

DIN EN 17344

ICS 65.060.01

Einsprüche bis 2019-01-23

Entwurf

**Landmaschinen –
Selbstfahrende Arbeitsmaschinen –
Anforderungen an Bremsanlagen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17344:2018**

Agricultural machinery –
Self-propelled agricultural and forestry vehicles –
Requirements for braking;
German and English version prEN 17344:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 77 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält straßenverkehrsrelevante Anforderungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 144 „Traktoren und Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN 17344:2018.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-16-30 „Einzelthemen“ im Fachbereich „Landtechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der interessierten Kreise sind an der Erarbeitung beteiligt.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN- bzw. DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Landmaschinen — Selbstfahrende Arbeitsmaschinen — Anforderungen an Bremsanlagen

Agricultural machinery — Self-propelled agricultural and forestry vehicles — Requirements for braking

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Konstruktionsanforderungen	9
4.1 Bremsbauteile und Bremsflächen	9
4.2 Funktionen der Bremsanlage und grundlegende Anforderungen	10
4.3 Dem Bremsvorgang unterliegende Achsen	11
4.4 Bremskraftunterstützte Lenkfunktion	11
4.5 Anforderungen an Steuerungen	12
4.6 Anforderungen an Energiequellen und Energiereserven	13
4.7 Verteilung der Bremskräfte	14
4.8 Besondere Anforderungen an hydraulische Bremsanlagen, die Bremsflüssigkeit nutzen	15
4.9 Besondere Anforderungen für das elektrische Getriebe der Feststellbremsanlage	15
4.10 Warnsignale bei Ausfall der Bremse	16
4.11 Mit Federbremsen ausgestattete Fahrzeuge	17
4.11.1 Nutzung einer Federbremse als Betriebsbremse	17
4.11.2 Nutzung einer Federbremse zum Erreichen der Restbremsleistung	17
4.11.3 Nutzung einer Federbremse als Hilfsbremse	17
4.11.4 Druckanforderungen	17
4.11.5 Hilfsauslösevorrichtung	18
5 Anforderungen an die Prüfung und Leistung von Bremsen	18
5.1 Bremsleistungskenngrößen	18
5.2 Bedingungen für die Messung der Bremsleistung bei Probefahrten	19
5.3 Leistungsprüfungen an Fahrzeugen mit CVT-Getriebe	20
5.4 Typ-0-Bremsprüfung (normale Leistungsprüfung mit kalten Bremsen)	20
5.5 Hilfsbremsleistung	22
5.6 Feststellbremsleistung	22
5.7 Typ-I-Bremsprüfung (Fading-Prüfung)	22
5.8 Warmleistung	24
5.9 Anforderungen an die Ansprechzeit der Betriebsbremsanlage	24
5.10 Maximale ungebremste Anhängelast	24
Anhang A (normativ) Energiequellenkategorie	26
A.1 Pneumatische Bremsanlage	26
A.1.1 Spezifische Symbole für diesen Abschnitt	26
A.1.2 Messbedingungen	26
A.1.3 Kapazität der Kompressoren in Fahrzeugen	26
A.2 Hydraulikbremsanlage	27
Anhang B (normativ) Kapazität von Energiespeichereinrichtungen	28
B.1 Pneumatische Energiespeichereinrichtung	28
B.2 Kapazität von Hydraulikspeichereinrichtungen	28
Anhang C (normativ) Prüfbericht	30
Literaturhinweise	37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17344:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 144 „Traktoren und land- und forstwirtschaftliche Maschinen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Dieses Dokument gilt für Bremseinrichtungen für die Straßennutzung, die in selbstfahrende Land- und Forstmaschinen eingebaut sind. Diese Fahrzeuge sind hauptsächlich dafür vorgesehen, schwere Anhänger und Geräte zu ziehen. Aus diesem Grund enthält diese Norm keine Bestimmungen für Hilfskraft-Bremsanlagen für Anhänger. Informationen zu diesen Systemen finden sich in der EU-Verordnung 2015/68 in der durch 2018/828 geänderten Fassung oder in der UNECE-Verordnung Nr. 13 oder den nationalen Rechtsvorschriften zu Bremseinrichtungen an Fahrzeugen.

Dieses Dokument kann während eines EU- oder nationalen Baumusterzulassungsprozesses für selbstfahrende Land- oder Forstmaschinen verwendet werden.

Die Quellen zu diesem Dokument umfassen unter anderem:

- EU-Verordnung 2015/68 in der zuletzt durch 2018/828 geänderten Fassung
- ISO 10998:2008 Agricultural tractors – Requirements for steering

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für selbstfahrende Land- und Forstmaschinen auf Rädern und/oder Ketten bei der Nutzung auf öffentlichen Straßen. Das Dokument legt die Anforderungen an die Definitionen, die Konstruktion und die Leistung sowie die Mittel zur Verifizierung von Bremseinrichtungen an Fahrzeugen mit einer maximalen Bemessungsgeschwindigkeit von nicht mehr als 60 km/h fest.

Die folgenden Elemente liegen nicht im Anwendungsbereich dieses Dokuments:

- Kupplungskraftsteuerung;
- Dauerbremseinrichtungen;
- Antiblockiersysteme und EBS;
- Bremseinrichtungen mit Vakuum-Bremskraftverstärker;
- sicherheitsbezogene Teile komplexer elektronischer Steuerungssysteme;
- Anhänger-Bremssteuerungssysteme.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 9128:2006, *Road vehicles — Graphical symbols to designate brake fluid types*

ISO 3767-1:2016, *Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment — Symbols for operator controls and other displays — Part 1: Common symbols*

ISO 3583:1984, *Road vehicles — Pressure test connection for compressed-air pneumatic braking equipment*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Bremseinrichtung

Kombination aus Teilen, deren Funktion darin besteht, die Geschwindigkeit eines sich bewegenden Fahrzeugs progressiv zu reduzieren, es zum Stillstand zu bringen oder es stationär zu halten, wenn es bereits angehalten hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einrichtung besteht aus einer Steuerungseinrichtung, dem Getriebe und der Bremse.

3.2

Bremse

Teil, in dem sich die der Bewegung des Fahrzeugs entgegenwirkende Kraft entwickelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierbei kann es sich um eine Reibungsbremse, eine elektrische Bremse, eine Flüssigkeitsbremse oder eine Motor-/Getriebebremse handeln.

3.2.1

Reibungsbremse

Bremse, bei der die Bremskräfte nur durch die Reibungsbremsen ohne Berücksichtigung der CVT-Bremseinrichtung erzeugt werden

3.2.2

Flüssigkeitsbremse

Bremse, bei der die Bremskräfte durch die Wirkung einer Flüssigkeit zwischen zwei Teilen des Fahrzeugs, die sich relativ zueinander bewegen, erzeugt werden

3.2.3

elektrische Bremse

Bremse, bei der die Bremskräfte durch elektromagnetische Wirkung zwischen zwei Teilen des Fahrzeugs, die sich relativ zueinander bewegen, ohne sich zu berühren, erzeugt werden

3.2.4

Motorbremse

Bremse, bei der die Kräfte durch eine kontrollierte Erhöhung der Bremswirkung des Motors erzeugt werden, während dieser gleichzeitig über das Getriebe mit den Rädern oder Ketten verbunden bleibt.

3.3

Betriebsbremseinrichtung

Bremseinrichtung, die es dem Fahrer ermöglicht, die Bewegung des Fahrzeugs zu steuern oder es sicher, schnell und wirksam für den Geschwindigkeits- und Lastbereich, für den das Fahrzeug auf Aufwärts- oder Abwärtsgefallen zugelassen ist, zum Stillstand zu bringen

3.4

mehrlösiges Bremsen

Bremsvorgang, der im normalen Betriebsbereich der Einrichtung entweder während des Anwendens oder LöSENS der Bremsen die folgenden Bedingungen erfüllt:

- der Fahrer kann die Bremskraft jederzeit durch Betätigen des Steuergeräts erhöhen oder reduzieren und
- die Bremskraft kann mit ausreichender Genauigkeit feinjustiert werden

3.5

Steuergerät

Gerät, das direkt von dem Fahrer betätigt wird, um dem Getriebe die nötige Energie zur Bremsung oder Steuerung zuzuführen. Diese Energie kann Muskelenergie des Fahrers oder Energie aus anderen von dem Fahrer kontrollierten Quellen oder in entsprechenden Fällen die kinetische Energie eines gezogenen Fahrzeugs oder eine Kombination dieser verschiedenen Energiearten sein

3.6

Getriebe

Kombination aus Bauteilen zwischen dem Steuergerät und der Bremse, die diese funktionell durch mechanische, hydraulische, pneumatische oder elektrische Mittel oder eine Kombination dieser Mittel verbindet, wobei die Bremskraft aus einer Energiequelle entnommen oder von dieser unterstützt wird

3.7

Feststellbremsanlage

eine Einrichtung, die es ermöglicht, ein Fahrzeug stationär und auch in Abwesenheit des Fahrers auf einem Aufwärts- oder Abwärtsgefälle zu halten

3.8

Hilfsbremsanlage

Mittel der Bremseinrichtung, das es dem Fahrer ermöglicht, das Fahrzeug mit einem angemessenen Bremsweg zum Stillstand zu bringen, wenn die Betriebsbremsanlage ausfällt

3.9

Trägheitsbremsung

Bremsen durch Nutzung der durch das gezogene und sich dem ziehenden Fahrzeug nähernde Fahrzeug erzeugten Kraft

3.10

beladenes Fahrzeug

Fahrzeug, das mit seiner technisch zulässigen Höchstlast nach Angabe des Herstellers für den Straßenverkehr beladen ist

3.11

unbeladenes Fahrzeug

Fahrzeug mit seinem Fahrgewicht für den Straßenverkehr

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst die Kupplungseinrichtung(en), Kühlmittel, Öl, Flüssigkeiten, Kraftstoff und DEF (Dieselemissionsflüssigkeit)-Tanks, sofern vorhanden und befüllt zu mindestens 90 % sowie mit einem Fahrer mit einem Gewicht von 75 kg.

[QUELLE: UNECE R.E.3]

3.12

Achslast

Summe der vertikalen statischen Kräfte der Straßenoberfläche im Kontaktbereich der Räder der Achse

3.13

Maximale stationäre Achslast

stationäre Achslast, die unter der Bedingung der technisch zulässigen Höchstlast des Fahrzeugs erreicht wird

3.14

gezogenes Fahrzeug

landwirtschaftlicher Anhänger oder auswechselbare gezogene Ausrüstung

3.15

Anbau-Anhänger

jedes gezogene Fahrzeug, das dafür vorgesehen ist, durch ein selbstfahrendes Fahrzeug gezogen zu werden, und nur dazu dient, die Ernteausrüstung seines ziehenden Fahrzeugs während des Verkehrs auf der Straße zu tragen

3.16

Federspannkammer

Kammer, in der die Druckveränderung, die die Spannung der Feder auslöst, erzeugt wird

3.17

Energiequelle

Gerät, das die erforderliche Energie zur Betätigung der Bremsen direkt oder indirekt durch eine Energiespeichereinrichtung liefert

3.18

Energiespeichereinrichtung

Gerät, das die von der Energiequelle gelieferte Energie speichert, um die Bremsen zu betätigen oder zu lösen

3.19

Energiereserve

pneumatische, hydraulische oder elektrische Energie, die in einer Energiespeichereinrichtung gespeichert wird

3.20

technisch zulässiges Höchstladegewicht

von dem Hersteller angegebenes Höchstladegewicht auf der Grundlage der Konstruktionseigenschaften und Bemessungsleistung ungeachtet der Tragfähigkeit der Reifen oder Ketten

3.21

technisch zulässiges Höchstgewicht pro Achse

Gewicht, das der maximalen zulässigen statischen Last entspricht, die über die Räder der Achse oder die Ketten auf der Grundlage der Konstruktionseigenschaften des Fahrzeugs und ihrer Bemessungsleistung ungeachtet der Tragfähigkeit der Reifen auf den Boden übertragen wird

3.22

bremskraftunterstützte Lenkfunktion

System, das es ermöglicht, ein einzelnes Rad an einer Achse durch zwei separate Steuerungen zu bremsen, um den Wenderadius während der Nutzung im Gelände zu verringern

3.23

gemessene maximale Bemessungsgeschwindigkeit

gemessene Geschwindigkeit, die den Nennwert der maximalen Bemessungsgeschwindigkeit um mehr als 3 km/h plus einer zusätzlichen Toleranz von 5 % unter Berücksichtigung der Abweichungen aufgrund der Reifengröße überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist gerechtfertigt, um verschiedene unvermeidbare Fehler, insbesondere aufgrund des Messverfahrens und der Erhöhung der Drehzahl des Motors unter Teillast, zu berücksichtigen.

3.24

Gewicht des ungebremsten gezogenen Fahrzeugs

Summe der stationären maximalen Achslasten des gezogenen Fahrzeugs

3.25

Federbremsanlage

Bremsanlage, für die die erforderliche Bremsenergie durch eine oder mehrere Federn, die als Energiespeichereinrichtung dienen, geliefert wird

3.26

stufenloses Automatikgetriebe

CVT

stufenloses Getriebe mit erheblicher Bremsfähigkeit außer durch Reibung und mit einem Geschwindigkeitsbereich mindestens von vorwärts zu rückwärts und umgekehrt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die variable Komponente des CVT kann mechanisch, hydraulisch oder elektrisch sein. Die Verbindung zwischen dem Motor und der Abtriebswelle zu den Rädern oder Ketten muss auch während eines Stillstands erhalten bleiben.

3.27

kombinierte CVT-Bremsanlage

Bremsanlage, die den CVT- und Reibungsbremseffekt nutzt, wobei jedoch die Bremskräfte durch ein vorherrschendes Verhältnis, das durch das CVT-Getriebe entsteht, erzeugt werden

3.28

kombinierte Reibungsbremsanlage

Bremsanlage, die den Reibungs- und CVT-Bremseffekt nutzt, wobei jedoch die Bremskräfte durch ein vorherrschendes Verhältnis, das durch die Reibungsbremsen entsteht, erzeugt werden

3.29

mehrlösiges CVT-Bremsen

CVT-Bremsen, durch das der Fahrer in der Lage ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit jederzeit durch progressive Betätigung seines CVT-Steuergeräts zu erhöhen oder zu reduzieren

3.30

CVT-Steuergerät

Gerät wie etwa ein Hebel oder ein Pedal, das genutzt wird, um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu verändern

3.31

Betriebsbremsen-Steuergerät

Steuergerät, durch dessen Betätigung die vorgeschriebene Betriebsbremsenleistung erreicht wird

3.32

Inch-Einrichtung

Gerät, das die Geschwindigkeit des Fahrzeugs unabhängig von der CVT-Getriebesteuerung beeinflusst. Die Inch-Einrichtung kann in beengten Räumen oder wo das Fahrzeug im Kriechgang betrieben werden muss, wie beispielsweise beim Aufnehmen oder Absetzen von Zusatzeinrichtungen, genutzt werden

3.33

Klasse-I-Fahrzeuge

selbstfahrende Fahrzeuge mit einer maximalen Bemessungsgeschwindigkeit ≤ 12 km/h

3.34

Klasse-II-Fahrzeuge

selbstfahrende Fahrzeuge mit einer maximalen Bemessungsgeschwindigkeit > 12 km/h und ≤ 30 km/h

3.35

Klasse-III-Fahrzeuge

selbstfahrende Fahrzeuge mit einer maximalen Bemessungsgeschwindigkeit > 30 km/h und ≤ 40 km/h

3.36

Klasse-IV-Fahrzeuge

selbstfahrende Fahrzeuge mit einer maximalen Bemessungsgeschwindigkeit > 40 km/h und ≤ 60 km/h

4 Konstruktionsanforderungen

4.1 Bremsbauteile und Bremsflächen

4.1.1 Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die Bremse, alle mechanischen Teile des Getriebes und das Steuergerät, die im weiteren Verlauf als "Bremseinrichtung" bezeichnet werden, nicht als schadensanfällig, wenn sie ausreichend bemaßt, direkt für die Instandhaltung zugänglich sind und Sicherheitseigenschaften aufweisen, die mindestens mit den vorgeschriebenen Eigenschaften für andere wesentliche Bauteile (wie etwa die Lenkanlage) vergleichbar sind.

4.1.2 Die Bremseinrichtung muss so gestaltet, konstruiert und eingebaut sein, dass sie in der Lage ist, den Beanspruchungen während des normalen Betriebs, für den das Fahrzeug vorgesehen wurde, zu widerstehen.

4.1.3 Bremsbeläge dürfen kein Asbest enthalten.

4.1.4 Sofern nicht anders festgelegt, ist es nicht erlaubt, verstellbare Ventile einzubauen, die eine Veränderung der Leistung der Bremsanlage durch den Benutzer des Fahrzeugs erlauben würden, sodass die Anforderungen dieses Dokuments im Betrieb nicht mehr erfüllt würden. Ein verstellbares Ventil, das nur durch den Hersteller mithilfe eines Spezialwerkzeugs betätigt werden kann, oder die Anbringung eines manipulationssicheren Siegels oder beides sind zulässig, sofern der Benutzer des Fahrzeugs nicht in der Lage ist, dieses Ventil einzustellen oder jede Veränderung durch den Benutzer direkt sichtbar ist.

4.1.5 Für Klasse-IV-Fahrzeuge muss der Verschleiß der Betriebsbremsen durch ein automatisches Einstellsystem ausgeglichen werden. Darüber hinaus müssen das Steuergerät und die Bauteile des Getriebes und der Bremsen über eine Hubreserve und gegebenenfalls geeignete Ausgleichsmittel verfügen, sodass bei einer Erhitzung der Bremsen oder dem Erreichen eines bestimmten Verschleißgrads der Bremsbeläge ein wirksames Bremsen sichergestellt ist, ohne dass eine unmittelbare Einstellung erforderlich ist.

4.1.6 Es muss möglich sein, den Verschleiß der Betriebsbremsen durch ein manuelles oder automatisches Einstellsystem auszugleichen. Es muss möglich sein, diesen Verschleiß der Betriebsbremsbeläge einfach von außen oder der Unterseite des Fahrzeugs nur mit den normalerweise mit dem Fahrzeug gelieferten Werkzeugen oder Ausrüstungen wie etwa geeigneten Inspektionsöffnungen zu prüfen. Alternativ sind akustische oder optische Geräte, die den Fahrer an seiner Fahrposition darauf hinweisen, dass die Beläge ersetzt werden müssen, zulässig.

4.1.7 Die Anforderungen nach Punkt 4.1.6 gelten nicht für ölgetauchte Bremsen, die für eine lange Lebensdauer im Fahrzeug ohne Instandsetzung vorgesehen sind.

4.2 Funktionen der Bremsanlage und grundlegende Anforderungen

4.2.1 Betriebsbremsanlage: Es muss möglich sein, die Betriebsbremsanlage mehrlöstig zu betätigen. Der Fahrer muss in der Lage sein, diese Bremswirkung von seiner Fahrposition aus zu erzielen, ohne die Lenkeinrichtung loszulassen oder mit einer Hand an der Lenkeinrichtung und der anderen Hand an dem CT-Steuergerät. Die Betriebsbremsanlage kann eine der folgenden Bremsanlagen nach Angabe des Herstellers sein:

- eine reine Reibungsbremsanlage;
- eine kombinierte Reibungsbremsanlage;
- eine kombinierte CVT-Bremsanlage;
- eine CVT-Bremsanlage.

4.2.1.1 Sofern der Hersteller angibt, dass das CVT-Getriebe als Bremsanlage dient, darf es nicht möglich sein, das Getriebe zwischen dem Motor und den Antriebsrädern während der Fahrt auf der Straße zu trennen, um sicherzustellen, dass das CVT-Getriebe seine Bremsfähigkeit in jedem Fall bewahrt. Dies gilt nicht bei Anwesenheit einer Inch-Einrichtung.

4.2.1.2 Um jedoch die Bergung des Fahrzeugs zu erleichtern, muss die Betriebsanleitung beschreiben, wie das Fahrzeug ohne das Risiko einer Beschädigung des CT-Getriebes abgeschleppt werden kann. Wenn ein spezielles Werkzeug für diesen Zweck erforderlich ist, muss es an dem Fahrzeug mitgeführt werden.

4.2.1.3 Das Steuergerät des CVT-Getriebes muss so gestaltet sein, dass eine unabsichtliche Änderung der Fahrtrichtung verhindert wird.

4.2.1.4 Es ist zulässig, die Feststellbremsanlage automatisch am Ende des Bremszyklus zu betätigen, um das Fahrzeug an einem Gefälle zum Stillstand zu bringen oder um einen Restkriechgang zu beenden.

4.2.2 Hilfsbremsanlage: Die Hilfsbremsanlage muss es ermöglichen, das Fahrzeug mit einem angemessenen Bremsweg zum Stillstand zu bringen, wenn die Betriebsbremsanlage (oder ein Teil derselben) ausfällt. Dieser Bremsvorgang muss mehrlöstig ausgeführt werden können. Der Fahrer muss in der Lage sein, diese Bremswirkung von seinem Fahrersitz aus zu erzielen und dabei mindestens eine Hand an der Lenkeinrichtung zu lassen. Für den Zweck dieser Anforderung wird angenommen, dass nicht mehr als ein Ausfall der Betriebsbremsanlage gleichzeitig auftreten kann.

4.2.3 Feststellbremsanlage: Die Feststellbremsanlage muss es ermöglichen, das Fahrzeug an einem Aufwärts- oder Abwärtsgefälle auch in Abwesenheit des Fahrers stationär zu halten, wobei die Funktionsteile der Bremsanlage durch eine rein mechanische Einrichtung in der verriegelten Position gehalten werden. Der Fahrer muss diese Bremswirkung von seinem Fahrersitz aus erzielen können.

4.2.4 Die Betriebs-, Hilfs- und Feststellbremsanlagen müssen auf Bremsflächen wirken, die durch ausreichend stabile Bauteile dauerhaft mit den Rädern verbunden sind. Es darf nicht möglich sein, eine Bremsfläche von den Rädern zu trennen. Eine solche Trennung muss jedoch im Fall der Feststellbremsanlage erforderlich sein, um die Bergung der Maschine zu ermöglichen.

4.3 Dem Bremsvorgang unterliegende Achsen

4.3.1 An Fahrzeugen der Klassen I, II und III muss die Betriebsbremsanlage auf alle Räder von mindestens einer Achse wirken.

4.3.2 An Klasse-IV-Fahrzeugen muss die Betriebsbremsanlage:

- auf alle Räder von mindestens zwei Achsen wirken oder
- im Fall von Fahrzeugen mit einer gebremsten Achse und automatischem Wechsel des Antriebs auf eine andere Achse während des Bremsens gelten diese Räder als gebremst.

Wenn mehr als eine Achse gebremst wird, darf eine Achse ausgekuppelt werden, sofern die Betätigung der Betriebsbremsanlage diese Achse automatisch wieder einkuppelt und im Fall eines Ausfalls der Energiezufuhr oder eines Ausfalls des Steuergetriebes des Wiedereinkupplungssteuergeräts die automatische Wiedereinkupplung sichergestellt ist.

4.4 Bremskraftunterstützte Lenkfunktion

4.4.1 Wenn das Fahrzeug mit einer bremskraftunterstützten Lenkfunktion ausgestattet ist, darf die Betriebsbremsanlage des Fahrzeugs aus zwei Bremskreisen bestehen, die jeweils mit einer rechten und einer linken Bremssteuerung verbunden sind. Ein solches System gilt aufgrund seines technischen Konzepts nicht als Bremsanlage mit zwei unabhängigen Kreisläufen.

4.4.2 Für Klasse-IV-Fahrzeuge: Wenn die bremskraftunterstützte Lenkfunktion aktiviert ist, beispielsweise wenn beide Pedale nicht verriegelt sind, darf es nicht möglich sein, mit einer Geschwindigkeit von mehr als 40 km/h zu fahren, oder die bremskraftunterstützte Lenkfunktion muss bei Geschwindigkeiten von mehr als 40 km/h deaktiviert werden. Diese beiden Betriebsarten müssen durch automatische Mittel sichergestellt sein.

4.4.3 Bei Fahrzeugen, bei denen separate Pedale manuell verbunden werden können, muss der Fahrer unmittelbar von seinem Fahrersitz aus prüfen können, ob diese Pedale verbunden sind oder nicht.

4.5 Anforderungen an Steuerungen

4.5.1 Die Betriebs-, Hilfs- und Feststellbremsanlagen können gemeinsame Bauteile haben, sofern sie die folgenden Bedingungen erfüllen:

4.5.2 Es müssen mindestens zwei Steuerungen vorhanden sein, die jeweils einer anderen Bremsanlage entsprechen, voneinander unabhängig sind und für den Fahrer von seiner normalen Fahrposition aus direkt zugänglich sind. Jedes Bremssteuergerät muss so gestaltet sein, dass es nach dem Betätigen in die vollständig ausgeschaltete Position zurückkehrt. Diese Anforderung darf nicht für das Steuergerät einer Feststellbremsanlage, wenn diese in einer angewendeten Position verriegelt ist oder für ein handbetätigtes CVT-Steuergerät gelten.

4.5.3 Das Steuergerät der Betriebsbremsanlage muss unabhängig von dem Steuergerät der Feststellbremsanlage sein.

4.5.4 Wenn die Betriebs- und die Hilfsbremsanlagen dasselbe Steuergerät nutzen, muss die Wirksamkeit der Verbindung zwischen diesem Steuergerät und den verschiedenen Bauteilen des Getriebesystems die Anforderungen der Punkte 4.1.1 und 4.1.2 erfüllen.

4.5.5 Wenn die Betriebs- und Hilfsbremsanlagen dasselbe Steuergerät nutzen, muss die Feststellbremsanlage so gestaltet sein, dass sie betätigt werden kann, während sich das Fahrzeug bewegt. Diese Anforderung gilt nicht, wenn die Betriebsbremsanlage ganz oder teilweise durch eine Hilfssteuerung betätigt werden kann.

4.5.6 Im Fall einer Beschädigung

- eines anderen Bauteils als den Bremsen selbst oder
- eines anderen Ausfalls oder einer Funktionsstörung der Betriebsbremsanlage einschließlich
- eines Ausfalls der Energiequelle oder einer teilweisen oder vollständigen Erschöpfung der Energiereserve

muss die Hilfsbremsanlage oder der Teil der Hilfsbremsanlage, der nicht von dem Ausfall betroffen ist, in der Lage sein, das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten.

4.5.7 Insbesondere wenn die Hilfsbremsanlage und die Betriebsbremsanlage ein gemeinsames Steuergerät und ein gemeinsame Getriebe nutzen:

4.5.7.1 Wenn die Betriebsbremsanlage durch die Körperkraft des Fahrers mit Unterstützung durch eine Energiequelle oder eine oder mehrere Energiereserven betätigt wird, muss die Hilfsbremsfunktion im Fall eines Ausfalls dieser Unterstützung sichergestellt sein.

Entweder durch:

- die Körperkraft des Fahrers allein oder
- durch die Körperkraft des Fahrers unterstützt durch die nicht von dem Ausfall betroffenen Energiereserven und

in beiden Fällen ohne dass die auf die Steuerung angewendete Kraft den vorgeschriebenen Höchstwert überschreitet.

4.5.7.2 Wenn die Kraft der Betriebsbremsanlage und das Getriebe ausschließlich von der durch den Fahrer kontrollierten Nutzung einer Energiequelle mit einer Energiereserve abhängen, müssen mindestens zwei vollständig voneinander unabhängige Energiereserven vorhanden sein;

- die jeweils mit einem eigenen und ebenfalls unabhängigen Getriebe ausgestattet sind;
- die jeweils auf die Bremsen von zwei oder mehr ausgewählten Rädern wirken können, um selbst den vorgeschriebenen Grad der Hilfsbremsung sicherzustellen, ohne die Stabilität des Fahrzeugs während des Bremsens zu gefährden, und
- jede Energiereserve muss mit einer Warnvorrichtung ausgestattet sein.

Im Fall einer Druckluftreserve muss sich mindestens an einem der Luftspeicher für jeden Betriebsbremsenkreislauf ein Gerät zur Entlüftung und Entleerung in einer geeigneten und leicht zugänglichen Position befinden.

4.5.8 Im Fall separater Steuergeräte für die Betriebs- und Hilfsbremsanlagen darf die gleichzeitige Betätigung der Steuergeräte die Betriebs- und Hilfsbremsanlagen nicht außer Betrieb setzen, wenn sich beide Bremsanlagen in einem einwandfreien Zustand befinden oder eine der Bremsanlagen fehlerhaft ist.

4.6 Anforderungen an Energiequellen und Energiereserven

4.6.1 Wenn eine andere Energiequelle als die Körperkraft des Fahrers genutzt wird, muss nicht mehr als eine Energiequelle vorhanden sein, doch die Mittel, durch die das Gerät, das diese Quelle darstellt, angetrieben wird, müssen die Anforderungen der Punkte 4.1.1 und 4.1.2 erfüllen.

4.6.2 Im Fall eines Ausfalls der Energiequelle muss/müssen die Energiequelle(n), sofern installiert, ausreichend sein, um das Fahrzeug unter den folgenden Bedingungen anzuhalten:

- nach acht Betätigungen der Betriebsbremsanlage mit vollem Hub; die Anzahl der Betätigungen kann auf vier reduziert werden, wenn eine Betriebsbremsanlage aus zwei unabhängigen Kreisläufen besteht;
- gefolgt von einem Bremstest nach der neunten Anwendung mit dem für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Wirkungsgrad;
- unter den in Punkt 5.4 vorgeschriebenen Prüfbedingungen.

4.6.3 Die Kapazität der Energiequellen muss die in Anhang A angegebenen Anforderungen erfüllen.

4.6.4 Die Kapazität der Energiespeicher muss die in Anhang B angegebenen Anforderungen erfüllen.

4.6.5 Wenn eine Betriebsbremsanlage nur aus einem Kreislauf besteht und im Fall eines Ausfalls oder der Nichtverfügbarkeit muss es möglich sein, das Fahrzeug mit dem für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Wirkungsgrad anzuhalten.

4.6.6 Warnvorrichtung für die Energiereserve

4.6.6.1 Wenn die beschriebene Hilfsbremsleistung nicht ohne die Nutzung der Energiereserve erreicht werden kann, muss eine Warnvorrichtung vorgesehen werden. Die Vorrichtung muss ein optisches und akustisches Signal auslösen, wenn die Energiereserve in irgendeinem Teil der Anlage unter einen Schwellenwert fällt. Dieser Wert ist der Druck, bei dem es möglich sein muss, das Betriebsbremsensteuergerät ein fünftes Mal zu betätigen und die vorgeschriebene Hilfsbremsleistung zu erzielen,

- ungeachtet der Lastbedingungen des Fahrzeugs und
- ohne Fehler im Betriebsbremsgetriebe und
- mit so nah wie möglich eingestellten Bremsen und

- ohne Wiederauffüllen des Speichers und
- nach vier Betätigungen mit vollständigem Hub.

Die Warnvorrichtung muss direkt und dauerhaft mit dem Kreislauf verbunden sein. Wenn der Motor unter normalen Betriebsbedingungen läuft und keine Fehler in der Bremsanlage auftreten, darf die Warnvorrichtung kein Signal außer der erforderlichen Dauer der Auffüllung des/der Energiespeicher(s) nach dem Start des Motors anzeigen.

4.6.6.2 Die akustische Warnvorrichtung darf ausgeschaltet werden, wenn die Feststellbremsanlage angewendet ist oder nach Wahl des Herstellers, während der Getriebewahlschalter in der Parkposition steht oder in beiden Fällen.

4.6.7 Im Fall eines Stopps des Motors oder eines Ausfalls im Antriebssystem der Energiequelle und wenn die Nutzung dieser Energiequelle wesentlich für die Betätigung einer Bremsanlage ist, muss die Energiereserve, sofern vorhanden, ausreichend sein, um das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten. Das Anhalten des Motors kann erfolgen durch:

- Betätigen der Betriebsbremsensteuerung oder
- Betätigen der Hilfsbremsensteuerung oder
- durch automatische Betätigung der Hilfsbremse, wenn der durch die Energiequelle gelieferte Druck unter den in Punkt 4.6.6.1 angegebenen Wert fällt.

4.6.8 Wenn eine pneumatische oder hydraulische Hilfsvorrichtung installiert ist und die Energiequelle beschädigt ist, darf die Betätigung der Hilfsvorrichtung nicht dazu führen, dass die Energiereserven, die die Bremsanlagen versorgen, unter den vorgeschriebenen Wert fallen und dass die vorgeschriebenen Leistungswerte für die Hilfsbremsung nicht erreicht werden.

4.7 Verteilung der Bremskräfte

4.7.1 Die Wirkung der Betriebsbremsanlage muss angemessen symmetrisch zwischen den Rädern/Ketten im Verhältnis zur Längs-Mittenebene des Fahrzeugs verteilt und in Übereinstimmung mit den in Punkt 5.2.6 festgelegten Bedingungen verifiziert werden.

4.7.2 Wenn die Betriebsbremsanlage auf alle Räder oder die Antriebsräder der Ketten von mindestens zwei Achsen des Fahrzeugs wirkt, muss die Wirkung angemessen zwischen den Achsen verteilt sein. Diese Bedingung gilt beispielsweise als erfüllt:

- wenn mindestens zwei Achsen durch eine Kupplung ohne oder mit begrenzten Schlupfeigenschaften verbunden sind, wenn die Betriebsbremse betätigt wird;
- wenn das Fahrzeug über einen dauerhaften Vierradantrieb ohne Differential zwischen den verbundenen Achsen verfügt;
- wenn das Fahrzeug über ein hydrostatisches Antriebssystem mit Stromteiler verfügt, sodass das Verhältnis des Ölflusses zu den verbundenen Achsen gesteuert wird;
- wenn, für Gelenkfahrzeuge der Klassen I, II und III, eine Achse gebremst wird und das Differential zwischen der Betriebsbremse und den Rädern/Ketten eingebaut ist, gelten alle Räder/Ketten als gebremst, wenn die Betätigung der Betriebsbremsanlage das Differential dieser Achse automatisch sperrt.

4.8 Besondere Anforderungen an hydraulische Bremsanlagen, die Bremsflüssigkeit nutzen

4.8.1 Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten nur, wenn Bremskreisläufe unabhängig von jedem anderen Hydraulikkreislauf des Fahrzeugs sind. Sofern die Bremsanlage Mineralöl aus anderen Kreisläufen des Fahrzeugs wie etwa dem Getriebe nutzt, erfüllen die Warnsignale dieses anderen Kreislafs die Anforderungen dieses Abschnitts.

4.8.2 Die Einfüllöffnungen des/der Flüssigkeitsspeicher(s) müssen leicht zugänglich sein. Darüber hinaus muss der Flüssigkeitsspeicher so gestaltet sein, dass der Füllstand der Reserveflüssigkeit leicht und ohne Öffnung des Behälters geprüft werden kann. Wenn diese letztere Bedingung nicht erfüllt wird, muss das in Punkt 4.10.1.1 festgelegte rote Warnsignal den Fahrer auf jeden Rückgang des Füllstands der Reserveflüssigkeit, der zu einem Ausfall der Bremsanlage führen kann, hinweisen.

4.8.3 Ein Ausfall des Hydraulikgetriebes, durch den die vorgeschriebene Betriebsbremsenleistung nicht erreicht werden kann, muss dem Fahrer durch ein Gerät nach 4.10.1.1 mit einem roten Warnsignal angezeigt werden. Alternativ ist das Aufleuchten dieses Geräts, wenn die Flüssigkeit in dem Speicher unter einen bestimmten von dem Hersteller festgelegten Füllstand fällt, zulässig.

4.8.4 Der für das Hydraulikgetriebe von Bremsanlagen zu verwendende Flüssigkeitstyp muss durch das Symbol in Übereinstimmung mit Bild 1 oder 2 von ISO 9128:2006 angegeben werden. Das Symbol muss in einem Abstand von nicht mehr als 100 mm zu der Einfüllöffnung der Flüssigkeitsspeicher angebracht werden. Zusätzliche Informationen dürfen von den Herstellern angegeben werden. Diese Anforderung gilt nur für Fahrzeuge mit einer separaten Einfüllöffnung für Bremsflüssigkeit.

4.9 Besondere Anforderungen für das elektrische Getriebe der Feststellbremsanlage

4.9.1 Im Fall eines elektrischen Ausfalls in der Steuerung oder eines Kabelbruchs in dem elektrischen Steuerungsgetriebe außerhalb des Steuergeräts/der Steuergeräte außer der Energieversorgung

- muss es weiterhin möglich sein, die Feststellbremsanlage vom Fahrersitz aus zu betätigen und so das beladene Fahrzeug an einem Aufwärts- oder Abwärtsgefälle von 8 % zum Stillstand zu bringen, oder
- die Feststellbremse muss automatisch mit der in Punkt 5.6 angegebenen Leistung betätigt werden können, oder
- an Klasse-IV-Fahrzeugen muss jede unabsichtliche Betätigung der Feststellbremsanlage bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 10 km/h verhindert werden.

4.9.2 Eine automatische Betätigung der Feststellbremsanlage ist zulässig, wenn das Fahrzeug steht, sofern die Leistung der Feststellbremse erreicht wird und die Feststellbremsanlage nach Betätigung unabhängig vom Status des Zündschalters (Startschalters) aktiviert bleibt.

4.9.3 Es muss ebenfalls möglich sein, die Feststellbremsanlage zu lösen, gegebenenfalls mithilfe der am Fahrzeug mitgeführten oder angebrachten Werkzeuge und/oder Hilfseinrichtungen.

4.9.4 Ein Kabelbruch im elektrischen Getriebe oder ein elektrischer Ausfall in einem Steuergerät der Feststellbremsanlage muss dem Fahrer durch ein gelbes Warnsignal nach Punkt 4.10.1.2 angezeigt werden. Wenn der Grund ein Kabelbruch in dem elektrischen Steuerungsgetriebe ist, muss dieses gelbe Warnsignal spätestens bei der Betätigung der betreffenden Bremssteuerung angezeigt werden.

4.9.5 Hilfsvorrichtungen dürfen mit Energie aus dem elektrischen Getriebe der Feststellbremsanlage versorgt werden, sofern die Energiezufuhr ausreichend ist, um die Betätigung der Feststellbremsanlage zusätzlich zu der elektrischen Last des Fahrzeugs unter störungsfreien Bedingungen zu erlauben.

4.9.6 Nachdem der Zünd-/Startschalter, der die elektrische Energie der Bremseinrichtung steuert, ausgeschaltet und/oder der Schlüssel entfernt wurde, muss es weiterhin möglich sein, die

Feststellbremsanlage zu betätigen, während das Lösen verhindert werden muss. Das Lösen der Feststellbremse ist zulässig, wenn die Steuerung mechanisch entriegelt werden muss.

4.9.7 Wenn die Feststellbremse absichtlich von dem Fahrer betätigt wurde, muss das Lösen der Feststellbremse immer eine absichtliche Handlung des Fahrers erfordern.

4.10 Warnsignale bei Ausfall der Bremse

4.10.1 Fahrzeuge, die Warnsignale bieten, müssen optische Warnsignale bei einem Ausfall der Bremsen wie folgt anzeigen:

4.10.1.1 Ein rotes Warnsignal innerhalb der Bremseinrichtung des Fahrzeugs, die einen hydraulischen oder pneumatischen Ausfall anzeigt. Das Symbol muss Bild 1a in Punkt 4.10.1.4 entsprechen.

4.10.1.2 Wo anwendbar, ein gelbes Warnsignal, das einen erkannten elektrischen Fehler in der Bremseinrichtung des Fahrzeugs anzeigt, der nicht durch das in dem obigen Punkt genannte Warnsignal angezeigt wird. Das Symbol muss Bild 1b in Punkt 4.10.1.4 entsprechen.

4.10.1.3 Der Status der Feststellbremse muss durch das rote Warnsignal nach Punkt 4.9.1.1 oder alternativ durch ein separates rotes Warnsignal für den Status der Feststellbremse mit einem Symbol in Übereinstimmung mit Bild 1c in Punkt 4.10.1.4 angezeigt werden.

4.10.1.4 Symbole (bevorzugt) für Bremsfunktionen:

		
a)	b)	c)
ISO 3767-1:2016 13.7	ISO 3767-1:2016 13.7	ISO 3767-1:2016 13.8

Bild 1 — Symbole für Bremsfunktionen

4.10.2 Sofern nicht anders angegeben:

4.10.2.1 Muss ein festgelegter Ausfall dem Fahrer durch das/die vorgenannte(n) Warnsignal(e) spätestens bei Betätigung des relevanten Bremsensteuergeräts angezeigt werden.

4.10.2.2 Muss/müssen das/die Warnsignal(e) so lange angezeigt werden, wie der Ausfall oder Status anhält und sich der Zündschalter (Startschalter) in der "Ein"-Position (Betrieb) befindet.

4.10.2.3 Dürfen die Warnsignale nicht blinken.

4.10.3 Müssen die Warnsignale auch bei Tageslicht sichtbar sein und die zufriedenstellenden Bedingungen der Signale müssen für den Fahrer vom Fahrersitz aus leicht nachprüfbar sein und der Ausfall eines Bauteils der Warnvorrichtungen darf nicht zu einem Verlust der Leistung der Bremsanlage führen.

4.11 Mit Federbremsen ausgestattete Fahrzeuge

4.11.1 Nutzung einer Federbremse als Betriebsbremse

Eine Federbremsanlage darf als Betriebsbremsanlage an Klasse-I-Fahrzeugen genutzt werden, unter der Voraussetzung, dass:

- der Fahrer die Bremse mehrlöstig betätigen kann;
- es mit möglichst nah eingestellten Federbremsen möglich sein muss, die Bremse 10-mal innerhalb einer Minute bei im Leerlauf laufendem Motor (gleichmäßig verteilte Bremsanwendung innerhalb dieses Zeitraums) zu betätigen;
- es mit möglichst nah eingestellten Federbremsen möglich sein muss, die Betriebsbremsanlage 6-mal und beginnend mit einem Druck, der nicht höher ist als der Einschaltdruck der Energiequelle, zu betätigen. Während dieser Prüfung darf keine Zufuhr zu den Energiespeichereinrichtungen erfolgen. Darüber hinaus muss der Energiespeicher für die Hilfsvorrichtung isoliert werden;
- die Federbremsen müssen so gestaltet sein, dass sie keinem Ermüdungsausfall unterliegen;
- kleine Abweichungen der Druckgrenzwerte, die in dem Speisekreislauf der Federspannkammer auftreten können, dürfen nicht zu erheblichen Veränderungen der Bremskraft führen.

ANMERKUNG Die Anwendung einer Federbremsanlage als Betriebsbremsanlage in Klasse-II-Fahrzeugen wird noch erwogen.

4.11.2 Nutzung einer Federbremse zum Erreichen der Restbremsleistung

Im Fall eines Ausfalls in einem Teil des Getriebes der Betriebsbremsanlage darf eine Federbremsanlage genutzt werden, um eine Restbremsleistung von $1,3 \text{ m/s}^2$ zu erreichen, sofern der Fahrer diese Handlung mehrlöstig ausführen kann.

4.11.3 Nutzung einer Federbremse als Hilfsbremse

Eine Federbremsanlage darf als Hilfsbremsanlage unabhängig von der maximalen Bemessungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs genutzt werden, sofern der Fahrer die Bremse mehrlöstig betätigen kann und die in Punkt 5.5.2 angegebenen Leistungsanforderungen erfüllt werden. Im Fall von Klasse-I-Fahrzeugen, die Federbremsanlagen mit einer EIN/AUS-Steuerung (z. B. Knopf oder Schalter), die keine mehrlöstige Betätigung der Bremse durch den Fahrer erlauben, als Hilfsbremsanlage nutzen, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- Der Fahrer muss in der Lage sein, die Steuerung der Federbremsen von seinem Fahrersitz aus zu betätigen und dabei mindestens eine Hand an der Lenkeinrichtung zu lassen;
- die in Punkt 5.5.2 vorgeschriebene Hilfsbremsleistung muss erfüllt werden.

ANMERKUNG Die Anwendung einer Federbremsanlage als Hilfsbremse in Klasse-II-Fahrzeugen wird noch erwogen.

Die vorgeschriebene Leistung muss ohne Abweichung des Fahrzeugs von seinem Kurs, ohne unnormale Vibrationen und ohne Radblockierung erreicht werden.

4.11.4 Druckanforderungen

4.11.4.1 Der Druck in der Federspannkammer, ab dem die Federn beginnen, die Bremsen zu betätigen, die so nah wie möglich eingestellt sind, darf nicht mehr als 80 % des normal verfügbaren Drucks betragen.

4.11.4.2 Wenn der Druck in der Leitung, der der Federspannkammer Energie zuführt - mit Ausnahme der Leitungen einer Hilfsspannvorrichtung, die eine Flüssigkeit unter Druck verwendet -, unter den Wert fällt, ab dem die Bremsenteile sich zu bewegen beginnen, muss ein optisches oder akustisches Warnsignal in dem Zugfahrzeug ausgelöst werden. Sofern diese Anforderung erfüllt wird, darf die Warnvorrichtung das in Punkt 4.10.1.1 festgelegte Warnsignal umfassen.

4.11.4.3 Der Speisekreislauf zu der Federspannkammer muss entweder eine eigene Energiereserve enthalten oder von mindestens zwei unabhängigen Energiereserven gespeist werden.

4.11.4.4 Hilfsvorrichtungen dürfen ihre Energie aus der Speiseleitung für die Federbremsen-Betätigungseinrichtung nur unter der Bedingung beziehen, dass ihr Betrieb im Fall eines Schadens der Energiequelle nicht dazu führen kann, dass die Energiereserve für die Federbremsen-Betätigungseinrichtung unter das Niveau fällt, ab dem eine Auslösung der Federbremsen-Betätigungseinrichtung möglich ist.

4.11.4.5 Die Federbremsen müssen in jedem Fall während der Wiederauffüllung der Bremsanlage vom Nulldruck ungeachtet der Position des Steuergeräts vollständig betätigt bleiben, bis der Druck in der Betriebsbremsanlage ausreicht, um mindestens die vorgeschriebene Hilfsbremsleistung des beladenen Fahrzeugs bei Verwendung des Steuergeräts der Betriebsbremsanlage sicherzustellen.

4.11.4.6 Nach der Betätigung dürfen sich die Federbremsen erst lösen, wenn der Druck in der Betriebsbremsanlage ausreicht, um mindestens eine Restbremsleistung von $1,3 \text{ m/s}^2$ durch Betätigung des Betriebsbremsensteuergeräts zu liefern.

4.11.5 Hilfsauslösevorrichtung

4.11.5.1 Eine Federbremsanlage muss so gestaltet sein, dass die Bremsen auch bei einem Ausfall in dieser Anlage ausgelöst werden können. Dies darf durch die Verwendung einer Hilfsauslösevorrichtung (pneumatisch, hydraulisch, mechanisch usw.) erreicht werden.

4.11.5.2 Hilfsauslösevorrichtungen, die eine Energiereserve für das Auslösen nutzen, müssen ihre Energie aus einer Energiereserve beziehen, die unabhängig von der üblicherweise für die Federbremsanlage verwendeten Energiereserve ist. Die Pneumatik- oder Hydraulikflüssigkeit in einer solchen Hilfsauslösevorrichtung darf auf die gleiche Kolbenfläche in der Federspannkammer wirken, die auch für die normale Federbremsanlage verwendet wird, sofern die Hilfsauslösevorrichtung eine separate Leitung verwendet. Die Verbindung dieser Leitung mit der normalen Leitung, die das Steuergerät mit den Betätigungseinrichtungen der Federbremse verbindet, muss an jeder Federbremsen-Betätigungseinrichtung direkt vor dem Eingang zu der Federspannkammer angebracht werden, sofern sie nicht in das Gehäuse der Betätigungseinrichtung integriert ist.

Diese Verbindung muss eine Vorrichtung beinhalten, die einen Einfluss einer Leitung auf die andere Leitung verhindert.

4.11.5.3 Wenn der Betrieb der Hilfsvorrichtung die Nutzung eines Werkzeugs oder Schraubenschlüssels erfordert, muss dieses Werkzeug oder der Schraubenschlüssel am Fahrzeug mitgeführt werden.

5 Anforderungen an die Prüfung und Leistung von Bremsen

5.1 Bremsleistungskenngrößen

5.1.1 Die vorgeschriebene Leistung von Bremsanlagen muss auf dem Bremsweg und der mittleren Vollverzögerung (MFDD) oder nur einer dieser beiden Größen basieren. Die Leistung eines Bremssystems muss durch Messen des Bremswegs im Verhältnis zur Anfangsgeschwindigkeit und/oder Messen der mittleren Vollverzögerung während der Prüfung bestimmt werden. Der Bremsweg muss vorgegeben und gemessen werden. Die mittlere Vollverzögerung kann gemessen oder aus dem gemessenen Bremsweg abgeleitet werden.

5.1.2 Der Bremsweg muss die von dem Fahrzeug ab dem Moment, in dem der Fahrer beginnt, das Steuergerät der Bremsanlage zu betätigen, bis zu dem Zeitpunkt des Stillstands des Fahrzeugs zurückgelegte Strecke sein. Die Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs (v_1) muss die Geschwindigkeit zu dem Zeitpunkt, zu dem der Fahrer beginnt, das Steuergerät der Bremsanlage zu betätigen, sein; die Anfangsprüfgeschwindigkeit (v) darf nicht weniger als 90 % der maximalen Bemessungsgeschwindigkeit für die betreffende Prüfung betragen.

5.1.3 Die mittlere Vollverzögerung (MFDD) d_m ist als mittlere Verzögerung im Verhältnis zur Strecke über das Intervall v_b bis v_e anhand der folgenden Formel zu berechnen:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25,92(s_e - s_b)} \text{ m/s}^2$$

Dabei ist:

- v_1 die wie in dem ersten Unterabschnitt beschrieben berechnete Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs;
- v_b die Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,8 v_1 in km/h;
- v_e die Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,1 v_1 in km/h;
- s_b die zurückgelegte Strecke zwischen v_1 und v_b in m;
- s_e die zurückgelegte Strecke zwischen v_1 und v_e in m.

Die Geschwindigkeit und die Strecke sind mit Instrumenten mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ bei der vorgeschriebenen Prüfgeschwindigkeit zu bestimmen. d_m darf durch andere Verfahren als die Messung der Geschwindigkeit und der Strecke bestimmt werden; in diesem Fall muss die Genauigkeit d_m in einem Bereich von $\pm 3\%$ liegen.

5.2 Bedingungen für die Messung der Bremsleistung bei Probefahrten

5.2.1 Die Fahrzeugbedingungen im Hinblick auf das Gewicht und die Konfiguration müssen den Vorgaben des Herstellers für jeden Prüfungstyp entsprechen und in dem Prüfbericht angegeben werden.

5.2.2 Die Prüfung ist mit den für jeden Prüfungstyp vorgeschriebenen Geschwindigkeiten durchzuführen; wenn die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs geringer ist als die für eine Prüfung vorgeschriebene Geschwindigkeit, muss die Prüfung mit der maximalen Bemessungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs durchgeführt werden.

5.2.3 Die Straße muss eben sein und eine Oberfläche mit guter Haftung bieten, sofern nicht anders festgelegt.

5.2.4 Die Prüfungen dürfen nur bei Windgeschwindigkeiten durchgeführt werden, die die Ergebnisse nicht beeinflussen können.

5.2.5 Die Reifen müssen zu Beginn der Prüfungen kalt sein und den von dem Hersteller vorgeschriebenen Druck aufweisen.

5.2.6 Die vorgeschriebene Leistung muss ohne unnormale Vibrationen, ohne Abweichung vom Kurs und gegebenenfalls durch Korrekturen mithilfe der Lenkanlage und ohne Radblockierung erreicht werden,

5.2.7 Im Fall von Fahrzeugen mit Hinterachslenkung darf die Hinterachse bei einem Bremsweg s oder d_m nicht mehr als entsprechend der vorgeschriebenen Leistung für die Fahrzeugklasse von der Straße abheben. Es ist akzeptabel, dass die hinteren Lenkräder direkt vor dem Stillstand des Fahrzeugs von der Straße abheben.

5.2.8 Eine Bremse gilt als kalt, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt wird:

- die am Rand der Scheibe oder auf der Außenseite der Trommel gemessene Temperatur liegt unter 100 °C;
- im Fall vollständig umschlossener Bremsen einschließlich ölgetauchter Bremsen beträgt die Temperatur an der Außenseite des Gehäuses weniger als 50 °C;
- die Bremsen wurden vor der Prüfung seit einer Stunde nicht benutzt.

5.2.9 Der Hersteller kann vor der Prüfung entscheiden, wie und wie lange die Einlaufphase der Reibungsflächen verlaufen und dauern soll.

5.2.10 Die auf die Bremssteuerungen einwirkende Kraft darf die Werte aus den Tabellen in den Abschnitten 5.4.4 und 5.5.2 nicht überschreiten.

5.3 Leistungsprüfungen an Fahrzeugen mit CVT-Getriebe

5.3.1 An mit einem CVT-Getriebe ausgestatteten Fahrzeugen, das von dem Hersteller als Bremsanlage deklariert wird, muss das CVT-Steuergerät zum Beginn des Bremszyklus entweder durch Auslösen mit dem Fuß oder Betätigung des Handhebels in die neutrale Stellung gebracht werden.

5.3.2 Bei einer kombinierten Bremsanlage muss die Leistung des Reibungsbremsenteils ebenfalls bestimmt werden. Während dieser Prüfung muss die Bremswirkung des CVT-Getriebes neutralisiert werden, um die Reibungsbremse und den Rollwiderstand zu beurteilen.

5.3.3 Wenn das CVT-Getriebe aus technischen Gründen nicht getrennt werden kann, muss der Anteil der Reibungsbremse anhand des folgenden Verfahrens bestimmt werden.

5.3.4 Die Bremsprüfung muss durchgeführt werden, indem das Fahrzeug nur mit dem CVT-Getriebe gebremst und die MFDD Z_{CVT} (angegeben als Fraktion der Schwerkraftkonstante) gemessen wird.

5.3.5 Die Bremsprüfung muss wiederholt werden, indem das Fahrzeug nur mit dem CVT-Getriebe und der Reibungsbremse gebremst und die MFDD Z_{CVT+F} (angegeben als Fraktion der Schwerkraftkonstante) gemessen wird.

5.3.6 Die MFDD der Reibungsbremsanlage Z_F (angegeben als Fraktion der Schwerkraftkonstante) ist anhand der folgenden Formel zu berechnen:

$$Z_F = Z_{CVT+F} - Z_{CVT} + 0,02$$

Dabei ist 0,02 der Rollwiderstand (angegeben als Fraktion der Schwerkraftkonstante).

5.4 Typ-0-Bremsprüfung (normale Leistungsprüfung mit kalten Bremsen)

5.4.1 Während der Bremsprüfung dürfen keine Achsen mit einer gebremsten Achse verbunden sein, wenn diese Achsen ausgekuppelt werden können. Im Fall von Fahrzeugen mit einer gebremsten Achse und automatischem Wechsel des Antriebs auf die zweite Achse während des Bremsens gelten diese Räder als gebremst.

5.4.2 Die Prüfung muss unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

- das Fahrzeug muss mit dem von dem Hersteller für den Straßenverkehr angegebenen maximalen zulässigen Gewicht beladen werden. Die Räder der gebremsten Achse müssen mit Reifen mit dem größten von dem Hersteller für diesen Fahrzeugtyp bei Beladung mit dem maximalen zulässigen Gewicht vorgesehenen Durchmesser ausgestattet sein. Für Fahrzeuge, bei denen alle Räder von mehr als einer Achse gebremst werden, muss die vordere gebremste Achse mit dem maximalen zulässigen Gewicht belastet werden;
- die Prüfung muss mit einem unbeladenen Fahrzeug, das nur den Fahrer und gegebenenfalls eine zur Überwachung der Prüfergebnisse erforderliche Person trägt, wiederholt werden.

5.4.3 Die Prüfung muss mit der maximalen Bemessungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs durchgeführt werden. Im Fall einer reinen Reibungsbremse muss der Motor zum Beginn des Bremszyklus von dem Getriebe entkuppelt werden. Die Geschwindigkeit darf einer gewissen Toleranzspanne unterliegen. In jedem Fall muss jedoch die vorgeschriebene Mindestleistung erreicht werden. Der vorgeschriebene maximale Bremsweg (anhand der Bremswegformel) muss mit der tatsächlichen Prüfgeschwindigkeit berechnet werden.

5.4.4 Die Mindestabnahmekriterien sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Mindestabnahmekriterien

Betriebsbremsanlage	$V_{\max} \leq 12 \text{ km/h}$	$12 \text{ km/h} < v_{\max} \leq 30 \text{ km/h}$	$30 < v_{\max} \leq 40 \text{ km/h}$	$v_{\max} > 40 \text{ km/h}$
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV
Bremsweg s (m)	$s \leq 0,15 v + v^2/78$	$s \leq 0,15 v + v^2/92$	$s \leq 0,15 v + v^2/116$	$s \leq 0,15 v + v^2/130$
MFDD d_m (m/s ²)	$d_m \geq 3,0$	$d_m \geq 3,55$	$d_m \geq 4,5$	$d_m \geq 5,0$
F (fußbetätigte Steuerung)	$\leq 600 \text{ N}$			
F (handbetätigte Steuerung)	$\leq 400 \text{ N}$			
Mindestbremsanteil der Reibungsbremse in einer kombinierten CVT-Bremsanlage	$s \leq 0,15 v + v^2/26$ $d_m \geq 1,0$	$s \leq 0,15 v + v^2/40$ $d_m \geq 1,5$	$s \leq 0,15 v + v^2/40$ $d_m \geq 1,5$	$s \leq 0,15 v + v^2/40$ $d_m \geq 1,5$
Mindestbremsanteil der Reibungsbremse in einer kombinierten Reibungsbremsanlage	$s \leq 0,15 v + v^2/52$ $d_m \geq 2,0$	$s \leq 0,15 v + v^2/52$ $d_m \geq 2,0$	$s \leq 0,15 v + v^2/78$ $d_m \geq 3,0$	$s \leq 0,15 v + v^2/78$ $d_m \geq 3,0$

Dabei ist:

$v_{\max}$ die maximale Bemessungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs (km/h);

v die tatsächliche Prüfgeschwindigkeit (km/h);

s der Bremsweg (m);

d_m die mittlere Vollverzögerung (m/s²);

F die auf das Steuergerät angewendete Kraft (N).

5.5 Hilfsbremsleistung

5.5.1 Hilfsbremsanlage: Die Prüfung ist unter Typ-0-Bedingungen durchzuführen.

5.5.2 Die Mindestabnahmekriterien sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 — Mindestabnahmekriterien

Hilfsbremsanlage	$v_{\max} \leq 12 \text{ km/h}$	$12 \text{ km/h} < v_{\max} \leq 30 \text{ km/h}$	$30 < v_{\max} \leq 40 \text{ km/h}$	$v_{\max} > 40 \text{ km/h}$
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV
Bremsweg s (m)	$s \leq 0,15 v + v^2/40$	$s \leq 0,15 v + v^2/40$	$s \leq 0,15 v + v^2/57$	$s \leq 0,15 v + v^2/57$
MFDD d_m (m/s ²)	$d_m \geq 1,5$	$d_m \geq 1,5$	$d_m \geq 2,2$	$d_m \geq 2,2$
F (fußbetätigte Steuerung)	$\leq 600 \text{ N}$			
F (handbetätigte Steuerung)	$\leq 400 \text{ N}$			

5.6 Feststellbremsleistung

5.6.1 Prüfung der Feststellbremsleistung.

5.6.1.1 Die Feststellbremsanlage muss, auch bei Kombination mit einer der anderen Bremsanlagen, in der Lage sein, ein beladenes Fahrzeug auf einem Aufwärts- und Abwärtsgefälle von 18 % im Stillstand zu halten.

5.6.1.2 Bei Fahrzeugen, bei denen die Kupplung eines ungebremsten gezogenen Fahrzeugs oder eines Fahrzeugs mit einer Trägheitsbremse zugelassen ist, muss die Feststellbremsanlage in der Lage sein, die Fahrzeugkombination mit der maximalen stationären Achslast an einem Aufwärts- und Abwärtsgefälle von 12 % im Stillstand zu halten.

5.6.2 Eine Feststellbremsanlage, die mehrmals betätigt werden muss, bevor die vorgeschriebene Leistung erreicht wird, ist zulässig.

5.7 Typ-I-Bremsprüfung (Fading-Prüfung)

5.7.1 Typ-I-Prüfung durch wiederholtes Bremsen

5.7.1.1 Die Betriebsbremsanlage muss durch eine Reihe sukzessiver Bremszyklen geprüft werden. Das Fahrzeug muss vollständig beladen und in Übereinstimmung mit den in Tabelle 3 angegebenen Bedingungen geprüft werden.