (5 Sigma) zugeschlagen werden.
- k) Eine Detektion der Testobjekte muss sowohl statisch als auch unter folgendem dynamischen Verhalten gewährleistet sein:
- bewegtes Fahrzeug, stehendes Testobjekt
  - bewegtes Fahrzeug, bewegtes Testobjekt; für Fußgänger 1,6 m/s
  - seitliches Eintreten/Eindringen in den Überwachungsbereich
- l) Für Sensoren der Umfelderkennung muss eine selbsttätige Verschmutzungserkennung vorhanden sein. Für RAS-V2: Bis zur Schwelle der selbsttätigen Erkennung einer Verschmutzung darf das Sensordetektionsvermögen nicht reduziert sein.
- m) Die erwartete Reaktion (das Verhalten) des RAS im Fehlerfall ist eine deutlich wahrnehmbare Fehleranzeige (s. a. Abschnitte 3.6.2, 3.6.3), die sich eindeutig von der Warnanzeige des RAS unterscheidet.

Diejenigen Teilprüfungen, mit denen technologiespezifische Eigenschaften nachzuweisen sind, wie bspw. bei der Leistungsfähigkeit zur Personenerkennung, müssen im Einzelfall präzisiert und als Prüfmodule festgelegt werden.

Optionale Funktionen:

- n) Eine lenkwinkelabhängige Lage des Überwachungsbereichs kann zusätzlich verwendet werden.
- o) Eine geschwindigkeitsabhängige Tiefe des Überwachungsbereichs kann zusätzlich eingesetzt werden.
- p) RAS-V1: Der Überwachungsbereich kann in zwei oder drei Stufen auf differenzierte Warnungen unterteilt werden.

### **3.4 Technische Anforderungen und Prüfung (Technische Ausrüstung)**

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen oder Konformitätsnachweise oder Prüfungen am Baumuster nachgewiesen werden:

- a) Die elektrische Ausrüstung des RAS (Bemessung der Bauteile, Leitungen, Leiterplatten, Steckverbindungen, etc.) müssen dem Stand der Technik für Nutzfahrzeuge entsprechen; vergl. bspw. DIN/VDA Normensammlung für den Kraftfahrzeugbau, Band 5: Elektrische und elektronische Ausrüstung.
- b) Für Bordnetzstörungen gelten die Anforderungen der ISO 16750-2:2012 [17].
- c) Das Absinken/Ansteigen der Versorgungsspannung bis an die Grenzen des 0,7- und 1,2-fachen der Nennspannung darf die Funktion des RAS nicht einschränken [11].
- d) Das Absinken und Ansteigen der Versorgungsspannung unter bzw. über die für die Warneinrichtung und Schutzeinrichtung spezifizierten Grenzwerte hinaus, muss durch Schutzbeschaltungen oder Überwachungsmaßnahmen beherrscht werden [11].
- e) Zum Schutz vor Auswirkungen eines Überstromes ist ein korrekt bemessenes Überstromschutzorgan einzusetzen (Polyswitches/PTC, sog. „selbsteilende Sicherungen“, sind nicht geeignet).
- f) Funkbasierte Komponenten müssen Konformitätsnachweise zu geltenden technischen Regelwerken vorweisen; bspw. RED-Richtlinie 2014/53/EU, DIN EN 300220-2, DIN EN 301489, etc.
- g) Für außenliegende Komponenten muss - sofern eine gleichwertige geschützte Montage nicht realisiert werden kann - eine Schutzkonstruktion gegen mechanische Belastungen und vor anzunehmenden Einflüssen (z. B. Witterung, mechanische Beschädigung, Verschmutzung, direkt einstrahlendes Licht hoher Intensität) vorhanden sein. Bspw. Schutzgehäuse, Schutzhauben/ Shutter, Schutzprofile, Schutzbügel, Schutzglas, Scheibenwischer, Antihaft-Beschichtung/-Folie, Sonnenfilter/Blenden, Reinigungssystem, Heizungssystem, u. ä. können hierfür geeignet sein.
- h) Für RAS-V2 muss seitens des Fahrzeugs eine geeignete Schnittstelle (Interface) für sicherheitsbezogene Signale vom Fahrzeughersteller vorhanden sein und vom Fahrzeughersteller freigegeben werden.

### 3.5 Anforderungen und Prüfungen zu Umgebungsbedingungen

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen oder Konformitätsnachweise oder Prüfungen am Baumuster nachgewiesen werden:

- a) IP-Schutzart, gemäß [19]:
  - Außen angeordnete Komponenten müssen den Schutzgrad IP69K besitzen. IP66 ist ausreichend, wenn für die Reinigung mit Hochdruckreinigern Vorkehrungen zum Schutz der Komponenten getroffen sind.
  - In der Kabine angeordnete Komponenten müssen den Mindestschutzgrad IP4X besitzen ( $\geq$ IP53 bevorzugt).
  - Steckverbindungen von Leitungen müssen den Schutzgrad IP67 besitzen.
- b) Im Temperaturbereich von -20 °C bis +60 °C müssen alle Komponenten störungsfrei funktionieren (Prüfung nach IEC 60068-2-14).
- c) Die Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern (z. B. von Radarsensoren), künstlicher optischer Strahlung (z. B. von IR-Beleuchtungsquellen oder Lasereinrichtungen) sowie gegenüber Ultraschall von Ultraschallsensoren ist auf die zulässigen Grenzwerte zu begrenzen.

Hinweis: Als Quellen für Grenzwerte können herangezogen werden:

- DIN EN 62479 und DIN EN 50364 zusammen mit DIN 50413 für Radarstrahlung
  - DIN EN 62471 für künstliche optische Strahlung
  - IFA Report: „Kritische Betrachtung der deutschen Beurteilungskriterien für berufliche Ultraschalleinwirkungen auf das Gehör im Rahmen eines internationalen Vergleichs und am Beispiel von Ultraschall-Schweißmaschinen“ [2016] für Ultraschall.
- d) RAS müssen gegenüber mechanischen Störungen (Schwingen und Stöße) den Anforderungen an Straßenfahrzeuge gemäß [23] IEC 60721-3-5 der Klasse 5M3 entsprechen.
  - e) RAS müssen für lange Einsatzzeiten unter rauer Umgebungsbeanspruchung geeignet sein. Hierfür sind geeignete konstruktive Maßnahmen vorzusehen wie z. B. Überdimensionierung, Materialauswahl, Beschichtung etc. Gegebenenfalls sind zusätzlich Heizsysteme, Reinigungssysteme, Schutzkonstruktionen o. a. einzusetzen.
  - f) Der Leuchtdichtekontrast des Monitors muss für Tageslicht mindestens 3:1 betragen, für Nachtbedingungen mindestens 5:1.
  - g) Weitere Umgebungsbedingungen wie bspw. Regen, Schnee, Nebel, Staub, Salzsprühnebel, Wind, Blendung, Sonnentiefstand, Schatteneffekte etc. müssen bei der Festlegung der Einsatzbedingungen berücksichtigt werden. Die jeweiligen Teilprüfungen bzw. Nachweise erfolgen in Abstimmung mit der Prüfstelle. Ausgesuchte Prüfungsfälle bzgl. schwieriger Umgebungs- und Einsatzbedingungen können bspw. in einem Freiland- oder Feldversuch erfolgen.
  - h) Für RAS gelten die Anforderungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit der KFZ-EMV-Richtlinie und der ECE-Regelung Nr. 10 [15]. Die elektromagnetische Verträglichkeit sowie die Störfestigkeit gegenüber leitungsgeführten Störgrößen müssen [15], [17] und [18] erfüllen. Bei leitungsgeführter/gekoppelter Störung auf Versorgungsleitungen und Signalleitungen gelten zusätzlich die Anforderungen der ISO 7637-2:2011 und ISO 7637-3:2016.
  - i) Die Kamera und Sensoren sollten zur gefahrlosen Reinigung ohne besondere Hilfsmittel von außen zugänglich sein (z. B. Erreichbarkeit von der Aufstandsebene des Fahrzeuges oder von Standflächen, die einen sicheren Aufenthalt ge-

währleisten). Bei hoher Verschmutzungsgefahr z. B. beim Einsatz an Schneefräsen oder -schleudern müssen selbstreinigende Objektive oder fernbetätigte Reinigungsmöglichkeiten wie z. B. Sprühdüsen vorhanden sein.

- j) Außenliegende Komponenten sollen beständig gegen Öle, Kraftstoffe und Reinigungsmittel sein. Eventuelle Prüfungen erfolgen in Abstimmung mit der Prüfstelle.
- k) Das RAS ist für Tag-/und Nachtbetrieb auszulegen.
- l) Die Kamera und optische Sensoren müssen bei einer Beleuchtungsstärke von 0,5 lx bis mindestens 40.000 lx (bevorzugt 50.000 lx) und unabhängig vom Sonnenstand gut funktionieren.  
Hinweis: DIN EN ISO 15008 fordert 50 klx für diffuses Umgebungslicht und 45 klx für direktes Sonnenlicht. ISO 16001 fordert 50 klx, Spiegelrichtlinie fordert 40 klx.
- m) Optische Sensoren zur Personenerkennung müssen bei Störlicht durch Blitzleuchten mit mindestens 5 Joule störungsfrei funktionieren; vgl. [11].
- n) Vorgeschriebene Rückfahrscheinwerfer sind vorausgesetzt.

### 3.6 Anforderungen und Prüfung der sicherheitsbezogenen Zuverlässigkeit

Folgende Anforderungen müssen durch Inspektion der technischen Unterlagen oder Konformitätsnachweise oder Prüfungen am Baumuster nachgewiesen werden:

Hinweis: sollten für die Warneinrichtung bzw. die Schutzeinrichtung Konformitätsbescheinigungen (Zertifikat und Prüfbericht) zu einer nachgewiesenen sicherheitsbezogenen Zuverlässigkeit mindestens im Sicherheitsniveau ASIL A nach ISO 26262 - *Straßenfahrzeuge: Funktionale Sicherheit* vorliegen, so wird die Prüfstelle einen Abgleich der implementierten sicherheitsbezogenen Maßnahmen zu den in diesem Prüfgrundsatz aufgestellten Anforderungen anstellen mit dem Zweck diese anzuerkennen. Entsprechende Nachweisdokumente (ausführlicher Prüfbericht, ggf. Prüfprotokolle) müssen diese Ergebnisübernahme rechtfertigen.

#### 3.6.1 Kamera-Monitor-System (KMS) im RAS-V1 oder RAS-V2

Hinweis: auch für KMS in RAS ist deren zuverlässige Funktion (Funktionssicherheit) zu betrachten; siehe u. a. [10] Abschnitt 3.6, [1] Abschnitt 6.9 und 8 und [2] Anhang 12.

- a) Mit Aktivierung des KMS muss die Kamera-Monitor-Funktion (technisch unterstützt und bei manueller Kontrolle durch die Bedienperson) überprüft werden; bspw. mittels
  - Testbild (geeignet zur Bewertung von Helligkeit, Kontrast, Farbwiedergabe) für 5 s bis 10 soder
  - Livebild des Sichtfeldes mit Einblendung eines Dialogs zur Kontrolldurchführung (Bewertung der Qualität des Kamerabildes); optional mit Bestätigungsfunktion; z. B. mittels Quittiertaste
- b) Anwendbare grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien gemäß [13] müssen verwendet werden; bspw. Überdimensionierung der Bauteile, Einsatz von Entstörbauteilen, geschützte Leitungsverlegung, Trennung von Energie- und Signalleitungen, dynamische Signaltechniken, u. a. m.
- c) Kurzschluss/Querschuss und Drahtbruch/Unterbrechung auf Signalleitungen und Versorgungsleitungen müssen zu einem Systemfehlerzustand führen.
- d) Vom KMS muss sichergestellt sein, dass zu jeder Zeit nicht aktuelle Kamerabilder auf den Monitor kenntlich gemacht werden; somit der Fehler verzögertes und „eingefrorenes“ Kamerabild erkannt ist.

- e) Logik-/Verarbeitungseinheiten von KMS sollen mittels einer zeitlichen Ablaufüberwachung (Watchdog) oder einer logischen Ablauf-/Programmlaufüberwachung diagnostiziert werden.
- f) In der Software von KMS sollen Maßnahmen zur Fehlererkennung, bspw. Plausibilitätsprüfungen, realisiert sein.
- g) Für Programmdateien, Konfigurationsdateien und relevante Speicher (Speicherbereiche) und Register ist eine Datensicherung mit zyklischer Datenintegritätsprüfung durchzuführen.
- h) Für digitale Datenübertragungssysteme bzw. Bussysteme müssen Datensicherungen z. B. mittels CRC/Signaturen und eine zeitliche Überwachung der Datenübertragung verwendet werden.
- i) Vom KMS selbsttätig aufgedeckte Ausfälle/Fehler müssen in einen expliziten Systemfehlerzustand des KMS führen, der einer Deaktivierung der Bildwiedergabe gleichkommt.
- j) Im Fehlerfall soll eine Fehler-(Status)-Anzeige aktiviert werden.

### 3.6.2 Warneinrichtung im RAS-V1

Folgende Anforderungen werden an eine Warneinrichtung im RAS-V1 gestellt:

- a) Eine Bestimmung von PL und PFH unter Anwendung anerkannter Quantifizierungsmethoden ist für eine Warneinrichtung im RAS-V1 nicht erforderlich.
- b) Warneinrichtungen müssen unter Bezugnahme auf „Basismaßnahmen“ nach IEC 61508 bzw. auf „grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien“ nach ISO EN 13849 (s. a. Abschnitt 3.6.1) entwickelt werden.
- c) Kurzschluss/Querschluss und Drahtbruch/Unterbrechung auf Signalleitungen und Versorgungsleitungen müssen erkannt werden.
- d) Warneinrichtungen müssen für die folgenden Funktionen mit Diagnosemaßnahmen ausgerüstet sein:
  - Umfeldsensierung, Signalerzeugung und -empfang, auch: Bilderkennung (Sensorteil):
  - Dies kann direkt (z. B. durch Referenzsensoren) oder indirekt (z. B. über Testmuster oder Überwachungsschaltkreise) erfolgen.
  - Entfernungsmessung, Positionsbestimmung:
  - Dies kann z. B. durch Simulation eines Zusatzsignals, das die Erfassung eines Hindernisses simuliert, erreicht werden. Die korrekte Bemessung des Entfernung-/Positionswertes oder mindestens die korrekte Zuordnung des Warnbereichs (siehe Abschnitt 3.3, optionale Funktionen) ist zu prüfen.
  - Die vorgenannten Diagnosemaßnahmen müssen
  - zwangsläufig durchgeführt werden,
  - einen auftretenden Fehler, der die bestimmte (Teil-)Funktion aufhebt, erkennen,
  - bei einem erkannten Fehler ein spezifisches Warnsignal (Fehleranzeige) erzeugen,
  - zyklisch durchgeführt werden; s. a. Abschnitt 3.3.1 a).
- e) Logik-/Verarbeitungseinheiten müssen mittels einer zeitlichen Ablaufüberwachung (Watchdog) oder (bevorzugt) logischen Ablauf-/Programmlaufüberwachung diagnostiziert werden.

- f) In der Software müssen Maßnahmen zur Fehlererkennung: Plausibilitätsprüfungen und Bedingungen/Zusicherungen (z. B. Vor-/Nachbedingungen für den Programmfortschritt; siehe Details bspw. in IEC 61508-3) realisiert sein.
- g) Für Programmdaten, Konfigurationsdaten und relevante Speicher (Speicherbereiche) und Register ist eine Datenprüfung durchzuführen.
- h) Für digitale Datenübertragungssysteme bzw. Bussysteme müssen Datensicherungen z. B. mittels CRC/Signaturen und eine zeitliche Überwachung der Datenübertragung verwendet werden.
- i) Die Funktionsfähigkeit der optischen und akustischen Anzeigeelemente kann vom System selbstständig oder muss mind. manuell durch das Fahrpersonal unterstützt diagnostiziert werden; z. B. mittels kurzzeitiger Ansteuerung beim Einlegen des Rückwärtsgangs.
- j) Selbsttätig aufgedeckte Ausfälle/Fehler müssen in einen expliziten Systemfehlerzustand führen.
- k) Im Fehlerfall muss eine Fehler-(Status)-Anzeige aktiviert werden.
- l) Ein einfaches Abschalten der Warneinrichtung darf nicht möglich sein. Die Warneinrichtung muss so beschaffen und angebracht sein, dass ihre Funktion nicht auf einfache Weise verändert werden kann. Veränderungen oder Abdeckungen mit üblicherweise verfügbaren Gegenständen wie bspw. Putzlappen, Klebeband, Karton, u. a. m. am Sensor müssen selbsttätig aufgedeckt werden (Manipulationserkennung). Alternativ können konstruktive Manipulationsschutzmaßnahmen getroffen werden.
- m) Für eine Konfiguration/Parametrierung des RAS-V1 zur Inbetriebnahme mit externen Geräten (Laptop o. ä.) müssen geeignete Verfahren zur Anwendung kommen, die die Integrität konfigurierter Daten/Parameter gewährleisten z. B. gesicherte Datenhaltung, Datensicherung bei Übertragung/Download, Plausibilitätsprüfungen, Wertebereichsprüfungen, Rückübertragung mit Eingabebestätigung. Zusätzlich muss für Einstellelemente und Software basierte Konfigurationen ein Zugangsschutz realisiert sein.

### 3.6.3 Schutzeinrichtung im RAS-V2

Folgende Anforderungen werden an eine Schutzeinrichtung im RAS-V2 gestellt:

- a) RAS-V2 müssen gemäß dem Performance-Level (PL) c nach [13] beziehungsweise in Anlehnung an den Typ 2 gemäß [11] ausgeführt sein.
- b) Die Ausgangsschnittstelle des RAS-V2 zu den Steuerkreisen der Fahrzeugsteuerung (mit Bremsfunktion) muss dem Sicherheitsniveau PL c genügen. Redundante Ausgangskanäle werden empfohlen. Es wird vorausgesetzt, dass die Steuerkreise der Fahrzeugsteuerung die gleichen Anforderungen zur Sicherheitsintegrität erfüllen.
- c) Die Eingangsschnittstelle des RAS-V2 von Gebern/Sensoren und Steuerkreisen der Fahrzeugsteuerung für Zusatzfunktionen wie bspw. geschwindigkeitsabhängige/lenkwinkelabhängige Überwachungsbereiche muss dem Sicherheitsniveau PL c genügen. Es wird vorausgesetzt, dass die Geber/Sensoren und Steuerkreise der Fahrzeugsteuerung die gleichen Anforderungen zur Sicherheitsintegrität erfüllen.
- d) Selbstdiagnosemaßnahmen/Diagnosen des RAS-V2 zur Realisierung des PL c müssen alle Komponenten und Bauteile der Schutzeinrichtung vom Sensor bis einschließlich Schnittstelle zur Fahrzeugsteuerung in geeigneter Qualität umfassen. Detailanforderungen ergeben sich mit [13] und [11].
- e) Für Sensoren muss eine selbsttätige Aufdeckung von Manipulation (bspw. Verdeckung mit Putzlappen, Klebestreifen etc.) gegeben sein. Alternativ werden konstruktive Schutzmaßnahmen gegen Manipulation akzeptiert (bspw. Schutzbügel).

- f) Selbsttätig aufgedeckte Ausfälle/Fehler müssen in einen expliziten Systemfehlerzustand führen.
- g) Im Fehlerfall muss eine Fehler-(Status)-Anzeige aktiviert werden. Zusätzliche Informationen zur Fehlerlokalisierung können optional z. B. in Textform oder Piktogrammen gegeben werden. Die Fehleranzeige muss für die Dauer des Systemfehlerzustandes permanent angezeigt werden.
- h) Im Fehlerfall bzw. im Systemfehlerzustand muss keine Notbremsung des Fahrzeugs erfolgen.
- i) Für eine Konfiguration/Parametrierung des RAS-V2 zur Inbetriebnahme mit externen Geräten (Laptop o. ä.) müssen geeignete Verfahren zur Anwendung kommen, die die Integrität konfigurierter Daten/Parameter gewährleisten z. B. gesicherte Datenhaltung, Datensicherung bei Übertragung/Download, Plausibilitätsprüfungen, Wertebereichsprüfungen, Rückübertragung mit Eingabebestätigung. Zusätzlich muss für Einstellelemente und Software basierte Konfigurationen ein Zugangsschutz realisiert sein.

### 3.7 Anforderungen und Prüfung der Begleitinformationen

Folgende Anforderungen (Umfänge, Inhalte) müssen durch Inspektion der Begleitinformationen nachgewiesen werden:

Allgemeiner Umfang der Begleitinformation von RAS:

- Montageanleitung einschl. vollständig bemaßter Aufbauzeichnungen, aller Einbauschnitte und vorgesehene Montagemittel
- Anschlussplan einschl. Anschlussdaten der Versorgung, Schnittstellendaten mit deren Anforderungen/Anschlussdaten
- Betriebsanleitung
- Bedienungsanleitung für den Bedienplatz (z. B. als Kurzanleitung, alternativ: dialoggestützt über den Monitor)
- Liste der Konformitätsbezüge bzw. Prüfnachweise
- Protokolle bzw. Musterprotokolle zur Inbetriebnahme-Prüfung und für Wartungsprüfungen (Sichtprüfung und Funktionsprüfung)
- Kennzeichnung/Typenschild  
(Komponenten des RAS sind mit mindestens folgenden Angaben dauerhaft zu kennzeichnen: Hersteller, Typbezeichnung, Seriennummer, elementare Nenndaten (bspw. Bemessungsspannung), Typgenehmigungsidentifikation).

Die Dokumente sind in deutscher Sprache auszustellen und in Papierform und optional zusätzlich elektronisch auf Datenträger auszuliefern.

Sämtliche Dokumente haben eine vollständige und aktuelle Identifikation von Hersteller und Produkt (bzw. der Komponenten) aufzuweisen.



Allgemeine Inhalte der Betriebsanleitung sind:

- Die bestimmungsgemäße Verwendung, Einsatzgrenzen einschl. Umgebungs- u. Wetterbedingungen, unsachgemäße Benutzung, betriebliche Voraussetzungen
- Beschreibung der RAS-Funktion, Zustände und zugehörige Statusanzeigen (Funktionale Eigenschaften, Kennwerte und Leistungsdaten eingeschlossen)
- Beschreibung der Bedienvorgänge zusammen mit den notwendigen Handlungen des Betriebspersonals einschließlich des Störfalles
- Hinweise zum erforderlichen Verhalten des Fahrpersonals in allen relevanten Situationen
- Technische Daten, Betriebsdaten und Umgebungsbedingungen, Leistungsdaten (auch Leistungsgrenzen), Anschlussdaten
- Die Funktion einschränkende Einwirkungen wie beispielsweise Verschmutzung, Abdeckung der Sensoren, Verdeckung von Personen durch schwer zu detektierende Gegenstände etc.
- Hinweis, dass die Zuhilfenahme des RAS einzustellen ist, wenn es die Einsatzsituation z. B. aufgrund schlechter Witterungsbedingungen oder Dunkelheit erforderlich macht
- Durchführung, Sicherung und Kontrollen für mögliche Einstellungen am RAS
- Anweisung zur Durchführung der manuellen Kontrolle für die Kamera-Monitor-Funktion nach Aktivierung; siehe Abschnitt 3.6.1
- Beschreibung der expliziten Inbetriebnahme-Prüfung nach Installation und nach Änderungen am Einbau bzw. an Einstellungen
- Beschreibung der regelmäßigen Kontrollen des RAS durch den Betreiber; mit Art und Ausführung der Prüfung [als Funktionsprüfung oder Sichtprüfung]; möglichst mit Listung von Mängeln, auf die zu achten sind und wie sich diese darstellen
- Intervalle und Hilfsmittel für Kontrollen/Prüfungen
- Beschreibung der regelmäßigen oder bedarfsmäßigen Pflege-/Reinigungsarbeiten (Pflegehinweise)
- Hinweise und Hilfen zur Unterweisung von Personal

Als spezieller Inhalt der Betriebsanleitung bzw. Montageanleitung:

Montage-, Inbetriebnahme- und Umrüstarbeiten am RAS sollen nur durch Fachpersonal ausgeführt werden (Vorgaben in der Begleitinformation erforderlich). Einstellungen am RAS müssen durch Fachpersonal vor oder bei Inbetriebnahme erstellt und gesichert werden. Montage-, Einstell-, Inbetriebnahme- und Umrüstarbeiten am RAS müssen dokumentiert werden.

### **3.8 Abnahmeprüfung: Sichtprüfung und Funktionsprüfung am Fahrzeug (Alternative oder Ergänzung zur Prüfung am Baumuster)**

Folgende Teilaspekte müssen als Abnahmeprüfung für das RAS an jedem bestimmungsgemäß vorgesehenen Fahrzeugtyp durchgeführt werden. Diese können betreffende Teilprüfungen an einem Baumuster unter Laborbedingungen der Abschnitte 3.3 - 3.6 ersetzen oder ergänzen:

- a) Sichtbereich des Kamera-Monitor-Systems als Teilsystem (Prüfkörper siehe Abschnitt 3.3.3)
- b) Detektionsbereich der Warn- und Schutzeinrichtung als Teilsysteme (Prüfkörper siehe Abschnitt 3.3.3)
- c) Detektionsbereich der Warn- und Schutzeinrichtung mit bewegtem Testobjekt (siehe 3.3.3 k)

- d) Einfluss von Beladung des Fahrzeugs auf den Detektionsbereich der Warn- oder Schutzeinrichtung
- e) Feste Einstellungen/Parametrierungen/Konfiguration der Teilsysteme (einschl. Auslesen, Dokumentieren und Archivieren der Systemkonfiguration/-konfigurationsdaten)
- f) Verhinderung von Einstellungen durch den Betreiber; mittels Zugangsschutz
- g) Eignung der Montageart und Montagepositionen aller Teilkomponenten
- h) Eignung der Schutzkonstruktionen für Kameras und Sensoren; siehe Abschnitte 3.3.2, 3.4, 3.5 und 3.6
- i) Anzeige der Systemzustände gemäß Abschnitt 3.3; dies sind insbesondere:
- j) Betriebsbereitschaft, optische und akustische Warnsignale sowie Fehleranzeige
- k) Einhaltung der Aktivierungsdauer bzw. der maximalen Aktivierungs-Fahrstrecke (siehe Abschnitt 3.3.1)
- l) Nicht akzeptierte Zusatzfunktionen für KMS gemäß Abschnitt 3.3.2
- m) Bedienung/Bedienbarkeit, Ergonomie, Angemessenheit der Anzeigen
- n) Im Falle der Verwendung eines bereits im Fahrzeug installierten Monitors dessen Eignung (siehe Abschnitt 3.3.2)
- o) Sicherheitsbezogene Integrität der (bidirektionalen) Schnittstelle zwischen RAS und Fahrzeug gemäß den Anforderungen in Abschnitt 3.6.2 bzw. 3.6.3
- p) Funktionale Unabhängigkeit zu anderen Fahrzeugsystemen und -funktionen; bspw. bei gemeinsamer Verwendung des Monitors. Mit dem Einlegen der Rückfahrstufe darf die Darstellung des Überwachungsbereichs nicht eingeschränkt sein
- q) Feststellung der Notwendigkeit einer zusätzlichen Beleuchtung des Rückraums (diese den Verkehrsrechtlichen Anforderungen entsprechend)
- r) Optionale Funktionen; vergl. Abschnitt 3.3
- s) Sichtung und Freigabe der Aufzeichnungen des Lieferanten zur Montage und Inbetriebnahme des RAS
- t) Die Bedingungen zur Abnahmeprüfung sollen mit aufgezeichnet werden. Dies schließt die Straßenverhältnisse bei Abnahme mit ein.

Hinweis: nach Möglichkeit soll die Abnahmeprüfung bei für die Kamera und die Sensoren ungünstigen Wetterbedingungen erfolgen oder unter diesen wiederholt werden.

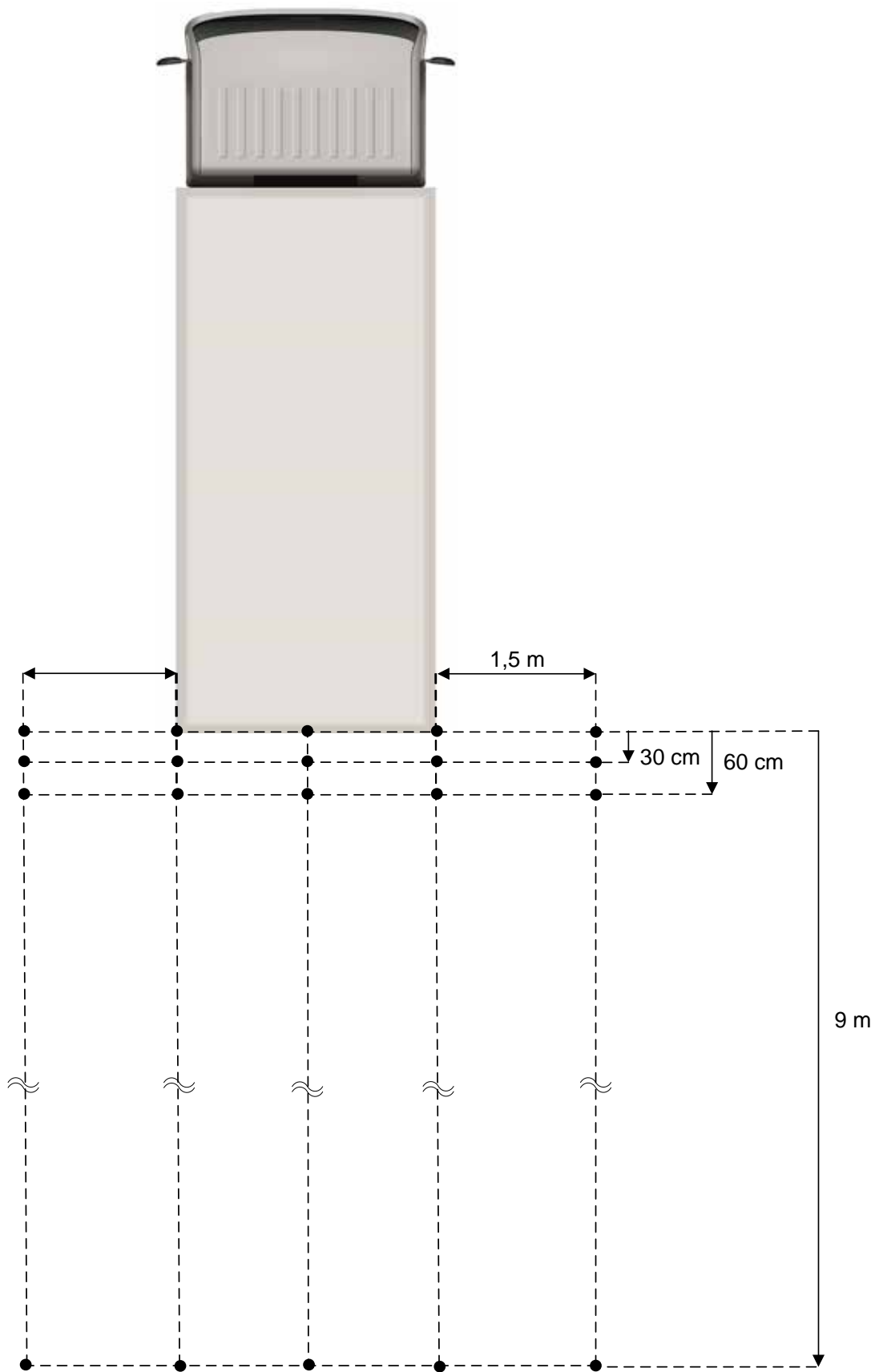


Abbildung 3: Kamera-Sichtfeld KMS im RAS-V1 und RAS-V2 (Draufsicht)  
 I Position der Prüfkörper

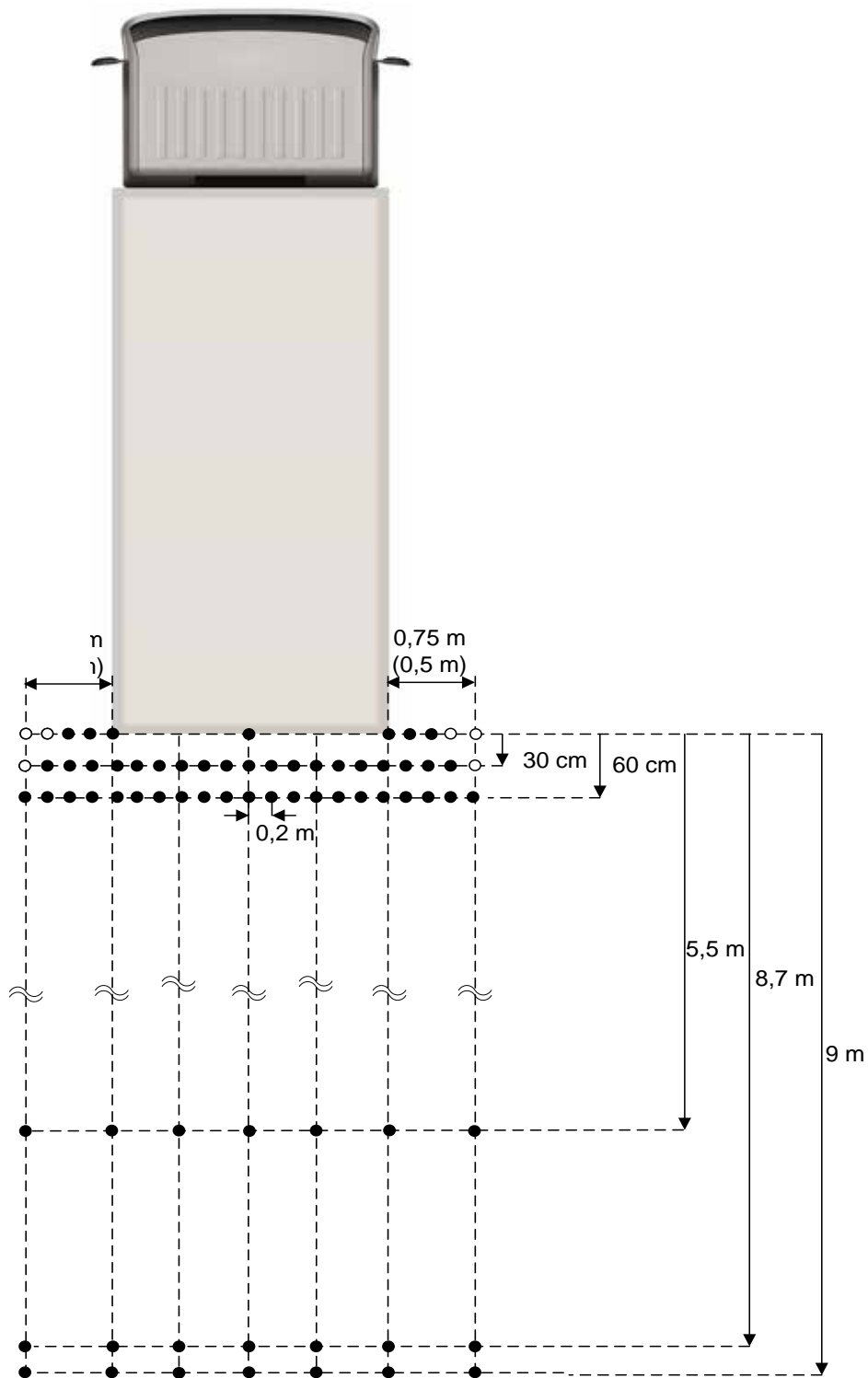


Abbildung 4: Überwachungsbereich (Draufsicht) RAS-V2: 5,5 m und RAS-V1: 9 m (erforderlicher Detektionsbereich)

$n$  : Position der Prüfkörper

$i$  : Position, für die die eingeschränkte Detektionsfähigkeit toleriert wird