2024/2689

4.11.2024

Nur die von der UN/ECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens sind der neuesten Fassung des UN/ECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343 zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann: https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

UN-Regelung Nr. 171 — Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich Fahrerassistenzsysteme (driver control assistance systems, DCAS) [2024/2689]

Datum des Inkrafttretens: 22. September 2024

Dieses Dokument ist nur als Dokumentationsmaterial zu verstehen. Der rechtsverbindliche Originaltext ist: ECE/TRANS/WP.29/2024/37

INHALT

Regelung

Einleitung

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Antrag auf Genehmigung
4. Genehmigung
5. Allgemeine Spezifikationen
6. Zusätzliche Spezifikationen für DCAS-Merkmale
7. Überwachung des DCAS-Betriebs
8. Systemvalidierung
9. Systeminformationsdaten
10. Anforderungen an die Softwareidentifikation
11. Änderungen des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung
12. Übereinstimmung der Produktion
13. Maßnahmen bei Abweichungen der Produktion
14. Endgültige Einstellung der Produktion
15. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

Anhänge

1. Mitteilung
2. Anordnungen der Genehmigungszeichen
3. Besondere Anforderungen an das Audit/die Bewertung

Anlage 1— Musterbewertungsformular für elektronische Systeme und/oder komplexe elektronische Systeme

Anlage 2— Während des Audits/der Bewertung zu bewertender Systementwurf

Anlage 3— Musterklassifizierung der Systemerkennungsfähigkeiten und entsprechenden Systemgrenzen

Anlage 4— Erklärung über die Funktionsfähigkeit des Systems

4. Physische Prüfspezifikationen für die DCAS-Validierung
5. Grundsätze für die Glaubwürdigkeitsbewertung der Verwendung einer virtuellen Toolchain bei der DCAS-Validierung

Einleitung

1. Fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme (advanced driver assistance systems, ADAS) wurden entwickelt, um den Fahrzeugführer zu unterstützen und die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen, indem sie dem Fahrzeugführer Informationen, einschließlich Warnungen in sicherheitskritischen Situationen, liefern und ihm dabei helfen, das Fahrzeug während des normalen Fahrens sowie in kritischen Situationen zur Vermeidung eines Zusammenstoßes und/oder zur Minderung der Unfallschwere vorübergehend oder dauerhaft seitlich und/oder in Längsrichtung zu steuern. ADAS sollen den Fahrzeugführer unterstützen, der stets für die Fahrzeugsteuerung verantwortlich bleibt und die Umgebung und die Leistung des Fahrzeugs/Systems ständig überwachen muss.

2. Die vorliegende UN-Regelung betrifft Fahrerassistenzsysteme (driver control assistance systems, DCAS), die eine Untergruppe von ADAS darstellen. DCAS sind vom Fahrzeugführer betriebene Fahrzeugsysteme, die einem menschlichen Fahrzeugführer bei der dynamischen Fahrzeugsteuerung helfen, indem sie ihn dauerhaft bei der Quer- und Längsbewegungssteuerung unterstützen. Im aktivierten Zustand unterstützen DCAS die Fahraufgaben, erhöhen den Komfort und reduzieren die Arbeitsbelastung des Fahrzeugführers, indem sie das Fahrzeug aktiv stabilisieren oder manövrieren. Wenn DCAS innerhalb der Systemgrenzen betrieben werden, unterstützen sie den Fahrzeugführer, übernehmen aber nicht vollständig die Fahraufgabe, sodass die Verantwortung beim Fahrzeugführer verbleibt. Die Unterstützung durch das DCAS darf die Straßenverkehrssicherheit und die Kontrolle des Fahrzeugführers über das Fahrzeugverhalten nicht beeinträchtigen.

3. Angesichts der Ausweitung verschiedener erweiterter DCAS auf dem Markt sollen mit dieser UN-Regelung technologieneutrale einheitliche und allgemeine Vorschriften für die Genehmigung von Fahrzeugen festgelegt werden, die mit DCAS ausgerüstet sind, die über die in der Änderungsserie 03 zur UN-Regelung Nr. 79 festgelegten Beschränkungen hinaus betrieben werden können; außerdem soll die Genehmigung einer Vielzahl von Merkmalen von Fahrerassistenzsystemen ermöglicht werden, um so die bestehende Regelungslücke zu schließen. Diese UN-Regelung enthält Mindestsicherheitsanforderungen für alle DCAS.

4. Nach der Norm SAE J3016 (Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles) werden DCAS als „SAE-Stufe 2 gemäß SAE J3016“ (Teilautomatisierung) behandelt, d. h. als Systeme, die nur Teile der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs übernehmen können und somit einen Fahrzeugführer erfordern, der den Rest der dynamischen Steuerung übernimmt sowie den Systembetrieb und die Fahrzeugumgebung überwacht ([1]). Somit unterstützen DCAS den Fahrzeugführer bei der dynamischen Steuerung, ersetzen ihn aber nicht. Verfügt das DCAS vorübergehend entweder nur über eine Längs- oder nur über eine Quersteuerungsfunktion, so wird die Automatisierungsstufe des DCAS von 2 auf 1 (Fahrerassistenz) herabgesetzt.

5. Zwar bieten sowohl DCAS als auch automatisierte Fahrsysteme (automated driving systems, ADS) der höheren Automatisierungsstufen 3 bis 5 nach der Norm SAE J3016 dauerhafte Unterstützung bei der Quer- und Längssteuerung, doch können nur ADS dem Fahrzeugführer die Möglichkeit bieten, die Fahraufgabe auf das ADS zu übertragen, da nur ADS der Definition nach in der Lage sind, alle Fahrsituationen, die in ihrem bauartbedingten Einsatzbereich (operational design domain, ODD) vernünftigerweise zu erwarten sind, ohne weitere Eingaben des Fahrzeugführers zu bewältigen. DCAS hingegen bieten dem Fahrzeugführer lediglich Unterstützung, ersetzen ihn aber zu keinem Zeitpunkt. Folglich geht die Verantwortung des Fahrzeugführers für die Steuerung des Fahrzeugs nicht auf das DCAS über.

6. Die Verfügbarkeit von DCAS und ihre Fähigkeit, Unterstützung zu leisten, werden durch die festgelegten Systembetriebsgrenzen eingeschränkt. Auch wenn das DCAS gängige Szenarien im Rahmen des Anwendungsfalls (DCAS-Merkmal) erkennen und darauf reagieren kann, ist das System möglicherweise nicht in der Lage, bestimmte Umgebungsbedingungen zu erkennen, da DCAS nicht dafür ausgelegt sind, sämtliche Situationen zu bewältigen, und davon ausgegangen wird, dass der Fahrzeugführer stets die Kontrolle über das Fahrzeug hat.

7. Diese Auswirkungen der Systemgrenzen auf die Fähigkeit des Systems, bestimmte Anforderungen zu erfüllen, und die Art und Weise, wie Anforderungen bewertet werden können, spiegelt sich in der in dieser UN-Regelung verwendeten Sprache wider.

   a) Bei einigen Anforderungen wird davon ausgegangen, dass sie stets erfüllt sind, auch in allen einschlägigen Prüfungen. Diese Vorschriften sind wie folgt gefasst: „Das System muss …“.

   b) Bei einigen Anforderungen wird zwar erwartet, dass das System diese im Allgemeinen erfüllt, aber unter den gegebenen Umständen ist dies möglicherweise nicht immer angemessen oder erreichbar; auch können äußere Störungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Diese Vorschriften sind wie folgt gefasst: „Das System muss darauf ausgerichtet sein, dass …“; und

([1]) Die in der Norm SAE J3016 beschriebenen Automatisierungsstufen sind auch im Referenzdokument ECE/TRANS/WP29/1140 enthalten.

c) Einige Anforderungen lassen sich nur schwer durch eine direkte Bewertung der Systemleistung überprüfen. Sie lassen sich besser durch eine Bewertung des Systementwurfs überprüfen, z. B. im Wege einer Analyse der Steuerstrategien des Systems. Diese Vorschriften sind wie folgt gefasst: „Das System muss so ausgelegt sein, dass …“.

8. Je nach Anwendungsfall können einige DCAS Fahrmanöver initiieren. Werden Manöver durch das System initiiert, so muss das System so ausgelegt sein, dass die nationalen Verkehrsregeln eingehalten werden. Werden Manöver jedoch vom Fahrzeugführer initiiert, so unterstützt das DCAS den Fahrzeugführer lediglich beim Betrieb des Fahrzeugs, ohne dass die Einhaltung der nationalen Verkehrsregeln gewährleistet wird. In beiden Fällen verbleibt die Verantwortung beim Fahrzeugführer.

9. Es wird anerkannt, dass ein Betrieb unter Einhaltung der Verkehrsregeln bei vom Fahrzeugführer bestätigten oder durch das System initiierten Manövern aufgrund der Komplexität und der Vielfalt der Regeln in den verschiedenen Betriebsländern möglicherweise nicht vollständig möglich ist. Durch die fortwährende Beteiligung des Fahrzeugführers an der Fahraufgabe soll dies ausgeglichen werden.

10. Ein übermäßiges Vertrauen des Fahrzeugführers in das System könnte ein potenzielles Sicherheitsrisiko darstellen. Je besser das System ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Fahrzeugführer darauf vertraut, dass das System stets korrekt funktioniert, und dass die Überwachung durch den Fahrzeugführer mit der Zeit abnimmt (bis hin zur Verwechslung des Systems mit dem vollautomatischen Fahren). Daher muss das DCAS darauf ausgerichtet sein, dass vernünftigerweise vorhersehbare Risiken der missbräuchlichen Verwendung durch den Fahrzeugführer verhindert werden. Das DCAS muss ausreichende Informationen liefern, damit es dem Fahrzeugführer möglich ist, die geleistete Unterstützung zu überwachen.

11. Das DCAS muss so ausgelegt sein, dass der Fahrzeugführer keine anderen Tätigkeiten als das Führen des Fahrzeugs ausübt, die über die vor Inkrafttreten dieser UN-Regelung für das manuelle Führen des Fahrzeugs zulässigen Tätigkeiten hinausgehen, da das DCAS erfordert, dass der Fahrzeugführer in die Fahraufgabe eingebunden bleibt. Daher muss das DCAS über Mittel verfügen, um die kontinuierliche Beteiligung des Fahrzeugführers am Fahrzeugbetrieb und an dessen Überwachung zu bewerten. Das DCAS überwacht die Beteiligung des Fahrzeugführers (durch Sicherstellung, dass dieser die Hände am Lenkrad hat oder seine Augen auf die Straße gerichtet sind oder beides), bewertet die Beteiligung des Fahrzeugführers und reagiert entsprechend auf eine mangelnde Beteiligung, indem es spezielle Warnungen ausgibt. Außerdem wird das Fahrzeug durch das DCAS vollständig zum Stillstand gebracht, wenn der Fahrzeugführer nicht auf die Warnungen des Systems reagiert und die erforderlichen Kontrollmaßnahmen ergreift. Das DCAS ist mit einem Fahrzeugführerüberwachungssystem ausgestattet, das Anzeichen einer nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers erkennt. Dieses System erkennt zwar körperliche Anzeichen einer nachlassenden Beteiligung, verfügt derzeit aber nicht über die Fähigkeit zur direkten Bewertung einer nachlassenden kognitiven Beteiligung.

12. Diese UN-Regelung enthält allgemeine funktionelle Anforderungen im Hinblick auf die Systemsicherheit im Normalbetrieb und die Ausfallsicherheit bei einer Systemstörung oder bei Unfähigkeit des Fahrzeugführers, die Beteiligung an der Fahrzeugsteuerung zu bestätigen. Die Vorschriften umfassen die Interaktion des DCAS mit anderen Assistenzsystemen des Fahrzeugs, die Beschreibung der Randbedingungen des Systems und des Systemverhaltens, wenn festgestellt wird, dass die Systemgrenzen erreicht sind, die Steuerbarkeit sowie die Unterstützung bei der dynamischen Steuerung durch das System für verschiedene Anwendungsfälle des DCAS (Merkmale). Die Interaktion zwischen dem DCAS und dem Fahrzeugführer, einschließlich der Mensch-Maschine-Schnittstelle (human-machine interface, HMI), wird im Hinblick auf zwei Punkte geregelt: den Betrieb des Systems durch den Fahrzeugführer und die Sicherstellung der Beteiligung des Fahrzeugführers durch das System. Diese UN-Regelung enthält Anforderungen an die spezifischen DCAS-Merkmale.

13. In dieser UN-Regelung sind allgemeinere Methoden zur Konformitätsbewertung festgelegt als in der Änderungsserie 03 zur UN-Regelung Nr. 79 (die für jeden Anwendungsfall besondere Anforderungen enthält). Der Hersteller ist verpflichtet, die Grundzüge des Systementwurfs zu erklären, damit die Typgenehmigungsbehörde über die erforderlichen Bewertungs- und Überprüfungsaktivitäten informiert werden kann. Durch Techniken der Mehrsäulen-Bewertung werden Unsicherheiten im Zusammenhang mit DCAS-Betriebsfällen, die nicht direkt bewertet werden, ausgeglichen; die Mehrsäulen-Bewertung umfasst somit die Bewertung mehrerer DCAS-Betriebsfälle. Im Rahmen der Validierung des DCAS muss sichergestellt werden, dass der Hersteller während des Entwurfs- und Entwicklungsprozesses eine gründliche Bewertung der Funktions- und Betriebssicherheit der DCAS-Merkmale und des gesamten in ein Fahrzeug eingebauten DCAS vorgenommen hat. Zu den Bewertungssäulen gehören die Validierung von Sicherheitsaspekten des DCAS durch ein erweitertes Audit der Herstellerdokumentation, physische Prüfungen auf der Prüfstrecke und auf öffentlichen Straßen sowie die Überwachung des Funktionierens des DCAS während des Betriebs durch den Hersteller.

14. Die sichere Verwendung von DCAS setzt ein angemessenes Verständnis der Leistungsfähigkeit des im Fahrzeug verfügbaren DCAS durch den Fahrzeugführer voraus. Die Bereitstellung geeigneter Informationen für den Fahrzeugführer ist notwendig, um mögliche Fehlinterpretationen oder Überschätzungen durch den Fahrzeugführer oder Schwierigkeiten mit dem DCAS/der Fahrzeugsteuerung zu vermeiden. Bei der Ausarbeitung dieser UN-Regelung wurde deutlich, dass sichergestellt werden muss, dass der Fahrzeugführer über spezifische oder ausreichende Kenntnisse über die ordnungsgemäße Verwendung des DCAS verfügt. Diese Frage betrifft das breitere Thema der Ausbildung von Fahrzeugführern, das in zwei Richtungen unterteilt werden kann: a) die Verbesserung der Ausbildung und Neubewertung von Fahrzeugführern im Hinblick auf den sicheren Betrieb von mit DCAS ausgestatteten Fahrzeugen und b) die Entwicklung einer einheitlichen Norm (z. B. ISO), in der — zusätzlich zu dieser UN-Regelung — die gemeinsame HMI, Kommunikationstechniken, Betriebsarten, Übersteuerungsmöglichkeiten, Systemmeldungen und -signale usw. für DCAS festgelegt werden. Dadurch wird eine einheitliche HMI für verschiedene DCAS von verschiedenen Herstellern gewährleistet, sodass jeder Fahrzeugführer darauf vorbereitet ist, die verschiedenen Funktionen des DCAS auf sichere Weise zu nutzen.

15. Mit dieser UN-Regelung sollen keine Anforderungen für Fahrzeugführer festgelegt werden. Vielmehr enthält sie die Anforderungen an die Schulungsmaterialien, Meldungen und Signale, die die DCAS-Hersteller dem Fahrzeugführer (z. B. zur Prüfung) vorlegen müssen. Allerdings kann weder durch diese UN-Regelung noch von der Typgenehmigungsbehörde durch Vorschriften garantiert werden, dass diese Materialien vom Fahrzeugführer angemessen geprüft und verstanden werden.

16. Der Einsatz von DCAS lenkt die Aufmerksamkeit auf die Notwendigkeit einer ausgewogenen Marketingpolitik, um zu verhindern, dass der Fahrzeugführer die Fähigkeiten des DCAS überschätzt und glaubt, dass die Leistung des Systems besser ist als die eines Assistenzsystems. Die Verwendung irreführender Begriffe in den vom Hersteller bereitgestellten Informationsmaterialien kann beim Fahrzeugführer zu Verwirrung oder zu übermäßigem Vertrauen führen. Um dies zu vermeiden, sollten Begriffe, die von den nationalen Behörden als irreführend eingestuft wurden, in der kommerziellen Werbung für DCAS nicht verwendet werden.

1. Anwendungsbereich

1.1. Diese UN-Regelung gilt für die Typgenehmigung von Fahrzeugen der Klassen M und N ([2]) hinsichtlich ihrer Fahrerassistenzsysteme (driver control assistance system, DCAS).

1.2. Diese UN-Regelung gilt nicht für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich ihrer automatischen Lenkfunktionen (automatically commanded steering functions, ACSF) oder ihrer Risikominderungsfunktion (RMF), die nach der UN-Regelung Nr. 79 genehmigt wurden, auch wenn ein System gleichzeitig die Längssteuerung ausübt. Erklärt der Hersteller jedoch, dass die ACSF oder die RMF Teil des DCAS ist/sind, gilt diese UN-Regelung unabhängig davon, ob sie auch nach der UN-Regelung Nr. 79 genehmigt wurde.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke der vorliegenden UN-Regelung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Fahrerassistenzsystem (driver control assistance system, DCAS)“ bezeichnet die Gesamtheit der Hardware und Software, die einen Fahrzeugführer bei der Längs- und Querbewegungssteuerung des Fahrzeugs dauerhaft unterstützt.

Für die Zwecke dieser UN-Regelung wird das DCAS auch als „das System“ bezeichnet.

2.2. „Fahrzeugtyp im Hinblick auf das DCAS“ bezeichnet eine Gruppe von Fahrzeugen, die sich in wesentlichen Aspekten wie den Folgenden nicht unterscheiden:

a) Systemmerkmale und Bauart des DCAS;

b) Fahrzeugmerkmale, die die Leistung des DCAS erheblich beeinflussen.

Wenn das DCAS im Rahmen der vom Hersteller angegebenen Bezeichnung des Fahrzeugtyps aus mehreren Merkmalen besteht, von denen einige bei bestimmten Fahrzeugen möglicherweise nicht eingebaut sind, wird das DCAS mit weniger Merkmalen in Bezug auf das DCAS als zum selben Fahrzeugtyp gehörend betrachtet.

([2]) Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, Absatz 2, https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions.

2.3. „(DCAS-)Merkmal“ bezeichnet eine bestimmte DCAS-Funktion, die dem Fahrzeugführer in bestimmten Verkehrsszenarien, unter bestimmten Umständen und innerhalb bestimmter Systemgrenzen Unterstützung bietet.

2.4. „Dynamische Steuerung“ bezeichnet die Ausführung operativer und taktischer Funktionen, die für die Bewegung des Fahrzeugs erforderlich sind, in Echtzeit. Dazu gehören die Steuerung des Fahrzeugs in Quer- und Längsrichtung, die Überwachung der Straßenumgebung, die Reaktion auf Ereignisse im Straßenverkehr sowie die Planung und Signalgebung für Manöver.

Für die Zwecke dieser UN-Regelung ist allein der Fahrzeugführer für die dynamische Steuerung des Fahrzeugs verantwortlich; das DCAS bietet lediglich Unterstützung bei der Ausführung operativer und taktischer Funktionen, ohne die Möglichkeit des Fahrzeugführers einzuschränken, zu einem bestimmten Zeitpunkt einzugreifen.

2.5. „Systemgrenzen“ bezeichnet die von einem Hersteller festgelegten überprüfbaren oder messbaren Grenzwerte oder Bedingungen, bis zu denen oder innerhalb deren das DCAS oder ein Merkmal des DCAS so ausgelegt ist, dass es dem Fahrzeugführer Unterstützung bietet, sowie die Bedingungen, die die Fähigkeit des Systems, wie vorgesehen zu funktionieren, beeinflussen.

2.6. „Nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers“ bezeichnet eine Situation, in der das System erkennt, dass der Fahrzeugführer derzeit nicht in der Lage ist, Wahrnehmungs-, Planungs- oder Entscheidungsaufgaben sicher auszuführen und in den Betrieb des DCAS einzugreifen.

2.7. „Operative Funktionen“ bezeichnet die grundlegenden Steueraktionen des Fahrzeugführers, die erforderlich sind und ausgeführt werden, um das Fahrzeug zu bewegen und seine Systeme zu betreiben, einschließlich der Steuerung des Fahrzeugs in Quer- und Längsrichtung. Die Ausübung operativer Funktionen setzt den physischen Betrieb des Fahrzeugs durch den Fahrzeugführer voraus.

2.8. „Taktische Funktionen“ bezeichnet die Planung und Festlegung von Fahrmanövern in Echtzeit durch den Fahrzeugführer. Taktische Funktionen setzen voraus, dass der Fahrzeugführer in der Lage ist, das Fahrzeug in einem sich ständig wandelnden Umfeld zu betreiben.

2.9. „Echtzeit“ bezeichnet die tatsächliche Zeit, in der ein Prozess oder ein Ereignis abläuft.

2.10. „Manöver“ bezeichnet eine Änderung der Fahrspur des Fahrzeugs, die dazu führt, dass das Fahrzeug seine ursprüngliche Fahrspur oder Fahrtrichtung zumindest teilweise verlässt, was zu einer Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern führen kann.

Eine Reihe von Manövern kann als ein einzelnes Manöver betrachtet werden, wenn die Manöver nacheinander und ohne nennenswerten Abstand erfolgen und mit der Erreichung eines taktischen Ziels verbunden sind (z. B. Fahrspurwechsel in Kombination mit dem Überfahren einer Kreuzung). Einzelne Manöver im Zusammenhang mit der Verfolgung einer Navigationsroute mit großem Abstand werden nicht als einzelnes Manöver betrachtet.

2.11. „Zielspur“ bezeichnet die Fahrspur, auf die das System das Fahrzeug durch ein Manöver zu lenken beabsichtigt.

2.12. „Spurwechselvorgang“ bezeichnet die Abfolge von Vorgängen, die auf die Durchführung eines Fahrspurwechsels des Fahrzeugs abzielen. Die Abfolge umfasst folgende Vorgänge:

a) Aktivierung der Fahrtrichtungsanzeiger;

b) seitliche Bewegung des Fahrzeugs in Richtung des Spurrands;

c) Spurwechselmanöver;

d) Wiederaufnahme der stabilen Position des Fahrzeugs auf der Fahrspur;

e) Deaktivierung der Fahrtrichtungsanzeiger.

2.13. „Spurwechselmanöver“ bezeichnet einen Teil des Spurwechselvorgangs, der

a) beginnt, sobald die Außenkante der Lauffläche des den Fahrspurmarkierungen am nächsten liegenden Vorderrads des Fahrzeugs die Außenkante der Spurmarkierung überquert, in deren Richtung das Fahrzeug gesteuert wird, und

b) endet, wenn die Hinterräder des Fahrzeugs die Spurmarkierung vollständig überquert haben.

2.17. „Aus-Zustand“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem das System den Fahrzeugführer nicht bei der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs unterstützen kann.

2.18. „Ein-Zustand“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem der Fahrzeugführer über das System oder ein DCAS-Merkmal Unterstützung bei der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs erhält. Hierbei befindet ist das System entweder im „Standby-Modus“ oder im „Aktiv-Zustand“.

2.18.1. „Aktiv-Zustand“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem sich das System oder ein DCAS-Merkmal innerhalb der Systemgrenzen befindet und den Fahrzeugführer bei der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs unterstützt.

2.18.2. „Standby-Modus“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem sich das System oder ein DCAS-Merkmal im „Ein-Zustand“ befindet, aber keine Steuerausgabe erzeugt. Hierbei kann sich das System entweder im „Passiv-Zustand“ oder im „Inaktiv-Zustand“ befinden.

2.18.2.1. „Passiv-Zustand“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem sich das System oder das DCAS-Merkmal im „Standby-Modus“ sowie innerhalb der Systemgrenzen befindet, ohne dass die Vorbedingungen den Wechsel in den „Aktiv-Zustand“ verhindern.

2.18.2.2. „Inaktiv-Zustand“ bezeichnet einen Betriebszustand des DCAS, in dem sich das System oder das DCAS-Merkmal im „Standby-Modus“ sowie außerhalb der Systemgrenzen befindet oder eine Vorbedingung so beschaffen ist, dass ein Wechsel in den „Aktiv-Zustand“ verhindert wird.

2.19. „Gefahr eines unmittelbar bevorstehenden Zusammenstoßes“ bezeichnet eine Situation oder ein Ereignis, die bzw. das zum Zusammenstoß des Fahrzeugs mit einem anderen Verkehrsteilnehmer oder einem Hindernis führt und durch eine Bremsanforderung von weniger als 5 m/s^2 nicht verhindert werden kann.

2.20. „Erfassungsbereich“ bezeichnet die Entfernung, innerhalb der das System unter Berücksichtigung der zeit- und nutzungsbedingten Verschlechterung der Bauteile des Sensorsystems während der Lebensdauer des Fahrzeugs ein Objekt zuverlässig erkennen und ein Steuersignal erzeugen kann.

2.21. „Für das System/Merkmal ausgelegter Geschwindigkeitsbereich“ bezeichnet den adaptiven Geschwindigkeitsbereich, innerhalb dessen das System oder ein Systemmerkmal auf der Grundlage des Systementwurfs und der Systemfähigkeit unter Berücksichtigung der Verkehrs- und Umgebungsbedingungen in den „Aktiv-Zustand“ wechseln kann.

2.22. „Vom Fahrzeugführer eingestellte Höchstgeschwindigkeit“ bezeichnet die vom Fahrzeugführer eingestellte maximale DCAS-Betriebsgeschwindigkeit.

2.23. „Derzeitige Höchstgeschwindigkeit“ bezeichnet die Höchstgeschwindigkeit, bis zu der das System das Fahrzeug steuert.

2.24. „Rx-Software-Identifikationsnummer (RXSWIN)“ bezeichnet eine vom Fahrzeughersteller festgelegte spezielle Kennung zur Darstellung der typgenehmigungsrelevanten Software des elektronischen Steuersystems, die zu den typgenehmigungsrelevanten Merkmalen des Fahrzeugs nach Maßgabe der UN-Regelung Nr. 171 gehört.

2.25. „Elektronisches Steuersystem“ bezeichnet eine Kombination von Baueinheiten, die bei der genannten Fahrzeugsteuerfunktion mithilfe der elektronischen Datenverarbeitung zusammenwirken sollen. Diese Systeme, die oft durch Software gesteuert sind, bestehen aus diskreten Funktionsbauteilen wie Sensoren, elektronischen Steuergeräten und Stellgliedern und sind durch Übertragungsverbindungen miteinander verbunden. Sie können mechanische, elektropneumatische oder elektrohydraulische Bauelemente umfassen.

2.26. „Ereignis“ bezeichnet im Zusammenhang mit den Vorschriften des Absatzes 7 eine sicherheitsbezogene Maßnahme oder ein Ereignis oder Vorkommnis, an der bzw. dem ein mit einem DCAS ausgerüstetes Fahrzeug beteiligt ist.

2.27. „Sicherheitskritisches Vorkommnis“ bezeichnet ein Ereignis, bei dem sich das DCAS oder das jeweilige DCAS-Merkmal zum Zeitpunkt eines Kollisionsereignisses, das zu Folgendem geführt hat, im „Ein-Zustand“ befindet:

a) zur Verletzung von mindestens einer Person, die medizinische Hilfe benötigt, oder

b) zur Auslösung der Airbags, der nicht reversiblen Insassen-Rückhaltesysteme und/oder dem sekundären Sicherheitssystem für ungeschützte Verkehrsteilnehmer des mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeugs.

2.28. „Steuerbarkeit“ bezeichnet ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, dass Schäden bei Eintritt eines gefährlichen Zustands vermieden werden können. Diese Bedingung kann auf Handlungen des Fahrzeugführers, des Systems oder auf externe Maßnahmen zurückzuführen sein.

2.29. „Übersteuerung durch den Fahrzeugführer“ bezeichnet jede Handlung des Fahrzeugführers, mit der er vorübergehend in die von DCAS geleistete Unterstützung eingreift, indem er die Bremsen, die Kupplung, das Gaspedal oder die Lenkung betätigt.

2.30. „Autobahn“ bezeichnet eine Art von Straße, deren Nutzung durch Fußgänger und Radfahrer verboten ist und die so konzipiert ist, dass die Fahrbahnen für die entgegengesetzten Richtungen baulich voneinander getrennt sind.

2.31. „Nicht-Autobahn“ bezeichnet eine Art von Straße, die keine Autobahn gemäß der Definition in Absatz 2.30 ist.

2.32. „Automatisiertes Fahrsystem (automated driving system, ADS)“ bezeichnet die Fahrzeug-Hardware und -Software, die in ihrer Kombination in der Lage sind, die gesamte dynamische Fahraufgabe (dynamic driving task, DDT) dauerhaft durchzuführen.

2.33. „Dynamische Fahraufgabe (dynamic driving task, DDT)“ bezeichnet die operativen Funktionen und taktischen Funktionen in Echtzeit, die für den Betrieb des Fahrzeugs im Straßenverkehr erforderlich sind.

3. Antrag auf Genehmigung

3.1. Der Antrag auf Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich des DCAS ist vom Fahrzeughersteller oder seinem Bevollmächtigten bei der Typgenehmigungsbehörde der Vertragspartei gemäß den Bestimmungen des Verzeichnisses 3 des Übereinkommens von 1958 einzureichen.

3.2. Dem Antrag sind folgende Unterlagen beizufügen:

3.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps im Hinblick auf die in Absatz 2.2 genannten Punkte sowie eine Dokumentation nach Anhang 1, die Angaben über die Grundkonzeption des DCAS und die Mittel zur Verbindung mit anderen Fahrzeugsystemen oder zur direkten Steuerung von Ausgangsgrößen enthält.

3.3. Der Typgenehmigungsbehörde oder ihrem benannten technischen Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, ist ein Fahrzeug zur Verfügung zu stellen, das dem zu genehmigenden Fahrzeugtyp entspricht.

4. Genehmigung

4.1. Entspricht der zur Genehmigung nach dieser UN-Regelung vorgeführte Fahrzeugtyp den Anforderungen der Absätze 5 bis 10, ist die Genehmigung für diesen Fahrzeugtyp zu erteilen.

4.2. Jedem genehmigten Typ ist eine Genehmigungsnummer zuzuteilen. Ihre ersten beiden Ziffern (derzeit 00 für die UN-Regelung in ihrer ursprünglichen Fassung) bezeichnen die Änderungsserie mit den technischen Änderungen, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die UN-Regelung aufgenommen sind. Dieselbe Vertragspartei darf diese Nummer keinem anderen Fahrzeugtyp zuteilen.

4.3. Über die Erteilung oder Erweiterung oder die Versagung oder Rücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp nach dieser UN-Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese UN-Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser UN-Regelung entspricht. Diesem Mitteilungsblatt sind Unterlagen in einem Format von höchstens A4 (210 mm × 297 mm) und in einem geeigneten Maßstab oder in elektronischer Form beizufügen, die vom Antragsteller zur Verfügung zu stellen sind.

4.4. An jedem Fahrzeug, das einem nach dieser UN-Regelung genehmigten Fahrzeugtyp entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle, die im Mitteilungsblatt anzugeben ist, ein internationales Genehmigungszeichen nach dem Muster in Anhang 2 anzubringen, bestehend aus:

4.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ befindet, gefolgt von

a) der Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt hat, und

b) der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis gemäß diesem Absatz.

4.5. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und unauslöschlich sein.

4.6. Die Typgenehmigungsbehörde muss vor Erteilung der Typgenehmigung prüfen, ob ausreichende Maßnahmen für eine wirksame Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion getroffen wurden.

5. Allgemeine Spezifikationen

Der Hersteller hat die Erfüllung der Vorschriften dieses Absatzes gegenüber der Typgenehmigungsbehörde bei der Prüfung des Sicherheitsansatzes im Rahmen der Bewertung nach Anhang 3 und in den einschlägigen Prüfungen nach Anhang 4 nachzuweisen.

5.1. Allgemeine Anforderungen

5.1.1. Das System muss so ausgelegt sein, dass in Übereinstimmung mit Absatz 5.5.4.2 die Beteiligung des Fahrzeugführers an der Fahraufgabe gewährleistet ist.

5.1.2. Der Hersteller muss Strategien anwenden, um sicherzustellen, dass sich der Fahrzeugführer des jeweiligen Modus bewusst ist, und zu verhindern, dass er sich zu sehr darauf verlässt. Dies wird durch die Einhaltung der Vorschriften in Absatz 5.5.4 belegt.

5.1.3. Der Hersteller hat wirksame Maßnahmen gegen eine vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung durch den Fahrzeugführer und eine unbefugte Änderung der Software- und Hardwarekomponenten des Systems zu ergreifen.

5.1.4. Das System muss dem Fahrzeugführer die Möglichkeit bieten, das System gemäß Absatz 5.5.3.4 jederzeit sicher zu übersteuern oder zu deaktivieren.

5.1.5. Das mit einem DCAS ausgestattete Fahrzeug muss mindestens mit einem Notbremsassistenzsystem (advanced emergency braking system, AEBS) ausgerüstet sein. Darüber hinaus muss es entweder mit einem Spurhalteassistenzsystem oder einem Spurhaltewarnsystem ausgestattet sein. Diese Systeme müssen den technischen Anforderungen und Übergangsvorschriften der UN-Regelungen Nr. 131, Nr. 152, Nr. 79 (korrigierende Lenkfunktion) bzw. Nr. 130 entsprechen, je nachdem, welche dieser Regelungen für die jeweilige Klasse des mit einem DCAS ausgerüsteten Fahrzeugs zutrifft.

5.2. Interaktion des DCAS mit anderen Assistenzsystemen des Fahrzeugs

5.2.1. Während sich das System im „Aktiv-Zustand“ befindet, darf sein Betrieb die Längsfunktionalität von aktivierten Nothilfesystemen (d. h. AEBS) nicht deaktivieren oder unterdrücken. Bei der Querfunktionalität kann das System Nothilfesysteme im Einklang mit den für diese Funktionalität geltenden Regelungen deaktivieren oder unterdrücken.

5.2.2. Die Übergänge zwischen dem DCAS und anderen Assistenz- oder Automatisierungssystemen, die Priorisierung des einen Systems gegenüber dem anderen sowie die Unterdrückung oder Deaktivierung anderer Assistenzsysteme, die den sicheren und nominalen Betrieb des Fahrzeugs gewährleisten sollen, müssen in den der Typgenehmigungsbehörde vorgelegten Dokumentation ausführlich beschrieben werden.

5.3. Funktionale Anforderungen

5.3.1. Der Hersteller muss in der Dokumentation die für die einzelnen Merkmale relevanten Erkennungsmöglichkeiten des Systems ausführlich darlegen, insbesondere für die in Anhang 3 Anlage 3 aufgeführten Systemgrenzen.

5.3.2. Das System muss in der Lage sein, innerhalb der Systemgrenzen und soweit möglich bei Betrieb über die Systemgrenzen hinaus seine Umgebung so zu beurteilen und auf sie zu reagieren, wie es für die Umsetzung der beabsichtigten Funktionalität des Systems erforderlich ist.

5.3.2.1. Das System muss darauf ausgerichtet sein, Störungen des Verkehrsflusses zu vermeiden, indem es sein Verhalten auf angemessene, sicherheitsorientierte Weise an den umgebenden Verkehr anpasst.

5.3.2.2. Das System muss darauf ausgerichtet sein, bei Erkennung eines Kollisionsrisikos eine Kollision zu vermeiden oder die Schwere einer Kollision zu mindern.

5.3.2.3. Unbeschadet anderer Anforderungen in dieser UN-Regelung muss das System die Längs- und Querbewegung des Fahrzeugs so steuern, dass ein angemessener Abstand zu anderen Verkehrsteilnehmern eingehalten wird.

5.3.3. Das System kann relevante Fahrzeugsysteme (z. B. Fahrtrichtungsanzeiger, Scheibenwischer bei Regen, Heizung usw.) aktivieren, wenn dies notwendig und gemäß dem Betriebsdesign des Systems anwendbar ist.

5.3.4. Die Steuerstrategie des Systems muss so ausgelegt sein, dass das Kollisionsrisiko gemindert wird und gleichzeitig beherrschbar bleibt, wobei die Reaktionszeit des Fahrzeugführers gemäß Absatz 5.3.6 zu berücksichtigen ist.

5.3.5. Reaktion auf Systemgrenzen

5.3.5.1. Das System muss darauf ausgerichtet sein, die anwendbaren Systemgrenzen zu erkennen, wenn sich das DCAS oder ein DCAS-Merkmal im „Ein-Zustand“ befindet. Wird vom System erkannt, dass die Grenze für das System oder Merkmal überschritten wurde, muss es in den „Standby-Modus“ wechseln und den Fahrzeugführer gemäß den vom Hersteller beschriebenen Strategien (siehe Absatz 5.3.5.2) und den geltenden HMI-Anforderungen (siehe Absatz 5.5.4.1) unverzüglich benachrichtigen.

Die Unterstützung des Fahrzeugführers durch das betroffene Merkmal oder das System muss auf kontrollierbare Weise beendet werden. Die Strategie zur Beendigung der Unterstützung ist vom Fahrzeughersteller zu beschreiben und nach Anhang 3 zu bewerten.

5.3.5.1.1. Der Hersteller muss Strategien anwenden, um schnelle Übergänge des Systems zwischen „Standby-Modus“ und „Aktiv-Zustand“ zu vermeiden.

5.3.5.2. Der Hersteller muss im Rahmen der nach Abschnitt 9 geforderten Dokumentation die Randbedingungen für das System und seine Merkmale sowie die Strategien zur Benachrichtigung des Fahrzeugführers bei Erkennung des Überschreitens oder (baldigen) Erreichens einer Randbedingung ausführlich beschreiben (siehe Absatz 5.3.5.5).

5.3.5.2.1. In der Beschreibung sind mindestens die in Anhang 3 Anlage 3 aufgeführten potenziell relevanten Randbedingungen zu berücksichtigen.

5.3.5.2.2. Der Hersteller muss das Systemverhalten, die Auswirkungen auf die Systemleistung und die Art und Weise, wie die Sicherheit gewährleistet wird, falls das System oder seine Merkmale über diese Grenzen hinaus im „Aktiv-Zustand“ verbleiben, beschreiben und gegebenenfalls nachweisen.

5.3.5.3. Der Hersteller muss die Systemgrenzen angeben, die das System erkennen kann, und die Mittel beschreiben, mit denen das System in der Lage ist, Systemgrenzen zu erkennen.

5.3.5.4. Alle angegebenen Systemgrenzen, die das System nicht erkennen kann, sind zu dokumentieren, und es muss zur Zufriedenheit der Typgenehmigungsbehörde nachgewiesen werden, dass die Unfähigkeit des Systems, diese Systemgrenzen zu erkennen, keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit des Systems oder seiner Merkmale hat.

5.3.5.5. Wenn vom System erkannt wird, dass sich das Fahrzeug einer Systemgrenze eines Merkmals im „Aktiv-Zustand“ nähert, muss es den Fahrzeugführer mit angemessener Vorlaufzeit darüber informieren.

5.3.6. Steuerbarkeit

5.3.6.1. Das System muss so ausgelegt sein, dass die Steuerungsmaßnahmen des Systems, einschließlich, aber nicht beschränkt auf solche, die auf Systemausfälle, das Erreichen der Systemgrenzen oder das Umschalten des Systems in den „Aus-Zustand“ zurückzuführen sind, für den Fahrzeugführer beherrschbar bleiben. Dabei ist die potenzielle Reaktionszeit des Fahrzeugführers je nach Situation zu berücksichtigen, damit der Eingriff des Fahrzeugführers jederzeit sicher durchgeführt werden kann (z. B. während eines bestimmten Manövers).

5.3.6.2. Um die Steuerbarkeit zu gewährleisten, muss das System innerhalb der festgelegten Systemgrenzen Strategien umsetzen, die seinen Fähigkeiten entsprechen.

Die Strategien zur Gewährleistung der Steuerbarkeit können u. a. Folgendes umfassen:

a) Begrenzung der Steuerausgabe des Systems,

b) Anpassung der Position des Fahrzeugs auf der Fahrspur,

c) Bestimmung der Art und Eigenschaften der Straße,

d) Bestimmung des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer,

e) Überwachung des Fahrzeugführers.

Der Entwurf des Herstellers für die Steuerbarkeit ist der Typgenehmigungsbehörde gegenüber im Detail zu beschreiben und gemäß Anhang 3 zu bewerten.

5.3.6.3. Verzögerung und Beschleunigung

5.3.6.3.1. Bei Steuerung durch das System müssen die Verzögerung und die Beschleunigung des Fahrzeugs für den Fahrzeugführer und den umgebenden Verkehr beherrschbar bleiben, es sei denn, eine stärkere Verzögerung ist erforderlich, um die Sicherheit des Fahrzeugs oder der umliegenden Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten.

5.3.6.3.2. (Vorbehalten)

5.3.7. Dynamische Steuerung durch das System

5.3.7.1. Positionierung des Fahrzeugs auf der Fahrspur

5.3.7.1.1. Das DCAS-Merkmal muss im „Aktiv-Zustand“ dabei helfen, das Fahrzeug auf seiner Fahrspur in einer stabilen Position zu halten.

Im „Aktiv-Zustand“ muss das System sicherstellen, dass das Fahrzeug bei den vom Hersteller angegebenen Werten für die Querbeschleunigung seine Fahrspur nicht verlässt.

5.3.7.1.1.1. Dazu muss das System in der Lage sein, die Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechend der Fahrbahnkrümmung anzupassen.

5.3.7.1.2. Das aktivierte Merkmal muss jederzeit innerhalb der Randbedingungen sicherstellen, dass das Fahrzeug bei vom Hersteller anzugebenden Werten für die Querbeschleunigung, die 3 m/s^2 für Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 und 2,5 m/s^2 für Fahrzeuge der Klassen M_2, M_3, N_2 und N_3 nicht überschreiten dürfen, die Spurmarkierungen nicht überquert.

Es wird anerkannt, dass die vom Fahrzeughersteller angegebenen maximalen Werte für die Querbeschleunigung möglicherweise nicht unter allen Bedingungen erreichbar sind (z. B. schlechte Witterungsbedingungen, andere Reifen am Fahrzeug, seitlich abfallende Straßen). Das Merkmal darf die Steuerstrategie unter diesen anderen Bedingungen nicht deaktivieren oder in unangemessener Weise ändern.

5.3.7.1.2.1. Der gleitende Durchschnitt des vom System verursachten Seitenrucks über eine halbe Sekunde darf nicht größer als 5 m/s^3 sein.

5.3.7.1.3. Die Strategie, mit der das System die angemessene Geschwindigkeit und die daraus resultierende Querbeschleunigung bestimmt, muss dokumentiert und von der Typgenehmigungsbehörde bewertet werden.

5.3.7.1.4. Wenn das System seine Randbedingungen nach Absatz 9.1.3 erreicht und der Fahrzeugführer die Betätigungseinrichtung nicht steuert und gleichzeitig ein Vorderreifen des Fahrzeugs beginnt, die Spurmarkierung unbeabsichtigt zu überqueren, muss das System einen plötzlichen Verlust der Lenkhilfe vermeiden, indem es weiterhin so weit wie möglich Unterstützung leistet, wie im Sicherheitskonzept des Fahrzeugherstellers dargelegt. Das System muss den Fahrzeugführer über ein optisches Warnsignal und zusätzlich über ein akustisches oder haptisches Warnsignal eindeutig über diesen Systemstatus informieren.

Für Fahrzeuge der Klassen M_2, M_3, N_2 und N_3 gilt diese Vorschrift hinsichtlich der Warnung als erfüllt, wenn das Fahrzeug mit einem Spurhaltewarnsystem ausgestattet ist, das den technischen Anforderungen der UN-Regelung Nr. 130 entspricht.

5.3.7.2. Manöver

5.3.7.2.1. Allgemeine Anforderungen

5.3.7.2.1.1. Ein Manöver darf nur initiiert werden, wenn keine nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers festgestellt wird und

a) das System von Fahrzeugführer angewiesen wurde, das vom Fahrzeugführer initiierte Manöver durchzuführen, oder

b) der Fahrzeugführer die Absicht des Systems für ein vom Fahrzeugführer bestätigtes Manöver zur Kenntnis genommen hat, oder

c) der Fahrzeugführer ausreichend Zeit hat, um auf ein durch das System initiierte Manöver reagieren zu können.

5.3.7.2.1.2. Das System darf ein Manöver nur dann durchführen, wenn das Fahrzeug mit einer Erkennungsfunktion ausgestattet ist, die in Bezug auf das Manöver eine ausreichende Reichweite nach vorne, zur Seite und nach hinten hat.

5.3.7.2.1.3. Ein Manöver darf nicht initiiert werden, wenn eine Warnmeldung wegen nachlassender Beteiligung des Fahrzeugführers ausgegeben wird.

5.3.7.2.1.4. Ein Manöver darf nicht initiiert werden, wenn auf dem vorgesehenen Weg des mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeugs während des Manövers die Gefahr einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug oder einem Verkehrsteilnehmer erkannt wird.

5.3.7.2.1.5. Das Manöver muss für andere Verkehrsteilnehmer vorhersehbar und kontrollierbar sein.

5.3.7.2.1.6. Das Manöver sollte in einer einzigen kontinuierlichen Bewegung ausgeführt werden.

5.3.7.2.1.7. Ein Manöver ist ohne unnötige Verzögerung auszuführen.

5.3.7.2.1.8. Sobald das Manöver abgeschlossen ist, muss das System wieder mit der Unterstützung bei der Aufrechterhaltung einer stabilen Position auf der Fahrspur beginnen.

5.3.7.2.1.9. Wenn das Fahrzeug während eines geplanten Manövers unerwartet zum Stehen kommt, muss das System mindestens ein optisches Warnsignal an den Fahrzeugführer ausgeben und kann ihn auffordern, wieder die Steuerung zu übernehmen.

5.3.7.2.1.10. Das System muss durch das System unterstützte Manöver (z. B. Spurwechsel oder Abbiegen) — entsprechend der vorgeschriebenen Konvention bzw. wie in dieser Regelung ausdrücklich festgelegt — anderen Verkehrsteilnehmern gegenüber anzeigen. Dies schließt die Verwendung des Fahrtrichtungsanzeigers ein, um Verkehrsteilnehmer auf ein bevorstehendes seitliches Manöver hinzuweisen.

5.3.7.2.1.11. Das System muss sicherstellen, dass das Manöver für den Fahrzeugführer nach Absatz 5.3.6 beherrschbar bleibt, indem die Längsgeschwindigkeit vor und während des Manövers erforderlichenfalls angepasst wird.

5.3.7.2.1.12. Das Manöver muss darauf abzielen, eine Kollision mit einem anderen Fahrzeug oder Verkehrsteilnehmer zu vermeiden, das bzw. der während des Manövers auf dem vorgesehenen Weg des Fahrzeugs erkannt wird.

5.3.7.2.2. Allgemeine Anforderungen für vom Fahrzeugführer initiierte Manöver

Die Anforderungen dieses Absatzes und seiner Unterabsätze gelten für Systeme, die in der Lage sind, vom Fahrzeugführer initiierte Manöver durchzuführen.

5.3.7.2.2.1. Das System darf das Manöver nur auf ausdrücklichen Befehl des Fahrzeugführers und ohne vorherige Aufforderung durch das System durchführen, und auch nur, wenn das Manöver sicher durchgeführt werden kann.

5.3.7.2.2.2. Das System darf das Manöver nicht initiieren, wenn eine Warnmeldung über die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers ausgegeben wird.

5.3.7.2.3. Allgemeine Anforderungen für vom Fahrzeugführer bestätigte Manöver

Die Anforderungen dieses Absatzes und seiner Unterabsätze gelten für Systeme, die in der Lage sind, vom Fahrzeugführer bestätigte Manöver durchzuführen.

5.3.7.2.3.1. Es gelten die Anforderungen des Absatzes 5.5.4.1.8 und seiner Unterabsätze. Darüber hinaus muss das System so ausgelegt sein, dass der Fahrzeugführer ausreichend Zeit hat, um zu bestätigen, dass das System mit dem Manöver fortfahren darf.

5.3.7.2.3.2. Die Aufforderung des Fahrzeugführers, ein Manöver zu bestätigen, muss mindestens durch ein spezielles optisches Signal angezeigt werden.

5.3.7.2.3.3. Bestätigt der Fahrzeugführer eine Aufforderung des Systems nicht oder wird eine Warnmeldung über die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers ausgegeben, darf das System das Manöver nicht initiieren.

5.3.7.2.3.4. Ein Manöver darf nur dann vorgeschlagen werden, wenn es einen triftigen Grund für das Manöver gibt.

5.3.7.2.3.5. Das System darf das vorgeschlagene Manöver nicht initiieren, auch wenn es vom Fahrzeugführer bereits bestätigt wurde, wenn die folgenden Bedingungen nicht gegeben sind:

a) Der Zielbereich, die Zielspur oder der vorgesehene Weg für das Manöver ist nicht versperrt.

b) Der Grund für das Manöver besteht nach wie vor.

c) Der Zielbereich oder die Zielspur ermöglicht es dem System, nach Beendigung des Manövers wieder eine stabile Steuerung zu übernehmen.

d) Das Manöver wird voraussichtlich abgeschlossen sein, bevor das Fahrzeug zum Stillstand kommt, es sei denn, dies ist für eine sichere Navigation oder die Vorfahrt anderer Verkehrsteilnehmer erforderlich.

e) Der Zielbereich oder die Zielspur wird als nicht außerhalb der Systemgrenzen liegend bewertet.

5.3.7.2.3.6. Das System darf kein Manöver vorschlagen, wenn andere Verkehrsteilnehmer wissentlich dazu veranlasst werden könnten, unangemessen zu verzögern oder dem Fahrzeug infolge des Manövers auszuweichen.

5.3.7.2.3.7. Das System muss darauf ausgerichtet sein, dass keine Manöver vorgeschlagen werden, die gegen geltende Anweisungen durch entsprechende Beschilderung oder gegen andere Verkehrsregeln gemäß Absatz 6 verstoßen.

5.3.7.2.3.8. Das System darf keine Manöver vorschlagen, bei denen das Fahrzeug Spurmarkierungen überquert, die nicht überquert werden dürfen.

5.3.7.2.4. Allgemeine Anforderungen für durch das System initiierte Manöver

Die Anforderungen dieses Absatzes und seiner Unterabsätze gelten für Systeme, die in der Lage sind, durch das System initiierte Manöver durchzuführen.

5.3.7.2.4.1. (Vorbehalten)

5.3.7.3. Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers

5.3.7.3.1. Das System muss den technischen Anforderungen und Übergangsvorschriften der Änderungsserie 04 oder späterer Änderungsserien zur UN-Regelung Nr. 79 in Bezug auf die Risikominderungsfunktion (RMF) entsprechen. Wenn der Fahrzeugführer nach der Eskalationsfolge für eine Warnung über die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers gemäß Absatz 5.5.4.2.6. als nicht verfügbar bewertet wird, muss das System entsprechend die RMF aktivieren, um das Fahrzeug auf sichere Weise zum Stillstand zu bringen.

5.3.7.3.2. Kann das System vom Fahrzeugführer bestätigte oder durch das System initiierte Spurwechsel vornehmen, so muss es möglich sein, über die RMF während des Eingreifens auf einer Autobahn einen Spurwechsel durchzuführen. Das System muss so ausgelegt sein, dass es — soweit möglich und sicher — Spurwechsel auf eine Fahrspur mit langsamerem Verkehr oder den Standstreifen durchführen kann, wobei für einen sicheren Halt der umgebende Verkehr und die Straßeninfrastruktur zu berücksichtigen sind.

5.3.7.4. Unterstützung bei der Einhaltung von Geschwindigkeitsbegrenzungen

5.3.7.4.1. Das System muss darauf ausgelegt sein, die Höchstgeschwindigkeit für die aktuelle Fahrspur zu ermitteln.

5.3.7.4.2. Das System muss dem Fahrzeugführer kontinuierlich die vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit anzeigen.

5.3.7.4.3. Das System und alle seine Merkmale dürfen nur innerhalb des vorgesehenen Geschwindigkeitsbereichs Unterstützung leisten.

5.3.7.4.4. Die Höchstgeschwindigkeit, bis zu der das System und seine Merkmale Unterstützung bieten, darf die zulässige Höchstgeschwindigkeit in dem Land, in dem das Fahrzeug derzeit betrieben wird, nicht überschreiten.

5.3.7.4.5. Die aktuelle Höchstgeschwindigkeit, bis zu der das System Unterstützung leisten kann, richtet sich nach

a) der vom Fahrzeugführer eingestellten Höchstgeschwindigkeit oder

b) der vom System ermittelten Höchstgeschwindigkeit.

5.3.7.4.6. Das System muss die Geschwindigkeit des Fahrzeugs automatisch so steuern, dass die aktuelle Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

5.3.7.4.7. Das System muss es dem Fahrzeugführer ermöglichen, eine vom Fahrzeugführer festgelegte Höchstgeschwindigkeit innerhalb des vorgesehenen Geschwindigkeitsbereichs des Systems einzustellen.

5.3.7.4.7.1. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit die vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit überschreitet, muss das System für eine angemessene Dauer mindestens ein optisches Signal für den Fahrzeugführer ausgegeben.

5.3.7.4.7.2. Das System kann über ein Merkmal verfügen, das es dem Fahrzeugführer ermöglicht, jede Änderung der aktuellen Höchstgeschwindigkeit zu bestätigen oder abzulehnen, bevor sie vom System übernommen wird.

5.3.7.4.7.3. Im Falle einer Änderung der vom System ermittelten Höchstgeschwindigkeit gilt Folgendes:

5.3.7.4.7.3.1. Dem Fahrzeugführer muss mindestens ein akustisches oder haptisches Signal gegeben werden, das vom Fahrzeugführer dauerhaft unterdrückt werden kann.

5.3.7.4.7.3.2. Wenn es sich bei der aktuellen Höchstgeschwindigkeit vor der Änderung um eine vom Fahrzeugführer festgelegte Höchstgeschwindigkeit handelt, dann darf die aktuelle Höchstgeschwindigkeit nicht automatisch auf die neue vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit geändert werden, wenn die vom Fahrzeugführer festgelegte Höchstgeschwindigkeit sowohl unter der vorherigen als auch unter der neuen vom System ermittelten Höchstgeschwindigkeit liegt.

5.3.7.4.7.3.3. Liegt die neue vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit unter der aktuellen Höchstgeschwindigkeit, so muss die aktuelle Höchstgeschwindigkeit automatisch auf die neue vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit geändert werden.

5.3.7.4.7.3.4. In den Fällen, die in den obigen Vorschriften nicht ausdrücklich behandelt werden, muss der Hersteller das Verhalten des Systems bei einer Änderung der vom System ermittelten Höchstgeschwindigkeit dokumentieren und dies gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen.

5.3.7.4.8. Jede vom System veranlasste Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit aufgrund einer geänderten, vom System ermittelten Höchstgeschwindigkeit muss für den Fahrzeugführer beherrschbar sein.

5.3.7.4.9. Das System darf es dem Fahrzeugführer nicht ermöglichen, eine Standardabweichung einzustellen, um die die aktuelle Höchstgeschwindigkeit die vom System ermittelte Höchstgeschwindigkeit überschreiten soll.

5.3.7.4.10. Technisch vertretbare Toleranzen (z. B. in Bezug auf die Ungenauigkeit des Geschwindigkeitsmessers) können auf die Warnschwellen und Betriebsgrenzwerte angewandt werden und sind der Typgenehmigungsbehörde vom Hersteller mitzuteilen.

5.3.7.4.11. Die Vorschriften des Absatzes 5.3.7.4 lassen nationale oder regionale Rechtsvorschriften zur Regelung des Systems zur Überwachung von Geschwindigkeitsbegrenzungen unberührt.

5.3.7.5. Unterstützung bei der Einhaltung des Sicherheitsabstands zwischen Fahrzeugen

5.3.7.5.1. Das System muss den Fahrzeugführer bei der Einhaltung des gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsabstands zwischen Fahrzeugen gemäß den nationalen Verkehrsregeln unterstützen.

5.3.7.5.1.1. Für Fahrzeuge der Klassen M1 und N1 muss eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt sein, damit die Anforderung in Absatz 5.3.7.5.1 als eingehalten gilt:

5.3.7.5.1.1.1. Im „Aktiv-Zustand“ muss das System dem Fahrzeugführer permanent die aktuelle Einstellung für den Sicherheitsabstand anzeigen.

5.3.7.5.1.1.2. Bei der ersten Aktivierung des Systems während eines Laufzyklus muss das System den Fahrzeugführer darüber in Kenntnis setzen, dass die Konfiguration für den Sicherheitsabstand auf einen Wert von weniger als 2 Sekunden eingestellt ist, wenn dies der Fall ist.

5.4. Systemsicherheitsrelevante Reaktion auf festgestellte Störungen

5.4.1. Das aktivierte System muss in der Lage sein, Störungen elektrischer und nicht elektrischer Art (z. B. Blockierung der Sensoren, Fehleinstellung), die den sicheren Betrieb des Systems oder seiner Merkmale beeinträchtigen, zu erkennen und darauf zu reagieren.

5.4.2. Bei Erkennen einer Störung, die den sicheren Betrieb bestimmter Merkmale oder des gesamten Systems beeinträchtigt, muss die Steuerungsunterstützung des betroffenen Merkmals oder des gesamten Systems in Übereinstimmung mit dem Sicherheitskonzept des Herstellers auf sichere Weise beendet werden.

Das System muss die Steuerungsunterstützung, die über die betroffenen Merkmale oder das System bereitgestellt wird, schrittweise verringern, sofern eine solche Verringerung sicher vonstattengehen kann, und den Fahrzeugführer nach Absatz 5.5.4.1 informieren.

5.4.2.1. Wenn eine Störung das gesamte System betrifft, muss das System bei Beendigung der Unterstützung in den „Aus-Zustand“ wechseln und für eine angemessene Dauer mindestens ein optisches Störungswarnsignal für den Fahrzeugführer ausgeben.

5.4.2.2. Eine Störung, die das System beeinträchtigt, ist dem Fahrzeugführer mindestens durch ein optisches Signal anzuzeigen, es sei denn, das System befindet sich im „Aus-Zustand".

5.4.3. Der Hersteller muss geeignete Maßnahmen (nach Absatz 5.3.6.) ergreifen, um sicherzustellen, dass Störungen des Systems für den Fahrzeugführer beherrschbar bleiben.

5.4.4. Wenn nur gewisse Merkmale von einer Störung betroffen sind, kann der Betrieb des Systems fortgesetzt werden, sofern für die übrigen Merkmale im Einklang mit dieser Regelung funktionieren können.

5.4.4.1. Die verbleibenden verfügbaren Merkmale oder das Fehlen dieser Merkmale infolge der Störung müssen dem Fahrzeugführer in leicht verständlicher Weise optisch angezeigt werden.

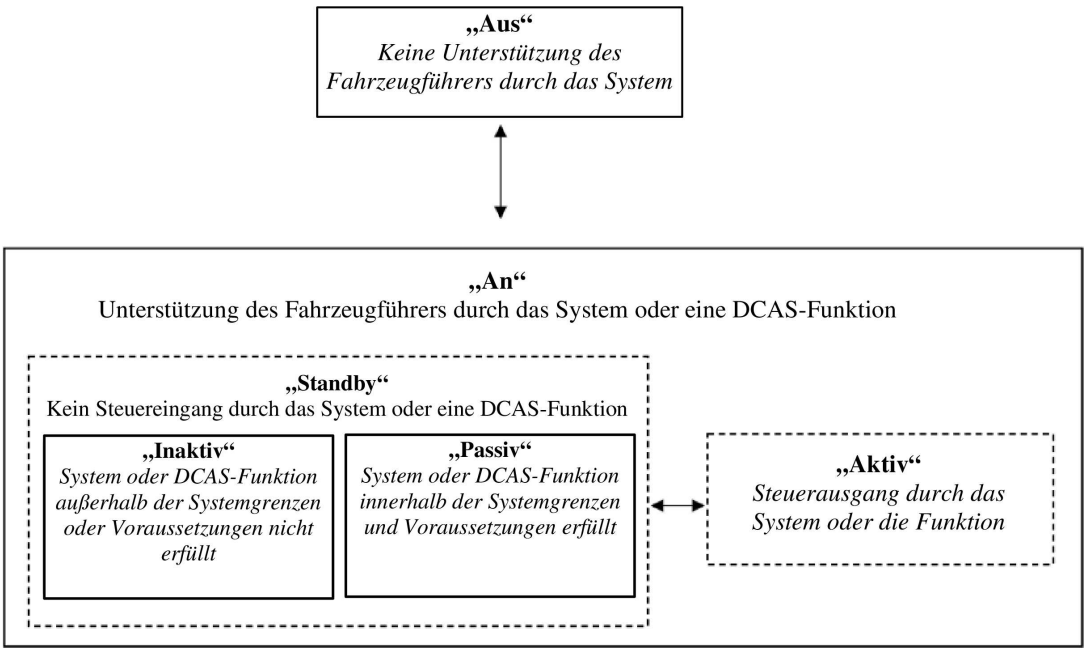
5.4.4.2. Wenn das System in der Lage ist, im Falle einer Störung, durch die ein bestimmtes Merkmal deaktiviert wird, weiterhin Unterstützung zu leisten, muss der Hersteller beschreiben, welche Merkmale unabhängig voneinander funktionieren können. Dies ist nach Anhang 3 zu bewerten.

5.4.5. Wenn der Fahrzeugführer versucht, das System oder ein Merkmal, das aufgrund einer Störung nicht verfügbar ist, in den „Ein-Zustand" zu versetzen, muss das System den Fahrzeugführer über die Störung und die Nichtverfügbarkeit des Systems bzw. des betreffenden Merkmals informieren.

5.5. Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI)

5.5.1. Betriebsarten

Diagramm der DCAS-Betriebsarten gemäß dieser Regelung:



5.5.2. Allgemeine Anforderungen

5.5.2.1. Wenn das System in den „Ein-Zustand" versetzt wird, müssen sich bestimmte Systemmerkmale entweder im „Aktiv-Zustand" (Erzeugung von Steuerausgaben) oder im „Standby-Modus" (derzeit keine Erzeugung von Steuerausgaben) befinden, während einige andere Systemmerkmale im „Aus-Zustand" verbleiben und auf andere Weise gesteuert werden können.

5.5.2.2. Wird das System vom Fahrzeugführer in den „Aus-Zustand" versetzt, darf kein automatischer Übergang zu einem System erfolgen, das eine kontinuierliche Längs- und/oder Querbewegung des Fahrzeugs ermöglicht.

5.5.2.3. Befindet sich das System im „Aktiv-Zustand“, darf keine kontinuierliche Unterstützung der Längs- und Quersteuerung durch ein anderes System als das DCAS erfolgen, es sei denn, ein Eingreifen durch ein Notsicherheitssystem wird gemäß Absatz 5.2 für notwendig erachtet.

5.5.2.4. Die HMI muss so ausgelegt sein, dass sie keine Verwechslung mit anderen Systemen im Fahrzeug verursacht.

5.5.2.4.1. Unbeschadet der Vorschriften der UN-Regelung Nr. 121 müssen die für das DCAS relevanten Betätigungseinrichtungen des Fahrzeugs klar gekennzeichnet und unterscheidbar sein (z. B. durch Größe, Form, Farbe, Art, Wirkung, Abstand und/oder Form der Betätigungseinrichtung), um nur die entsprechenden Interaktionen zu ermöglichen. Diese Bestimmung zielt darauf ab, die korrekte Verwendung zu fördern, und ist nicht als Verbot von multifunktionalen Betätigungseinrichtungen gedacht.

5.5.3. Aktivierung, Deaktivierung und Übersteuerung durch den Fahrzeugführer

5.5.3.1. Das System muss sich bei jedem neuen Motorstart (bzw. Laufzyklus) im „Aus-Zustand“ befinden, unabhängig davon, welchen Modus der Fahrzeugführer zuvor gewählt hat.

Diese Anforderung gilt nicht, wenn der neue Motorstart (bzw. Laufzyklus) automatisch erfolgt, z. B. beim Betrieb eines Stopp-/Start-Systems.

5.5.3.2. Aktivierung

5.5.3.2.1. Das System darf nur durch eine bewusste Handlung des Fahrzeugführers vom „Aus-Zustand“ in den „Ein-Zustand“ wechseln.

5.5.3.2.2. Das System oder seine Merkmale dürfen nur dann in den „Aktiv-Zustand“ übergehen, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a) Der Fahrzeugführer befindet sich auf dem Fahrersitz und der Sicherheitsgurt des Fahrzeugführers ist angelegt.

b) Das System ist in der Lage, eine potenzielle nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers an der Fahraufgabe zu überwachen.

c) Es wurde keine Störung festgestellt, die den sicheren Betrieb des Systems beeinträchtigt.

d) Es wurde nicht festgestellt, dass sich das System oder das Merkmal außerhalb der Systemgrenzen befindet.

e) Andere Sicherheitssysteme nach Absatz 5.2 sind funktionsfähig.

Der Hersteller muss in der Dokumentation gegebenenfalls weitere Arten von Vorbedingungen angeben, die es dem System oder seinen Merkmalen ermöglichen, in den „Aktiv-Zustand“ zu wechseln.

5.5.3.3. Deaktivierung

5.5.3.3.1. Der Fahrzeugführer muss jederzeit die Möglichkeit haben, das System in den „Aus-Zustand“ zu versetzen.

5.5.3.3.2. Wenn der Fahrzeugführer das System oder ein Systemmerkmal ausschaltet, muss das System bzw. das Merkmal in den „Aus-Zustand“ übergehen.

5.5.3.3.3. Wenn vom System oder einem Systemmerkmal festgestellt wird, dass die Voraussetzungen für den Verbleib im „Aktiv-Zustand“ nicht mehr gegeben sind, muss das System oder das Merkmal die Steuerausgabe sicher und rechtzeitig beenden, indem entweder in den „Standby-Modus“ oder den „Aus-Zustand“ gewechselt wird, sofern in dieser Regelung nicht ausdrücklich etwas anderes festgelegt ist.

5.5.3.3.4. Das System darf die Längssteuerung nicht ohne Eingaben des Fahrzeugführers wieder aufnehmen, wenn das Fahrzeug nach dem Eingreifen durch ein Notfallsicherheitssystem (z. B. AEBS) zum Stillstand kommt.

5.5.3.4. Übersteuerung durch den Fahrzeugführer

5.5.3.4.1. Das System kann aktiviert bleiben, sofern die Eingaben des Fahrzeugführers während des Übersteuerungszeitraums Priorität haben.

5.5.3.4.1.1. Durch die Eingabe des Fahrzeugführers in die Bremsbetätigungseinrichtung, die eine stärkere Verzögerung bewirkt als die vom System erzeugte Verzögerung, muss jedes Merkmal im Zusammenhang mit der durch das System durchgeführten Längssteuerung außer Kraft gesetzt werden, und nach einer solchen Übersteuerung darf die Unterstützung nicht wieder aufgenommen werden, ohne dass der Fahrzeugführer eine gesonderte Handlung vorgenommen hat.

5.5.3.4.1.2. Durch die Eingabe des Fahrzeugführers in die Bremsbetätigungseinrichtung eines Bremssystems (z. B. Feststellbremse), um das Fahrzeug im Stillstand zu halten, muss jedes Merkmal im Zusammenhang mit der durch das System durchgeführten Längssteuerung außer Kraft gesetzt werden.

5.5.3.4.1.3. Durch die Eingabe des Fahrzeugführers in die Betätigungseinrichtung der Beschleunigungseinrichtung, die eine stärkere Beschleunigung bewirkt als die vom System erzeugte Beschleunigung, muss die vom System bereitgestellte Unterstützung bei der Längssteuerung außer Kraft gesetzt werden. Das System muss die Unterstützung bei der Längssteuerung auf der Grundlage der aktuellen Höchstgeschwindigkeit wieder aufnehmen.

5.5.3.4.1.4. Durch die Lenkwinkeleingabe des Fahrzeugführers muss jedes Merkmal im Zusammenhang mit der vom System bereitgestellten Unterstützung bei der Längssteuerung außer Kraft gesetzt werden. Die zur Übersteuerung erforderliche Betätigungskraft darf nicht mehr als 50 N betragen. Das System kann es dem Fahrzeugführer ermöglichen, geringfügige seitliche Korrekturen vorzunehmen (z. B. um ein Schlagloch zu umfahren).

5.5.3.4.1.5. Wenn das System gemäß Absatz 5.3.7.4.4 infolge der Übersteuerung durch den Fahrzeugführer keine Längs- oder Querunterstützung mehr leisten darf, muss der Hersteller Strategien anwenden, um die Beherrschbarkeit dieser Betriebsphasen zu gewährleisten (z. B. keine Beendigung der Quersteuerung, wenn eine nachlassende motorische Beteiligung des Fahrzeugführers festgestellt wird).

5.5.4. Informationen für den Fahrzeugführer, nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers und Warnstrategien

5.5.4.1. Informationen für den Fahrzeugführer

5.5.4.1.1. Das System muss den Fahrzeugführer über Folgendes informieren bzw. warnen:

a) den Status des Systems oder Merkmals: „Standby-Modus“ (falls zutreffend), „Aktiv-Zustand“;

b) ein laufendes Manöver;

c) die Notwendigkeit, dass der Fahrzeugführer eine bestimmte Handlung vornimmt (z. B. Bedienung der Betätigungseinrichtung, Überprüfung der Einrichtungen für indirekte Sicht);

d) die Feststellung, dass das System im „Aktiv-Zustand“, eine aktuell relevante Systemgrenze erreicht hat, sofern nicht bereits unter Buchstabe a angegeben;

e) die Feststellung, dass eine Systemgrenze bald erreicht ist;

f) festgestellte Störungen, die das System oder seine Merkmale beeinträchtigen, es sei denn, das System befindet sich im „Aus-Zustand“;

g) vorgesehene vom Fahrzeugführer bestätigte oder durch das System initiierte Manöver.

5.5.4.1.2. Die Systemmeldungen und -signale müssen eindeutig und zeitnah sein und dürfen nicht zu Verwechslungen führen.

5.5.4.1.3. Für die Systemmeldungen und -signale müssen individuelle optische, akustische und/oder haptische Rückmeldungen oder eine den Umständen angemessene Kombination davon verwendet werden.

5.5.4.1.4. Parallele Meldungen oder Signale sind nach Dringlichkeit zu priorisieren. Sicherheitsrelevanten Meldungen und Signalen ist höchste Dringlichkeit einzuräumen. Der Hersteller muss alle Systemmeldungen und -signale in der Dokumentation aufführen und erläutern.

5.5.4.1.5. Die Systemmeldungen und -signale müssen so ausgelegt sein, dass sie das Verständnis des Fahrzeugführers für den Zustand und die Fähigkeiten des Systems sowie die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Fahrzeugführers aktiv fördern.

5.5.4.1.6. Die Systemmeldungen und -signale müssen das Verständnis des Fahrzeugführers für die beabsichtigten Steuerausgaben des Systems fördern.

5.5.4.1.7. Die allgemeine Zustandsanzeige für das System muss eindeutig von der Zustandsanzeige für andere automatisierte Fahrsysteme im Fahrzeug unterschieden werden können.

5.5.4.1.8. Systemmeldungen und -signale für vom Fahrzeugführer bestätigte Manöver

5.5.4.1.8.1. Das System muss den Fahrzeugführer optisch über ein vorgeschlagenes Manöver informieren. Wenn mehrere aufeinanderfolgende Manöver vorgeschlagen werden, muss es sich um eine für den Fahrzeugführer verständliche Kombination aus einer zusammenhängenden Reihe handeln. Der Hersteller muss gegenüber der Typgenehmigungsbehörde darlegen, zu welchem Zeitpunkt diese Informationen bereitgestellt werden, um eine angemessene Reaktion des Fahrzeugführers zu gewährleisten.

5.5.4.1.8.2. Die Systemsignale und -meldungen müssen so ausgelegt sein, dass sich der Fahrzeugführer nicht übermäßig auf sie verlässt oder sie missbraucht.

5.5.4.1.9. Systemmeldungen und -signale für durch das System initiierte Manöver

5.5.4.1.9.1. Es gelten gleichermaßen die Vorschriften des Absatzes 5.5.4.1.8 Nach Möglichkeit sind die Informationen mindestens 3 Sekunden vor einem beabsichtigten Manöver bereitzustellen.

5.5.4.1.9.2. (Vorbehalten)

5.5.4.2. Überwachung des Zustands des Fahrzeugführers und entsprechende Warnstrategien

Das System zur Überwachung des Zustands des Fahrzeugführers und die entsprechende Warnstrategie sind zu dokumentieren und gegenüber der Typgenehmigungsbehörde bei der Prüfung des Sicherheitskonzepts im Rahmen der Bewertung nach Anhang 3 und in den einschlägigen Prüfungen nach Anhang 4 nachzuweisen.

5.5.4.2.1. Überwachung der nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers

Das System muss mit Einrichtungen ausgestattet sein, mit denen eine nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers gemäß den folgenden Absätzen angemessen erkannt werden kann.

5.5.4.2.1.1. Das System muss überwachen, ob die motorische Beteiligung (d. h. Hände am Lenkrad) bzw. visuelle Beteiligung (z. B. Blickrichtung und/oder Kopfhaltung) des Fahrzeugführers nachlässt.

5.5.4.2.1.2. Wenn eine nachlassende visuelle Beteiligung vorübergehend nicht erkannt werden kann, darf das System das Fahrzeug nicht dazu veranlassen, seine derzeitige Fahrspur zu verlassen.

5.5.4.2.2. Allgemeine Anforderungen für Warnungen bezüglich einer nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers

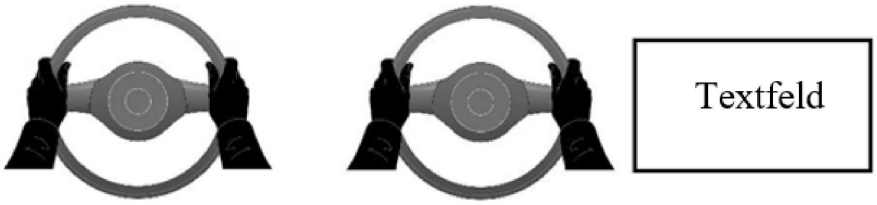
5.5.4.2.2.1. Die Warnung muss den Fahrzeugführer über die zu ergreifenden Maßnahmen informieren, um ihn dabei zu unterstützen, die Fahraufgabe korrekt auszuführen.

5.5.4.2.2.3. Die Warn- und Eskalationsstrategie des Systems muss die Warnstrategien für gleichzeitig aktivierte Notfallhilfesysteme (z. B. AEBS) berücksichtigen und ihnen Priorität einräumen.

5.5.4.2.3. Arten von Warnungen

5.5.4.2.3.1. Hände ans Lenkrad

5.5.4.2.3.1.1. Die Warnung „Hände ans Lenkrad“ (hands-on request, HOR) muss mindestens eine dauerhafte (kontinuierliche oder intermittierende) visuelle Information enthalten (siehe nachstehendes Beispiel).



Beispiel 1 Beispiel 2

5.5.4.2.3.1.2. Die HOR-Warnung gilt mindestens dann als bestätigt, wenn der Fahrzeugführer die Hände an die Betätigungseinrichtung der Lenkanlage gelegt hat.

5.5.4.2.3.2. Augen nach vorn

5.5.4.2.3.2.1. Die Warnung „Augen nach vorn“ (eyes-on request, EOR) muss eine kontinuierliche visuelle Information in Kombination mit mindestens einer anderen Modalität sein, die klar und leicht wahrnehmbar ist, es sei denn, es kann sichergestellt werden, dass der Fahrzeugführer die visuelle Information wahrgenommen hat.

5.5.4.2.3.2.2. Die EOR-Warnung gilt mindestens dann als bestätigt, wenn keine nachlassende visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers nach Absatz 5.5.4.2.5 mehr gegeben ist.

5.5.4.2.3.3. Warnung zur unverzüglichen Übernahme der Steuerung

5.5.4.2.3.3.1. Durch die Warnung zur unverzüglichen Übernahme der Steuerung (direct control alert, DCA) muss der Fahrzeugführer klar und deutlich sichtbar angewiesen wiesen, die ununterstützte Quersteuerung bzw. Quer- und Längssteuerung des Fahrzeugs unverzüglich zu übernehmen. Die DCA-Warnung besteht aus einem optischen Warnhinweis in Kombination mit mindestens einer anderen Modalität, die klar und leicht wahrnehmbar ist.

5.5.4.2.3.3.2. Eine DCA-Warnung gilt mindestens dann als bestätigt, wenn der Fahrzeugführer die ununterstützte Quersteuerung bzw. Quer- und Längssteuerung des Fahrzeugs wie vom DCA gefordert übernommen hat.

5.5.4.2.4. Bewertung der nachlassenden motorischen Beteiligung

5.5.4.2.4.1. Eine nachlassende motorische Beteiligung des Fahrzeugführers liegt vor, wenn der Fahrzeugführer seine Hände von der Betätigungseinrichtung der Lenkanlage nimmt.

5.5.4.2.5. Bewertung der nachlassenden visuellen Beteiligung

5.5.4.2.5.1. Das System zur Überwachung des Zustands des Fahrzeugführers muss mindestens die nachlassende visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers anhand der Blickrichtung des Fahrzeugführers erkennen. Es kann auch die Kopfhaltung herangezogen werden, wenn die Blickrichtung des Fahrzeugführers nicht ermittelt werden kann oder wenn die Kopfhaltung ein schnelleres Erkennen einer nachlassenden visuellen Beteiligung ermöglicht.

5.5.4.2.5.2. Eine nachlassende visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers liegt vor, wenn sein Blick und/oder seine Kopfhaltung von einem Bereich abgewandt ist/sind, der für die aktuelle Fahraufgabe relevant ist.

Die Dokumentation, die der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde vorlegt, muss einen Überblick über die für die Fahraufgabe relevanten Bereiche sowie darüber enthalten, wann sie relevant sind. Für die Zwecke der Bewertung der nachlassenden visuellen Beteiligung gelten das Armaturenbrett und die Instrumententafel nicht als für die Fahraufgabe relevante Bereiche.

5.5.4.2.5.2.1. Die visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers ist dann wieder gegeben, wenn der Fahrzeugführer seinen Blick bzw. seinen Kopf nach einer Abwendung für eine je nach Situation ausreichende Zeit wieder auf einen für die Fahraufgabe relevanten Bereich richtet. Als ausreichende Zeit gilt eine Dauer von mindestens 200 Millisekunden.

5.5.4.2.5.3. Der Hersteller muss Strategien zur Erkennung von mehreren aufeinanderfolgenden kurzen Abwendungen des Blicks oder des Kopfes des Fahrzeugführers bzw. zur Reaktion darauf umsetzen (z. B. längere Zeit, ab der die Beteiligung als wieder gegeben gilt, und/oder sofortige Ausgabe einer EOR-Warnung).

5.5.4.2.6. Eskalationsfolge für Warnungen

Je nach Sicherheitskonzept des Systems kann die unten beschriebene Eskalationsfolge für Warnungen direkt bei einer der Warnstufen beginnen, Warnstufen können übersprungen werden, es können gleichzeitige Warnungen ausgegeben werden oder es können einzelne Warnungen unterdrückt oder verzögert werden, wenn bereits eine andere Warnung aktiv ist.

5.5.4.2.6.1. HOR-Warnungen

5.5.4.2.6.1.1. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 10 km/h muss spätestens dann eine HOR-Warnung ausgegeben werden, wenn eine nachlassende motorische Beteiligung des Fahrzeugführers über mehr als 5 Sekunden erkannt wurde. Die HOR-Warnung kann jedoch um bis zu 5 Sekunden verzögert werden, solange das System bestätigen kann, dass keine nachlassende visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers gegeben ist.

5.5.4.2.6.1.2. Dauert die nachlassende motorische Beteiligung weiter an, muss spätestens 10 Sekunden nach der ersten HOR-Warnung eine weitere HOR-Warnung erfolgen. Diese muss zusätzliche akustische und/oder haptische Informationen enthalten.

5.5.4.2.6.1.3. (Vorbehalten für HOR-Warnungen)

5.5.4.2.6.2. EOR-Warnungen

5.5.4.2.6.2.1. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 10 km/h muss spätestens dann eine EOR-Warnung ausgegeben werden, wenn eine nachlassende visuelle Beteiligung des Fahrzeugführers über 5 Sekunden erkannt wurde.

5.5.4.2.6.2.2. Dauert die nachlassende visuelle Beteiligung weiter an, muss spätestens 3 Sekunden nach der ersten EOR-Warnung gemäß der Warnstrategie eine weitere EOR-Warnung mit erhöhter Intensität erfolgen. Diese muss stets akustische und/oder haptische Informationen enthalten.

5.5.4.2.6.3. Warnung zur unverzüglichen Übernahme der Steuerung

5.5.4.2.6.3.1. Spätestens 5 Sekunden nach einer Eskalation der EOR-Warnung muss eine DCA-Warnung an den Fahrzeugführer ausgegeben werden.

5.5.4.2.6.4. Übergang zur Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers

5.5.4.2.6.4.1. Wenn das System feststellt, dass die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers nach einer Eskalation der Warnung weiter andauert, muss das System spätestens 10 Sekunden nach der ersten eskalierten Warnung eine Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers auslösen.

5.5.4.2.6.5. (Vorbehalten für HOR-Warnungen)

5.5.4.2.7. Zusätzliche Strategien für die Erkennung nachlassender Beteiligung und Wiederaufnahme der Unterstützung

Das System zur Überwachung des Zustands des Fahrzeugführers muss Strategien zur Bewertung umfassen, ob eine nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers vorliegt, wenn über einen längeren Zeitraum keine Eingaben des Fahrzeugführers festgestellt wurden (z. B. negative Feststellung der Müdigkeit des Fahrzeugführers), und geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen.

5.5.4.2.8. Wiederholte oder längere nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers

5.5.4.2.8.1. Der Hersteller muss Strategien umsetzen, um das System für die Dauer des Start-/Laufzyklus zu deaktivieren, wenn über einen längeren Zeitraum eine nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers erkannt wird, zumindest wenn dies zu mehr als einer Auslösung der Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers führt.

5.6. Informationsmaterial für den Fahrzeugführer

Zusätzlich zum Benutzerhandbuch muss der Hersteller kostenlos klare und leicht zugängliche Informationen (z. B. Dokumentation, Videos, Website-Materialien) über den Betrieb des Systems für den jeweiligen Fahrzeugtyp zur Verfügung stellen. Die Informationen, die in einer für ein Publikum ohne spezielle Fachkenntnisse verständlichen Weise abgefasst sein müssen, müssen mindestens die folgenden Aspekte abdecken:

a) Hinweis auf die Verantwortlichkeiten des Fahrzeugführers und die ordnungsgemäße Nutzung des Systems;

b) Erläuterung, wie und in welchem Umfang das System und seine Merkmale den Fahrzeugführer unterstützen;

c) Systemfähigkeiten und -beschränkungen;

d) Systemgrenzen;

e) Betriebsarten und Übergang zwischen diesen;

f) Übergang zu anderen Assistenz- oder Automatisierungssystemen, falls zutreffend;

g) Erkennung einer nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers;

h) Datenschutzmanagement bei Nutzung des Systems;

i) Erläuterung, wie das System oder seine Merkmale übersteuert werden können;

j) Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI);

   i) Aktivierung und Deaktivierung;

   ii) Zustandsanzeige;

   iii) Meldungen und Signale an den Fahrzeugführer und deren Auslegung;

   iv) Fahrzeugverhalten bei Erreichen der Systemgrenzen;

   v) Fahrzeugverhalten bei Überschreiten der Systemgrenzen;

   vi) Informationen über Systemausfälle;

   vii) Informationen über den Übergang zu anderen Assistenz- oder Automatisierungssystemen, falls zutreffend.

In der Dokumentation des Herstellers, einschließlich der an Verbraucher gerichteten Schulungsmaterialien (z. B. Dokumentation, Videos, Website-Materialien), darf der Hersteller das System nicht in einer Weise beschreiben, die den Kunden bezüglich der Fähigkeiten und Beschränkungen des Systems oder seines Automatisierungsgrads irreführen könnte.

6. Zusätzliche Spezifikationen für DCAS-Merkmale

Der Hersteller hat die Erfüllung der Vorschriften dieses Absatzes gegenüber der Typgenehmigungsbehörde bei der Prüfung des Sicherheitsansatzes im Rahmen der Bewertung nach Anhang 3 und in den einschlägigen Prüfungen nach Anhang 4 nachzuweisen.

Das System muss die Anforderungen des Absatzes 6 erfüllen, sofern diese auf den Systementwurf anwendbar und für das Sicherheitskonzept relevant sind, wenn das System innerhalb seiner Randbedingungen gemäß Absatz 5.3.5.2 betrieben wird.

6.1. Besondere Anforderungen für die Positionierung auf der Fahrspur

6.1.1. Erhöhung der Querdynamik

6.1.1.1. Unbeschadet der Anforderungen des Absatzes 5.3.7.1.2 kann es bei Fahrzeugen der Klassen M_1 und N_1 zulässig sein, dass das Merkmal höhere Querbeschleunigungswerte als 3 m/s² erzeugt (z. B. um den Verkehrsfluss nicht zu stören), sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a) Das System liefert dem Fahrzeugführer visuelle Informationen über die bevorstehende oder laufende Fahrsituation, die möglicherweise zu einer höheren Querbeschleunigung als 3 m/s² führen kann, und

b) der Fahrzeugführer erhält keine Warnung bezüglich einer nachlassenden Beteiligung und

c) der Betrieb des Systems bleibt gemäß Absatz 5.3.6 vorhersehbar und beherrschbar und

d) das Fahrzeug fährt mit der vom System festgelegten Höchstgeschwindigkeit oder einer niedrigeren Geschwindigkeit.

Wenn eine der Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, muss das System Strategien zur Gewährleistung der Steuerbarkeit anwenden.

6.1.1.2. Der Hersteller muss gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, wie die Vorschriften des Absatzes 6.1.1.1 im Systementwurf umgesetzt werden.

6.1.2. Zufahrtsstraßen und Autobahnauffahrten

6.1.2.1. Das System muss darauf ausgerichtet sein, Situationen zu erkennen, in denen die aktuelle Fahrspur in eine andere Fahrspur (einschließlich Autobahnauffahrten) einmündet, und es muss so ausgelegt sein, dass es in diesen Situationen eine sichere Steuerung unter Berücksichtigung der Verkehrsteilnehmer auf der benachbarten Fahrspur gewährleistet. Ist das System so ausgelegt, dass es eine solche Situation durch ein Manöver bewältigen kann, so muss dies in Übereinstimmung mit den Vorschriften dieser Regelung erfolgen.

6.1.3. Verlassen der Fahrspur zur Bildung einer Rettungsgasse

6.1.3.1. Ist das System auf die Bildung einer Rettungsgasse ausgerichtet, darf es das Fahrzeug nur dazu veranlassen, seine aktuelle Fahrspur zu verlassen, um (präventiv) eine Rettungsgasse zu bilden, wenn dies nach den nationalen Verkehrsregeln erforderlich und erlaubt ist.

6.1.3.2. Bei der Bildung einer Rettungsgasse muss das System einen ausreichenden Seiten- und Längsabstand zu Straßenbegrenzungen, Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern gewährleisten.

6.1.3.3. Das Fahrzeug muss vollständig auf seine ursprüngliche Fahrspur zurückkehren, sobald die Situation, die die Bildung einer Rettungsgasse erforderlich gemacht hat, vorüber ist.

6.1.4. Positionierung auf der Fahrspur auf Straßen ohne Fahrspurmarkierung

6.1.4.1. Wenn das System für die Positionierung auf der Fahrspur auf Straßen ohne Fahrspurmarkierung ausgelegt ist, muss es andere Informationsquellen nutzen, um die richtige Fahrspur mit Rücksicht auf andere Verkehrsteilnehmer zuverlässig zu bestimmen und zu verfolgen.

6.2. Besondere Anforderungen für Spurwechsel

6.2.1. Ein Spurwechsel ist nur dann durchzuführen, wenn das System über ausreichende Informationen über seine Umgebung vorn, seitlich und hinten verfügt, um die Kritikalität dieses Spurwechsels beurteilen zu können.

6.2.2. Ein Spurwechsel darf nicht auf eine Fahrspur erfolgen, auf der Gegenverkehr herrscht.

6.2.3. Das System muss so ausgelegt sein, dass während des Spurwechselmanövers die Querbeschleunigung gemeinsam mit der von der Spurkrümmung verursachten Querbeschleunigung in der Summe nicht mehr als 1,5 m/s^2 beträgt und die Gesamtquerbeschleunigung 3,5 m/s^2 nicht überschreitet.

Der gleitende Durchschnitt des vom System verursachten Seitenrucks über eine halbe Sekunde darf nicht größer als 5 m/s^3 sein.

6.2.4. Ein Spurwechselmanöver darf nur dann eingeleitet werden, wenn ein Fahrzeug auf der Zielspur aufgrund des Spurwechsels des Fahrzeugs nicht zu einer unkontrollierbaren Verzögerung gezwungen wird.

6.2.4.1. Sich näherndes Fahrzeug

Das System muss so ausgelegt sein, dass sich ein sich näherndes Fahrzeug nicht A Sekunden nach Einleitung des Spurwechselmanövers durch das System um mehr als 3 m/s^2 verzögern müsste, um zu gewährleisten, dass der Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen niemals geringer ist als die Strecke, die das mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeug innerhalb 1 Sekunde zurücklegt.

Dabei gilt:

a) A =

i) 0,4 Sekunden nach Beginn des Spurwechselmanövers, vorausgesetzt, dass die volle Breite des sich nähernden Fahrzeugs von dem mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeug während seiner seitlichen Bewegung für mindestens 1,0 Sekunden vor Beginn des Spurwechselmanövers erfasst wurde, oder

ii) 1,4 Sekunden nach Beginn des Spurwechselmanövers.

6.2.4.2. Kein sich näherndes Fahrzeug

Wird vom System auf der Zielspur kein sich näherndes Fahrzeug erkannt, so ist die Bewertung nach Absatz 6.2.4.1 vorzunehmen, wobei von Folgendem ausgegangen wird:

a) Das sich nähernde Fahrzeug auf der Zielspur befindet sich in einem Abstand zu dem mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeug, der dem tatsächlichen Erfassungsbereich nach hinten entspricht,

b) das sich nähernde Fahrzeug auf der Zielspur fährt mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder 130 km/h, je nachdem, was niedriger ist, und

c) die gesamte Breite des sich nähernden Fahrzeugs wird vom System während der seitlichen Bewegung für mindestens 1 Sekunde erfasst.

Wenn die Zielspur gerade erst begonnen hat, gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn auf der Länge der Zielspur nach hinten kein Fahrzeug erkannt wird.

6.2.4.3. Falls das System eine Verzögerung des Fahrzeugs während des Spurwechsels vorsieht, muss diese Verzögerung bei der Abschätzung des Abstands zu einem sich von hinten nähernden Fahrzeug berücksichtigt werden, und die Verzögerung darf nicht mehr als 2 m/s^2 betragen, es sei denn, es geht darum, das Risiko einer drohenden Kollision zu vermeiden oder zu mindern.

6.2.4.4. Wenn am Ende des Spurwechselvorgangs kein ausreichender Sicherheitsabstand zum nachfolgenden Fahrzeug besteht, darf das System die Verzögerungsrate für mindestens 2 Sekunden nach Abschluss des Spurwechselvorgangs nicht erhöhen, es sei denn, dies ist für den nominalen Betrieb des Systems erforderlich (z. B. wenn auf die Straßeninfrastruktur oder andere Verkehrsteilnehmer reagiert wird) oder um das Risiko einer drohenden Kollision zu vermeiden oder zu mindern.

6.2.5. Der Hersteller muss gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, wie die Vorschriften des Absatzes 6.2.4 im Systementwurf umgesetzt werden.

6.2.6. Das System muss ein Signal zur Aktivierung und Deaktivierung des Fahrtrichtungsanzeigers erzeugen. Der Fahrtrichtungsanzeiger muss während der gesamten Dauer des Spurwechselvorgangs aktiv bleiben und vom System rechtzeitig deaktiviert werden, sobald die Positionierung auf der Fahrspur wiederhergestellt ist, es sei denn, die Betätigungseinrichtung des Fahrtrichtungsanzeigers bleibt vollständig eingerastet (verriegelt).

6.2.7. Ein Spurwechselvorgang muss den anderen Verkehrsteilnehmern mindestens 3 Sekunden vor Beginn des Spurwechselmanövers angezeigt werden. Eine kürzere Anzeigezeit ist zulässig, sofern dies nicht gegen die nationalen Verkehrsregeln des Betriebslandes verstößt und andere Verkehrsteilnehmer dennoch in ausreichendem Maße auf das Manöver hingewiesen werden.

6.2.8. Wird der Spurwechselvorgang durch das System unterdrückt, so muss das System den Fahrzeugführer über ein optisches Signal in Kombination mit einem akustischen oder haptischen Signal eindeutig informieren.

6.2.9. Zusätzliche Anforderungen für Spurwechsel

6.2.9.1. Zusätzliche Anforderungen für vom Fahrzeugführer bestätigte Spurwechsel

6.2.9.1.1. Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 6.2.4.1 muss das System darauf ausgerichtet sein, dass ein sich näherndes Fahrzeug auf der Zielspur nicht zur Verzögerung gezwungen wird, es sei denn, dies ist aufgrund der Verkehrssituation erforderlich.

6.2.9.1.2. Ungeachtet der Anforderungen nach Absatz 6.2.4.2 Buchstabe b wird angenommen, dass das sich nähernde Fahrzeug auf der Zielspur mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit + 10 % oder 130 km/h fährt, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

6.2.9.2. Zusätzliche Anforderungen für vom System initiierte Spurwechsel

6.2.9.2.1. (Vorbehalten)

6.2.9.3. Unterstützung beim Spurwechsel auf Straßen, auf denen es keine physische Trennung des Gegenverkehrs gibt

Wenn das System für die Unterstützung beim Spurwechsel auf Straßen ausgelegt ist, auf denen es keine physische Trennung des Gegenverkehrs gibt, muss das System Strategien zur Sicherstellung umfassen, dass der Spurwechselvorgang nur auf eine oder über eine Fahrspur erfolgt, auf der die Zielspur nicht für den Gegenverkehr ausgewiesen ist.

Diese Strategien sind gegenüber dem technischen Dienst gemäß den entsprechenden Prüfungen in Anhang 4 während der Typgenehmigung nachzuweisen und von ihm zu bewerten.

6.2.9.4. Unterstützung beim Spurwechsel auf Straßen, auf denen Fußgänger und/oder Fahrräder nicht verboten sind

Das System darf auf Straßen mit Fußgängern und Radfahrern nur dann einen Spurwechsel vornehmen, wenn es in der Lage ist, das Risiko einer Kollision mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern (wie Fußgängern und Radfahrern) zu vermeiden.

6.2.9.5. Unterstützung beim Spurwechsel in Situationen, in denen das Spurwechselmanöver nicht innerhalb von 7 Sekunden nach Einleitung des Spurwechselvorgangs begonnen werden kann

Die Zeit zwischen der Einleitung des Spurwechselvorgangs und dem Beginn des Spurwechselmanövers darf nur dann über 7 Sekunden hinaus verlängert werden, wenn dies nicht gegen die nationalen Verkehrsregeln verstößt.

6.3. Besondere Anforderungen für andere Manöver als Spurwechsel

6.3.1. Die Vorschriften dieses Absatzes gelten für Manöver, bei denen das Fahrzeug dazu veranlasst wird,

a) auf eine Spur zu fahren, bei der das Manöver nicht der aktuellen Fahrspur folgt oder kein Spurwechsel ist, oder

b) einen Kreisverkehr zu navigieren, d. h. Einfahren in den Kreisverkehr, Durchfahren des Kreisverkehrs und Verlassen des Kreisverkehrs, oder

c) ein Hindernis auf der Fahrspur zu umfahren oder

d) abzubiegen (z. B. an einer Kreuzung) oder

e) eine Parkposition zu verlassen oder zu erreichen.

6.3.2. Das System muss so ausgelegt sein, dass es auf Fahrzeuge, Verkehrsteilnehmer, Infrastrukturen oder eine blockierte Fahrbahn reagieren kann, die sich bereits auf dem vorgesehenen Fahrweg oder in der entsprechenden Fahrumgebung befinden oder in diese einzutreten drohen, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten.

6.3.3. Das System muss so ausgelegt sein, dass es auf Ampeln, Stoppschilder, Vorfahrtsinfrastrukturen (wie Zebrastreifen oder Bushaltestellen) und Fahrbahnbeschränkungen reagieren kann, die der aktuellen Fahrspur oder der Fahrspur entsprechen, auf der sich das System nach dem Manöver befindet, wenn dies für das jeweilige Manöver und den jeweiligen Betriebsbereich (z. B. Autobahn oder Nicht-Autobahn) als relevant erachtet wird.

6.3.4. Das System muss so ausgelegt sein, dass Hügelkuppen sicher und vorsichtig überfahren werden können, wenn dies für die Steuerbarkeit eines bestimmten Manövers als relevant erachtet wird.

6.3.5. Wenn das Manöver dazu führen könnte, dass das System das Fahrzeug dazu veranlasst, den Weg von ungeschützten Verkehrsteilnehmern zu kreuzen, die die Fahrspur überqueren (z. B. Radweg, Fußgängerüberweg), muss das System so ausgelegt sein, dass es angemessen auf die Verkehrsteilnehmer und die Infrastruktur reagiert.

6.3.6. Wenn das Manöver dazu führen könnte, dass das System das Fahrzeug dazu veranlasst, den Gegenverkehr zu kreuzen (z. B. beim Abbiegen) oder sich in den Gegenverkehr einzufügen, muss das System so ausgelegt sein, dass es auf die jeweiligen Verkehrsteilnehmer angemessen reagiert (z. B. durch Gewährung der Vorfahrt).

6.3.7. Sofern für das Manöver relevant, muss das System so ausgelegt sein, dass es eingeschränkte Fahrspuren (z. B. Bus-, Fahrrad- oder Taxispuren) erkennt, und es muss darauf ausgerichtet sein, dass das Fahrzeug nicht auf solchen Spuren fährt. Wenn das System feststellt, dass das Fahrzeug in eine eingeschränkte Fahrspur eingefahren ist, muss es je nach Systementwurf einen Fahrspurwechselvorgang auf eine geeignete Fahrspur vorschlagen oder durchführen bzw. den Fahrzeugführer auffordern, die manuelle Steuerung wieder aufzunehmen.

6.3.8. Das System muss darauf ausgerichtet sein, dass die entsprechenden Vorfahrtsregeln beachtet werden.

6.3.9. Zusätzliche Anforderungen für das Umfahren eines Hindernisses auf der Fahrspur

6.3.9.1. Das Umfahren eines Hindernisses auf der Fahrspur kann in folgenden Situationen erforderlich sein:

a) Auf der Fahrspur befindet sich ein stationäres Hindernis (z. B. geparktes Fahrzeug, Abfall usw.).

b) Auf oder neben der Fahrbahn ist ein sehr langsames Fahrzeug oder ein sehr langsamer Verkehrsteilnehmer (z. B. Radfahrer auf einem Radweg) unterwegs, das mit ausreichendem seitlichem Abstand überholt werden kann.

c) Das Manöver wird durch legitime externe Quellen erforderlich (z. B. statische und dynamische Verkehrszeichen, Straßenbauarbeiten, Notfall- oder Durchsetzungsanweisungen usw.), sofern dies für den Systementwurf relevant ist.

Andere Gründe für das Überqueren einer anderen Fahrspur können akzeptiert werden, wenn der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde ausreichende Informationen vorlegt und festgestellt wird, dass das Manöver angemessen ist und durch das System sicher durchgeführt werden kann.

6.3.9.2. Das Umfahren eines Objekts, das die Fahrspur behindert, ist nur dann zulässig, wenn das System in der Lage ist, die Position und die Bewegung anderer Verkehrsteilnehmer nach vorne, zur Seite und nach hinten zu bestimmen, sofern dies für das jeweilige Manöver relevant ist, und wenn ein ausreichender Abstand zu ihnen besteht, um das Manöver durchzuführen.

6.3.9.3. Wenn das Manöver dazu führen würde, dass das Fahrzeug teilweise oder vollständig in eine andere Fahrspur einfährt, darf das System das Manöver nur dann durchführen, wenn bestätigt werden kann, dass genügend Platz und Zeit dafür besteht. Es dürfen keine entgegenkommenden Verkehrsteilnehmer vorhanden sein, die das System daran hindern, das Manöver durch Rückkehr auf die entsprechende Fahrspur zu beenden. Das Fahrzeug darf nicht in eine andere Fahrspur mit Gegenverkehr einbiegen, um Fahrzeuge, die mit angemessener Geschwindigkeit fahren, zu überholen.

6.3.9.4. Das System darf dem Fahrzeugführer kein Manöver vorschlagen, bei dem das Fahrzeug eine durchgezogene Fahrspurmarkierung überqueren müsste, die nicht überquert werden darf, es sei denn, dies ist aufgrund der in Absatz 6.3.9.1 Buchstabe c beschriebenen Situation zulässig.

7. Überwachung des DCAS-Betriebs

7.1. Überwachung des DCAS-Betriebs

7.1.1. Der Hersteller muss Verfahren zur Überwachung sicherheitskritischer Vorkommnisse im Zusammenhang mit dem Betrieb des Systems aufrechterhalten.

7.1.2. Um diese Bestimmung zu erfüllen, muss der Hersteller ein Überwachungsprogramm einrichten, das darauf abzielt, Daten zu sammeln und zu analysieren, um, soweit dies möglich ist, Nachweise für die Sicherheitsleistung des DCAS während des Betriebs und bestätigende Nachweise für die Auditergebnisse der in Anhang 3 dieser Regelung festgelegten Anforderungen in Bezug auf das Sicherheitsmanagementsystem zu liefern.

7.2. Berichterstattung über den DCAS-Betrieb

7.2.1. Erstmeldung sicherheitskritischer Vorkommnisse

7.2.1.1. Der Hersteller muss die Typgenehmigungsbehörde so schnell wie möglich über alle ihm bekannten sicherheitskritischen Vorkommnisse unterrichten, bei dem das System oder seine Merkmale sich im „Ein-Zustand“ befand bzw. befanden oder innerhalb der letzten 5 Sekunden vor dem sicherheitskritischen Ereignis in den „Ein-Zustand“ versetzt wurde bzw. wurden.

7.2.1.2. Die Erstmeldung kann auf hochrangige Daten (z. B. Ort, Zeit, Art des Ereignisses) beschränkt sein.

7.2.2. Kurzfristige Meldung sicherheitskritischer Vorkommnisse

7.2.2.1. Nach der Erstmeldung muss der Hersteller untersuchen, ob das Vorkommnis mit dem DCAS-Betrieb in Zusammenhang steht, und die Typgenehmigungsbehörde so bald wie möglich über die Ergebnisse dieser Untersuchung unterrichten. War der Betrieb des Systems wahrscheinlich eine der Ursachen für das Vorkommnis, so muss der Hersteller die Typgenehmigungsbehörde gegebenenfalls auch über geplante Abhilfemaßnahmen in Bezug auf den DCAS-Entwurf informieren.

7.2.2.2. Sind Abhilfemaßnahmen erforderlich, so muss die Typgenehmigungsbehörde alle Typgenehmigungsbehörden entsprechend informieren.

7.2.2.3. Wird die Typgenehmigungsbehörde durch andere Quellen als den Fahrzeughersteller über ein sicherheitskritisches Vorkommnis bei einem mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeug informiert, z. B. durch andere Typgenehmigungsbehörden, kann die Typgenehmigungsbehörde den Hersteller auffordern, die verfügbaren Informationen über das Vorkommnis in umfassender und zugänglicher Form gemäß den Absätzen 7.2.1 und 7.2.2 zur Verfügung zu stellen.

7.2.3. Regelmäßige Meldung

7.2.3.1. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde mindestens einmal jährlich Informationen melden, die als geeigneter Nachweis für den bestimmungsgemäßen Betrieb und die Sicherheit des Systems im Einsatz angesehen werden. Der Hersteller muss mindestens die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Informationen melden. Zusätzliche Informationen unterliegen der Vereinbarung zwischen der Typgenehmigungsbehörde und dem Hersteller.

Falls das System im Berichtszeitraum erheblichen Änderungen unterzogen wurde, die für die gemeldeten Informationen relevant sind, müssen die entsprechenden Änderungen im Bericht differenziert dargestellt werden.

Tabelle 1

Regelmäßig zu meldende Informationen

	Häufigkeit des Auftretens (Gesamtbetriebsstunden oder zurückgelegte Strecke, sofern nicht anders angegeben)
1.	Sicherheitskritische Vorkommnisse, die dem Hersteller bekannt sind
2.	Anzahl der mit dem System ausgestatteten Fahrzeuge und Gesamtstrecke, die mit dem System im „Passiv-Zustand“ und im „Aktiv-Zustand“ zurückgelegt wurde
3.	Anzahl der Vorkommnisse, die zu einer Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers geführt haben
4.	Anzahl der durch das System initiierten Deaktivierungen des Systems oder seiner Merkmale aufgrund von Folgendem:
4.a	Feststellung von Systemausfällen
4.b	Überschreiten der Systemgrenzen
4.c	Sonstiges (falls zutreffend)
5.	Prozentualer Anteil der Gesamtstrecke, die mit einer vom Fahrzeugführer eingestellten Höchstgeschwindigkeit über der vom System festgelegten Höchstgeschwindigkeit und mit dem System im „Aktiv-Zustand“ zurückgelegt wurde

8. Systemvalidierung

8.1. Bei der Validierung des Systems muss sichergestellt werden, dass der Hersteller die Funktions- und Betriebssicherheit der in das System integrierten Merkmale und des gesamten in ein Fahrzeug eingebauten Systems in hinreichend gründlicher Weise berücksichtigt hat und dass dies gemäß Anhang 3 bewertet wurde.

8.2. Bei der Validierung des Systems ist nachzuweisen, dass die Systemmerkmale und das gesamte System die in den Absätzen 5 und 6 dieser Regelung genannten Leistungsanforderungen erfüllen.

Die Systemvalidierung muss Folgendes umfassen:

a) Validierung der Systemsicherheitsaspekte gemäß den Anforderungen des Anhangs 3;

b) physische Prüfungen auf der Prüfstrecke und auf öffentlichen Straßen gemäß den Anforderungen des Anhangs 4;

c) Überwachung des Systems oder seiner Merkmale gemäß den Anforderungen des Absatzes 7.

8.2.1. Die Systemvalidierung kann die Durchführung virtueller Prüfungen und die Berichterstattung über die im Rahmen virtueller Prüfungen erzeugten Parameter, z. B. Erfassungsmessungen und Sicherheitsparameter, beinhalten. Wird eine virtuelle Prüfung durchgeführt, so ist der Typgenehmigungsbehörde eine Glaubwürdigkeitsbewertung gemäß Anhang 5 vorzulegen.

9. Systeminformationsdaten

9.1. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde zum Zeitpunkt der Typgenehmigung folgende Daten gemeinsam mit der nach Anhang 3 dieser UN-Regelung vorgeschriebenen Dokumentation vorlegen:

9.1.1. Besondere Systemmerkmale gemäß der Klassifizierung nach Absatz 6.

Der Hersteller muss mit „x“ oder „Nicht zutreffend“ den Betriebsbereich des Merkmals angeben und die Tabelle erforderlichenfalls vervollständigen:

Merkmal	Mindestgeschwindigkeit des Systems	Höchstgeschwindigkeit des Systems	Sonstige relevante Voraussetzungen für die Aktivierung (z. B. Breite der Fahrspur, Straßenart, Tageszeit, Witterungsbedingungen)
Positionierung auf der Fahrspur			
Vom Fahrzeugführer initiierter Spurwechsel (*bitte ggf. Varianten angeben)*			
Vom Fahrzeugführer bestätigter Spurwechsel (*bitte ggf. Varianten angeben)*			
Sonstige Manöver (*bitte ggf. Varianten angeben*)			
Durch das System initiierte Spurwechsel			
(*Vom Hersteller auszufüllen*)			

9.1.2. Bereiche (Autobahn oder Nicht-Autobahn), für die das System bestimmte Arten von Unterstützung gemäß Absatz 9.1.1 bietet.

Der Hersteller muss mit „x“ oder „Nicht zutreffend“ den Betriebsbereich des Merkmals angeben und die Tabelle erforderlichenfalls vervollständigen:

Merkmal	Nicht-Autobahn	Autobahn
Positionierung auf der Fahrspur		
Vom Fahrzeugführer initiierte Spurwechsel (*bitte ggf. Varianten angeben*)		
Vom Fahrzeugführer bestätigter Spurwechsel (*bitte ggf. Varianten angeben)*		
Sonstige Manöver (*bitte ggf. Varianten angeben*)		
Durch das System initiierte Spurwechsel		
(*Vom Hersteller auszufüllen*)		

9.1.3. Bedingungen, unter denen das System aktiviert werden kann, und Grenzen für den Betrieb (Randbedingungen);

9.1.4. Interaktion des DCAS mit anderen Fahrzeugsystemen;

9.1.5. Vorrichtungen zur Aktivierung, Deaktivierung und Übersteuerung des Systems;

9.1.6. Überwachte Kriterien und Mittel zur Überwachung der nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers;

9.1.7. Unterstützung bei der dynamischen Steuerung durch die einzelnen Merkmale des Systems;

9.1.8. Andere Informationen als Fahrspurmarkierungen, die das System verwendet, um den Verlauf der Fahrspur zuverlässig zu bestimmen und weiterhin Unterstützung bei der Quersteuerung zu bieten, wenn keine vollständig markierte Fahrspur vorhanden ist.

Sachverhalt	Wird das System in diesen Situationen weiterhin Unterstützung bei der Quersteuerung leisten? (ja/nein)	Anforderung an den Betriebsbereich
Fahrspurmarkierung(en) gemäß UN-Regelung Nr. 130		Autobahn
Fahrspur mit nur einer Markierung		Nicht-Autobahn
Straßenränder		Nicht-Autobahn
Fahrspur durch etwas anderes als eine Fahrspurmarkierung gekennzeichnet (geparkte Autos, Bordstein, bauliche Infrastruktur)		Nicht-Autobahn
(*Vom Hersteller auszufüllen*)		

10. Anforderungen an die Softwareidentifikation

10.1. Um sicherzustellen, dass die Software des Systems identifizierbar ist, hat der Fahrzeughersteller eine Software-Identifikationsnummer (R_{171}SWIN) zu verwenden. Die R_{171}SWIN kann am Fahrzeug angebracht werden. Wenn die R_{171}SWIN nicht am Fahrzeug angebracht ist, muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde die Softwareversion(en) des Fahrzeugs oder einzelner Steuergeräte in Verbindung mit den entsprechenden Typgenehmigungen mitteilen.

10.2. Der Fahrzeughersteller muss die Einhaltung der UN-Regelung Nr. 156 (Softwareaktualisierung und Softwareaktualisierungsmanagementsystem) nachweisen, indem er die Anforderungen und Übergangsvorschriften der ursprünglichen Fassung der UN-Regelung Nr. 156 oder späterer Änderungsserien erfüllt.

10.3. Der Fahrzeughersteller hat im Mitteilungsblatt dieser UN-Regelung folgende Angaben zu machen:

a) die R_{171}SWIN,

b) Anweisungen zum Ablesen der R_{171}SWIN bzw. der Softwareversion(en), falls die R_{171}SWIN nicht im Fahrzeug hinterlegt ist.

10.4. Der Fahrzeughersteller kann im Mitteilungsblatt der entsprechenden Regelung eine Liste der einschlägigen Parameter angeben, anhand deren die Fahrzeuge bestimmt werden können, die mit der durch die R_{171}SWIN bezeichneten Software aktualisiert werden können. Die bereitgestellten Angaben sind vom Fahrzeughersteller darzulegen und werden möglicherweise nicht von einer Typgenehmigungsbehörde überprüft.

10.5. Der Fahrzeughersteller kann eine neue Fahrzeugzulassung erhalten, um die Softwareversionen, die in bereits auf dem Markt zugelassenen Fahrzeugen verwendet werden sollen, von den in neuen Fahrzeugen eingesetzten Softwareversionen zu unterscheiden. Dies kann auch die Fälle einschließen, in denen Regelungen zur Typgenehmigung aktualisiert oder in seriengefertigten Fahrzeugen Veränderungen an der Hardware vorgenommen werden. In Absprache mit der Prüfstelle sind Doppelprüfungen nach Möglichkeit zu vermeiden.

11. Änderungen des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung

11.1. Jede Änderung eines Fahrzeugtyps im Sinne von Absatz 2.2 dieser Regelung ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Fahrzeugtyp erteilt hat. Die Typgenehmigungsbehörde muss dann

a) entweder zu dem Schluss gelangen, dass die vorgenommenen Änderungen keine nachteiligen Auswirkungen haben und der Fahrzeugtyp weiterhin die Voraussetzungen für die Genehmigung erfüllt, und die Genehmigung erweitern,

b) zu dem Schluss gelangen, dass der Fahrzeugtyp die Voraussetzungen für die Genehmigung nicht mehr erfüllt und vor der Erweiterung der Genehmigung weitere Prüfungen erforderlich sind,

c) im Benehmen mit dem Hersteller entscheiden, dass eine neue Typgenehmigung zu erteilen ist, oder

d) das Verfahren nach Absatz 11.1.1 (Überarbeitung) und gegebenenfalls das Verfahren nach Absatz 11.1.2 (Erweiterung) anwenden.

11.1.1. Überarbeitung

Wenn sich in den Beschreibungsbögen aufgezeichnete Einzelheiten ändern und die Typgenehmigungsbehörde die Auffassung vertritt, dass die vorgenommenen Änderungen wahrscheinlich keine nennenswerten nachteiligen Auswirkungen haben, wird die Änderung als „Überarbeitung“ bezeichnet.

In diesem Fall gibt die Typgenehmigungsbehörde, soweit erforderlich, die überarbeiteten Seiten der Beschreibungsbögen heraus und kennzeichnet jede überarbeitete Seite, damit die Art der Änderung und das Datum der Neuausgabe klar ersichtlich sind.

Eine konsolidierte, aktualisierte Fassung der Beschreibungsbögen mit einer ausführlichen Beschreibung der Änderungen erfüllt diese Anforderung.

11.1.2. Erweiterung

Die Änderung wird als „Erweiterung“ bezeichnet, wenn zusätzlich zu der Änderung an den in den Beschreibungsbögen aufgezeichneten Einzelheiten

a) weitere Kontrollen oder Prüfungen erforderlich sind oder

b) Angaben im Mitteilungsblatt (außer in den zugehörigen Anlagen) geändert wurden oder

c) die Genehmigung nach einer späteren Änderungsserie nach deren Inkrafttreten beantragt wird.

11.2. Die Bestätigung oder Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese UN-Regelung anwenden, unter Angabe der Änderungen nach dem Verfahren nach Absatz 4.3 mitzuteilen. Das Verzeichnis der dem Mitteilungsblatt nach Anhang 1 beigefügten Beschreibungsbögen und Prüfberichte ist entsprechend zu ändern, um das Datum der jüngsten Überarbeitung oder Erweiterung anzugeben.

11.3. Die Typgenehmigungsbehörde unterrichtet die übrigen Vertragsparteien mit dem Mitteilungsblatt in Anhang 1 dieser UN-Regelung über die Erweiterung. Sie teilt jeder Erweiterung eine laufende Nummer zu, die sogenannte Erweiterungsnummer.

12. Übereinstimmung der Produktion

12.1. Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den allgemeinen Vorschriften in Artikel 2 und in Verzeichnis 1 des Übereinkommens (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) entsprechen und den folgenden Anforderungen entsprechen:

12.2. Jedes Fahrzeug, das nach dieser UN-Regelung genehmigt wurde, muss hinsichtlich der Herstellung dem genehmigten Fahrzeugtyp entsprechen und die Anforderungen nach Absatz 5 erfüllen.

12.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, darf die in den einzelnen Fertigungsanlagen angewandten Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung jederzeit überprüfen. Diese Überprüfungen werden normalerweise einmal alle zwei Jahre durchgeführt.

12.4. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser UN-Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen nach Absatz 8 nicht erfüllt sind.

12.5. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese UN-Regelung anwenden, hierüber mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser UN-Regelung entspricht.

13. Maßnahmen bei Abweichungen der Produktion

13.1. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser UN-Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen des Absatzes 12 nicht eingehalten sind.

13.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese UN-Regelung anwenden, hierüber mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser UN-Regelung entspricht.

14. Endgültige Einstellung der Produktion

14.1. Stellt der Inhaber der Genehmigung die Produktion eines nach dieser UN-Regelung genehmigten Fahrzeugtyps endgültig ein, so hat er hierüber die Genehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Diese benachrichtigt ihrerseits die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese UN-Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt, das dem Muster in Anhang 1 dieser UN-Reglung entspricht.

14.2. Die Produktion gilt nicht als endgültig eingestellt, wenn der Fahrzeughersteller beabsichtigt, weitere Genehmigungen für Softwareaktualisierungen für bereits auf dem Markt zugelassene Fahrzeuge zu erlangen.

15. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

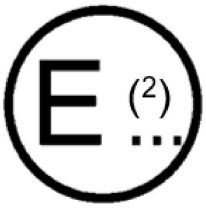
15.1. Die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese UN-Regelung anwenden, übermitteln dem Sekretariat der Vereinten Nationen ([3]) die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden, die die Genehmigung erteilen und an die die in anderen Ländern ausgestellten Mitteilungsblätter über die Erteilung oder Erweiterung oder Versagung oder Rücknahme der Genehmigung zu übersenden sind.

([3]) Über die von der UNECE für den Austausch solcher Informationen bereitgestellte Online-Plattform („/343 Application“): https://apps.unece.org/WP29_application/.

ANHANG 1

Mitteilung ([1])

(größtes Format: A4 (210 cm × 297 mm)



ausgestellt von: Bezeichnung der Behörde:
.....
.....
.....

über die ([3]): Erteilung der Genehmigung
Erweiterung der Genehmigung
Versagung der Genehmigung
Rücknahme der Genehmigung
Endgültige Einstellung der Produktion

für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des DCAS nach der UN-Regelung Nr. 171

Nummer der Genehmigung: .....

Grund für die Erweiterung oder Überarbeitung: .....

1. Fabrik- oder Handelsmarke des Fahrzeugs: .....

2. Fahrzeugtyp: .....

3. Name und Anschrift des Herstellers: .....

4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: .....

5. Allgemeine Baumerkmale des Fahrzeugs:

5.1. Fotos und/oder Zeichnungen eines repräsentativen Fahrzeugs: .....

6. Beschreibung und/oder Zeichnung des DCAS: siehe Abschnitt 9.

7. Cybersicherheit und Softwareaktualisierungen

7.1. Typgenehmigungsnummer Cybersicherheit (falls zutreffend): .....

7.2. Typgenehmigungsnummer Softwareaktualisierung (falls zutreffend): .....

8. Besondere Anforderungen an die Sicherheitsaspekte elektronischer Steuersysteme (Anhang 3)

8.1. Referenz der Hersteller-Dokumentation für Anhang 3 (mit Versionsnummer): .....

([1]) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe die Vorschriften über die Genehmigung in UN-Regelung Nr. 171).
([2]) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe die Vorschriften über die Genehmigung in UN-Regelung Nr. 171).
([3]) Nichtzutreffendes streichen.

8.2. Formular Beschreibungsbogen (Anlage 1 zu Anhang 3): .....

9. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt: .....

9.1. Datum des Prüfberichts des technischen Dienstes: .....

9.2. (Referenz-)Nummer des Berichts des technischen Dienstes: .....

10. Genehmigung erteilt/erweitert/überarbeitet/versagt/zurückgenommen ([2])

11. Stelle, an der das Genehmigungszeichen am Fahrzeug angebracht ist: .....

12. Ort: .....

13. Datum: .....

14. Unterschrift: .....

15. Dieser Mitteilung liegt eine Liste der Unterlagen bei, die bei der Genehmigungsbehörde eingereicht wurden und auf Anfrage erhältlich sind.

Weitere Angaben

16. R_{171}SWIN: .....

16.1. Informationen zum Ablesen der R_{171}SWIN bzw. der Softwareversion(en), falls die R_{171}SWIN nicht im Fahrzeug hinterlegt ist: .....

16.2. Gegebenenfalls sind die einschlägigen Parameter aufzuführen, die die Ermittlung der Fahrzeuge ermöglichen, die mit der durch die R_{171}SWIN bezeichneten Software aktualisiert werden können gemäß obenstehendem Punkt:: .....

ANHANG 2

Anordnungen der Genehmigungszeichen

MUSTER A

(siehe Absatz 4.4 dieser Regelung)

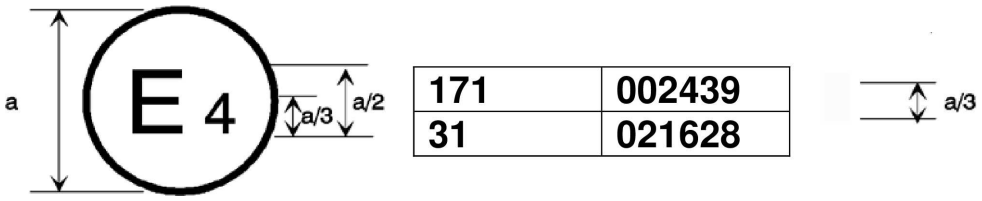


a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp hinsichtlich des DCAS in den Niederlanden (E 4) nach der UN-Regelung Nr. 171 unter der Genehmigungsnummer 002439 genehmigt wurde. Aus der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Anforderungen der UN-Regelung Nr. 171 in ihrer ursprünglichen Fassung erteilt wurde.

MUSTER B

(siehe Absatz 4.5 dieser Regelung)



a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp in den Niederlanden (E 4) nach den UN-Regelungen Nr. 171 und 31 ([1]) genehmigt wurde. Aus den Genehmigungsnummern geht hervor, dass bei der Erteilung der jeweiligen Genehmigungen die UN-Regelung Nr. 171 in ihrer ursprünglichen Fassung vorlag und die UN-Regelung Nr. 31 die Änderungsserie 02 enthielt.

([1]) Die zweite Nummer dient nur als Beispiel.

ANHANG 3

Besondere Anforderungen an das Audit/die Bewertung

1. Allgemeines

In diesem Anhang sind die besonderen Anforderungen an die Dokumentation, die Auslegungssicherheit und die Überprüfung hinsichtlich der Sicherheitsaspekte von elektronischen Systemen (Absatz 2.3) und komplexen elektronischen Fahrzeugsteuersystemen (Absatz 2.4) für die Zwecke dieser UN-Regelung festgelegt.

In diesem Anhang sind nicht die Wirkungskriterien des Systems festgelegt, sondern es werden die Vorgehensweise bei der Systementwicklung und die Angaben behandelt, die der Typgenehmigungsbehörde oder dem von ihr beauftragten technischen Dienst (im Folgenden „Typgenehmigungsbehörde“) im Hinblick auf die Typgenehmigung zu übermitteln sind.

Aus diesen Angaben muss hervorgehen, dass bei dem System unter störungsfreien Bedingungen und Störungsbedingungen alle Anforderungen an die Bremswirkung, die in dieser UN-Regelung an anderer Stelle aufgeführt sind, eingehalten werden, und dass es so ausgelegt ist, dass es im Betrieb keine unangemessenen Risiken für die Sicherheit des Fahrzeugführers, der Fahrzeuginsassen und anderer Verkehrsteilnehmer nach sich zieht.

Die in dieser UN-Regelung enthaltenen Vorschriften mit dem Wortlaut „Das System muss …“ müssen stets eingehalten werden. Die Nichteinhaltung dieser Vorschriften bei der Bewertung stellt einen Verstoß gegen die in dieser UN-Regelung festgelegten Anforderungen dar.

Bei den in dieser UN-Regelung enthaltenen Vorschriften mit dem Wortlaut „Das System muss darauf ausgerichtet sein, dass …“ wird anerkannt, dass die Anforderung nicht immer erfüllt werden kann (z. B. aufgrund von externen Störungen oder weil es unter den gegebenen Umständen nicht angemessen ist).

Bei den in dieser UN-Regelung enthaltenen Vorschriften mit dem Wortlaut „Das System muss so ausgelegt sein, dass …“ wird anerkannt, dass die Prüfung der Systemleistung kein umfassendes Mittel ist, um zu überprüfen, ob die Anforderung erfüllt ist oder nicht, und dass die Überprüfung der Anforderung eine Bewertung des Systementwurfs (z. B. seiner Steuerstrategien) erfordert.

Stellt sich bei der Bewertung heraus, dass eine Bestimmung mit dem Wortlaut „muss darauf ausgerichtet sein, dass …“ oder „muss so ausgelegt sein, dass …“ nicht erfüllt ist, so muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde hinreichend nachweisen, warum dies der Fall war und dass das System dennoch weiterhin frei von unangemessenen Risiken ist.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „System“ bezeichnet die Gesamtheit der Hardware und Software, die einen Fahrzeugführer bei der Längs- und Querbewegungssteuerung des Fahrzeugs dauerhaft unterstützt. Im Kontext dieses Anhangs schließt dies auch jedes andere System ein, das in den Anwendungsbereich dieser UN-Regelung fällt, sowie Übertragungsverbindungen zu oder von anderen Systemen, die nicht in den Anwendungsbereich dieser UN-Regelung fallen, und die eine Funktion betreffen, für die diese UN-Regelung gilt.

In dieser UN-Regelung ist der Begriff „System“ gleichbedeutend mit „Fahrerassistenzsystem“ oder „DCAS“.

2.2. „Sicherheitskonzept“ bezeichnet eine Beschreibung der Kennwerte, die in das System (z. B. in die elektronischen Baueinheiten) integriert sind, um die Zuverlässigkeit und damit den sicheren Betrieb unter Störungsbedingungen (Funktionssicherheit) und unter störungsfreien Bedingungen (Betriebssicherheit) so zu gewährleisten, dass das System frei von unverhältnismäßigen Sicherheitsrisiken für die Fahrzeuginsassen und andere Verkehrsteilnehmer ist. Die Möglichkeit des Rückfalls auf einen Teilbetrieb oder sogar ein Backup-System bei wichtigen Fahrzeugfunktionen kann Teil des Sicherheitskonzepts sein.

2.3. „Elektronisches Steuersystem“ bezeichnet eine Kombination von Baueinheiten, die bei der genannten Fahrzeugsteuerfunktion mithilfe der elektronischen Datenverarbeitung zusammenwirken sollen. Diese Systeme, die üblicherweise durch Software gesteuert sind, bestehen aus diskreten Funktionsbauteilen wie Sensoren, elektronischen Steuergeräten und Stellgliedern und sind durch Übertragungsverbindungen miteinander verbunden. Sie können mechanische, elektromechanische, elektropneumatische oder elektrohydraulische Bauelemente umfassen.

2.4. „Komplexe elektronische Steuersysteme“ bezeichnet elektronische Steuersysteme, bei denen eine durch ein elektronisches System gesteuerte Funktion durch ein übergeordnetes elektronisches Steuersystem/eine übergeordnete elektronische Steuerfunktion übersteuert werden kann. Eine Funktion, die übersteuert wird, wird Teil des komplexen elektronischen Steuersystems, ebenso wie alle übersteuernden Systeme/Funktionen, die in den Anwendungsbereich dieser UN-Regelung fallen. Die Übertragungsverbindungen zu oder von übergeordneten Systemen/Funktionen außerhalb des Anwendungsbereichs dieser UN-Regelung sind ebenfalls einzubeziehen.

2.5. „Übergeordnete Steuersysteme/-funktionen“ bezeichnet Systeme bzw. Funktionen, bei denen mit zusätzlichen Verarbeitungs- und/oder Abtastvorgängen das Fahrzeugverhalten durch Veränderungen bei den Funktionen des Fahrzeugsteuersystems verändert wird. Dadurch können komplexe Systeme ihre Zielgrößen automatisch verändern, wobei die Priorität von den abgetasteten Größen abhängt.

2.6. „Baueinheiten“ bezeichnet die kleinsten Teile von Systembestandteilen, die in diesem Anhang behandelt werden, da diese Kombinationen von Bauteilen bei der Kennzeichnung, der Auswertung oder dem Austausch als einzelne Einheiten betrachtet werden.

2.7. „Übertragungsverbindungen“ bezeichnet die Mittel, mit denen verteilte Baueinheiten für die Übertragung von Signalen, Betriebsdaten oder Energie miteinander verbunden werden. Dabei handelt es sich im Allgemeinen um eine elektrische Anlage, in einigen Teilen kann sie aber auch mechanisch, pneumatisch oder hydraulisch sein.

2.8. „Steuerungsbereich“ bezeichnet den Bereich, in dem das System die Steuerung für eine bestimmte Ausgangsgröße sicherstellen sollte.

2.9. „Grenzen des funktionalen Betriebs“ bezeichnet die Grenzen überprüfbarer oder messbarer Grenzen, innerhalb derer das System die Steuerung gemäß Absatz 2.5 dieser UN-Regelung aufrechterhalten kann.

In dieser UN-Regelung ist der Begriff „Grenzen des funktionalen Betriebs“ gleichbedeutend mit „Systemgrenzen“.

2.10. „Sicherheitsrelevante Funktion“ bezeichnet eine Funktion des Systems, die das dynamische Verhalten des Fahrzeugs verändern kann. Das System kann in der Lage sein, mehr als eine sicherheitsrelevante Funktion auszuführen.

2.11. „Steuerstrategie“ bezeichnet eine Strategie zur Sicherstellung des stabilen und sicheren Betriebs der Funktion(en) des Systems in Abhängigkeit von spezifischen Umwelt- und/oder Betriebsbedingungen (z. B. Zustand der Fahrbahnoberfläche, Verkehrsdichte und andere Verkehrsteilnehmer, ungünstige Witterungsbedingungen usw.). Dies kann auch die automatische Deaktivierung einer Funktion oder eine vorübergehende Leistungsdrosselung (z. B. Verringerung der maximalen Betriebsgeschwindigkeit usw.) umfassen.

2.12. „Störung“ bezeichnet einen abweichenden Zustand, der einen Ausfall verursachen kann. Dies kann sowohl Hardware als auch Software betreffen.

2.13. „Ausfall“ bezeichnet die Beendigung eines beabsichtigten Verhaltens einer Komponente oder eines Systems des Systems aufgrund des Auftretens einer Störung.

2.14. „Unverhältnismäßiges Risiko“ bezeichnet das Gesamtrisikoniveau für die Fahrzeuginsassen und andere Verkehrsteilnehmer, das im Vergleich zu einem manuell gesteuerten Fahrzeug bei vergleichbaren Transportdiensten und in vergleichbaren Situationen innerhalb der Systemgrenzen erhöht ist.

2.15. „Autobahn“ bezeichnet eine Straße, deren Nutzung durch Fußgänger und Radfahrer verboten ist und die so konzipiert ist, dass die Fahrbahnen für die entgegengesetzten Richtungen baulich voneinander getrennt sind.

2.16. „Nicht-Autobahn“ bezeichnet eine Straße, die keine Autobahn gemäß der Definition in Absatz 2.15 ist.

3. Dokumentation

3.1. Anforderungen

Der Hersteller muss eine Dokumentation zur Verfügung stellen, die Angaben über die Grundkonstruktion des Systems und die Mittel zur Verbindung mit anderen Fahrzeugsystemen oder zur direkten Steuerung von Ausgangsgrößen enthält. Die Funktionen des Systems und das Sicherheitskonzept müssen darin nach den Festlegungen des Herstellers erläutert sein. Die Dokumentation muss kurz und knapp sein, jedoch ausreichen, um nachzuweisen, dass bei der Konzeption und Entwicklung des Systems mit dem erforderlichen Expertenwissen aus allen betreffenden Systembereichen vorgegangen wurde. Für Zwecke der regelmäßigen technischen Überprüfung ist anzugeben, wie geprüft werden kann, ob das System im funktionsfähigen Zustand ist.

Die Typgenehmigungsbehörde bewertet anhand der Dokumentation, ob der Nachweis erbracht wird, dass das System

a) so ausgelegt ist, dass es unter störungsfreien Bedingungen und Störungsbedingungen so funktioniert, dass es keine unangemessenen Risiken birgt, und

b) unter störungsfreien Bedingungen und Störungsbedingungen alle zutreffenden Leistungsanforderungen erfüllt, die in dieser UN-Regelung an anderer Stelle aufgeführt sind, und

c) im Einklang mit den vom Hersteller gewählten Entwicklungsverfahren/-methoden nach Absatz 3.4.4 entwickelt wurde.

3.1.1. Die Dokumentation muss zwei Teile umfassen:

a) die formale Dokumentation für die Genehmigung mit den in Absatz 3 genannten Angaben (außer den Angaben nach Absatz 3.4.4), die der Typgenehmigungsbehörde vorzulegen ist, wenn der Antrag auf Erteilung der Typgenehmigung gestellt wird. Diese Dokumentation dient der Typgenehmigungsbehörde als Grundlage für die Nachprüfung nach Absatz 4 dieses Anhangs. Die Typgenehmigungsbehörde stellt sicher, dass diese Unterlagen für einen mit der Typgenehmigungsbehörde vereinbarten Zeitraum verfügbar bleiben. Dieser Zeitraum, gerechnet von dem Zeitpunkt, an dem die Herstellung des Fahrzeugs endgültig eingestellt wird, muss mindestens zehn Jahre dauern.

b) zusätzliches vertrauliches Material und Analysedaten (geistiges Eigentum) nach Absatz 3.4.4, die vom Hersteller aufbewahrt werden müssen, aber zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zur Einsichtnahme zugänglich gemacht werden (z. B. in den Entwicklungseinrichtungen des Herstellers). Der Hersteller stellt sicher, dass dieses Material und diese Analysedaten für einen Zeitraum von zehn Jahren, gerechnet von dem Zeitpunkt, an dem die Herstellung des Fahrzeugs endgültig eingestellt wird, verfügbar bleiben.

3.2. Beschreibung der Funktionen des Systems

Es ist eine Beschreibung mit einer einfachen Erläuterung aller Funktionen, einschließlich der Steuerstrategien, des Systems und der zur Erreichung der Zielgrößen angewandten Verfahren, einschließlich einer Beschreibung der Steuerungsmechanismen, vorzulegen.

Alle beschriebenen Funktionen sind zu nennen, und es ist eine genauere Beschreibung der veränderten Konzeption des Betriebs der Funktion zur Verfügung zu stellen.

Alle aktivierten oder deaktivierten sicherheitsrelevanten Funktionen, die den Fahrzeugführer im Sinne von Absatz 2.1 dieser UN-Regelung unterstützen und für die zum Zeitpunkt der Herstellung Hard- und Software im Fahrzeug vorhanden ist, sind vor ihrer Verwendung im Fahrzeug anzugeben und unterliegen den Anforderungen dieses Anhangs.

3.2.1. Es ist eine Liste aller Eingangsgrößen und abgetasteten Größen mit Angabe des jeweiligen Einsatzbereichs vorzulegen, der eine Beschreibung der Auswirkungen jeder Größe auf die Funktionsweise des Systems beizufügen ist.

3.2.2. Es ist eine Liste aller vom System gesteuerten Ausgangsgrößen vorzulegen und jeweils zu erläutern, ob die Steuerung direkt oder über ein anderes Fahrzeugsystem erfolgt. Der Steuerungsbereich ist für jede dieser Größen anzugeben.

3.2.3. Die Systemgrenzen sind anzugeben, wenn sie für die Wirkung des Systems relevant sind.

3.2.4. Es ist eine Erklärung über die Leistungsfähigkeit des Systems und seiner Merkmale gemäß dem Muster in Anlage 4 zu diesem Anhang vorzulegen.

3.3. Systemplan und Schaltbilder

3.3.1. Liste der Bauteile

Es ist eine Liste vorzulegen, in der alle Baueinheiten des Systems zusammengestellt und die anderen Fahrzeugsysteme aufgeführt sind, die für die betreffende Steuerfunktion erforderlich sind.

Es ist ein Übersichtsplan vorzulegen, der diese Baueinheiten in Kombination zeigt und aus dem sowohl die Geräteverteilung als auch die Verbindungen deutlich hervorgehen.

3.3.2. Funktionen der Baueinheiten

Die Funktion jeder Baueinheit des Systems ist darzustellen, und die Signale, die sie mit anderen Baueinheiten oder anderen Fahrzeugsystemen verbinden, sind anzugeben. Dazu kann ein beschriftetes Blockschaltbild, ein anderes Schaltbild oder eine Beschreibung mit Schaltbild verwendet werden.

3.3.3. Verbindungen

Verbindungen innerhalb des Systems sind wie folgt darzustellen: elektrische Übertragungsverbindungen in einem Schaltbild, pneumatische oder hydraulische Übertragungseinrichtungen in einem Rohrleitungsplan und mechanische Verbindungen in einer vereinfachten schematischen Darstellung. Die Übertragungsverbindungen sowohl zu als auch von anderen Systemen sind ebenfalls darzustellen.

3.3.4. Signalfluss, Betriebsdaten und Prioritäten

Zwischen Übertragungsverbindungen und den zwischen den Baueinheiten übermittelten Signalen muss eine deutliche Entsprechung bestehen. Die Prioritäten von Signalen auf Multiplexdatenbussen sind immer dann anzugeben, wenn sie einen Einfluss auf die Wirkung oder die Sicherheit haben können.

3.3.5. Kennzeichnung von Baueinheiten

Jede Baueinheit muss deutlich und eindeutig gekennzeichnet sein (z. B. durch Beschriftung bei Hardware und Kennzeichnung oder einen Softwarecode bei Software), damit die Entsprechung zwischen der Hardware und der Dokumentation überprüft werden kann.

Sind Funktionen innerhalb einer einzelnen Baueinheit oder innerhalb eines einzelnen Computers kombiniert, aber im Blockschaltbild der Deutlichkeit und der Einfachheit halber in mehreren Blöcken dargestellt, so ist nur eine einzige Hardware-Kennzeichnung zu verwenden. Der Hersteller muss durch die Verwendung dieser Kennzeichnung bestätigen, dass das gelieferte Gerät mit dem entsprechenden Dokument übereinstimmt.

3.3.5.1. Die Kennzeichnung steht für eine bestimmte Hardware- und Softwareversion, und wenn die Letztgenannte so geändert wird, dass sich dadurch auch die in dieser Regelung definierte Funktion der Baueinheit verändert, muss diese Kennzeichnung ebenfalls geändert werden.

3.4. Sicherheitskonzept des Herstellers

3.4.1. Der Hersteller muss bestätigen, dass die zur Erreichung der Zielgrößen des Systems gewählte Strategie unter störungsfreien Bedingungen den sicheren Betrieb des Fahrzeugs nicht beeinträchtigt.

Der Hersteller muss diese Erklärung durch eine Erklärung ergänzen, aus der allgemein hervorgeht, wie die gewählte Strategie gewährleistet, dass die Systemziele den sicheren Betrieb der oben genannten Systeme nicht beeinträchtigen, sowie durch eine Beschreibung des Teils des Validierungsplans, der der Erklärung zugrunde liegt.

Die Typgenehmigungsbehörde muss eine Bewertung durchführen, um festzustellen, ob die Erklärung des Herstellers zur gewählten Strategie verständlich und logisch ist und ob der Validierungsplan geeignet ist und abgeschlossen wurde.

Zur Überprüfung, ob das System entsprechend der gewählten Strategie funktioniert, kann die Typgenehmigungsbehörde Prüfungen nach Absatz 4 durchführen oder deren Durchführung verlangen.

3.4.2. In Bezug auf die bei dem System verwendete Software ist die Grundarchitektur zu erläutern, und die bei der Entwicklung angewandten Verfahren und Hilfsmittel sind anzugeben. Der Hersteller muss nachweisen, wie bei der Konzeption und Entwicklung vorgegangen wurde, um die Systemlogik umzusetzen.

3.4.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde eine Beschreibung der Konzepte vorlegen, die bei der Entwicklung des Systems vorgesehen wurden, um den sicheren Betrieb unter Störungsbedingungen zu gewährleisten. Bei einer Störung im System können z. B. folgende Konzepte genutzt werden:

a) Rückfall auf den Betrieb mit einem Teilsystem;

b) Übergang auf ein getrenntes Backup-System;

c) Wegschalten der übergeordneten Funktion.

3.4.3.1. Wenn bei dem gewählten Konzept unter bestimmten Störungsbedingungen der Rückfall auf ein Teilsystem ausgewählt wird, sind diese Zustände und die daraus resultierenden Funktionseinschränkungen anzugeben.

3.4.3.2. Wenn bei dem gewählten Konzept ein zweites Werkzeug (Backup-Werkzeug) zur Erreichung der Zielgrößen des Fahrzeugsteuersystems ausgewählt wird, sind die Prinzipien des Übergangsmechanismus, die Logik, die Redundanz und alle vorgesehenen Backup-Überwachungsmerkmale darzustellen und die daraus resultierenden Funktionseinschränkungen anzugeben.

3.4.3.3. Wenn bei dem gewählten Konzept das Wegschalten der übergeordneten Funktion ausgewählt wird, müssen alle entsprechenden Ausgangssteuersignale, die mit dieser Funktion zusammenhängen, gesperrt werden, damit das Ausmaß der vorübergehenden Störung begrenzt wird.

3.4.4. Die Dokumentation muss durch eine Analyse ergänzt werden, in der in allgemeinen Worten dargestellt ist, wie das System sich beim Auftreten einer einzelnen Gefahr oder einer einzelnen Störung verhält, die eine Auswirkung auf die Fahrzeugsteuerung oder die Fahrzeugsicherheit haben.

Die gewählten analytischen Ansätze sind vom Hersteller festzulegen und zu aktualisieren und zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zur Prüfung durch die Typgenehmigungsbehörde offenzulegen.

Die Typgenehmigungsbehörde führt eine Bewertung der Anwendung der analytischen Ansätze durch. Die Bewertung muss Folgendes umfassen:

a) Prüfung des Sicherheitsansatzes auf Ebene des Konzepts (Fahrzeugs) einschließlich der Bestätigung, dass Folgendes berücksichtigt ist:

i) Interaktionen mit anderen Fahrzeugsystemen;

ii) Fehlfunktionen des Systems im Anwendungsbereich dieser UN-Regelung;

iii) für alle Funktionen nach Absatz 3.2 dieser UN-Regelung:

— Situationen, in denen ein störungsfreies System zu sicherheitskritischen Risiken führen kann (z. B. aufgrund eines fehlenden oder falschen Verständnisses der Fahrzeugumgebung);

— Betriebs- und Systembeschränkungen;

— vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung durch den Fahrzeugführer;

— vorsätzliche Änderung des Systems;

iv) Cyberangriffe mit Auswirkungen auf die Fahrzeugsicherheit.

Dieser Ansatz kann sich auf eine für Systemsicherheit geeignete Gefahren-/Risikoanalyse stützen.

b) Prüfung des Sicherheitsansatzes auf Ebene des Systems. Dieser Ansatz umfasst ein Top-down- und Bottom-up-Konzept. Der Sicherheitsansatz kann sich auf Ergebnisse einer Fehlerarten- und Fehlerauswirkungsanalyse, einer Fehlerbaumanalyse, einer systemtheoretischen Prozessanalyse oder eines vergleichbaren, zur Untersuchung der Funktions- und Betriebssicherheit des Systems geeigneten Analyseverfahrens stützen.

c) Prüfung der Validierungspläne und -ergebnisse. Diese Validierung muss/kann für die Validierung geeignete Validierungsprüfungen umfassen, beispielsweise eine Prüfung nach dem Hardware-in-the-Loop-Verfahren (HiL), eine Betriebsprüfung des Fahrzeugs auf der Straße oder jede andere für die Validierung geeignete Prüfung.

Die Bewertung besteht aus Kontrollen von Gefahren, Störungen und Störungsbedingungen, die von der Typgenehmigungsbehörde ausgewählt werden, um festzustellen, dass die Erklärung des Sicherheitskonzepts durch den Hersteller verständlich und logisch ist und dass die Validierungspläne geeignet sind und ausgefüllt wurden.

Zur Überprüfung des Sicherheitskonzepts kann die Typgenehmigungsbehörde Prüfungen nach Absatz 4 durchführen oder deren Durchführung verlangen.

3.4.4.1. In dieser Dokumentation sind die überwachten Parameter aufzulisten, und für jede Störungsbedingung nach Absatz 3.4.4 dieses Anhangs ist das Warnsignal anzugeben, das dem Fahrzeugführer und/oder Wartungspersonal/Prüfer zu geben ist.

3.4.4.2. In dieser Dokumentation sind die Maßnahmen zu beschreiben, die ergriffen wurden, um sicherzustellen, dass das System den sicheren Betrieb des Fahrzeugs nicht behindert, wenn die Leistung des Systems durch Umweltbedingungen (z. B. Klima, Temperatur, Eindringen von Staub oder Wasser, Eis) beeinträchtigt ist.

Enthält diese UN-Regelung besondere Anforderungen an den Betrieb des Systems unter verschiedenen Umweltbedingungen, so sind in dieser Dokumentation die Maßnahmen zu beschreiben, mit denen die Einhaltung dieser Anforderungen gewährleistet wird.

3.5. Sicherheitsmanagementsystem (Verfahrensaudit)

3.5.1. In Bezug auf die im System eingesetzte Hard- und Software muss der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde in Form eines Sicherheitsmanagementsystems nachweisen, dass wirksame Verfahren, Methoden und Instrumente eingerichtet wurden, aktuell sind und innerhalb der Organisation umgesetzt werden, um die Sicherheit und dauerhafte Einhaltung der Vorgaben in allen Phasen des Produktlebenszyklus (Konzeption, Entwicklung, Produktion und Betrieb) zu steuern.

3.5.2. Das Sicherheitsmanagementsystem muss folgende Schlüsselkomponenten umfassen:

a) Sicherheitsstrategien und -ziele, in denen Sicherheitspraktiken mit einer klaren Sicherheitsrichtlinie und eindeutigen Sicherheitsrollen und -zuständigkeiten sowie organisatorische Sicherheitsziele festgelegt sind;

b) proaktives Sicherheitsrisikomanagement;

c) Gewährleistung der Sicherheit zur Überwachung, Analyse und Messung der Gesamtsicherheitsleistung;

d) Förderung der Sicherheit, um eine angemessene Information und Aufklärung zu gewährleisten und das Sicherheitsbewusstsein der Beschäftigten zu schärfen.

3.5.3. Das Konzeptions- und Entwicklungsverfahren ist einschließlich folgender Komponenten festzulegen: Auslegungssicherheit, Anforderungsmanagement, Umsetzung von Anforderungen, Prüfungen, Fehlerverfolgung, Fehlerbehebung und Freigabe.

3.5.4. Der Hersteller hat wirksame Kommunikationskanäle zwischen den Abteilungen, die beim Hersteller für die Funktions- und Betriebssicherheit, die Cybersicherheit und andere für die Gewährleistung der Fahrzeugsicherheit relevante Disziplinen zuständig sind, einzurichten und zu nutzen.

3.5.5. Der Hersteller hat nachzuweisen, dass periodische unabhängige interne Verfahrensaudits durchgeführt werden, um für die konsequente Umsetzung der nach den Absätzen 3.5.1 bis 3.5.4 eingeführten Prozesse zu sorgen.

3.5.6. Der Hersteller hat geeignete Regelungen (z. B. vertragliche Regelungen, eindeutige Schnittstellen, Qualitätsmanagementsysteme) mit seinen Lieferanten zu treffen, um sicherzustellen, dass das Sicherheitsmanagementsystem der Lieferanten den Anforderungen nach den Absätzen 3.5.1 (ausgenommen die fahrzeugbezogenen Aspekte wie „Betrieb"), 3.5.2, 3.5.3 und 3.5.5 entspricht.

3.5.7. In der Dokumentation ist eine Strategie zur Information über das System darzulegen, die darauf abzielt, den Fahrzeugführer dazu anzuhalten, die Informationen über den Systembetrieb zu prüfen, wenn er das System bedient (z. B. regelmäßige Meldung zu Beginn des Fahrzyklus, wenn das System in den „Ein-Zustand" geschaltet wird, mit der Aufforderung an den Fahrzeugführer, die einschlägigen Materialien zu prüfen).

4. Überprüfung und Prüfung

4.1. Die Arbeitsweise des Systems, die in der Dokumentation nach Absatz 3 dargestellt ist, ist wie folgt zu prüfen:

4.1.1. Überprüfung der Arbeitsweise des Systems

Die Typgenehmigungsbehörde überprüft das System unter störungsfreien Bedingungen, indem sie eine Reihe von Funktionen prüft, die sie aus der vom Hersteller nach Absatz 3.2 angegebenen Liste auswählt.

Sofern in dieser UN-Regelung kein Prüfverfahren festgelegt ist, muss die Überprüfung der Leistung dieser ausgewählten Funktionen entsprechend den Prüfverfahren des Herstellers erfolgen.

In Fällen, in denen das System Eingangssignalen von Systemen ausgesetzt ist, die nicht in den Anwendungsbereich dieser UN-Regelung fallen, wird die Prüfung nach dem Prüfverfahren der entsprechenden UN-Regelung oder mit einem anderen Mittel durchgeführt, das die entsprechenden Eingangssignale erzeugt (z. B. Simulation).

Bei komplexen elektronischen Systemen müssen diese Prüfungen Szenarien umfassen, bei denen eine angegebene Funktion übersteuert wird.

4.1.1.1. Die Ergebnisse der Überprüfung müssen mit der Beschreibung, einschließlich der Steuerstrategien, übereinstimmen, die der Hersteller in Absatz 3.2 vorlegt.

4.1.2. Überprüfung des Sicherheitskonzepts nach Absatz 3.4

Die Reaktion des Systems ist unter dem Einfluss einer Störung in jeder einzelnen Baueinheit zu prüfen, indem entsprechende Ausgangssignale an elektrische Baueinheiten oder mechanische Teile übertragen werden, um die Auswirkungen interner Störungen innerhalb der Baueinheit zu simulieren. Die Typgenehmigungsbehörde führt diese Prüfung für mindestens eine einzelne Baueinheit durch, prüft jedoch nicht die Reaktion des Systems auf mehrere gleichzeitige Fehlfunktionen einzelner Baueinheiten.

Die Typgenehmigungsbehörde überprüft, dass bei diesen Prüfungen Aspekte abgedeckt werden, die sich auf die Steuerbarkeit sowie die Information/Interaktion des Nutzers (HMI-Aspekte) auswirken.

4.1.2.1. Die Ergebnisse der Überprüfung müssen mit der dokumentierten Zusammenfassung der Fehleranalyse übereinstimmen, sodass aufgrund der Gesamtwirkung das Sicherheitskonzept und die Ausführung als ausreichend bestätigt werden können.

4.2. Für die Überprüfung des Sicherheitskonzepts können Simulationswerkzeuge und mathematische Modelle verwendet werden, insbesondere im Falle von Szenarien, die sich auf einer Prüfstrecke oder unter realen Fahrbedingungen nur schwer prüfen lassen. Wenn sie zu diesem Zweck verwendet werden, müssen diese Methoden mit Anhang 5 dieser UN-Regelung übereinstimmen. Der Hersteller muss den Anwendungsbereich des Simulationswerkzeugs, seine Gültigkeit für das betreffende Szenario sowie die für die Simulations-Toolchain durchgeführte Validierung (Korrelation der Ergebnisse mit physischen Prüfungen) nachweisen.

4.2.1. Führt der Hersteller virtuelle Prüfungen durch, so muss die Typgenehmigungsbehörde die vom Hersteller angegebenen Ergebnisse bewerten, insbesondere in Bezug auf die Sicherheitsparameter und die Erfassung der Systemgrenzen.

4.3. Die Typgenehmigungsbehörde muss eine Reihe von Szenarien prüfen, die für die Charakterisierung der HMI-Funktionen des Systems von entscheidender Bedeutung sind, sowie die effektive Leistung des Überwachungs- und Warnsystems für die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers überprüfen.

4.4. Die Typgenehmigungsbehörde muss auch eine Reihe von Szenarien prüfen, die für die Beherrschbarkeit der Systemgrenzen durch den Fahrzeugführer (z. B. schwere Erkennbarkeit eines Objekts bei Erreichen der Systemgrenzen, Risiko einer Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer) wie in der Regelung festgelegt kritisch sind.

5. Berichterstattung durch die Typgenehmigungsbehörde

Die Berichterstattung über die Bewertung durch die Typgenehmigungsbehörde wird auf eine Weise durchgeführt, die ihre Nachverfolgbarkeit gewährleistet, z. B. werden die Fassungen der kontrollierten Unterlagen kodiert und in den Bewertungsaufzeichnungen aufgeführt.

Ein Beispiel für ein mögliches Layout für das Bewertungsformular ist in Anlage 1 zu diesem Anhang enthalten.

Anlage 1

Musterbewertungsformular für elektronische Systeme und/oder komplexe elektronische Systeme

Nummer des Prüfberichts: .....

1. Identifizierung

1.1. Marke:

1.2. Fahrzeugtyp:

1.3. Kennzeichnung zur Systemidentifizierung am Fahrzeug:

1.4. Anbringungsstelle dieser Kennzeichnung:

1.5. Name und Anschrift des Herstellers:

1.6. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

1.7. Formale Dokumentation des Herstellers:

Referenznummer der Dokumentation: .....

Datum der Erstausstellung: .....

Datum der letzten Aktualisierung: .....

2. Beschreibung der Prüffahrzeuge/Prüfsysteme

2.1. Allgemeine Beschreibung:

2.2. Beschreibung sämtlicher Steuerfunktionen des Systems, einschließlich der Steuerstrategien (Absatz 3.2 dieses Anhangs):

2.2.1. Liste der Eingangsgrößen und abgetasteten Größen mit Angabe ihres Betriebsbereichs, einschließlich einer Beschreibung der Auswirkungen dieser Größen auf das Systemverhalten (Absatz 3.2.1 dieses Anhangs):

2.2.2. Liste der Ausgangsgrößen und ihres Steuerungsbereichs (Absatz 3.2.2 dieses Anhangs):

2.2.2.1. Direkte Steuerung:

2.2.2.2. Steuerung über ein anderes Fahrzeugsystem:

2.3. Systemplan und schematische Darstellung (Absatz 3.3 dieses Anhangs):

2.3.1. Liste der Bauteile (Absatz 3.3.1 dieses Anhangs):

2.3.2. Funktionen der Baueinheiten (Absatz 3.3.2 dieses Anhangs):

2.3.3. Verbindungen (Absatz 3.3.3 dieses Anhangs):

2.3.4. Signalfluss, Betriebsdaten und Prioritäten (Absatz 3.3.4 dieses Anhangs):

2.3.5. Kennzeichnung von Baueinheiten (Hardware und Software) (Absatz 3.3.5 dieses Anhangs): .....

3. Sicherheitskonzept des Herstellers

3.1. Herstellererklärung (Absatz 3.4.1 dieses Anhangs):

Der/Die Hersteller ..... bestätigt/bestätigen, dass die Zielgrößen des Systems unter störungsfreien Bedingungen den sicheren Betrieb des Fahrzeugs nicht beeinträchtigen.

3.2. Software (Grundarchitektur und verwendete Gestaltungsverfahren und Hilfsmittel) (Absatz 3.4.2 dieses Anhangs):

3.3. Beschreibung der Konzepte, die bei der Entwicklung des Systems für Störungsbedingungen vorgesehen wurden (Absatz 3.4.3 dieses Anhangs):

3.4. Dokumentierte Analysen des Verhaltens des Systems unter einzelnen Störungsbedingungen:

3.4.1. Überwachte Parameter:

3.4.2. Erzeugte Warnsignale:

3.5. Beschreibung der Maßnahmen, die in Bezug auf Umweltbedingungen ergriffen wurden (Absatz 3.4.4.2 dieses Anhangs):

3.6. Vorschriften für die regelmäßige technische Überprüfung des Systems (Absatz 3.1 dieses Anhangs):

3.7. Beschreibung der Methode zur Prüfung des Betriebszustands des Systems:

4. Überprüfung und Prüfung

4.1. Überprüfung der Arbeitsweise des Systems (Absatz 4.1.1 dieses Anhangs): .....

4.1.1. Liste der ausgewählten Funktionen und Beschreibung der angewandten Prüfverfahren:

4.1.2. Prüfergebnisse nach Absatz 4.1.1.1 dieses Anhangs überprüft: Ja/Nein

4.2. Überprüfung des Systemsicherheitskonzepts (Absatz 4.1.2 dieses Anhangs):

4.2.1. Geprüfte Baueinheit(en) und ihre Funktion:

4.2.2. Simulierte Störung(en):

4.2.3. Prüfergebnisse nach Absatz 4.1.2 dieses Anhangs überprüft: Ja/Nein

4.3. Datum der Prüfung(en):

4.4. Die Durchführung dieser Prüfung und die Angabe der Ergebnisse erfolgten nach … der UN-Regelung Nr. 171, zuletzt geändert durch die Änderungsserie …

Typgenehmigungsbehörde, die die Prüfung durchführt

Unterschrift: ..... Datum: .....

4.5. Anmerkungen:

Anlage 2

Während des Audits/der Bewertung zu bewertender Systementwurf

1. Einleitung

Die folgenden Informationen sind der Typgenehmigungsbehörde vom Hersteller zur Bewertung vorzulegen:

2. Informationen über das DCAS im Allgemeinen

2.1. Interaktion des Fahrzeugführers und HMI

2.1.1. Auslegung des Systems, um sicherzustellen, dass der Fahrzeugführer an der Fahraufgabe beteiligt bleibt, einschließlich einer Darstellung des Systems zur Überwachung des Fahrzeugführers und der entsprechenden Warnstrategie (Absatz 5.5.4.2)

2.1.1.1. Zusätzliche Strategien für die Erkennung einer nachlassenden Beteiligung des Fahrzeugführers und die Unterstützung der Wiederherstellung der Beteiligung des Fahrzeugführers (Absatz 5.5.4.2.7)

2.1.1.2. Nachweis der Wirksamkeit der Überwachungs- und Warnstrategie für die nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers

2.1.1.3. Überblick über die für die Fahraufgabe relevanten Bereiche und ihre Grenzen sowie die anwendbaren Werte im Zusammenhang mit der Erkennung einer nachlassenden visuellen Beteiligung des Fahrzeugführers in Bezug auf das System und seine Merkmale (Absatz 5.5.4.2.5.2)

2.1.1.4. Strategien zur Deaktivierung des Systems bei wiederholter nachlassender Beteiligung des Fahrzeugführers, die zu mehr als einer Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers führt (Absatz 5.5.4.2.8.1)

2.1.2. Maßnahmen gegen eine vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung durch den Fahrzeugführer und gegen die Manipulation des Systems (Absatz 5.1.3)

2.1.3. Maßnahmen zur Förderung des Verständnisses des Fahrzeugführers für die Systemgrenzen und seine anhaltende Rolle bei der Fahraufgabe (Absatz 5.1.2)

2.1.5. Muster der den Nutzern bereitgestellten Informationen (Absatz 5.6)

2.1.6. Auszug aus dem einschlägigen Teil der Betriebsanleitung

2.1.7. Liste der Systemmeldungen und -signale (Absatz 5.5.4.1.4)

2.1.8. Zeitpunkte und Strategie zur Information des Fahrzeugführers über ein vom Fahrzeugführer bestätigtes Manöver bzw. eine Reihe von vom Fahrzeugführer bestätigten Manövern (Absatz 5.5.4.1.8.1)

2.1.9. Zeitpunkte und Strategie zur Information des Fahrzeugführers über ein durch das System initiiertes Manöver bzw. eine Reihe von durch das System initiierten Manövern (Absatz 5.5.4.1.9.1)

2.2. Systemgrenzen

2.2.1. Fähigkeit des Systems, entsprechend den Erfordernissen der vorgesehenen Funktion die Umgebung zu bewerten und auf sie zu reagieren (Absätze 5.3.2 und 5.3.5)

2.2.1.1. Randbedingungen des Systems und seiner Merkmale sowie Strategie zur Benachrichtigung des Fahrzeugführers, wenn die Systemgrenzen überschritten wurden, erreicht sind oder bald erreicht werden (Absatz 5.3.2)

2.2.1.2. Fähigkeit des Systems zur Einhaltung eines angemessenen Abstands zu anderen Verkehrsteilnehmern (Absatz 5.3.2.3)

2.2.1.3. Fähigkeit des Systems zur Gewährleistung der Sicherheit, seines Verhaltens und der Auswirkungen auf die Systemleistung, wenn ein Merkmal über die Systemgrenzen hinaus im „Aktiv-Zustand“ verbleibt (Absatz 5.3.5.2.2)

2.2.2. Grenzen der Erkennungsfähigkeiten des Systems und der einzelnen Systemmerkmale (Absatz 5.3.1)

2.2.3. Nachweis des kontinuierlichen sicheren Betriebs des Systems oder seiner Merkmale, wenn das System nicht in der Lage ist, eine angegebene Systemgrenze zu erkennen (Absatz 5.3.5.4)

2.3. Systembetrieb

2.3.1. Ob/wie das Systemverhalten angepasst wird, um auf das festgestellte Sicherheitsrisiko einer Kollision zu reagieren (Absatz 5.3.2.2)

2.3.2. Zusätzliche Voraussetzungen für die Aktivierung des DCAS (Absatz 5.5.3.2.2)

2.3.3. Auslegung des Systems in Bezug auf die Steuerbarkeit (Absätze 5.3.4 und 5.3.6)

2.3.3.1. Strategien zur Gewährleistung der Steuerbarkeit, wenn das System als Reaktion auf die Übersteuerung durch den Fahrzeugführer keine Unterstützung mehr bei der Längs- oder Quersteuerung bietet (Absatz 5.5.3.4.1.5)

2.3.4. Beschreibung aller Übergänge zwischen dem DCAS und anderen Assistenz- oder Automatisierungssystemen, der Priorisierung des einen Systems gegenüber dem anderen sowie der Unterdrückung oder Deaktivierung anderer Assistenzsysteme zur Gewährleistung eines sicheren und nominalen Betriebs (Absatz 5.2.2)

2.3.5. Systemverhalten als Reaktion auf Änderungen der vom System festgelegten Höchstgeschwindigkeit in anderen als den in Absatz 5.3.7.4 genannten Fällen (Absatz 5.3.7.4.7.3.4)

2.3.6. Technisch vertretbare Toleranzen für Warnschwellen und Betriebsgrenzen (Absatz 5.3.7.4.10)

2.3.7. Überblick über die Fähigkeit des Systems, im Falle einer Störung, durch die ein bestimmtes Merkmal deaktiviert wird, weiterhin Unterstützung zu leisten (Absatz 5.4.4)

3. Informationen im Zusammenhang mit der dynamischen Steuerung durch das System

3.1. Strategie, nach der das System die angemessene Geschwindigkeit und die daraus resultierende Querbeschleunigung im Zusammenhang mit der Positionierung des Fahrzeugs auf der Fahrspur bestimmt (Absatz 5.3.7.1.3)

4. Informationen zu den Merkmalen des DCAS (falls zutreffend)

4.1. Strategien zur Gewährleistung der Steuerbarkeit, wenn das System höhere Querbeschleunigungswerte erzeugt und die Bedingungen nicht mehr erfüllt sind (Absatz 6.1.1.2)

4.2. Andere Informationsquellen zur Bestimmung der Positionierung des Fahrzeugs auf Fahrspuren ohne Fahrspurmarkierung (Absatz 6.1.4.1)

4.3. Nachweis, dass ein Spurwechselmanöver nur dann eingeleitet wird, wenn ein Fahrzeug auf der Zielspur aufgrund des Spurwechsels des Fahrzeugs nicht zu einer unkontrollierbaren Verzögerung gezwungen wird (Absatz 6.2.5)

4.4. Übersicht über die Strategien, mit denen sichergestellt werden soll, dass der Spurwechsel nur auf oder über eine Fahrspur erfolgt, auf der die Zielspur nicht für den Gegenverkehr ausgewiesen ist (Absatz 6.2.9.3.)

4.5. Wenn das System für das Umfahren eines Hindernisses auf der Fahrspur ausgelegt ist, ausreichende Nachweise für andere Gründe für dieses Manöver (Absatz 6.3.9.1)

Anlage 3

Musterklassifizierung der Systemerkennungsfähigkeiten und entsprechenden Systemgrenzen

Der Hersteller muss die Erkennungsfähigkeiten des DCAS, gegebenenfalls differenziert nach Merkmalen, und die Systemgrenzen für diese Erkennungsfähigkeiten erläutern. Die folgende Liste dient als Orientierungshilfe für möglicherweise relevante Objekte und Vorkommnisse in verschiedenen Betriebsszenarien:

— Straße: Art (Autobahn, Landstraße usw.), Belag (Art, Griffigkeit), Geometrie, Fahrspureigenschaften, Vorhandensein von Fahrspurmarkierungen, Straßenränder, Straßenkreuzungen;

— Straßeneinrichtungen (Verkehrsleiteinrichtungen, besondere Einrichtungen (Straßenbaumarkierungen), sonstige Einrichtungen);

— Straßenereignisse (z. B. Verkehrsunfälle, Staus, Straßenbauarbeiten);

— Umweltbedingungen, z. B.:

  — schlechtes Wetter, Nebel und Dunst;

  — Temperatur;

  — Niederschlag;

  — Tageszeit und Lichtverhältnisse;

  — andere Verkehrsteilnehmer (z. B. Kraftfahrzeuge, Krafträder, Fahrräder, Fußgänger).

Anlage 4

Erklärung über die Systemfähigkeit

Der Hersteller muss eine Erklärung über die Fähigkeit des Systems und seiner Merkmale gemäß der Klassifizierung nach Absatz 6 auf der Grundlage der nachstehenden Kriterien abgeben. Diese Erklärung dient als Referenz für die Basisprüfungen, die gemäß Anhang 4 durchzuführen sind.

Es wird davon ausgegangen, dass das System über eine Fähigkeit wie nachstehend angegeben verfügt, wenn das geforderte Systemverhalten in mindestens 90 % der entsprechenden Prüfungen nachgewiesen werden konnte. Der Nachweis dieser Fähigkeit ist der Typgenehmigungsbehörde durch eine entsprechende Dokumentation zu erbringen.

Wenn die Bedingungen von den für die entsprechende Prüfung festgelegten Bedingungen abweichen, darf das System seine Steuerstrategie nicht unangemessen ändern. Dies ist vom Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nach Anhang 4 nachzuweisen.

1. Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf andere Verkehrsteilnehmer

   Eine ausführliche Beschreibung der Szenarien findet sich in Anhang 4.

   Der Hersteller muss die maximale Betriebsgeschwindigkeit angeben, bis zu der das System in der Lage ist, die folgenden Szenarien zu bewältigen (d. h. eine Kollision ohne Eingreifen des Fahrzeugführers zu vermeiden), die für den Systementwurf relevant sind:

Szenario	Maximale Betriebsgeschwindigkeit, bis zu der das System in der Lage ist, eine Kollision mit einem Verzögerungsbedarf von nicht mehr als 5 m/s^2 zu vermeiden	Maximale Betriebsgeschwindigkeit, bis zu der das System/das Fahrzeug in der Lage ist, eine Kollision mit einem Verzögerungsbedarf von mehr als 5 m/s^2 zu vermeiden	Anforderung an den Betriebsbereich
Stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.1.1)			Autobahn
Stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem gekrümmten Straßenabschnitt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.2.1)			Autobahn
Langsamer fahrendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.3.1)			Autobahn
Ausscheren des vorausfahrenden Fahrzeugs (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.5.1)			Autobahn
Einscherendes Fahrzeug aus der benachbarten Fahrspur — Typ 1 (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.6.1) ([1])	Ja/Nein	Ja/Nein	Autobahn
Einscherendes Fahrzeug aus der benachbarten Fahrspur — Typ 2 (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.6.1) ([1])	Ja/Nein	Ja/Nein	Autobahn
Unbewegliches Fußgängeraufprallziel in Vorwärtsrichtung auf der Fahrspur (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.8.1)			Nicht-Autobahn

Szenario	Maximale Betriebsgeschwindigkeit, bis zu der das System in der Lage ist, eine Kollision mit einem Verzögerungsbedarf von nicht mehr als 5 m/s^2 zu vermeiden	Maximale Betriebsgeschwindigkeit, bis zu der das System/das Fahrzeug in der Lage ist, eine Kollision mit einem Verzögerungsbedarf von mehr als 5 m/s^2 zu vermeiden	Anforderung an den Betriebsbereich
Unbewegliches Fahrrad in Vorwärtsrichtung auf der Fahrspur (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.9.1)			Nicht-Autobahn
Fußgängeraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.10.1)			Nicht-Autobahn
Radfahreraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.11.1)			Nicht-Autobahn
(*Vom Hersteller auszufüllen*)			

([1]) Vom Hersteller wird erwartet, dass er erklärt, ob eine Systemreaktion zu erwarten ist.

2. Fähigkeit des Systems, dem Verlauf der Fahrspur zu folgen

Drehzahlbereich(e)	Minimale Querbeschleunigung	Maximale Querbeschleunigung	Besondere Bedingungen (z. B. Absatz 6.1.1)
(Vom Hersteller auszufüllen)			

2.1. Straßenereignisse, die das System erkennen kann und die für die angegebenen Systemgrenzen und den Systementwurf relevant sind (vom Hersteller auszufüllen und ggf. zu erweitern; alternativ durch die Angabe „Nicht zutreffend“ gekennzeichnet):

Straßenereignis	Als Systemgrenze für das System/die spezifischen Merkmale betrachtet? (ja/nein)	System nicht in der Lage, auf dieses Straßenereignis zu reagieren	System in der Lage, auf dieses Straßenereignis zu reagieren	System in der Lage, eine Frühwarnung auszugeben	Betriebsbereich
Mautstation					Autobahn
Ende der Autobahn					Autobahn
Dauerhafte Sperrung der Fahrspur					Autobahn
Vorübergehende Sperrung der Fahrspur (z. B. aufgrund eines liegengebliebenen Fahrzeugs)					Autobahn
Langfristiger Baubereich					Autobahn
Bahnübergänge					Nicht-Autobahn

Straßenereignis	Als Systemgrenze für das System/die spezifischen Merkmale betrachtet? (ja/nein)	System nicht in der Lage, auf dieses Straßenereignis zu reagieren	System in der Lage, auf dieses Straßenereignis zu reagieren	System in der Lage, eine Frühwarnung auszugeben	Betriebsbereich
Kreuzungen					Nicht-Autobahn
Fußgängerübergang					Nicht-Autobahn
Ampeln					Nicht-Autobahn

3. Fähigkeit des Systems zur Gewährleistung des sicheren Betriebs während der Unterstützung bei einem Spurwechsel (gilt sowohl für vom Fahrzeugführer als auch durch das System initiierte Spurwechsel)

Der Hersteller muss den Bereich angeben, in dem das System in der Lage ist, auf andere nicht verdeckte Aufprallziele zu reagieren, wenn es mit einer Spurwechselfunktion ausgestattet ist. Der Hersteller muss die Bedingungen angeben, unter denen der maximale Bereich verringert wird:

	Hinten (m)	Vorn (m)	Seite (m)	Bedingungen
Bereich, in dem das System in der Lage ist, auf ein Motorrad zu reagieren				
Bereich, in der das System in der Lage ist, auf eine blockierte Zielspur zu reagieren	Nicht zutreffend		Nicht zutreffend	
Arten von Hindernissen, auf die das Fahrzeug reagieren kann (*vom Hersteller auszufüllen*)	Nicht zutreffend		Nicht zutreffend	

4. Fähigkeit des Systems zur sicheren Durchführung anderer vom Fahrzeugführer oder durch das System initiierter Manöver auf Nicht-Autobahnen ohne Eingreifen des Fahrzeugführers (alternativ durch die Angabe „Nicht zutreffend“ gekennzeichnet):

	Ist das System in der Lage, in diesem Szenario eine Kollision zu vermeiden?	Voraussetzungen, unter denen das System eine Kollision vermeiden kann
Fußgängeraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.12.1)		
Radfahreraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.13.1)		
Zu prüfendes Fahrzeug kreuzt beim Abbiegen den Weg eines entgegenkommenden Fahrzeugs (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.14.1)		

	Ist das System in der Lage, in diesem Szenario eine Kollision zu vermeiden?	Voraussetzungen, unter denen das System eine Kollision vermeiden kann
Zu prüfendes Fahrzeug kreuzt an einer Kreuzung ein geradeaus fahrendes Fahrzeug (Anhang 4 Absatz 4.2.5.2.15.1)		

5. Fähigkeit des Systems, bei einem bestimmten vom Fahrzeugführer initiierten Manöver die Verkehrsregeln zu befolgen

Der Hersteller muss die Einhaltung der Verkehrsregeln in Bezug auf ein bestimmtes Manöver erklären, wenn dies für das jeweilige Signal relevant ist. Falls die Leistung des Systems für ein Betriebsland spezifisch ist, kann dies vom Hersteller zusätzlich angegeben werden:

Potenziell relevante Verkehrsregeln	Ist das System so ausgelegt, dass diese Verkehrsregeln eingehalten werden?
Dauer der Anzeige des Spurwechselvorgangs	
(*Vom Hersteller auszufüllen*)	

6. Fähigkeit des Systems, bei einem bestimmten durch das System initiierten Manöver die Verkehrsregeln zu befolgen

Der Hersteller muss die Einhaltung der Verkehrsregeln in Bezug auf ein bestimmtes Manöver erklären, wenn dies für das jeweilige Signal relevant ist. Falls die Leistung des Systems für ein Betriebsland spezifisch ist, kann dies vom Hersteller zusätzlich angegeben werden:

Potenziell relevante Verkehrsregeln	Ist das System so ausgelegt, dass diese Verkehrsregeln eingehalten werden?
Keine unbeabsichtigte Überquerung einer durchgezogenen Fahrspurmarkierung während eines durch das System initiierten Manövers	
Kein Spurwechsel, wenn dies durch ein spezielles Schild untersagt ist	
Gewährung von Vorfahrt für andere Verkehrsteilnehmer beim Links-/Rechtsabbiegen an einer Kreuzung im Rahmen eines durch das System initiierten Manövers	
Gewährung von Vorfahrt für andere Verkehrsteilnehmer bei der Ausfahrt aus einem Kreisverkehr im Rahmen eines durch das System initiierten Manövers	
(*Vom Hersteller auszufüllen*)	

ANHANG 4

Physische Prüfspezifikationen für die DCAS-Validierung

1. Einleitung

In diesem Anhang werden die physischen Prüfungen zur Überprüfung der für das System geltenden technischen Anforderungen und der Erklärung des Herstellers gemäß Anhang 3 Anlage 4 beschrieben. Alle Prüfungen nach diesem Anhang sind während des Genehmigungsverfahrens von der Typgenehmigungsbehörde oder dem von ihr beauftragten technischen Dienst (im Folgenden „Typgenehmigungsbehörde") selbst durchzuführen oder zu begutachten.

Die spezifischen Prüfparameter für die Prüfungen auf der Prüfstrecke sind von der Typgenehmigungsbehörde auf der Grundlage der Erklärung des Herstellers auszuwählen und im Prüfbericht so zu verzeichnen, dass die Prüfanordnung nachvollzogen und wiederholt werden kann.

Die Kriterien für das Bestehen bzw. Nichtbestehen der Prüfung ergeben sich ausschließlich aus den technischen Anforderungen nach den Absätzen 5 und 6 dieser UN-Regelung und der Übereinstimmung mit den Erklärungen nach Anhang 3 Anlage 4.

Die in diesem Dokument dargelegten Prüfungen sind als Mindestvorgaben zu verstehen. Die Typgenehmigungsbehörde kann zusätzliche Prüfungen durchführen und die Messergebnisse mit den Anforderungen der Absätze 5 und 6 oder dem Inhalt des Audits gemäß Anhang 3 vergleichen.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Zeit bis zum Zusammenstoß" (time to collision, TTC) bezeichnet die Zeit, die sich ergibt, indem der Längsabstand (in Fahrtrichtung des zu prüfenden Fahrzeugs) zwischen dem zu prüfenden Fahrzeug und dem Aufprallziel durch die relative Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs in Längsrichtung und des Aufprallziels geteilt wird.

2.2. „Versatz" bezeichnet den Abstand zwischen der Längsmittelebene des Fahrzeugs und des jeweiligen Aufprallziels in Fahrtrichtung, gemessen am Boden.

2.3. „Fußgängeraufprallziel" bezeichnet ein Aufprallziel, das einen Fußgänger darstellt.

2.4. „Fahrzeugaufprallziel" bezeichnet ein Aufprallziel, das ein Fahrzeug darstellt.

2.5. „Motorisiertes Zweiradaufprallziel" bezeichnet ein Motorrad mit Motorradfahrer.

2.6. „Radfahreraufprallziel" bezeichnet ein Fahrrad mit Fahrradfahrer.

2.7. „Zu prüfendes Fahrzeug" bezeichnet das Fahrzeug, das mit dem zu prüfenden System ausgestattet ist.

2.8. „Basisprüfung" bezeichnet ein Prüfszenario, bei dem der Hersteller einen Schwellenwert für die fehlenden Randbedingungen (z. B. Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs) angeben muss, bis zu dem das System in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu steuern.

2.9. „Erweiterte Prüfung" bezeichnet eine Reihe von Prüfszenarien mit einer Kombination von Änderungen der Prüfkonzeption, um zu überprüfen, ob das System die Steuerstrategie im Vergleich zu dem angegebenen Wert und der in der Basisprüfung angegebenen Strategie innerhalb der angegebenen Systemgrenzen nicht unangemessen verändert.

3. Allgemeine Grundsätze

3.1. Prüfbedingungen

3.1.1. Die Prüfungen sind unter Bedingungen (z. B. Umgebungsbedingungen, Straßengeometrie) durchzuführen, die eine Aktivierung des Systems oder spezifischer Systemmerkmale erlauben. Für Bedingungen, die nicht geprüft wurden, die aber innerhalb der festgelegten Systemgrenzen auftreten können, muss der Hersteller als Teil des in Anhang 3 beschriebenen Audits zur Zufriedenheit der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass das Fahrzeug sicher gesteuert wird.

3.1.2. Müssen Änderungen am System vorgenommen werden, um die Prüfung zu ermöglichen (z. B. Bewertungskriterien betreffend den Straßentyp), so ist sicherzustellen, dass diese Änderungen die Prüfergebnisse nicht beeinflussen. Diese Änderungen sind zu dokumentieren und dem Prüfbericht beizufügen. Die Beschreibung und der Nachweis einer etwaigen Beeinflussung durch diese Änderungen sind zu dokumentieren und dem Prüfbericht beizufügen.

3.1.3. Um die Anforderungen im Hinblick auf Störungen von Funktionen, die Selbstprüfungen und die Initialisierung des Systems zu prüfen, können Störungen künstlich herbeigeführt und das Fahrzeug künstlich in Situationen gebracht werden, in denen es die Grenzen des festgelegten Betriebsbereichs erreicht (z. B. Umweltbedingungen).

Es ist zu überprüfen, ob der Zustand des Systems dem vorgesehenen Prüfzweck entspricht (z. B. unter störungsfreien Bedingungen oder mit den zu prüfenden spezifischen Störungen).

3.1.4. Die Prüfstrecke muss mindestens eine Haftung aufweisen, die das im Rahmen des Szenarios zu erwartende Ergebnis ermöglicht.

3.1.5. Prüfaufprallziele

3.1.5.1. Das für die Prüfung der Erkennung von Fahrzeugen verwendete Aufprallziel muss ein reguläres, in hoher Stückzahl in Serienproduktion hergestelltes Fahrzeug der Klasse M oder N sein; alternativ kann es sich auch um ein „weiches Aufprallziel“ handeln, das für ein solches Fahrzeug hinsichtlich seiner Identifikationsmerkmale in Bezug auf das gemäß ISO 19206-3 zu prüfende Sensorgerät repräsentativ ist. Der Bezugspunkt für die Lage des Fahrzeugs muss der hinterste Punkt auf der Mittellinie des Fahrzeugs sein.

3.1.5.2. Das für die Prüfung der Erkennung von motorisierten Zweirädern verwendete Aufprallziel muss ein Prüfgerät nach ISO 19206-5 oder ein typgenehmigtes, in hoher Stückzahl in Serienproduktion hergestelltes Motorrad der Klasse L_3 sein. Der Bezugspunkt für die Lage des Motorrads muss der hinterste Punkt auf der Mittellinie des Motorrads sein.

3.1.5.3. Bei dem für die Prüfung der Erkennung von Fußgängern verwendeten Aufprallziel muss es sich um ein „gelenkiges weiches Aufprallziel“ handeln, das für die menschlichen Merkmale repräsentativ ist, die durch das gemäß ISO 19206-2 zu prüfende Sensorgerät abgedeckt werden.

3.1.5.4. Das für die Prüfung der Erkennung von Fahrrädern verwendete Aufprallziel muss eine Prüfvorrichtung nach ISO 19206-4 sein. Der Bezugspunkt für die Lage des Fahrrads ist der vorderste Punkt auf der Mittellinie des Fahrrads.

3.1.5.5. Anstelle von Referenzzielen können für die Durchführung der Prüfungen Roboterfahrzeuge ohne Fahrzeugführer oder modernste Prüfwerkzeuge (z. B. weiche Aufprallziele, mobile Plattformen usw.) verwendet werden, die reale Fahrzeuge und andere Verkehrsteilnehmer ersetzen, die innerhalb der Systemgrenzen vernünftigerweise angetroffen werden können. Es muss sichergestellt werden, dass die Prüfwerkzeuge, die die Referenzziele ersetzen, vergleichbare Eigenschaften wie das Fahrzeug oder der Verkehrsteilnehmer haben, das bzw. den sie repräsentieren sollen, und dass sie zwischen der Typgenehmigungsbehörde und dem Hersteller vereinbart wurden.

3.1.5.6. Einzelheiten, anhand deren die Aufprallziele identifiziert und nachgebaut werden können, müssen in den Typgenehmigungsunterlagen aufgeführt werden.

3.1.6. Variation der Prüfparameter

3.1.6.1. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde die Systemgrenzen mitteilen. Die Typgenehmigungsbehörde legt verschiedene Kombinationen von Prüfparametern fest (z. B. aktuelle Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs, Art und Versatz des Aufprallziels, Krümmung der Fahrbahn usw.).

3.1.6.2. Um die Kohärenz des Systems zu bestätigen, sind Basisprüfungen mindestens zweimal durchzuführen. Entspricht eine der beiden Prüffahrten nicht der geforderten Leistung, so muss die Prüfung einmal wiederholt werden. Eine Prüfung gilt als bestanden, wenn die vorgeschriebene Leistung in zwei Prüfläufen erreicht wird und der Hersteller ausreichende Nachweise gemäß Anhang 3 Anlage 4 erbracht hat. Die Typgenehmigungsbehörde kann zusätzliche Prüfläufe verlangen, um die in Anhang 3 Anlage 4 angegebenen Schwellenwerte für die Berichterstattung zu bestätigen.

3.1.6.3. Wenn die Bedingungen von den für die Basisprüfung festgelegten Bedingungen abweichen, darf das System seine Steuerstrategie nicht unangemessen ändern. Dies wird im Rahmen einer erweiterten Prüfung überprüft. Jeder in den erweiterten Prüfungen beschriebene Parameter ist zu variieren, wobei die Variationen zu einem einzigen Prüfkonzept zusammengefasst werden können. Darüber hinaus kann die Typgenehmigungsbehörde zusätzliche Dokumentation anfordern, aus der die Leistung des Systems bei nicht geprüften Parametervariationen hervorgeht.

3.1.7. Überprüfung auf öffentlichen Straßen

3.1.7.1. Soweit dies für die Art des Systemmerkmals relevant ist, muss die Typgenehmigungsbehörde eine Bewertung des Systems unter störungsfreien Bedingungen und bei vorhandenem Straßenverkehr in mindestens einem Betriebsland selbst vornehmen oder eine solche Bewertung begutachten. Zweck dieser Überprüfung ist es, das Verhalten des Systems unter störungsfreien Bedingungen in seiner Betriebsumgebung zu bewerten.

4. Prüfverfahren

4.1. Prüfszenarien zur Bestätigung der allgemeinen Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser UN-Regelung

Die Einhaltung der Anforderungen dieser UN-Regelung ist durch eine physische Prüfung für die folgenden Absätze nachzuweisen. Variationen derselben Prüfung (z. B. Erreichen unterschiedlicher Randbedingungen) können in Absprache mit der Typgenehmigungsbehörde auf andere Weise nachgewiesen werden (z. B. im Rahmen der in Anhang 3 beschriebenen Prüfung oder einer virtuellen Prüfung).

4.1.1. Die Anforderungen und Systemaspekte, die einer physischen Prüfung unterzogen werden müssen, sind in Tabelle 1 beschrieben. Die relevanten Anforderungen oder Systemaspekte sind auf der Grundlage der Systemgrenzen auszuwählen.

Die Prüfszenarien für die jeweilige Anforderung oder den jeweiligen Aspekt sind in Absprache mit der Typgenehmigungsbehörde zu erstellen und zu beschreiben. Jede Anforderung oder jeder Aspekt muss mindestens im Rahmen einer Prüfung auf der Prüfstrecke oder einer Überprüfung auf öffentlichen Straßen bewertet werden. Ein bestimmtes Szenario kann verwendet werden, um verschiedene Anforderungen/Aspekte des Systems zu bewerten.

Die Prüfszenarien sind in Abhängigkeit von den Systemvoraussetzungen für die Aktivierung und den Systemgrenzen zu erstellen.

Tabelle A4/1

Zu prüfende Anforderungen und Systemaspekte

Zu bewertende Anforderungen oder Systemaspekte	Physisches Prüfszenario oder Audit	Verweis im Haupttext
Informationen für den Fahrzeugführer, nachlassende Beteiligung des Fahrzeugführers und Warnhinweise für den Fahrzeugführer	Anhang 3 4.1.1.	Absätze 5.1.1 und 5.5.4
System zur Sicherstellung der Beteiligung des Fahrzeugführers	Anhang 3 4.1.1.	Absätze 5.1.2 und 5.5.4.2
Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	Anhang 3 4.1.1.	Absatz 5.1.3

Zu bewertende Anforderungen oder Systemaspekte	Physisches Prüfszenario oder Audit	Verweis im Haupttext
Systemübersteuerung	Anhang 3 4.1.1.	Absätze 5.1.4 und 5.5.3.4
Gleichwertige Leistung anderer Sicherheitssysteme (UN-Regelungen Nr. 131, Nr. 152, Nr. 79 und Nr. 130)	4.2.5.2.1.1 4.2.5.2.2.1 4.2.5.2.3.1 4.2.5.2.4.1 4.2.5.2.8.1 4.2.5.2.9.1 4.2.5.2.10.1 4.2.5.2.11.1	Absatz 5.1.5
Funktionale Anforderungen	(*)	Absatz 5.3
Bewertung und Reaktion auf die Umgebung entsprechend den funktionalen Erfordernissen	4.2.5.2.5.1 4.2.5.2.6.1	Absatz 5.3.2, 5.3.7.1.2.
Fahrzeugverhalten im Verkehr (Vermeidung einer Störung des Verkehrsflusses, Aufrechterhaltung eines angemessenen Abstands zu anderen Verkehrsteilnehmern, Minderung des Kollisionsrisikos, Verzögerung/Beschleunigung, Verkehrsregeln, Fahrzeugabstand)	4.3.1 4.3.2	Absätze 5.3.4, 5.3.7.2, 5.3.7.5, 5.4.2
Aktivierung relevanter Fahrzeugsysteme	Anhang 3 4.1.1.	Absatz 5.3.3
Erkennen und Erreichen der Grenzen des DCAS	Anhang 3 4.1.1.	Absätze 5.3.5, 5.3.7.1.4
Steuerbarkeit	Anhang 3 4.1.1.	Absatz 5.3.6
Positionierung auf der Fahrspur	4.2.4. 4.2.5.1.1.	Absätze 5.3.7.1, 6.1
Vom Fahrzeugführer initiierte Manöver	4.2.5.1.2.	Absatz 5.3.7.2.2
Vom Fahrzeugführer bestätigte Manöver	4.2.5.1.2.	Absätze 5.3.7.2.3, 5.5.4.1.8.
Durch das System initiierte Manöver	4.2.4. 4.2.5.1.1	Absätze 5.3.7.2.4, 5.5.4.1.9.
Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers	(*)	Absatz 5.3.7.3
Unterstützung bei der Einhaltung von Geschwindigkeitsbegrenzungen	4.3	Absatz 5.3.7.4
Reaktion auf Störungen	(*)	Absatz 5.4
DCAS-Betrieb, Interaktion des Fahrzeugführers und Informationen für den Fahrzeugführer	(*)	Absatz 5.5
Spurwechsel	(*)	Absatz 6.2
Vom Fahrzeugführer bestätigte Spurwechsel	(*)	Absatz 6.2.9.1
Durch das System initiierte Spurwechsel	4.2.4. 4.2.5.1.1.	Absatz 6.2.9.2
Sonstige Manöver	4.3.3.	Absatz 6.3

(*) Die Szenarien und Prüfverfahren für diese Punkte sind zwischen dem Hersteller und der Typgenehmigungsbehörde zu vereinbaren.

4.2. Prüfszenarien zur Bewertung des Systemverhaltens

4.2.1. Die Prüfszenarien sind in Abhängigkeit von den Systemvoraussetzungen für die Aktivierung und den Systemgrenzen auszuwählen.

4.2.2. Die Prüfungen können entweder auf einer Prüfstrecke oder — soweit möglich und ohne Sicherheitsrisiko für die Fahrzeuginsassen und andere Verkehrsteilnehmer — auf öffentlichen Straßen durchgeführt werden.

Prüfungen, die eine Gefahr für andere Verkehrsteilnehmer und das Prüfpersonal darstellen können (z. B. AEB-gleichwertige Leistung, Reaktion auf die Nichtverfügbarkeit des Fahrzeugführers, hohe Querbeschleunigungen usw.), sind auf einer Prüfstrecke durchzuführen.

4.2.2.1. Die Prüfungen sind so durchzuführen, dass das Ergebnis der Prüfung nicht durch die Einstellungen oder Eingaben des Fahrzeugführers und andere Faktoren, die nicht mit dem zu prüfenden Manöver zusammenhängen, beeinflusst wird. Daher gelten die folgenden Bedingungen:

a) Der Folgewegabstand für die Längssteuerung durch das System ist wie folgt einzustellen:

i) auf den Standardabstand, wenn der Abstand bei der ersten Aktivierung des Systems im Laufzyklus auf einen bestimmten Wert zurückgesetzt wird, oder

ii) auf den geringsten vom Fahrzeugführer einstellbaren Folgewegabstand, wenn der Abstand nicht auf einen Standardwert zurückgesetzt wurde.

b) Die Geschwindigkeit der Längssteuerung durch das System muss auf die in der Prüfung angegebene Geschwindigkeit oder die vom Hersteller gemäß Anhang 3 Anlage 4 angegebene Geschwindigkeit eingestellt werden.

c) Das System muss sich im „Aktiv-Zustand" befinden, bevor der niedrigere der beiden folgenden Werte erreicht ist: 10 s TTC oder 250 m relativer Längsabstand.

d) Es darf keine korrigierende Betätigung der Lenkanlage durch den Fahrzeugführer geben.

Der Hersteller muss alle sonstigen relevanten Bedingungen angeben, die für die ordnungsgemäße Durchführung der jeweiligen Prüfung erfüllt sein müssen.

4.2.3. Die Prüfungen dürfen nicht so durchgeführt werden, dass das beteiligte Personal gefährdet wird, und eine erhebliche Beschädigung des zu prüfenden Fahrzeugs muss vermieden werden, wenn andere Mittel zur Validierung zur Verfügung stehen.

4.2.4. Fahrspurmarkierungen und -geometrie

4.2.4.1. Sind Basisprüfungen auf einem gekrümmten Straßenabschnitt durchzuführen, so muss die Geometrie folgende Kriterien erfüllen („S-Kurve" bezeichnet beide Kurven in der aufgeführten Reihenfolge, „gekrümmter Straßenabschnitt" bezeichnet die zweite Kurve):

	Klothoidenparameter	Radius (m)	Länge (m)
Erste Kurve (beliebige Richtung)	153,7	-	30,0
	-	787	57,1
	105,0	-	14,0
Zweite Kurve (andere Richtung als erste Kurve)	98,6	-	26
	-	374	5,1
	120,8	-	39

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können Prüfungen auf einer Straße mit anderer Krümmung durchgeführt werden, sofern sich dadurch der Zweck der Prüfung nicht ändert oder die Strenge der Prüfung nicht verringert wird.

4.2.5. Zum Zeitpunkt der Typgenehmigung muss die Typgenehmigungsbehörde mindestens folgende Prüfungen selbst durchführen oder begutachten, um das Verhalten des Systems auf der Grundlage der angegebenen Betriebsbereiche zu bewerten:

4.2.5.1. Prüfszenarien für verschiedene DCAS-Merkmale

4.2.5.1.1. Positionierung auf der Fahrspur

4.2.5.1.1.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die vom Hersteller angegebene Fähigkeit zur Positionierung auf der Fahrspur bestätigt werden.

4.2.5.1.1.1.1. Funktioneller Teil I: Die Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs muss in dem vom Hersteller angegebenen Bereich nach den Absätzen 9.1.1 und 9.1.2 dieser UN-Regelung bleiben.

Die Prüfung ist für jeden der vom Hersteller angegebenen Geschwindigkeitsbereiche in den Absätzen 9.1.1 und 9.1.2 dieser UN-Regelung einzeln oder innerhalb fortlaufender Geschwindigkeitsbereiche, in denen die angegebene Querbeschleunigung identisch ist, durchzuführen.

Das zu prüfende Fahrzeug wird mit gleichbleibender Geschwindigkeit auf einer Kurvenstrecke mit Fahrspurmarkierungen an beiden Seiten gefahren, ohne dass der Fahrzeugführer Kraft auf die Betätigungseinrichtung ausübt (indem er beispielsweise die Hände von der Betätigungseinrichtung nimmt).

Die zum Folgen der Kurve erforderliche Querbeschleunigung muss 80-90 % der vom Hersteller angegebenen maximalen Querbeschleunigung nach Anhang 3 Anlage 4 dieser UN-Regelung betragen.

4.2.5.1.1.1.2. Die Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs muss in dem vom Hersteller angegebenen Bereich nach den Absätzen 9.1.1 und 9.1.2 dieser UN-Regelung bleiben.

Die Prüfung ist für jeden der vom Hersteller angegebenen Geschwindigkeitsbereiche in den Absätzen 9.1.1 und 9.1.2 dieser UN-Regelung einzeln oder innerhalb fortlaufender Geschwindigkeitsbereiche, in denen die angegebene Querbeschleunigung identisch ist, durchzuführen.

Das zu prüfende Fahrzeug wird mit gleichbleibender Geschwindigkeit auf einer Kurvenstrecke mit Fahrspurmarkierungen an beiden Seiten gefahren, ohne dass der Fahrzeugführer Kraft auf die Betätigungseinrichtung ausübt (indem er beispielsweise die Hände von der Betätigungseinrichtung nimmt).

Die Typgenehmigungsbehörde muss eine Prüfgeschwindigkeit und einen Radius festlegen, mit denen eine höhere Beschleunigung als die angegebene maximale Querbeschleunigung + 0,3 m/s^2 bewirkt werden kann (z. B. indem eine Kurve mit einem vorgegebenen Radius mit höherer Geschwindigkeit durchfahren wird).

4.2.5.1.1.2. Erweiterte Prüfung:

Bei der Prüfung ist nachzuweisen, dass das System in allen Geschwindigkeitsbereichen und bei unterschiedlichen Krümmungen innerhalb seiner Systemgrenzen bis zur vom Hersteller angegebenen maximalen Querbeschleunigung seine Fahrspur nicht verlässt und eine stabile Bewegung innerhalb seiner eigenen Fahrspur beibehält.

4.2.5.1.1.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen

a) mit ausreichender Länge, um eine Bewertung des Positionierungsverhaltens auf der Fahrspur zu ermöglichen;

b) für verschiedene Straßenkrümmungen, einschließlich einer S-Kurve mit den Parametern gemäß Absatz 4.2.4.1. oder gleichwertigen Parametern, und verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten, von denen mindestens eine die vom Hersteller angegebene maximale Querbeschleunigung überschreitet;

c) mit verschiedenen Arten von Fahrspurgrenzen (z. B. Markierungen, Straßenränder, nur eine Spurmarkierung) je nach System.

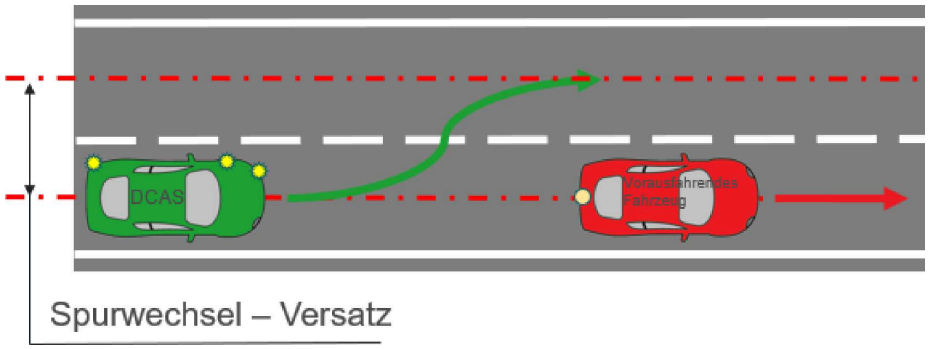
4.2.5.1.2. Vom Fahrzeugführer initiierte Spurwechsel

4.2.5.1.2.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die vom Hersteller angegebene Fähigkeit des Systems zur Durchführung von vom Fahrzeugführer initiierten Spurwechseln bestätigt werden.

4.2.5.1.2.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss einen vollständigen Spurwechsel (3,5 m seitliche Verschiebung) auf die benachbarte Fahrspur vornehmen, nachdem der Fahrzeugführer den Spurwechselvorgang initiiert hat.

4.2.5.1.2.1.2. Das zu prüfende Fahrzeug und das vorausfahrende Fahrzeug müssen sich vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie in gleicher Richtung bewegen, wobei das zu prüfende Fahrzeug nicht mehr als 1 m von der Mittellinie des vorausfahrenden Fahrzeugs abweichen darf.

4.2.5.1.2.1.3. Die Prüfungen sind mit einem vorausfahrenden Fahrzeug durchzuführen, das mindestens 20 km/h unter der für das zu prüfende Fahrzeug eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzung fährt.



4.2.5.1.2.2. Erweiterte Prüfung:

Bei der Prüfung ist die Fähigkeit des Systems zu bewerten, den Fahrzeugführer innerhalb der Randbedingungen des Systems/der vom Hersteller angegebenen Systemmerkmale bei der sicheren Durchführung von Spurwechseln zu unterstützen

a) mit anderen Geschwindigkeitsunterschieden zwischen dem vorausfahrenden Fahrzeug und dem zu prüfenden Fahrzeug;

b) auf Straßen ohne physische Trennung;

c) auf Straßen, auf denen Fußgänger und Radfahrer nicht verboten sind;

d) wenn der Spurwechsel nicht unmittelbar nach der Einleitung durch den Fahrzeugführer ausgeführt werden kann.

4.2.5.1.2.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen

a) auf einer Straße mit Gegenverkehr oder überholenden Fahrzeugen auf der Zielspur;

b) mit verschiedenen Verkehrsteilnehmern, die sich von hinten nähern;

c) mit einem Fahrzeug, das auf der benachbarten Spur fährt und einen Spurwechsel verhindert;

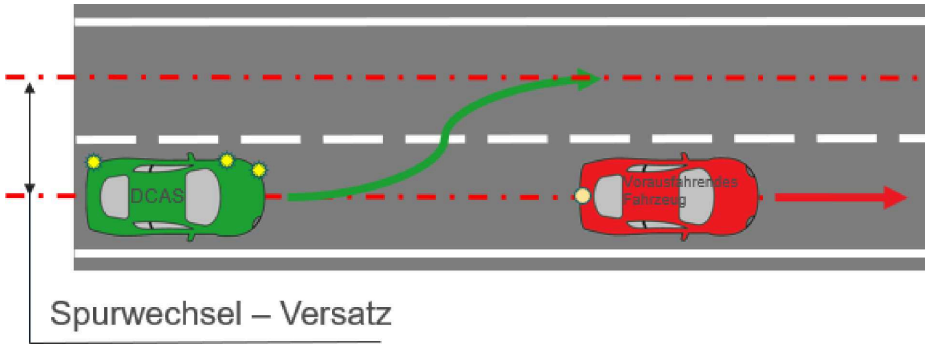
d) in einem Szenario, in dem das System auf ein anderes Fahrzeug reagiert, das beginnt, in den gleichen Bereich innerhalb der Zielspur zu wechseln, um eine mögliche Kollisionsgefahr zu vermeiden.

4.2.5.1.4. Durch das System initiierte Spurwechsel

4.2.5.1.4.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die vom Hersteller angegebene Fähigkeit des Systems zur Durchführung von durch das System initiierten Spurwechseln bestätigt werden.

4.2.5.1.4.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss einen vollständigen Spurwechsel (3,5 m seitliche Verschiebung) auf die benachbarte Fahrspur vornehmen, nachdem der Spurwechselvorgang durch das System initiiert wurde.

4.2.5.1.4.1.2. Das zu prüfende Fahrzeug und das vorausfahrende Fahrzeug müssen sich vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie in gleicher Richtung bewegen, wobei das zu prüfende Fahrzeug nicht mehr als 1 m von der Mittellinie des vorausfahrenden Fahrzeugs abweichen darf.



4.2.5.1.4.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss die Fähigkeit des Systems nachgewiesen werden, den Fahrzeugführer bei der sicheren Durchführung von Spurwechseln zu unterstützen

a) mit anderen Geschwindigkeitsunterschieden zwischen dem vorausfahrenden Fahrzeug und dem zu prüfenden Fahrzeug;

b) auf Straßen ohne physische Trennung und/oder

c) auf Straßen, auf denen Fußgänger und Radfahrer nicht verboten sind.

4.2.5.1.4.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen

a) auf einer Straße mit Gegenverkehr oder überholenden Fahrzeugen auf der Zielspur;

b) mit verschiedenen Verkehrsteilnehmern, die sich von hinten nähern;

c) mit einem Fahrzeug, das auf der benachbarten Spur fährt und einen Spurwechsel verhindert;

d) in einem Szenario, in dem das System auf ein anderes Fahrzeug reagiert, das beginnt, in den gleichen Bereich innerhalb der Zielspur zu wechseln, um eine mögliche Kollisionsgefahr zu vermeiden.

4.2.5.2. Fähigkeit zur Reaktion auf einen anderen Verkehrsteilnehmer entsprechend den angegebenen Betriebsbereichen

4.2.5.2.1. Stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt

4.2.5.2.1.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt bestätigt werden.

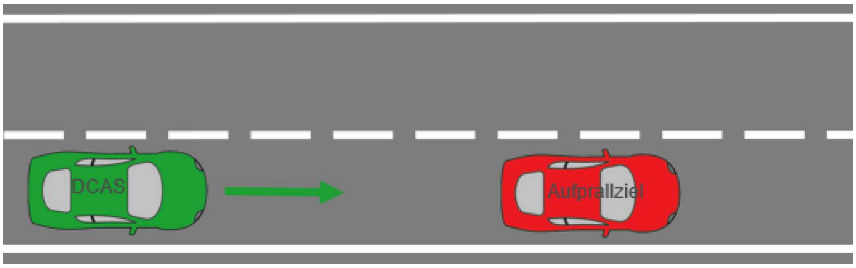
4.2.5.2.1.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie auf das unbewegliche Aufprallziel zufahren, wobei das zu prüfende Fahrzeug nicht mehr als 0,5 m von der Mittellinie des Aufprallziels abweichen darf.

4.2.5.2.1.1.2. Der funktionelle Teil der Prüfung muss beginnen mit

a) dem zu prüfenden Fahrzeug, das sich mit der erforderlichen Prüfgeschwindigkeit innerhalb der in diesem Absatz vorgeschriebenen Toleranzen und des Seitenversatzes bewegt, und

b) einer Entfernung, die einer Zeit von mindestens 4 Sekunden vor Beginn der Reaktion des mit einem DCAS ausgestatteten Fahrzeugs auf das Ziel entspricht.

4.2.5.2.1.2. Die Toleranzen müssen zwischen dem Beginn des funktionellen Teils der Prüfung und dem Eingriff durch das System eingehalten werden.



4.2.5.2.1.3. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie für ein stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt nicht unangemessen verändert.

4.2.5.2.1.3.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem stehenden Fahrzeug eines anderen Typs oder einer anderen Klasse;

b) einem stehenden Fahrzeug, das sich in einem größeren Versatz zur Mittellinie des zu prüfenden Fahrzeugs befindet;

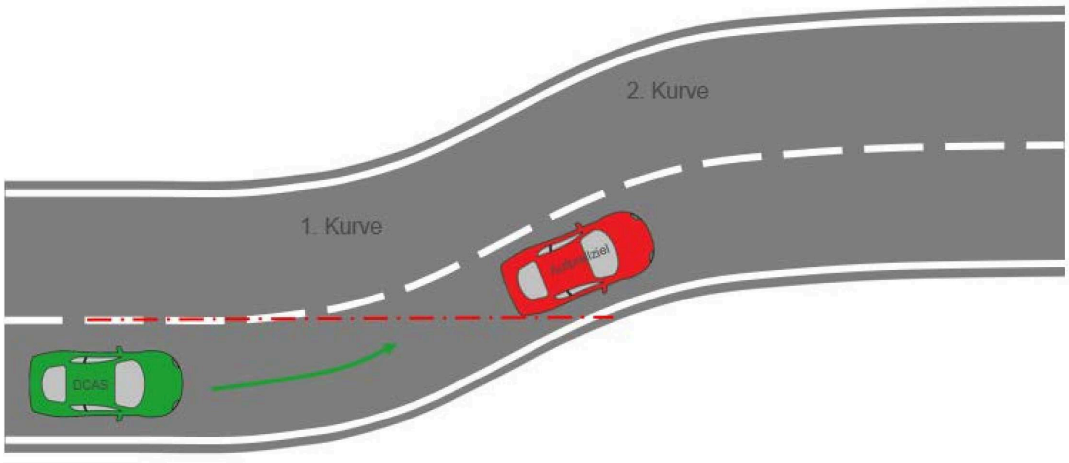
c) einem stehenden Fahrzeug, das dem zu prüfenden Fahrzeug gegenübersteht (für Systeme, die nicht auf der Autobahn eingesetzt werden können).

4.2.5.2.2. Stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem gekrümmten Straßenabschnitt

4.2.5.2.2.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem gekrümmten Straßenabschnitt bestätigt werden.

4.2.5.2.2.1.1. Das Aufprallziel muss innerhalb eines Versatzes von 0,5 m zwischen der Mittellinie des Zielfahrzeugs und der Mittellinie der Fahrspur um die Kurve (erste Kurve gemäß Absatz 4.2.4.1 dieses Anhangs) positioniert werden, sodass die hintere Ecke die extrapolierte Fahrspurlinie berührt, wenn die Gerade weitergehen würde.

4.2.5.2.2.1.2. Das zu prüfende Fahrzeug muss auf dem geraden Abschnitt der vollständig markierten Fahrspur mit konstanter Geschwindigkeit und eingeschaltetem System so lange gefahren werden, dass die Quersteuerung das Fahrzeug in eine konstante Position innerhalb der Fahrspur bringt, bevor der gekrümmte Abschnitt der Straße beginnt.



4.2.5.2.2.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie für ein stehendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem kurvigen Straßenabschnitt nicht unangemessen verändert.

4.2.5.2.2.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem stehenden Fahrzeug eines anderen Typs oder einer anderen Klasse;

b) einem stehenden Fahrzeug, das sich in einem größeren Versatz zur Mittellinie der Fahrspur befindet;

c) einem stehenden Fahrzeug, das sich in einem Winkel zur Mittellinie der Fahrspur befindet;

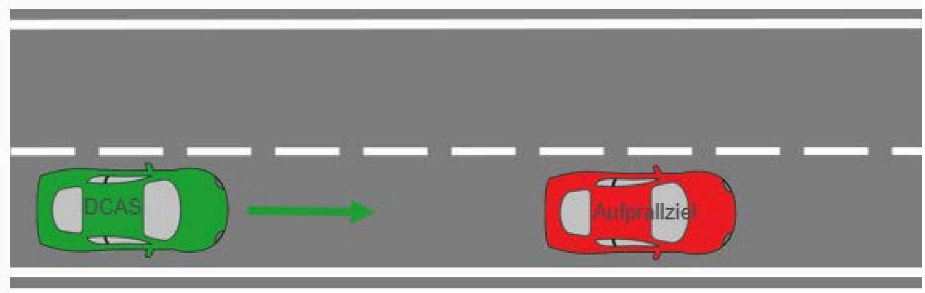
d) einem stehenden Fahrzeug, das dem prüfenden Fahrzeug gegenübersteht (für Systeme, die nicht auf der Autobahn eingesetzt werden können).

4.2.5.2.3. Langsamer fahrendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt

4.2.5.2.3.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein langsamer fahrendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt bestätigt werden.

4.2.5.2.3.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug und das Aufprallziel müssen sich vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie in gleicher Richtung bewegen, wobei das zu prüfende Fahrzeug nicht mehr als 0,5 m von der Mittellinie des Aufprallziels abweichen darf.

4.2.5.2.3.1.2. Die Prüfungen sind mit einem langsamer fahrenden Fahrzeugaufprallziel durchzuführen, das 50 km/h langsamer als das zu prüfende Fahrzeug fährt.



4.2.5.2.3.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie für ein langsamer fahrendes Fahrzeug in Vorwärtsrichtung auf einem geraden Straßenabschnitt nicht unangemessen verändert.

4.2.5.2.3.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem langsamer fahrenden Fahrzeug eines anderen Typs oder einer anderen Klasse;

b) einem langsamer fahrenden Fahrzeug, das sich in einem größeren Versatz zur Mittellinie des zu prüfenden Fahrzeugs befindet;

c) einem langsamer fahrenden Fahrzeug mit einer größeren Geschwindigkeitsdifferenz zur Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs.

4.2.5.2.4. (Vorbehalten)

4.2.5.2.5. Ausscheren des vorausfahrenden Fahrzeugs

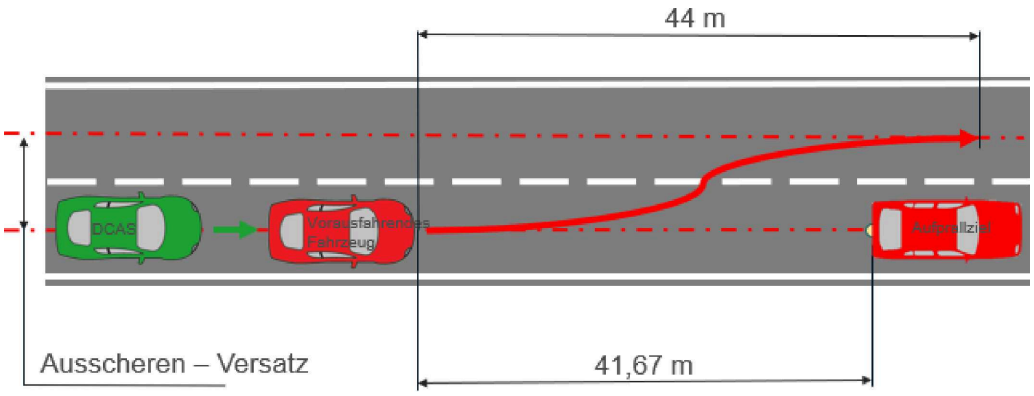
4.2.5.2.5.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein ausscherendes vorausfahrendes Fahrzeug der Klasse M_1 bestätigt werden.

4.2.5.2.5.1.1. Das ausscherende Fahrzeug muss einen vollständigen Spurwechsel (3,5 m seitliche Verschiebung) auf die benachbarte Fahrspur durchführen, um dem stehenden Fahrzeugaufprallziel auszuweichen, wobei die Messung hinter dem stehenden Fahrzeugaufprallziel den Beginn des Spurwechsels und die Messung vor dem stehenden Fahrzeugaufprallziel das Ende des Spurwechsels anzeigt.

4.2.5.2.5.1.2. Die angezeigte TTC ist definiert als die TTC des vorausfahrenden Fahrzeugs bis zum Ziel, wenn das vorausfahrende Fahrzeug mit dem Spurwechsel beginnt. Während des Manövers dürfen keine Fahrtrichtungsanzeiger vom vorausfahrenden Fahrzeug verwendet werden.

4.2.5.2.5.1.3. Das ausscherende Fahrzeug darf nicht um mehr als ± 0,2 m von seiner festgelegten Fahrbahn abweichen.

Ausscherprüfung	Zu prüfendes Fahrzeug	Vorausfahrendes Fahrzeug (Klasse M_1)	Spurwechselmanöver eines Fahrzeugs mit nur einem Insassen		
			Querbeschleunigung	Spurwechsel Länge	Radius des Kurvensegments
Ausscheren bei TTC = 3 s	70 km/h	50 km/h	1,5 m/s²	44 m	130 m



4.2.5.2.5.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem ausscherenden vorausfahrenden Fahrzeug nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.5.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem stehenden Fahrzeugaufprallziel eines anderen Typs oder einer anderen Klasse;

b) einem Ausscheren des vorausfahrenden Fahrzeugs bei weniger als 3 s TTC;

c) unterschiedlichen Geschwindigkeiten des zu prüfenden Fahrzeugs und des vorausfahrenden Fahrzeugs;

d) unterschiedlicher Querbeschleunigung des vorausfahrenden Fahrzeugs.

4.2.5.2.6. Einscheren eines Fahrzeugs von der benachbarten Fahrspur

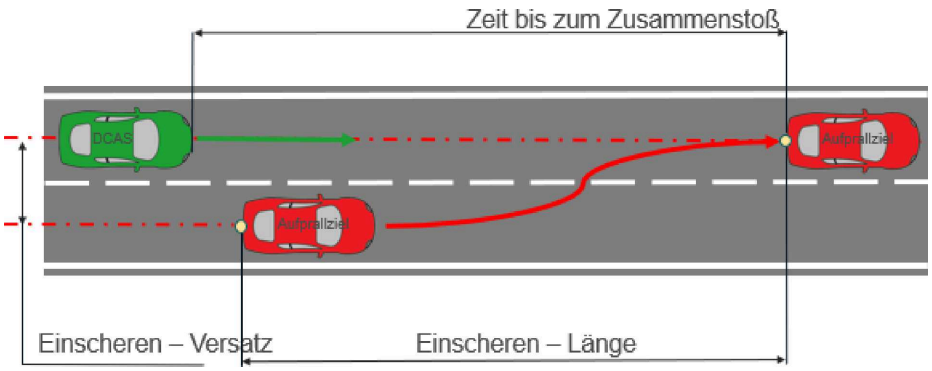
4.2.5.2.6.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein einscherendes Fahrzeug von der benachbarten Fahrspur bestätigt werden.

4.2.5.2.6.1.1. Das Fahrzeugaufprallziel auf der benachbarten Fahrspur muss einen vollständigen Spurwechsel (3,5 m seitliche Verschiebung) auf die Fahrspur des zu prüfenden Fahrzeugs durchführen.

4.2.5.2.6.1.2. Die angezeigte TTC ist definiert als die TTC zu dem Zeitpunkt, zu dem das Fahrzeugaufprallziel das Spurwechselmanöver beendet hat, wobei sich die hintere Mitte des Fahrzeugaufprallziels in der Mitte der Fahrspur des zu prüfenden Fahrzeugs befindet.

4.2.5.2.6.1.3. Das einscherende Fahrzeug darf nicht um mehr als ± 0,2 m von seiner festgelegten Fahrbahn abweichen.

Einscherprüfung (Absatz 4.2.5.2.6.1.2)	Zu prüfendes Fahrzeug	Globales Fahrzeugaufprallziel	Spurwechselmanöver des globalen Fahrzeugaufprallziels		
			Querbeschleunigung	Spurwechsellänge	Radius des Kurvensegments
Typ 1 — Einscheren bei TTC = 0 s	50 km/h	10 km/h	0,5 m/s²	14 m	15 m
Typ 2 — Einscheren bei TTC = 1,5 s	120 km/h	70 km/h	1,5 m/s²	60 m	250 m



4.2.5.2.6.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem einscherenden Fahrzeug von der benachbarten Fahrspur nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.6.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem einscherenden Fahrzeug eines anderen Typs oder einer anderen Klasse;

b) einem Einscheren bei einem anderen TTC-Wert;

c) unterschiedlichen Geschwindigkeiten des zu prüfenden Fahrzeugs und dem Ziel;

d) unterschiedlicher Querbeschleunigung des Ziels.

4.2.5.2.8. Stehender Fußgänger in Vorwärtsrichtung auf der Fahrspur

4.2.5.2.8.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf einen stehenden Fußgänger bestätigt werden.

4.2.5.2.8.1.1. Das Fußgängeraufprallziel muss sich innerhalb des Fahrwegs des zu prüfenden Fahrzeugs befinden und vom prüfenden Fahrzeug abgewandt sein.

4.2.5.2.8.1.2. Das zu prüfende Fahrzeug muss vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie auf den Aufprallpunkt des Fußgängeraufprallziels zufahren.



4.2.5.2.8.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem stehenden Fußgänger nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.8.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Fußgängeraufprallziel, das sich innerhalb der Fahrspur, aber außerhalb des Fahrwegs des zu prüfenden Fahrzeugs befindet;

b) einem Fußgängeraufprallziel, das in eine andere Richtung gerichtet ist;

c) einem Fußgängeraufprallziel unterschiedlicher Größe;

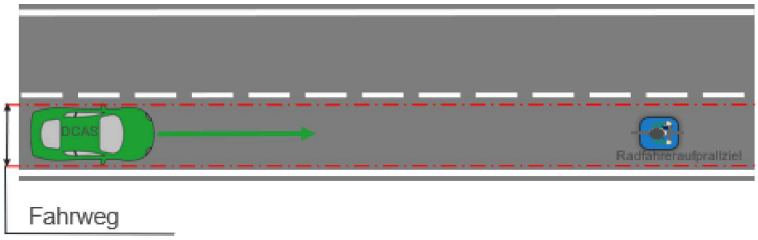
d) unterschiedlicher Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs.

4.2.5.2.9. Unbewegliches Radfahreraufprallziel in Vorwärtsrichtung auf der Fahrspur

4.2.5.2.9.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein unbewegliches Ziel und zur Quersteuerung um das Ziel herum bestätigt werden.

4.2.5.2.9.1.1. Das Radfahreraufprallziel muss sich innerhalb des Fahrwegs des zu prüfenden Fahrzeugs befinden und vom prüfenden Fahrzeug abgewandt sein.

4.2.5.2.9.1.2. Das zu prüfende Fahrzeug muss vor dem funktionellen Teil der Prüfung mindestens zwei Sekunden lang in gerader Linie auf den Aufprallpunkt des Radfahreraufprallziels zufahren.



4.2.5.2.9.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem stehenden Fahrrad nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.9.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Radfahreraufprallziel, das mit unterschiedlichem Versatz positioniert wird, bis es sich außerhalb des Fahrwegs des zu prüfenden Fahrzeugs befindet;

b) einem Radfahreraufprallziel, das in eine andere Richtung gerichtet ist;

c) unterschiedlicher Geschwindigkeit des zu prüfenden Fahrzeugs;

d) einem Radfahreraufprallziel, das dem zu prüfenden Fahrzeug zugewandt ist.

4.2.5.2.10. Fußgängeraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt

4.2.5.2.10.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein Fußgängeraufprallziel bestätigt werden, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt.

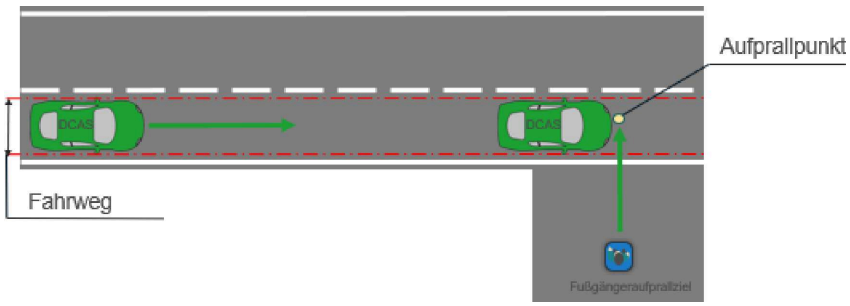
4.2.5.2.10.1.1. Der funktionelle Teil der Prüfung muss beginnen mit

a) dem zu prüfenden Fahrzeug, das sich mit der erforderlichen Prüfgeschwindigkeit innerhalb der in diesem Absatz vorgeschriebenen Toleranzen und des Seitenversatzes bewegt, und

b) einer Entfernung zum Ziel, die einer TTC von mindestens 4 Sekunden entspricht.

4.2.5.2.10.1.2. Die Toleranzen müssen zwischen dem Beginn des funktionellen Teils der Prüfung und dem Eingriff durch das System eingehalten werden.

4.2.5.2.10.1.3. Das Fußgängeraufprallziel muss sich in gerader Linie senkrecht zur Fahrtrichtung des zu prüfenden Fahrzeugs mit einer konstanten Geschwindigkeit von 5 km/h + 0/– 0,4 km/h bewegen, wobei die Bewegung nicht vor Beginn des funktionellen Teils der Prüfung beginnen darf. Die Position des Fußgängeraufprallziels ist mit dem zu prüfenden Fahrzeug so abzustimmen, dass der Aufschlagpunkt des Fußgängeraufprallziels auf der Vorderseite des zu prüfenden Fahrzeugs auf der Längsmittellinie des zu prüfenden Fahrzeugs liegt, wobei eine Toleranz von höchstens 0,2 m gilt, wenn das zu prüfende Fahrzeug während des gesamten funktionellen Teils der Prüfung die vorgeschriebene Prüfgeschwindigkeit einhält und nicht abbremst.



4.2.5.2.10.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem kreuzenden Fußgängeraufprallziel nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.10.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Fußgängeraufprallziel unterschiedlicher Größe;

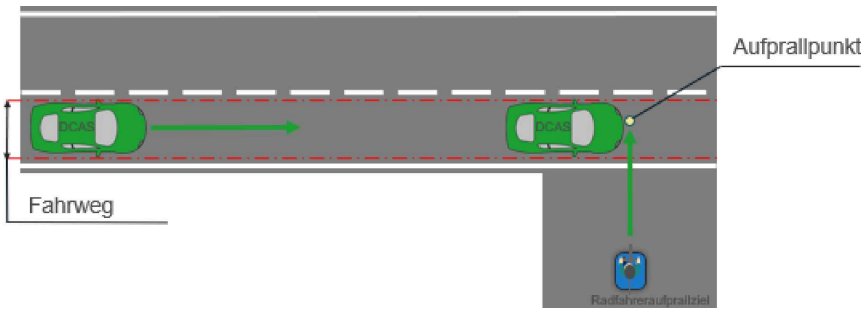
b) einem Fußgängeraufprallziel, das sich mit unterschiedlicher, aber konstanter Geschwindigkeit bewegt;

c) einem unterschiedlichen Winkel zwischen dem Weg des Fußgängeraufprallziels und dem des zu prüfenden Fahrzeugs.

4.2.5.2.11. Radfahreraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt

4.2.5.2.11.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein Radfahreraufprallziel bestätigt werden, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs kreuzt.

4.2.5.2.11.1.1. Das Radfahreraufprallziel muss sich in gerader Linie senkrecht zur Fahrtrichtung des zu prüfenden Fahrzeugs mit einer konstanten Geschwindigkeit von 15 km/h + 0/– 1 km/h bewegen, wobei die Bewegung nicht vor Beginn des funktionellen Teils der Prüfung beginnen darf. Während der Beschleunigungsphase des Radfahreraufprallziels vor dem funktionellen Teil der Prüfung muss das Radfahreraufprallziel verdeckt werden. Die Position des Radfahreraufprallziels ist mit dem zu prüfenden Fahrzeug so abzustimmen, dass der Aufschlagpunkt des Radfahreraufprallziels auf der Vorderseite des zu prüfenden Fahrzeugs auf der Längsmittellinie des zu prüfenden Fahrzeugs liegt, wobei eine Toleranz von höchstens 0,2 m gilt, wenn das zu prüfende Fahrzeug während des gesamten funktionellen Teils der Prüfung die vorgeschriebene Prüfgeschwindigkeit einhält und nicht abbremst.



4.2.5.2.11.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem kreuzenden Radfahreraufprallziel nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.11.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Radfahreraufprallziel, das sich mit unterschiedlicher, aber konstanter Geschwindigkeit bewegt;

b) einem unterschiedlichen Winkel zwischen dem Weg des Radfahreraufprallziels und dem des zu prüfenden Fahrzeugs;

c) einem unterschiedlichen Versatz.

4.2.5.2.12. Fußgängeraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt

4.2.5.2.12.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein Fußgängeraufprallziel bestätigt werden, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt.

4.2.5.2.12.1.1. Der funktionelle Teil der Prüfung muss beginnen mit

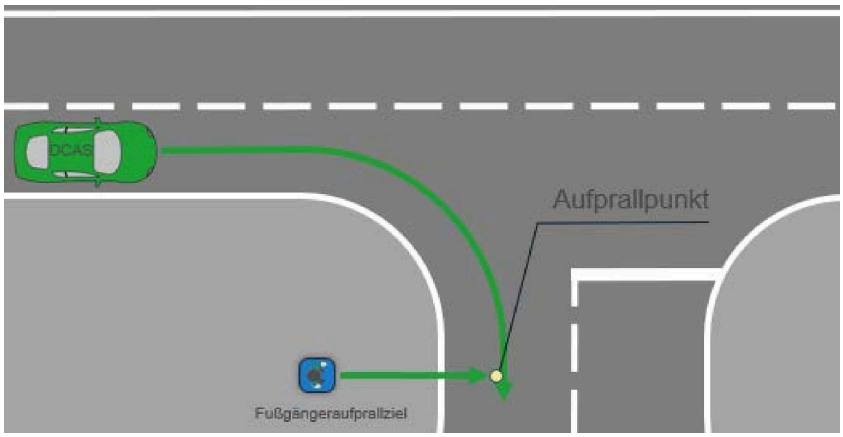
a) dem zu prüfenden Fahrzeug, das sich mit der erforderlichen Prüfgeschwindigkeit und innerhalb des in diesem Absatz vorgeschriebenen Seitenversatzes bewegt, und

b) einer Entfernung zum Ziel, die einer TTC von mindestens 4 Sekunden entspricht.

4.2.5.2.12.1.3. Die Toleranzen müssen zwischen dem Beginn des funktionellen Teils der Prüfung und dem Eingriff durch das System eingehalten werden.

4.2.5.2.12.1.4. Das Fußgängeraufprallziel muss sich in gerader Linie mit einer konstanten Geschwindigkeit von 5 km/h + 0/– 0,4 km/h bewegen, wobei die Bewegung nicht vor Beginn des funktionellen Teils der Prüfung beginnen darf. Die Position des Fußgängeraufprallziels ist mit dem zu prüfenden Fahrzeug so abzustimmen, dass der Aufschlagpunkt des Fußgängeraufprallziels auf der Vorderseite des zu prüfenden Fahrzeugs auf der Längsmittellinie des zu prüfenden Fahrzeugs liegt, wobei eine Toleranz von höchstens 0,2 m gilt, wenn das zu prüfende Fahrzeug während des gesamten funktionellen Teils der Prüfung die vorgeschriebene Prüfgeschwindigkeit einhält und nicht abbremst.

4.2.5.2.12.1.5. Der Prüflauf ist so durchzuführen, dass sich das Fußgängeraufprallziel parallel zur Beifahrerseite des zu prüfenden Fahrzeugs bewegt (siehe Abbildung unten).



4.2.5.2.12.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem kreuzenden Fußgängeraufprallziel an einer Kreuzung nicht unangemessen ändert. Bis zu vier verschiedene Szenarien (Fahrer- und Beifahrerseite) sind durchzuführen, wobei sich das Fußgängeraufprallziel auf beiden Seiten der Straße bewegt.

4.2.5.2.12.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Fußgängeraufprallziel unterschiedlicher Größe;

b) einem Fußgängeraufprallziel, das sich mit unterschiedlicher, aber konstanter Geschwindigkeit bewegt;

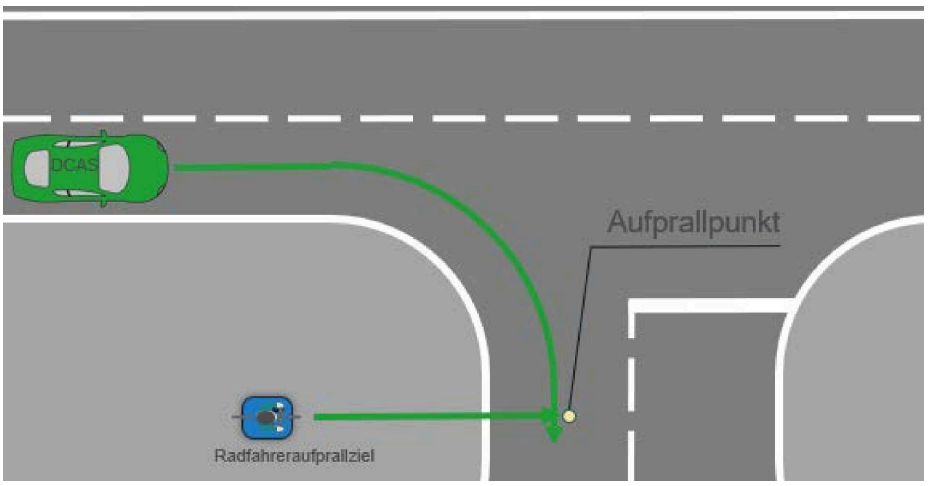
c) einem Fußgängeraufprallziel, das an einem anderen Aufprallpunkt mit dem Fahrzeug kollidiert oder dem Fahrzeug ausweicht;

d) unterschiedlichen Sichtbedingungen (z. B. nachts), abhängig von den angegebenen Systemgrenzen.

4.2.5.2.13. Radfahreraufprallziel, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt

4.2.5.2.13.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion auf ein Radfahreraufprallziel bestätigt werden, das den Weg des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung kreuzt.

4.2.5.2.13.1.1. Das Radfahreraufprallziel muss sich in gerader Linie senkrecht zur Fahrtrichtung des zu prüfenden Fahrzeugs mit einer konstanten Geschwindigkeit von 15 km/h + 0/– 1 km/h bewegen, wobei die Bewegung nicht vor Beginn des funktionellen Teils der Prüfung beginnen darf. Während der Beschleunigungsphase des Radfahreraufprallziels vor dem funktionellen Teil der Prüfung muss das Radfahreraufprallziel verdeckt werden. Die Position des Radfahreraufprallziels ist mit dem zu prüfenden Fahrzeug so abzustimmen, dass der Aufschlagpunkt des Radfahreraufprallziels auf der Vorderseite des zu prüfenden Fahrzeugs auf der Längsmittellinie liegt und um höchstens 0,2 m versetzt ist, wenn das zu prüfende Fahrzeug während des gesamten funktionellen Teils der Prüfung die vorgeschriebene Prüfgeschwindigkeit einhält und nicht abbremst.



4.2.5.2.13.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem kreuzenden Radfahreraufprallziel an einer Kreuzung nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.13.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) einem Radfahreraufprallziel, das sich mit unterschiedlicher, aber konstanter Geschwindigkeit bewegt;

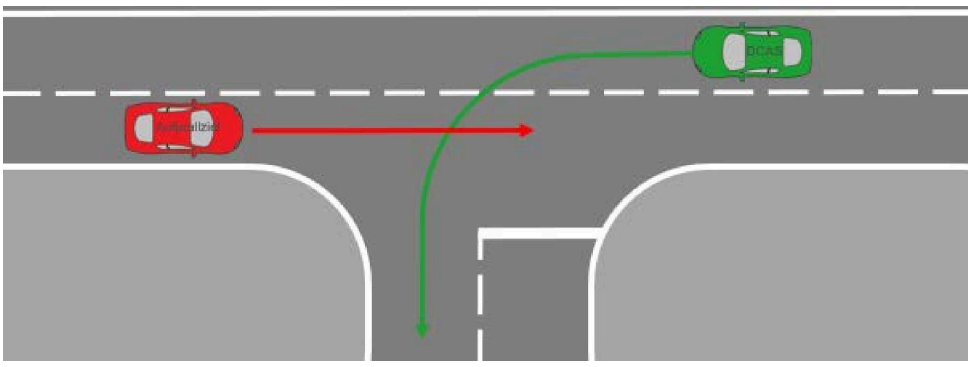
b) einem Radfahreraufprallziel, das an einer anderen Aufprallstelle mit dem Fahrzeug kollidiert oder dem Fahrzeug ausweicht.

4.2.5.2.14. Zu prüfendes Fahrzeug biegt in die Fahrspur eines entgegenkommenden Fahrzeugs ein

4.2.5.2.14.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems zur Reaktion beim Einbiegen des zu prüfenden Fahrzeugs in die Fahrspur eines entgegenkommenden Fahrzeugs bestätigt werden.

4.2.5.2.14.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss auf den Aufprallpunkt eines anderen Fahrzeugaufprallziels (Personenkraftwagen oder Motorrad) in einer anfänglich geraden Linie zufahren, gefolgt von einer Kurve an einer Kreuzung, wobei sich die Vorderkanten des Zielfahrzeugs in einer seitlichen Position kreuzen, die eine 50%ige Überdeckung der Breite des zu prüfenden Fahrzeugs ergibt.

4.2.5.2.14.1.2. Das Ziel muss sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 60 km/h nähern, abhängig von den angegebenen Systemgrenzen.



4.2.5.2.14.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem entgegenkommenden Fahrzeugaufprallziel während des Abbiegens des zu prüfenden Fahrzeugs an einer Kreuzung nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.14.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) Zielfahrzeugen unterschiedlichen Typs oder unterschiedlicher Klasse;

b) unterschiedlichen Überdeckungen;

c) unterschiedlicher Positionierung beider Fahrzeuge auf der Fahrspur;

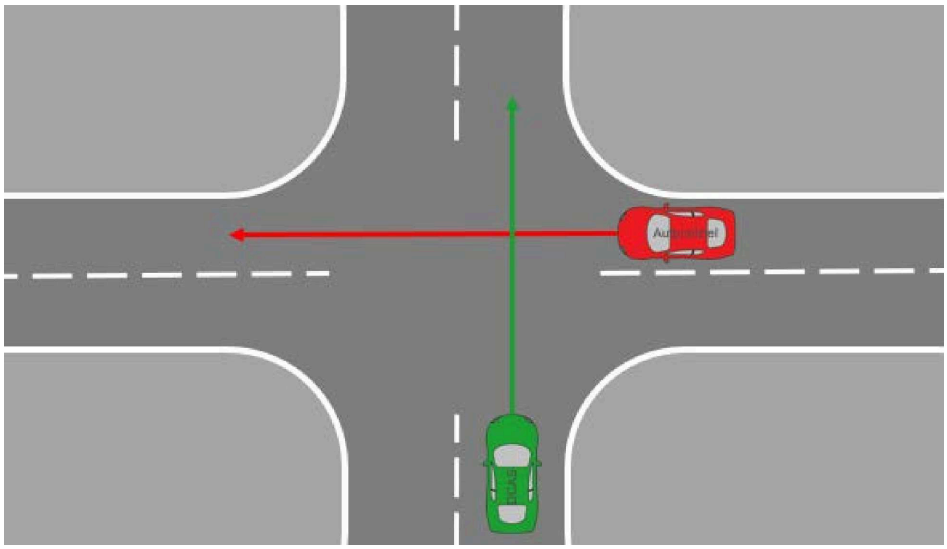
d) (teilweise) blockierter Zielspur.

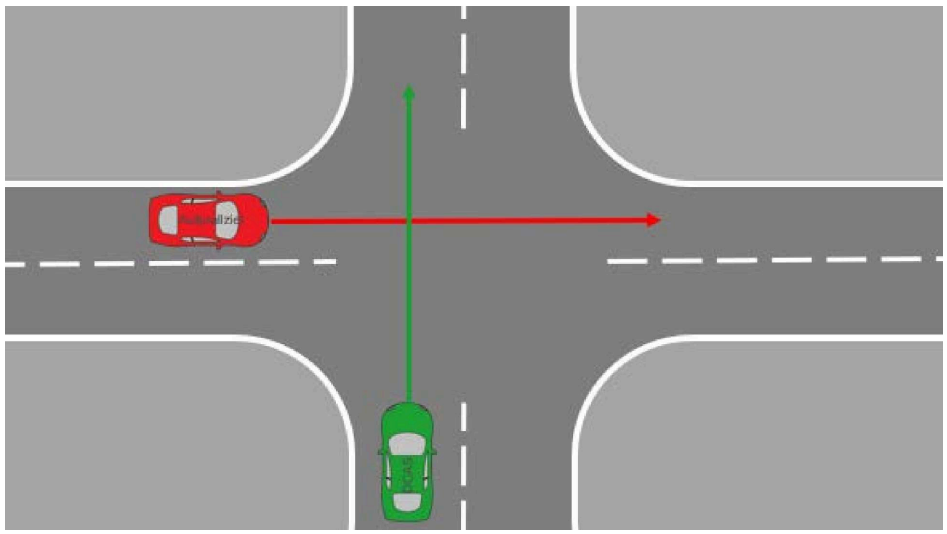
4.2.5.2.15. Zu prüfendes Fahrzeug kreuzt an einer Kreuzung ein geradeaus fahrendes Fahrzeugaufprallziel

4.2.5.2.15.1. Basisprüfung: Bei der Prüfung muss die angegebene Fähigkeit des Systems bestätigt werden, ein kreuzendes Fahrzeug, das an einer Kreuzung geradeaus fährt, zu erkennen und ihm Vorfahrt zu gewähren.

4.2.5.2.15.1.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss auf den Aufprallpunkt eines anderen Fahrzeugaufprallziels (Personenkraftwagen oder Motorrad) in einer anfänglich geraden Linie an einer Kreuzung entweder auf der Fahrer- oder der Beifahrerseite zufahren, sodass es mit seiner mittleren Vorderseite seitlich mit dem Zielfahrzeug innerhalb von 25 % der Länge des Ziels kollidiert.

4.2.5.2.15.1.2. Das Ziel muss sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 60 km/h nähern, abhängig von den angegebenen Systemgrenzen. Das zu prüfende Fahrzeug muss Vorfahrt gewähren.





4.2.5.2.15.2. Erweiterte Prüfung: Bei der Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das System die Steuerstrategie bei einem kreuzenden Fahrzeugaufprallziel, das an einer Kreuzung geradeaus fährt, nicht unangemessen ändert.

4.2.5.2.15.2.1. Die Prüfung ist mindestens durchzuführen mit

a) Zielfahrzeugen unterschiedlichen Typs oder unterschiedlicher Klasse;

b) unterschiedlichen Überdeckungen;

c) unterschiedlicher Positionierung des zu prüfenden Fahrzeugs und der Zielfahrzeuge auf der Fahrspur.

4.3. Überprüfung auf öffentlichen Straßen

4.3.1. Der Standort und die Auswahl der Prüfstrecke, die Tageszeit und die Umgebungsbedingungen werden von der Typgenehmigungsbehörde vorgegeben. Die Überprüfung auf öffentlichen Straßen muss sich je nach Systemgrenzen auf unterschiedliche Tageszeiten und Lichtintensitäten erstrecken. Sie muss Szenarien umfassen, in denen das System voraussichtlich mit herausfordernden Gegebenheiten konfrontiert ist (z. B. enge Kurven, Geschwindigkeitsänderungen aufgrund variabler Infrastruktur- und Verkehrsbedingungen, variables Verhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs, variable Geschwindigkeitsbegrenzungen) und die angegebenen Systemgrenzen kurz vor dem Erreichen stehen (z. B. Änderungen der Sicht- oder Straßenbedingungen, geplantes oder plötzliches Ende der Systemgrenzen).

4.3.2. Die Dauer der Prüfungen auf öffentlichen Straßen muss so bemessen sein, dass der Betrieb des Systems gemäß allen relevanten Teilen der in den Absätzen 5 und 6 beschriebenen Spezifikation aufgezeichnet und bewertet werden kann, wobei sicherheitskritische und störungsbedingte Szenarien ausgeschlossen sind.

4.3.3. Prüfszenarien zur Bewertung des Verhaltens des Systems bei sonstigen vom Fahrzeugführer bzw. durch das System initiierten Manövern

4.3.3.1. Die Überprüfung auf öffentlichen Straßen muss die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Prüfszenarien umfassen, um das Verhalten des Systems unter normalen realen Betriebsbedingungen zu bewerten.

Die Streckenführung ist so zu planen, dass sie die Prüfszenarien einschließt, die gemäß der Erklärung des Herstellers nach Anhang 3 dieser UN-Regelung relevant sind.

Der von der Typgenehmigungsbehörde erstellte Prüfplan muss die Szenarien zur Bewertung der spezifischen Fähigkeit unter verschiedenen Umständen abdecken.

4.3.3.2. Zusätzlich ist vom Hersteller ein Nachweis über das Verhalten des Systems in allen Arten von Szenarien, die gemäß der Erklärung des Herstellers nach Anhang 3 dieser UN-Regelung relevant sind, zu erbringen (z. B. auf der Grundlage virtueller Prüfungen).

Klasse	Art des Szenarios	Spezifische Referenzanforderungen (nicht erschöpfende Liste)
Sonstige Manöver	Auswahl einer Fahrspur	Absätze 6.3.1-6.3.9.4.
	Einfahren in einen Kreisverkehr oder Verlassen eines Kreisverkehrs	
	Verlassen der Fahrspur (kein Spurwechsel)	
	Abbiegen	
	Verlassen oder Erreichen der Parkposition	
Sonstige durch das System initiierte Manöver	Auswahl einer Fahrspur	(Vorbehalten)
	Einfahren in einen Kreisverkehr oder Verlassen eines Kreisverkehrs	
	Verlassen der Fahrspur (kein Spurwechsel)	
	Abbiegen	
	Verlassen oder Erreichen der Parkposition	

4.3.4. Für alle anderen relevanten Arten von Szenarien entsprechend den vom Hersteller nach Anhang 3 angegebenen Systemfähigkeiten und Systemgrenzen, die bei den Prüfungen auf öffentlichen Straßen nicht vorgefunden werden konnten, muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde geeignete Nachweise aus der internen Systemvalidierung des Herstellers vorlegen.

4.3.5. Die Überprüfungsfahrt ist aufzuzeichnen und das Prüffahrzeug gegebenenfalls mit nichtstörenden Geräten auszurüsten. Die Typgenehmigungsbehörde kann alle Datenkanäle, die vom System verwendet oder erzeugt werden, protokollieren oder entsprechende Protokolle anfordern, wenn dies für die Auswertung nach der Prüfung für notwendig erachtet wird.

4.3.6. Es wird empfohlen, die Überprüfung auf öffentlichen Straßen vorzunehmen, sobald das System alle in diesem Anhang beschriebenen Prüfungen auf der Prüfstrecke bestanden hat und die besonderen Anforderungen nach Anhang 3 erfüllt sind.

ANHANG 5

Grundsätze für die Glaubwürdigkeitsbewertung der Verwertung einer virtuellen Toolchain bei der DCAS-Validierung

1. Allgemeines

1.1. Es wird empfohlen, die Toolchain für Modelle und Simulation (M&S) für virtuelle Prüfungen zu verwenden, wenn ihre Glaubwürdigkeit durch die Bewertung ihrer Eignung für den beabsichtigten Zweck festgestellt wird. Es wird empfohlen, die Glaubwürdigkeit durch die Untersuchung und Bewertung von fünf M&S-Eigenschaften zu erreichen:

a) Fähigkeit — was kann die M&S leisten und welche Risiken sind damit verbunden;

b) Genauigkeit — wie gut reproduziert die M&S die Zieldaten;

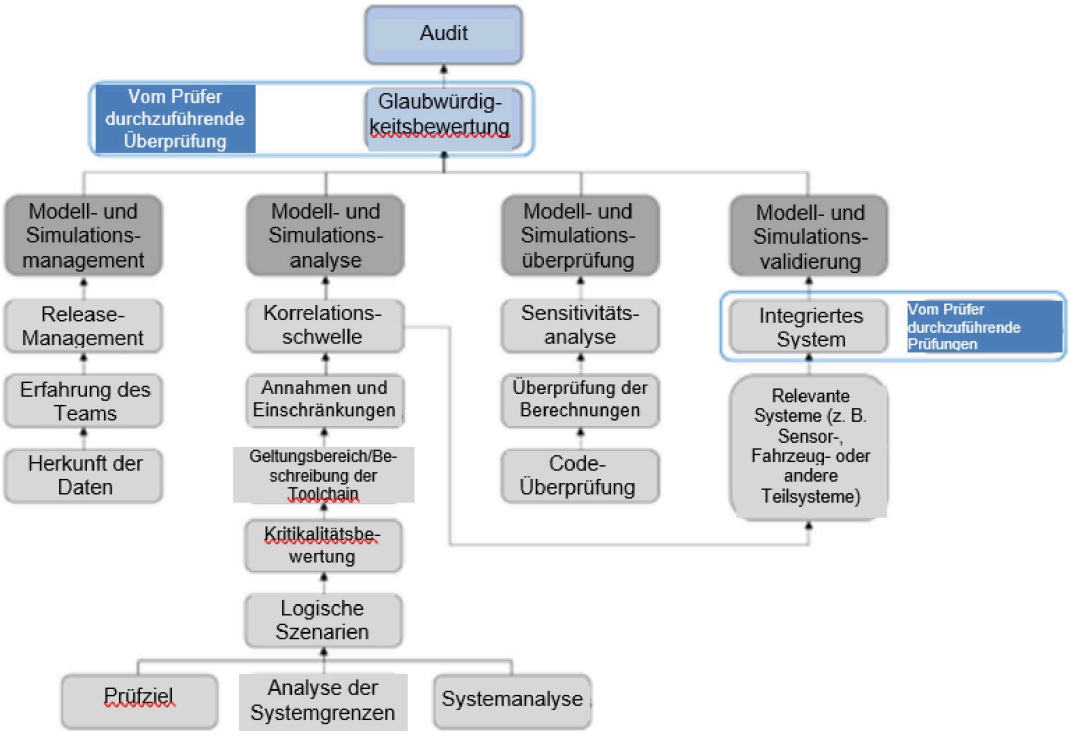
c) Korrektheit — wie korrekt und robust sind die M&S-Daten und -Algorithmen in den Werkzeugen;

d) Bedienbarkeit — welche Ausbildung und Erfahrung ist erforderlich und wie ist die Qualität des Prozesses zum Management der Nutzung von M

e) Zweckmäßigkeit — wie geeignet ist die M&S-Toolchain für die Bewertung des DCAS innerhalb seiner Systemgrenzen.

Abbildung A5/1

Grafische Darstellung der Beziehungen zwischen den Komponenten des Rahmens für die Glaubwürdigkeitsbewertung



1.2. Die Glaubwürdigkeit erfordert daher eine einheitliche Methode, um diese Eigenschaften zu untersuchen und Vertrauen in die M&S-Ergebnisse schaffen. Der Rahmen für die Glaubwürdigkeitsbewertung bietet eine Möglichkeit, die Glaubwürdigkeit von M&S auf der Grundlage von Qualitätssicherungskriterien zu bewerten und in Berichtsform zu melden, die einen Hinweis auf den Grad des Vertrauens in die Ergebnisse geben.

Mit anderen Worten: Die Glaubwürdigkeit wird durch die Bewertung der wichtigsten Einflussfaktoren ermittelt, die am meisten zum Verhalten der Modelle und Simulationswerkzeuge beitragen und somit die allgemeine Glaubwürdigkeit der M&S-Toolchain beeinflussen. Die folgenden Punkte haben alle Einfluss auf die allgemeine Glaubwürdigkeit von M&S: organisatorisches Management der M&S-Tätigkeit, Erfahrung und Fachwissen des Teams, Analyse und Beschreibung des gewählten M&S-Werkzeugs, Herkunft der Daten und Eingaben, Überprüfung, Validierung, Unsicherheitscharakterisierung.

Wie gut jeder dieser Faktoren berücksichtigt wird, ist ein Hinweis auf das von der M&S-Toolchain erreichte Qualitätsniveau, und der Vergleich zwischen dem erreichten Niveau und dem geforderten Niveau liefert ein qualitatives Maß für die Glaubwürdigkeit der M&S und ihre Eignung für den Einsatz bei virtuellen Prüfungen. Eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen den Komponenten des Rahmens für die Glaubwürdigkeitsbewertung findet sich in Abbildung 1.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. (Vorbehalten)

2.2. (Vorbehalten)

2.3. „Abstraktion“ bezeichnet den Prozess der Auswahl der wesentlichen Aspekte eines Ausgangssystems oder eines Referenzsystems, die in einem Modell oder einer Simulation dargestellt werden sollen, während nicht relevante Aspekte ignoriert werden. Für jede Modellierungsabstraktion wird vorausgesetzt, dass sie die beabsichtigten Verwendungszwecke des Simulationswerkzeugs nicht wesentlich beeinträchtigt.

2.4. „Closed-Loop-Prüfung“ bezeichnet eine virtuelle Umgebung, die die Aktionen des Elements in einem geschlossenen Kreislauf berücksichtigt. Simulierte Objekte reagieren auf die Aktionen des Systems (z. B. ein System, das mit einem Verkehrsmodell interagiert).

2.5. „Deterministisch“ bezeichnet ein System, dessen zeitliche Entwicklung genau vorhergesagt werden kann und das bei festen Eingangsparametern immer die gleiche Leistung erbringt.

2.6. „Driver-in-the-Loop (DIL)“ bezeichnet ein Verfahren, das in der Regel in einem Fahrsimulator durchgeführt wird, der für die Prüfung des Entwurfs der Mensch-Automation-Interaktion verwendet wird. DIL verfügt über Komponenten, mit denen der Fahrzeugführer die virtuelle Umgebung bedienen und mit ihr kommunizieren kann.

2.7. „Hardware-in-the-Loop (HIL)“ bezeichnet ein Verfahren, bei dem die endgültige Hardware eines bestimmten Fahrzeugteilsystems mit der endgültigen Software betrieben wird, wobei die Ein- und Ausgänge mit einer Simulationsumgebung verbunden sind, um virtuelle Prüfungen durchzuführen. Die HIL-Prüfung ermöglicht die Nachbildung von Sensoren, Stellgliedern und mechanischen Komponenten in einer Weise, die alle Eingaben/Ausgaben der zu prüfenden elektronischen Steuergeräte miteinander verbindet, lange bevor das endgültige System integriert wird.

2.8. „Modell“ bezeichnet eine Beschreibung oder Darstellung eines Systems, einer Einheit, eines Phänomens oder eines Prozesses.

2.9. „Modellkalibrierung“ bezeichnet den Prozess der Anpassung von numerischen Parametern oder Modellierungsparametern im Modell, um eine bessere Übereinstimmung mit einem Referenzwert zu erreichen.

2.10. „Modellparameter“ bezeichnet numerische Werte, die zur Charakterisierung der Funktionalität eines Systems verwendet werden. Ein Modellparameter hat einen Wert, der in der realen Welt nicht direkt beobachtet werden kann, sondern aus in der realen Welt gesammelten Daten abgeleitet werden muss (in der Phase der Modellkalibrierung).

2.11. „Model-in-the-Loop (MIL)“ bezeichnet ein Verfahren, das eine schnelle algorithmische Entwicklung ohne spezielle Hardware ermöglicht. Auf dieser Entwicklungsebene werden in der Regel Softwareumgebungen auf hoher Abstraktionsebene genutzt, die auf allgemeinen Computersystemen laufen.

2.12. „Open-Loop-Prüfung“ bezeichnet eine virtuelle Prüfung, bei der ein Datenbereitstellungsmodul Eingangsparameter für ein DCAS liefert. Es gibt keine Rückmeldungen zwischen dem DCAS und der Umgebung über die Eingangsparameter, sodass die Schleife „offen“ ist. Das Datenbereitstellungsmodul kann eine aufgezeichnete Verkehrssituation wiedergeben, z. B. von einer tatsächlichen Fahrt. Während der Prüfung können auch Umgebungsdaten generiert (Simulatoransatz) oder gemessen (Schattenmodus) werden.

2.13. „Probabilistisch“ bezeichnet einen Begriff, der sich auf nicht deterministische Ereignisse bezieht, deren Ergebnisse durch ein Wahrscheinlichkeitsmaß beschrieben werden.

2.14. „Prüfgelände oder Prüfstrecke“ bezeichnet eine physische, für den Verkehr gesperrte Prüfeinrichtung, wo die Leistung eines DCAS am realen Fahrzeug untersucht werden kann. Verkehrsteilnehmer können über Sensorstimulation oder über auf der Strecke positionierte Attrappen eingeführt werden.

2.15. „Sensorstimulation“ bezeichnet eine Technik, bei der dem zu prüfenden Element künstlich erzeugte Signale zugeführt werden, um es zu veranlassen, das für die Überprüfung der realen Welt, das Training, die Wartung oder für Forschung und Entwicklung erforderliche Ergebnis zu liefern.

2.16. „Simulation“ bezeichnet die Nachahmung der Funktionsweise eines realen Prozesses oder Systems im Verlauf der Zeit.

2.17. „Simulations-Toolchain“ bezeichnet eine Kombination von Simulationswerkzeugen, die zur Unterstützung der Validierung eines DCAS verwendet werden.

2.18. „Software-in-the-Loop (SIL)“ bezeichnet das Verfahren, bei dem die Implementierung des entwickelten Modells auf allgemeinen Computersystemen evaluiert wird. In diesem Schritt kann eine vollständige Softwareimplementierung verwendet werden, die der endgültigen sehr nahe kommt. Die SIL-Prüfung wird zur Beschreibung einer Prüfmethodik verwendet, bei der ausführbarer Code wie Algorithmen (oder sogar eine gesamte Steuerstrategie) innerhalb einer Modellierungsumgebung geprüft wird, was dazu beitragen kann, die Funktion der Software nachzuweisen oder zu prüfen.

2.19. „Stochastisch“ bezeichnet einen Prozess, der eine oder mehrere Zufallsvariable(n) einschließt oder enthält. Bezieht sich auf Zufall oder Wahrscheinlichkeit.

2.20. „Validierung des Simulationsmodells“ bezeichnet den Prozess, bei dem festgestellt wird, inwieweit ein Simulationsmodell ein genaues Abbild der realen Welt aus der Perspektive der beabsichtigten Verwendung des Werkzeugs ist.

2.21. „Vehicle-in-the-Loop (VIL)“ bezeichnet eine Fusionsumgebung aus einem realen Prüffahrzeug in der realen Welt und einer virtuellen Umgebung. Sie kann die Fahrzeugdynamik auf dem gleichen Niveau wie in der realen Welt wiedergeben und kann auf einem Fahrzeugprüfstand oder auf einer Prüfstrecke eingesetzt werden.

2.22. „Überprüfung des Simulationsmodells“ bezeichnet den Prozess, bei dem festgestellt wird, inwieweit ein Simulationsmodell oder ein virtuelles Prüfwerkzeug mit den Anforderungen und Spezifikationen übereinstimmt, die in den konzeptionellen Modellen, mathematischen Modellen oder anderen Konstruktionen festgelegt wurden.

2.23. „Virtuelle Prüfung“ bezeichnet den Prozess, ein System anhand eines oder mehrerer Simulationsmodelle zu prüfen.

3. Modelle und Simulationsmanagement

3.1. Der M&S-Lebenszyklus ist ein dynamischer Prozess mit häufigen Releases, der überwacht und dokumentiert werden sollte. Daher wird empfohlen, Managementaktivitäten einzurichten, um die M&S durch typische Produktmanagementprozesse zu unterstützen. In diesem Absatz sollten relevante Informationen zu den folgenden Aspekten enthalten sein.

3.2. Es wird empfohlen, dass dieser Teil

a) eine Beschreibung der Änderungen zwischen den M&S-Toolchain-Releases enthält;

b) eine Angabe der entsprechenden Software (z. B. spezifisches Softwareprodukt und Version) und Hardwareanordnung (z. B. X-In the Loop (XiL-Konfiguration)) beinhaltet;

c) eine Aufzeichnung der internen Überprüfungsprozesse umfasst, für die die neuen Releases abgenommen wurden;

d) während der gesamten Nutzungsdauer der virtuellen Prüfung unterstützt wird.

3.3. Release-Management

3.3.1. Es wird empfohlen, dass jede Version der Toolchain, die zur Freigabe von Daten für Zertifizierungszwecke verwendet wird, gespeichert wird. Die virtuellen Modelle, die das Prüfwerkzeug bilden, müssen in Bezug auf die entsprechenden Validierungsmethoden und Abnahmeschwellen dokumentiert werden, um die allgemeine Glaubwürdigkeit der Toolchain zu unterstützen. Der Entwickler sollte eine Methode zur Rückverfolgung der erzeugten Daten auf die entsprechende Toolchain-Version einrichten und durchsetzen.

3.3.2. Qualitätsprüfung der virtuellen Daten Die Vollständigkeit, Genauigkeit und Konsistenz der Daten wird während der Releases und der gesamten Lebensdauer eines Prüfwerkzeugs oder einer Toolchain sichergestellt, um die Überprüfungs- und Validierungsverfahren zu unterstützen.

3.4. Erfahrung und Fachwissen des Teams

3.4.1. Auch wenn Erfahrung und Fachwissen bereits in einem allgemeinen Sinne innerhalb einer Organisation abgedeckt sind, ist es wichtig, die Grundlage für das Vertrauen in die spezifische Erfahrung und das spezifische Fachwissen für M&S-Aktivitäten zu schaffen.

3.4.2. In der Tat hängt die Glaubwürdigkeit von M&S nicht nur von der Qualität der Simulationsmodelle ab, sondern auch von der Erfahrung und dem Fachwissen der an der Validierung und Nutzung von M&S beteiligten Mitarbeiter. So wird beispielsweise durch ein angemessenes Verständnis der Grenzen und des Validierungsbereichs ein möglicher Missbrauch von M&S oder eine Fehlinterpretation ihrer Ergebnisse verhindert.

3.4.3. Es ist wichtig, die Grundlage für das Vertrauen des Herstellers in die Erfahrung und das Fachwissen folgender Teams zu schaffen:

a) der Teams, die die M&S-Toolchain intern bewerten und validieren, und

b) der Teams, die die validierte Simulation für die Durchführung der virtuellen Prüfung zur Validierung des DCAS verwenden.

3.4.4. Wenn also die Erfahrung und das Fachwissen des Teams gut sind, erhöht dies das Vertrauen und damit die Glaubwürdigkeit von M&S und ihrer Ergebnisse, indem sichergestellt wird, dass die menschlichen Faktoren hinter der M&S-Tätigkeit berücksichtigt werden und Risiken, die sich aus der menschlichen Komponente ergeben, durch das Managementsystem kontrolliert werden können.

3.4.5. Für den Fall, dass die Toolchain des Herstellers Beiträge von Organisationen oder Produkte außerhalb des herstellereigenen Teams enthält oder sich auf diese stützt, empfiehlt es sich, dass der Hersteller eine Erklärung über die Maßnahmen abgibt, die er ergriffen hat, um die Qualität und Integrität dieser Beiträge zu verwalten und Vertrauen in sie zu entwickeln.

3.4.6. Die Erfahrung und das Fachwissen des Teams umfassen zwei Aspekte:

3.4.6.1. Organisatorische Ebene:

Die Glaubwürdigkeit wird durch die Einrichtung von Prozessen und Verfahren zur Identifizierung und Pflege von Fähigkeiten, Kenntnissen und Erfahrungen zur Durchführung von M&S-Aktivitäten hergestellt. Es sollten die folgenden Prozesse eingerichtet, gepflegt und dokumentiert werden:

a) Prozess zur Identifizierung und Auswertung der Kompetenzen und Fähigkeiten einzelner Mitarbeiter;

b) Prozess zur Schulung von Mitarbeitern, um ihnen die für die Durchführung von M&S-bezogenen Aufgaben nötigen Kompetenzen zu vermitteln.

3.4.6.2. Team-Ebene:

Sobald eine Toolchain fertiggestellt ist, wird ihre Glaubwürdigkeit hauptsächlich von den Fähigkeiten und Kenntnissen der Teams bestimmt, die die M&S zunächst validieren und dann für die Validierung des DCAS verwenden. Die Glaubwürdigkeit wird hergestellt, indem dokumentiert wird, dass diese Teams eine angemessene Schulung erhalten haben, um ihre Aufgaben zu erfüllen.

Der Hersteller sollte

a) die Grundlage für das Vertrauen des Herstellers in die Erfahrung und das Fachwissen der Person/des Teams bereitstellen, die/das die M&S-Toolchain validiert;

b) die Grundlage für das Vertrauen des Herstellers in die Erfahrung und das Fachwissen der Person/des Teams bereitstellen, die/das die Simulation für die Durchführung der virtuellen Prüfung zur Validierung des DCAS verwendet.

3.4.6.3. Der Hersteller sollte nachweisen, wie er die Grundsätze seiner Managementsysteme, z. B. ISO 9001 oder ein ähnliches bewährtes Verfahren oder eine Norm, in Bezug auf die Kompetenz seiner M&S-Organisation und der Mitarbeiter in dieser Organisation anwendet und auf welcher Grundlage er dies bestimmt. Es wird empfohlen, dass der Prüfer sein Urteil nicht an die Stelle des Urteils des Herstellers setzt, was die Erfahrung und das Fachwissen der Organisation oder ihrer Mitglieder betrifft.

3.4.7. Herkunft der Daten/Eingaben

3.4.7.1. Die Herkunft und Rückverfolgbarkeit der Daten und Eingaben, die bei der M&S-Validierung verwendet werden, sind wichtig. Der Hersteller sollte über entsprechende Aufzeichnungen verfügen, anhand deren der Prüfer die Qualität und Angemessenheit der Daten und Eingaben überprüfen kann.

3.4.7.2. Beschreibung der für die M&S-Validierung verwendeten Daten

a) Der Hersteller muss die zur Validierung des Modells verwendeten Daten dokumentieren und wichtige Qualitätsmerkmale festhalten.

b) Der Hersteller sollte eine Dokumentation vorlegen, aus der hervorgeht, dass die zur Validierung der Modelle verwendeten Daten die beabsichtigten Funktionalitäten abdecken, die die Toolchain virtualisieren soll.

c) Der Hersteller sollte die Kalibrierverfahren dokumentieren, die zur Anpassung der Parameter der virtuellen Modelle an die gesammelten Eingabedaten verwendet werden.

3.4.7.3. Auswirkung der Datenqualität (z. B. Datenabdeckung, Signal-Rausch-Verhältnis und Unsicherheit/Bias/Abtastrate der Sensoren) auf die Unsicherheit der Modellparameter

Die Qualität der Daten, die zur Entwicklung des Modells verwendet werden, wirkt sich auf die Schätzung und Kalibrierung der Modellparameter aus. Die Unsicherheit der Modellparameter wird ein weiterer wichtiger Aspekt in der abschließenden Unsicherheitsanalyse sein.

3.4.8. Herkunft der Daten/Ausgaben

3.4.8.1. Die Herkunft der Ausgabedaten ist wichtig. Der Hersteller sollte Aufzeichnungen über die Ergebnisse der M&S-Toolchain führen und sicherstellen, dass diese zu den Eingaben und der erzeugten M&S-Toolchain zurückverfolgt werden können. Dies ist Teil des Nachweispfads für die DCAS-Validierung.

3.4.8.2. Beschreibung der im Rahmen der M&S generierten Daten

a) Der Hersteller sollte Informationen über alle Daten und Szenarien bereitstellen, die für die Validierung der für virtuelle Prüfungen verwendeten Toolchain herangezogen werden.

b) Der Hersteller sollte die exportierten Daten dokumentieren und wichtige Qualitätsmerkmale vermerken, z. B. anhand der Korrelationsmethoden.

c) Der Hersteller sollte M&S-Ausgaben auf den entsprechenden M&S-Aufbau zurückführen.

3.4.8.2.1. Auswirkung der Datenqualität auf die Glaubwürdigkeit der M&S

a) Die M&S-Ausgabedaten sollten ausreichend sein, um die korrekte Ausführung der Validierung zu gewährleisten. Die Daten sollten die für die virtuelle Bewertung des DCAS relevanten Systemgrenzen ausreichend reflektieren.

b) Die Ausgabedaten sollten eine Konsistenz-/Plausibilitätsprüfung der virtuellen Modelle durch eine mögliche Nutzung redundanter Informationen zulassen.

3.4.8.2.2. Verwaltung stochastischer Modelle

a) Stochastische Modelle sollten in Bezug auf ihre Varianz charakterisiert werden.

b) Die Verwendung stochastischer Modelle sollte die Möglichkeit einer deterministischen Wiederholung nicht ausschließen.

3.5. M&S-Analyse und -Beschreibung

3.5.1. Die M&S-Analyse und -Beschreibung sind darauf ausgelegt, die gesamte Toolchain zu definieren und den Parameterraum zu identifizieren, der durch virtuelle Prüfungen bewertet werden kann. Sie definiert den Umfang und die Grenzen der *Modelle* und der Simulationswerkzeuge sowie die Quellen für Unsicherheiten, die ihre Ergebnisse beeinflussen können.

3.5.2. Allgemeine Beschreibung:

a) Der Hersteller sollte eine Beschreibung der vollständigen Toolchain vorlegen und darlegen, wie die M&S-Daten zur Unterstützung der DCAS-Validierungsstrategie verwendet werden.

b) Der Hersteller sollte eine klare Beschreibung des Prüfziels vorlegen.

3.5.3. Annahmen, bekannte Einschränkungen und Quellen der Unsicherheit

a) Der Hersteller sollte die Annahmen für die Modellierung begründen, die dem Entwurf der M&S-Toolchain zugrunde liegen.

b) Der Hersteller sollte folgende Nachweise erbringen:

i) wie die vom Hersteller definierten Annahmen bei der Definition der Grenzen der Toolchain eine Rolle spielen;

ii) den Treuegrad, der für die Simulationsmodelle erforderlich ist.

c) Der Hersteller sollte begründen, dass die Toleranz für die Korrelation zwischen M&S und Realität für das Prüfziel akzeptabel ist.

d) Schließlich sollte dieser Absatz Informationen über die Quellen der Unsicherheit im Modell enthalten. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur abschließenden Unsicherheitsanalyse, die definiert, wie die Ergebnisse der M&S-Toolchain durch die verschiedenen Unsicherheitsquellen der verwendeten M&S-Toolchain beeinflusst werden können.

3.5.4. Gültigkeitsbereich (Zweck des Modells — wie die M&S in der DCAS-Validierung verwendet wird)

a) Die Glaubwürdigkeit des virtuellen Werkzeugs sollte durch einen klar definierten Gültigkeitsbereich für die Nutzung der entwickelten M&S-Toolchains sichergestellt werden.

b) Die ausgereifte M&S sollte eine Virtualisierung der physikalischen Phänomene mit einem Genauigkeitsgrad ermöglichen, der dem für die Bescheinigung geforderten Treuegrad entspricht. Somit dient die M&S-Umgebung als „virtuelles Versuchsgelände“ für DCAS-Prüfungen.

c) M&S-Toolchains erfordern spezielle Szenarien und Metriken für die Validierung. Die für die Validierung verwendeten Szenarien sollten so gewählt werden, dass sich darauf verlassen werden kann, dass die Toolchain auch in Szenarien außerhalb des Gültigkeitsbereichs für die Validierung in gleicher Weise funktioniert.

d) Der Hersteller sollte eine Liste von Validierungsszenarien und die Beschränkungen für die Beschreibung der entsprechenden Parameter bereitstellen.

e) Die Analyse der Systemgrenzen ist ein entscheidender Beitrag zur Ableitung der Anforderungen, des Gültigkeitsbereichs und der Auswirkungen, die bei der DCAS-Validierung in der M&S-Toolchain berücksichtigt werden müssen.

f) Die für die Szenarien generierten Parameter definieren extrinsische und intrinsische Daten für die Toolchain und die Simulationsmodelle.

3.5.5. Kritikalitätsbewertung

3.5.5.1. Die Simulationsmodelle und die Simulationswerkzeuge, die in der gesamten Toolchain verwendet werden, sollten im Hinblick auf ihre Auswirkungen im Falle eines Sicherheitsfehlers im Endprodukt untersucht werden. Der vorgeschlagene Ansatz für die Kritikalitätsanalyse ist von der ISO-Norm 26262 abgeleitet, die eine Qualifizierung für einige der im Entwicklungsprozess verwendeten Werkzeuge verlangt. Um abzuleiten, wie kritisch die simulierten Daten sind, werden bei der Kritikalitätsbewertung die folgenden Parameter berücksichtigt:

a) die Folgen für die menschliche Sicherheit, z. B. die Schweregrade in ISO 26262;

b) das Ausmaß, in dem die Ergebnisse der M&S-Toolchain das DCAS beeinflussen.

3.5.5.2. Zur Veranschaulichung dieser Analyse enthält die nachstehende Tabelle eine Beispielmatrix für die Kritikalitätsbewertung. Der Hersteller kann diese Matrix an den jeweiligen Anwendungsfall anpassen.

Tabelle A5/1

Matrix für die Kritikalitätsbewertung

<table>
<tr><td rowspan="4">Einfluss auf das DCAS</td><td>Bedeutend</td><td rowspan="2">Keine Angabe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mittel</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Geringfügig</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Vernachlässigbar</td><td></td><td></td><td colspan="2">Keine Angabe</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>Vernachlässigbar</td><td>Geringfügig</td><td>Mittel</td><td>Bedeutend</td></tr>
<tr><td colspan="4">Entscheidungsfolge</td></tr>
</table>

3.5.5.3. Unter dem Gesichtspunkt der Kritikalitätsbewertung gibt es drei mögliche Fälle für die Bewertung:

a) Modelle oder Werkzeuge, die eindeutig für eine vollständige Glaubwürdigkeitsprüfung infrage kommen;

b) diejenigen Modelle oder Werkzeuge, die nach dem Ermessen des Prüfers für eine vollständige Glaubwürdigkeitsbewertung infrage kommen oder nicht;

c) diejenigen Modelle oder Werkzeuge, die keiner Glaubwürdigkeitsbewertung unterzogen werden müssen.

3.6. Überprüfung

3.6.1. Die M&S-Überprüfung beinhaltet die Analyse der korrekten Umsetzung der konzeptionellen/mathematischen Modelle, die die M&S-Toolchain bilden. Die Überprüfung trägt zur Glaubwürdigkeit der M&S bei, indem sichergestellt wird, dass die jeweiligen Werkzeuge kein unrealistisches Verhalten für eine Reihe von Eingaben zeigen, die nicht geprüft werden können. Das Verfahren basiert auf einem mehrstufigen Ansatz (siehe unten), der die Überprüfung des Codes, die Überprüfung der Berechnungen und eine Sensitivitätsanalyse umfasst.

3.6.2. Code-Überprüfung

3.6.2.1. Die Code-Überprüfung umfasst Prüfungen, die zeigen, dass keine numerischen/logischen Fehler die virtuellen Modelle beeinträchtigen.

a) Der Hersteller sollte die Durchführung geeigneter Verfahren für die Code-Überprüfung dokumentieren, z. B. statische/dynamische Code-Überprüfung, Konvergenzanalyse und gegebenenfalls Vergleich mit exakten Lösungen. ([1])

b) Der Hersteller sollte eine Dokumentation vorlegen, aus der hervorgeht, dass die Untersuchung des Eingangsparameterbereichs umfassend genug war, um Parameterkombinationen zu identifizieren, für die die M&S-Werkzeuge ein instabiles oder unrealistisches Verhalten zeigen. Zum Nachweis der erforderlichen Untersuchung des Modellverhaltens können Abdeckungsmetriken für Parameterkombinationen verwendet werden.

c) Der Hersteller sollte Verfahren zur Überprüfung der Plausibilität/Konsistenz anwenden, wann immer die Daten dies zulassen.

3.6.3. Überprüfung der Berechnungen

3.6.3.1. Bei der Überprüfung der Berechnungen geht es um die Abschätzung von numerischen Fehlern, die die M&S beeinflussen.

a) Der Hersteller sollte Schätzungen der numerischen Fehler (z. B. Diskretisierungsfehler, Rundungsfehler, Konvergenz iterativer Verfahren) dokumentieren.

b) Die numerischen Fehler sollten ausreichend begrenzt sein, um die Validierung nicht zu beeinträchtigen.

3.6.4. Sensitivitätsanalyse

3.6.4.1. Mit der Sensitivitätsanalyse soll quantifiziert werden, wie sich Änderungen der Modelleingabewerte auf die Modellausgabewerte auswirken, um so die Parameter zu ermitteln, die den größten Einfluss auf die Ergebnisse des Simulationsmodells haben. Die Untersuchung der Sensitivität bietet auch die Möglichkeit zu bestimmen, inwieweit das Simulationsmodell die Validierungsschwellenwerte erfüllt, wenn kleine Variationen der Parameter darauf angewendet werden, und ist daher von grundlegender Bedeutung, um die Glaubwürdigkeit der Simulationsergebnisse zu unterstützen.

a) Der Hersteller sollte eine stützende Dokumentation vorlegen, aus der hervorgeht, dass die kritischsten Parameter, die das Simulationsergebnis beeinflussen, mithilfe von Sensitivitätsanalysetechniken ermittelt wurden, beispielsweise durch Störung der Modellparameter.

b) Der Hersteller sollte nachweisen, dass robuste Kalibrierungsverfahren angewandt wurden, in deren Rahmen die kritischsten Parameter ermittelt und kalibriert wurden, was zu einer Erhöhung der Glaubwürdigkeit der entwickelten Toolchain geführt hat.

c) Letztlich werden die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse auch dazu beitragen, die Eingaben und Parameter zu definieren, deren Unsicherheitscharakterisierung besonderer Aufmerksamkeit bedarf, um die Unsicherheit der Simulationsergebnisse zu charakterisieren.

3.6.5. Validierung

3.6.5.1. Der quantitative Prozess für die Bestimmung, in welchem Grad ein Modell oder eine Simulation eine genaue Darstellung der realen Welt aus der Perspektive der beabsichtigten Anwendungen von M&S bieten. Es wird empfohlen, bei der Bewertung der Gültigkeit eines Modells oder einer Simulation die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

3.6.5.2. Leistungsmaße (Metriken)

a) Bei den Leistungsmaßen handelt es sich um Metriken, die dazu dienen, die Leistung des DCAS bei einer virtuellen Prüfung mit seiner Leistung in der realen Welt zu vergleichen. Die Leistungsmaße werden während der M&S-Analyse definiert.

b) Metriken für die Validierung können Folgendes umfassen:

i) Analyse diskreter Werte, z. B. Erkennungsrate, Auslöserate;

ii) zeitliche Entwicklung, z. B. Positionen, Geschwindigkeiten, Beschleunigung;

([1]) Roy, C. J. (2005). Review of code and solution verification procedures for computational simulation. *Journal of Computational Physics, 205*(1), S. 131-156.

iii) Analyse von Statusänderungen, z. B. Berechnung von Entfernung/Geschwindigkeit, TTC-Berechnung, Bremsauslösung.

3.6.5.3. Anpassungsgütemessungen

a) Die analytischen Rahmen, die dem Vergleich von realen und simulierten Metriken dienen, werden im Allgemeinen von wesentlichen Leistungsindikatoren (KPI) abgeleitet, die die statistische Vergleichbarkeit zwischen zwei Datensätzen anzeigen.

b) Bei der Validierung sollte nachgewiesen werden, dass diese KPI erfüllt sind.

3.6.5.4. Validierungsmethodik

a) Der Hersteller sollte die logischen Szenarien definieren, die für die Validierung der für virtuelle Prüfungen verwendeten Toolchain herangezogen werden. Sie sollten in der Lage sein, die Systemgrenzen der virtuellen Prüfung für die DCAS-Validierung so weit wie möglich abzudecken

b) Die genaue Methodik hängt von dem Aufbau und dem Zweck der Toolchain ab. Die Validierung kann aus einem oder mehreren der folgenden Punkte bestehen:

i) Validierung von Teilsystemmodellen, z. B. Umgebungsmodell (Straßennetz, Witterungsbedingungen, Interaktion mit Verkehrsteilnehmern), Sensormodellen (Funkerkennung und Reichweite (RADAR), Lichterkennung und Reichweite (LiDAR), Kamera), Fahrzeugmodell (Lenkung, Bremsen, Antriebsstrang);

ii) Validierung des Fahrzeugsystems (Modell der Fahrzeugdynamik zusammen mit dem Umweltmodell);

iii) Validierung des Sensorsystems (Sensormodell zusammen mit dem Umgebungsmodell);

iv) Validierung des integrierten Systems (Sensormodell + Umgebungsmodell mit Einflüssen aus dem Fahrzeugmodell).

3.6.5.5. Genauigkeitsanforderung

3.6.5.5.1. Die Anforderung an die Korrelationsschwelle wird während der M&S-Analyse festgelegt. Bei der Validierung sollte nachgewiesen werden, dass diese KPI erfüllt sind (Verwendung der Korrelationsmethoden).

3.6.5.6. Validierungsumfang (welcher Teil der Toolchain validiert werden soll)

3.6.5.6.1. Eine Toolchain besteht aus mehreren Werkzeugen, und jedes Werkzeug verwendet mehrere *Modelle*. Der Validierungsumfang umfasst alle Werkzeuge und die entsprechenden *Modelle*.

3.6.5.7. Interne Validierungsergebnisse

a) Die Dokumentation sollte nicht nur einen Nachweis der M&S-Validierung enthalten, sondern auch ausreichende Informationen über die Prozesse und Produkte, die die allgemeine Glaubwürdigkeit der verwendeten Toolchain belegen.

b) Die Dokumentation/Ergebnisse kann/können aus früheren Glaubwürdigkeitsbewertungen übernommen werden.

3.6.5.8. Unabhängige Validierung der Ergebnisse

3.6.5.8.1. Der Prüfer sollte ein Audit der vom Hersteller vorgelegten Dokumentation vornehmen und kann das vollständige integrierte Werkzeug einer Prüfung unterziehen. Wenn die Ergebnisse der virtuellen Prüfungen die Ergebnisse der physischen Prüfungen nicht ausreichend reproduzieren, kann der Prüfer verlangen, dass die virtuellen und/oder physischen Prüfungen wiederholt werden. Die Prüfungsergebnisse werden überprüft, und etwaige Abweichungen in den Ergebnissen sollten mit dem Hersteller besprochen werden. Es ist hinreichend zu begründen, warum die Prüfkonfiguration zu einer Abweichung der Ergebnisse geführt hat.

3.6.5.9. Unsicherheitscharakterisierung

3.6.5.9.1. Dieser Absatz befasst sich mit der Charakterisierung der erwarteten Variabilität der Ergebnisse der virtuellen Toolchain. Die Bewertung sollte aus zwei Phasen bestehen. In der ersten Phase werden die in den Absätzen „M&S-Analyse und -Beschreibung“ und „Herkunft der Daten/Eingaben“ gesammelten Informationen verwendet, um die Unsicherheit in den Eingabedaten, in den Modellparametern und in der Modellierungsstruktur zu charakterisieren. Durch die Fortpflanzung aller Unsicherheiten durch die virtuelle Toolchain wird die Unsicherheit der Modellergebnisse quantifiziert. Je nach Unsicherheit in den Modellergebnissen muss der DCAS-Hersteller bei der Verwendung virtueller Prüfungen für die DCAS-Validierung angemessene Sicherheitstoleranzen einführen.

3.6.5.9.2. Charakterisierung der Unsicherheit in den Eingabedaten

Der DCAS-Hersteller sollte nachweisen, dass er die kritischen Eingaben des Modells durch robuste Techniken, z. B. mehrfache Wiederholungen für ihre Bewertung, geschätzt hat.

3.6.5.9.3. Charakterisierung der Unsicherheit der Modellparameter (nach der Kalibrierung)

Der Hersteller sollte nachweisen, dass die Parameter eines kritischen Modells, die nicht vollständig bestimmt werden können, durch eine Verteilung und/oder Vertrauensintervalle charakterisiert werden.

3.6.5.9.4. Charakterisierung der Unsicherheit in der M&S-Struktur

Der Hersteller sollte nachweisen, dass die Annahmen für die Modellierung mit einer quantitativen Charakterisierung in Form einer Bewertung der erzeugten Unsicherheit versehen sind (z. B. durch Vergleich der Ergebnisse verschiedener Modellierungsansätze, wann immer dies möglich ist).

3.6.5.9.5. Charakterisierung der aleatorischen im Vergleich zur epistemischen Unsicherheit

Der Hersteller sollte versuchen, zwischen der aleatorischen Komponente der Unsicherheit (die nur geschätzt, aber nicht reduziert werden kann) und der epistemischen Unsicherheit, die sich aus dem fehlenden Wissen bei der Virtualisierung des Prozesses ergibt, zu unterscheiden.

4. Aufbau der Dokumentation

4.1. In diesem Absatz ist festgelegt, wie die vorstehend genannten Informationen in der Dokumentation, die der Hersteller der zuständigen Behörde vorlegt, erfasst und organisiert werden.

a) Der Hersteller sollte ein Dokument („Simulationshandbuch“) erstellen, das entsprechend dem vorliegenden Entwurf gegliedert ist, um den Nachweis für die dargestellten Themen zu erbringen.

b) Die Dokumentation sollte zusammen mit dem entsprechenden Release der Toolchain und entsprechenden unterstützenden Daten geliefert werden.

c) Der Hersteller sollte klare Referenzen zur Verfügung stellen, die eine Rückverfolgung der Dokumentation zu den entsprechenden Teilen der Toolchain und den Daten ermöglichen.

d) Die Dokumentation sollte während des gesamten Lebenszyklus der Toolchain-Nutzung gepflegt werden. Der Prüfer kann ein Audit für den Hersteller durchführen, indem er dessen Dokumentation bewertet und/oder physische Prüfungen durchführt.