Amtsblatt
der Europäischen Union

DE
Reihe L

2026/502

13.4.2026

Nur die von der UNECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens sind der neuesten Fassung des UNECE-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. 13-H — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Personenkraftwagen hinsichtlich der Bremsen [2026/502]

Einschließlich des gesamten gültigen Textes bis:
Änderungsserie 02 — Datum des Inkrafttretens: 12. Juni 2025

INHALT

Regelung

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Antrag auf Genehmigung
4. Genehmigung
5. Vorschriften
6. Prüfungen
7. Änderung eines Fahrzeugtyps oder dessen Bremssystems und Erweiterung der Genehmigung
8. Übereinstimmung der Produktion
9. Maßnahmen bei Abweichung der Produktion
10. Endgültige Einstellung der Produktion
11. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden
12. Übergangsvorschriften

Anhänge

1 Mitteilung

Anlage — Liste der Fahrzeugdaten für Genehmigungen nach der UN-Regelung Nr. 90

2 Anordnungen der Genehmigungszeichen

3 Bremsprüfungen und Wirkung der Bremssysteme

Anlage — Verfahren zur Überwachung des Batterieladezustands

4 Vorschriften bezüglich der Energiequellen und Energiespeichereinrichtungen (Energiespeicher)

5 Verteilung der Bremskraft auf die Fahrzeugachsen

Anlage 1 — Verfahren für die Prüfung der Blockierreihenfolge

Anlage 2 — Verfahren für die Prüfung des Bremsmoments an den Rädern

6 Prüfvorschriften für Fahrzeuge mit Antiblockiervorrichtungen (ABV)

Anlage 1 — Symbole und Begriffsbestimmungen

Anlage 2 — Kraftschlussausnutzung

Anlage 3 — Bremswirkung auf Oberflächen mit unterschiedlichen Kraftschlussbeiwerten

Anlage 4 — Verfahren zur Auswahl der Oberflächen mit niedrigem Kraftschlussbeiwert

7 Verfahren zur Prüfung von Bremsbelägen auf dem Schwungmassenprüfstand

8 Besondere Anforderungen an die Sicherheitsaspekte elektronischer Steuersysteme

Anlage — Muster für den Bewertungsbericht gemäß Anhang 8

1. Anwendungsbereich

1.1. Diese Regelung gilt für die Bremsen von Fahrzeugen der Klassen M_1 und N_1 ([1]).

1.2. Diese Regelung gilt nicht für

1.2.1. Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h;

1.2.2. Fahrzeuge mit Einrichtungen für körperbehinderte Fahrer.

1.2.3. Die Genehmigung der elektronischen Fahrdynamikregelung (ESC) und des Bremsassistenzsystems (BAS) des Fahrzeugs.

1.2.4. Fahrzeuge, die nicht mit einer manuellen Bremsung für den normalen Betrieb ausgerüstet sind.

2. Begriffsbestimmungen:

Für die Zwecke der vorliegenden Regelung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Genehmigung eines Fahrzeugs“ bezeichnet die Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Bremsen.

2.2. „Fahrzeugtyp“ bezeichnet Fahrzeuge, die sich in folgenden wesentlichen Merkmalen nicht voneinander unterscheiden:

2.2.1. Höchstmasse nach Absatz 2.11;

2.2.2. Achslastverteilung;

2.2.3. bauartbestimmte Höchstgeschwindigkeit;

2.2.4. eine unterschiedliche Bauart der Bremsausrüstung, insbesondere das Vorhandensein oder Fehlen der Ausrüstung für das Bremsen eines Anhängers oder eines elektrischen Bremssystems;

2.2.5. Motortyp;

2.2.6. Anzahl und Übersetzungen der Getriebegänge;

2.2.7. Übersetzungen der Antriebsachsen;

2.2.8. Reifenabmessungen:

2.3. „Bremsausrüstung“ bezeichnet die Gesamtheit der Teile, deren Aufgabe es ist, die Geschwindigkeit eines fahrenden Fahrzeugs zu verringern oder es zum Stillstand zu bringen oder es im Stillstand zu halten, wenn es bereits steht; diese Funktionen sind in Absatz 5.1.2 näher bezeichnet. Die Ausrüstung besteht aus der Betätigungseinrichtung, der Übertragungseinrichtung und der eigentlichen Bremse;

([1]) In dieser Regelung sind als Alternative zu den Vorschriften der UN-Regelung Nr. 13 Vorschriften für Fahrzeuge der Klasse N_1 enthalten. Vertragsparteien, die sowohl die UN-Regelung Nr. 13 als auch die vorliegende Regelung anwenden, erkennen Genehmigungen nach beiden Regelungen als gleichermaßen gültig an. Die Fahrzeugklassen M_1 und N_1 sind in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 6, Absatz 2 definiert — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

2.4. „Betätigungseinrichtung“ bezeichnet den Teil, den der Fahrer unmittelbar betätigt, um die zur Bremsung erforderliche Energie in die Übertragungseinrichtung einzuleiten oder zu steuern. Diese Energie kann die Muskelarbeit des Fahrers oder eine andere vom Fahrer gesteuerte Energiequelle oder eine Kombination dieser verschiedenen Energiearten sein.

2.5. „Übertragungseinrichtung“ bezeichnet die Gesamtheit der Bauteile, die zwischen der Betätigungseinrichtung und der Bremse angeordnet sind und diese in funktioneller Weise miteinander verbinden. Die Übertragungseinrichtung kann mechanisch, hydraulisch, pneumatisch, elektrisch oder kombiniert sein. Wird die Bremskraft von einer Energiequelle erzeugt oder unterstützt, die unabhängig vom Fahrer ist, so ist der Energievorrat des Systems ebenfalls ein Teil der Übertragungseinrichtung.

Die Übertragungseinrichtung ist in zwei voneinander unabhängige Funktionsbereiche unterteilt: die Steuer-Übertragungseinrichtung und die Energie-Übertragungseinrichtung. Wird der Ausdruck „Übertragungseinrichtung“ in dieser Regelung allein verwendet, so bezeichnet er sowohl die „Steuer-Übertragungseinrichtung“ als auch die „Energie-Übertragungseinrichtung“:

2.5.1. „Steuer-Übertragungseinrichtung“ bezeichnet die Gesamtheit der Bauteile der Übertragungseinrichtung, die die Bremsenbetätigung steuern, einschließlich der Betätigungsfunktionen und der erforderlichen Energievorräte.

2.5.2. „Energie-Übertragungseinrichtung“ bezeichnet die Gesamtheit der Bauteile, die den Bremsen die für ihre Funktion erforderliche Energie zuführen, einschließlich der für die Betätigung der Bremsen erforderlichen Energievorräte.

2.6. „Bremse“ bezeichnet den Teil, in dem die der Bewegung des Fahrzeugs entgegenwirkenden Kräfte erzeugt werden. Sie kann eine Reibungsbremse sein (bei der die Kräfte durch Reibung zwischen zwei sich gegeneinander bewegenden Teilen des Fahrzeugs erzeugt werden); eine elektrische Bremse (bei der die Kräfte aus der elektromagnetischen Wirkung zwischen zwei sich gegeneinander bewegenden, sich aber nicht berührenden Teilen des Fahrzeugs erzeugt werden); eine „Fluidbremse“ (bei der die Kräfte durch die Wirkung eines Fluids zwischen zwei sich gegeneinander bewegenden Teilen des Fahrzeugs erzeugt werden); oder eine Motorbremse (bei der die Kräfte aus der künstlichen Erhöhung der auf die Räder übertragenen Bremswirkung des Motors entstehen).

2.7. „Verschiedenartige Bremsausrüstungen“ bezeichnet Ausrüstungen, die sich in folgenden wesentlichen Merkmalen voneinander unterscheiden, z. B.:

2.7.1. Bauteile mit unterschiedlichen Eigenschaften;

2.7.2. Bauteile, die aus Werkstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften bestehen oder Bauteile mit unterschiedlicher Form oder Größe;

2.7.3. unterschiedliche Anordnung der Bauteile.

2.8. „Bauteil der Bremsausrüstung“ bezeichnet eines der Einzelteile, die zusammen die vollständige Bremsausrüstung bilden.

2.9. „Abstufbare Bremsung“ bezeichnet die Bremsung, bei der innerhalb des normalen Arbeitsbereiches der Einrichtung und während der Bremsbetätigung (siehe Absatz 2.16)

2.9.1. der Fahrer zu jedem Zeitpunkt durch Einwirkung auf die Betätigungseinrichtung die Bremskraft erhöhen oder vermindern kann;

2.9.2. die Bremskraft sich proportional zur Einwirkung auf die Betätigungseinrichtung ändert (gleichförmige Wirkung);

2.9.3. eine hinreichende Feinabstimmung der Bremskraft leicht möglich ist.

2.10. „Beladenes Fahrzeug“ bezeichnet, falls nichts anderes angegeben ist, das bis zu seiner „Höchstmasse“ beladene Fahrzeug.

2.11. „Höchstmasse“ bezeichnet die vom Fahrzeughersteller angegebene technisch zulässige Masse (diese Masse kann höher sein als die von der nationalen Behörde festgelegte „zulässige Gesamtmasse“).

2.12. „Achslastverteilung“ bezeichnet die Verteilung der Wirkung der Schwerkraft auf die Masse des Fahrzeugs und/oder seines Inhalts auf die Achsen.

2.13. „Rad-/Achslast“ bezeichnet eine senkrechte statische Reaktionskraft der Straßenoberfläche in der Kontaktfläche auf die Räder der Achse.

2.14. „Höchste statische Rad-/Achslast“ bezeichnet eine statische Rad-/Achslast, die unter der Bedingung eines beladenen Fahrzeugs erreicht wird.

2.15. „Hydraulische Fremdkraftbremsausrüstung“ bezeichnet eine Bremsausrüstung, bei der die Energie durch eine unter Druck stehende Hydraulikflüssigkeit geliefert wird, die in einem oder mehreren Behältern gespeichert und von einem oder mehreren Druckerzeugern gespeist wird, wobei dieser Druck jeweils auf einen Höchstwert begrenzt wird. Dieser Wert ist vom Hersteller anzugeben;

2.16. „Betätigung“ bezeichnet sowohl das Aktivieren als auch das Lösen der Betätigungseinrichtung.

2.17. „Elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung“ bezeichnet ein Bremssystem, bei dem die kinetische Energie des Fahrzeugs während der Verzögerung in elektrische Energie umgewandelt wird.

2.17.1. „Betätigungseinrichtung des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung“ bezeichnet eine Einrichtung, mit der die Funktion des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung gesteuert wird.

2.17.2. „Elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie A“ bezeichnet ein elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung, das nicht Teil des Betriebsbremssystems ist.

2.17.3. „Elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B“ bezeichnet ein elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung, das Teil des Betriebsbremssystems ist.

2.17.4. „Ladezustand“ oder „SOC“ (Electric State of Charge) bezeichnet das momentane Verhältnis der Menge der in der Speichereinrichtung für elektrische Energie (z. B. Batterie, Kondensator) gespeicherten elektrischen Energie zur maximalen Menge der elektrischen Energie, die in dieser Einrichtung gespeichert werden kann.

2.17.5. „Antriebsbatterie“ bezeichnet eine Gruppe von Akkumulatoren, die den Energiespeicher für die Versorgung der Antriebsmotoren des Fahrzeugs bilden.

2.18. „Zeitlich abgestimmte Bremsung“ bezeichnet eine Funktion, die verwendet werden kann, wenn aus zwei oder mehr Quellen Bremsenergie mithilfe einer gemeinsamen Betätigungseinrichtung eingeleitet wird, und die bewirkt, dass eine Energiequelle durch eine Zeitversetzung bei den anderen vorrangig genutzt wird, sodass die Betätigungsbewegung verstärkt werden muss, damit diese Energiequellen aktiviert werden können.

2.19. „Nennwert“ bezeichnet die Definition der Bezugsbremswirkung, damit der Übertragungsfunktion des Bremssystems ein Wert zugeordnet werden kann, wobei jeweils die Ausgangsgröße auf die Eingangsgröße bei den Fahrzeugen bezogen wird.

2.19.1. Der „Nennwert“ ist als die Kenngröße definiert, die bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden kann und bei der die Abbremsung des Kraftfahrzeugs auf den Wert der Eingangsgröße der Bremsung bezogen wird.

2.20. „Automatisch gesteuerte Bremsung“ bezeichnet eine Funktion in einem komplexen elektronischen Steuersystem, bei der die Betätigung der Bremssysteme oder der Bremsen an bestimmten Achsen zur Verzögerung des Fahrzeugs mit oder ohne direktes Eingreifen des Fahrers nach automatischer Auswertung der von den bordeigenen Systemen übermittelten Informationen erfolgt.

2.21. „Selektive Bremsung“ bezeichnet eine Funktion in einem komplexen elektronischen Steuersystem, bei der die Betätigung der einzelnen Bremsen automatisch erfolgt, wobei die Verzögerung gegenüber der Veränderung des Fahrzeugverhaltens sekundär ist.

2.22. „Bremssignal“ bezeichnet ein Schaltsignal, das die Bremsenbetätigung nach Absatz 5.2.22 dieser Regelung anzeigt.

2.23. „Notbremssignal“ bezeichnet ein Schaltsignal, das die Notbremsung nach Absatz 5.2.23 dieser Regelung anzeigt.

2.24. „Kenncode“ bezeichnet ein Identifizierungsmerkmal der von der Genehmigung des Bremssystems gemäß dieser Regelung erfassten Bremsscheiben oder Bremstrommeln. Er muss mindestens den Herstellernamen oder die Handelsmarke und eine Identifizierungsnummer enthalten.

2.25. „Automatisiertes Fahrsystem“ oder „ADS“ (Automated Driving System) bezeichnet die Hardware und Software des Fahrzeugs, die in ihrer Kombination in der Lage sind, die gesamte dynamische Fahraufgabe dauerhaft durchzuführen.

2.25.1. „Dynamische Fahraufgabe“ oder „DDT“ (Dynamic Driving Task) bezeichnet die operativen und taktischen Funktionen in Echtzeit, die für den Betrieb des Fahrzeugs im Straßenverkehr erforderlich sind.

2.26. „Belastungswert der Bremse“ bezeichnet den Belastungswert für die Bremskraft eines einzelnen Reifens, oder einer Achse, die elektrisch betätigt werden.

2.27. „Leistung einer Speichereinrichtung für elektrische Energie“ bezeichnet die Fähigkeit einer Speichereinrichtung, bei vollständiger Aufladung eine Leistung (W) und eine Energiemenge (Wh) bereitzustellen.

2.28. „P_W“ (W) bezeichnet bei einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung die Warnung über niedrige Stromversorgung gemäß Absatz 5.2.24.9.

2.29. „Energiequelle“ bezeichnet eine Einrichtung, die die für das Bremssystem erforderliche Energie sowohl erzeugt als auch liefert.

2.30. „Speichereinrichtung für elektrische Energie“ bezeichnet eine Einrichtung oder eine Kombination einzelner Einrichtungen, die jeweils eine elektrische Ladung speichern und der Übertragungseinrichtung des Bremssystems elektrischen Strom liefern können. Elektrische Speichereinrichtungen, die serienmäßig und/oder parallel verbunden sind, um einen einzigen Bremskreis zu versorgen, gelten als eine einzige Speichereinrichtung für elektrische Energie im Sinne dieser Regelung.

2.31. „Alterungseffekt“ bezeichnet die irreversible Verschlechterung der Leistung einer Speichereinrichtung für elektrische Energie, die z. B. auf die Auswirkungen der Zeit, der Verwendung und der umweltbedingten Exposition zurückzuführen ist.

2.32. „Stromversorgung“ bezeichnet eine Einrichtung (z. B. Batterie, REESS, Generator, Brennstoffzelle oder eine Kombination dieser Bauteile), die die Speichereinrichtungen für elektrische Energie des Bremssystems mit elektrischem Strom versorgt.

2.33. „Energiemanagementsystem“ bezeichnet elektrische Einrichtungen, die Teil eines Bremssystems mit elektrischer Übertragungseinrichtung sind oder von diesem verwendet werden, wobei kritische Variablen, die sich auf die Leistung und den Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie auswirken, überwacht werden (z. B. Spannung, Temperatur, Innenwiderstand, Alterungseffekt, Ladezustand, Leistungsaufnahme, Ladezyklen usw.), und die tatsächliche Fähigkeit der Einrichtungen, die Leistungsanforderungen der vorliegenden Regelung zu erfüllen, bestimmt wird.

2.34. „Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung“ oder „ETBS“ (Electrical Transmission Braking System) bezeichnet ein Bremssystem, bei dem die Betriebsbremskraft und die Übertragungseinrichtung ausschließlich von der vom Fahrer gesteuerten Nutzung der von den Speichereinrichtungen für elektrische Energie gelieferten Energie abhängen.

2.35. „Hilfsausrüstung“ bezeichnet für die Zwecke dieser Regelung die Gesamtheit der Systeme, Funktionen oder Bauteile, einschließlich derjenigen, die für den Betrieb des Fahrzeugs wesentlich sind und die mit Energie aus denselben Energiereserven wie das Bremssystem versorgt werden.

2.36. „Zustand einer Speichereinrichtung für elektrische Energie“ bezeichnet die Fähigkeit einer Speichereinrichtung, zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Leistung (W) und eine Energiemenge (Wh) bereitzustellen.

2.37. „Bezugsbremskräfte“ bezeichnet die zum Zeitpunkt der Typgenehmigung angegebenen Bremskräfte an einer Achse, die am Reifenumfang auf einem Rollenbremsprüfstand in Abhängigkeit von dem Bremszylinderdruck bzw. dem Belastungswert der Bremse erzeugt werden.

3. Antrag auf Genehmigung

3.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Bremsen ist vom Fahrzeughersteller oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter einzureichen.

3.2. Dem Antrag sind folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und folgende Angaben beizufügen:

3.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps in Bezug auf die Merkmale nach Absatz 2.2 die Nummern und/oder Zeichen zur Identifizierung des Fahrzeug- und Motortyps sind anzugeben;

3.2.2. eine Liste der eindeutig bezeichneten Bauteile der Bremsausrüstung;

3.2.3. ein Schema der gesamten Bremsausrüstung mit Angabe der Lage seiner Bauteile am Fahrzeug;

3.2.4. genaue Zeichnungen der einzelnen Teile, die es ermöglichen, einfach festzustellen, wo diese Teile liegen und um welche es sich handelt.

3.3. Ein Fahrzeug, das dem zu genehmigenden Typ entspricht, ist dem technischen Dienst zur Verfügung zu stellen, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt.

4. Genehmigung

4.1. Entspricht der zur Genehmigung nach dieser Regelung vorgeführte Fahrzeugtyp den Vorschriften in den Absätzen 5 und 6, ist die Genehmigung für diesen Fahrzeugtyp zu erteilen.

4.2. Jede Genehmigung umfasst die Zuteilung einer Genehmigungsnummer, wobei ihre ersten beiden Ziffern die Änderungsserie mit den neuesten, wichtigsten technischen Änderungen, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die Regelung aufgenommen sind, bezeichnen. Dieselbe Vertragspartei darf diese Nummer nicht demselben Fahrzeugtyp mit einer Bremsausrüstung anderen Typs oder einem anderen Fahrzeugtyp zuteilen.

4.3. Über die Genehmigung oder die Versagung einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht, und einer Übersicht der in den Absätzen 3.2.1 bis 3.2.4 genannten Unterlagen zu unterrichten; diesem Mitteilungsblatt sind Zeichnungen in geeignetem Maßstab beizufügen, die vom Antragsteller zur Verfügung zu stellen sind und deren Format nicht größer als A4 (210 mm × 297 mm) ist oder die auf dieses Format gefaltet sind.

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

4.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat ([2]), und

4.4.2. der Nummer dieser Regelung, mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 4.4.1.

4.5. Entspricht das Fahrzeug einem Fahrzeugtyp, der auch nach einer oder mehreren anderen Regelungen zum Übereinkommen in dem Land genehmigt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, braucht das Zeichen nach Absatz 4.4.1 nicht wiederholt zu werden; in diesem Fall sind die Regelungs- und Genehmigungsnummern und die zusätzlichen Zeichen aller Regelungen, aufgrund deren die Genehmigung in dem Land erteilt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, untereinander rechts neben dem Zeichen nach Absatz 4.4.1 anzuordnen.

4.6. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.

4.7. Das Genehmigungszeichen ist in der Nähe des Typenschilds des Fahrzeugs oder auf diesem anzugeben.

4.8. Anhang 2 dieser Regelung zeigt Beispiele der Anordnungen der Genehmigungszeichen.

5. Vorschriften

5.1. Allgemeines

5.1.1. Bremsausrüstung

5.1.1.1. Die Bremsausrüstung muss so konstruiert, gebaut und eingebaut sein, dass das Fahrzeug bei betriebsüblicher Beanspruchung trotz der auftretenden Erschütterungen den Vorschriften dieser Regelung entspricht.

5.1.1.2. Insbesondere muss die Bremsausrüstung so konstruiert, gebaut und eingebaut sein, dass sie den im Betrieb auftretenden Einwirkungen durch Korrosion und Alterung standhält.

5.1.1.3. Bremsbeläge dürfen kein Asbest enthalten.

5.1.1.4. Die Wirksamkeit der Bremsausrüstung darf durch magnetische oder elektrische Felder nicht beeinträchtigt werden. Dies ist durch Erfüllung der technischen Vorschriften und durch Einhaltung der Übergangsbestimmungen der UN-Regelung Nr. 10 nachzuweisen; hierbei gilt

a) die Änderungsserie 03 für Fahrzeuge ohne Anschlusssystem für das Aufladen des wiederaufladbaren Energiespeichersystems (REES) (Antriebsbatterien);

b) die Änderungsserie 04 für Fahrzeuge mit Anschlusssystem für das Aufladen des wiederaufladbaren Energiespeichersystems (REES) (Antriebsbatterien);

5.1.1.5. Durch ein Störmeldungssignal kann das Soll-Wertsignal in der Steuer-Übertragungseinrichtung kurzzeitig (< 10 ms) unterbrochen werden, sofern die Bremswirkung dadurch nicht verringert wird.

([2]) Die Kennzahlen der Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958 finden sich in Anhang 3 der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 6, Anhang 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

5.1.2. Anforderungen an die Bremsausrüstung

Die in Absatz 2.3 dieser Regelung beschriebene Bremsausrüstung muss folgende Anforderungen erfüllen:

5.1.2.1. Betriebsbremssystem

Das Betriebsbremssystem muss bei allen Geschwindigkeiten und Belastungszuständen und bei beliebiger Steigung und beliebigem Gefälle ermöglichen, die Fahrzeugbewegung zu kontrollieren sowie ein sicheres, schnelles und wirksames Anhalten des Fahrzeugs ermöglichen. Seine Wirkung muss abstufbar sein. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen können, ohne die Hände von der Lenkvorrichtung zu nehmen.

5.1.2.2. Hilfsbremssystem

Das Hilfsbremssystem muss mithilfe der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse das Anhalten des Fahrzeugs innerhalb einer angemessenen Distanz ermöglichen, wenn das Betriebsbremssystem versagt. Seine Wirkung muss abstufbar sein. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen können, ohne die Hände von der Betätigungseinrichtung der Lenkanlage zu nehmen. Im Sinne dieser Vorschriften wird angenommen, dass beim Betriebsbremssystem gleichzeitig nicht mehr als eine Störung auftreten kann.

5.1.2.3. Feststellbremssystem

Das Feststellbremssystem muss es ermöglichen, das Fahrzeug auch bei Abwesenheit des Fahrers auf einer Steigung oder in einem Gefälle im Stillstand zu halten, wobei die bremsenden Teile durch eine Einrichtung mit rein mechanischer Wirkung in Bremsstellung festgehalten werden. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen können.

5.1.3. Die Vorschriften des Anhangs 8 gelten für die Sicherheitsaspekte aller komplexen elektronischen Fahrzeugsteuersysteme, einschließlich solcher, die in einer unabhängigen Regelung festgelegt sind, die die Bremsenbetätigung steuern oder Teil der Steuer-Übertragungseinrichtung der Bremsfunktion sind, einschließlich der Steuersysteme, die die Bremssysteme für die automatisch gesteuerte oder die selektive Bremsung nutzen.

Für Fahrzeuge jedoch, die mit Systemen oder Funktionen — einschließlich solcher, die in einer unabhängigen Regelung festgelegt sind — ausgerüstet sind, die das Bremssystem nutzen, um eine übergeordnete Zielgröße zu erreichen, gilt Anhang 8 jedoch nur insoweit, als diese eine direkte Wirkung auf das Bremssystem haben. Sind solche Systeme vorhanden, dann dürfen sie während der Genehmigungsprüfung des Bremssystems nicht deaktiviert sein.

5.1.4. Vorschriften für die periodische technische Überwachung von Bremssystemen

5.1.4.1. Es muss möglich sein, den Verschleißzustand der verschleißenden Bauteile der Betriebsbremse, wie Bremsbeläge und Trommeln/Scheiben festzustellen (bei Trommeln oder Scheiben braucht die Verschleißfeststellung nicht unbedingt zum Zeitpunkt der periodischen technischen Überwachung zu erfolgen). Das anzuwendende Verfahren ist in Absatz 5.2.11.2 dieser Regelung beschrieben.

5.1.4.2. Es muss auf einfache Weise regelmäßig überprüft werden können, ob die komplexen elektronischen Systeme, die die Bremsen steuern, sich in einwandfrei funktionsfähigem Betriebszustand befinden. Wenn spezielle Angaben benötigt werden, sind diese uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen.

5.1.4.2.1. Wird der Betriebszustand dem Fahrer durch Warnsignale gemäß dieser Regelung angezeigt, so muss es möglich sein, bei einer regelmäßigen technischen Überprüfung den einwandfrei funktionsfähigen Betriebszustand nach Einschalten der Zündung mit einer Sichtkontrolle der Warnsignale festzustellen.

5.1.4.2.2. Zum Zeitpunkt der Typgenehmigung sind die Mittel, die zum Schutz gegen eine einfache, unbefugte Veränderung des Betriebs des vom Hersteller gewählten Kontrollmittels angewendet werden (z. B. Warnsignal), in einer vertraulichen Unterlage zu beschreiben. Diese Schutzvorschrift ist auch eingehalten, wenn ein zweites Mittel zur Überprüfung des einwandfrei funktionsfähigen Betriebszustands zur Verfügung steht.

5.1.4.2.3. Es muss möglich sein, maximale Bremskräfte unter statischen Bedingungen auf einem Laufband oder einem Rollenbremsprüfstand zu erzeugen.

5.1.4.3. Daten über das Bremssystem

5.1.4.3.1. Die Daten über das Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung für die Funktions- und Wirkungsprüfung müssen am Fahrzeug an gut sichtbarer Stelle in dauerhafter Form angegeben oder auf andere Weise frei verfügbar sein (z. B. Betriebshandbuch, elektronische Datenaufzeichnung).

5.1.4.3.2. Bei Kraftfahrzeugen, die mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ausgerüstet sind, muss der Fahrzeughersteller zum Zeitpunkt der Typgenehmigung das Verfahren beschreiben, mit dem überprüft werden kann, ob die Erkennungseinrichtung, die die in den Absätzen 5.2.24.6, 5.2.24.7 und 5.2.24.9 genannten Warnsignale auslöst, betriebsbereit ist.

5.1.4.4. Bezugsbremskräfte

5.1.4.4.1. Die Bezugsbremskräfte für ein Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung bei Verwendung eines Rollenbremsprüfstands sind gemäß den folgenden Vorschriften zu bestimmen:

5.1.4.4.1.1. Es muss möglich sein, das Verhältnis zwischen den Belastungswerten der Bremse und der auf einem Rollenbremsprüfstand gemessenen Bremskraft zu bewerten. Die Belastungswerte der Bremse müssen im Fahrzeug angezeigt und vom Fahrersitz aus während der Prüfung auf dem Rollenbremsprüfstand leicht lesbar sein (z. B. mithilfe eines Menüsystems, automatische Anforderung usw.). Der Fahrzeughersteller muss beschreiben, wie diese Werte angezeigt werden und diese Informationen gemäß Absatz 5.1.4.3.1 zur Verfügung stellen.

5.1.4.4.1.2. Die Bezugsbremskräfte sind für jede Achse für einen Belastungswert der Bremse von null bis zu einem Wert zu bestimmen, der einer Bremskraft entspricht, die unter den Bedingungen der Prüfung Typ 0 erzeugt wird. Der Antragsteller muss diese Bezugsbremskräfte benennen. Diese Daten sind vom Fahrzeughersteller nach den Vorschriften des Absatzes 5.1.4.3 zur Verfügung zu stellen.

5.1.4.4.1.3. Mit den genannten Bezugsbremskräften muss das Fahrzeug eine Abbremsung erreichen können, die dem in Anhang 3 dieser Regelung für das betreffende Fahrzeug angegebenen Wert entspricht, sobald die auf dem Rollenprüfstand an jeder Achse unabhängig von der Belastung gemessene Bremskraft nicht weniger als die Bezugsbremskraft für einen bestimmten Belastungswert der Bremse im erklärten Betriebsbereich der Belastungswerte der Bremse ist ([3]).

5.2. Eigenschaften der Bremssysteme

5.2.1. Die Gesamtheit der Bremssysteme, mit denen ein Fahrzeug ausgestattet ist, muss die Anforderungen, die für die Betriebsbremsung, die Hilfsbremsung und die Feststellbremsung vorgeschrieben sind, erfüllen.

5.2.2. Die Systeme für die Betriebsbremsung, die Hilfsbremsung und die Feststellbremsung können gemeinsame Bauteile aufweisen, vorausgesetzt, sie entsprechen den nachstehenden Vorschriften:

5.2.2.1. Es müssen mindestens zwei voneinander unabhängige Betätigungseinrichtungen vorhanden sein, die vom Fahrer in seiner normalen Sitzposition leicht erreichbar sind. Jede Bremsbetätigungseinrichtung muss so beschaffen sein, dass sie beim Loslassen wieder vollständig in die Ruhestellung zurückkehrt. Diese Anforderung gilt nicht für die Betätigungseinrichtung eines Feststellbremssystems, wenn sie in einer Betätigungsstellung mechanisch verriegelt wird.

5.2.2.2. Die Betätigungseinrichtung des Betriebsbremssystems muss unabhängig von der des Feststellbremssystems sein.

([3]) Für die Zwecke der periodischen technischen Überprüfung kann es erforderlich sein, die für das gesamte Fahrzeug festgelegten unteren Grenzwerte für die Abbremsung zu ändern, um sie an nationale oder internationale Anforderungen für im Verkehr befindliche Fahrzeuge anzupassen.

5.2.2.3. Für die Wirksamkeit der Verbindung zwischen der Betätigungseinrichtung des Betriebsbremssystems und den verschiedenen Teilen der Übertragungseinrichtung darf nach einer bestimmten Betriebsdauer keine Gefahr einer Verringerung bestehen.

5.2.2.4. Das Feststellbremssystem muss so beschaffen sein, dass es während der Fahrt betätigt werden kann. Diese Vorschrift gilt als eingehalten, wenn es möglich ist, das Betriebsbremssystem des Fahrzeugs mit einer Hilfsbetätigungseinrichtung — auch nur teilweise — zu betätigen

5.2.2.5. Unbeschadet der Anforderungen des Absatzes 5.1.2.3 dieser Regelung dürfen das Betriebs- und das Feststellbremssystem gemeinsame Bauteile in ihren Übertragungseinrichtungen haben, sofern bei einer Störung in einem Teil der Übertragungseinrichtungen die Vorschriften für die Hilfsbremse weiterhin eingehalten sind.

5.2.2.6. Bei Bruch irgendeines Bauteils außer den Bremsen (gemäß Absatz 2.6) und den in Absatz 5.2.2.10 genannten Bauteilen oder bei irgendwelchen sonstigen Störungen des Betriebsbremssystems (Fehlfunktion, teilweise oder völlige Erschöpfung des Energievorrats) muss es mit dem nicht von der Störung betroffenen Teil des Betriebsbremssystems möglich sein, das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten.

5.2.2.7. Wird die Betriebsbremsung durch die Muskelkraft des Fahrers und durch die Hilfskraft aus einem oder mehreren Energievorräten erreicht, so muss die Hilfsbremsung bei Ausfall dieser Unterstützung durch die Muskelkraft des Fahrers gegebenenfalls mit der Unterstützung des von der Störung nicht betroffenen Energievorrats erreicht werden können, wobei die auf die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse ausgeübte Kraft die vorgeschriebenen Höchstwerte nicht überschreiten darf.

5.2.2.8. Entsteht die Betriebsbremskraft und erfolgt ihre Übertragung ausschließlich durch einen vom Fahrer gesteuerten Energievorrat, so müssen mindestens zwei voneinander völlig unabhängige Energievorräte mit je einer eigenen, ebenfalls unabhängigen Übertragungseinrichtung vorhanden sein; jeder Vorrat darf auf die Bremsen von nur zwei oder mehr Rädern wirken, die so gewählt sind, dass sie allein die vorgeschriebene Wirkung der Hilfsbremse gewährleisten, ohne dass die Stabilität des Fahrzeugs während des Bremsens beeinträchtigt wird; jeder der vorstehend genannten Energievorräte muss außerdem mit einer Warneinrichtung nach Absatz 5.2.14 ausgerüstet sein.

5.2.2.9. Entsteht die Betriebsbremskraft und erfolgt ihre Übertragung ausschließlich durch einen Energievorrat, dann gilt für die Übertragung eines Energievorrats als ausreichend, sofern die vorgeschriebene Hilfsbremsung durch die Muskelkraft des Fahrers, die auf die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse wirkt, erreicht wird und die Vorschriften des Absatzes 5.2.5 eingehalten sind.

5.2.2.10. Gewisse Teile, wie das Pedal und seine Lagerung, der Hauptzylinder mit seinen Kolben, das Bremsventil, die Verbindung zwischen dem Pedal und dem Hauptzylinder oder dem Bremsventil, die Bremszylinder und ihre Kolben sowie die Bremswellen und -nocken der Bremsen, werden als nicht bruchgefährdet angesehen, wenn sie ausreichend bemessen sowie für die Wartung leicht zugänglich sind und Sicherheitsmerkmale aufweisen, die mindestens den für die übrigen wichtigen Fahrzeugteile (wie für das Lenkgestänge) geforderten gleichwertig sind. Macht das Versagen eines dieser Teile die Bremsung des Fahrzeugs mit mindestens der Wirkung, die für die Hilfsbremsung vorgeschrieben ist, unmöglich, so muss dieses Teil aus Metall oder aus einem Werkstoff mit gleichwertigen Eigenschaften bestehen und darf bei normalem Betrieb der Bremssysteme keiner nennenswerten Verformung unterliegen.

5.2.3. Der Ausfall eines Teils einer hydraulischen Übertragungseinrichtung ist dem Fahrer durch eine rote Kontrollleuchte anzuzeigen, die aufleuchtet, bevor oder während zwischen der wirksamen und der ausgefallenen Bremsausrüstung ein Differenzdruck von nicht mehr als 15,5 bar, gemessen am Hauptbremszylinderausgang, entsteht, und so lange leuchtet, wie der Ausfall andauert und der Zündschalter eingeschaltet ist. Jedoch ist eine Einrichtung mit einer roten Kontrollleuchte zulässig, die aufleuchtet, wenn der Flüssigkeitsstand in dem Vorratsbehälter unterhalb eines bestimmten, vom Hersteller festgelegten Werts liegt. Die Kontrollleuchte muss auch am Tag sichtbar sein; der einwandfreie Zustand der Signalleuchte muss vom Fahrer von seinem Sitzplatz aus leicht überprüft werden können. Versagt ein Bauteil der Einrichtung, so darf das nicht zum völligen Ausfall der Wirkung der Bremsausrüstung führen. Die Betätigung der Feststellbremse muss dem Fahrer ebenfalls angezeigt werden. Dafür kann dieselbe Kontrollleuchte verwendet werden.

5.2.4. Wird eine andere Energieform als die Muskelarbeit des Fahrers verwendet, so genügt eine einzige Quelle (Energiequelle oder Stromversorgung, je nachdem, was zutrifft) dieser Energie (Hydraulikpumpe, Kompressor usw.), doch muss die Art des Antriebs dieser Einrichtung, aus der sich diese Energiequelle zusammensetzt, so sicher wie irgend möglich sein.

5.2.4.1. Bei Ausfall irgendeines Teils der Übertragungseinrichtung des Bremssystems muss die Versorgung des von der Störung nicht betroffenen Teils weiterhin gesichert sein, wenn dies zum Abbremsen des Fahrzeugs mit der für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Wirkung erforderlich ist. Diese Bedingung muss mithilfe von Einrichtungen, die bei Stillstand des Fahrzeugs leicht in Gang gesetzt werden können, oder durch automatische Einrichtungen erreicht werden.

5.2.4.2. Außerdem müssen die nach dieser Einrichtung angeordneten Behälter so beschaffen sein, dass es bei Ausfall der Energieversorgung nach viermaliger vollständiger Betätigung der Betriebsbremse entsprechend den Vorschriften nach Absatz 1.2 des Anhangs 4 dieser Regelung noch möglich ist, das Fahrzeug bei der fünften Bremsung mit der für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Wirkung zum Stillstand zu bringen.

5.2.4.3. Bei hydraulischen Bremssystemen mit Energiespeichern können jedoch diese Bestimmungen als eingehalten angesehen werden, wenn die Vorschriften des Anhangs 4 Absatz 1.3 dieser Regelung erfüllt sind.

5.2.4.4. Alternativ zu den Vorschriften der Absätze 5.2.4.1 und 5.2.4.2 gelten diese Anforderungen für ein Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung jedoch als eingehalten, wenn die Anforderungen des Absatzes 5.2.4.4.1 erfüllt sind.

5.2.4.5. Nach dem Ausfall einer einzelnen Übertragungseinrichtung muss es noch möglich sein, nach acht vollen Betätigungen der Betätigungseinrichtung des Betriebsbremssystems bei der neunten Betätigung mindestens die für das Hilfsbremssystem vorgeschriebene Bremswirkung zu erzielen. Jede vollständige Betätigung erfolgt wie in Anhang 4 Teil B Absatz 1.2.3.3 angegeben.

5.2.5. Die Vorschriften der Absätze 5.2.2, 5.2.3 und 5.2.4 müssen erfüllt sein, ohne dass hierfür eine automatische Einrichtung verwendet wird, deren Ausfall dadurch unbemerkt bleiben könnte, dass normalerweise in Ruhestellung befindliche Teile erst bei einer Störung des Bremssystems wirksam werden.

5.2.6. Das Betriebsbremssystem muss auf alle Räder des Fahrzeugs wirken und so beschaffen sein, dass seine Wirkung sinnvoll auf die Achsen verteilt ist.

5.2.7. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B kann die Bremsenergieeinspeisung aus anderen Quellen zeitlich so abgestimmt werden, dass nur das elektrische Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung arbeitet, sofern die beiden nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:

5.2.7.1. Spezifische Schwankungen des Ausgangsmoments des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung (z. B. infolge von Veränderungen beim Ladezustand der Antriebsbatterien) werden durch eine angemessene Veränderung bei der zeitlichen Versetzung automatisch ausgeglichen, soweit die Vorschriften ([4]) eines der nachstehenden Anhänge dieser Regelung eingehalten sind:

Anhang 3 Absatz 1.3.2 oder

Anhang 6 Absatz 5.3 (auch bei eingeschaltetem Elektromotor) und

gegebenenfalls müssen alle Räder des Fahrzeugs automatisch gebremst werden, damit die Abbremsung[3] unter Berücksichtigung des Reifen/Fahrbahn-Kraftschlussbeiwerts weiterhin der Bremsanforderung durch den Fahrer entspricht.

([4]) Die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilen soll, muss das Betriebsbremssystem durch die Anwendung zusätzlicher Fahrzeugprüfverfahren überprüfen dürfen.

5.2.7.2. Ein Ausgleich, der jederzeit vorgenommen wird, um sicherzustellen, dass die Abbremsung ([5]) des Fahrzeugs weiterhin der Bremsanforderung durch den Fahrer entspricht, ist anzugeben. Der Hersteller muss dem technischen Dienst eine Beschreibung der Ausgleichsfunktionen einschließlich der Betriebsgrenzen und der Strategie zur Verfügung stellen, mit der sichergestellt wird, dass dieser Ausgleicher die Sicherheit des Fahrzeugs, seiner Insassen oder anderer Verkehrsteilnehmer nicht beeinträchtigt.

5.2.8. Die Wirkung des Betriebsbremssystems muss bei jeder Achse symmetrisch zur Längsmittelebene des Fahrzeugs auf die Räder verteilt sein.

Ausgleichsvorrichtungen und Funktionen wie Antiblockiervorrichtungen, die Abweichungen von dieser symmetrischen Verteilung bewirken können, müssen angegeben werden.

5.2.8.1. Der Ausgleich für eine Verschlechterung der Wirkung oder einen Defekt im Bremssystem durch die elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung ist dem Fahrer durch das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 anzuzeigen. Diese Vorschrift gilt für alle Beladungszustände, wenn bei dem Ausgleich folgende Grenzwerte überschritten werden:

5.2.8.1.1. eine Differenz bei den Bremsdrücken in Querrichtung oder des Belastungswerts der Bremse bei einer beliebigen Achse von:

a) 25 % des höheren Wertes für Fahrzeugverzögerungen ≥ 2 m/s^2

b) ein Wert, der 25 % des Wertes bei 2 m/s^2 entspricht, bei geringeren Verzögerungen

5.2.8.1.2. ein einzelner Ausgleichswert bei einer beliebigen Achse:

a) > 50 % des Nennwerts für Fahrzeugverzögerungen ≥ 2 m/s^2;

b) ein Wert, der 50 % des Nennwerts bei 2 m/s^2 entspricht für geringere Verzögerungen.

5.2.8.2. Der oben beschriebene Ausgleich ist nur zulässig, wenn die erste Bremsung bei Fahrzeuggeschwindigkeiten von mehr als 10 km/h erfolgt.

5.2.9. Durch Fehlfunktionen der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung dürfen die Bremsen nicht betätigt werden, ohne dass der Fahrer oder das ADS dies beabsichtigt.

5.2.10. Das Betriebsbremssystem, das Hilfsbremssystem und das Feststellbremssystem müssen auf Bremsflächen wirken, die mit den Rädern über Bauteile mit entsprechender Festigkeit verbunden sind.

Wird das Bremsmoment für bestimmte Achsen sowohl durch eine Reibungsbremse als auch durch ein elektrisches Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B erzeugt, dann ist eine Trennung von dem letztgenannten System zulässig, sofern die Reibungsbremse dauerhaft verbunden bleibt und entsprechend den Vorschriften des Absatzes 5.2.7.1 ausgleichend wirken kann.

Bei kurzen, vorübergehenden Trennungen ist jedoch ein unvollständiger Ausgleich zulässig, allerdings muss dieser Ausgleich innerhalb 1 s mindestens 75 % seines Endwerts erreicht haben.

In allen Fällen muss allerdings durch die dauerhaft angeschlossene Reibungsbremse sichergestellt sein, dass sowohl das Betriebsbremssystem als auch das Hilfsbremssystem die vorgeschriebene Bremswirkung beibehalten.

Ein Trennen der Bremsflächen ist beim Feststellbremssystem nur dann zulässig, wenn es durch den Fahrer von seinem Sitz aus oder über eine Fernbetätigungseinrichtung mittels eines Systems erfolgt, das nicht infolge einer Undichtheit aktiv werden kann.

([5]) Die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilen soll, muss das Betriebsbremssystem durch die Anwendung zusätzlicher Fahrzeugprüfverfahren überprüfen dürfen. Die Bewertung der Funktion wird im Prüfbericht aufgezeichnet.

Die oben genannte Fernbetätigungseinrichtung muss Teil eines Systems sein, das die technischen Anforderungen einer automatischen Lenkfunktion der Kategorie A gemäß der Änderungsserie 02 zur UN-Regelung Nr. 79 oder späterer Änderungsserien erfüllt.

5.2.11. Der Verschleiß der Bremsen muss leicht durch eine handbetätigte oder durch eine selbsttätige Nachstelleinrichtung ausgeglichen werden können. Ferner müssen die Betätigungseinrichtung und die Teile der Übertragungseinrichtung und der Bremsen eine solche Wegreserve und nötigenfalls eine geeignete Ausgleichsmöglichkeit haben, damit bei Erwärmung der Bremsen oder nach Verschleiß der Beläge bis zu einem gewissen Grad die Bremswirkung ohne sofortiges Nachstellen sichergestellt ist.

5.2.11.1. Die durch den Verschleiß erforderliche Nachstellung muss bei den Betriebsbremsen selbsttätig erfolgen. Selbsttätige Nachstelleinrichtungen müssen so beschaffen sein, dass nach Erwärmung der Bremsen und nachfolgender Abkühlung die Bremswirkung noch gewährleistet ist. Insbesondere muss das Fahrzeug nach den Prüfungen gemäß Anhang 3 Absatz 1.5 (Prüfung Typ I) noch normal fahren können.

5.2.11.2. Prüfung des Verschleißes der Reibungsbauteile der Betriebsbremse

5.2.11.2.1. Dieser Verschleiß an den Bremsbelägen der Betriebsbremse muss leicht von der Außenseite oder der Unterseite des Fahrzeugs aus durch entsprechende Inspektionsöffnungen oder durch andere Mittel festgestellt werden können, ohne dass dazu die Räder entfernt werden müssen. Dazu können einfache Standard-Werkstattwerkzeuge oder übliche Prüfgeräte für Fahrzeuge verwendet werden.

Als Alternative ist ein Sensor je Rad (Zwillingsräder gelten als Einzelräder) zulässig, der dem Fahrer auf seinem Sitz anzeigt, wenn ein Wechsel der Bremsbeläge erforderlich ist. Das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 darf als optische Warneinrichtung verwendet werden.

5.2.11.2.2. Der Verschleißzustand der Reibflächen von Bremsscheiben oder -trommeln darf nur durch die direkte Messung an dem tatsächlichen Bauteil oder die Prüfung von Verschleißanzeigern an Bremsscheiben oder -trommeln festgestellt werden, wozu unter Umständen einige Teile abgebaut werden müssen. Daher muss der Fahrzeughersteller zum Zeitpunkt der Typgenehmigung Folgendes angeben:

a) das Verfahren, mit dem der Verschleiß der Reibungsoberflächen von Trommeln oder Scheiben festgestellt werden kann, sowie die Angabe, in welchem Umfang Teile demontiert werden müssen und mit welchen Werkzeugen und auf welche Art dies erreicht werden kann;

b) die Information, die die größte zulässige Verschleißgrenze angibt, bei deren Erreichen die Bremsbeläge ausgetauscht werden müssen.

Diese Angaben müssen frei zugänglich sein, z. B. im Fahrzeughandbuch oder auf einem elektronischen Datenträger.

5.2.12. Bei Bremssystemen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung müssen die Einfüllöffnungen der Flüssigkeitsbehälter leicht zugänglich sein; ferner müssen die Flüssigkeitsbehälter so konstruiert und gebaut sein, dass eine Feststellung des Flüssigkeitsstands in den Behältern leicht möglich ist, ohne dass diese geöffnet werden müssen, und dass das kleinste Behälter-Gesamtfassungsvermögen der Flüssigkeitsverdrängung entspricht, die sich ergibt, wenn alle mit den Behältern verbundenen Radbremszylinder oder Bremssättel sich aus einer Ruhestellung mit neuen Bremsbelägen in eine Stellung bei voller Bremsbetätigung mit verschlissenen Bremsbelägen bewegen. Sind diese letzteren Bedingungen nicht erfüllt, so muss der Fahrer durch das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 auf ein Absinken des Flüssigkeitsstands aufmerksam gemacht werden, das ein Versagen des Bremssystems zur Folge haben könnte.

5.2.13. Zur Kennzeichnung der Art der in Bremssystemen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung zu verwendenden Flüssigkeit sind das Symbol nach Abbildung 1 oder 2 der ISO-Norm 9128:2006 und das entsprechende DOT-Kennzeichen (z. B. DOT 3) anzugeben. Das Symbol und das Kennzeichen müssen an sichtbarer Stelle in dauerhafter Form höchstens 100 mm von den Einfüllöffnungen der Flüssigkeitsbehälter entfernt angebracht sein; der Hersteller kann zusätzliche Informationen angeben.

5.2.14. Warneinrichtung

5.2.14.1. Jedes Fahrzeug, das mit einer aus einem Energievorrat betätigten Betriebsbremse ausgerüstet ist, muss, wenn die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung durch dieses Bremssystem ohne Nutzung der gespeicherten Energie nicht erreicht werden kann, zusätzlich zur Anzeige der verfügbaren Energie (z. B. Druckanzeiger), sofern vorhanden, mit einer Warneinrichtung ausgestattet sein, die ein optisches oder — außer bei einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung — akustisches Signal spätestens dann abgibt, wenn die gespeicherte Energie (oder gegebenenfalls der Zustand der Speichereinrichtung für elektrische Energie) in einem beliebigen Teil des Systems auf ein Niveau absinkt, bei dem ohne Wiederaufladung des Vorrats und unabhängig von den Beladungsbedingungen des Fahrzeugs Folgendes zutrifft:

a) Bei Bremssystemen, bei denen es sich nicht um ein Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung handelt, ist es möglich, die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse nach vier vollen Betätigungen ein fünftes Mal zu betätigen und die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung zu erzielen.

b) Bei Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung kann die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung nicht erreicht werden oder es ist noch möglich, die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse nach vier vollen Betätigungen ([6]) ein fünftes Mal zu betätigen und mindestens die Hilfsbremswirkung zu erzielen, je nachdem, was zuerst eintritt.

Ohne Störungen in der Übertragungseinrichtung der Betriebsbremse, wobei die Bremsen so genau wie möglich eingestellt werden.

Die Warneinrichtung muss unmittelbar und dauernd an den Bremskreis angeschlossen sein. Das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 ist als optisches Warnsignal zu verwenden. Mit Ausnahme der zum Auffüllen der Energiespeicher erforderlichen Zeit nach dem Motorstart/Beginn eines Fahrzyklus darf bei unter normalen Bedingungen laufendem Motor bzw. (beispielsweise bei einem Fahrzeug mit Elektroantrieb) bei einem normalen Fahrzyklus und ohne Störung im Bremssystem, wie es bei Genehmigungsprüfungen für diesen Typ der Fall ist, die Warneinrichtung kein Signal geben.

5.2.14.2. Bei Fahrzeugen, die nur deshalb als mit den Vorschriften in Absatz 5.2.4.1 dieser Regelung übereinstimmend angesehen werden, weil sie die Vorschriften in Absatz 1.3 des Anhangs 4 dieser Regelung erfüllen, muss die Warneinrichtung jedoch aus einem optischen und zusätzlich einem akustischen Warnsignal bestehen. Diese Einrichtungen müssen nicht gleichzeitig funktionieren, wenn jede von ihnen die vorstehenden Vorschriften erfüllt und das akustische Warnsignal nicht vor dem optischen anspricht. Das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 ist als optisches Warnsignal zu verwenden.

5.2.14.3. Darüber hinaus muss bei Fahrzeugen mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ein akustisches Signal vorhanden sein, das spätestens aktiviert wird: 60 Sekunden nach der Aktivierung des roten Warnsignals nach Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b oder bei der ersten Betätigung der Betriebsbremsbetätigungseinrichtung nach Aktivierung des genannten roten Warnsignals, je nachdem, was zuerst eintritt.

Bei Fahrzeugen, die für ihren Antrieb auf Energie aus einer oder mehreren Speichereinrichtungen für elektrische Energie angewiesen sind, gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn die Energiezufuhr an die Antriebsmotoren abgeschaltet wird, bevor die Energie in den Speichereinrichtungen für elektrische Energie auf ein Niveau gesunken ist, bei dem das rote Warnsignal aktiviert wird.

5.2.14.4. Diese akustische Warneinrichtung kann bei Betätigung der Feststellbremse und/oder nach Wahl des Fahrzeugherstellers bei automatischem Getriebe in der Gangwahlhebelstellung „Parken“ außer Betrieb gesetzt sein.

5.2.14.5. Darüber hinaus muss jedes Fahrzeug, das mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ausgerüstet ist, über einen Anzeiger verfügen, der den Alterungseffekt auf die einzelnen Speichereinrichtungen für elektrische Energie widerspiegelt. Diese Anforderung gilt nicht für eine Antriebsbatterie, die auch die Funktion einer Energiespeichereinrichtung (im Sinne des Anhangs 4 Teil B) hat.

([6]) „Vollständige Betätigung“ bezeichnet die Betätigung der Betätigungseinrichtung gemäß Anhang 4 Teil B Absatz 1.2.3.3 für eine Dauer von 8,0 Sekunden oder für einen im genannten Absatz beschriebenen Zeitraum T.

Die Anzeiger für Speichereinrichtungen für elektrische Energie können sich ein gemeinsames Feld gemäß der UN-Regelung Nr. 121 teilen. Sie müssen nicht stets sichtbar sein; wenn sich der Zündschalter (Anlassschalter) in der „EIN"-Stellung (Betriebsstellung) befindet, müssen sie jedoch jederzeit für den Fahrer auf manuelle Anforderung hin sofort sichtbar werden.

Der Anzeiger muss mindestens vier verschiedene Alterungsgrade angeben, die über dem Niveau liegen, bei dem die Wartung der Speichereinrichtungen für elektrische Energie empfohlen wird. Dieser fünfte Alterungsgrad muss angezeigt werden, bevor das nach Absatz 5.2.24.6 erforderliche Warnsignal aktiviert wird. Die über dieser Anzeige liegenden unterschiedlichen Alterungsgrade müssen in Bezug auf die Leistung der Speichereinrichtungen für elektrische Energie gleichmäßig verteilt sein.

5.2.15. Unbeschadet der Vorschriften in Absatz 5.1.2.3 muss der Energievorrat, wenn für das Arbeiten eines Bremssystems eine Hilfskraft erforderlich ist, so bemessen sein, dass bei Stillstand des Motors oder bei einem Ausfall des Antriebs der Energiequelle die Bremswirkung ausreichend bleibt, um das Fahrzeug unter den vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten. Ist ferner die Muskelkraft des Fahrers bei der Betätigung des Feststellbremssystems durch eine Hilfskraft verstärkt, so muss die Betätigung des Feststellbremssystems bei Ausfall der Hilfskraft nötigenfalls dadurch sichergestellt sein, dass ein vom Energievorrat der normalerweise verwendeten Hilfskraft unabhängiger Vorrat in Anspruch genommen wird. Dieser Energievorrat kann der für das Bremssystem bestimmte sein.

5.2.16. Die pneumatisch/hydraulisch/elektrische Hilfseinrichtung muss so mit Energie versorgt werden, dass während ihres Betriebes die vorgeschriebenen Verzögerungswerte erreicht werden können und selbst bei einem Schaden der Energiequelle die Energievorräte (d. h. Reserve in Vorratsbehälter, Akkumulator oder Speichereinrichtungen für elektrische Energie [7]) für die Bremssysteme durch den Betrieb der Hilfseinrichtung nicht unter den in Absatz 5.2.14 festgelegten Wert absinken kann.

5.2.17. Bei einem Kraftfahrzeug, das zum Ziehen eines Anhängers mit elektrischen Betriebsbremsen ausgerüstet ist, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

5.2.17.1. Die Stromversorg (Generator und Batterie) des Kraftfahrzeugs muss eine ausreichende Kapazität haben, um den Strom für ein elektrisches Bremssystem zu erzeugen. Läuft der Motor mit der vom Hersteller empfohlenen Leerlaufdrehzahl und sind alle vom Hersteller als Serienausrüstung eingebauten elektrischen Einrichtungen des Fahrzeugs eingeschaltet, so darf die Spannung in den elektrischen Leitungen bei maximalem Stromverbrauch des elektrischen Bremssystems (15 A) nicht unter 9,6 V fallen, gemessen an der Anschlussstelle. In den elektrischen Leitungen darf auch bei Überlastung kein Kurzschluss entstehen.

5.2.17.2. Sofern das Betriebsbremssystem des Kraftfahrzeugs aus mindestens zwei voneinander unabhängigen Bremskreisen besteht, müssen bei einer Störung im Betriebsbremssystem mit den nicht von der Störung betroffenen Bremskreisen die Bremsen des Anhängers teilweise oder voll betätigt werden können.

5.2.17.3. Die Verwendung des Bremslichtschalters und des dazugehörigen Stromkreises für die Betätigung des elektrischen Bremssystems ist nur zulässig, wenn die Steuerleitung mit dem Bremslicht parallelgeschaltet ist und der vorhandene Bremslichtschalter und Bremslichtstromkreis für die zusätzliche Belastung ausgelegt sind.

5.2.18. Zusätzliche Vorschriften für Fahrzeuge mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung:

5.2.18.1. Fahrzeuge mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie A.

5.2.18.1.1. Das elektrische Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung darf nur durch die Verringerung der Beschleunigungsanforderung und/oder in der Neutralstellung des Getriebes aktiviert werden.

[7] Es wird davon ausgegangen, dass eine elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung nach Absatz 5.2.20 nicht mit einer Speichereinrichtung für elektrische Energie im Sinne dieser Regelung ausgerüstet ist.

5.2.18.2. Fahrzeuge mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B.

5.2.18.2.1. Es darf nur mithilfe einer automatischen Einrichtung möglich sein, Teile des Betriebsbremssystems teilweise oder vollständig auszuschalten. Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von den Vorschriften des Absatzes 5.2.10 ausgelegt werden.

5.2.18.2.2. Das Betriebsbremssystem darf nur eine Betätigungseinrichtung haben.

5.2.18.2.3. Das Betriebsbremssystem darf weder durch das Auskuppeln der Motoren noch durch das verwendete Gangübersetzungsverhältnis beeinträchtigt werden.

5.2.18.2.4. Erfolgt die Funktion des elektrischen Teils der Bremse durch eine Verknüpfung zwischen der Information, die von der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse kommt, und der Bremskraft an den jeweiligen Rädern, so muss eine Störung dieser Verknüpfung, die eine Veränderung der vorgeschriebenen Bremskraftverteilung auf die Achsen (Anhang 5 beziehungsweise 6) bewirkt, dem Fahrer durch ein optisches Warnsignal spätestens dann angezeigt werden, wenn die Betätigungseinrichtung aktiviert wird; diese Signalleuchte muss so lange aufleuchten, wie dieser Defekt andauert und der Betätigungsschalter sich in der Einschaltstellung befindet.

5.2.18.3. Für Fahrzeuge mit elektrischen Bremssystemen mit Energierückgewinnungseinrichtungen beider Kategorien gelten alle entsprechenden Vorschriften außer der Vorschrift in Absatz 5.2.18.1.1. In diesem Fall kann das elektrische Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung durch die Verringerung der Beschleunigungsanforderung und/oder die Neutralstellung des Getriebes eingeschaltet werden. Außerdem darf durch die Betätigung der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse die oben genannte Bremswirkung, die durch die Verringerung der Beschleunigungsanforderung erzeugt wird, nicht verringert werden.

5.2.18.4. Die Funktion der elektrischen Bremse darf durch magnetische oder elektrische Felder nicht beeinträchtigt werden.

5.2.18.5. Bei Fahrzeugen mit Antiblockiervorrichtung muss das elektrische Bremssystem durch die Antiblockiervorrichtung geregelt werden.

5.2.18.6. Der Ladezustand der Antriebsbatterien wird nach dem in der Anlage 1 zu Anhang 3 dieser Regelung beschriebenen Verfahren bestimmt ([8]).

5.2.19. Spezielle zusätzliche Vorschriften für die elektrische Übertragungseinrichtung des Feststellbremssystems:

5.2.19.1. Bei einer Störung in der elektrischen Übertragungseinrichtung darf eine ungewollte Betätigung des Feststellbremssystems nicht möglich sein.

5.2.19.2. Bei einer elektrischen Störung in der Betätigungseinrichtung oder einer Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung zwischen der Betätigungseinrichtung und dem damit direkt verbundenen elektronischen Steuergerät, von der die Energieversorgung nicht betroffen ist, muss es auch weiterhin möglich sein, das Feststellbremssystem vom Fahrersitz aus zu betätigen und dadurch das beladene Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit einer Steigung oder einem Gefälle von 8 % so abzustellen, dass es nicht wegrollt. Alternativ dazu ist in diesem Fall eine automatische Betätigung der Feststellbremse bei stehendem Fahrzeug zulässig, sofern die oben genannte Bremswirkung erreicht wird und die Feststellbremse nach der Betätigung unabhängig vom Zustand des Zündschalters (Anlassschalters) angezogen bleibt. In diesem Fall muss die Feststellbremse automatisch gelöst werden, sobald der Fahrer oder das ADS das Fahrzeug erneut in Bewegung setzt. Der Motor/das manuelle Schaltgetriebe oder das Automatikgetriebe (Parkstellung) kann dazu genutzt werden, diese Bremswirkung zu erreichen oder dazu beizutragen.

([8]) Nach Absprache mit dem technischen Dienst ist bei Fahrzeugen, die eine fahrzeugeigene Energiequelle für das Aufladen der Antriebsbatterien und eine Einrichtung zum Regeln ihres Ladezustands haben, die Bestimmung des Ladezustands nicht erforderlich.

5.2.19.2.1. Eine Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Übertragungseinrichtung oder eine elektrische Störung in der Betätigungseinrichtung des Feststellbremssystems muss dem Fahrer durch das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 angezeigt werden. Bei einer Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung des Feststellbremssystems muss dieses gelbe Warnsignal unverzüglich ausgelöst werden.

Außerdem muss eine solche elektrische Störung in der Betätigungseinrichtung oder Unterbrechung der Leitungen, von der die elektronischen Steuergeräte und die Energieversorgung nicht betroffen sind, dem Fahrer durch das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 angezeigt werden, das blinken muss, solange sich der Zündschalter (Anlassschalter) in der Ein-Stellung und die Betätigungseinrichtung in angezogener (aktivierter) Stellung befindet; außerdem muss es mindestens 10 Sekunden lang blinken, nachdem der Zündschalter (Anlassschalter) in die Ein-Stellung gebracht worden ist.

Wenn das Feststellbremssystem jedoch erkennt, dass die Feststellbremse korrekt greift, kann das Blinken des roten Warnsignals unterdrückt werden, und es muss stattdessen das nicht blinkende rote Warnsignal für die Anzeige „Feststellbremse angezogen“ verwendet werden.

Wenn die Betätigung der Feststellbremse normalerweise durch ein separates rotes Warnsignal angezeigt wird, das allen Vorschriften des Absatzes 5.2.21.2 entspricht, so muss dieses Signal verwendet werden, wobei die vorgenannten Vorschriften für ein rotes Signal eingehalten sein müssen.

5.2.19.3. Die Hilfsausrüstung kann mit Energie aus der elektrischen Übertragungseinrichtung des Feststellbremssystems versorgt werden, sofern die verfügbare Energie zur Betätigung des Feststellbremssystems sowie zur Versorgung aller Stromverbraucher des Fahrzeugs bei störungsfreiem Betrieb ausreicht. Wird der Energievorrat auch zur Versorgung des Betriebsbremssystems verwendet, dann gelten darüber hinaus die Vorschriften des Absatzes 5.2.20.6 bzw. bei einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung die Vorschriften des Absatzes 5.2.24.12.

5.2.19.4. Nachdem der Zünd-/Startschalter, der die elektrische Energie für die Bremsausrüstung steuert, in die Aus-Stellung gebracht und/oder der Schlüssel abgezogen worden ist, muss das Feststellbremssystem weiter betätigt werden können, während das Lösen der Bremsen jedoch nicht möglich sein darf.

Das Feststellbremssystem kann jedoch auch gelöst werden, wenn dies Teil des Betriebs einer Fernbedienungssystems ist, das die technischen Anforderungen einer automatischen Lenkfunktion der Kategorie A gemäß der Änderungsserie 02 zur UN-Regelung Nr. 79 oder späterer Änderungsserien erfüllt.

5.2.20. Spezielle zusätzliche Vorschriften für Betriebsbremssysteme mit elektrischer Steuer-Übertragungseinrichtung mit Ausnahme von Bremssystemen mit elektrischer Übertragungseinrichtung:

5.2.20.1. Bei gelöster Feststellbremse muss das Betriebsbremssystem folgenden Anforderungen genügen können:

a) Wenn das Bedienelement für das Antriebssystem in der Stellung „eingeschaltet“ („in Betrieb“) ist, wird eine statische Gesamtbremskraft erzeugt, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.1 dieser Regelung vorgeschriebenen Bremskraft entspricht;

b) während der ersten 60 s, nachdem das Bedienelement für das Antriebssystem in die Stellung „ausgeschaltet“ oder „verriegelt“ gebracht und/oder der Zündschlüssel abgezogen wurde, erzeugt dreimaliges Betätigen der Bremse eine statische Gesamtbremskraft, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.1 dieser Regelung vorgeschriebenen Bremskraft entspricht, und

c) nach Ablauf von 60 Sekunden oder ab der vierten Bremsbetätigung innerhalb dieses Zeitraums — je nachdem, was eher eintritt — wird eine statische Gesamtbremskraft erzeugt, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.2 dieser Regelung vorgeschriebenen Hilfsbremswirkung entspricht.

Selbstverständlich muss in der Energie-Übertragungseinrichtung des Betriebsbremssystems genügend Energie vorhanden sein.

5.2.20.2. Bei einer einzelnen vorübergehenden Störung (< 40 ms) in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung (zum Beispiel nicht übertragenes Signal oder Datenfehler), von der die Energieversorgung nicht betroffen ist, darf die Betriebsbremswirkung nicht spürbar beeinträchtigt werden.

5.2.20.3. Eine Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung ([9]), von der der Energievorrat nicht betroffen ist und die die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit von Systemen nach dieser Regelung beeinträchtigt, ist dem Fahrer durch das rote oder gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 beziehungsweise 5.2.21.1.2 anzuzeigen. Kann die vorgeschriebene Bremswirkung des Betriebsbremssystems nicht mehr erreicht werden (rotes Warnsignal), so sind dem Fahrer Störungen aufgrund einer Unterbrechung des Stromdurchgangs (zum Beispiel Reißen des Kabels, Trennung) unverzüglich anzuzeigen, und die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung muss durch die Betätigung der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse gemäß Anhang 3 Absatz 2.2 dieser Regelung erreicht werden.

5.2.20.4. Bei einem Ausfall der Energiequelle der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung muss, ausgehend vom Nennwert des Energieniveaus, die Funktion des gesamten Steuerbereiches des Betriebsbremssystems sichergestellt sein, nachdem die Betriebsbremse zwanzig Mal hintereinander vollständig betätigt worden ist. Während der Prüfung muss die Bremse bei jedem Betätigungsvorgang 20 Sekunden lang voll betätigt und 5 Sekunden lang gelöst sein. Bei dieser Prüfung muss natürlich in der Energie-Übertragungseinrichtung so viel Energie vorhanden sein, dass die volle Betätigung des Betriebsbremssystems möglich ist. Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von den Vorschriften des Anhangs 4 ausgelegt werden.

5.2.20.5. Fällt die Batteriespannung unter einen vom Hersteller angegebenen Wert ab, bei dem die vorgeschriebene Bremswirkung des Betriebsbremssystems nicht mehr gewährleistet werden kann und/oder bei dem ausgeschlossen ist, dass bei mindestens zwei unabhängigen Betriebsbremskreisen die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung erreicht wird, so muss das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 aufleuchten. Nach dem Aufleuchten des Warnsignals muss es möglich sein, die Betriebsbremse zu betätigen und zumindest die in Anhang 3 Absatz 2.2 dieser Regelung vorgeschriebene Hilfsbremswirkung zu erreichen. Selbstverständlich muss in der Energie-Übertragungseinrichtung des Betriebsbremssystems genügend Energie vorhanden sein.

5.2.20.6. Wird die Hilfsausrüstung mit Energie aus demselben Vorrat wie die elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung versorgt, dann muss sichergestellt sein, dass bei einer Motordrehzahl von nicht mehr als 80 % der Drehzahl bei Höchstleistung die Energieversorgung ausreicht, um die vorgeschriebenen Verzögerungswerte zu erfüllen; dies wird dadurch erreicht, dass entweder die zugeführte Energiemenge so bemessen ist, dass dieser Energievorrat nicht entladen wird, wenn die gesamte Hilfsausrüstung in Funktion ist, oder vorher ausgewählte Teile der Hilfsausrüstung bei einer Spannung über dem kritischen Wert nach Absatz 5.2.20.5 dieser Regelung automatisch abgeschaltet werden, damit eine weitere Entladung dieses Vorrats verhindert wird. Die Einhaltung dieser Vorschrift kann rechnerisch oder durch eine praktische Prüfung nachgewiesen werden. Dieser Absatz gilt nicht für Fahrzeuge, bei denen die vorgeschriebenen Verzögerungswerte ohne die Zufuhr elektrischer Energie erreicht werden können.

5.2.20.7. Wird die Hilfsausrüstung mit Energie aus der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung versorgt, dann müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

5.2.20.7.1. Tritt eine Störung in der Energiequelle auf, während das Fahrzeug fährt, dann muss im Vorratsbehälter so viel Energie vorhanden sein, dass die Bremsen wirken, wenn sie betätigt werden.

5.2.20.7.2. Tritt eine Störung der Energiequelle auf, während das Fahrzeug steht und das Feststellbremssystem betätigt ist, dann muss im Speicher so viel Energie vorhanden sein, dass die Beleuchtung eingeschaltet werden kann, selbst wenn die Bremsen betätigt werden.

([9]) Bis zur Festlegung einheitlicher Prüfverfahren stellt der Hersteller dem technischen Dienst eine Analyse potenzieller Störungen der Steuer-Übertragungseinrichtung und ihrer Folgen zur Verfügung. Diese Informationen sind zwischen technischem Dienst und Fahrzeughersteller zu vereinbaren und festzulegen.

5.2.21. Die allgemeinen Vorschriften für optische Warnsignale, die dem Fahrer bestimmte festgelegte Störungen (oder Defekte) in der Bremsausrüstung des Kraftfahrzeugs anzeigen sollen, sind in den nachstehenden Unterabsätzen dargelegt. Abweichend von den Vorschriften des Absatzes 5.2.21.5 sind diese Signale ausschließlich für die in dieser Regelung vorgeschriebenen Zwecke zu verwenden.

5.2.21.1. In Kraftfahrzeugen müssen bei einem Versagen oder Defekt der Bremsen folgende optischen Warnsignale gegeben werden:

5.2.21.1.1. ein rotes Warnsignal, das die in dieser Regelung an anderer Stelle definierten Störungen in der Bremsausrüstung des Fahrzeugs anzeigt, die dazu führen, dass die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung nicht erreicht wird und/oder mindestens einer von zwei unabhängigen Betriebsbremskreisen nicht funktioniert;

5.2.21.1.2. gegebenenfalls ein gelbes Warnsignal, das einen elektrisch erfassten Defekt in der Bremsausrüstung des Fahrzeugs anzeigt, der nicht durch das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 angezeigt wird.

5.2.21.1.3. Für die nach diesem Absatz vorgeschriebenen Warnsignale ist das Symbol für eine Störung im Bremssystem zu verwenden, das in der UN-Regelung Nr. 121 aufgeführt ist.

5.2.21.2. Die Warnsignale müssen auch bei Tageslicht sichtbar sein; der einwandfreie Zustand der Signalleuchten muss vom Fahrer von seinem Sitzplatz aus leicht überprüft werden können; versagt ein Teil der Warneinrichtungen, so darf dies nicht zu einem Nachlassen der Bremswirkung führen.

5.2.21.3. Falls nichts anderes angegeben ist,

5.2.21.3.1. muss eine definierte Störung oder ein definierter Defekt dem Fahrer spätestens bei Betätigung der entsprechenden Bremse durch die oben genannten Warnsignale angezeigt werden;

5.2.21.3.2. müssen die Warnsignale leuchten, solange die Störung/der Defekt vorhanden und der Zündschalter (Anlassschalter) eingeschaltet ist und

5.2.21.3.3. muss das Warnsignal leuchten (es darf nicht blinken).

5.2.21.3.4. Bei einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung mit einer oder mehreren Speichereinrichtungen für elektrische Energie sicherzustellen, dass der Wert der elektrischen Leistung, bei der nach den Absätzen 5.2.24.6 und 5.2.24.7 erforderliche Warnsignal aktiviert wird, trotz der Auswirkungen der Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur) und Alterung eingehalten wird. Der Hersteller muss dem technischen Dienst hinreichend nachweisen, wie dies erreicht wird.

5.2.21.4. Die oben genannten Warnsignale müssen aufleuchten, wenn der elektrischen Ausrüstung des Fahrzeugs (und des Bremssystems) Strom zugeführt wird. Bei stehendem Fahrzeug muss durch eine Überprüfung im Bremssystem sichergestellt werden, dass keine Störung oder kein Defekt vorhanden ist, bevor die Warnsignale erlöschen. Definierte Störungen oder Defekte, die die oben genannten Warnsignale auslösen sollen, aber unter statischen Bedingungen nicht erkannt werden, müssen bei ihrer Erkennung gespeichert und bei der Inbetriebnahme und immer, wenn der Zündschalter (Anlassschalter) eingeschaltet ist, angezeigt werden, solange die Störung oder der Defekt bestehen.

5.2.21.5. Nicht definierte Störungen (oder Defekte) oder andere Informationen, die die Bremsen und/oder das Fahrwerk des Kraftfahrzeugs betreffen, können durch das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 angezeigt werden, sofern alle nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:

5.2.21.5.1. das Fahrzeug steht;

5.2.21.5.2. nachdem der Bremsausrüstung Strom zugeführt worden ist, wurde durch das Signal nach dem in Absatz 5.2.21.4 beschriebenen Verfahren angezeigt, dass keine definierten Störungen (oder Defekte) festgestellt worden sind und

5.2.21.5.3. nicht definierte Störungen oder andere Informationen sind nur durch das blinkende Warnsignal anzuzeigen. Das Warnsignal muss allerdings erlöschen, sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit zum ersten Mal 10 km/h überschreitet.

5.2.22. Auslösen eines Bremssignals zum Einschalten der Bremsleuchten

5.2.22.1. Die Betätigung des Betriebsbremssystems durch den Fahrer muss ein Signal auslösen, das die Bremsleuchten aufleuchten lässt.

5.2.22.2. Anforderungen für Fahrzeuge mit automatisiertem Fahrsystem, mit automatisch gesteuerter Bremsung und/oder mit Energierückgewinnungseinrichtung, die eine Verzögerungskraft erzeugen (z. B. beim Loslassen der Beschleunigungseinrichtung) ([10]).

Verzögerung durch automatisiertes Fahrsystem, automatisch gesteuerte Bremsung und/oder Bremsung mit Energierückgewinnungseinrichtung	
≤ 1,3 m/s²	> 1,3 m/s²
Kann das Signal auslösen	Muss das Signal auslösen

Wurde das Signal ausgelöst, muss es für die gesamte Dauer der Abbremsanforderung ausgelöst bleiben. Das Signal kann jedoch unterdrückt werden, wenn das Fahrzeug zum Stillstand kommt oder wenn die Abbremsanforderung unter 1,3 m/s² oder unter den Wert, der das Signal ausgelöst hat (je nachdem, welcher Wert der niedrigere ist), zurückgegangen ist.

Es ist eine geeignete Maßnahme (z. B. Ausschalthysterese, Mittelung, Ansprechverzögerung) umzusetzen, um schnelle Veränderungen des Signals zu vermeiden, die zu einem Flackern der Bremsleuchten führen.

5.2.22.3. Die Aktivierung eines Teils des Betriebsbremssystems durch „selektive Bremsung“ oder durch Funktionen, die nicht in erster Linie darauf abzielen, das Fahrzeug zu verzögern (z. B. leichte Betätigung der Reibungsbremsen zur Reinigung der Scheiben), darf das oben genannte Signal nicht auslösen ([11]).

5.2.22.4. Das Signal darf nicht ausgelöst werden, wenn die Verzögerung allein durch die normale Bremswirkung des Motors, Luft-/Rollwiderstand und/oder die Neigung der Fahrbahn erzeugt wird.

5.2.23. Ist ein Fahrzeug mit Mitteln zum Anzeigen der Notbremsung ausgerüstet, darf das Ein- und Ausschalten des Notbremssignals nur durch Betätigung des Betriebsbremssystems und nur unter folgenden Bedingungen erfolgen ([8]):

5.2.23.1. Das Signal darf bei einer Verzögerung von weniger als 6 m/s² nicht eingeschaltet werden, aber es kann bei einer Verzögerung von 6 m/s² oder darüber ausgelöst werden, wobei der tatsächliche Auslösewert vom Fahrzeughersteller festgelegt wird.

Das Signal muss spätestens dann abgeschaltet werden, wenn die Verzögerung 2,5 m/s² unterschreitet.

5.2.23.2. Daneben können auch die folgenden Vorschriften angewandt werden:

a) Die Signalauslösung kann unter Einhaltung der in Absatz 5.2.23.1 festgelegten Aktivierungs- und Deaktivierungsschwellenwerte auf eine aus der Bremsanforderung resultierende Prognose der Fahrzeugverzögerung zurückgehen

oder

b) Das Signal darf bei einer Geschwindigkeit über 50 km/h eingeschaltet werden, wenn die Antiblockiervorrichtung (gemäß Anhang 6 Absatz 2) voll regelt.

Das Signal muss ausgeschaltet werden, wenn das Antiblockiersystem nicht mehr voll regelt.

([10]) Bei der Typgenehmigung ist die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen durch den Fahrzeughersteller zu bestätigen.
([11]) Während einer selektiven Bremsung kann sie zur automatisch gesteuerten Bremsung wechseln.

5.2.24. Spezielle zusätzliche Anforderungen für Bremssysteme mit elektrischer Übertragungseinrichtung:

5.2.24.1. Reicht der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie nicht aus, um die Hilfsbremswirkung gemäß Anhang 3 Absatz 2.2 der vorliegenden Regelung durch die Betätigung der Betriebsbremse zu gewährleisten, so ist ein Lösen des Feststellbremssystems zu verhindern.

5.2.24.2. Bei gelöster Feststellbremse muss das Betriebsbremssystem folgende Anforderungen erfüllen:

a) Wenn das Bedienelement für das Antriebssystem in der Stellung „eingeschaltet" („in Betrieb") ist, wird eine statische Gesamtbremskraft erzeugt, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.1 dieser Regelung vorgeschriebenen Bremswirkung entspricht;

b) während der ersten 60 s, nachdem das Bedienelement für das Antriebssystem in die Stellung „AUS" oder „verriegelt" gebracht und/oder der Zündschlüssel abgezogen wurde, erzeugt dreimaliges Betätigen der Bremse eine statische Gesamtbremskraft, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.1 dieser Regelung vorgeschriebenen Bremskraft entspricht,

c) nach Ablauf von 60 Sekunden oder ab der vierten Bremsbetätigung innerhalb dieses Zeitraums — je nachdem, was eher eintritt — wird eine statische Gesamtbremskraft erzeugt, die mindestens der für die Prüfung Typ 0 gemäß Anhang 3 Absatz 2.2 dieser Regelung vorgeschriebenen Hilfsbremswirkung entspricht.

Selbstverständlich muss in der Energie-Übertragungseinrichtung des Betriebsbremssystems genügend Energie vorhanden sein.

5.2.24.3. Bei einer Speichereinrichtung für elektrische Energie, die nur die elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung versorgt, muss nach dem folgenden Prüfverfahren der volle Regelungsbereich des Betriebsbremssystems gewährleistet sein:

Diese Prüfung ist ausgehend von einem Nennwert des Energieniveaus und mit nicht nachgefüllter Speichereinrichtung für elektrische Energie durchzuführen. Die Betätigungseinrichtung der Bremse muss bei aktiver Steuer-Übertragungseinrichtung mindestens 20 Minuten lang gelöst bleiben, bevor 20 volle Betätigungen der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse durchgeführt werden, wobei sie zwischen jeder Betätigung 5,0 Sekunden gelöst bleiben muss.

Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von den Vorschriften des Anhangs 4 Teil B Absatz 1 ausgelegt werden.

Um die Aktivierung des roten Warnsignals aufgrund von übermäßigem Stromverbrauch der Übertragungseinrichtung für elektrische Energie zu vermeiden, kann die Energie-Übertragungseinrichtung abgeschaltet werden.

5.2.24.4. Liefern die Speichereinrichtungen für elektrische Energie den Strom für die elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung und die Übertragungseinrichtung für elektrische Energie, so gelten die Anforderungen des Anhangs 4 Teil B Absatz 1.2.1.

5.2.24.5. Alternativ zu den Anforderungen des Anhangs 4 Teil B Absatz 1.2 können Speichereinrichtungen für elektrische Energie, die nur die Steuer-Übertragungseinrichtung des Bremssystems mit Strom versorgen, die folgende Anforderung erfüllen:

Fällt die Energie in einer Speichereinrichtung für elektrische Energie auf einen Wert, bei dem die Funktion oder die Leistung einer Steuer-Übertragungseinrichtung beeinträchtigt wird, so muss die Steuer-Übertragungseinrichtung unmittelbar von der Stromversorgungseinrichtung mit der für die ordnungsgemäße Funktion erforderlichen Leistung versorgt werden. Es wird davon ausgegangen, dass kein Fehler bzw. keine Störung der Stromversorgungseinrichtung vorliegt.

Diese alternative Stromversorgung muss spätestens bei Betätigung der Betätigungseinrichtung automatisch zur Verfügung stehen. Der Energiewert, zu dem diese alternative Versorgung erforderlich ist, ist vom Fahrzeughersteller gegenüber dem technischen Dienst anzugeben und die Umstellung ist zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zu überprüfen.

Darüber ist diese Bedingung dem Fahrer durch das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 anzuzeigen.

5.2.24.6. Ein Warnsignal muss spätestens dann angezeigt werden, wenn der Alterungseffekt auf die Speichereinrichtungen für elektrische Energie so groß ist, dass die Leistung nicht ausreicht, um die Anforderungen des Anhangs 4 Teil B Absatz 1.2.1 zu erfüllen. Das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 ist zu verwenden.

5.2.24.7. Ein Warnsignal muss spätestens dann angezeigt werden, wenn der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie nicht mehr ausreicht, um mehr als 60 Sekunden lang die Vorschrift zur Bremswirkung nach Anhang 4 Teil B Absatz 1.2.1 zu erfüllen. Das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 ist zu verwenden.

5.2.24.8. Es muss ein Energiemanagementsystem für die Speichereinrichtungen für elektrische Energie der Übertragungseinrichtung vorhanden sein.

5.2.24.8.1. Das Energiemanagementsystem muss fähig sein, die Speichereinrichtungen für elektrische Energie kontinuierlich zu bewerten, um zu bestimmen, ob sie in der Lage sind, die erforderliche Leistung im zeitlichen Verlauf an die Übertragungseinrichtung der Bremse abzugeben, damit die Leistungsanforderungen dieser Regelung erfüllt und gegebenenfalls die in dieser Regelung vorgeschriebenen Warnsignale aktiviert werden können.

Ist die Bewertung zu dem Zeitpunkt, zu dem der Anlassschalter/Betriebsschalter in die „EIN"-Stellung (Betriebsstellung) gebracht wird, noch nicht abgeschlossen, muss ein rotes Warnsignal aktiviert werden und so lange aktiv bleiben, bis der sichere Zustand des Bremssystems mit elektrischer Übertragungseinrichtung bestätigt worden ist. Das nach Absatz 5.2.21.1.1 vorgeschriebene rote Warnsignal kann verwendet werden. Diese Anforderung gilt auch nach einer Wartung der Speichereinrichtung für elektrische Energie und/oder des Energiemanagementsystems (z. B. Austausch/vorübergehende Trennung einer Speichereinrichtung für elektrische Energie oder Austausch des Energiemanagementsystems selbst).

Die Methode, mit der das Energiemanagementsystem — auch nach einer Wartung — den sicheren Zustand bestimmt, ist vom Hersteller zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zu beschreiben. Die Einhaltung dieser Anforderungen ist zur Zufriedenheit des technischen Dienstes nachzuweisen, einschließlich einer Bewertung nach Anhang 8.

5.2.24.8.2. Es ist nachzuweisen, dass das Energiemanagementsystem den Zustand, ab wann die nach dieser Regelung erforderlichen Warnsignale aktiviert werden, genau bestimmt.

Der technische Dienst muss den Einfluss einzelner vom Energiemanagementsystem herangezogener Variablen sowohl auf die Leistung als auch auf den Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie berücksichtigen.

Der technische Dienst überprüft, ob die Genauigkeit des Energiemanagementsystems unter allen Betriebsbedingungen (z. B. bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen), die vernünftigerweise vorhersehbar sind, gewährleistet ist, indem er die vom Hersteller bereitgestellte Dokumentation überprüft und Prüfungen des Energiemanagementsystems unter verschiedenen Bedingungen (z. B. Temperaturänderungen) durchführt.

5.2.24.8.3. Im Rahmen der Bewertung nach Absatz 5.2.24.8.2 muss der Hersteller als Teil der nach Anhang 8 Absatz 3 erforderlichen Dokumentation die folgenden Informationen vorlegen:

a) In Bezug auf das Energiemanagementsystem:

i) Ein detaillierter Überblick über das Energiemanagementsystem, mit Erläuterung seiner Architektur, Bauteile und Funktionsfähigkeit.

ii) Eine Beschreibung, wie das System Speichereinrichtungen für elektrische Energie überwacht.

iii) Ausreichende Informationen über die Strategie des Energiemanagementsystems, um die Algorithmen und die Logik zu veranschaulichen, die zur Bewertung des Zustands und der Leistung der Speichereinrichtungen für elektrische Energie verwendet werden.

iv) Eine Liste aller Eingangsvariablen, die das Energiemanagementsystem bei der Bewertung des Zustands und der Leistung der Speichereinrichtungen für elektrische Energie berücksichtigt.

v) Eine Sensitivitätsanalyse, aus der hervorgeht, wie sich jede der aufgeführten Variablen auf die Fähigkeit des Energiemanagementsystems auswirkt, genau zu ermitteln, wann ein Warnsignal aktiviert werden muss.

b) In Bezug auf die einschlägigen Überprüfungen muss die Dokumentation Folgendes enthalten:

i) Die Schwellenwerte oder Kriterien, die die in den Absätzen 5.2.21.1.1 und 5.2.21.1.2 beschriebenen Warnsignale auslösen.

ii) Ergebnisse der Nachprüfungen zur Bewertung der Genauigkeit des Energiemanagementsystems.

iii) Daten zu unterschiedlichen Betriebsbedingungen, z. B. Temperatur oder Batteriealterung.

iv) Eine Übersicht über die Grenzbedingungen, die sich auf die Genauigkeit des Energiemanagementsystems auswirken könnten (z. B. Temperatur, Alterungsmerkmale).

v) Gemäß Anhang 8 Absatz 3.4.4 eine Beschreibung der Strategie für den Fall einer Störung des Energiemanagementsystems oder eines Eingangskanals zum Energiemanagementsystem, sofern relevant für die Funktionsfähigkeit der Bremsen.

(vi) Gegebenenfalls die Verfahren zur Aktualisierung des Energiemanagementsystems und zur Gewährleistung seiner laufenden Wartung.

vii) Die geeigneten Prüfverfahren, die bei der Durchführung der entsprechenden Nachprüfungen zur Bewertung der Einhaltung der Absätze 5.2.24.6 und 5.2.24.7 zu berücksichtigen sind.

5.2.24.8.4. Bei einer Störung des Energiemanagementsystems oder eines Eingangskanals des Energiemanagementsystems, durch die die Beurteilung des Zustands der Energiespeichereinrichtungen verhindert wird, muss zum Zeitpunkt der Feststellung der Störung (d. h. ein erstes Mal in Betrieb und danach bei jeder Inbetriebnahme) ein optisches rotes Warnsignal zusammen mit einem akustischen Signal aktiviert werden. Das akustische Signal kann temporär sein, aber das optische Warnsignal muss für die Dauer der Störung aktiv bleiben. Das nach Absatz 5.2.21.1.1 vorgeschriebene rote Warnsignal kann für die optische Warnung verwendet werden. Beeinträchtigt die Fehlerstrategie des Herstellers die Funktionsfähigkeit der Bremsen, so sind die Einzelheiten in den Unterlagen nach Absatz 5.2.24.8.3 anzugeben.

Auch bei der oben beschriebenen Störung ist das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 ausreichend, wenn das Energiemanagementsystem weiterhin in der Lage ist, den Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie zu bewerten.

5.2.24.9. Kann die von der elektrischen Übertragung geforderte Energieversorgung durch die Stromversorgung nicht gedeckt werden, so muss spätestens 5,0 s nach dem Erscheinen/der Erkennung eine Warnung über niedrige Stromversorgung (P_w) an den Fahrzeugführer ausgelöst werden. Das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 kann verwendet werden.

Die Funktionsweise des Systems, das die Warnstufe P_w auslöst, ist vom Fahrzeughersteller als Teil der dem technischen Dienst nach Anhang 8 dieser Regelung vorzulegenden Dokumentation zu beschreiben.

5.2.24.10. Falls die Hilfsausrüstung durch dieselben Speichereinrichtungen für elektrische Energie versorgt werden wie das Bremssystem, gilt im Falle einer Störung der Stromversorgung (einschließlich der Energiequelle, falls vorhanden), die diese Speichereinrichtungen für elektrische Energie mit Strom versorgt, Folgendes:

— die Hilfsausrüstung ist auszuschalten und/oder

— das Fahrzeug automatisch zum Stillstand zu bringen,

bevor der kritische Wert nach Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b der vorliegenden Regelung erreicht wird.

In beiden Fällen darf der Betrieb von Hilfsausrüstung, die erforderlich ist und den Leistungsanforderungen einer anderen sicherheitsrelevanten UN-Regelung unterliegt, nicht beeinträchtigt werden.

Bei einem Fahrzeug, das nicht mit einer bordeigenen Stromversorgung ausgestattet ist (z. B. ein Elektrofahrzeug mit einer Antriebsbatterie, die als Energiespeichereinrichtung dient), muss die in diesem Absatz vorgeschriebene Minderungsmaßnahme auch vor dem in Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b genannten kritischen Wert erfolgen, wie auch bei einer Störung, die die Antriebsbatterie daran hindern würde, das Bremssystem mit Strom zu versorgen.

5.2.24.11. Das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 muss aktiviert werden, wenn die Betriebsbremswirkung nicht mehr sichergestellt ist durch zwei voneinander unabhängige Betriebsbremskreise, die jeweils die vorgeschriebene Hilfsbremsleistung erreichen.

5.2.24.12. Durch die Stromversorgung muss gewährleistet sein, dass der Zustand Speichereinrichtungen für elektrische Energie weiterhin ausreicht, um die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung zu erreichen.

Darüber hinaus muss die genannte Anforderung auch dann erfüllt sein, wenn die Hilfsausrüstung von derselben Stromversorgung (einschließlich Energiequelle, falls vorhanden) wie das Bremssystem versorgt wird, auch wenn die gesamte Hilfsausrüstung funktionsfähig ist. Können zwei oder mehr Bestandteile der Hilfsausrüstung nicht gleichzeitig betrieben werden (z. B. kann die Klimaanlage nicht gleichzeitig Wärme und Kälte bereitstellen), so ist bei der Bewertung nur das System, die Funktion oder der Bestandteil mit dem höchsten Energieverbrauch zu berücksichtigen. Der Hersteller muss den Gesamtleistungsbedarf der Hilfsausrüstung angeben und den Ausschluss jeglicher Hilfseinrichtungen begründen.

Dies ist gemäß den Anforderungen des Anhangs 4 Teil B Abschnitt 2 dieser Regelung zu bewerten.

Bei einem Fahrzeug, das von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird und das über eine angetriebene elektrische Energiequelle (z. B. einen Drehstromgenerator) verfügt, mit der die Stromversorgung aufrechterhalten wird, kann die Einhaltung der Anforderungen dieses Absatzes bei einer Motordrehzahl bewertet werden, die nicht mehr als 80 % der Drehzahl bei Höchstleistung beträgt.

5.2.24.13. Eine Störung in der elektrischen Übertragungseinrichtung ([12]), die die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit von Systemen nach dieser Regelung beeinträchtigt, ist dem Fahrer durch das rote oder gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.1 beziehungsweise 5.2.21.1.2 anzuzeigen. Kann die vorgeschriebene Bremswirkung des Betriebsbremssystems nicht mehr erreicht werden (rotes Warnsignal), so sind dem Fahrer Störungen aufgrund einer Unterbrechung des Stromdurchgangs (zum Beispiel Reißen des Kabels, Trennung) unverzüglich anzuzeigen, und die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung muss durch die Betätigung der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse gemäß Anhang 3 Absatz 2.2 dieser Regelung erreicht werden.

5.2.24.14. Bei einer einzelnen vorübergehenden Störung (< 40 ms) in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung (zum Beispiel nicht übertragenes Signal oder Datenfehler), von der die Energieversorgung nicht betroffen ist, darf die Bremswirkung des Betriebsbremssystems nicht spürbar beeinträchtigt werden.

5.2.24.15. Wird die Hilfsausrüstung mit Energie aus der elektrischen Übertragungseinrichtung versorgt, dann müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

5.2.24.15.1. Tritt eine Störung der Energiequelle oder Stromversorgung auf, während das in Bewegung ist, dann muss in den Speichereinrichtungen für elektrische Energie so viel Energie vorhanden sein, dass die Anforderungen an die Bremswirkung nach Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b erfüllt werden können.

([12]) Bis zur Festlegung einheitlicher Prüfverfahren stellt der Hersteller dem technischen Dienst eine Analyse potenzieller Störungen der elektrischen Übertragungseinrichtung und ihrer Folgen zur Verfügung. Diese Informationen sind zwischen technischem Dienst und Fahrzeughersteller zu vereinbaren und festzulegen.

Hat diese Stromversorgung auch eine Funktion als Speichereinrichtung für elektrische Energie für einen Stromkreis der Übertragungseinrichtung, so darf eine Störung dieser Versorgung nicht die Fähigkeit der Speichereinrichtung für elektrische Energie eines anderen Stromkreises beeinträchtigen, die zur Erreichung der vorgeschriebenen Hilfsbremswirkung erforderliche Leistung zu erzeugen.

5.2.24.15.2. Tritt eine Störung der Energiequelle oder Stromversorgung auf, während das Fahrzeug steht und das Feststellbremssystem betätigt ist, dann muss in den Speichereinrichtungen für elektrische Energie so viel Energie vorhanden sein, dass die Beleuchtung eingeschaltet werden kann, selbst wenn die Bremsen betätigt werden

5.2.24.16. Notfallfunktion bei niedrigem Energiestand

5.2.24.16.1. Innerhalb von 60 Sekunden nach der Aktivierung des akustischen Warnsignals nach Absatz 5.2.1.14.1.2 muss eine automatische Funktion einsetzen, mit der die Fahrzeuggeschwindigkeit schrittweise so verringert wird, dass sie 20 km/h nicht überschreiten kann. Wenn das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist, muss verhindert werden, dass es wegrollt, und die elektrische Leistung muss ausreichen, damit die Feststellbremse betätigt werden kann.

5.2.25. Kraftfahrzeuge der Klassen M_1 und N_1, die mit Noträdern/-reifen ausgerüstet sind, müssen den einschlägigen technischen Vorschriften des Anhangs 3 der UN-Regelung Nr. 64 entsprechen.

5.3. Besondere Bestimmungen für Fahrzeuge, die mit einem automatisierten Fahrsystem ausgerüstet sind.

Die Bremsausrüstung jedes Fahrzeugs, das mit einem anderen automatisierten Fahrsystem als einem automatischen Spurhalteassistenzsystem im Sinne der UN-Regelung Nr. 157 ausgerüstet ist, muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

5.3.1. Ein automatisiertes Fahrsystem darf die Bremsausrüstung des Fahrzeugs steuern, sofern das automatisierte Fahrsystem den einschlägigen nationalen und/oder internationalen technischen Vorschriften und den einschlägigen nationalen Betriebsvorschriften entspricht, und sofern seine Aktivierung auf technischem Wege auf das oder die Rechtsgebiete beschränkt ist, in denen diese Anwendung finden. Bei der Typgenehmigung ist die Übereinstimmung mit dieser Anforderung vom Hersteller anzugeben.

5.3.2. Die Einhaltung der geltenden Leistungsanforderungen dieser UN-Regelung für den Zeitraum, in dem das automatisierte Fahrsystem aktiv ist, ist gemäß Anhang 8 nachzuweisen.

5.3.2.1. Die Übertragungsverbindungen zwischen dem automatisierten Fahrsystem und der Bremsausrüstung (ohne das automatisierte Fahrsystem selbst) unterliegen den Anforderungen des Anhangs 8.

5.3.3. Solange das automatisierte Fahrsystem aktiv ist, sind festgestellte Fehler gemäß dieser UN-Regelung an das automatisierte Fahrsystem zu übermitteln.

6. Prüfungen

Die Bremsprüfungen, denen die zur Genehmigung vorgeführten Fahrzeuge zu unterziehen sind, und die geforderten Bremswirkungen sind in Anhang 3 dieser Regelung beschrieben.

7. Änderung eines Fahrzeugtyps oder dessen Bremssystems und Erweiterung der Genehmigung

7.1. Jede Änderung des Fahrzeugtyps oder dessen Bremssystems ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Fahrzeugtyp erteilt hat. Diese Behörde kann dann

7.1.1. entweder die Auffassung vertreten, dass die vorgenommenen Änderungen keine nennenswerte nachteilige Auswirkung haben und das Fahrzeug in jedem Fall noch den Vorschriften entspricht oder

7.1.2. bei dem technischen Dienst, der die Prüfungen durchführt, ein weiteres Gutachten anfordern.

7.2. Die Bestätigung, Erweiterung oder Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, nach dem in Absatz 4.3 angegebenen Verfahren mitzuteilen.

7.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Erweiterung der Genehmigung bescheinigt, teilt jedem Mitteilungsblatt, das bei einer solchen Erweiterung ausgestellt wird, eine laufende Nummer zu.

8. Übereinstimmung der Produktion

Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den im Übereinkommen (Verzeichnis 1, E/ECE/TRANS/505/Rev.3) beschriebenen Verfahren entsprechen, wobei folgende Vorschriften eingehalten sein müssen:

8.1. Jedes Fahrzeug, für das eine Genehmigung nach dieser Regelung erteilt wurde, muss so gebaut sein, dass es dem genehmigten Typ entspricht, indem es die Vorschriften des Absatzes 5 erfüllt.

8.2. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Typgenehmigung erteilt hat, kann jederzeit die in jeder Fertigungsanlage angewandten Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung überprüfen. Diese Überprüfungen werden normalerweise einmal alle zwei Jahre durchgeführt.

9. Maßnahmen bei Abweichung der Produktion

9.1. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Vorschriften des Absatzes 8.1 nicht eingehalten sind.

9.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hierüber mit einer Kopie des Mitteilungsblattes zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

10. Endgültige Einstellung der Produktion

Stellt der Inhaber der Genehmigung die Produktion eines nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyps endgültig ein, so hat er hierüber die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung hat diese Behörde die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, hierüber mit Kopien des Mitteilungsblattes zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

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

Die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, nennen dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, sowie der Typgenehmigungsbehörden, die Genehmigungen erteilen und denen die Mitteilungsblätter über in anderen Ländern erteilte, erweiterte, versagte oder zurückgenommene Genehmigungen zu übersenden sind.

12. Übergangsbestimmungen

12.1. Allgemeines

12.1.1. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, dürfen Typgenehmigungen nach allen vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung erteilen.

12.1.2. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, erteilen weiterhin Erweiterungen von Genehmigungen nach einer der vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung.

12.2. Übergangsbestimmungen für die Änderungsserie 01

12.2.1. Nach dem 1. September 2018 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung von Typgenehmigungen nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung versagen.

12.2.2. Auch nach dem 1. September 2018 erkennen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, Typgenehmigungen an, die nach der Änderungsserie 00 zu dieser Regelung erteilt wurden.

Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, sind jedoch nicht verpflichtet, für die Zwecke der nationalen oder regionalen Typgenehmigung eine Typgenehmigung ach der Änderungsserie 00 zu dieser Regelung für Fahrzeugtypen, die nicht mit einer Fahrzeugstabilisierungsfunktion (gemäß UN-Regelung Nr. 13) oder ESC und BAS ausgestattet sind, anzuerkennen.

12.2.3. Ab dem 1. September 2018 dürfen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, Typgenehmigungen nur dann erteilen, wenn der zu genehmigende Fahrzeugtyp die Vorschriften dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung erfüllt.

12.2.4. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, versagen keine Erweiterungen von Typgenehmigungen für bestehende Fahrzeugtypen aufgrund der bei Erteilung der ursprünglichen Genehmigung geltenden Bestimmungen, unabhängig davon, ob die Fahrzeugtypen mit einer Fahrzeugstabilisierungsfunktion (gemäß UN-Regelung Nr. 13) oder ESC und BAS ausgestattet sind oder nicht.

12.3. Übergangsbestimmungen für die Änderungsserie 02

12.3.1. Nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 02 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung von Typgenehmigungen nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 02 geänderten Fassung versagen.

12.3.2. Nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 02 dürfen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, eine Typgenehmigung für ein Fahrzeug, das mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ausgestattet ist, nur dann erteilen, wenn der zu genehmigende Fahrzeugtyp den Anforderungen dieser Regelung in der Fassung der Änderungsserie 02 entspricht.

12.3.3. Ab dem 1. September 2028 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht verpflichtet, nach der vorhergehenden Änderungsserie erteilte Typgenehmigungen für einen Fahrzeugtyp mit elektronisch gesteuertem Bremssystem, die erstmals nach dem 1. September 2028 erteilt wurden, anzuerkennen.

12.3.4. Ab dem 1. September 2030 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen anzuerkennen, die nach der vorhergehenden Änderungsserie zu dieser Regelung erteilt wurden.

12.3.5. Unbeschadet des Absatzes 12.3.4 müssen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, weiterhin die nach der vorhergehenden Änderungsserie zu dieser Regelung erteilten Typgenehmigungen für Fahrzeuge anerkennen, die von den durch die Änderungsserie 02 eingeführten Änderungen nicht betroffen sind.

12.3.6. Ungeachtet dieser Übergangsbestimmungen sind Vertragsparteien, bei denen die Anwendung dieser Regelung nach dem Tag des Inkrafttretens der neuesten Änderungsserie in Kraft tritt, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen anzuerkennen, die nach einer vorhergehenden Änderungsserie zu dieser Regelung erteilt worden sind; sie sind nur verpflichtet, Typgenehmigungen, die nach der Änderungsserie 02 zu dieser Regelung erteilt wurden, anzuerkennen.

ANHANG 1

Mitteilung (*)

(Größtes Format: A4 (210 mm × 297 mm))



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

über die (2): Erteilung der Genehmigung
Erweiterung der Genehmigung
Versagung der Genehmigung
Zurücknahme der Genehmigung
Endgültige Einstellung der Produktion

eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Bremsen nach der UN-Regelung Nr. 13-H

Nummer der Genehmigung ..... Nummer der Erweiterung der Genehmigung .....

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

2. Fahrzeugtyp .....

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

4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Vertreters des Herstellers .....

.....

5. Masse des Fahrzeugs .....

5.1. Höchstmasse des Fahrzeugs .....

5.2. Mindestmasse des Fahrzeugs .....

6. Achslastverteilung (Höchstwert) .....

7. Marke und Typ der Bremsbeläge, Bremsscheiben und Bremstrommeln

7.1. Bremsbeläge

7.1.1. Bremsbeläge, die nach allen entsprechenden Vorschriften des Anhangs 3 geprüft wurden .....

7.1.2. Alternative Bremsbeläge, die nach Anhang 7 geprüft wurden .....

(*) Auf Wunsch von Antragstellern, die eine Genehmigung nach der UN-Regelung Nr. 90 beantragen, werden die in der Anlage 1 zu diesem Anhang enthaltenen Angaben von der Typgenehmigungsbehörde übermittelt. Diese Angaben werden allerdings nur für Genehmigungen nach der UN-Regelung Nr. 90 übermittelt.

(1) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe Genehmigungsvorschriften in der Regelung).

(2) Nichtzutreffendes streichen.

7.2. Bremsscheiben und Bremstrommeln

7.2.1. Kenncode der von der Genehmigung des Bremssystems erfassten Bremsscheiben

.....

7.2.2. Kenncode der von der Genehmigung des Bremssystems erfassten Bremstrommeln .....

.....

8. Motortyp .....

9. Zahl und Übersetzungen der Getriebegänge .....

10. Achsantriebsübersetzungen .....

11. Gegebenenfalls Höchstmasse des Anhängers, der gezogen werden darf .....

11.1. Ungebremster Anhänger .....

12. Reifenabmessung .....

12.1. Abmessungen des Notrads/-reifens .....

12.2. Das Fahrzeug entspricht den technischen Vorschriften des Anhangs 3 der UN-Regelung Nr. 64:

..... ja/nein ([2])

13. Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit .....

14. Kurzbeschreibung der Bremsausrüstung .....

14.1. Das Fahrzeug ist mit einem automatisierten Fahrsystem ausgerüstet ..... ja/nein

15. Masse des Fahrzeugs bei der Prüfung:

	beladen (kg)	Unbeladen (kg)
Achse Nr. 1		
Achse Nr. 2		
insgesamt		

16. Prüfergebnisse:

Prüfung Geschwindigkeit (km/h)	Gemessene Bremswirkung	Gemessene Betätigungskraft (daN)

16.1. Prüfungen Typ 0: .....

Motor ausgekuppelt .....

Betriebsbremsung (beladen) .....

Betriebsbremsung (unbeladen) .....

Hilfsbremsung (beladen) .....

Hilfsbremsung (unbeladen) .....

16.2. Prüfungen Typ 0: .....

Motor eingekuppelt .....

Betriebsbremsung (beladen) .....

Betriebsbremsung (unbeladen) .....

(nach Anhang 3 Absatz 2.1.1 Buchstabe B) .....

16.3. Prüfungen Typ I: .....

Teilbremsungen zu Beginn (zur Bestimmung der Pedalkraft) .....

Bremswirkung bei heißer Bremse (1. Bremsung) .....

Bremswirkung bei heißer Bremse (2. Bremsung) .....

Wiedererreichte Bremswirkung .....

16.4. Dynamische Feststellbremswirkung .....

17. Ergebnis der Leistungsprüfungen nach Anhang 5 .....

18. Das Fahrzeug ist/ist nicht ([2]) zum Ziehen eines Anhängers mit elektrischen Bremssystemen ausgerüstet.

19. Das Fahrzeug ist/ist nicht ([2]) mit einer Antiblockiervorrichtung ausgerüstet

19.1. Das Fahrzeug erfüllt die Vorschriften des Anhangs 6: ja/nein ([2])

19.2. Kategorie der Antiblockiervorrichtung: Kategorie 1/2/3 ([2])

20. Zusätzliche Angaben bei Kraftfahrzeugen, die mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ausgestattet sind.

20.1. Fahrzeug ist/ist nicht ([2]) mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ausgestattet.

21. Ausreichende Unterlagen nach Anhang 8 wurden für folgende Systeme zur Verfügung gestellt: ja / nein / nicht zutreffend ([2])

22. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am .....

23. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt .....

24. Datum des Prüfberichts des technischen Dienstes .....

25. Nummer des Prüfberichts des technischen Dienstes .....

26. Die Genehmigung wird erteilt/versagt/erweitert/zurückgenommen ([2])

27. Anbringungsstelle des Genehmigungszeichens am Fahrzeug .....

28. Ort .....

29. Datum .....

30. Unterschrift .....

31. Diesem Mitteilungsblatt ist die Übersicht nach Absatz 4.3 dieser Regelung beigefügt.

ANHANG 1 — Anlage

Liste der Fahrzeugdaten für Genehmigungen nach der UN-Regelung Nr. 90

1. Beschreibung des Fahrzeugtyps .....

1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des Fahrzeugs (falls vorhanden) .....

1.2. Fahrzeugklasse .....

1.3. Fahrzeugtyp entsprechend der Genehmigung nach der UN-Regelung Nr. 13-H .....

1.4. Modelle oder Handelsnamen der Fahrzeuge, die zu dem Fahrzeugtyp gehören (falls vorhanden) .....

.....

1.5. Hersteller (Name und Anschrift)

2. Marke und Typ der Bremsbeläge, Bremsscheiben und Bremstrommeln

2.1. Bremsbeläge

2.1.1. Bremsbeläge, die nach allen entsprechenden Vorschriften des Anhangs 3 geprüft wurden .....

2.1.2. Alternative Bremsbeläge, die nach Anhang 7 geprüft wurden .....

2.2. Bremsscheiben und Bremstrommeln

2.2.1. Kenncode der von der Genehmigung des Bremssystems erfassten Bremsscheiben .....

.....

2.2.2. Kenncode der von der Genehmigung des Bremssystems erfassten Bremstrommeln .....

.....

3. Mindestmasse des Fahrzeugs.....

3.1. Achslastverteilung (Höchstwert) .....

4. Höchstmasse des Fahrzeugs .....

4.1. Achslastverteilung (Höchstwert) .....

5. Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs .....

6. Reifen- und Felgenabmessungen .....

7. Bremskreisaufteilung (z. B. Vorn-Hinten-Aufteilung oder Diagonalaufteilung) .....

8. Angabe des Hilfsbremssystems .....

9. Gegebenenfalls Spezifikationen für Bremsventile .....

9.1. Spezifikationen für die Einstellung des lastabhängigen Bremskraftreglers .....

9.2. Einstellung des Druckventils .....

10. Konstruktions-Bremskraftverteilung .....

11. Spezifikation der Bremse .....

11.1. Scheibenbremsentyp (z. B. Zahl der Kolben mit jeweiligem Durchmesser, belüftete Scheibe oder Vollscheibe) .....

11.2. Trommelbremsentyp (z. B. Duo-Servobremse mit Kolbengröße und Abmessungen der Trommel) .....

.....

11.3. Bei Druckluftbremssystemen z. B. Typ und Größe der Luftspeicher, Hebel usw.....

12. Typ und Größe des Hauptzylinders .....

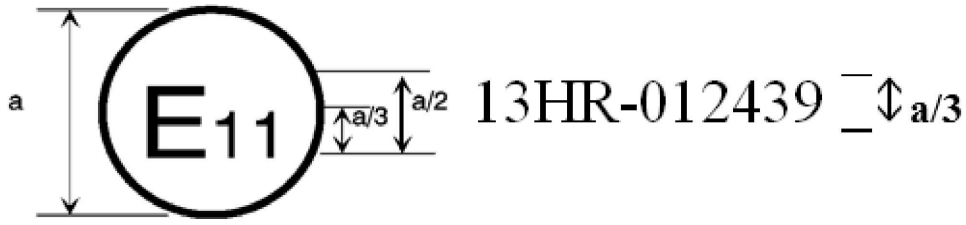
13. Art und Größe des Bremskraftverstärkers .....

ANHANG 2

Anordnungen der Genehmigungszeichen

Muster A

(siehe Absatz 4.4 dieser Regelung)

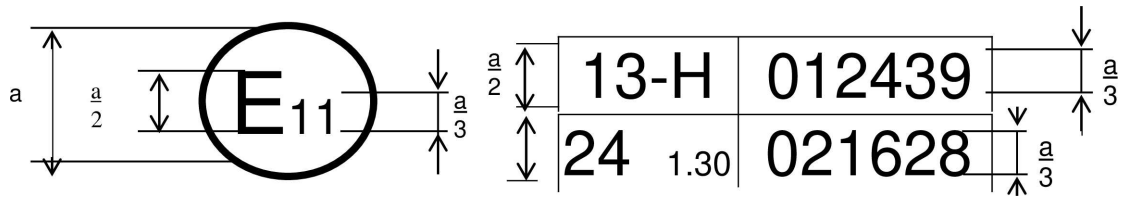


a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp hinsichtlich der Bremsen im Vereinigten Königreich (E 11) nach der UN-Regelung Nr. 13-H unter der Genehmigungsnummer 012439 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der Änderungsserie 01 der UN-Regelung Nr. 13-H erteilt wurde.

Muster B

(siehe Absatz 4.5 dieser Regelung)



a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen bedeutet, dass der betreffende Fahrzeugtyp im Vereinigten Königreich (E 11) nach den Regelungen Nr. 13-H und Nr. 24 ([1]) genehmigt worden ist. (Bei der letztgenannten Regelung beträgt der korrigierte Wert des Absorptionskoeffizienten 1,30 m^{-1}.) Aus den Genehmigungsnummern geht hervor, dass bei der Erteilung der jeweiligen Genehmigungen die UN-Regelung Nr. 13-H die Änderungsserie 01 und die UN-Regelung Nr. 24 die Änderungsserie 02 enthielt.

([1]) Diese Nummer dient nur als Beispiel.

ANHANG 3

Bremsprüfungen und Wirkung der Bremssysteme

1. Bremsprüfungen

1.1. Allgemeines

1.1.1. Die für Bremssysteme vorgeschriebene Wirkung ist auf den Bremsweg und die mittlere Vollverzögerung bezogen. Die Wirkung eines Bremssystems wird durch Messung des Bremsweges in Abhängigkeit von der Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder durch Messung der mittleren Vollverzögerung während der Prüfung bestimmt.

1.1.2. Der Bremsweg ist der vom Fahrzeug vom Beginn der Betätigung des Bremssystems durch den Fahrer bis zum Stillstand des Fahrzeugs zurückgelegte Weg; die Ausgangsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Beginns der Betätigung des Bremssystems durch den Fahrer; die Ausgangsgeschwindigkeit darf nicht weniger als 98 % der für die betreffende Prüfung vorgeschriebenen Geschwindigkeit betragen.

Die mittlere Vollverzögerung (d_m) wird als Mittelwert der Verzögerung, bezogen auf den im Intervall v_b bis v_e zurückgelegten Weg, nach folgender Formel berechnet:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25.92\ (s_e - s_b)}$$

Dabei gilt:

v_o = Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs in km/h,

v_b = Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,8 v_o in km/h,

v_e = Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,1 v_o in km/h,

s_b = zurückgelegter Weg zwischen v_o und v_b in Metern,

s_e = zurückgelegter Weg zwischen v_o und v_b in Metern.

Die Geschwindigkeit und der Weg sind mit Messgeräten zu ermitteln, die im Bereich der vorgeschriebenen Prüfgeschwindigkeit eine Genauigkeit von ± 1 % aufweisen. Der Wert für d_m kann außer durch Messung von Geschwindigkeit und Strecke auch mithilfe anderer Verfahren bestimmt werden; in diesem Fall muss die Genauigkeit von d_m innerhalb von ± 3 % liegen.

1.2. Für die Genehmigung jedes Fahrzeugs ist die Bremswirkung bei Prüfungen auf der Straße zu messen; diese Prüfungen sind unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

1.2.1. Das Fahrzeug muss sich in dem für jeden Prüfungstyp angegebenen Belastungszustand befinden; dieser ist im Prüfbericht anzugeben.

1.2.2. Die Prüfung ist bei den für jeden Prüfungstyp vorgeschriebenen Geschwindigkeiten durchzuführen. Ist die durch die Bauart bestimmte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs niedriger als die für die Prüfung vorgeschriebene, ist die Prüfung bei der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs durchzuführen.

1.2.3. Die bei den Prüfungen auf die Betätigungseinrichtung ausgeübte Kraft zum Erreichen der vorgeschriebenen Bremswirkung darf nicht größer als der festgelegte Höchstwert sein.

1.2.4. Die Straße muss eine griffige Oberfläche haben, sofern in den entsprechenden Anhängen nichts anderes festgelegt ist.

1.2.5. Die Prüfungen dürfen nur stattfinden, wenn die Ergebnisse nicht vom Wind beeinflusst werden.

1.2.6. Bei Beginn der Prüfungen müssen die Reifen kalt sein und den für die tatsächliche statische Belastung der Räder vorgeschriebenen Druck aufweisen.

1.2.7. Die vorgeschriebene Bremswirkung muss erzielt werden, ohne dass die Räder bei einer Geschwindigkeit von mehr als 15 km/h blockieren, das Fahrzeug von einer 3,5 m breiten Fahrbahn abweicht, ein Gierwinkel von 15° überschritten wird und ungewöhnliche Schwingungen auftreten.

1.2.8. Bei Fahrzeugen, die ganz oder teilweise von einem oder mehr Elektromotoren angetrieben werden, die ständig mit den Rädern verbunden sind, müssen alle Prüfungen in diesem Zustand durchgeführt werden.

1.2.9. Bei Fahrzeugen nach Absatz 1.2.8 mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie A sind die Prüfungen des Fahrverhaltens auf einer Fahrbahn mit niedrigem Kraftschlussbeiwert (nach Absatz 5.2.2 des Anhangs 6) bei einer Geschwindigkeit durchzuführen, die 80 % der Höchstgeschwindigkeit, aber nicht mehr als 120 km/h beträgt, damit die Wahrung der Stabilität kontrolliert werden kann.

1.2.9.1. Außerdem dürfen bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie A Übergangszustände, wie Gangwechsel oder das Loslassen der Beschleunigungseinrichtung, das Verhalten des Fahrzeugs bei den Prüfungen nach Absatz 1.2.9 nicht beeinflussen.

1.2.10. Bei den Prüfungen nach den Absätzen 1.2.9 und 1.2.9.1 dürfen die Räder nicht blockieren. Eine Lenkkorrektur ist jedoch zulässig, wenn der Drehwinkel der Betätigungseinrichtung der Lenkanlage in den ersten 2 Sekunden höchstens 120° und insgesamt nicht mehr als 240° beträgt.

1.2.11. Stand des Energievorrats während der Prüfungen nach Anhang 3:

a) Bei einem Fahrzeug mit elektrisch betätigten Betriebsbremsen, die aus der Antriebsbatterie (oder einer Hilfsbatterie) gespeist werden, die nur mit Energie aus einem unabhängigen externen Ladegerät versorgt wird, darf der Ladezustand dieser Batterien bei den Prüfungen der Bremswirkung den Ladezustand, bei dem die Bremsstörungswarnung nach Absatz 5.2.20.5 dieser Regelung erfolgen muss, im Durchschnitt nicht um mehr als 5 % überschreiten.

Wird diese Warnung ausgelöst, dann dürfen die Batterien während der Prüfungen etwas nachgeladen werden, damit der Ladezustand in dem vorgeschriebenen Bereich erhalten bleibt.

b) Bei einem Fahrzeug mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung ohne simulierte Störung muss der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie über dem in Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b angegebenen Wert gehalten werden.

1.3. Verhalten des Fahrzeugs während der Bremsung

1.3.1. Bei den Bremsprüfungen, insbesondere aus hoher Geschwindigkeit, ist das allgemeine Verhalten des Fahrzeugs während der Bremsung zu prüfen.

1.3.2. Das Verhalten des Fahrzeugs bei der Bremsung auf einer Straße mit geringerer Griffigkeit muss den einschlägigen Vorschriften des Anhangs 5 und/oder des Anhangs 6 dieser Regelung entsprechen.

1.3.2.1. Ist das Fahrzeug mit einem Bremssystem nach Absatz 5.2.7 ausgerüstet, bei dem die Bremskraft für die Bremsung an bestimmten Achsen von mehr als einer Energiequelle erzeugt wird und jede einzelne Energiequelle gegenüber den anderen verändert werden kann, dann muss es den Vorschriften des Anhangs 5 bzw. 6 in allen Relationen, die seine Steuerstrategie zulässt, entsprechen ([1]).

1.4. Prüfung Typ 0 (normale Prüfung der Bremswirkung bei kalten Bremsen)

1.4.1. Allgemeines

1.4.1.1. Die Durchschnittstemperatur der Betriebsbremsen an der wärmsten Achse des Fahrzeugs, die an der Innenseite der Bremsbeläge oder an der Bremsbahn der Scheibe oder Trommel gemessen wird, beträgt vor jeder Bremsung zwischen 65 °C und 100 °C.

([1]) Der Hersteller legt dem technischen Dienst eine Darstellung der von der automatischen Steuerstrategie zugelassenen Familie der Bremskurven vor. Diese Kurven können vom technischen Dienst überprüft werden.

1.4.1.2. Die Prüfung ist unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

1.4.1.2.1. Das Fahrzeug muss beladen sein, wobei die Verteilung der Masse auf die Achsen den Angaben des Herstellers entsprechen muss; sind für die Achslasten mehrere Verteilungsmöglichkeiten vorgesehen, so ist die Höchstmasse so auf die Achsen zu verteilen, dass jede Achse proportional zum jeweils höchsten zulässigen Wert für diese Achse belastet wird.

1.4.1.2.2. Jede Prüfung ist mit unbeladenem Fahrzeug zu wiederholen. Neben dem Fahrer darf sich noch eine zweite Person auf einem vorderen Sitz befinden, um die Prüfergebnisse aufzunehmen.

1.4.1.2.3. Bei einem Fahrzeug mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung sind die Vorschriften je nach Kategorie dieses Systems unterschiedlich:

Kategorie A Bei den Prüfungen Typ 0 darf keine der vorhandenen getrennten Betätigungseinrichtungen des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung benutzt werden.

Kategorie B Der Anteil des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung an der erzeugten Bremskraft darf nicht höher als der im Systementwurf garantierte Mindestwert sein.

Diese Vorschrift gilt als eingehalten, wenn die Batterien sich in einem der nachstehenden Ladezustände befinden:

a) bei maximaler Ladung entsprechend der Empfehlung des Herstellers in der Fahrzeugspezifikation,

b) bei mindestens 95 % der vollen Ladung, falls der Hersteller keine besondere Empfehlung gegeben hat,

c) bei maximaler Ladung entsprechend der Anzeige der automatischen Ladekontrolle im Fahrzeug oder

d) bei Durchführung der Prüfungen ohne Bremsbauteile zur Energierückgewinnung unabhängig vom Ladezustand der Batterien.

1.4.1.2.4. Die für die Prüfungen sowohl bei beladenem als auch bei unbeladenem Fahrzeug vorgeschriebenen Grenzen für die Mindestbremswirkung sind nachstehend angegeben. Das Fahrzeug muss die Bestimmungen sowohl hinsichtlich des Bremsweges als auch hinsichtlich der mittleren Vollverzögerung erfüllen, es müssen aber nicht beide Parameter tatsächlich gemessen werden.

1.4.1.2.5. Die Fahrbahn muss eben sein; falls nichts anderes angegeben ist, können bei jeder Prüfung bis zu sechs Bremsungen, einschließlich der zur Gewöhnung möglicherweise erforderlichen Bremsungen, vorgenommen werden.

1.4.2. Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor, Betriebsbremsung nach Absatz 2.1.1 Buchstabe A dieses Anhangs.

Die Prüfung ist bei der angegebenen Geschwindigkeit vorzunehmen; bei den jeweiligen Werten ist eine gewisse Toleranz zulässig. Die vorgeschriebene Mindestbremswirkung muss erreicht werden.

1.4.3. Prüfung Typ 0 mit eingekuppeltem Motor, Betriebsbremsung nach Absatz 2.1.1 Buchstabe B dieses Anhangs.

1.4.3.1. Die Prüfung ist bei eingekuppeltem Motor bei der in Absatz 2.1.1 Buchstabe B dieses Anhangs angegebenen Geschwindigkeit durchzuführen. Die vorgeschriebene Mindestbremswirkung muss erreicht werden. Diese Prüfung wird nicht durchgeführt, wenn die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs ≤ 125 km/h ist.

1.4.3.2. Die höchsten tatsächlichen Bremswerte sind zu messen, und das Verhalten des Fahrzeugs muss den Vorschriften des Absatzes 1.3.2 dieses Anhangs entsprechen. Beträgt die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs jedoch mehr als 200 km/h, so ist die Prüfung bei 160 km/h vorzunehmen.

1.5. Prüfung Typ I (Prüfung des Nachlassens und des Wiedererreichens der Bremswirkung)

1.5.1. Anwärmverfahren

1.5.1.1. Die Betriebsbremsen aller Fahrzeuge werden in der Weise geprüft, dass bei beladenem Fahrzeug eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Bremsungen unter den in nachstehender Tabelle angegebenen Bedingungen vorgenommen werden.

Bedingungen

v_1 (km/h)	v_2 (km/h)	Δt (sec)	n
80 % v_{max} ≤ 120	0,5 v_1	45	15

Dabei gilt:

v_1 = Anfangsgeschwindigkeit am Beginn der Bremsung

v_2 = Geschwindigkeit am Ende der Bremsung

v_{max} = Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs

n = Anzahl der Bremsbetätigungen

Δt = Dauer eines Bremszyklus: Zeitraum zwischen dem Beginn einer Bremsung und dem Beginn der nächsten Bremsung

1.5.1.2. Lassen die Eigenschaften des Fahrzeugs die Einhaltung der für Δt vorgeschriebenen Zeit nicht zu, kann diese erhöht werden; auf jeden Fall müssen außer der zur Bremsung und Beschleunigung des Fahrzeugs erforderlichen Zeit in jedem Bremszyklus 10 Sekunden zur Stabilisierung der Geschwindigkeit v_1 verfügbar sein.

1.5.1.3. Bei diesen Prüfungen muss die auf die Betätigungseinrichtung ausgeübte Kraft so bemessen sein, dass bei jeder Bremsung eine mittlere Verzögerung von 3 m/s^2 erreicht wird; zur Ermittlung der geeigneten Betätigungskraft können vorher zwei Prüfungen durchgeführt werden.

1.5.1.4. Während der Bremsungen bleibt der Motor eingekuppelt und das Getriebe im höchsten Gang (Schnellgang „Overdrive“ usw. ausgenommen).

1.5.1.5. Bei der Wiederbeschleunigung nach erfolgter Bremsung muss das Getriebe so geschaltet werden, dass die Geschwindigkeit v_1 in möglichst kurzer Zeit erreicht wird (höchste mit dem Motor und dem Getriebe erreichbare Beschleunigung).

1.5.1.6. Bei Fahrzeugen, deren Leistungsvermögen für die Durchführung der Zyklen zum Erwärmen der Bremsen nicht ausreicht, ist bei den Prüfungen die vorgeschriebene Geschwindigkeit vor der ersten Bremsung zu erreichen, danach ist das Fahrzeug maximal zu beschleunigen, um die Geschwindigkeit wieder zu erhöhen, und dann sind aufeinanderfolgende Bremsungen bei der Geschwindigkeit durchzuführen, die am Ende jedes Zyklus mit einer Dauer von 45 Sekunden erreicht ist.

1.5.1.7. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B müssen die Fahrzeugbatterien zu Beginn der Prüfung so geladen sein, dass der Bremskraftanteil des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung nicht höher als der im Systementwurf garantierte Mindestwert ist. Diese Vorschrift gilt als eingehalten, wenn die Batterien sich in einem der in Absatz 1.4.1.2.3 genannten Ladezustände befinden.

1.5.1.7.1. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Scheibenbremsen oder elektrisch gesteuerten Nachstellmechanismen werden Einstellvorschriften nicht für erforderlich gehalten.

1.5.2. Bremswirkung bei heißer Bremse

1.5.2.1. Am Schluss der Prüfung Typ I (nach Absatz 1.5.1) wird unter denselben Bedingungen wie für die Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor (und insbesondere mit einer mittleren Betätigungskraft, welche nicht größer als die bzw. der durchschnittliche, tatsächlich angewendete Kraft bzw. Belastungswert der Bremse ist) die Heißbremswirkung des Betriebsbremssystems ermittelt (jedoch gegebenenfalls bei anderen Temperaturbedingungen).

Jedes System bzw. jede Funktion, das bzw. die einen Ausgleich für einen Verlust der Bremsleistung aufgrund von Bremsschwund bei Erwärmung bietet, muss während dieser Prüfung inaktiv sein.

1.5.2.2. Diese Bremswirkung bei heißer Bremse darf nicht unter 75 % ([2]) der vorgeschriebenen Bremswirkung und nicht unter 60 % des bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor ermittelten Werts liegen.

1.5.2.3. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie A muss während der Bremsungen ständig der höchste Gang eingelegt sein, eine etwaige besondere Betätigungseinrichtung für die elektrische Bremse darf nicht benutzt werden.

1.5.2.4. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B, an denen die Zyklen zum Erwärmen der Bremsen nach Absatz 1.5.1.6 dieses Anhangs durchgeführt wurden, ist die Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse bei der höchsten Geschwindigkeit vorzunehmen, die das Fahrzeug am Ende der Zyklen zum Erwärmen der Bremsen erreichen kann, wenn die in Absatz 2.1.1 Buchstabe A dieses Anhangs genannte Geschwindigkeit nicht erreicht werden kann.

Zum Vergleich ist eine spätere Prüfung Typ 0 bei kalten Bremsen bei derselben Geschwindigkeit und mit einem durch den entsprechenden Batterieladezustand aufrechterhaltenen ähnlichen Bremskraftanteil des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung wie bei der Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse zu wiederholen.

Im Anschluss an das Verfahren und die Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung dürfen weitere Nacharbeiten an Bremsbelägen vorgenommen werden, bevor die Prüfung anhand der Kriterien nach Absatz 1.5.2.2 oder 1.5.2.5 dieses Anhangs zum Vergleich der Ergebnisse dieser zweiten Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse und denen der Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse durchgeführt wird.

Die Prüfungen können ohne Bremsbauteile zur Energierückgewinnung durchgeführt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung an den Batterieladezustand nicht.

1.5.2.5. Bei einem Fahrzeug, das die nach Absatz 1.5.2.2 dieses Anhangs geforderten 60 % erfüllt, aber nicht die nach Absatz 1.5.2.2 dieses Anhangs geforderten 75 %[2] erfüllen kann, darf eine weitere Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse mit einer Betätigungskraft durchgeführt werden, die nicht höher als die in Absatz 2 dieses Anhangs angegebene ist. Die Ergebnisse beider Prüfungen sind in den Prüfbericht einzutragen.

1.5.3. Verfahren zur Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung

Unmittelbar nach der Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse sind bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h bei eingekuppeltem Motor vier Abbremsungen bis zum Stillstand bei einer mittleren Verzögerung von 3 m/s^2 vorzunehmen. Bis zum Beginn der aufeinanderfolgenden Abbremsungen ist jeweils eine Strecke von 1,5 km zurückzulegen. Unmittelbar nach jeder Bremsung ist das Fahrzeug maximal auf 50 km/h zu beschleunigen, und diese Geschwindigkeit ist bis zur darauffolgenden Bremsung beizubehalten.

1.5.3.1. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B dürfen die Batterien wieder aufgeladen oder durch einen aufgeladenen Satz ersetzt werden. In diesem Fall sind die Bremsbeläge weiter zu konditionieren, damit das Verfahren zur Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung abgeschlossen werden kann.

Die Verfahren können ohne Bremsbauteile zur Energierückgewinnung durchgeführt werden.

([2]) Dies entspricht einem Bremsweg von 0,1 v + 0,0080 v^2 und einer mittleren Vollverzögerung von 4,82 m/s^2.

1.5.4. Wiedererreichte Bremswirkung

Am Ende des Verfahrens zur Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung wird unter denselben Bedingungen wie bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor die wiedererreichte Bremswirkung des Betriebsbremssystems ermittelt (jedoch gegebenenfalls bei anderen Temperaturbedingungen), wobei eine mittlere Betätigungskraft ausgeübt wird, die nicht größer als die bei der entsprechenden Prüfung Typ 0 ausgeübte durchschnittliche Betätigungskraft ist.

Diese wiedererreichte Bremswirkung darf nicht weniger als 70 % oder mehr als 150 % des Werts betragen, der bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor erreicht wurde.

1.5.4.1. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B ist die Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung ohne Bremsbauteil zur Energierückgewinnung durchzuführen, d. h. unter den in Absatz 1.5.4 genannten Bedingungen.

Nach weiteren Nacharbeiten an den Bremsbelägen ist eine zweite Wiederholungsprüfung Typ 0 bei derselben Geschwindigkeit und ohne einen durch den entsprechenden Batterieladezustand aufrechterhaltenen Bremskraftanteil des elektrischen Bremssystems mit Energierückgewinnungseinrichtung wie bei der Prüfung der wiedererreichten Bremswirkung bei ausgekuppelten Motoren durchzuführen, und diese Prüfergebnisse sind miteinander zu vergleichen.

Die wiedererreichte Bremswirkung darf nicht weniger als 70 % oder mehr als 150 % des Werts betragen, der bei dieser abschließenden Wiederholungsprüfung Typ 0 aufgezeichnet wurde.

2. Wirksamkeit der Bremssysteme

2.1. Betriebsbremssystem

2.1.1. Die Betriebsbremsen werden nach den in folgender Tabelle angegebenen Bedingungen geprüft:

(A)	Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor	v s ≤ d_m ≥	100 km/h 0,1 v + 0,0060 v^2 (m) 6,43 m/s^2
(B)	Prüfung Typ 0 mit eingekuppeltem Motor	v s ≤ d_m ≥	80 % v_{max} ≤ 160 km/h 0,1 v + 0,0067 v^2 (m) 5,76 m/s^2
		f	6,5 - 50 daN

Dabei gilt:

v = Prüfgeschwindigkeit in km/h

s = Bremsweg in Metern

d_m = mittlere Vollverzögerung in m/s^2

f = Betätigungskraft am Pedal in daN

v_{max} = Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs in km/h

2.1.2. Bei einem Kraftfahrzeug, das zum Ziehen eines ungebremsten Anhängers zugelassen ist, darf bei der Prüfung Typ-0 die Mindestbremswirkung der Fahrzeugkombination sowohl im beladenen als auch im unbeladenen Zustand nicht weniger als 5,4 m/s^2 betragen.

Die Bremswirkung der Fahrzeugkombination wird anhand von Berechnungen nachgeprüft, bei denen die maximale Bremswirkung zugrunde gelegt wird, die das Kraftfahrzeug allein (beladen) während der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor tatsächlich erreicht, wobei folgende Formel zu verwenden ist (es sind keine praktischen Prüfungen mit einem angekuppelten ungebremsten Anhänger erforderlich):

$$d_{M+R} = d_M \bullet \frac{P_M}{P_M + P_R}$$

Dabei gilt:

d_{M+R} = berechnete mittlere Vollverzögerung des Kraftfahrzeugs, an das ein ungebremster Anhänger angekuppelt ist, in m/s^2

d_M = maximale mittlere Vollverzögerung des Kraftfahrzeugs allein, die während der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor erreicht wird in m/s^2

P_M = Masse des Kraftfahrzeugs (beladen)

P_R = Höchstmasse eines ungebremsten Anhängers, der angekuppelt sein darf (entsprechend der Angabe des Kraftfahrzeugherstellers)

2.2. Hilfsbremssystem

2.2.1. Die Wirkung des Hilfsbremssystems ist bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor, einer Ausgangsgeschwindigkeit von 100 km/h und einer auf die Betätigungseinrichtung des Betriebsbremssystems ausgeübten Kraft von mindestens 6,5 daN und höchstens 50 daN zu ermitteln.

2.2.2. Mit dem Hilfsbremssystem muss ein Bremsweg erreicht werden, der folgenden Wert nicht übersteigt:

$$0{,}1\ v + 0{,}0158\ v^2\ (m)$$

und die mittlere Vollverzögerung muss mindestens 2,44 m/s^2 betragen (entsprechend dem zweiten Ausdruck der obenstehenden Formel).

2.2.3. Die Prüfung der Hilfsbremse ist so durchzuführen, dass die tatsächlichen Ausfallbedingungen im Betriebsbremssystem simuliert werden.

2.2.4. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung ist die Bremswirkung zusätzlich unter den beiden folgenden Störungsbedingungen zu überprüfen:

2.2.4.1. bei einem vollständigen Ausfall des elektrischen Teils des Betriebsbremssystems;

2.2.4.2. wenn der Ausfall dazu führt, dass der elektrische Teil seine maximale Bremskraft abgibt.

2.3. Feststellbremssystem

2.3.1. Das Feststellbremssystem muss das beladene Fahrzeug auf einer Steigung oder in einem Gefälle von 20 % im Stillstand halten können.

2.3.2. Bei Fahrzeugen, mit denen ein Anhänger gezogen werden darf, muss das Feststellbremssystem des Kraftfahrzeugs die gesamte Fahrzeugkombination auf einer Steigung oder bei einem Gefälle von 12 % im Stillstand halten können.

2.3.3. Bei Handbetätigung darf die Betätigungskraft 40 daN nicht übersteigen.

2.3.4. Bei Fußbetätigung darf die Betätigungskraft 50 daN nicht übersteigen.

2.3.5. Ein Feststellbremssystem, das mehrmals betätigt werden muss, bevor es die vorgeschriebene Bremswirkung erreicht, ist zulässig.

2.3.6. Zur Überprüfung der Übereinstimmung mit der Vorschrift des Absatzes 5.2.2.4 dieser Regelung ist eine Prüfung Typ 0 bei ausgekuppeltem Motor und einer Ausgangsgeschwindigkeit von 30 km/h durchzuführen. Die mittlere Vollverzögerung, die durch das Betätigen des Feststellbremssystems erreicht wird, und die Verzögerung unmittelbar vor dem Stillstand des Fahrzeugs dürfen nicht kleiner als 1,5 m/s^2 sein. Die Prüfung ist mit beladenem Fahrzeug durchzuführen. Die Betätigungskraft auf die Übertragungseinrichtung darf die zulässigen Werte nicht überschreiten.

3. Ansprechzeit

3.1. Bei allen Fahrzeugen, bei denen das Betriebsbremssystem vollständig oder teilweise von einer anderen Energiequelle als der Muskelkraft des Fahrers abhängig ist, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

3.1.1. Bei einem Notfallmanöver darf die Zeitspanne zwischen dem Beginn der Betätigung der Betätigungseinrichtung und dem Augenblick, in dem die Bremskraft an der am ungünstigsten gelegenen Achse den für die vorgeschriebene Bremswirkung erforderlichen Wert erreicht, höchstens 0,6 Sekunden betragen.

3.1.2. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Bremssystemen gelten die Anforderungen des Absatzes 3.1.1 als erfüllt, wenn bei einem Notfallmanöver die Verzögerung des Fahrzeugs oder der Druck in dem am ungünstigsten angeordneten Radbremszylinder innerhalb von 0,6 Sekunden den für die vorgeschriebene Bremswirkung erforderlichen Wert erreicht.

3.1.3. Bei Fahrzeugen mit Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung gelten die Anforderungen des Absatzes 3.1.1 als erfüllt, wenn bei einem Notfallmanöver die Verzögerung des Fahrzeugs in der am ungünstigsten angeordneten Bremse innerhalb von 0,6 Sekunden den für die vorgeschriebene Bremswirkung erforderlichen Wert erreicht.

ANHANG 3 — Anlage

Verfahren zur Überwachung des Batterieladezustands

Dieses Verfahren ist bei Fahrzeugbatterien anzuwenden, die für den Antrieb und für Bremssysteme mit Energierückgewinnungseinrichtung verwendet werden.

Bei dem Verfahren ist ein zweiseitig gerichteter Gleichstrom-Wattstundenzähler oder ein zweiseitig gerichteter Gleichstrom-Amperestundenzähler zu verwenden.

1. Verfahren

1.1. Sind die Batterien neu oder wurden sie lange gelagert, dann müssen sie entsprechend den Empfehlungen des Herstellers behandelt werden. Danach ist eine Durchwärmzeit von mindestens 8 Stunden bei Umgebungstemperatur einzuhalten.

1.2. Die Batterien sind nach dem vom Hersteller empfohlenen Ladeverfahren vollständig aufzuladen.

1.3. Wenn die Bremsprüfungen nach den Absätzen 1.2.11, 1.4.1.2.3, 1.5.1.6, 1.5.1.7 und 1.5.2.4 des Anhangs 3 durchgeführt werden, ist die von den Antriebsmotoren verbrauchte und von dem Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung gelieferte Energie in Wattstunden als laufende Summe zu erfassen, die dann zur Bestimmung des Ladezustands zu Beginn oder am Ende einer bestimmten Prüfung zu verwenden ist.

1.4. Damit für Vergleichsprüfungen, etwa solche nach Anhang 3 Absatz 1.5.2.4, ein Ladezustand der Batterien reproduziert werden kann, müssen die Batterien entweder bis zu dieser Ladungsmenge nachgeladen oder bis zu einem höheren Wert aufgeladen und anschließend bei annähernd gleichbleibender Stromstärke über eine angeschlossene Last entladen werden, bis der vorgeschriebene Ladezustand erreicht ist. Bei Fahrzeugen, die nur mit Batterien angetrieben werden, kann der Ladezustand durch den Betrieb des Fahrzeugs geregelt werden. Prüfungen, bei denen zu Beginn eine Batterie teilweise geladen ist, müssen so schnell wie möglich nach Erreichen des gewünschten Ladezustands beginnen.

ANHANG 4

Vorschriften bezüglich der Energiequellen und Energiespeichereinrichtungen (Energiespeicher)

A. Hydraulische Bremssysteme mit Energiespeicher

1. Kapazität der Energiespeichereinrichtungen (Energiespeicher)

1.1. Allgemeines

1.1.1. Fahrzeuge, deren Bremsausrüstung gespeicherte Energie einer unter Druck stehenden Hydraulikflüssigkeit erfordert, sind mit Energiespeichereinrichtungen (Energiespeichern) auszurüsten, deren Kapazität die Vorschriften des Absatzes 1.2 oder 1.3 dieses Anhangs erfüllt.

1.1.2. Ist jedoch das Bremssystem so ausgelegt, dass es bei völligem Ausfall der gespeicherten Energie möglich ist, mit der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse eine Bremswirkung zu erzielen, die mindestens der für das Hilfsbremssystem vorgeschriebenen entspricht, so gelten die Vorschriften über die Kapazität der Energiespeichereinrichtungen nicht.

1.1.3. Für die Prüfungen nach den Absätzen 1.2, 1.3 und 2.1 dieses Anhangs sind die Bremsen möglichst eng einzustellen; bei der Prüfung nach Absatz 1.2 dieses Anhangs muss zwischen den aufeinanderfolgenden vollen Betätigungen ein zeitlicher Abstand von mindestens 60 Sekunden liegen.

1.2. Fahrzeuge mit hydraulischem Fremdkraftbremssystem mit Energiespeicher müssen nachstehende Anforderungen erfüllen:

1.2.1. Nach acht vollständigen Betätigungen der Betätigungseinrichtung der Betriebsbreme muss es noch möglich sein, bei der neunten Betätigung die für das Hilfsbremssystem vorgeschriebene Bremswirkung zu erzielen.

1.2.2. Die Prüfungen sind nach folgenden Anforderungen durchzuführen:

1.2.2.1. Der Druck zu Beginn der Prüfung muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen; er darf jedoch nicht größer als der Einschaltdruck ([1]) sein.

1.2.2.2. Die Energiespeichereinrichtungen dürfen nicht nachgefüllt werden; darüber hinaus sind die Energiespeichereinrichtungen der Hilfsausrüstung abzutrennen.

1.3. Bei Fahrzeugen mit hydraulischem Fremdkraftbremssystem, die die Anforderungen des Absatzes 5.2.4.1 dieser Regelung nicht erfüllen können, gelten jedoch die Anforderungen dieses Absatzes als eingehalten, wenn die nachstehenden Anforderungen eingehalten werden:

1.3.1. Nach dem Ausfall einer einzelnen Übertragungseinrichtung muss es noch möglich sein, nach acht vollen Betätigungen des Betriebsbremssystems bei der neunten Betätigung mindestens die für das Hilfsbremssystem vorgeschriebene Bremswirkung zu erzielen.

1.3.2. Die Prüfungen sind nach folgenden Anforderungen durchzuführen:

1.3.2.1. Bei stillstehender oder bei Leerlauf des Motors arbeitender Energiequelle ist ein Ausfall der Übertragungseinrichtung zu simulieren. Vor dem Ausfall muss der Druck in den Energiespeichereinrichtungen dem vom Hersteller angegebenen Druck entsprechen, er darf jedoch nicht größer als der Einschaltdruck sein;

1.3.2.2. Die Hilfsausrüstung und ihre Energiespeichereinrichtungen sind, falls vorhanden, abzutrennen.

([1]) Das anfängliche Energieniveau ist in den Genehmigungsunterlagen festzuhalten.

2. Kapazität der mit Hydraulikflüssigkeit arbeitenden Energiequellen

2.1. Die Energiequellen müssen die Anforderungen in den nachstehenden Absätzen erfüllen.

2.1.1. Begriffsbestimmungen

2.1.1.1. „p_1“ bezeichnet den vom Hersteller anzugebenden maximalen Betriebsdruck des Systems (Abschaltdruck) in den Energiespeichereinrichtungen.

2.1.1.2. „p_2“ bezeichnet den Druck nach vier vollen Betätigungen mit der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse, ausgehend von p_1 ohne Nachfüllen der Energiespeichereinrichtungen.

2.1.1.3. „t“ bezeichnet die Zeit für den Druckanstieg in den Energiespeichereinrichtungen vom Wert p_2 auf p_1 ohne Betätigung der Bremsbetätigungseinrichtung.

2.1.2. Messbedingungen

2.1.2.1. Während der Prüfungen zur Bestimmung der Zeit t muss die Nachspeisungsrate der Energiequelle gleich derjenigen sein, die erzielt wird, wenn der Motor mit der Nennleistungsdrehzahl oder der vom Regler begrenzten Drehzahl arbeitet.

2.1.2.2. Während der Prüfung zur Bestimmung der Zeit t sind die Behälter der Nebenverbraucher nicht abzutrennen, außer dies erfolgt automatisch.

2.1.3. Auswertung der Ergebnisse

2.1.3.1. Die Zeit t darf bei allen Fahrzeugen 20 Sekunden nicht übersteigen.

3. Eigenschaften der Warneinrichtungen

Bei stillstehendem Motor und einem vom Hersteller anzugebenden Anfangsdruck, der jedoch nicht größer sein darf als der Einschaltdruck, darf die Warneinrichtung nach zwei vollen Betätigungen der Betriebsbremse nicht ausgelöst werden.

B. Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung

1. Leistung von Speichereinrichtungen für elektrische Energie

1.1. Allgemeines

1.1.1. Fahrzeuge mit einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung müssen mit Speichereinrichtungen für elektrische Energie ausgerüstet sein, deren Leistung den Anforderungen des Absatzes 1.2 dieses Anhangs (Teil B) entspricht.

1.1.2. Speichereinrichtungen für elektrische Energie, die nur die Steuer-Übertragungseinrichtung des Bremssystems mit Strom versorgen, können alternativ den Anforderungen des Absatzes 5.2.24.7 dieser Regelung entsprechen.

1.1.3. Die Speichereinrichtungen für elektrische Energie der einzelnen Bremskreise müssen leicht identifizierbar sein.

1.2. Fahrzeuge mit Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung und mit Energiespeicher müssen die nachstehenden Anforderungen erfüllen:

1.2.1. Die Speichereinrichtungen für elektrische Energie müssen so leistungsfähig sein, dass nach acht vollständigen Betätigungen des Betriebsbremssystems (wie in Absatz 1.2.3.3 beschrieben) die Bremswirkung (bei der neunten Bremsung) mindestens den Vorschriften für die Hilfsbremsung entspricht. Darüber hinaus muss gewährleistet sein, dass mindestens bei der ersten Betätigung die vorgeschrieben Wirkung des Betriebsbremssystems erreicht wird.

1.2.2. Die Prüfungen sind nach folgenden Anforderungen durchzuführen:

1.2.2.1. Zu Beginn der Prüfung muss der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie jedes Bremskreises so beschaffen sein, dass die erforderliche Bedingung für die Anzeige des gelben Warnsignals nach Absatz 5.2.24.7 erfüllt ist. Darüber hinaus darf der Wert, der von einer Speichereinrichtung für elektrische Energie abgegeben werden kann, nicht höher sein als derjenige, der von einer Speichereinrichtung für elektrische Energie abgegeben werden kann, deren Leistung sich derart verschlechtert hat, dass das Warnsignal nach Absatz 5.2.24.6 angezeigt wird.

Falls eine Antriebsbatterie auch die Funktion einer Energiespeichereinrichtung (im Sinne dieses Anhangs) hat, kann die Antriebsbatterie zu Beginn der Prüfung in einem solchen Zustand sein, dass sie den Antriebsmotoren keinen Strom mehr liefern kann. Dieser Zustand kann darauf zurückzuführen sein, dass die Antriebsbatterie dazu tatsächlich nicht mehr in der Lage ist, oder dass die Steuerstrategie des Fahrzeugs die Energieversorgung der Antriebsmotoren aussetzt.

1.2.3. Während der Prüfung dürfen die Speichereinrichtungen für elektrische Energie nicht mit zusätzlicher Energie versorgt werden.

1.2.3.1. Das Verfahren, nach dem die Speichereinrichtungen für elektrische Energie für diese Prüfung vorbereitet werden, ist zwischen dem Hersteller und dem technischen Dienst der Typgenehmigungsbehörde zu vereinbaren. Dieses Verfahren ist im Prüfbericht festzuhalten und in die Dokumentation der Typgenehmigung aufzunehmen.

1.2.3.2. Jede volle Betätigung muss mindestens 8,0 Sekunden dauern, wobei der vom Fahrzeughersteller angegebene Zeitraum zwischen dem Lösen der Betätigungseinrichtung und der erneuten Betätigung mindestens 5,0 Sekunden betragen muss.

Der Fahrzeughersteller kann die elektromechanischen Bremszylinder während der statischen Phase der Prüfung kühlen.

1.2.3.3. Bei jeder Betätigung muss ein Belastungswert (a_{ref}) an den Bremszylindern abgerufen werden, der erforderlich ist, um die größtmögliche Verzögerung zu erzielen, die vom System unter den Bedingungen der Prüfung Typ 0 (z. B. bei kalten Bremsen, Geschwindigkeit Prüfung Typ 0, im beladenen Zustand, voll aufgeladene Speichereinrichtungen für elektrische Energie) erzeugt werden soll; dieser Belastungswert darf 8,0 m/s^2 nicht überschreiten.

Der Belastungswert der Bremszylinder kann auf einen niedrigeren Wert $a_{reduced}$ reduziert werden, wobei die vorgeschriebene Verzögerung der Betriebsbremse nicht unterschritten werden darf. In diesem Fall wird die Dauer T jeder vollen Betätigung nach der folgenden Formel erhöht:

$$T = a_{ref} / a_{reduced} \times 8 \text{ Sekunden}$$

Die Methode, nach der der Belastungswert kalibriert wird, um a_{ref} bzw. $a_{reduced}$ zu liefern, ist zwischen dem Hersteller und dem technischen Dienst zu vereinbaren. Dieses Verfahren ist im Prüfbericht festzuhalten und in die Dokumentation der Typgenehmigung aufzunehmen.

Es ist sicherzustellen, dass die Energie, die während dieser Prüfung der Übertragungseinrichtung des Bremssystems zugeführt wird, nur von den Speichereinrichtungen für elektrische Energie geliefert wird.

1.2.3.4. Es muss sichergestellt sein, dass bei der Durchführung der Prüfung im Stillstand im Vergleich zu einer Fahrsituation die vom Betriebsbremssystem verbrauchte Energie durch Energiesparfunktionen nicht unter den in Absatz 1.2.3.3 angegebenen Belastungswert sinkt.

1.2.3.5. Die Fähigkeit, die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung (bei der neunten Bremsbetätigung) zu erreichen, ist durch dynamische Prüfungen nach Anhang 3 zu bestätigen, wobei nur die elektrische Energie genutzt werden darf, die von den Speichereinrichtungen für elektrische Energie nach Abschluss von 8 vollständigen ([2]) Betätigungen im statischen Zustand (d. h. bei Stillstand des Fahrzeugs) unter den jeweils nach Absatz 1.2.3 angegebenen Prüfbedingungen zur Verfügung gestellt wird. Die Anforderung des Anhangs 3 Absatz 2.2.3 über die Simulation einer Störung des Bremssystems gilt jedoch nicht.

Alternativ zur genannten dynamischen Prüfung kann die neunte Betätigung der Bremsbetätigungseinrichtung unter statischen Bedingungen erfolgen. Der Fahrzeughersteller muss nachweisen, dass die während der Dauer der Betätigung erzeugte Leistung ausreicht, um im Prüfzustand nach Anhang 3 mindestens die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung zu erreichen. Das zur Erstellung dieses Nachweises herangezogene Verfahren (z. B. auf der Grundlage eines Vergleichs der von den Bremszylindern verbrauchten Leistung mit dem bei einer dynamischen Prüfung gemessenen Wert) ist zwischen dem Hersteller und dem technischen Dienst zu vereinbaren und vom technischen Dienst zu überprüfen, im Prüfbericht festzuhalten und in die Dokumentation der Typgenehmigung aufzunehmen.

1.2.3.6. Die Fähigkeit, die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung bei der ersten Betätigung zu erreichen, ist durch die dynamische Prüfung Typ 0 im Einklang mit Anhang 4 zu bestätigen, wobei der Energieanfangswert in den Speichereinrichtungen für elektrische Energie die Energiewerte nach Absatz 1.2.2.1 nicht übersteigen darf.

Alternativ zur genannten dynamischen Prüfung kann die Betätigung der Bremsbetätigungseinrichtung unter statischen Bedingungen erfolgen. Die zur Erfüllung dieser Bremswirkung erforderliche Leistung ist nach den in Absatz 1.2.3.6 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

2. Kapazität der Stromversorgung

2.1. Allgemeines

Die Energieversorgung (einschließlich der Energiequellen, falls vorhanden) muss die Anforderungen in den nachstehenden Absätzen erfüllen.

Falls eine Antriebsbatterie auch die Funktion einer Speichereinrichtung für elektrische Energie (im Sinne dieses Anhangs) hat und keine Quelle zum Nachfüllen der Antriebsbatterie vorhanden ist (d. h. außer Bremsen mit Energierückgewinnung), gelten die nachstehenden Anforderungen nicht für die betreffenden Kreise.

Die Prüfungen sind nach folgenden Anforderungen durchzuführen:

2.2. Messbedingungen

2.2.1. Die Kapazität der Stromversorgung ist nach den Verfahren des Anhangs 3 Absätze 1.5.1 (Prüfung Typ I) und Absatz 1.5.2.1 (Bremswirkung bei heißer Bremse) zu bewerten. Entgegen den Vorschriften der Prüfung Typ I muss die Anzahl der Bremsbetätigungen in allen Fällen 20 betragen.

2.2.2. Diese Prüfung kann unter statischen Bedingungen durchgeführt werden. In diesem Fall sind die Dauer des Bremsvorgangs, die vom Bremssystem verbrauchte Energie und das Intervall zwischen den Bremsvorgängen während der dynamischen Prüfungen Typ I und der Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse nach Anhang 3 zu bestimmen.

Die Bremsbetätigungen 16 bis 20 müssen von der gleichen Dauer sein und den gleichen Energiebedarf haben wie die 15. Bremsbetätigung. Der zeitliche Abstand zwischen den Bremsbetätigungen muss gleich sein. Die Energie, die während der statischen Prüfung an die elektrische Übertragungseinrichtung bereitgestellt wird, muss dem Wert der Energie entsprechen, die durch die Stromversorgung an die elektrische Übertragungseinrichtung während 15 Betätigungen im Rahmen der dynamischen Prüfung Typ I und einer anschließenden Betätigung im Rahmen der Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse nach Anhang 3 bereitgestellt wird.

([2]) „Vollständige Betätigung“ bezeichnet die Betätigung der Betätigungseinrichtung gemäß Anhang 4 Teil B Absatz 1.2.3.3 für eine Dauer von 8,0 Sekunden oder für einen im genannten Absatz beschriebenen Zeitraum T.

2.2.3. Zu Beginn der Prüfung:

a) Die Stromversorgung funktioniert ohne Störung.

b) Der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie darf den in Absatz 1.2.2.1 angegebenen Wert nicht überschreiten.

2.2.4. Liefert die Stromversorgung Hilfseinrichtungen Strom, so muss der Gesamtleistungsbedarf der in Absatz 5.2.24.12 erklärten Hilfseinrichtungen während der Prüfung durch einen gleichwertigen Strombedarf dargestellt werden.

Der Gesamtleistungsbedarf muss während des gesamten Prüfverfahrens durchgehend vorhanden sein.

2.2.5. Der Zustand der Speichereinrichtungen für elektrische Energie nach Abschluss der Prüfung nach Absatz 2.2 darf nicht auf einen Wert zurückgehen, bei dem das rote Warnsignal nach Absatz 5.2.14.1 Buchstabe b der vorliegenden Regelung aktiviert wird.

2.2.6. Der Wert der von der Stromversorgung gelieferten Energie darf nicht auf ein Niveau fallen, bei dem das Warnsignal (P_W) nach Absatz 5.2.24.9 aktiviert wird.

ANHANG 5

Verteilung der Bremskraft auf die Fahrzeugachsen

1. Allgemeines

Fahrzeuge, die nicht mit Antiblockiervorrichtungen nach Anhang 6 dieser Regelung ausgerüstet sind, müssen alle Anforderungen dieses Anhangs erfüllen. Wird eine spezielle Einrichtung dafür benutzt, so muss diese selbsttätig wirken.

2. Symbole

i = Index der Achse ($i = 1$, Vorderachse; $i = 2$, Hinterachse)

P_i = Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i bei statischen Bedingungen

N_i = Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i beim Bremsen

T_i = von den Bremsen der Achse i unter normalen Bremsbedingungen auf die Straße ausgeübte Kraft

f_i = T_i/N_i, benötigter Kraftschlussbeiwert der Achse i ([1])

J = Verzögerung des Fahrzeugs

g = Erdbeschleunigung $g = 9{,}81\ m/s^2$

z = Abbremsung des Fahrzeugs = J/g

P = Masse des Fahrzeugs

h = Höhe des Schwerpunkts, die vom Hersteller angegeben und vom technischen Dienst, der die Prüfung für die Genehmigung durchführt, akzeptiert wird

E = Radstand

k = theoretischer Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn

3. Anforderungen

3.1. (A) Bei allen Beladungszuständen des Fahrzeugs darf die Reibungsbedarfskurve der Hinterachse nicht über der der Vorderachse verlaufen, und zwar ([2]):

Für alle Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 gilt:

3.1. (B) Für k-Werte zwischen 0,2 und 0,8 ([2]) gilt:

$$z \geq 0{,}1 + 0{,}7\ (k - 0{,}2)$$ (siehe Diagramm 1 dieses Anhangs).

3.2. Für die Überprüfung der Übereinstimmung mit den Vorschriften des Absatzes 3.1 dieses Anhangs muss der Hersteller die Reibungsbedarfskurven der Vorderachse und der Hinterachse vorlegen, die gemäß den nachstehenden Gleichungen berechnet werden:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 + z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

([1]) „Reibungsbedarfskurven“ eines Fahrzeugs bezeichnet Kurven, die für bestimmte Beladungszustände den benötigten Kraftschlussbeiwert jeder Achse i in Abhängigkeit von der Abbremsung des Fahrzeugs darstellen.

([2]) Die Vorschriften nach Absatz 3.1 berühren nicht die Anforderungen des Anhangs 3 dieser Regelung hinsichtlich der Bremswirkungen. Werden jedoch die Prüfungen nach den Vorschriften des Absatzes 3.1 durchgeführt und dabei Abbremsungen erreicht, die höher sind als die nach Anhang 3 vorgeschriebenen, so gelten die Vorschriften über die Reibungsbedarfskurven in den Bereichen, die in dem Diagramm 1 dieses Anhangs durch $k = 0{,}8$ und $z = 0{,}8$ bestimmt sind.

Die Kurven sind für die beiden folgenden Beladungszustände aufzuzeichnen:

3.2.1. unbeladen, in fahrbereitem Zustand, mit Fahrer;

3.2.2. beladen; sind mehrere Möglichkeiten für die Lastverteilung vorgesehen, so ist jene mit der am höchsten belasteten Vorderachse zu wählen.

3.2.3. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung der Kategorie B, bei dem das Bremsvermögen durch den Ladezustand beeinflusst wird, sind die Kurven unter Berücksichtigung der niedrigsten und höchsten Werte der vom elektrischen Teil des Bremssystems abgegebenen Bremskraft aufzuzeichnen. Diese Vorschrift gilt nicht, wenn das Fahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung ausgerüstet ist, die die mit der elektrischen Bremse verbundenen Räder regelt; in diesem Fall gelten die Vorschriften des Anhangs 6 dieser Regelung.

4. Anforderungen, die bei Ausfall des Bremskraftreglers einzuhalten sind

Werden die Anforderungen dieses Anhangs durch eine besondere Einrichtung erfüllt (beispielsweise mechanisch über die Achsaufhängung gesteuert), so muss es möglich sein, bei Ausfall der Betätigungseinrichtung das Fahrzeug (beispielsweise durch Trennen des Betätigungsgestänges) unter den Bedingungen anzuhalten, die für die Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor gelten, wobei ein Bremsweg von höchstens $0{,}1\ v + 0{,}0100\ v^2$ (m) und eine mittlere Vollverzögerung von nicht weniger als $3{,}86\ m/s^2$ erzielt werden müssen.

5. Fahrzeugprüfung

Bei den Prüfungen für die Typgenehmigung eines Fahrzeugs muss die Typgenehmigungsbehörde die Einhaltung der Vorschriften dieses Anhangs wie folgt nachprüfen:

5.1. Prüfung der Blockierreihenfolge (siehe Anlage 1)

Bestätigt sich bei der Prüfung der Blockierreihenfolge, dass die Vorderräder vor oder gleichzeitig mit den Hinterrädern blockieren, dann ist die Einhaltung der Vorschriften des Absatzes 3 dieses Anhangs nachgewiesen, und die Prüfungen sind damit abgeschlossen.

5.2. Zusätzliche Prüfungen

Stellt sich bei der Prüfung der Blockierreihenfolge heraus, dass die Hinterräder vor den Vorderrädern blockieren, dann

a) wird das Fahrzeug folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen:

   i) zusätzlichen Prüfungen der Blockierreihenfolge und/oder

   ii) Prüfungen des Bremsmoments an den Rädern (siehe Anlage 2) zur Bestimmung der Selbstverstärkungsfaktoren zur Ermittlung der Reibungsbedarfskurven; diese Kurven müssen den Anforderungen des Absatzes 3.1 Buchstabe A dieses Anhangs entsprechen.

b) kann die Typgenehmigung versagt werden.

5.3. Die Ergebnisse der praktischen Prüfungen sind dem Protokoll zur Typgenehmigung beizufügen.

6. Übereinstimmung der Produktion

6.1. Bei der Nachprüfung der Fahrzeuge zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion wendet der technische Dienst dieselben Verfahren wie bei den Prüfungen für die Typgenehmigung an.

6.2. Auch die Vorschriften sind dieselben wie für die Typgenehmigung, außer dass bei der Prüfung nach Absatz 5.2 Buchstabe a Ziffer ii dieses Anhangs die Kurve für die Hinterachse bei allen Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 unterhalb der Linie z = 0,9 k verlaufen muss (statt der Anforderungen nach Absatz 3.1 Buchstabe A, siehe Diagramm 2).

Diagramm 1

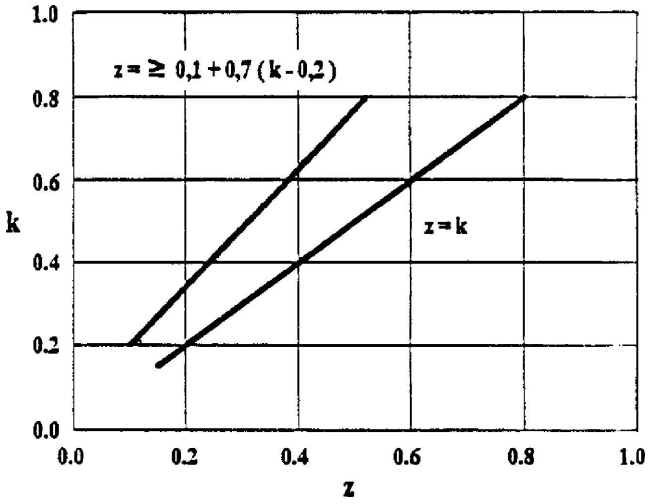
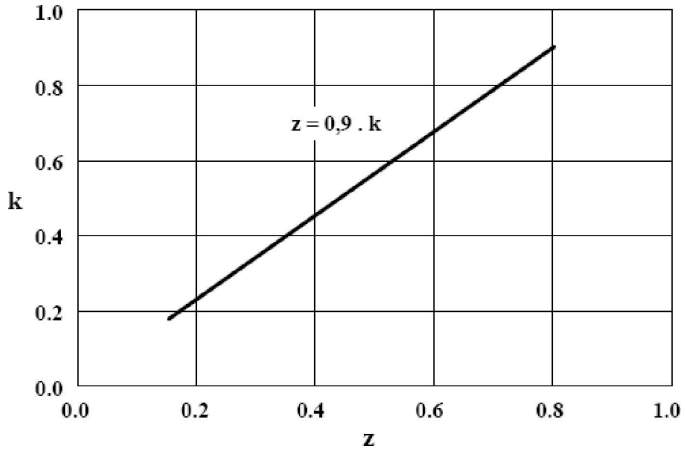


Diagramm 2



ANHANG 5 — Anlage 1

Verfahren für die Prüfung der Blockierreihenfolge

1. Allgemeine Angaben

a) Bei dieser Prüfung soll nachgewiesen werden, dass das Blockieren beider Vorderräder bei einer niedrigeren Verzögerung als das Blockieren beider Hinterräder eintritt, wenn die Prüfung auf Fahrbahnoberflächen durchgeführt wird, auf denen das Blockieren der Räder bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 erfolgt.

b) Ein gleichzeitiges Blockieren der Vorder- und Hinterräder liegt vor, wenn der zeitliche Abstand zwischen dem Blockieren des letzten (zweiten) Rads an der Hinterachse und des letzten (zweiten) Rads an der Vorderachse bei Fahrzeuggeschwindigkeiten > 30 km/h < 0,1 Sekunden ist.

2. Fahrzeugbedingungen

a) Beladung des Fahrzeugs: Beladen und unbeladen

b) Getriebestellung: Motor ausgekuppelt

3. Prüfbedingungen und -verfahren

a) Anfängliche Temperatur der Bremsen: zwischen 65 °C und 100 °C im Durchschnitt an der heißesten Achse.

b) Prüfgeschwindigkeit: 65 km/h bei einer Abbremsung ≤ 0,50;
100 km/h bei einer Abbremsung > 0,50.

c) Pedalkraft:

i) Die Pedalkraft wird von einem geübten Fahrer oder einer mechanischen Betätigungseinrichtung für das Bremspedal aufgebracht.

ii) Die Pedalkraft wird linear so erhöht, dass das Blockieren der ersten Achse mindestens eine halbe (0,5) Sekunde und höchstens eineinhalb (1,5) Sekunden nach der ersten Betätigung des Pedals eintritt.

iii) Das Pedal wird losgelassen, wenn die zweite Achse blockiert oder die Pedalkraft von 1 kN erreicht wird oder 0,1 s nach dem ersten Blockieren, je nachdem, was zuerst eintritt.

d) Blockieren der Räder: Nur ein Blockieren der Räder bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 15 km/h wird berücksichtigt.

e) Prüfoberfläche: Diese Prüfung wird auf Prüfstreckenoberflächen durchgeführt, auf denen das Blockieren der Räder bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 erfolgt.

f) Aufzuzeichnende Daten: Die nachstehenden Daten müssen während jedes Prüflaufes ununterbrochen phasengleich automatisch so aufgezeichnet werden, dass die Werte der Variablen in Echtzeit dargestellt werden können:

i) Fahrzeuggeschwindigkeit

ii) momentane Abbremsung des Fahrzeugs (z. B. über das Differential der Fahrzeuggeschwindigkeit)

iii) Bremspedalkraft (oder Druck in der Hydraulikleitung)

iv) Winkelgeschwindigkeit jedes Rads.

g) Zur Bestätigung der Blockierreihenfolge der Räder ist jeder Prüflauf einmal zu wiederholen: wird bei einem dieser beiden Ergebnisse eine Abweichung festgestellt, dann ist ein dritter Prüflauf unter denselben Bedingungen maßgebend.

4. Leistungsanforderungen

a) Vor dem Blockieren beider Vorderräder dürfen beide Hinterräder bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 nicht blockieren.

b) Erfüllt das Fahrzeug bei der Prüfung nach dem oben genannten Verfahren bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 eines der nachstehenden Kriterien, entspricht es dieser Vorschrift über die Blockierreihenfolge der Räder:

i) kein Rad blockiert,

ii) beide Räder an der Vorderachse und ein oder kein Rad an der Hinterachse blockieren,

iii) beide Achsen blockieren gleichzeitig.

c) Beginnt das Blockieren der Räder bei einer Abbremsung von weniger als 0,15 und mehr als 0,8, dann ist die Prüfung ungültig und muss auf einer anderen Fahrbahnoberfläche wiederholt werden.

d) Blockieren bei dem beladenen oder unbeladenen Fahrzeug bei einer Abbremsung zwischen 0,15 und 0,8 beide Räder an der Hinterachse und ein oder kein Rad an der Vorderachse, dann hat das Fahrzeug die Prüfung der Blockierreihenfolge der Räder nicht bestanden. In diesem Fall muss das Fahrzeug der „Prüfung des Bremsmoments an den Rädern“ unterzogen werden, damit die objektiven Selbstverstärkungsfaktoren zur Berechnung der Reibungsbedarfskurven bestimmt werden können.

ANHANG 5 — Anlage 2

Verfahren für die Prüfung des Bremsmoments an den Rädern

1. Allgemeine Angaben

Bei dieser Prüfung sollen die Selbstverstärkungsfaktoren zur Ermittlung der Kraftschlussausnutzung der Vorder- und Hinterachsen bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 gemessen werden.

2. Fahrzeugbedingungen

a) Beladung des Fahrzeugs: Beladen und unbeladen

b) Getriebestellung: Motor ausgekuppelt

3. Prüfbedingungen und -verfahren

a) Anfängliche Temperatur der Bremsen: zwischen 65 °C und 100 °C im Durchschnitt an der heißesten Achse.

b) Prüfgeschwindigkeiten: 100 km/h und 50 km/h.

c) Pedalkraft: Die Pedalkraft wird bei der Prüfgeschwindigkeit von 100 km/h mit einer linearen Steigerung zwischen 100 N/s und 150 N/s oder bei der Prüfgeschwindigkeit von 50 km/h mit einer linearen Steigerung zwischen 100 N/s und 200 N/s erhöht, bis die erste Achse blockiert oder eine Pedalkraft von 1 kN erreicht ist (je nachdem, was zuerst erfolgt).

d) Abkühlung der Bremsen: Zwischen den Bremsungen wird das Fahrzeug bei Geschwindigkeiten bis zu 100 km/h gefahren, bis die in Absatz 3 Buchstabe a angegebene anfängliche Temperatur der Bremsen erreicht ist.

e) Anzahl der Prüfläufe: Mit unbeladenem Fahrzeug sind fünf Abbremsungen bis zum Stillstand aus einer Geschwindigkeit von 100 km/h und fünf Abbremsungen bis zum Stillstand aus einer Geschwindigkeit von 50 km/h vorzunehmen, wobei nach jeder Abbremsung die Prüfgeschwindigkeit zu wechseln ist. Mit beladenem Fahrzeug sind die jeweils fünf Abbremsungen bis zum Stillstand abwechselnd bei beiden Prüfgeschwindigkeiten zu wiederholen.

f) Prüfoberfläche: Diese Prüfung wird auf einer griffigen Prüfstreckenoberfläche durchgeführt.

g) Aufzuzeichnende Daten: Die nachstehenden Daten müssen während jedes Prüflaufes ununterbrochen phasengleich automatisch so aufgezeichnet werden, dass die Werte der Variablen in Echtzeit dargestellt werden können:

i) Fahrzeuggeschwindigkeit

ii) Bremspedalkraft

iii) Winkelgeschwindigkeit jedes Rads

iv) Bremsmoment jedes Rads

v) Druck in der Hydraulikleitung in jedem Bremskreis, der mindestens an einem Vorderrad und einem Hinterrad mit einem in Strömungsrichtung hinter betriebsbereiten Bremskraftverteilern oder Druckbegrenzungsventilen angeordneten Messwertaufnehmer ausgerüstet ist

(vi) Fahrzeugverzögerung

h) Abtastrate: Alle Datenerfassungs- und -aufzeichnungsgeräte müssen auf allen Kanälen für eine Abtastrate von mindestens 40 Hz ausgelegt sein.

i) Bestimmung des Verhältnisses von Bremsdruck vorne zu Bremsdruck hinten: Das Verhältnis des Bremsdrucks vorne zum Bremsdruck hinten ist im gesamten Bereich der Leitungsdrücke zu bestimmen. Hat das Fahrzeug keine Anlage zur variablen Bremskraftverteilung, so erfolgt diese Bestimmung mithilfe statischer Prüfungen. Hat das Fahrzeug eine Anlage zur variablen Bremskraftverteilung, dann werden dynamische Prüfungen bei beladenem und unbeladenem Fahrzeug durchgeführt. Bei beiden Beladungszuständen werden jeweils fünfzehn Teilbremsungen bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h unter den in dieser Anlage angegebenen Anfangsbedingungen vorgenommen.

4. Datenreduktion

a) Die bei jeder Abbremsung nach Absatz 3 Buchstabe e erhaltenen Daten werden nach der Methode der gleitenden Durchschnitte als Fünferdurchschnitte für jeden Datenkanal gefiltert.

b) Für jede Abbremsung nach Absatz 3 Buchstabe e sind die Steigung (Selbstverstärkungsfaktor) und der Schnittpunkt auf der Achse des Druckes (Bremsenblockierdruck) mit der nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelten Gleichung zu bestimmen, die der Darstellung des gemessenen abgegebenen Drehmoments an jedem gebremsten Rad als Funktion des gemessenen Leitungsdrucks an demselben Rad am ehesten entspricht. In die Regressionsanalyse fließen nur Werte des abgegebenen Drehmoments ein, die aus Daten abgeleitet werden, die bei einer Fahrzeugverzögerung in dem Bereich zwischen 0,15 g und 0,80 g erfasst worden sind.

c) Die nach Buchstabe b erzielten Ergebnisse sind zu mitteln, um den durchschnittlichen Selbstverstärkungsfaktor und den durchschnittlichen Bremsenblockierdruck für alle Bremsungen für die Vorderachse zu bestimmen.

d) Die nach Buchstabe b erzielten Ergebnisse sind zu mitteln, um den durchschnittlichen Selbstverstärkungsfaktor und den durchschnittlichen Bremsenblockierdruck für alle Bremsungen für die Hinterachse zu bestimmen.

e) Anhand des Verhältnisses des Drucks in der vorderen Bremsleitung zu dem Druck in der hinteren Bremsleitung nach Absatz 3 Buchstabe i und des dynamischen Reifenrollradius ist die Bremskraft an jeder Achse als Funktion des Drucks in der vorderen Bremsleitung zu bestimmen.

f) Die Abbremsung des Fahrzeugs ist als Funktion des Drucks in der vorderen Bremsleitung mithilfe der nachstehenden Gleichung zu berechnen:

$$z = \frac{T_1 + T_2}{P \bullet g}$$

Dabei ist:

z = die Abbremsung bei einem bestimmten Druck in der vorderen Bremsleitung

T_1, T_2 = die jeweiligen Bremskräfte an Vorder- und Hinterachse, die demselben Druck in der vorderen Bremsleitung entsprechen

P = Fahrzeugmasse

g) Die Kraftschlussausnutzung an jeder Achse ist als Funktion der Abbremsung mithilfe der nachstehenden Formeln zu berechnen:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

Die Symbole sind in Absatz 2 dieses Anhangs definiert.

h) f_1 und f_2 sind als Funktion von z für den beladenen und den unbeladenen Zustand zu bestimmen. Dadurch ergeben sich für das Fahrzeug die Reibungsbedarfskurven, die den Vorschriften in Absatz 5.2 Buchstabe a Ziffer ii dieses Anhangs (oder bei Kontrollen der Übereinstimmung der Produktion den Vorschriften des Absatzes 6.2 dieses Anhangs) entsprechen müssen.

ANHANG 6

Prüfvorschriften für Fahrzeuge mit Antiblockiervorrichtungen (ABV)

1. Allgemeines

1.1. In diesem Anhang ist die für Straßenfahrzeuge mit Antiblockiervorrichtung erforderliche Bremswirkung festgelegt.

1.2. Die gegenwärtig bekannten Antiblockiervorrichtungen umfassen einen oder mehrere Sensoren, Auswerteglieder und Stellglieder. Jede mögliche zukünftige Einrichtung anderer Bauart oder Antiblockiervorrichtung, die in ein anderes System integriert ist, gilt als Antiblockiervorrichtung im Sinne dieses Anhangs und des Anhangs 5 dieser Regelung, wenn ihre Wirkung der in diesem Anhang vorgeschriebenen gleichwertig ist.

2. Begriffsbestimmungen

2.1. Eine „Antiblockiervorrichtung“ oder „ABV“ ist ein Teil eines Betriebsbremssystems, der selbsttätig den Schlupf in Drehrichtung der Räder an einem oder mehreren Rädern des Fahrzeugs während der Bremsung regelt.

2.2. „Sensor“ bezeichnet das Bauteil, das die Drehbewegung der Räder oder die dynamischen Zustände des Fahrzeugs erfasst und an das Auswerteglied weiterleitet.

2.3. „Auswerteglied“ bezeichnet das Bauteil, das dazu bestimmt ist, die von den Sensoren übermittelten Daten auszuwerten und ein Signal an das Stellglied zu übermitteln.

2.4. „Stellglied“ bezeichnet das Bauteil, das die Bremskräfte in Übereinstimmung mit dem vom Auswerteglied erhaltenen Signal verändert.

2.5. „Direkt geregeltes Rad“ bezeichnet ein Rad, dessen Bremskraft in Übereinstimmung mit den Daten geregelt wird, die zumindest von seinem eigenen Sensor geliefert werden ([1]).

2.6. „Indirekt geregeltes Rad“ bezeichnet ein Rad, dessen Bremskraft in Übereinstimmung mit den Daten geregelt wird, die von den Sensoren anderer Räder geliefert werden ([1]).

2.7. „Volle Regelung“ bezeichnet, dass die Antiblockiervorrichtung die Bremskraft ständig regelt, damit die direkt geregelten Räder nicht blockieren. Bremsungen, bei denen die Regelung nur einmal während eines Abbremsvorgangs bis zum Stillstand erfolgt, entsprechen nicht dieser Begriffsbestimmung.

3. Ausführungen von Antiblockiervorrichtungen

3.1. Ein Fahrzeug gilt als mit einer Antiblockiervorrichtung im Sinne des Anhangs 5 Absatz 1 dieser Regelung ausgerüstet, wenn eine der folgenden Vorrichtungen eingebaut ist:

3.1.1. Antiblockiervorrichtung der Kategorie 1

Ein Fahrzeug, das mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 1 ausgestattet ist, muss allen Anforderungen dieses Anhangs entsprechen.

([1]) Bei Antiblockiervorrichtungen mit Select-high-Regelung wird davon ausgegangen, dass sie sowohl direkt als auch indirekt geregelte Räder haben; bei Systemen mit Select-low-Regelung gelten alle Räder mit Sensoren als direkt geregelte Räder.

3.1.2. Antiblockiervorrichtung der Kategorie 2

Ein Fahrzeug, das mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 2 ausgestattet ist, muss allen Anforderungen dieses Anhangs außer denen des Absatzes 5.3.5 entsprechen.

3.1.3. Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3

Ein Fahrzeug, das mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3 ausgestattet ist, muss allen Anforderungen dieses Anhangs außer denen der Absätze 5.3.4 und 5.3.5 entsprechen. Bei solchen Fahrzeugen muss jede Einzelachse, die nicht mindestens ein direkt geregeltes Rad besitzt, die Bedingungen der Kraftschlussausnutzung und der Blockierreihenfolge nach Anhang 5 dieser Regelung anstelle der Vorschriften über die Kraftschlussausnutzung in Absatz 5.2 dieses Anhangs erfüllen. Entspricht jedoch die relative Lage der Reibungsbedarfskurven nicht den Vorschriften des Anhangs 5 Absatz 3.1 dieser Regelung, so ist eine Nachprüfung vorzunehmen, um sicherzustellen, dass nach den Vorschriften des Anhangs 5 Absatz 3.1 dieser Regelung hinsichtlich der Abbremsung und des Beladungszustands die Räder an mindestens einer der Hinterachsen nicht vor denen der Vorderachsen blockieren. Diese Anforderungen können auf Fahrbahnoberflächen mit hohem und niedrigem Kraftschlussbeiwert (maximal ca. 0,8 und 0,3) durch Verändern der Betätigungskraft für die Betriebsbremse überprüft werden.

4. Allgemeine Anforderungen

4.1. Jede elektrische Störung oder jede Anomalie des Sensors, die das System hinsichtlich der in diesem Anhang enthaltenen Funktions- und Leistungsanforderungen beeinträchtigt, einschließlich solcher der Stromversorgung, der äußeren Leitungen zu den Auswertegliedern, der Auswerteglieder ([2]) und der Stellglieder, muss dem Fahrer durch ein spezifisches optisches Warnsignal angezeigt werden. Für diesen Zweck ist das gelbe Warnsignal nach Absatz 5.2.21.1.2 dieser Regelung zu verwenden.

4.1.1. Sensoranomalien, die unter statischen Bedingungen nicht erkannt werden können, müssen spätestens erkannt werden, sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit 10 km/h überschreitet ([3]). Um jedoch eine falsche Störmeldung zu vermeiden, wenn ein Sensor kein Ausgangssignal für die Fahrzeuggeschwindigkeit erzeugt, weil ein Rad sich nicht dreht, kann diese Überprüfung später erfolgen, allerdings muss die Störung spätestens dann festgestellt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit 15 km/h überschreitet.

4.1.2. Wenn bei stehendem Fahrzeug Spannung an die Antiblockiervorrichtung angelegt wird, müssen die elektrisch gesteuerten Ventile des pneumatischen Stellglieds mindestens einmal einen Regelzyklus durchführen.

4.2. Bei einer einzelnen elektrischen Funktionsstörung, von der nur die Antiblockiervorrichtung betroffen ist, was durch das oben genannte gelbe Warnsignal angezeigt wird, darf die restliche Betriebsbremswirkung nicht weniger als 80 % der für die Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor vorgeschriebenen Bremswirkung betragen. Dies entspricht einem Bremsweg von $0{,}1\ v + 0{,}0075\ v^2$ (m) und einer mittleren Vollverzögerung von $5{,}15\ m/s^2$.

4.3. Die Funktion der Antiblockiervorrichtung darf nicht durch magnetische oder elektrische Felder beeinträchtigt werden. Der Nachweis erfolgt durch Einhaltung der Vorschriften der UN-Regelung Nr. 10 gemäß Absatz 5.1.1.4 der Regelung.

4.4. Eine handbetätigte Einrichtung, mit der die Antiblockiervorrichtung abgeschaltet oder ihre Regelungsart ([4]) verändert werden kann, darf nicht vorhanden sein.

([2]) Der Hersteller stellt dem technischen Dienst Unterlagen über die Auswerteglieder in dem in Anhang 8 dargelegten Format bereit.

([3]) Das Warnsignal kann bei stehendem Fahrzeug wieder aufleuchten, sofern es erlischt, bevor die Fahrzeuggeschwindigkeit 10 km/h bzw. 15 km/h erreicht, wenn keine Störung vorliegt.

([4]) Einrichtungen, die die Regelungsart der Antiblockiervorrichtung verändern, unterliegen nicht den Anforderungen des Absatzes 4.4 dieses Anhangs, wenn bei veränderter Regelungsart alle Anforderungen an die Kategorie der Antiblockiervorrichtung, mit der das Fahrzeug ausgerüstet ist, erfüllt sind.

5. Besondere Bestimmungen

5.1. Energieverbrauch

Bei Fahrzeugen mit Antiblockiervorrichtung muss die Wirkung der Antiblockiervorrichtung über längere Zeit bei voll betätigter Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse aufrechterhalten bleiben. Die Übereinstimmung mit dieser Vorschrift ist durch folgende Prüfungen festzustellen:

5.1.1. Prüfverfahren

5.1.1.1. Das anfängliche Energieniveau in den Energiespeichereinrichtungen muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen. Dieser Wert muss bei beladenem Fahrzeug mindestens die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung sicherstellen. Die Energiespeichereinrichtungen für Druckluft-Hilfsausrüstung sind abzutrennen.

5.1.1.2. Aus einer Ausgangsgeschwindigkeit von mindestens 50 km/h auf einer Oberfläche mit einem Kraftschlussbeiwert von 0,3 ([5]) oder weniger müssen die Bremsen des beladenen Fahrzeugs für einen Zeitraum t voll betätigt werden, während dessen die von den indirekt geregelten Rädern verbrauchte Energie zu berücksichtigen ist und alle direkt geregelten Räder von der Antiblockiervorrichtung geregelt bleiben müssen.

5.1.1.3. Die Zufuhr zu den Energiespeichern der Energie-Übertragungseinrichtung ist zu unterbrechen.

5.1.1.4. Die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse ist danach viermal hintereinander bei Stillstand des Fahrzeugs voll zu betätigen. Bei einem Bremssystem mit elektrischer Übertragungseinrichtung erfolgt jede vollständige Betätigung gemäß der Definition in Anhang 4 Teil B Absatz 1.2.3.3.

5.1.1.5. Bei der fünften Bremsbetätigung muss es möglich sein, das Fahrzeug mit mindestens der Wirkung zu bremsen, die für die Hilfsbremsung des Fahrzeugs im beladenen Zustand vorgeschrieben ist.

5.1.2. Zusätzliche Anforderungen

5.1.2.1. Der Kraftschlussbeiwert der Fahrbahnoberfläche ist mit dem betreffenden Fahrzeug nach dem in Anlage 2 Absatz 1.1 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren zu messen.

5.1.2.2. Die Bremsprüfung ist mit beladenem Fahrzeug bei ausgekuppeltem Motor im Leerlauf durchzuführen.

5.1.2.3. Die Bremsdauer t ist mit folgender Formel zu bestimmen:

$$t = \frac{v_{max}}{7}$$

(aber nicht weniger als 15 Sekunden),

wobei t in Sekunden ausgedrückt wird und v_{max} die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs in km/h mit einer oberen Grenze von 160 km/h darstellt.

5.1.2.4. Kann die Bremsdauer t nicht in einem einzigen Bremsvorgang erreicht werden, so sind weitere, maximal insgesamt vier, Vorgänge zulässig.

([5]) Bis solche Fahrbahnoberflächen überall zur Verfügung stehen, sind nach Ermessen des technischen Dienstes bis zur Verschleißgrenze abgenutzte Reifen und höhere Kraftschlussbeiwerte bis maximal 0,4 zulässig. Der ermittelte Wert, der Reifentyp und die Beschaffenheit der Fahrbahn sind anzugeben.

5.1.2.5. Erfolgt die Prüfung in mehreren Bremsvorgängen, so darf zwischen den einzelnen Vorgängen der Prüfung der Energievorrat nicht ergänzt werden.

Vom zweiten Bremsvorgang an kann der Energieverbrauch, der bei der ersten Bremsbetätigung auftrat, berücksichtigt werden, indem jeweils beim zweiten, dritten und vierten Bremsvorgang, die bei der Prüfung nach Absatz 5.1.1 dieses Anhangs erfolgen, von den vier vollen Bremsbetätigungen, die in Absatz 5.1.1.4 (und 5.1.1.5 und 5.1.2.6) dieses Anhangs vorgeschrieben sind, eine volle Bremsbetätigung abgezogen wird.

5.1.2.6. Die in Absatz 5.1.1.5 dieses Anhangs vorgeschriebene Wirkung gilt als erreicht, wenn am Ende der vierten Betätigung bei Stillstand des Fahrzeugs das Energieniveau in den Energiespeichereinrichtungen gleich groß oder größer ist als dasjenige, das bei beladenem Fahrzeug zur Erzielung der Hilfsbremswirkung benötigt wird.

5.2. Kraftschlussausnutzung

5.2.1. Die Ausnutzung des Kraftschlusses durch die Antiblockiervorrichtung berücksichtigt die tatsächliche Zunahme des Bremswegs über seinen theoretischen Minimalwert. Die Antiblockiervorrichtung gilt als ausreichend, wenn die Bedingung $\varepsilon \geq 0{,}75$ erfüllt ist, wobei ε die Kraftschlussausnutzung bedeutet, wie sie in Anlage 2 Absatz 1.2 dieses Anhangs definiert ist.

5.2.2. Die Kraftschlussausnutzung ε wird auf Fahrbahnen mit einem Kraftschlussbeiwert von höchstens 0,3([5]) und von etwa 0,8 (trockene Straße) aus einer Anfangsgeschwindigkeit von 50 km/h ermittelt. Um Auswirkungen unterschiedlicher Temperaturen der Bremsen auszuschließen, wird empfohlen, z_{RAL} vor k zu bestimmen.

5.2.3. Das Prüfverfahren zur Bestimmung des Kraftschlussbeiwerts (k) und die Formel zur Berechnung der Kraftschlussausnutzung (ε) sind in Anlage 2 dieses Anhangs beschrieben.

5.2.4. Die Kraftschlussausnutzung durch die Antiblockiervorrichtung muss bei Antiblockiervorrichtungen der Kategorie 1 oder 2 am kompletten Fahrzeug überprüft werden. Bei Fahrzeugen, die mit Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3 ausgerüstet sind, müssen nur die Achsen, die mindestens ein direkt geregeltes Rad haben, diese Anforderung erfüllen.

5.2.5. Die Bedingung $\varepsilon \geq 0{,}75$ muss mit beladenem und unbeladenem Fahrzeug überprüft werden ([6]).

Die Prüfung mit beladenem Fahrzeug auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert kann entfallen, wenn die vorgeschriebene Kraft, die auf die Betätigungseinrichtung ausgeübt wird, keine volle Regelung durch die Antiblockiervorrichtung bewirkt.

Bei der Prüfung mit unbeladenem Fahrzeug kann die Betätigungskraft bis auf 100 daN erhöht werden, wenn bei voller Betätigungskraft keine Regelung bewirkt wird ([7]). Reichen dagegen 100 daN nicht aus, um die Regelung durch die Antiblockiervorrichtung zu bewirken, kann diese Prüfung entfallen.

5.3. Zusätzliche Prüfungen

Die folgenden Zusatzprüfungen müssen mit beladenem und mit unbeladenem Fahrzeug bei ausgekuppeltem Motor durchgeführt werden:

5.3.1. Die durch eine Antiblockiervorrichtung direkt geregelten Räder dürfen nicht blockieren, wenn bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von $v = 40$ km/h und bei einer hohen Ausgangsgeschwindigkeit von $v = 0{,}8\ v_{max} \leq 120$ km/h ([8]) die volle Betätigungskraft ([7]) schnell auf die Betätigungseinrichtung aufgebracht wird und sich das Fahrzeug auf den in Absatz 5.2.2 dieses Anhangs beschriebenen Fahrbahnoberflächen befindet.

([6]) Bis zur Festlegung eines einheitlichen Prüfverfahrens kann es erforderlich sein, die in diesem Absatz vorgeschriebenen Prüfungen bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Bremssystem mit Energierückgewinnungseinrichtung zu wiederholen, damit die Auswirkung der verschiedenen Werte der Bremskraftverteilung bestimmt werden kann, die von automatischen Einrichtungen am Fahrzeug übermittelt werden.

([7]) „Volle Betätigungskraft" bezeichnet die in Anhang 3 dieser Regelung vorgeschriebene maximale Betätigungskraft; es kann auch eine größere Kraft angewendet werden, um die Antiblockiervorrichtung zum Ansprechen zu bringen.

([8]) Zweck dieser Prüfungen ist es sicherzustellen, dass die Räder nicht blockieren und das Fahrzeug stabil bleibt; daher ist es nicht erforderlich, voll abzubremsen und das Fahrzeug auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert zum Stillstand zu bringen.

5.3.2. Beim Übergang einer Achse von einer Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert (k_H) auf eine solche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert (k_L), mit $k_H \geq 0{,}5$ und $k_H/k_L \geq 2$ ([9]) dürfen bei voller Betätigungskraft[7] auf der Betätigungseinrichtung die direkt geregelten Räder nicht blockieren. Die Fahrgeschwindigkeit und der Zeitpunkt der Bremsbetätigung müssen so gewählt werden, dass, wenn die Antiblockiervorrichtung auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert voll regelt, der Übergang von einer Fahrbahnoberfläche zur anderen bei hoher und bei niedriger Geschwindigkeit unter den Absatz 5.3.1 festgelegten Bedingungen ([10]) erfolgt.

5.3.3. Beim Übergang eines Fahrzeugs von einer Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert (k_L) auf eine solche mit hohem Kraftschlussbeiwert (k_H), mit $k_H \geq 0{,}5$ und $k_H/k_L \geq 2$ ([9]), muss bei voller Betätigungskraft[7] auf der Betätigungseinrichtung die Fahrzeugverzögerung auf den entsprechenden hohen Wert innerhalb einer annehmbaren Zeit ansteigen, und das Fahrzeug darf nicht von seinem ursprünglichen Kurs abweichen. Die Fahrgeschwindigkeit und der Zeitpunkt der Bremsbetätigung müssen so gewählt werden, dass, wenn die Antiblockiervorrichtung auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert voll regelt, der Übergang von einer Fahrbahnoberfläche zur anderen bei annähernd 50 km/h erfolgt.

5.3.4. Die Vorschriften dieses Absatzes gelten nur für Fahrzeuge mit Antiblockiervorrichtung der Kategorie 1 oder 2. Befinden sich die rechten und die linken Räder des Fahrzeugs auf Oberflächen mit unterschiedlichen Kraftschlussbeiwerten (k_H und k_L), wobei $k_H \geq 0{,}5$ und $k_H/k_L \geq 2$ ist ([9]), so dürfen die direkt geregelten Räder nicht blockieren, wenn bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h die volle Betätigungskraft[7] plötzlich auf die Betätigungseinrichtung aufgebracht wird.

5.3.5. Außerdem müssen beladene, mit Antiblockiervorrichtung der Kategorie 1 ausgerüstete Fahrzeuge unter den Bedingungen des Absatzes 5.3.4 dieses Anhangs die in der Anlage 3 zu diesem Anhang geforderte Abbremsung erbringen.

5.3.6. Bei den Prüfungen, die in den Absätzen 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4 und 5.3.5 dieses Anhangs vorgesehen sind, ist jedoch kurzes Blockieren der Räder erlaubt. Außerdem ist das Blockieren der Räder erlaubt, wenn die Fahrgeschwindigkeit niedriger als 15 km/h ist; ebenfalls ist das Blockieren von indirekt geregelten Rädern bei jeder Geschwindigkeit erlaubt, sofern Fahrstabilität und die Lenkbarkeit nicht beeinträchtigt werden, und das Fahrzeug darf keinen Gierwinkel von 15° übersteigen oder von einer 3,5 m breiten Fahrbahn abweichen.

5.3.7. Lenkkorrekturen sind während der in den Absätzen 5.3.4 und 5.3.5 dieses Anhangs vorgesehenen Prüfungen erlaubt, wenn der Drehwinkel des Lenkrads während der ersten 2 Sekunden maximal 120° und insgesamt nicht mehr als 240° ist. Weiterhin muss bei Prüfbeginn die Längsmittelebene des Fahrzeugs über der Grenzlinie zwischen den Oberflächen mit hohem und niedrigem Kraftschlussbeiwert liegen, und während der genannten Prüfungen darf kein Teil der äußeren Reifen diese Grenzlinie überschreiten ([6]).

([9]) k_H ist der hohe Kraftschlussbeiwert.
k_L ist der niedrige Kraftschlussbeiwert.
k_H und k_L werden nach den Vorschriften der Anlage 2 zu diesem Anhang gemessen.

([10]) Zweck dieser Prüfungen ist es sicherzustellen, dass die Räder nicht blockieren und das Fahrzeug stabil bleibt; daher ist es nicht erforderlich, voll abzubremsen und das Fahrzeug auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert zum Stillstand zu bringen.

ANHANG 6 — Anlage 1

Symbole und Begriffsbestimmungen

Zeichen	Begriffsbestimmungen
E	Radstand
ε	Kraftschlussausnutzung des Fahrzeugs: Quotient aus der maximalen Abbremsung bei regelnder Antiblockiervorrichtung (z_{AL}) und dem Kraftschlussbeiwert (k)
ε_i	Der ε-Wert, gemessen an der Achse i (bei einem Kraftfahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3)
ε_H	der ε-Wert bei der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert
ε_L	der ε-Wert bei der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert
F	Kraft (N)
F_{dyn}	Normalkraft der Fahrbahn bei dynamischen Bedingungen und mit regelnder Antiblockiervorrichtung
F_{idyn}	F_{dyn} auf die Achse i bei Kraftfahrzeugen
F_i	Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i bei statischen Bedingungen
F_M	Gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Kraftfahrzeugs
F_{Mnd} [1]	Gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten und nicht angetriebenen Achsen des Kraftfahrzeugs
F_{Md} [1]	Gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten und angetriebenen Achsen des Kraftfahrzeugs
F_{WM} [1]	0,01 F_{Mnd} + 0,015 F_{Md}
g	Erdbeschleunigung (9,81 m/s^2)
h	Höhe des Schwerpunkts, die vom Hersteller angegeben und vom technischen Dienst, der die Prüfung für die Genehmigung durchführt, akzeptiert wird
k	Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn
k_f	Kraftschlussbeiwert einer Vorderachse
k_H	Wert von k, auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert bestimmt
k_i	Wert von k an der Achse i bei einem Fahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3 bestimmt
k_L	Wert von k, auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert bestimmt
k_{lock}	Kraftschlussbeiwert bei 100 % Schlupf
k_M	Kraftschlussbeiwert des Kraftfahrzeugs
k_{peak}	Maximum der Kurve „Kraftschluss in Abhängigkeit vom Schlupf“
k_r	Kraftschlussbeiwert einer Hinterachse
P	Masse des einzelnen Fahrzeugs (kg)
R	Verhältnis von k_{peak} zu k_{lock}
t	Zeitabschnitt (s)
t_m	Mittelwert von t
t_{min}	Minimalwert von t

[1] F_{Mnd} und F_{Md} bei Zweiachskraftfahrzeugen: Diese Symbole können zu den entsprechenden F_i-Zeichen vereinfacht werden.

Zeichen	Begriffsbestimmungen
z	Abbremsung
z_{AL}	Abbremsung z des Fahrzeugs mit regelnder Antiblockiervorrichtung
z_m	Mittelwert der Abbremsung
z_{max}	Maximalwert von z
z_{MALS}	z_{AL} des Kraftfahrzeugs auf einer „Oberfläche mit unterschiedlichen µ-Werten“

ANHANG 6 — Anlage 2

Kraftschlussausnutzung

1. Messverfahren

1.1. Bestimmung des Kraftschlussbeiwerts (k)

1.1.1. Der Kraftschlussbeiwert (k) ist als der Quotient aus der ohne Blockieren der Räder maximal erreichbaren Bremskraft und der dazugehörenden dynamischen Last der gebremsten Achse zu bestimmen.

1.1.2. Während der Prüfung sind die Bremsen nur einer Achse des Fahrzeugs bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 50 km/h zu betätigen. Die Bremskräfte müssen so auf die Räder der Achse verteilt sein, dass die maximale Bremswirkung erreicht wird. Zwischen 40 km/h und 20 km/h muss die Antiblockiervorrichtung abgeschaltet sein oder darf nicht regeln.

1.1.3. Um die maximale Abbremsung des Fahrzeugs (z_{max}) zu bestimmen, sind mehrere Prüfungen bei gesteigerten Leitungsdrücken/Belastungswerten der Bremse durchzuführen. Während jeder Prüfung muss ein konstanter Druck aufrechterhalten werden, und die Abbremsung wird anhand der Zeit (t) bestimmt, die vergeht, wenn die Geschwindigkeit von 40 km/h auf 20 km/h reduziert wird; dazu wird folgende Formel verwendet:

$$z = \frac{0.566}{t}$$

z_{max} ist der Höchstwert von z; t in Sekunden.

1.1.3.1. Ein Blockieren der Räder ist unter 20 km/h zulässig.

1.1.3.2. Ausgehend von dem niedrigsten gemessenen Wert für t, dem sogenannten t_{min}, sind drei Werte von t im Bereich von t_{min} und 1,05 t_{min} auszuwählen und ihr arithmetischer Mittelwert t_m zu berechnen.

Anschließend ist folgende Berechnung vorzunehmen: $z_m = \frac{0.566}{t_m}$

Wird nachgewiesen, dass die vorstehend definierten drei Werte aus praktischen Gründen nicht bestimmt werden können, so kann der Wert der Mindestzeit t_{min} verwendet werden. Die Anforderungen des Absatzes 1.3 gelten jedoch weiterhin.

1.1.4. Die Bremskräfte werden aus der gemessenen Abbremsung und dem Rollwiderstand der jeweils ungebremsten Achse berechnet, der mit 0,015 für eine angetriebene bzw. mit 0,010 für eine nicht angetriebene Achse angenommen wird, multipliziert mit der jeweiligen statischen Achslast.

1.1.5. Die dynamische Achslast wird nach den in Anhang 5 dieser Regelung angegebenen Formeln bestimmt.

1.1.6. Der Wert von k ist auf drei Dezimalstellen zu runden.

1.1.7. Dann ist die Prüfung bei den anderen Achsen nach den Vorschriften in den Absätzen 1.1.1 bis 1.1.6 zu wiederholen.

1.1.8. Beispielsweise wird bei einem Zweiachsfahrzeug mit Hinterradantrieb bei gebremster Vorderachse (1) der Kraftschlussbeiwert (k) durch folgende Formel bestimmt:

$$k_f = \frac{z_m \bullet P \bullet g - 0.015 F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \bullet z_m \bullet P \bullet g}$$

Die anderen Symbole (P, h, E) sind in Anhang 5 dieser Regelung definiert.

1.1.9. Es ist jeweils ein Beiwert für die Vorderachse k_f und für die Hinterachse k_r zu bestimmen.

1.2. Bestimmung der Kraftschlussausnutzung (ε)

1.2.1. Die Kraftschlussausnutzung (ε) ist definiert als der Quotient aus der maximalen Abbremsung bei regelnder Antiblockiervorrichtung (z_{AL}) und dem Kraftschlussbeiwert (k_M), d. h.

$$\varepsilon = \frac{z_{AL}}{k_M}$$

1.2.2. Bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 55 km/h wird die maximale Abbremsung (z_{AL}) bei voller Regelung durch die Antiblockiervorrichtung festgestellt, indem nach Absatz 1.1.3 dieser Anlage der Durchschnittswert aus drei Prüfungen für die Zeit ermittelt wird, die erforderlich ist, um die Geschwindigkeit von 45 km/h auf 15 km/h zu reduzieren; dabei wird die nachstehende Formel verwendet:

$$z_{AL} = \frac{0.849}{t_m}$$

1.2.3. Der Kraftschlussbeiwert k_M wird durch Gewichtung mit den dynamischen Achslasten bestimmt:

$$k_M = \frac{k_f \bullet F_{fdyn} + k_r \bullet F_{rdyn}}{P \bullet g}$$

Dabei gilt:

$$F_{fdyn} = F_f + \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

$$F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

1.2.4. Der Wert von ε ist auf zwei Dezimalstellen zu runden.

1.2.5. Ist ein Fahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 1 oder 2 ausgerüstet, so wird der Abbremswert z_{AL} für das gesamte Fahrzeug mit regelnder Antiblockiervorrichtung ermittelt, und die Kraftschlussausnutzung (ε) wird durch dieselbe Formel wie in Absatz 1.2.1 dieser Anlage beschrieben angegeben.

1.2.6. Ist ein Fahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung der Kategorie 3 ausgerüstet, wird der Abbremsungswert z_{AL} an jeder Achse gemessen, die mindestens ein direkt geregeltes Rad besitzt. Für ein zweiachsiges Fahrzeug zum Beispiel, bei dem die Antiblockiervorrichtung nur auf die angetriebene Hinterachse (2) wirkt, wird die Kraftschlussausnutzung (ε) bestimmt nach:

$$\varepsilon_2 = \frac{z_{AL} \bullet P \bullet g - 0.010 F_1}{k_2 \left(F_2 - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g \right)}$$

Diese Berechnung muss für jede Achse durchgeführt werden, die mindestens ein direkt geregeltes Rad besitzt.

1.3. Ist ε > 1,00, sind die Messungen der Kraftschlussbeiwerte zu wiederholen. Eine Toleranz von 10 % ist zulässig.

ANHANG 6 — Anlage 3

Bremswirkung auf Oberflächen mit unterschiedlichen Kraftschlussbeiwerten

1. Die vorgeschriebene Abbremsung, auf die in Absatz 5.3.5 dieses Anhangs Bezug genommen wird, kann anhand der gemessenen Kraftschlussbeiwerte für die beiden Oberflächen, auf denen diese Prüfung durchgeführt wird, berechnet werden. Diese beiden Oberflächen müssen die in Absatz 5.3.4 dieses Anhangs festgelegten Bedingungen erfüllen.

2. Die Kraftschlussbeiwerte (k_H und k_L) der Oberflächen mit hohem und mit niedrigem Kraftschluss werden jeweils in Übereinstimmung mit den Vorschriften in Absatz 1.1 der Anlage 2 zu diesem Anhang bestimmt.

3. Für die vorgeschriebene Abbremsung (z_{MALS}) für beladene Fahrzeuge gilt Folgendes:

$$z_{MALS} \geq 0.75 \left(\frac{4k_L + k_H}{5}\right) \text{ und } z_{MALS} \geq k_L$$

ANHANG 6 — Anlage 4

Verfahren zur Auswahl der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert

1. Genaue Angaben zum Kraftschlussbeiwert der ausgewählten Oberfläche nach Absatz 5.1.1.2 dieses Anhangs sind dem technischen Dienst mitzuteilen.

1.1. Diese Angaben müssen eine Kurve des Kraftschlussbeiwerts in Abhängigkeit vom Schlupf (von 0 bis 100 % Schlupf) für eine Geschwindigkeit von ungefähr 40 km/h umfassen.

1.1.1. Der Maximalwert der Kurve ist k_{peak} und der Wert bei 100 % Schlupf ist k_{lock}.

1.1.2. Das Verhältnis R ist als Quotient aus k_{peak} und k_{lock} zu bestimmen.

$$R = \frac{k_{peak}}{k_{lock}}$$

1.1.3. Der Wert von R ist auf eine Dezimalstelle zu runden.

1.1.4. Die verwendete Oberfläche muss ein Verhältnis R zwischen 1,0 und 2,0 aufweisen ([1]).

2. Vor den Prüfungen muss der technische Dienst sich vergewissern, dass die ausgewählte Oberfläche den vorgeschriebenen Anforderungen entspricht, und er muss über die folgenden Angaben informiert werden:

Prüfverfahren zur Bestimmung von R,

Art des Fahrzeugs,

Achslast und Reifen (es müssen verschiedene Achslasten und Reifen geprüft und die Ergebnisse dem technischen Dienst vorgelegt werden, der dann entscheidet, ob sie für das zu genehmigende Fahrzeug repräsentativ sind).

2.1. Der Wert von R muss im Prüfbericht angegeben werden.

Die Kalibrierung der Oberfläche muss mindestens einmal pro Jahr mit einem repräsentativen Fahrzeug erfolgen, um die Stabilität des Werts R nachzuprüfen.

([1]) Bis solche Fahrbahnoberflächen überall zur Verfügung stehen, ist für R ein Verhältnis bis zu 2,5 in Absprache mit dem technischen Dienst zulässig.

ANHANG 7

Verfahren zur Prüfung von Bremsbelägen auf dem Schwungmassenprüfstand

1. Allgemeines

1.1. Das in diesem Anhang beschriebene Verfahren darf bei einer Änderung des Fahrzeugtyps angewandt werden, die sich aus der Verwendung eines anderen Bremsbelagtyps für Fahrzeuge ergibt, die nach dieser Regelung genehmigt wurden.

1.2. Die Prüfung der alternativen Bremsbelagtypen erfolgt durch einen Vergleich ihrer Bremswirkung mit jener, die mit den Bremsbelägen erzielt wurde, mit denen das Fahrzeug zum Zeitpunkt der Genehmigung ausgerüstet war und welche mit den im entsprechenden Beschreibungsbogen angegebenen (siehe Muster in Anhang 1 zu dieser Regelung) übereinstimmen.

1.3. Der technische Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, darf nach eigenem Ermessen verlangen, dass der Vergleich der Wirkung der Bremsbeläge nach den entsprechenden Vorschriften des Anhangs 3 zu dieser Regelung durchgeführt wird.

1.4. Der Antrag auf Genehmigung durch Vergleichsprüfung muss von dem Fahrzeughersteller oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter gestellt werden.

1.5. Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet „Fahrzeug“ den Fahrzeugtyp, der entsprechend dieser Regelung genehmigt wurde und für den beantragt wird, dass der Vergleich als zufriedenstellend bewertet wird.

2. Prüfausrüstung

2.1. Die Prüfungen sind auf einem Schwungmassenprüfstand mit folgenden Eigenschaften durchzuführen:

2.1.1. Er muss die in Absatz 3.1 dieses Anhangs erforderliche Trägheitskraft erzeugen können und so ausgelegt sein, dass er geeignet ist, die Anforderungen nach Anhang 3 Absatz 1.5 dieser Regelung hinsichtlich der Prüfung Typ I über das Nachlassen der Bremswirkung zu erfüllen.

2.1.2. Die eingebauten Bremsen müssen mit denen des ursprünglichen Fahrzeugtyps übereinstimmen.

2.1.3. Die Luftkühlung, falls vorhanden, muss die Anforderungen des Absatzes 3.4 dieses Anhangs erfüllen.

2.1.4. Die Prüfausrüstung muss imstande sein, mindestens die folgenden Daten zu liefern:

2.1.4.1. eine kontinuierliche Aufzeichnung der Drehzahl der Scheibe oder Trommel;

2.1.4.2. die Zahl der Umdrehungen während eines Bremsvorgangs bis zum Stillstand, auf eine Achtelumdrehung genau;

2.1.4.3. die Bremsdauer;

2.1.4.4. eine kontinuierliche Aufzeichnung der Temperatur, die gemessen wird im Mittelpunkt der vom Belag überstrichenen Fläche oder in der Mitte der Dicke der Scheibe oder der Trommel oder des Belages;

2.1.4.5. eine kontinuierliche Aufzeichnung des Drucks oder der Kraft in der Steuerleitung bei der Bremsbetätigun;

2.1.4.6. eine kontinuierliche Aufzeichnung des Ausgangsbremsmoments.

3. Prüfbedingungen

3.1. Der Schwungmassenprüfstand muss so genau wie möglich mit einer Toleranz von ± 5 % auf das Schwungmoment eingestellt werden, das nach folgender Formel dem von den entsprechenden Rädern gebremsten Teil des Gesamtschwungmoments des Fahrzeugs entspricht:

$$I = M R^2$$

Dabei gilt:

I = Schwungmoment (kgm^2)

R = dynamischer Reifenrollradius (m)

M = der Teil der Höchstmasse des Fahrzeugs, der von den entsprechenden Rädern gebremst wird. Bei einem Einwellen-Schwungmassenprüfstand wird diese Masse nach der konstruktionsmäßig vorgegebenen Bremskraftverteilung berechnet, wenn die Verzögerung dem in Zeile A der Tabelle in Anhang 3 Absatz 2.1.1 dieser Regelung jeweils angegebenen Wert entspricht.

3.2. Die Ausgangsdrehzahl des Schwungmassenprüfstands muss der in Zeile A der Tabelle in Anhang 3 Absatz 2.1.1 dieser Regelung vorgeschriebenen Lineargeschwindigkeit des Fahrzeugs unter Berücksichtigung des dynamischen Reifenrollradius entsprechen.

3.3. Bremsbeläge müssen zu 80 % eingefahren sein und dürfen während der Einfahrzeit eine Temperatur von 180 °C nicht überschritten haben; wahlweise dürfen sie auch auf Wunsch des Herstellers des Fahrzeugs nach seinen Empfehlungen eingefahren sein.

3.4. Es darf Luftkühlung verwendet werden, wobei der Luftstrom über die Bremse senkrecht zu ihrer Drehachse zu leiten ist. Die Geschwindigkeit der über die Bremse strömenden Kühlluft darf nicht mehr als 10 km/h betragen. Die Temperatur der Kühlluft muss die Umgebungstemperatur sein.

4. Prüfverfahren

4.1. Fünf Probensätze des Bremsbelags müssen der Vergleichsprüfung unterzogen werden; diese sind mit fünf Bremsbelagsätzen zu vergleichen, die den ursprünglichen, in dem Beschreibungsbogen betreffend die erste Typgenehmigung des betreffenden Fahrzeugtyps beschriebenen Bauteilen entsprechen.

4.2. Die Gleichwertigkeit von Bremsbelägen muss auf der Grundlage eines Vergleichs der Ergebnisse, die mit den in diesem Anhang vorgeschriebenen Prüfverfahren erzielt wurden, nachgewiesen werden und in Übereinstimmung mit den folgenden Anforderungen stehen.

4.3. Prüfung Typ 0 der Bremswirkung bei kalter Bremse

4.3.1. Es sind drei Bremsungen durchzuführen, wobei die Ausgangstemperatur unter 100 °C liegen muss. Die Temperatur ist entsprechend den Vorschriften nach Absatz 2.1.4.4 dieses Anhangs zu messen.

4.3.2. Die Bremsungen müssen bei einer Ausgangs-Drehgeschwindigkeit vorgenommen werden, die der in Zeile A der Tabelle in Anhang 3 Absatz 2.1.1 dieser Regelung angegebenen entspricht, und die Bremse ist so zu betätigen, dass ein mittleres Bremsmoment erreicht wird, das der in dem vorgenannten Absatz vorgeschriebenen Verzögerung entspricht. Außerdem sind auch Prüfungen bei verschiedenen Drehgeschwindigkeiten durchzuführen, wobei die niedrigste 30 % der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs und die höchste 80 % dieser Geschwindigkeit betragen muss.

4.3.3. Das mittlere Bremsmoment, das bei den der Vergleichsprüfung unterzogenen Bremsbelägen während der Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse festgestellt wurde, darf nicht — bei gleichen Messbedingungen — mehr als ± 15 % von den Prüfwerten für das mittlere Bremsmoment abweichen, das bei den Bremsbelägen festgestellt wurde, die in den Angaben des entsprechenden Antrages auf Genehmigung eines Fahrzeugtyps aufgeführt sind.

4.4. Prüfung Typ I (Prüfung des Nachlassens der Bremswirkung)

4.4.1. Anwärmverfahren

4.4.1.1. Die Bremsbeläge sind nach dem in Anhang 3 Absatz 1.5.1 dieser Regelung beschriebenen Verfahren zu prüfen.

4.4.2. Bremswirkung bei heißer Bremse

4.4.2.1. Zum Abschluss der nach Absatz 4.4.1 dieses Anhangs erforderlichen Prüfungen muss die Prüfung der Bremswirkung bei heißer Bremse nach Anhang 3 Absatz 1.5.2 dieser Regelung durchgeführt werden.

4.4.2.2. Das mittlere Bremsmoment, das bei den den Vergleichsprüfungen unterzogenen Bremsbelägen während der Prüfungen bei kalter Bremse festgestellt wurde, darf nicht — bei gleichen Messbedingungen — mehr als ± 15 % von den Prüfwerten für das mittlere Bremsmoment abweichen, das bei den Bremsbelägen festgestellt wurde, die in den Angaben des entsprechenden Antrags auf Genehmigung eines Fahrzeugtyps aufgeführt sind.

5. Kontrolle der Bremsbeläge

Zum Abschluss der oben genannten Prüfungen sind die Bremsbeläge einer Sichtprüfung daraufhin zu unterziehen, ob sie sich für die weitere betriebsübliche Verwendung in einem zufriedenstellenden Zustand befinden.

ANHANG 8

Besondere Anforderungen an die Sicherheitsaspekte elektronischer Steuersysteme

1. Allgemeines

In diesem Anhang sind die speziellen Anforderungen für die Dokumentation, die Fehlerstrategie und die Überprüfung hinsichtlich der Sicherheitsaspekte elektronischer Systeme (Absatz 2.3) und komplexer elektronischer Steuersysteme (Absatz 2.4 unten) für die Zwecke dieser Regelung festgelegt.

In diesem Anhang sind nicht die Leistungskriterien des „Systems“ festgelegt, sondern es werden die Vorgehensweise bei der Systementwicklung und die Angaben behandelt, die dem technischen Dienst im Hinblick auf die Typgenehmigung zu übermitteln sind.

Aus diesen Angaben muss hervorgehen, dass bei dem System unter Nichtstörungsbedingungen und unter Störungsbedingungen alle Leistungsanforderungen, die in dieser Regelung an anderer Stelle genannt sind, eingehalten werden.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „System“ bezeichnet ein elektronisches Steuersystem oder komplexes elektronisches Steuersystem, das die Steuer-Übertragungseinrichtung einer Funktion, für die diese Regelung gilt, bereitstellt oder einen Teil davon bildet. Dies schließt auch jedes andere System ein, das in den Anwendungsbereich dieser Regelung fällt, sowie Übertragungsverbindungen zu oder von anderen Systemen, die nicht in den Anwendungsbereich dieser Regelung fallen, und die eine Funktion betreffen, für die diese Regelung gilt.

2.2. „Sicherheitskonzept“ bezeichnet eine Beschreibung der Maßnahmen, die in das System (z. B. in die elektronischen Baueinheiten) integriert sind, um die Zuverlässigkeit und damit den sicheren Betrieb unter normalen und unter Störungsbedingungen, auch bei einer elektrischen Störung, zu gewährleisten.

Die Möglichkeit des Rückfalls auf ein Teilsystem 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 oft 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.

Das in diesem Anhang genannte „System“ bezeichnet das System, für das die Typgenehmigung beantragt wird.

2.4. „Komplexe elektronische Steuersysteme“ bezeichnet elektronische Steuersysteme, bei denen eine 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 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 normalen 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 Einheiten für die Übertragung von Signalen, Betriebsdaten oder Energie miteinander verbunden werden.

Dabei handelt es sich im Allgemeinen um eine elektrische Ausrüstung, in einigen Teilen kann sie aber auch optisch, pneumatisch, hydraulisch oder mechanisch sein.

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

2.9. „Systemgrenzen“ bezeichnet die Grenzen der externen physikalischen Faktoren, in denen das System die Steuerung aufrechterhalten kann.

2.10. „Steuerstrategie“ bezeichnet eine Strategie zur Gewährleistung eines robusten und sicheren Betriebs der Funktionen des „Systems“ als Reaktion auf die Eingangsgrößen des Fahrzeugs oder des Fahrers.

Dies kann die automatische Deaktivierung einer Funktion oder vorübergehende Leistungsdrosselungen umfassen.

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“, einschließlich der Kontrollstrategien, und das vom Hersteller festgelegte Sicherheitskonzept sind zu erläutern.

Die Dokumentation muss kurz und knapp sein, jedoch ausreichen, um nachzuweisen, dass bei der Entwicklung des Systems mit dem erforderlichen Expertenwissen aus allen betreffenden Systembereichen vorgegangen wurde.

Für Zwecke der periodischen technischen Überwachung ist anzugeben, wie geprüft werden kann, ob das „System“ im funktionsfähigen Zustand ist.

Der technische Dienst prüft die Dokumentation nach Absatz 3.4, um nachzuweisen, dass das System

a) so ausgelegt ist, dass es unter Störungsbedingungen im Betrieb keine sicherheitskritischen Risiken nach sich zieht,

b) Strategien umsetzt, die unter fehlerfreien Bedingungen den sicheren Betrieb von Systemen, die den Vorschriften dieser Verordnung unterliegen, nicht beeinträchtigen und

c) unter fehlerfreien und unter Fehlerbedingungen alle zutreffenden Leistungsanforderungen erfüllt, die in dieser Regelung an anderer Stelle aufgeführt sind, und

d) 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) Das formale Dokumentationspaket für die Genehmigung mit den in Absatz 3 genannten Angaben (außer den Angaben nach Absatz 3.4.4), das dem technischen Dienst vorzulegen ist, wenn der Antrag auf Erteilung der Typgenehmigung gestellt wird. Diese Dokumentation dient dem technischen Dienst als Grundlage für die Überprüfung nach Absatz 4 dieses Anhangs. Der technische Dienst stellt sicher, dass diese Unterlagen für einen mit der Genehmigungsbehörde vereinbarten Zeitraum verfügbar bleiben. Dieser Zeitraum, gerechnet von dem Zeitpunkt, an dem die Herstellung des Fahrzeugs endgültig eingestellt wird, muss mindestens 10 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 10 Jahren, gerechnet von dem Zeitpunkt, an dem die Herstellung des Fahrzeugs endgültig eingestellt wird, verfügbar bleiben.

3.2. Beschreibung der Funktionen des „Systems“ einschließlich der Steuerstrategie.

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

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

3.2.1. Es ist eine Liste aller Eingangs- und Messvariablen mit Angabe ihres jeweils definierten Gültigkeitsbereichs vorzulegen, zusammen mit einer Beschreibung, wie die einzelnen Variablen das Verhalten des Systems beeinflussen.

3.2.2. Es ist eine Liste aller vom „System“ gesteuerten Ausgangsgrößen vorzulegen und jeweils anzugeben, ob die Steuerung direkt oder über ein anderes Fahrzeugsystem erfolgt. Der Steuerungsbereich (Absatz 2.8) ist für jede dieser Größen anzugeben.

3.2.3. Die Systemgrenzen (Absatz 2.9) sind anzugeben, wenn sie für die Wirkung des Systems relevant sind.

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 eine Umrisszeichnung vorzulegen, aus der hervorgeht, wie diese Baueinheiten kombiniert sind, außerdem müssen sowohl die räumliche Verteilung der Bauteile als auch die Verbindungen deutlich zu erkennen sein.

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, Lichtleiter-Verbindungen in einem Glasfaserleiterplan, pneumatische oder hydraulische Übertragungseinrichtungen in einem Rohrleitungsplan und mechanische Verbindungen in einer vereinfachten schematischen Darstellung. Die Übertragungsverbindungen zu und von anderen Systemen müssen ebenfalls dargestellt werden.

3.3.4. Signalfluss und Prioritäten

Zwischen diesen 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 bei der Anwendung dieser Regelung 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 Mehrfachblöcken dargestellt, wird nur ein einziges Hardware-Kennzeichen verwendet.

Der Hersteller muss unter Angabe dieses Kennzeichens bestätigen, dass das gelieferte Gerät den Unterlagen entspricht.

3.3.5.1. Das Kennzeichen 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 dieses Kennzeichen ebenfalls geändert werden.

3.4. Sicherheitskonzept des Herstellers

3.4.1. Der Hersteller bestätigt, dass die zur Erreichung der Zielgrößen des „Systems“ gewählte Strategie im fehlerfreien Zustand den sicheren Betrieb von Systemen, für die die Vorschriften dieser Regelung gelten, nicht beeinträchtigt.

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

Der technische Dienst führt eine Bewertung durch, 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 der technische Dienst 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 darauf vorbereitet sein, dass er gegebenenfalls nachweisen muss, wie bei der Entwicklung vorgegangen wurde, um die Systemlogik umzusetzen.

3.4.3. Der Hersteller muss den technischen Diensten eine Beschreibung der Konzepte vorlegen, die bei der Entwicklung des „Systems“ umgesetzt wurden, damit der sichere Betrieb unter Störungsbedingungen gewährleistet ist. Bei einer Störung im „System“ können zum Beispiel folgende Konzepte genutzt werden:

a) Rückfall auf den Betrieb mit einem Teilsystem

b) Übergang auf ein getrenntes Backup-System

c) Wegschalten der übergeordneten Funktion.

Im Fehlerfall ist der Fahrer z. B. durch ein Warnsignal oder durch eine Nachrichtenanzeige zu warnen. Wenn das System nicht vom Fahrer dadurch deaktiviert worden ist, dass z. B. der Zündschalter (Anlassschalter) in die „AUS“-Stellung gebracht oder die betreffende Funktion ausgeschaltet wurde (falls dafür ein besonderer Schalter vorhanden ist), muss die Warnung erfolgen, solange der Fehlerzustand anhält.

3.4.3.1. Wenn bei dem gewählten Konzept bei bestimmten Fehlerzuständen 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 der mit dem im Folgenden beschriebenen Verfahren ermittelten Störung verhält, die eine Auswirkung auf die Fahrzeugsteuerung oder die Fahrzeugsicherheit hat.

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

Der technische Dienst führt eine Bewertung der Anwendung der analytischen Ansätze durch. Diese Beurteilung muss Folgendes umfassen:

a) Prüfung des Sicherheitsansatzes auf Ebene des Konzepts (Fahrzeugs) einschließlich der Bestätigung, dass Interaktionen mit anderen Fahrzeugsystemen berücksichtigt sind. Dieser Ansatz kann sich auf eine für Systemsicherheit geeignete Gefahren-/Risikoanalyse stützen.

b) Prüfung des Sicherheitsansatzes auf Ebene des Systems. Dieser Ansatz kann sich auf die Ergebnisse einer Fehler-Möglichkeits- und -Einfluss-Analyse (FMEA), einer Fehlerbaumanalyse (FTA) oder eines vergleichbaren, zur Untersuchung von Sicherheitsaspekten geeigneten Analyseverfahrens stützen.

c) Prüfung der Validierungspläne und -ergebnisse. Für diese Validierung kann beispielsweise eine Prüfung nach dem Hardware-in-the-Loop-Verfahren (HiL), eine Betriebsprüfung des Fahrzeugs auf der Straße oder jedes für die Validierung geeignete Mittel verwendet werden.

Die Bewertung besteht aus Kontrollen von Gefahren und Fehlern, die vom technischen Dienst ausgewählt werden, um festzustellen, dass die Erklärung des Sicherheitskonzepts durch den Hersteller verständlich und logisch ist und dass der Validierungspläne geeignet ist und ausgefüllt wurde.

Zur Überprüfung des Sicherheitskonzepts kann der technische Dienst Prüfungen nach Absatz 4 durchführen oder deren Durchführung verlangen.

3.4.4.1. In dieser Dokumentation sind die überwachten Parameter aufzulisten, und für jeden Fehlerzustand nach Absatz 3.4.4 ist das Warnsignal anzugeben, das dem Fahrer und/oder Wartungspersonal/Prüfer zu geben ist.

3.4.4.2. Enthält die vorliegende Regelung besondere Anforderungen an den Betrieb des „Systems“ unter verschiedenen Umgebungsbedingungen, so sind in dieser Dokumentation die Maßnahmen zu beschreiben, mit denen die Einhaltung dieser Anforderungen gewährleistet wird.

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“

Der technische Dienst prüft das System unter normalen Bedingungen, indem er eine Reihe ausgewählter Funktionen aus der vom Hersteller nach Absatz 3.2 angegebenen Liste prüft.

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

In Fällen, in denen das Bremssystem 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 müssen mit der Beschreibung, einschließlich der Steuerstrategien, übereinstimmen, die der Hersteller nach Absatz 3.2 vorlegt.

4.1.2. Nachprüfung 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 Fehler innerhalb der Baueinheit zu simulieren.

Der technische Dienst führt diese Prüfung für mindestens eine einzelne Baueinheit durch, prüft jedoch nicht die Reaktion des „Systems“ auf mehrere gleichzeitige Störungen einzelner Baueinheiten.

Der technische Dienst überprüft, dass bei diesen Prüfungen Aspekte abgedeckt werden, die sich auf die Steuerbarkeit sowie Nutzerinformationen (Aspekte der Mensch-Maschine-Schnittstelle) 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. Simulationswerkzeuge und mathematische Modelle für die Verifikation des Sicherheitskonzepts können nach Verzeichnis 8 Revision 3 des Übereinkommens von 1958 verwendet werden, insbesondere im Falle von Szenarien, die sich auf einem Prüfstand oder unter realen Fahrbedingungen nur schwer prüfen lassen. Hersteller müssen den Anwendungsbereich des Simulationswerkzeugs, seine Gültigkeit für das betreffende Szenario sowie die für die Simulations-Toolchain durchgeführte Validierung (Korrelation der Ergebnisse mit physischen Tests) nachweisen.

5. Berichterstattung durch den technischen Dienst

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

Ein Beispiel für eine mögliche Gestaltung des Bewertungsformulars, das vom technischen Dienst an die Typgenehmigungsbehörde übermittelt wird, findet sich in Anlage 1 zu diesem Anhang.

ANHANG 8 — Anlage

Musterbewertungsformular für elektronische und/oder komplexe elektronische Systeme

Nummer des Prüfberichts: .....

1. Kennzeichnung

1.1. Fahrzeugmarke: .....

1.2. Typ: .....

1.3. Kennzeichnung zur Typenidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden: .....

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 Dokumentation: .....

Datum der Erstausstellung: .....

Datum der letzten Aktualisierung: .....

2. Beschreibung der Prüffahrzeuge/Prüfsysteme

2.1. Allgemeine Beschreibung: .....

2.2. Beschreibung der Funktionen des „Systems“ einschließlich der Steuerstrategien (Anhang 8 Absatz 3.2): .....

2.2.1. Liste der Eingangsgrößen und abgetasteten Größen mit Angabe ihres Betriebsbereichs, einschließlich einer Beschreibung der Auswirkungen dieser Größen auf das Systemverhalten (Anhang 8 Absatz 3.2.1): .....

2.2.2. Liste der Ausgangsgrößen und ihres Steuerungsbereichs (Anhang 8 Absatz 3.2.2): .....

2.2.2.1. Direkte Steuerung: .....

2.2.2.2. Steuerung über andere Fahrzeugsysteme: .....

2.2.3. Systemgrenzen (Anhang 8 Absatz 3.2.3): .....

2.3. Beschreibung des Systemplans und schematische Darstellung

(Anhang 8 Absatz 3.3): .....

2.3.1. Liste der Bauteile (Anhang 8 Absatz 3.3.1): .....

2.3.2. Funktionen der Baueinheiten (Anhang 8 Absatz 3.3.2): .....

2.3.3. Verbindungen (Anhang 8 Absatz 3.3.3): .....

2.3.4. Signalfluss und Prioritäten (Anhang 8 Absatz 3.3.4): .....

2.3.5. Kennzeichnung von Baueinheiten (Hardware und Software) (Anhang 8 Absatz 3.3.5): .....

3. Sicherheitskonzept des Herstellers.

3.1. Erklärung des Herstellers (Anhang 8 Absatz 3.4.1):

Der/Die Hersteller ..... bestätigt/bestätigen, dass die zur Erreichung der Zielgrößen des Systems gewählte Strategie im fehlerfreien Zustand den sicheren Betrieb des Fahrzeugs nicht beeinträchtigt.

3.2. Software (Grundarchitektur und verwendete Gestaltungsverfahren und Hilfsmittel) (Anhang 8 Absatz 3.4.2): .....

3.3. Beschreibung der Konzepte, die im „System" für Störungsbedingungen umgesetzt worden sind (Anhang 8 Absatz 3.4.3): .....

3.4. Dokumentierte Analysen des Verhaltens des „Systems" unter einzelnen Störungsbedingungen (Anhang 8 Absatz 3.4.4.1): .....

3.4.1. Überwachte Parameter: .....

3.4.2. Erzeugte Warnsignale: .....

3.5. Beschreibung der Maßnahmen, die in Bezug auf Umweltbedingungen ergriffen wurden (Anhang 8 Absatz 3.4.4.2): .....

3.6. Vorschriften für die regelmäßige technische Überprüfung des „Systems" (Anhang 8 Absatz 3.1):

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

4. Überprüfung und Prüfung.

4.1. Überprüfung der Arbeitsweise des „Systems" (Anhang 8 Absatz 4.1.1.): .....

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

4.1.2. Prüfergebnisse nach Anhang 8 Absatz 4.1.1,1 überprüft. ja/nein.

4.2. Überprüfung des Sicherheitskonzepts des „Systems" (Anhang 8 Absatz 4.1.2.): .....

4.2.1. Geprüfte Baueinheiten und ihre Funktion: .....

4.2.2. Simulierte Störungen: .....

4.2.3. Prüfergebnisse nach Anhang 8 Absatz 4.1.2 überprüft. ja/nein.

4.3. Datum der Prüfung: .....

4.4. Die Durchführung dieser Prüfung und die Angabe der Ergebnisse erfolgten nach Anhang 8 der UN-Regelung Nr. 13, zuletzt geändert durch die Änderungsserie …

Technischer Dienst, der die Prüfung durchführt:

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

4.5. Anmerkungen: