



Brüssel, den 16. Oktober 2014
(OR. en)

14419/14
ADD 1

AGRI 638
ENT 239
MI 786
DELACT 198

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender:	Herr Jordi AYET PUIGARNAU, Direktor, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission
Eingangsdatum:	15. Oktober 2014
Empfänger:	Herr Uwe CORSEPIUS, Generalsekretär des Rates der Europäischen Union
Nr. Komm.dok.:	C(2014) 7410 final - ANNEXES 1-7
Betr.:	ANHÄNGE der Delegierten Verordnung (EU) Nr. .../... der Kommission vom XXX zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen für die Bremsen von Fahrzeugen im Zusammenhang mit der Typgenehmigung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument C(2014) 7410 final - ANNEXES 1-7.

Anl.: C(2014) 7410 final - ANNEXES 1-7



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 15.10.2014
C(2014) 7410 final

ANNEXES 1 to 7

ANHÄNGE

der

**Delegierten Verordnung (EU) Nr. .../. der Kommission
vom XXX**

**zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 des Europäischen Parlaments und
des Rates hinsichtlich der Anforderungen für die Bremsen von Fahrzeugen im
Zusammenhang mit der Typgenehmigung von land- und forstwirtschaftlichen
Fahrzeugen**

DE

DE

LISTE DER ANHÄNGE

Anhang-nummer	Anhangtitel	Seite
I	Anforderungen für Konstruktion und Einbau von Bremsvorrichtungen und Anhängerbremskupplungen	
II	Anforderungen für die Prüfung und die Wirkung von Bremsanlagen und Anhängerbremskupplungen sowie der damit ausgerüsteten Fahrzeuge	
III	Anforderungen für die Messung der Ansprech- und Schwelldauer	
IV	Anforderungen für Energiequellen und Energiespeichereinrichtungen von Bremsanlagen und Anhängerbremskupplungen sowie für damit ausgerüstete Fahrzeuge	
V	Anforderungen für Federspeicherbremsen und damit ausgerüstete Fahrzeuge	
VI	Anforderungen für Feststellbremsanlagen mit mechanischer Verriegelung der Bremszylinder	
VII	Alternative Prüfvorschriften für Fahrzeuge, für die Prüfungen vom Typ I, II oder III nicht obligatorisch sind	
VIII	Anforderungen für die Prüfungen von Auflaufbremsanlagen, Bremsvorrichtungen und Anhängerbremskupplungen sowie von damit ausgerüsteten Fahrzeugen in Bezug auf die Bremsung	
IX	Anforderungen für Fahrzeuge mit hydrostatischem Antrieb sowie für ihre Bremsvorrichtungen und Bremsanlagen	
X	Anforderungen für die Sicherheitsaspekte komplexer elektronischer Fahrzeugsteuersysteme	
XI	Anforderungen und Prüfverfahren für Antiblockiervorrichtungen und damit ausgerüstete Fahrzeuge	
XII	Anforderungen für elektronisch gesteuerte Bremsanlagen von Fahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen oder mit Datenübertragung über die Stifte 6 und 7 des Steckverbinder nach ISO 7638 sowie für damit ausgerüstete Fahrzeuge	
XIII	Anforderungen für Einleitungs-Hydraulikanschlüsse und damit ausgerüstete Fahrzeuge	

ANHANG I
Anforderungen für Konstruktion und Einbau von Bremsvorrichtungen und
Anhängerbremskupplungen

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

- 1.1. „Koppelkraftregelung“ ein System oder eine Funktion, mit der die Abbremsung der Zugmaschine und die des Anhängefahrzeugs automatisch ausgeglichen werden;
- 1.2. „Nennbelastungswert“ eine Kenngröße der Koppelkraftregelung, bei der das Kupplungskopfsignal auf die Abbremsung bezogen wird und die bei der Typgenehmigung innerhalb der Grenzlinien für die Kompatibilität nach Anhang II Anlage 1 nachgewiesen werden kann;
- 1.3. „Laufrollen“ das System, das das Gewicht des Fahrzeugs und des Kettenfahrwerks über die Kette auf den Boden sowie Drehmoment vom Antriebssystem des Fahrzeugs auf die Gleiskette überträgt und das eine Richtungsänderung der laufenden Kette herbeiführen kann;
- 1.4. „Kettenfahrwerk“ ein System aus mindestens zwei Laufrollen, welche mit einem bestimmten Abstand voneinander auf einer Ebene (in Reihe) angeordnet sind, sowie einer sie umschließenden in sich geschlossenen Gleiskette aus Metall oder Gummi;
- 1.5. „Gleiskette“ ein in sich geschlossenes flexibles Band, das Zugkräfte in Längsrichtung aufnehmen kann.

2. **Anforderungen für Bau und Einbau**

2.1. Allgemeines

In diesem Anhang wird, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt, davon ausgegangen, dass die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit nur bei Vorwärtsfahrt erreicht wird.

- 2.1.1. Bremsbauteile, selbständige technische Einheiten und Teile
 - 2.1.1.1. Die Bremsbauteile, selbständigen technischen Einheiten und Teile müssen so ausgelegt, gebaut und eingebaut sein, dass das Fahrzeug im normalen Betrieb trotz der dabei möglicherweise auftretenden Erschütterungen die nachstehenden Anforderungen erfüllen kann.
 - 2.1.1.2. Insbesondere müssen die Bremsbauteile, selbständigen technischen Einheiten und Teile so ausgelegt, gebaut und eingebaut sein, dass sie den im Betrieb auftretenden Korrosions- und Alterungswirkungen standhalten.

- 2.1.1.3. Bremsbeläge dürfen kein Asbest enthalten.
- 2.1.1.4. Es ist nicht zulässig, Bauteile, selbständige technische Einheiten oder Teile (etwa Ventile) einzubauen, die eine Veränderung der Wirkung der Bremsanlage durch den Verwender ermöglichen würden, so dass diese im Betrieb die Anforderungen dieser Verordnung nicht mehr erfüllt. Bauteile, selbständige technische Einheiten und Teile, die nur vom Hersteller mithilfe von Spezialwerkzeug bedient werden können und/oder gegen unbefugte Eingriffe gesichert sind, sind zulässig, wenn Veränderungen dieser Bauteile, selbständigen technischen Einheiten oder Teile durch den Verwender nicht möglich oder für die vollziehenden Behörden leicht zu erkennen sind.
- 2.1.1.5. Anhängefahrzeuge sind mit einem lastabhängigen Bremskraftregler auszustatten; dies gilt nicht in folgenden Fällen:
- 2.1.1.5.1. Bei Anhängefahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 30 km/h, die aus technischen Gründen nicht mit einem selbsttätigen lastabhängigen Bremskraftregler ausgestattet werden können; in diesem Fall kann eine Einrichtung verwendet werden, die mindestens drei diskrete Einstellungen für die Steuerung der Bremskräfte aufweist.
- 2.1.1.5.2. Im besonderen Fall eines Anhängefahrzeugs, an dem bauartbedingt nur zwei diskrete Beladungszustände, nämlich „unbeladen“ und „beladen“ eingestellt werden können; in diesem Fall ist es zulässig, dass das Fahrzeug nur zwei diskrete Einstellungen für die Steuerung der Bremskräfte aufweist.
- 2.1.1.5.3. Bei Fahrzeugen der Klasse S, deren Maschinen keine weitere Ladung – auch keine Verbrauchsmaterialien – enthalten.

2.1.2. Funktionen der Bremsanlage

Die Bremsanlage muss folgende Funktionen erfüllen:

2.1.2.1. Betriebsbremsanlage

Die Wirkung der Betriebsbremsanlage muss abstuflbar sein. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen können, ohne die Hände von der Lenkeinrichtung zu nehmen.

2.1.2.2. Hilfsbremsanlage

Die Hilfsbremsanlage muss das Anhalten des Fahrzeugs innerhalb eines angemessenen Bremswegs ermöglichen, wenn die Betriebsbremsanlage versagt. Bei Zugmaschinen muss diese Bremswirkung abstuflbar sein. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen und dabei mit mindestens einer Hand die Lenkeinrichtung festhalten können. Für diese Vorschrift wird angenommen, dass bei der Betriebsbremsanlage gleichzeitig nicht mehr als eine Störung auftreten kann.

2.1.2.3. Feststellbremsanlage

Die Feststellbremsanlage muss es ermöglichen, das Fahrzeug auch bei Abwesenheit des Fahrers in der Steigung und im Gefälle im Stillstand zu halten, wobei die bremsenden

Teile der Bremsanlage durch eine Einrichtung mit rein mechanischer Wirkung in Bremsstellung festgehalten werden. Der Fahrer muss die Bremswirkung von seinem Sitz aus erzielen können; bei Anhängefahrzeugen gilt dies unter Vorbehalt der Anforderungen unter Nummer 2.2.2.11.

Die (hydraulische oder pneumatische) Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs und die Feststellbremsanlage des Zugfahrzeugs dürfen gleichzeitig betätigt werden, sofern sich der Fahrer jederzeit davon überzeugen kann, dass die rein mechanisch erzielte Wirkung der Feststellbremsanlage der Fahrzeugkombination ausreichend ist.

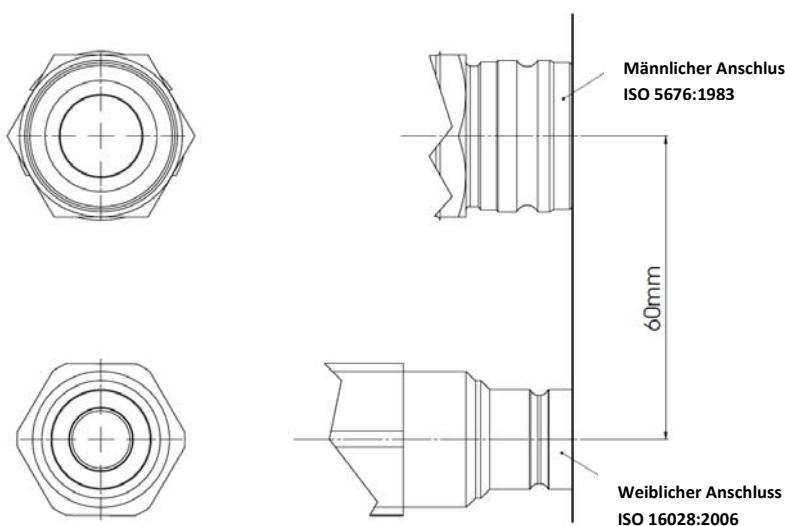
- 2.1.3. Die einschlägigen Anforderungen von Anhang II Anlage 1 gelten für Fahrzeuge und ihre Bremsanlagen.
- 2.1.4. Verbindungen zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen für Druckluftbremsanlagen
 - 2.1.4.1. Die Druckluftbremsanlagen von Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen sind gemäß Nummer 2.1.4.1.1, 2.1.4.1.2 oder 2.1.4.1.3 zu verbinden:
 - 2.1.4.1.1. eine Druckluft-Vorratsleitung und eine Druckluft-Steuerleitung;
 - 2.1.4.1.2. eine Druckluft-Vorratsleitung, eine Druckluft-Steuerleitung und eine elektrische Steuerleitung;
 - 2.1.4.1.3. eine Druckluft-Vorratsleitung und eine elektrische Steuerleitung. Bis zur Festlegung einheitlicher technischer Normen, die die Kompatibilität und die Sicherheit gewährleisten, sind Verbindungen zwischen Kraftfahrzeugen und Anhängern gemäß dieser Nummer nicht zulässig.
- 2.1.5. Verbindungen zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen

2.1.5.1. Verbindungsarten

- 2.1.5.1.1. Hydraulische Steuerleitung: Hierbei handelt es sich um die Verbindungsleitung mit dem männlichen Anschluss an der Zugmaschine und dem weiblichen Anschluss am Anhängefahrzeug. Die Anschlüsse müssen der Norm ISO 5676:1983 entsprechen.
- 2.1.5.1.2. Hydraulische Zusatzleitung: Hierbei handelt es sich um die Verbindungsleitung mit dem männlichen Anschluss an der Zugmaschine und dem weiblichen Anschluss am Anhängefahrzeug. Die Anschlüsse müssen der Norm ISO 16028:2006, Größe 10 entsprechen.
- 2.1.5.1.3. Steckverbinder nach ISO 7638: 2003 (fakultativ). Der Steckverbinder nach ISO 7638:2003 kann je nach Bedarf als Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder verwendet werden.

Die Anordnung der Anschlüsse gemäß den Nummern 2.1.5.1.1 und 2.1.5.1.2 an der Zugmaschine ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Hydraulische Verbindungsleitungen



2.1.5.2. Bei laufendem Motor und voll betätigter Feststellbremsanlage der Zugmaschine muss:

- 2.1.5.2.1. in der Zusatzleitung ein Druck von 0^{+100} kPa herrschen und/oder
- 2.1.5.2.2. in der Steuerleitung ein Druck zwischen 11 500 kPa und 15 000 kPa erzeugt werden.
- 2.1.5.3. Bei laufendem Motor und vollständig gelöster Feststellbremsanlage der Zugmaschine muss der Druck in der Zusatzleitung zwischen den Werten nach Nummer 2.2.1.18.3 liegen.
- 2.1.5.4. Bei laufendem Motor muss, wenn keine der Bremsbetätigseinrichtungen der Zugmaschine betätigt wird (Fahr- oder Bereitschaftsstellung), der Druck am Anschlusskopf der Steuerleitung den Wert nach Nummer 2.2.1.18.2 haben.
- 2.1.5.5. Bei laufendem Motor und voll betätigter Betriebsbremse der Zugmaschine muss in der Steuerleitung ein Druck zwischen 11 500 kPa und 15 000 kPa erzeugt werden. Zur Druckerzeugung in der Steuerleitung während der Betätigung der Betriebsbremse muss die Zugmaschine in der Lage sein, die Anforderungen von Anhang III Nummer 3.6 zu erfüllen.
- 2.1.6. Die Schlauch- und Kabelverbindungen zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen gelten als Teil des Anhängefahrzeugs.
- 2.1.7. Abschalteinrichtungen, die nicht automatisch betätigt werden, sind nicht zulässig.
- 2.1.8. Druckprüfanschlüsse
 - 2.1.8.1. Damit die Bremskräfte jeder Achse des Fahrzeugs mit Druckluftbremsanlage im Betrieb bestimmt werden können, sind Luftdruckprüfanschlüsse an folgenden Stellen bereitzustellen:
 - 2.1.8.1.1. In jedem unabhängigen Kreis der Bremsanlage, an der leicht zugänglichen Stelle, die dem Bremszylinder mit der hinsichtlich der Ansprech- und Schwelldauer gemäß Anhang III ungünstigsten Lage am nächsten liegt.
 - 2.1.8.1.2. Wenn die Bremsanlage eine Vorrichtung zur Regelung des Luftdrucks oder des hydraulischen Drucks in der Bremsübertragungseinrichtung gemäß Anhang II Anlage I Nummer 6.2 umfasst, in der Druckleitung ober- und unterhalb dieser

Vorrichtung an der nächstgelegenen zugänglichen Stelle. Ist diese Einrichtung pneumatisch gesteuert, ist ein zusätzlicher Prüfanschluss zur Simulation des beladenen Zustands erforderlich. Ist keine solche Einrichtung vorhanden, muss ein einzelner Prüfanschluss, entsprechend dem oben erwähnten unterhalb gelegenen Anschluss, vorhanden sein. Dieser Prüfanschluss muss so angeordnet sein, dass er entweder von unten oder vom Fahrzeuginnen leicht zugänglich ist.

- 2.1.8.1.3. An der leicht zugänglichen Stelle, die am nächsten zu dem Energievorratsbehälter mit der im Sinne von Anhang IV Abschnitt A Nummer 2.4, ungünstigsten Lage gelegen ist.
- 2.1.8.1.4. In jedem unabhängigen Kreis der Bremsanlage, so dass es möglich ist, den Eingangsdruck und den Ausgangsdruck der vollständigen Übertragungsleitung zu prüfen.
- 2.1.8.1.5. Die Druckluft-Prüfanschlüsse müssen den Vorschriften von Abschnitt 4 der ISO-Norm 3583:1984 entsprechen.

2.2. Anforderungen für die Bremsanlagen

2.2.1. Fahrzeuge der Klassen T und C

- 2.2.1.1. Die Gesamtheit der Bremsanlagen eines Fahrzeugs muss die für die Betriebsbremsanlage, die Hilfsbremsanlage und die Feststellbremsanlage geltenden Anforderungen erfüllen.

Als Lenkungsunterstützung für den Fahrer (zur Ermöglichung von Differentialbremsung im Gelände) kann die Betriebsbremsanlage der Zugmaschine aus zwei unabhängigen Bremskreisen bestehen, von denen jeder mit einem separaten rechten oder linken Bremspedal verbunden ist.

Bei aktiver Differentialbremsfunktion dürfen keine Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 40 km/h möglich sein, oder die Differentialbremsfunktion muss bei Überschreitung der Geschwindigkeit von 40 km/h deaktiviert werden. Beides muss selbsttätig erfolgen.

Bei aktiver Differentialbremsfunktion ist eine Betätigung der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs nicht notwendig, wenn die Geschwindigkeit nicht mehr als 12 km/h beträgt.

Lassen sich die einzelnen Pedale von Hand verbinden, muss sich der Fahrer von seinem Sitz aus leicht vergewissern können, ob die Pedale verbunden sind oder nicht.

- 2.2.1.2. Die Anlagen für die Betriebsbremsung, die Hilfsbremsung und die Feststellbremsung können gemeinsame Teile aufweisen, vorausgesetzt, dass sie den nachstehenden Vorschriften entsprechen:

- 2.2.1.2.1. Es müssen mindestens zwei voneinander unabhängige Betätigungsseinrichtungen vorhanden sein, die jeweils zu einer anderen Bremsanlage gehören und vom Fahrzeugführer in seiner normalen Sitzposition leicht erreichbar sind. In allen Fahrzeugklassen müssen sämtliche Bremsbetätigungsseinrichtungen (ausgenommen die Betätigungsseinrichtung der Dauerbremsanlage) so ausgelegt sein, dass sie beim Loslassen in die vollständig gelöste Stellung zurückkehren. Diese Anforderung gilt nicht für die Betätigungsseinrichtung einer Feststellbremsanlage (oder das

entsprechende Teil einer kombinierten Betätigungseinrichtung), wenn sie in einer Betätigungsstellung mechanisch verriegelt ist und/oder zur Hilfsbremsung verwendet wird.

- 2.2.1.2.2. Die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremsanlage muss von der Betätigungseinrichtung der Feststellbremsanlage getrennt sein.
- 2.2.1.2.3. Haben die Betriebsbremsanlage und die Hilfsbremsanlage eine gemeinsame Betätigungseinrichtung, darf die Verbindung zwischen dieser Betätigungseinrichtung und den verschiedenen Bauteilen der Übertragungseinrichtung nicht anfällig für ein Nachlassen der Wirksamkeit nach einer bestimmten Betriebsdauer sein.
- 2.2.1.2.4. Haben die Betriebsbremsanlage und die Hilfsbremsanlage eine gemeinsame Betätigungseinrichtung, muss die Feststellbremsanlage so beschaffen sein, dass sie während der Fahrt betätigt werden kann. Diese Anforderung gilt nicht, wenn es möglich ist, die Betriebsbremsanlage des Fahrzeugs mit einer Hilfsbetätigungseinrichtung – auch nur teilweise – zu betätigen.
- 2.2.1.2.5. Bei Bruch eines Teiles außer den Bremsen oder den unter Nummer 2.2.1.2.7 angeführten Teilen oder bei irgendwelchen sonstigen Störungen der Betriebsbremsanlage (Funktionsstörung, teilweise oder völlige Erschöpfung eines Energievorrats) muss es mit der Hilfsbremsanlage oder mit dem von der Störung nicht betroffenen Teil der Betriebsbremsanlage möglich sein, das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsanlage geltenden Bedingungen anzuhalten.
- 2.2.1.2.6. Insbesondere dann, wenn die Hilfsbremsanlage und die Betriebsbremsanlage eine gemeinsame Betätigungs- und eine gemeinsame Übertragungseinrichtung haben, gilt:
 - 2.2.1.2.6.1. Wird die Betriebsbremsanlage durch die Muskelkraft des Fahrers und durch die Hilfskraft aus einem oder mehreren Energievorräten betätigt, muss die Hilfsbremswirkung bei Ausfall dieser Unterstützung durch die Muskelkraft des Fahrers, gegebenenfalls mit Unterstützung des von der Störung nicht beeinflussten Energievorrats, erreicht werden können, wobei die Betätigungsleistung die zulässigen Werte nicht überschreiten darf.
 - 2.2.1.2.6.2. Entsteht die Betriebsbremskraft und erfolgt ihre Übertragung ausschließlich durch einen vom Fahrzeugführer gesteuerten Energievorrat, so müssen mindestens zwei voneinander völlig unabhängige Energiespeicher mit je einer eigenen, ebenfalls unabhängigen Übertragungseinrichtung vorhanden sein; jeder Vorrat darf nur auf die Bremsen von 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 Energievorrat muss außerdem mit einer Warneinrichtung ausgerüstet sein. Mindestens an einem der Druckluftvorratsbehälter jedes Betriebsbremskreises muss an einer geeigneten, leicht zugänglichen Stelle, eine Einrichtung zum Entwässern und Entlüften vorhanden sein.
 - 2.2.1.2.6.3. Entsteht die Betriebsbremskraft und erfolgt ihre Übertragung ausschließlich durch einen Energievorrat, dann gilt für die Übertragung ein Energievorrat als ausreichend, sofern die vorgeschriebene Hilfsbremsung durch die auf die Betätigungseinrichtung der Betriebsbremse wirkende Muskelkraft des Fahrers erreicht wird und die Vorschriften von Nummer 2.2.1.5 eingehalten sind.

- 2.2.1.2.7. Bestimmte Teile wie das Bremspedal, die Pedallagerung, der Hauptbremszylinder und seine Kolben (bei hydraulischen Bremsanlagen), das Bremsventil (bei hydraulischen oder pneumatischen Bremsanlagen), die Verbindung zwischen Bremspedal und dem Hauptbremszylinder oder Bremsventil, die Bremszylinder und ihre Kolben (bei hydraulischen oder pneumatischen Bremsanlagen) sowie die Bremshebel mit Spreiznocken werden als nicht störanfällig angesehen, vorausgesetzt, diese Teile sind ausreichend bemessen und für die Wartung leicht zugänglich und weisen Sicherheitsmerkmale auf, die mindestens den für andere wichtige Fahrzeugteile (wie für das Lenkgestänge) geforderten entsprechen. Wenn durch den Ausfall eines dieser Teile das Fahrzeug nicht mehr mit einer Wirkung abgebremst werden kann, die mindestens gleich der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen ist, muss dieses Teil aus Metall oder aus einem Werkstoff mit gleichwertigen Eigenschaften bestehen und darf bei normalem Betrieb der Bremsanlagen keine nennenswerte Verformung erfahren.
- 2.2.1.3. Bei getrennten Betätigungseinrichtungen für Betriebs- und Hilfsbremsanlage darf deren gleichzeitige Betätigung nicht zur Folge haben, dass sowohl die Betriebs- als auch die Hilfsbremsanlage unwirksam werden; dies gilt sowohl für den Fall, dass beide Bremsanlagen einwandfrei arbeiten, als auch für den Fall, dass bei einer von ihnen eine Störung eintritt.
- 2.2.1.4. Wird eine andere Energieform als die Muskelkraft des Fahrers verwendet, genügt eine einzige Energiequelle (Hydraulikpumpe, Kompressor usw.), doch muss die Art des Antriebs dieser Energiequelle so sicher wie irgend möglich sein.
- 2.2.1.4.1. Bei Ausfall eines Teils der Übertragungseinrichtung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, welche aus zwei den Anforderungen unter Nummer 2.2.1.25 entsprechenden Betriebsbremskreisen besteht, muss die Versorgung des vom Ausfall nicht betroffenen Teils weiterhin gesichert sein, soweit dies notwendig ist, um das Fahrzeug mit der Bremswirkung zum Stillstand zu bringen, die als Rest- und/oder Hilfsbremswirkung vorgeschrieben ist. Dies muss mittels selbsttätiger Einrichtungen erreicht werden.
- 2.2.1.4.2. Außerdem müssen die hinter dieser Einrichtung gelegenen Speichereinrichtungen auch bei Ausfall der Energiezufuhr nach vier vollen Betätigungen der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremsanlage unter den je nach Art der Bremsanlage in Anhang IV, Abschnitt A Nummer 1.2 oder in Abschnitt B Nummer 1.2 oder Abschnitt C Nummer 1.2 desselben Anhangs vorgeschriebenen Bedingungen es ermöglichen, das Fahrzeug bei der fünften Bremsbetätigung noch mit der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung zum Stehen zu bringen.
- 2.2.1.4.3. Hydraulische Bremsanlagen mit Energiespeichern gelten als konform mit den Anforderungen der Nummern 2.2.1.4.1 und 2.2.1.4.2, wenn sie die Anforderungen in Anhang IV Teil C Nummer 1.2.2 dieser Verordnung erfüllen.
- 2.2.1.4.4. Besteht eine Betriebsbremsanlage aus nur einem Betriebsbremskreis, muss es bei Ausfall oder Nichtverfügbarkeit der Energiequelle möglich sein, das Fahrzeug mit der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremsanlage mit der für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Wirkung zum Stehen zu bringen.

- 2.2.1.5. Die Anforderungen unter den Nummern 2.2.1.2, 2.2.1.4 und 2.2.1.25 müssen erfüllt sein, ohne dass hierfür eine selbsttätige Einrichtung verwendet wird, deren Ausfall dadurch unbemerkt bleiben könnte, dass normalerweise in Ruhestellung befindliche Teile erst bei einer Störung der Bremsanlage betätigt werden.
- 2.2.1.6. Bei Fahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 30 km/h muss die Betriebsbremsanlage auf alle Räder mindestens einer Achse wirken. In allen übrigen Fällen muss die Betriebsbremsanlage auf sämtliche Räder des Fahrzeugs wirken. Werden jedoch bei einem Fahrzeug mit nur einer gebremsten Achse alle anderen Achsen beim Bremsen automatisch mit dem Antrieb verbunden, gelten alle Räder als gebremst.

Bei Fahrzeugen der Klasse C gilt diese Bedingung als erfüllt, wenn alle Laufrollen des Fahrzeugs gebremst sind. Bei Fahrzeugen der Klasse C mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von weniger als 30 km/h gilt diese Bedingung als erfüllt, wenn mindestens eine Laufrolle auf jeder Seite des Fahrzeugs gebremst ist.

Bei Fahrzeugen mit einem Sattel und einer Lenkstange kann die Betriebsbremse entweder auf die Vorder- oder auf die Hinterachse wirken, sofern alle Wirkungsanforderungen nach Anhang II Nummer 2 dieser Verordnung erfüllt sind.

Ist bei Zugmaschinen mit Knicklenkung der Klasse Ta das Differential zwischen der Betriebsbremse und den Rädern angebracht, gelten alle Räder einer Achse als gebremst, wenn die Betriebsbremse auf diese Achse wirkt und das Differential dieser Achse bei Betätigung der Betriebsbremsanlage automatisch gesperrt wird.

- 2.2.1.6.1. Wirkung von Hydraulikleitungen und Schlauchverbindungen bei Fahrzeugen mit einer gebremsten Achse und automatischer Verbindung aller übrigen Achsen mit dem Antrieb während des Bremsvorgangs

Die Hydraulikleitungen hydraulischer Übertragungseinrichtungen müssen einem Berstdruck standhalten, der mindestens dem Vierfachen des vom Fahrzeugherrsteller angegebenen höchsten normalen Betriebsdrucks (T) entspricht. Schlauchleitungen müssen den ISO-Normen 1402:1994, 6605:1986 und 7751:1991 entsprechen.

- 2.2.1.7. Wirkt die Betriebsbremsanlage auf alle Räder oder Laufrollen des Fahrzeugs, muss die Wirkung angemessen auf die Achsen verteilt sein. Wird dies durch eine Einrichtung zur Regelung des Drucks in der Bremsübertragungseinrichtung erreicht, muss diese den Anforderungen von Anhang II Anlage 1 Nummer 6 und von Nummer 2.1.8 entsprechen.

- 2.2.1.7.1. Bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Achsen darf die Bremskraft an bestimmten Achsen zur Vermeidung eines Blockierens der Räder oder eines Verglasens der Bremsbeläge selbsttätig auf Null verringert werden, wenn diese Achsen eine erheblich reduzierte Last tragen, vorausgesetzt, das Fahrzeug erfüllt alle Wirkungsanforderungen nach Anhang II.

- 2.2.1.8. Die Wirkung der Betriebsbremsanlage muss auf die Räder oder Laufrollen einer Achse symmetrisch zur Längsmittellebene des Fahrzeugs verteilt sein.

- 2.2.1.9. Die Betriebsbremsanlage, die Hilfsbremsanlage und die Feststellbremsanlage müssen auf Bremsflächen wirken, die über Bauteile mit entsprechender Festigkeit permanent mit den Rädern verbunden sind. Die Verbindung zwischen den Bremsflächen und den Rädern darf nicht trennbar sein; im Fall der Feststellbremsanlage ist eine solche Trennung jedoch zulässig, vorausgesetzt, dass dies ausschließlich vom Fahrersitz aus über eine Einrichtung

erfolgt, die nicht infolge einer Undichtigkeit wirksam werden kann. Wirkt bei Fahrzeugen der Klassen T und C mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 60 km/h die Bremse normalerweise auf mehrere Achsen, kann eine Achse abgekoppelt werden, sofern die Verbindung mit dieser Achse bei Betätigung der Betriebsbremsanlage automatisch wiederhergestellt wird und bei einer Störung in der Energieversorgung oder der Steuer-Übertragungseinrichtung der Vorrichtung zur Wiederherstellung der Verbindung eine automatische Wiederherstellung der Verbindung sichergestellt ist.

- 2.2.1.10. Die Abnutzung der Betriebsbremsen muss durch ein manuelles Nachstellsystem ausgeglichen werden können. Bei Fahrzeugen der Klassen Tb und Cb muss die Abnutzung der Betriebsbremsen durch ein selbsttägiges Nachstellsystem ausgeglichen werden. Ferner müssen die Betätigungsseinrichtung und die Bauteile der Übertragungseinrichtung und der Bremsen eine solche Wegreserve und nötigenfalls geeignete Ausgleichsmittel haben, dass bei Erwärmung der Bremsen und nach Verschleiß der Beläge bis zu einem gewissen Grad eine wirksame Bremsung ohne sofortiges Nachstellen sichergestellt ist.

Bei Fahrzeugen der Klassen Ta und Ca ist ein System zum Ausgleich der Abnutzung der Bremsen durch selbsttägiges Nachstellen nicht erforderlich. Falls Fahrzeuge dieser Klassen dennoch mit einem solchen System ausgerüstet sind, muss dieses dieselben Anforderungen erfüllen wie bei Fahrzeugen der Klassen Tb und Cb.

- 2.2.1.10.1. Bremsen mit etwa vorhandenen selbsttägigen Nachstelleinrichtungen müssen gemäß Anhang II Nummer 2.3.4 nach Erwärmung und nachfolgender Abkühlung im Anschluss an die Prüfung Typ I freigängig sein (siehe auch Anhang II Nummer 1.3).

Der Verschleiß an den Bremsbelägen der Betriebsbremsanlage muss von außen oder von der Unterseite des Fahrzeugs und unter Zuhilfenahme lediglich der mit dem Fahrzeug mitgelieferten Werkzeuge oder Ausrüstungen leicht nachprüfbar sein; die leichte Nachprüfbarkeit ist beispielsweise dann gegeben, wenn geeignete Inspektionsöffnungen oder andere Mittel vorgesehen sind. Wahlweise sind auch akustische oder optische Vorrichtungen zulässig, die den auf seinem Sitz befindlichen Fahrer darauf hinweisen, dass die Bremsbeläge ausgewechselt werden müssen.

- 2.2.1.10.2. Die Anforderungen unter den Nummern 2.2.1.10 und 2.2.1.10.1 gelten nicht für Bremsen im Ölbad, die auf wartungsfreien Betrieb über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs hinweg ausgelegt sind.

2.2.1.11. Bei hydraulischen Bremsanlagen:

- 2.2.1.11.1. müssen die Einfüllöffnungen der Flüssigkeitsbehälter leicht zugänglich sein; ferner müssen die Flüssigkeitsbehälter so beschaffen sein, dass eine leichte Prüfung des Flüssigkeitsstands in den Behältern möglich ist, ohne dass diese geöffnet werden müssen; ist letztere Bedingung nicht erfüllt, muss der Fahrer durch das rote Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.1 auf ein Absinken des Flüssigkeitsstandes aufmerksam gemacht werden, das ein Versagen der Bremsanlage zur Folge haben könnte.
- 2.2.1.11.2. Eine Störung in der hydraulischen Übertragungseinrichtung, bei der die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage nicht erreicht werden kann, muss dem Fahrer durch eine Einrichtung mit einem Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.1 gemeldet werden. Diese Einrichtung darf wahlweise auch dann

aufleuchten, wenn der Flüssigkeitsstand in dem Vorratsbehälter unterhalb eines bestimmten, vom Hersteller festgelegten Wertes liegt.

- 2.2.1.11.3. Die Art der in Bremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung zu verwendenden Flüssigkeit muss mit dem Symbol 1 oder 2 nach der ISO-Norm 9128:2006 gekennzeichnet sein. Gemäß den auf Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 desselben Artikels der Verordnung (EU) 167/2013 beruhenden Anforderungen ist die Kennzeichnung in höchstens 100 mm Entfernung von den Einfüllöffnungen der Flüssigkeitsbehälter anzubringen. Der Hersteller kann zusätzliche Informationen angeben. Diese Anforderung gilt nur für Fahrzeuge mit besonderer Einfüllöffnung für die Bremsflüssigkeit.

2.2.1.12. Warneinrichtung

- 2.2.1.12.1. Jedes Fahrzeug, das eine mit einem Energiespeicher betriebene Betriebsbremsanlage aufweist, muss – falls eine Betriebsbremsung mit der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung nicht ohne Einsatz von gespeicherter Energie möglich ist – zusätzlich zu dem möglicherweise vorhandenen Manometer mit einer optisch oder akustisch wirkenden Warneinrichtung versehen sein, die anzeigt, dass die gespeicherte Energie in irgendeinem Teil der Anlage auf einen Wert abgesunken ist, der ohne Speisung des Energiespeichers sicherstellt, dass bei jedem Beladungszustand des Fahrzeugs nach vier vollen Betätigungen der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage noch eine fünfte Bremsung mit der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung möglich ist (ohne Fehler in der Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage und mit möglichst eng eingestellten Bremsen). Diese Warneinrichtung muss unmittelbar und ständig an den Bremskreis angeschlossen sein. Die Warneinrichtung darf bei laufendem Motor und ohne Fehler in der Bremsanlage bei normalen Betriebsbedingungen des Fahrzeugs kein Signal geben, außer während der für das Auffüllen der Energiespeicher erforderlichen Zeit nach dem Anlassen des Motors.

- 2.2.1.12.1.1. Jedoch muss bei Fahrzeugen, die die Vorschriften von Nummer 2.2.1.4.1 nur deshalb erfüllen, weil sie den Anforderungen von Anhang IV Abschnitt C Nummer 1.2.2 entsprechen, die Warneinrichtung aus einem optischen und zusätzlich einem akustischen Signal bestehen. Diese Einrichtungen müssen nicht gleichzeitig funktionieren, wenn jede von ihnen die vorstehenden Anforderungen erfüllt und das akustische Warnsignal nicht vor dem optischen anspricht.

- 2.2.1.12.2. Diese akustische Einrichtung darf abgeschaltet sein, wenn die Feststellbremse angelegt ist und/oder, nach Wahl des Herstellers, wenn der Schalthebel beim automatischen Getriebe in der „Park“-Stellung steht.

- 2.2.1.13. Ungeachtet der Anforderungen nach Nummer 2.1.2.3 muss der Energievorrat, wenn eine Bremsanlage für ihr Funktionieren auf Hilfsenergie angewiesen ist, so bemessen sein, dass bei Stillstand des Motors oder bei Ausfall des Antriebs für die Energiequelle die Bremswirkung ausreichend bleibt, um das Fahrzeug unter den vorgeschriebenen Bedingungen zu halten. Wird ferner die Muskelkraft des Fahrers bei der Betätigung der Feststellbremsanlage durch eine Hilfseinrichtung verstärkt, muss die Betätigung der

Feststellbremse bei Ausfall der Hilfskraft nötigenfalls dadurch sichergestellt sein, dass ein vom Energievorrat der normalerweise verwendeten Hilfseinrichtung unabhängiger Vorrat in Anspruch genommen wird. Dieser Energievorrat kann der für die Betriebsbremsanlage bestimmte sein.

2.2.1.14. Bei Zugmaschinen, mit denen ein Anhängefahrzeug mit einer vom Fahrer der Zugmaschine betätigten Bremse gezogen werden darf, muss die Betriebsbremsanlage der Zugmaschine mit einer Einrichtung versehen sein, mit der es möglich ist, bei Ausfall der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs oder bei Abreißen der Versorgungsleitung (oder der sonstigen zulässigen Verbindung) zwischen Zugmaschine und Anhängefahrzeug die Zugmaschine mit der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung abzubremsen; es wird daher insbesondere vorgeschrieben, dass in die Betriebsbremsanlage der Zugmaschine eine Vorrichtung einzubauen ist, die sicherstellt, dass die Zugmaschine durch die Betriebsbremsanlage immer noch mit einer Wirkung abgebremst werden kann, die der vorgeschriebenen Wirkung der Hilfsbremsanlage entspricht.

2.2.1.15. Die pneumatischen oder hydraulischen Nebenverbraucher müssen automatisch so mit Energie versorgt werden, dass bei ihrem Betrieb die vorgeschriebenen Leistungswerte erreicht werden können und selbst bei einer Beschädigung der Energiequelle ihr Betrieb nicht dazu führt, dass der Energievorrat für die Bremsanlagen unter den unter der Nummer 2.2.1.12 festgelegten Wert sinkt.

2.2.1.16. Zugmaschinen, die zum Ziehen von Fahrzeugen der Klassen R2, R3, R4 oder S2 zugelassen sind, müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- 2.2.1.16.1. Bei Betätigung der Betriebsbremsanlage der Zugmaschine muss auch eine abgestufte Bremsung des Anhängefahrzeugs erfolgen, siehe auch Nummer 2.2.1.18.4.
- 2.2.1.16.2. Wird die Hilfsbremsanlage der Zugmaschine betätigt, muss ebenfalls eine Bremsung des Anhängefahrzeugs erfolgen. Bei Zugmaschinen der Klassen Tb und Cb muss diese Bremswirkung abstufbar sein.
- 2.2.1.16.3. Bei Ausfall der aus mindestens zwei unabhängigen Teilen bestehenden Betriebsbremsanlage der Zugmaschine müssen die davon nicht betroffenen Teile imstande sein, die Bremsen des Anhängefahrzeugs voll oder teilweise zu betätigen. Diese Anforderung gilt nicht, wenn die zwei unabhängigen Teile aus einem Teil zur Bremsung der links gelegenen und einem Teil zur Bremsung der rechts gelegenen Räder bestehen, eine Auslegung, die eine Differentialbremsung zum Abbiegen im Gelände ermöglichen soll. In diesem Fall muss bei Ausfall der Betriebsbremsanlage der Zugmaschine die Hilfsbremsanlage imstande sein, die Bremsen des Anhängefahrzeugs voll oder teilweise zu betätigen. Wird diese Funktion durch ein normalerweise in Ruhestellung befindliches Ventil sichergestellt, so ist der Einbau eines solchen Ventils nur zulässig, wenn sein einwandfreies Funktionieren vom Fahrzeugführer ohne Einsatz von Werkzeugen entweder von der Kabine aus oder von außerhalb des Fahrzeugs leicht überprüft werden kann.

2.2.1.17. Zusätzliche Vorschriften im Falle von Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen.

- 2.2.1.17.1. Bei einem Schaden (z. B. Abreißen) an einer der Druckluft-Verbindungsleitungen oder einer Unterbrechung oder einem Defekt der elektrischen Steuerleitung muss es dem Fahrer dennoch möglich sein, die Bremsen des Anhängefahrzeugs voll oder teilweise zu betätigen, und zwar entweder durch die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage, durch die der Hilfsbremsanlage oder durch die Feststellbremsanlage, wenn die Störung nicht die selbsttätige Bremsung des Anhängefahrzeugs mit der in Anhang II Nummer 3.2.3 vorgeschriebenen Wirkung zur Folge hat.
- 2.2.1.17.2. Die Vorschrift über die selbsttätige Bremsung unter der Nummer 2.2.1.17.1 gilt als eingehalten, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
- 2.2.1.17.2.1. Nach voller Betätigung der vorgeschriebenen Betätigungsseinrichtung der unter der Nummer 2.2.1.17.1 genannten Betätigungsseinrichtungen muss der Druck in der Vorratsleitung innerhalb von zwei Sekunden auf einen Wert von 150 kPa abfallen; zusätzlich muss die Vorratsleitung wieder unter Druck stehen, wenn die Betätigungsseinrichtung gelöst wird.
- 2.2.1.17.2.2. Sinkt der Druck in der Vorratsleitung um mindestens 100 kPa pro Sekunde, muss das selbsttätige Bremsen des Anhängefahrzeugs einsetzen, bevor der Druck in der Vorratsleitung auf 200 kPa abgefallen ist.
- 2.2.1.17.3. Bei einer Störung in einer der Steuerleitungen, mit denen zwei nach Nummer 2.1.4.1.2 ausgerüstete Fahrzeuge miteinander verbunden sind, muss mit Hilfe der von der Störung nicht betroffenen Steuerleitung automatisch die in Anhang II Nummer 3.2.3 für das Anhängefahrzeug vorgeschriebene Bremswirkung erreicht werden.
- 2.2.1.17.4. Bei einer Druckluft-Betriebsbremsanlage mit zwei oder mehr unabhängigen Teilen muss jeder Leckverlust zwischen diesen Kreisen an oder nach der Betätigungsseinrichtung ständig in die Atmosphäre entweichen.
- 2.2.1.18. Zusätzliche Anforderungen für Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen zugelassen sind.
- 2.2.1.18.1. Bei stehendem Motor muss an beiden Anschlüssen ständig ein Druck von 0 kPa herrschen.
- 2.2.1.18.2. Der Druck am Anschluss der Steuerleitung muss bei laufendem Motor 0^{+200} kPa betragen, wenn auf die Betätigungsseinrichtung keine Kraft aufgebracht wird.
- 2.2.1.18.3. Bei laufendem Motor muss am Kupplungskopf der Zusatzleitung ein Druck von mindestens 1500 kPa erzeugt werden können, der jedoch 3500 kPa nicht überschreiten darf.
- 2.2.1.18.4. Abweichend von den Vorschriften unter Nummer 2.2.1.16.1 ist eine abstufbare Bremswirkung beim Anhängefahrzeug nur erforderlich, wenn die Betriebsbremsanlage der Zugmaschine bei laufendem Motor betätigt wird.
- 2.2.1.18.5. Bei einem Schaden (z. B. Abreißen oder Undichtigkeit) an der Zusatzleitung muss es dem Fahrer dennoch möglich sein, die Bremsen des Anhängefahrzeugs voll oder teilweise zu betätigen, und zwar entweder durch die Betätigungsseinrichtung der

Betriebsbremsanlage oder durch die der Feststellbremsanlage, wenn die Störung nicht die selbsttätige Bremsung des Anhängefahrzeugs mit der in Anhang II Nummer 3.2.3 vorgeschriebenen Wirkung zur Folge hat.

- 2.2.1.18.6. Bei einem Schaden (z. B. Abreißen oder Undichtigkeit) an der Steuerleitung muss der Druck in der Zusatzleitung nach einer vollen Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse innerhalb von zwei Sekunden auf 1000 kPa abfallen; außerdem muss die Zusatzleitung wieder unter Druck stehen, wenn die Betätigungsseinrichtung losgelassen wird (siehe auch Nummer 2.2.2.15.3).
- 2.2.1.18.7. Der Druck in der Zusatzleitung muss innerhalb von einer Sekunde nach voller Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Feststellbremse von seinem Höchstwert auf 0^{+300} kPa abfallen.

Zur Prüfung der Zeit für die Leerung der Leitung ist die Zusatzleitung des Anhängefahrzeug-Simulators nach Anhang III Nummer 3.6.2.1 an die Zusatzleitung der Zugmaschine anzuschließen.

Anschließend werden die Speicher des Simulators auf den Höchstwert geladen, der bei laufendem Motor und geschlossener Entlüftungseinrichtung (Anhang III Anlage 2 Nummer 1.1) erreicht werden kann.

- 2.2.1.18.8. In die Zugmaschine kann eine Vorrichtung eingebaut werden, die sicherstellt, dass die hydraulischen Verbindungsleitungen auch bei laufendem Motor und betätigter Feststellbremsanlage angeschlossen und getrennt werden können.
- Diese Vorrichtung muss so ausgelegt und gebaut sein, dass in den Verbindungsleitungen der der Ruhestellung entsprechende Druck spätestens dann wiederhergestellt wird, wenn die Betätigungsseinrichtung (z. B. ein Druckknopf) selbsttätig wieder freigegeben wird (z. B. durch ein Ventil, das selbsttätig in die normale Betriebsstellung zurückkehrt).

- 2.2.1.18.9. Zugmaschinen, die ein Anhängefahrzeug der Klasse R oder S ziehen und die Anforderungen an die Bremswirkung der Betriebsbremsanlage und/oder der Feststellbremsanlage und/oder der selbsttätigen Bremsanlage nur mithilfe von Energie erfüllen können, die in einer hydraulischen Energiespeichereinrichtung gespeichert ist, sind mit einem Steckverbinder nach ISO 7638:2003 auszustatten, damit ein niedriger Stand des Energiespeichers des Anhängefahrzeugs von diesem empfangen und von der separaten Warneinrichtung gemäß Nummer 2.2.2.15.1.1 über Stift 5 des elektrischen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 gemäß Nummer 2.2.1.29.2.2 angezeigt werden kann (siehe auch Nummer 2.2.2.15.1). Der Steckverbinder nach ISO 7638:2003 kann je nach Bedarf als Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder verwendet werden.
- 2.2.1.19. Bei einer Zugmaschine, die zum Ziehen eines Fahrzeugs der Klassen R3, R4 oder S2 zugelassen ist, darf die Betätigung der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs nur zusammen mit der Betriebs-, Hilfs- oder Feststellbremsanlage des Zugfahrzeugs möglich sein. Eine ausschließliche Betätigung der Bremsen des Anhängefahrzeugs ist jedoch zulässig, wenn diese selbsttätig durch die Zugmaschine eingeleitet wird und nur der Stabilisierung des Fahrzeugs dient.

- 2.2.1.19.1. Abweichend von Nummer 2.2.1.19 ist eine automatische Betätigung der Bremsen des Anhängefahrzeugs von bis zu 5 s Dauer ohne Betätigung der Betriebs-, Hilfs- oder Feststellbremsanlage der Zugmaschine zulässig, um durch Änderung der Koppelkraft zwischen Zugmaschine und Anhängefahrzeug das Fahrverhalten der Fahrzeuggkombination zu verbessern.
- 2.2.1.20. Können die Anforderungen von Anhang II Nummer 3.1.3 nur durch Erfüllung der Bedingungen gemäß Nummer 3.1.3.4.1.1 desselben Anhangs eingehalten werden, muss
- 2.2.1.20.1. bei Druckluftbremsanlagen, wenn eine einzelne Betätigungsseinrichtung betätigt wird, die auch die Betätigung der Feststellbremsanlage der Zugmaschine auslöst, in der Steuerleitung ein Druck (oder der entsprechende digitale Belastungswert) von mindestens 650 kPa übertragen werden. Dies muss auch sichergestellt sein, wenn der Zünd-/Anlassschalter ausgeschaltet ist und/oder der Schlüssel abgezogen ist;
- 2.2.1.20.2. bei hydraulischen Bremsanlagen in der Zusatzleitung ein Druck von 0^{+100} kPa erzeugt werden, wenn eine einzelne Betätigungsseinrichtung voll betätigt ist.
- 2.2.1.21. Antiblockiervorrichtungen für Zugmaschinen der Klasse Tb
- 2.2.1.21.1. Zugmaschinen der Klasse Tb mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h müssen entsprechend den Anforderungen von Anhang XI mit Bremsanlagen mit Antiblockiervorrichtungen der Klasse 1 ausgestattet sein.
- 2.2.1.21.2. Zugmaschinen der Klasse Tb mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 40 km/h und höchstens 60 km/h müssen entsprechend den Anforderungen von Anhang XI mit Bremsanlagen mit Antiblockiervorrichtungen der Klasse 1 ausgestattet sein, und zwar
- a) bei neuen Fahrzeugtypen ab dem 1. Januar 2020 und
 - b) bei neuen Fahrzeugen ab dem 1. Januar 2021.
- 2.2.1.22. Zugmaschinen, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs mit Antiblockiervorrichtung zugelassen sind, müssen zur elektrischen Steuerübertragung auch mit einem besonderen elektrischen Steckverbinder ausgestattet sein, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht. Der Steckverbinder nach ISO 7638:2003 kann je nach Bedarf als Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder verwendet werden.
- 2.2.1.23. Unter den Nummern 2.2.1.21.1 und 2.2.1.21.2 nicht aufgeführte Zugmaschinen müssen die Anforderungen von Anhang XI erfüllen, wenn sie mit Antiblockiervorrichtungen ausgerüstet sind.
- 2.2.1.24. Die Vorschriften von Anhang X gelten für die Sicherheitsaspekte aller komplexen elektronischen Fahrzeugsteuersysteme, die die Steuer-Übertragung für die Bremsfunktion sicherstellen oder Teil der Steuer-Übertragungseinrichtung sind, einschließlich der Steuersysteme, die die Bremsanlagen für automatisch gesteuerte oder selektive Bremsungen nutzen.
- 2.2.1.25. Bei Zugmaschinen der Klasse Tb mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h muss die Betriebsbremsanlage unabhängig davon, ob sie mit der Hilfsbremsanlage kombiniert ist oder nicht, so beschaffen sein, dass bei Ausfall eines

Teils der Übertragungseinrichtung noch eine ausreichende Anzahl Räder durch die Betätigung der Betriebsbremsanlage gebremst wird; diese Räder sind so zu wählen, dass die Restbremswirkung der Betriebsbremsanlage den Anforderungen von Anhang II Nummer 3.1.4 entspricht.

Mit den von der Störung nicht betroffenen Teilen muss eine partielle oder volle Betätigung der Bremsen das Anhängefahrzeugs möglich sein.

2.2.1.25.1. Der Ausfall eines Teils einer hydraulischen Übertragungseinrichtung muss dem Fahrer durch eine Einrichtung mit einem Warnsignal nach Absatz 2.2.1.29.1.1 angezeigt werden. Diese Einrichtung darf wahlweise auch dann aufleuchten, wenn der Flüssigkeitsstand in dem Vorratsbehälter unterhalb eines bestimmten, vom Hersteller festgelegten Wertes liegt.

2.2.1.26. Spezielle zusätzliche Anforderungen für die elektrische Übertragungseinrichtung der Feststellbremsanlage

2.2.1.26.1. Zugmaschinen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h

2.2.1.26.1.1. Bei einer Störung in der elektrischen Übertragungseinrichtung darf eine ungewollte Betätigung der Feststellbremsanlage nicht möglich sein.

2.2.1.26.1.2. Bei einer elektrischen Störung in der Betätigungsseinrichtung oder einer Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung, von der die elektronischen Steuergeräte und die Energieversorgung nicht betroffen sind, muss es auch weiterhin möglich sein, die Feststellbremsanlage 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.

2.2.1.26.2. Zugmaschinen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 60 km/h

2.2.1.26.2.1. Bei einer elektrischen Störung in der Betätigungsseinrichtung oder einer Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung, von der die elektronischen Steuergeräte und die Energieversorgung nicht betroffen sind,

2.2.1.26.2.1.1. darf eine unbeabsichtigte Betätigung der Feststellbremsanlage bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 10 km/h nicht möglich sein;

2.2.1.26.2.1.2. muss es weiterhin möglich sein, die Feststellbremsanlage vom Fahrersitz aus zu betätigen und dadurch das beladene Fahrzeug auf einer Steigung oder in einem Gefälle von 8 % so abzustellen, dass es nicht wegrollt.

2.2.1.26.3. Alternativ zur Einhaltung der Wirkungsanforderungen an die Feststellbremsanlage nach den Nummern 2.2.1.26.1.2 und 2.2.1.26.2.1 ist eine automatische Betätigung der Feststellbremsanlage bei stehendem Fahrzeug zulässig, sofern die oben genannte Wirkung erreicht wird und die Feststellbremse nach der Betätigung unabhängig vom Zustand des Zündschalters (Anlassschalters) angezogen bleibt. In diesem Fall muss die Feststellbremsanlage selbsttätig gelöst werden, sobald der Fahrzeugführer das Fahrzeug erneut in Bewegung setzt.

- 2.2.1.26.4. Ferner muss es möglich sein, die Feststellbremsanlage notfalls mit Hilfe von Werkzeugen und/oder einer Hilfsvorrichtung zu lösen, die im Fahrzeug mitgeführt werden oder dort angebracht sind.
- 2.2.1.26.5. Eine Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Übertragungseinrichtung oder eine elektrische Störung in der Betätigungseinrichtung der Feststellbremsanlage muss dem Fahrer durch das gelbe Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.2 angezeigt werden. Bei einer Unterbrechung der Leitungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung der Feststellbremsanlage muss dieses gelbe Warnsignal unverzüglich oder, bei Zugmaschinen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 60 km/h, spätestens bei Betätigung der entsprechenden Betätigungseinrichtung 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 Fahrzeuginspizienten durch das Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.1 angezeigt werden, das blinken muss, solange sich der Zündschalter (Anlassschalter) in der Ein-Stellung und die Betätigungseinrichtung in angezogener Stellung befinden; zudem muss es mindestens 10 Sekunden lang blinken, nachdem der Zündschalter (Anlassschalter) in die Aus-Stellung gebracht worden ist.

Wenn die Feststellbremsanlage jedoch erkennt, dass die Feststellbremsanlage richtig betätigt ist, kann das Blinken des Warnsignals unterdrückt werden, und es muss stattdessen das nicht blinkende rote Warnsignal verwendet werden, um anzudeuten, dass die Feststellbremsanlage betätigt ist.

Während die Betätigung der Feststellbremsanlage normalerweise durch ein eigenes Warnsignal angezeigt wird, das allen Anforderungen unter Nummer 2.2.1.29.3 entspricht, müssen bei diesem Signal die genannten Anforderungen für ein rotes Signal eingehalten sein.

- 2.2.1.26.6. Nebenverbraucher können mit Energie aus der elektrischen Übertragungseinrichtung der Feststellbremsanlage versorgt werden, sofern die verfügbare Energie zur Betätigung der Feststellbremsanlage sowie zur Versorgung aller Stromverbraucher des Fahrzeugs bei störungsfreiem Betrieb ausreicht. Wird der Energiespeicher auch zur Versorgung der Betriebsbremsanlage verwendet, gelten die Vorschriften von Anhang XII Nummer 4.1.7.
- 2.2.1.26.7. Nachdem der Zünd-/Startschalter, der die elektrische Energie für die Bremsanlage steuert, in die Aus-Stellung gebracht und/oder der Schlüssel abgezogen wurde, muss die Feststellbremsanlage weiter betätigt werden können, während das Lösen der Bremsen nicht möglich sein darf.

Ein Lösen der Feststellbremsanlage ist zulässig, wenn die Betätigungseinrichtung hierfür mechanisch entriegelt werden muss.

- 2.2.1.27. Die Anforderungen des Anhangs XII gelten in Bezug auf Fahrzeuge mit elektronisch gesteuerter Bremsanlage oder Fahrzeuge mit „Datenübertragung“ über die Stifte 6 und 7 des Steckverbinder nach ISO 7638.

2.2.1.28. Spezielle Vorschriften für die Koppelkraftregelung

- 2.2.1.28.1. Eine Koppelkraftregelung ist nur an der Zugmaschine zulässig.

- 2.2.1.28.2. Durch die Koppelkraftregelung wird die Differenz zwischen den jeweiligen Werten der dynamischen Abbremsung bei Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen verringert. Die Wirksamkeit der Koppelkraftregelung muss zum Zeitpunkt der Typgenehmigung geprüft werden. Diese Prüfung muss nach einem zwischen dem Fahrzeugherrsteller und dem technischen Dienst vereinbarten Verfahren durchgeführt werden, wobei dem Typgenehmigungsbericht Angaben über das Bewertungsverfahren und Ergebnisse beizufügen sind.
- 2.2.1.28.2.1. Mit der Koppelkraftregelung können die Abbremsung TM/FM (Anhang II Anlage 1 Nummer 2) und/oder die Belastungswerte der Bremse für das Anhängefahrzeug gesteuert werden. Bei einer Zugmaschine mit zwei Steuerleitungen nach Nummer 2.1.4.1.2 dieses Anhangs erfolgt bei beiden Signalen eine ähnliche Steuerungsanpassung.
- 2.2.1.28.2.2. Durch die Koppelkraftregelung darf nicht verhindert werden, dass die höchstmöglichen Bremsdrücke aufgebracht werden.
- 2.2.1.28.3. Das Fahrzeug muss die Kompatibilitätsbedingungen von Anhang II Anlage 1 für den beladenen Zustand erfüllen, um den Vorschriften nach Nummer 2.2.1.28.2 zu entsprechen, kann jedoch von diesen Anforderungen abweichen, wenn die Koppelkraftregelung in Funktion ist.
- 2.2.1.28.4. Ein Ausfall der Koppelkraftregelung muss erkannt und dem Fahrer durch ein gelbes Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.2 angezeigt werden. Bei einem Ausfall müssen die einschlägigen Anforderungen von Anhang II Anlage 1 eingehalten sein.
- 2.2.1.28.5. Der Ausgleich durch das Koppelkraftregelungssystem muss durch das gelbe Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.2 angezeigt werden, wenn dieser Ausgleich um mehr als 150 kPa (pneumatisch) oder 2600 kPa (hydraulisch) von dem Nennbelastungswert bis zu einem Grenzwert für pm von 650 kPa (oder dem entsprechenden digitalen Belastungswert) bzw. 11 500 kPa (hydraulisch) abweicht. Oberhalb des Grenzwerts von 650 kPa bzw. 11 500 (hydraulisch) muss das Warnsignal gegeben werden, wenn der Ausgleich dazu führt, dass der Betriebspunkt außerhalb der in Anhang II Anlage 1 für die Zugmaschine festgelegten Grenzlinien für die Kompatibilität für den beladenen Zustand liegt.
- 2.2.1.28.6. Durch ein Koppelkraftregelungssystem dürfen nur die von der Betriebsbremsanlage des Zugfahrzeugs und des Anhängefahrzeugs erzeugten Kupplungskräfte gesteuert werden. Kupplungskräfte, die durch die Wirkung von Dauerbremsanlagen entstehen, dürfen durch die Betriebsbremsanlage des Zugfahrzeugs oder des Anhängefahrzeugs nicht ausgeglichen werden. Dauerbremsanlagen gelten nicht als Teil der Betriebsbremsanlagen.

2.2.1.29. Warnsignal bei Versagen oder Defekt der Bremsen

Die Anforderungen für optische Warnsignale, die dem Fahrer bestimmte definierte Störungen oder Defekte in der Bremsausrüstung der Zugmaschine oder des Anhängefahrzeugs anzeigen sollen, sind unter den Nummern 2.2.1.29.1 bis 2.2.1.29.6.3 festgelegt. Diese Signale dürfen ausschließlich der Anzeige von Störungen oder Defekten in der Bremsausrüstung dienen. Das unter der Nummer 2.2.1.29.6 beschriebene optische Warnsignal kann jedoch zusätzlich zur Anzeige von Störungen oder Defekten am Fahrwerk verwendet werden.

- 2.2.1.29.1. In Zugfahrzeugen müssen bei einem Versagen oder Defekt der Bremsen folgende optische Warnsignale gegeben werden:
 - 2.2.1.29.1.1. ein rotes Warnsignal gemäß den Anforderungen aufgrund von Artikel 18 Absatz 2 Buchstaben l, s, q sowie Absatz 4 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 zur Anzeige der unter anderen Nummern dieses Anhangs sowie in den Anhängen V, VII, IX und XIII genannten Störungen in der Bremsausrüstung des Fahrzeugs, welche verhindern, dass die Betriebsbremse die vorgeschriebene Wirkung erreicht oder dass von zwei unabhängigen Betriebsbremskreisen mindestens einer funktioniert.
 - 2.2.1.29.1.2. Gegebenenfalls ein gelbes Warnsignal gemäß den Anforderungen auf der Grundlage von Artikel 18 Absatz 2 Buchstaben l, s und q sowie Absatz 4 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 zur Anzeige eines elektrisch erfassten Defekts in der Bremsausrüstung des Fahrzeugs, der nicht durch das Warnsignal gemäß Nummer 2.2.1.29.1.1 angezeigt wird.
- 2.2.1.29.2. Zugmaschinen, die mit einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet und/oder zum Ziehen von Fahrzeugen mit einer elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung zugelassen sind, müssen ein eigenes Warnsignal entsprechend den auf Artikel 18 Absatz 2 Buchstaben l, s und q sowie auf Absatz 4 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 beruhenden Bestimmungen abgeben können, um einen Defekt im elektrischen Steuerübertragungssystem des Anhängefahrzeugs abgeben können. Das Signal muss vom Anhängefahrzeug aus über den Stift 5 des elektrischen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 ausgelöst werden; in allen Fällen muss das vom Anhängefahrzeug übertragene Signal ohne nennenswerte Verzögerung oder Veränderung in der Zugmaschine angezeigt werden. Dieses Warnsignal darf nicht aufleuchten, wenn die Zugmaschine mit einem Anhängefahrzeug ohne elektrische Steuerleitung und/oder ohne elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung verbunden ist oder wenn kein Anhängefahrzeug angekuppelt ist. Diese Funktion muss selbsttätig sein.
- 2.2.1.29.2.1. Bei einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung muss, wenn sie mit einem Anhängefahrzeug mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden ist, das Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.1.1 auch verwendet werden, um bestimmte Störungen in der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs anzuzeigen, sobald von dem Anhängefahrzeug eine entsprechende Störmeldung über das Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung übermittelt wird. Diese Anzeige

muss zusätzlich zu dem Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.2 erfolgen. Alternativ kann statt des Warnsignals nach Nummer 2.2.1.29.1.1 und des genannten begleitenden Warnsignals ein eigenes Warnsignal entsprechend den nach Artikel 18 Absatz 2 Buchstaben l, s und q sowie nach Absatz 4 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 festgelegten Anforderungen in der Zugmaschine abgegeben werden, um eine solche Störung in der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs anzuzeigen.

- 2.2.1.29.2.2. Zugmaschinen mit einem elektrischen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 müssen zur Meldung eines niedrigen Standes im Energievorratsbehälter des Anhängefahrzeugs gemäß den Nummern 2.2.2.15.1.1 und 2.2.2.15.2 dem Fahrer das eigene gelbe Warnsignal gemäß Nummer 2.2.1.29.2 anzeigen, wenn das Warnsignal über Stift 5 des elektrischen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 vom Anhängefahrzeug zur Zugmaschine übertragen wird.
- 2.2.1.29.3. Falls nichts anderes angegeben ist,
- 2.2.1.29.3.1. muss eine definierte Störung oder ein definierter Defekt dem Fahrer spätestens bei Betätigung der entsprechenden Bremsbetätigseinrichtung durch die oben genannten Warnsignale angezeigt werden;
- 2.2.1.29.3.2. müssen die Warnsignale leuchten, solange die Störung/der Defekt vorhanden und der Zündschalter (Anlassschalter) eingeschaltet ist;
- 2.2.1.29.3.3. muss das Warnsignal leuchten (es darf nicht blinken).
- 2.2.1.29.4. 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 Wirkung der Bremsanlage führen.
- 2.2.1.29.5. Die oben genannten Warnsignale müssen aufleuchten, wenn der elektrischen Anlage des Fahrzeugs (und der Bremsanlage) Strom zugeführt wird. Bei stehendem Fahrzeug muss durch eine Überprüfung in der Bremsanlage sichergestellt werden, dass die definierten Störungen und Defekte nicht besehen, bevor die Signale erlöschen. 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 eingeschaltet ist, angezeigt werden, solange die Störung oder der Defekt vorhanden ist.
- 2.2.1.29.6. Nicht definierte Störungen oder Defekte oder andere Informationen, die die Bremsen und/oder das Fahrwerk der Zugmaschine betreffen, können durch das Signal nach Nummer 2.2.1.29.1.2 angezeigt werden, wenn alle nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:
- 2.2.1.29.6.1. das Fahrzeug steht;

- 2.2.1.29.6.2. nachdem der Bremsanlage Strom zugeführt wurde, wurde durch das Signal nach den unter der Nummer 2.2.1.29.5 beschriebenen Verfahren angezeigt, dass keine definierten Störungen (oder Defekte) festgestellt worden sind, und
- 2.2.1.29.6.3. nicht definierte Störungen oder andere Informationen werden nur durch das Blinken des Warnsignals angezeigt. Das Warnsignal muss allerdings erlöschen, sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit zum ersten Mal 10 km/h überschreitet.
- 2.2.1.30. Durch Funktionsstörungen der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung dürfen die Bremsen nicht betätigt werden, ohne dass der Fahrer dies beabsichtigt.
- 2.2.1.31. Zugmaschinen mit hydrostatischem Antrieb müssen entweder allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs oder des Anhangs IX entsprechen.

2.2.2. Fahrzeuge der Klassen R und S

- 2.2.2.1. Wenn bei Fahrzeugen der Klassen R1a, R1b sowie der Klassen S1a und S1b die Summe der technisch zulässigen Achslasten 750 kg nicht überschreitet, müssen diese nicht mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein. Sind Anhängefahrzeuge dieser Klassen jedoch mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet, muss diese denselben Anforderungen wie Betriebsbremsanlagen für Fahrzeuge der Klassen R2 bzw. S2 entsprechen.
- 2.2.2.2. Fahrzeuge der Klassen R1b und S1B (in Fällen, in denen die Summe der technisch zulässigen Achslasten mehr als 750 kg beträgt) und R2 müssen mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein, die entweder eine durchgehende oder eine halbdurchgehende oder eine Auflaufbremsanlage ist. Wenn jedoch die Fahrzeuge dieser Klassen mit einer durchgehenden oder halbdurchgehenden Betriebsbremsanlage ausgerüstet sind, müssen sie dieselben Anforderungen erfüllen wie Fahrzeuge der Klasse R3.
- 2.2.2.3. Bei Anhängefahrzeugen der Klasse R3, R4 oder S2 muss die Betriebsbremsanlage eine durchgehende oder halbdurchgehende Anlage sein.
- 2.2.2.3.1. Abweichend von der Anforderung unter Nummer 2.2.2.3 kann eine Auflaufbremsanlage unter folgenden Bedingungen in Fahrzeuge der Klassen R3a und S2a eingebaut werden, deren Höchstmasse 8000 kg nicht überschreitet:
 - 2.2.2.3.1.1. eine bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von höchstens 30 km/h, wenn die Bremsen nicht auf alle Räder wirken;
 - 2.2.2.3.1.2. eine bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von höchstens 40 km/h, wenn die Bremsen auf alle Räder wirken;
 - 2.2.2.3.1.3. bei Anhängern der Klasse R3a mit Auflaufbremsen ist am Heck ein dauerhaftes Schild (150 mm Durchmesser) anzubringen, das die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit angibt. Je nachdem, was zutrifft, muss die Aufschrift „30 km/h“ bzw. „40 km/h“ oder, in Mitgliedstaaten in denen noch Einheiten des Imperialen Systems verwendet werden, „20 mph“ bzw. „25 mph“ lauten.
- 2.2.2.4. Die Betriebsbremsanlage muss

- 2.2.2.4.1. bei Anhängefahrzeugen der Klassen Rb und Sb auf mindestens zwei Räder jeder Achse wirken;
- 2.2.2.4.2. so beschaffen sein, dass ihre Wirkung richtig auf die Achsen verteilt ist;
- 2.2.2.4.3. mindestens an einem der eventuell vorhandenen Druckluftvorratsbehälter an einer entsprechenden leicht zugänglichen Stelle, eine Einrichtung zum Entwässern und Entlüften aufweisen.
- 2.2.2.5. Die Wirkung jeder Bremsanlage muss auf die Räder derselben Achse symmetrisch zur Längsmittellebene des Anhängefahrzeugs verteilt sein.
- 2.2.2.5.1. Bei Fahrzeugen mit deutlich unterschiedlicher Radlast auf der linken oder rechten Fahrzeugseite sind entsprechende Abweichungen von der symmetrischen Bremskraftverteilung jedoch zulässig.
- 2.2.2.6. Durch Funktionsstörungen der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung dürfen die Bremsen nicht betätigt werden, ohne dass der Fahrer dies beabsichtigt.
- 2.2.2.7. Die zur Erreichung der vorgeschriebenen Bremswirkung erforderlichen Bremsflächen müssen ständig starr oder über nicht störanfällige Teile mit den Rädern verbunden sein.
- 2.2.2.8. Der Verschleiß der Bremsen muss durch eine handbetätigten oder durch eine selbstdämmende Nachstelleinrichtung leicht ausgeglichen werden können. Ferner müssen die Betätigungsseinrichtung und die Teile der Übertragungseinrichtung und der Bremsen eine solche Wegreserve und nötigenfalls eine geeignete Ausgleichsmöglichkeit haben, dass bei Erwärmung der Bremsen oder nach Verschleiß der Beläge bis zu einem gewissen Grad die Bremswirkung ohne sofortiges Nachstellen sichergestellt ist.
- 2.2.2.8.1. Die durch den Verschleiß erforderliche Nachstellung muss bei den Betriebsbremsanlagen selbstdämmend erfolgen. Bei Fahrzeugen der Klassen R1, R2, R3a, S1 und S2a ist der Einbau von selbstdämmenden Nachstelleinrichtungen jedoch fakultativ. Bremsen mit selbstdämmenden Nachstelleinrichtungen müssen nach Erwärmung und nachfolgender Abkühlung im Anschluss an die Prüfung Typ I bzw. Typ III gemäß Anhang II freigängig gemäß Nummer 2.5.6 des genannten Anhangs sein.
- 2.2.2.8.1.1. Bei Anhängefahrzeugen der Klassen:
- R3a, R4a, S2a, sowie
 - R3b, R4b und S2b, bei denen die Summe der technisch zulässigen Achslasten 10 000 kg nicht übersteigt,
- gelten die Wirkungsanforderungen unter Nummer 2.2.2.8.1 als erfüllt, wenn die Anforderungen von Anhang II Nummer 2.5.6 eingehalten sind. Bis zur Festlegung einheitlicher technischer Vorschriften zur richtigen Bewertung der Funktionsfähigkeit der selbstdämmenden Nachstelleinrichtung gilt die Vorschrift über die Freigängigkeit als eingehalten, wenn die Freigängigkeit bei allen für den entsprechenden Anhänger vorgeschriebenen Bremsprüfungen festgestellt wird.
- 2.2.2.8.1.2. Bei Anhängefahrzeugen der Klassen R3b, R4b und S2b, gelten, wenn die Summe der technisch zulässigen Achslasten 10 000 kg übersteigt, die Wirkungsanforderungen

von Nummer 2.2.2.8.1 als eingehalten, wenn die Anforderungen von Anhang II Nummer 2.5.6 erfüllt sind.

- 2.2.2.9. Die Bremsanlagen müssen so beschaffen sein, dass beim Abreißen der Verbindungseinrichtung während der Fahrt das Anhängefahrzeug selbsttätig gebremst wird.
- 2.2.2.9.1. Fahrzeuge der Klassen R1 und S1 ohne Bremsanlage müssen zusätzlich zur Hauptkupplung mit einer Hilfskupplung (Kette, Seil usw.) ausgerüstet sein, die geeignet ist, bei Trennung der Hauptkupplung eine Berührung der Deichsel mit dem Boden zu verhindern und eine gewisse Führung des Anhängefahrzeugs sicherzustellen.
- 2.2.2.9.2. Fahrzeuge der Klassen R1, R2, R3a, S1 und S2a mit Auflaufbremsanlage müssen mit einer Einrichtung (Kette, Seil usw.) ausgerüstet sein, die bei einer Trennung der Hauptkupplung die Bremsung des Anhängefahrzeugs auslösen kann.
- 2.2.2.9.3. Bei Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen müssen die Verbindungsleitungen gemäß den Nummern 2.1.5.1.1 und 2.1.5.1.2 sich bei der Trennung der Kupplung an der Zugmaschine oder am Anhängefahrzeug ablösen, wobei nur ein unbedeutender Leckverlust eintreten darf. Die zur Trennung einer einzelnen Verbindungsleitung erforderliche Kraft darf die in der Norm ISO 5675:2008 festgelegten Werte nicht überschreiten. Abweichend von den in Absatz 4.2.4 dieser Norm festgelegten Werten darf die zur Trennung beider Leitungen erforderliche Kraft 2500 N nicht überschreiten.
- 2.2.2.10. Bei Anhängefahrzeugen, die mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sein müssen, muss die Feststellbremsfunktion auch dann sichergestellt sein, wenn das Anhängefahrzeug von der Zugmaschine getrennt ist. Die Feststellbremsanlage muss von einer auf dem Boden stehenden Person betätigt werden können.
- 2.2.2.11. Bei Anhängefahrzeugen, die eine Einrichtung haben, die die Betätigung der Bremsanlage, ausgenommen die Feststellbremsanlage, auszuschalten gestattet, muss diese Einrichtung so ausgelegt und gebaut sein, dass sie zwangsläufig spätestens dann in ihre Ruhestellung zurückkehrt, wenn das Anhängefahrzeug erneut mit Druckluft oder Hydrauliköl versorgt wird.
- 2.2.2.12. An jedem Anhängefahrzeug mit einer hydraulischen Betriebsbremsanlage muss die Bremsanlage so ausgelegt sein, dass bei einer Trennung der Zusatzleitung die Feststell- oder Betriebsbremsanlage automatisch betätigt wird.
- 2.2.2.13. Fahrzeuge der Klassen R3, R4 und S2 müssen den Bedingungen gemäß Nummer 2.2.1.17.2.2 für Druckluftbremsanlagen oder Nummer 2.2.2.15.3 für hydraulische Bremsanlagen genügen.
- 2.2.2.14. Werden die Nebenverbraucher mit Energie aus der Betriebsbremsanlage versorgt, muss die Betriebsbremsanlage so geschützt sein, dass gewährleistet ist, dass im Energiespeicher der Betriebsbremsanlage ein Druck aufrechterhalten wird, der mindestens 80 % des Belastungswertes in der Steuerleitung oder des entsprechenden digitalen Belastungswertes gemäß Anhang II Nummer 2.2.3.2 bzw. 2.2.3.3 entspricht.

2.2.2.15. Zusätzlich zu den genannten Anforderungen gilt für Anhängefahrzeuge mit hydraulischen Bremsanlagen Folgendes:

2.2.2.15.1. Erfüllt ein Anhängefahrzeug die Anforderungen an die Betriebsbremsanlage und/oder die Feststellbremsanlage und/oder die selbsttätige Bremsung nur mithilfe von Energie, die in einer hydraulischen Energiespeichereinrichtung gespeichert ist, muss die Bremsung des Anhängefahrzeugs selbsttätig ausgelöst oder aufrechterhalten werden, wenn (bei eingeschalteter Zündung der Zugmaschine) keine elektrische Verbindung zwischen dem Anhängefahrzeug und der Energieversorgung durch den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 besteht (siehe auch Nummer 2.2.1.18.9). Der Steckverbinder nach ISO 7638:2003 kann je nach Bedarf als Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder verwendet werden.

2.2.2.15.1.1. Fällt der Druck in den hydraulischen Energiespeichern unter einen vom Fahrzeugherrsteller im Typgenehmigungsbogen angegebenen Wert, ab dem die vorgeschriften Bremswirkung nicht gewährleistet ist, ist dieser Druckabfall dem Fahrer durch das eigene Warnsignal nach Nummer 2.2.1.29.2.2 über Stift 5 des elektrischen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 anzuzeigen.

Dieser Druck darf nicht mehr als 11 500 kPa betragen.

2.2.2.15.2. Fällt der Druck in der Zusatzleitung auf 1200 kPa, muss die selbsttätige Bremsung des Anhängefahrzeugs ausgelöst werden (siehe auch Nummer 2.2.1.18.6).

2.2.2.15.3. Am Anhängefahrzeug kann eine Einrichtung angebracht werden, die die Bremsen zeitweilig löst, wenn keine geeignete Zugmaschine verfügbar ist. Für diesen zeitlich begrenzten Zweck ist die Zusatzleitung an die betreffende Einrichtung anzuschließen. Wird die Zusatzleitung von der Einrichtung getrennt, müssen die Bremsen automatisch in die betätigte Stellung zurückkehren.

2.2.2.16. Anhängefahrzeuge der Klassen R3b, R4b und S2b mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h müssen mit einer Antiblockiervorrichtung nach Anhang XI ausgerüstet sein. Übersteigt die zulässige Höchstmasse des Anhängefahrzeugs 10 t, ist zudem nur eine Antiblockiervorrichtung der Klasse A zulässig.

2.2.2.17. Unter der Nummer 2.2.2.16 nicht aufgeführte Zugmaschinen müssen die Anforderungen von Anhang XI erfüllen, wenn sie mit Antiblockiervorrichtungen ausgerüstet sind.

2.2.2.18. Anhängefahrzeuge mit einer elektrischen Steuerleitung und Anhängefahrzeuge der Klassen R3b oder R4b mit Antiblockiervorrichtungen müssen mit einem besonderen elektrischen Steckverbinder für die Bremsanlage und die Antiblockiervorrichtung oder für nur eine der beiden Anlagen ausgerüstet sein, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht. Die Vorschriften der Norm ISO 7638:2003 für den Querschnitt elektrischer Leitungen für den Anhänger können reduziert werden, wenn für den Anhänger eine eigene unabhängige Sicherung vorhanden ist. Der Nennstrom der Sicherung darf nicht die Nennstromstärke der Leitungen überschreiten. Diese Ausnahme gilt nicht für Anhänger, die für das Ziehen eines weiteren Anhängers ausgestattet sind. Die nach dieser Verordnung vorgeschriebenen Warnsignale bei Störungen am Anhängefahrzeug müssen über den oben genannten Steckverbinder ausgelöst werden. Für die Übertragung der Warnsignale bei Störungen am Anhängefahrzeug gelten sinngemäß die für Zugmaschinen festgelegten Vorschriften der Nummern 2.2.1.29.3, 2.2.1.29.4, 2.2.1.29.5 und 2.2.1.29.6.

An diesen Fahrzeugen muss eine dauerhafte Aufschrift gemäß den auf Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 beruhenden Vorschrift angebracht sein, die angibt, welche Funktionen der Bremsanlage zur Verfügung stehen, wenn die Verbindung über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 geschlossen oder getrennt ist. Diese Aufschrift ist so anzubringen, dass sie beim Verbinden der Druckluftleitungen und der elektrischen Leitungen sichtbar ist.

2.2.2.18.1. Die Bremsanlage darf zusätzlich zu der Energieversorgung über den oben genannten Steckverbinder nach ISO 7638:2003 mit einer Energieversorgung verbunden werden. Wenn eine zusätzliche Energieversorgung vorhanden ist, gelten jedoch die folgenden Vorschriften:

2.2.2.18.1.1. Unabhängig davon, welche zusätzliche Energieversorgung angeschlossen ist, erfolgt die Hauptenergieversorgung der Bremsanlage in allen Fällen über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003. Das zusätzliche Stromversorgungsgerät dient bei einem Ausfall der Energieversorgung über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 als Ersatz;

2.2.2.18.1.2. Der Betrieb der Bremsanlage im Normalfall und im Fehlerfall darf dadurch nicht beeinträchtigt werden;

2.2.2.18.1.3. bei einem Ausfall der Energieversorgung über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 darf von der Bremsanlage nicht so viel Energie aufgenommen werden, dass die Höchstleistung der zusätzlichen Energieversorgung überschritten wird;

2.2.2.18.1.4. an dem Anhängefahrzeug darf weder eine Aufschrift noch ein Schild mit der Angabe, dass es mit einem zusätzlichen Stromversorgungsgerät ausgestattet ist, angebracht sein;

2.2.2.18.1.5. das Anhängefahrzeug darf nicht mit einer Warneinrichtung ausgestattet sein, die eine Störung in der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs anzeigt, wenn die Bremsanlage mit Energie aus dem zusätzlichen Versorgung gespeist wird;

2.2.2.18.1.6. wenn eine zusätzliche Energieversorgung vorhanden ist, muss überprüfbar sein, ob die Bremsanlage im Betrieb daraus versorgt wird;

2.2.2.18.1.7. Bei einer Störung der Versorgung mit elektrischer Energie über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 gelten im Hinblick auf die Störungswarnung die Vorschriften von Anhang XII Nummer 4.2.3 und Anhang XI Nummer 4.1 unabhängig davon, ob die Bremsanlage Energie aus der zusätzlichen Energieversorgung bezieht.

2.2.2.19. Zusätzlich zu den Vorschriften der Nummern 2.2.1.17.2.2 und 2.2.1.19 können die Bremsen des Anhängefahrzeugs auch automatisch betätigt werden, wenn dies durch die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs im Anschluss an die Auswertung einer an Bord generierten Information selbst eingeleitet wird.

3. Prüfungen

Die Bremsprüfungen, denen die zur Genehmigung vorgeführten Fahrzeuge zu unterziehen sind, und die geforderte Bremswirkung sind in Anhang II beschrieben.

ANHANG II
Anforderungen für die Prüfung und die Wirkung von Bremsanlagen und
Anhängerbremskupplungen sowie der damit ausgerüsteten Fahrzeuge

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

- 1.1. „Achsgruppe“ mehrere Achsen, wenn der Abstand zwischen einer Achse und ihrer Nachbarachse höchstens 2,0 m beträgt. Beträgt der Abstand zwischen einer Achse und der Nachbarachse mehr als 2,0 m, gilt jede Achse als einzelne Achsgruppe.
- 1.2. „Reibungsbedarfskurven“ eines Fahrzeugs Kurven, die für bestimmte Beladungszustände den benötigten Kraftschlussbeiwert jeder Achse i in Abhängigkeit von der Abbremsung des Fahrzeugs darstellen.

2. Bremsprüfungen

2.1. Allgemeines

In diesem Anhang wird, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt, davon ausgegangen, dass die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit nur bei Vorwärtsfahrt erreicht wird.

- 2.1.1. Die für Bremsanlagen vorgeschriebene Wirkung ist auf den Bremsweg und/oder die mittlere Vollverzögerung bezogen. Die Wirkung einer Bremsanlage wird durch Messung des Bremswegs in Abhängigkeit von der Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder durch Messung der mittleren Vollverzögerung während der Prüfung bestimmt. Der Bremsweg und die mittlere Vollverzögerung oder nur eine der beiden Größen ist in Abhängigkeit von der durchzuführenden Prüfung vorzuschreiben und zu messen.
- 2.1.2. Der Bremsweg ist der Weg, den das Fahrzeug vom Beginn der Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage durch den Fahrer bis zum Stillstand zurücklegt; die Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs (v_1) ist die Geschwindigkeit zu dem Zeitpunkt, an dem der Fahrer beginnt, die Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage zu betätigen; die Anfangsgeschwindigkeit darf nicht weniger als 98 % der für die fragliche Prüfung vorgeschriebenen Geschwindigkeit betragen. Die mittlere Vollverzögerung d_m wird nach folgender Formel als die durchschnittliche Verzögerung bezogen auf den Weg im Intervall v_b bis v_e berechnet:

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

Wobei gilt:

$$v_1 = \begin{array}{l} \text{Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs berechnet} \\ \text{nach Absatz 1} \end{array}$$

v_b	=	Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,8 v_1 in km/h
v_e	=	Fahrzeuggeschwindigkeit bei 0,1 v_1 in km/h
s_b	=	zwischen v_1 und v_b zurückgelegte Strecke in Metern
s_e	=	zwischen v_1 und v_e zurückgelegte Strecke in Metern

Geschwindigkeit und Bremsweg sind mit Instrumenten von einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ bei der für die Prüfung vorgeschriebenen Geschwindigkeit zu messen. 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 $\pm 3\%$ liegen.

- 2.1.3. Für die Typgenehmigung jedes Fahrzeugs ist die Bremswirkung bei Prüfungen auf der Straße zu messen, welche unter folgenden Bedingungen durchzuführen sind:
 - 2.1.3.1. Das Fahrzeug muss sich hinsichtlich der Masse in dem für jeden Prüfungstyp angegebenen Zustand befinden; dieser ist im Prüfbericht anzugeben;
 - 2.1.3.2. Die Prüfung ist bei den für jeden Prüfungstyp vorgeschriebenen Geschwindigkeiten durchzuführen; ist die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit eines Fahrzeugs niedriger als die für die Prüfung vorgeschriebene, ist die Prüfung bei der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs durchzuführen.
 - 2.1.3.3. Die bei den Prüfungen auf die Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage ausgeübte Kraft zur Erreichung der vorgeschriebenen Wirkung darf bei fußbetätigten Betätigungsseinrichtungen nicht größer als 600 N und bei handbetätigten Betätigungsseinrichtungen nicht größer als 400 N sein.
 - 2.1.3.4. Falls nichts anderes festgelegt ist, muss die Straße eine griffige Oberfläche haben.
 - 2.1.3.5. Die Prüfungen dürfen nur stattfinden, wenn die Ergebnisse nicht vom Wind beeinflusst werden können.
 - 2.1.3.6. Bei Beginn der Prüfung müssen die Reifen kalt sein und den für die tatsächliche Belastung der ruhenden Räder vorgeschriebenen Druck haben.
 - 2.1.3.7. Die vorgeschriebene Bremswirkung muss erzielt werden, ohne dass das Fahrzeug seine Spur verlässt, ohne ungewöhnliche Schwingungen und ohne ein Blockieren der Räder. Ein Blockieren der Räder ist zulässig, wenn dies ausdrücklich erwähnt ist.
- 2.1.4. Verhalten des Fahrzeugs während der Bremsung
 - 2.1.4.1. Bei den Bremsprüfungen, insbesondere bei hoher Geschwindigkeit, ist das allgemeine Fahrzeugverhalten während der Bremsung zu beurteilen.
 - 2.1.4.2. Verhalten des Fahrzeugs bei der Bremsung auf einer Straße mit geringerer Griffigkeit.

Das Verhalten von Fahrzeugen der Klassen Tb, R2b, R3b, R4b und S2b auf einer Straße mit verringelter Griffigkeit muss die entsprechenden Anforderungen der

Anlage 1 und, wenn das Fahrzeug mit einer Antiblockiervorrichtung ausgerüstet ist, des Anhangs XI erfüllen.

2.2. Prüfung Typ 0 (normale Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse)

2.2.1. Allgemeines

- 2.2.1.1. Die Bremsen müssen kalt sein. Eine Bremse gilt als kalt, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:
- 2.2.1.1.1. Die an der Bremsscheibe oder außen an der Trommel gemessene Temperatur beträgt weniger als 100 °C.
- 2.2.1.1.2. Bei vollständig gekapselten Bremsen, einschließlich Bremsen im Ölbad, beträgt die außen am Gehäuse gemessene Temperatur weniger als 50 °C;
- 2.2.1.1.3. Die Bremsen wurden vor der Prüfung eine Stunde lang nicht benutzt.
- 2.2.1.2. Bei der Bremsprüfung dürfen die nicht gebremsten Achsen, wenn sie auskuppelbar sind, nicht mit den gebremsten Achsen verbunden sein. Werden jedoch bei einem Fahrzeug mit nur einer gebremsten Achse alle anderen Achsen beim Bremsen automatisch mit dem Antrieb verbunden, gelten alle Räder als gebremst.
- 2.2.1.3. Die Prüfung ist unter folgenden Bedingungen durchzuführen:
- 2.2.1.3.1. Das Fahrzeug ist auf seine vom Hersteller angegebene maximale zulässige Masse zu beladen, und eine ungebremste Achse muss mit ihrer maximalen zulässigen Achslast beladen sein. Auf die Räder der gebremsten Achse sind die Reifen mit dem größten Durchmesser aufzuziehen, die vom Hersteller für diesen Fahrzeugtyp vorgesehen sind, wenn er seine maximale zulässige Masse aufweist. Sind alle Räder des Fahrzeugs gebremst, muss die Vorderachse die höchste zulässige Achslast aufweisen.
- 2.2.1.3.2. Die Prüfung ist mit unbeladenem Fahrzeug zu wiederholen. Zugmaschinen dürfen dabei nur den Fahrer und, wenn nötig, eine weitere Person zur Überwachung der Prüfungsergebnisse befördern.
- 2.2.1.3.3. Die für die Prüfungen sowohl bei beladenen als auch bei unbeladenen Fahrzeugen vorgeschriebenen Grenzen für die Mindestbremswirkung sind für die einzelnen Fahrzeugklassen nachstehend angegeben; das Fahrzeug muss die Bestimmungen sowohl hinsichtlich des vorgeschriebenen Bremsweges als auch hinsichtlich der für die in Frage kommende Fahrzeugklasse vorgeschriebenen mittleren Vollverzögerung erfüllen, wobei nicht unbedingt beide Parameter tatsächlich gemessen werden müssen.
- 2.2.1.3.4. Die Fahrbahn muss eben sein.

2.2.2. Prüfung Typ 0 für Fahrzeuge der Klassen T und C

- 2.2.2.1. Die Prüfung ist bei der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs und mit ausgekuppeltem Motor durchzuführen. Bei der Geschwindigkeit sind gewisse

Toleranzen zulässig. Es muss jedoch in jedem Fall die vorgeschriebene Mindestwirkung erreicht werden. Für die Berechnung des vorgeschriebenen maximalen Bremswegs (nach der Bremswegformel) ist die tatsächliche Prüfgeschwindigkeit heranzuziehen.

2.2.2.2. Zur Prüfung der Einhaltung der Anforderungen von Anhang I Nummer 2.2.1.2.4 ist eine Prüfung vom Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor durchzuführen, wobei die Anfangsgeschwindigkeit nicht weniger als 98 % der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs betragen darf. Die mittlere Vollverzögerung bei Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Feststellbremsanlage oder einer Hilfs-Betätigungsseinrichtung, die zumindest eine Teilbetätigung der Betriebsbremsanlage ermöglicht, und die Verzögerung unmittelbar vor dem Stillstand des Fahrzeugs darf bei einer Geschwindigkeit von bis zu 30 km/h nicht unter 1,5 m/s² und bei einer Geschwindigkeit von mehr als 30 km/h nicht unter 2,2 m/s² betragen. Die Prüfung ist mit beladenem Fahrzeug durchzuführen. Die auf die Betätigungsseinrichtung ausgeübte Kraft darf die vorgeschriebenen Werte nicht überschreiten.

2.2.2.3. Bei Fahrzeugen mit einer Lenkstange und einem Sattel oder mit einem Lenkrad und einer Sitzbank bzw. Schalensitzen in einer oder in mehreren Reihen ist, wenn der Hersteller bei der Bremsprüfung nachweist, dass sie mit einer nicht trennbaren Übertragungseinrichtung ausgestattet sind, bei der Prüfung Typ 0 der Motor einzukuppeln.

2.2.3. Prüfung Typ 0 für Fahrzeuge der Klassen R und S.

2.2.3.1. Die Bremswirkung des Anhängefahrzeugs kann entweder aus der Abbremsung der Zugmaschine mit Anhängefahrzeug und der gemessenen Deichselkraft oder in bestimmten Fällen aus der Abbremsung der Zugmaschine mit Anhängefahrzeug berechnet werden, wobei im letzteren Fall nur das Anhängefahrzeug gebremst wird. Der Motor der Zugmaschine muss bei der Bremsprüfung ausgekoppelt sein.

2.2.3.2. Ist das Anhängefahrzeug mit einer Druckluftbremsanlage ausgerüstet, darf während der Bremsprüfung der Druck in der Vorratsleitung nicht mehr als 700 kPa betragen, und der Signalwert in der Steuerleitung darf – abhängig von der Ausrüstung – folgende Werte nicht übersteigen:

2.2.3.2.1. 650 kPa in der Druckluft-Steuerleitung;

2.2.3.2.2. einen digitalen Belastungswert, der 650 kPa (gemäß der Definition in der Norm ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007) in der elektrischen Steuerleitung.

2.2.3.3. Ist das Anhängefahrzeug mit einer hydraulischen Bremsanlage ausgestattet:

2.2.3.3.1. Die vorgeschriebene Mindestbremswirkung muss mit einem Druck von höchstens 11 500 kPa am Anschluss der Steuerleitung erzielt werden.

2.2.3.3.2. Der maximale Druck am Anschluss der Steuerleitung darf 15 000 kPa nicht überschreiten.

- 2.2.3.4. Mit Ausnahme der Fälle nach den Nummern 2.2.3.5 und 2.2.3.6 ist zur Bestimmung der Abbremsung des Anhängefahrzeugs die Messung der Bremsung der Zugmaschine mit dem Anhängefahrzeug und der Deichselkraft notwendig. Die Zugmaschine muss die Anforderungen in Anlage 1 im Hinblick auf die Beziehung zwischen dem Quotienten T_M/F_M und dem Druck p_m erfüllen.

Dabei gilt:

$$\begin{aligned} T_M &= \text{Summe der Bremskräfte am Umfang aller Räder einer Zugmaschine} \\ F_M &= \text{gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder einer Zugmaschine} \\ p_m &= \text{Druck am Anschluss der Steuerleitung} \end{aligned}$$

Die Abbremsung des Anhängefahrzeugs wird nach folgender Formel berechnet:

$$z_R = z_{R+M} + D / F_R$$

Wobei gilt:

$$\begin{aligned} z_R &= \text{Abbremsung des Anhängefahrzeugs} \\ z_{R+M} &= \text{Abbremsung der Zugmaschine und des Anhängefahrzeugs} \\ D &= \text{Deichselkraft (Zugkraft } D > 0 \text{ Druckkraft } D < 0) \\ F_R &= \text{gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Anhängefahrzeugs} \end{aligned}$$

- 2.2.3.5. Bei Anhängefahrzeugen mit einer durchgehenden oder halb durchgehenden Bremsanlage, bei der sich der Druck in den Bremszylindern während des Bremsens trotz der dynamischen Achslastverlagerung nicht verändert, darf auch nur das Anhängefahrzeug gebremst werden. Die Abbremsung z_R des Anhängefahrzeugs wird nach folgender Formel berechnet:

Dabei gilt:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{F_M + F_R}{F_R} + R$$

$$R = \text{Rollwiderstandswert:}$$

- 0,02 bei Fahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 40 km/h
- 0,01 bei Fahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 40 km/h

F_M = gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder einer Zugmaschine

F_R = gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Anhängefahrzeugs

- 2.2.3.6. Alternativ dazu kann die Abbremsung des Anhängefahrzeugs auch bestimmt werden, indem nur dieses gebremst wird. In diesem Fall muss der verwendete Druck dem entsprechen, der in den Bremszylindern während der Bremsung der Fahrzeugkombination gemessen wurde.

2.3. Prüfung Typ I (Prüfung des Absinken der Bremswirkung)

Dieser Prüfungstyp ist nach den Vorschriften der Nummern 2.3.1 oder 2.3.2, je nachdem, was zutrifft, durchzuführen.

2.3.1. Mit wiederholten Bremsungen

Zugmaschinen der Klassen T und C sind der Prüfung Typ I mit wiederholten Bremsungen zu unterziehen.

- 2.3.1.1. Zur Prüfung der Betriebsbremsanlage von unter diese Verordnung fallenden Zugmaschinen sind die Bremsen mehrfach nacheinander zu betätigen und wieder zu lösen. Das Fahrzeug muss voll beladen sein und unter den in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Bedingungen geprüft werden:

Fahrzeugklasse	Bedingungen			
	v_1 [km/h]	v_2 [km/h]	Δt [sec]	n
T, C	80 % v_{max}	$\frac{1}{2} v_1$	60	20

Dabei gilt:

v_1 = Geschwindigkeit zu Beginn der Bremsung

v_2 = Geschwindigkeit am Ende der Bremsung

v_{max} = Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs

n = Anzahl der Bremsbetätigungen

Δt = Dauer des Bremszyklus (Zeitraum zwischen dem Beginn einer Bremsung und dem Beginn der nächsten).

2.3.1.1.1. Bei Zugmaschinen, deren bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit 40 km/h nicht überschreitet, können alternativ zu den in der Tabelle unter Nummer 2.3.1.1 aufgeführten Prüfbedingungen die Bedingungen gemäß der folgenden Tabelle angewandt werden:

Fahrzeugklasse	Bedingungen			
	v_1 [km/h]	v_2 [km/h]	Δt [sec]	n
T, C	80 % v_{max}	0,05 v_1	60	18

2.3.1.2. Lassen die Eigenschaften des Fahrzeugs die Einhaltung der für Δt vorgeschriebenen Dauer 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.

2.3.1.3. Bei diesen Prüfungen muss die auf die Betätigungsseinrichtung ausgeübte Kraft so bemessen sein, dass bei der ersten Bremsung eine mittlere Vollverzögerung von 3 m/s^2 erreicht wird. Diese Kraft muss während aller nachfolgenden Bremsungen gleich groß sein.

2.3.1.4. Während der Bremsungen bleibt der Motor eingekuppelt und das Getriebe in der höchsten Stufe (ausgenommen Schnellgang (*overdrive*) usw.).

2.3.1.5. 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).

2.3.1.6. Bei Fahrzeugen mit selbsttätigen Nachstelleinrichtungen ist vor der oben beschriebenen Prüfung Typ I die Bremsennachstellung nach dem jeweils zutreffenden Verfahren einzustellen:

2.3.1.6.1. Bei Fahrzeugen mit Druckluftbremsen muss die Bremsennachstellung so eingestellt sein, dass die selbsttätige Nachstelleinrichtung betriebsbereit ist. Dazu muss der Bremskolbenhub wie folgt eingestellt werden:

$$s_o \geq 1.1 \times s_{\text{re-adjust}}$$

(der obere Grenzwert darf einen vom Hersteller empfohlenen Wert nicht überschreiten).

Dabei gilt:

$s_{\text{re-adjust}}$ ist der Nachstellhub nach der Angabe des Herstellers der selbsttätigen Nachstelleinrichtung, d. h. der Hub, bei dem diese beginnt, das Lüftspiel der Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 15 % des Betriebsdrucks der Bremsanlage (mindestens jedoch 100 kPa) nachzustellen.

Wenn der technische Dienst ebenfalls der Auffassung ist, dass der Bremskolbenhub nicht gemessen werden kann, ist mit dem technischen Dienst die Anfangseinstellung zu vereinbaren.

In diesem Zustand ist die Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 30 % des Betriebsdrucks der Bremsanlage (mindestens jedoch 200 kPa) 50-mal hintereinander zu betätigen. Anschließend ist die Bremse einmal bei einem Bremszylinderdruck von \geq 650 kPa zu betätigen.

- 2.3.1.6.2. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Scheibenbremsen werden Einstellvorschriften nicht für erforderlich gehalten.
- 2.3.1.6.3. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Trommelbremsen sind bei der Bremsennachstellung die Angaben des Herstellers zu beachten.

2.3.2. Mit andauernder Bremsung

- 2.3.2.1. Betriebsbremsanlage von Fahrzeugen der Klassen R1, R2, S1, R3a R4a und S2a sowie, falls die Summe der technisch zulässigen Achslasten 10 000 kg nicht übersteigt, der Klassen R3b, R4b und S2b

Haben die genannten Fahrzeuge der Klassen R3a, R4a und S2a sowie, falls die Summe der technisch zulässigen Achslasten 10 000 kg nicht übersteigt, der Klassen R3b, R4b und S2b nicht ersatzweise die Prüfung Typ III nach Nummer 2.5 erfolgreich durchlaufen, sind sie so zu prüfen, dass die Energiezufuhr zu den Bremsen bei beladenem Fahrzeug dem Wert entspricht, der sich im selben Zeitraum bei einem beladenen Fahrzeug ergibt, das mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit von 40 km/h auf einer 1,7 km langen Strecke mit 7 % Gefälle gefahren wird.

- 2.3.2.2. Die Prüfung kann auf einer ebenen Fahrbahn durchgeführt werden, wobei das Anhängefahrzeug von einem landwirtschaftlichen Fahrzeug gezogen wird; während der Prüfung muss die auf die Betätigungsseinrichtung ausgeübte Kraft so bemessen werden, dass der Widerstand des Anhängefahrzeugs aufrechterhalten wird (7 % der stationären Achshöchstlast des Anhängefahrzeugs). Reicht die zur Verfügung stehende Zugkraft nicht aus, kann die Prüfung, wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt, mit einer geringeren Geschwindigkeit auf einer längeren Strecke durchgeführt werden:

Geschwindigkeit (km/h)	Strecke (in m)
40	1 700
30	1 950
20	2 500
15	3 100

2.3.2.3. Bei Anhängefahrzeugen mit selbsttätigen Nachstelleinrichtungen ist vor der oben beschriebenen Bremsprüfung Typ I die Bremsennachstellung nach dem Verfahren gemäß Absatz 2.5.4 einzustellen.

2.3.3. Wirkung bei heißen Bremsen

2.3.3.1. Am Schluss der Bremsprüfung Typ I (Prüfung nach Nummer 2.3.1 oder 2.3.2) wird unter den Bedingungen der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor (und insbesondere mit einer gleichförmigen Betätigungs Kraft, die nicht größer als die tatsächlich benutzte mittlere Kraft ist) die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage ermittelt (u. U. jedoch bei anderen Temperaturbedingungen).

2.3.3.2. Bei Zugmaschinen darf diese Heißbremswirkung nicht unter 80 % der für die betreffende Klasse vorgeschriebenen Bremswirkung und nicht unter 60 % des bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor ermittelten Wertes liegen.

2.3.3.3. Bei Anhängefahrzeugen darf die Bremskraft bei heißen Bremsen am Umfang der Räder, wenn sie bei 40 km/h geprüft wird, bei Anhängefahrzeugen mit einer $v_{max} > 30$ km/h nicht weniger als 36 % und bei Anhängefahrzeugen mit einer $v_{max} \leq 30$ km/h nicht weniger als 26 % der maximalen statischen Radlast betragen, und sie darf nicht unter 60 % des Wertes liegen, der in der Prüfung Typ 0 bei derselben Geschwindigkeit gemessen wird.

2.3.4. Prüfung der Freigängigkeit

Bei Zugmaschinen mit selbsttätigen Nachstelleinrichtungen lässt man nach Abschluss der Prüfungen gemäß Nummer 2.3.3 die Bremsen abkühlen, bis ihre Temperatur der einer kalten Bremse (d. h. ≤ 100 °C) entspricht, und es wird geprüft, ob das Fahrzeug freigängig ist, wozu eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt sein muss:

2.3.4.1. Die Räder sind freigängig (d. h. sie können mit der Hand gedreht werden);

2.3.4.2. die stabilisierten Temperaturen der Trommeln oder Scheiben steigen nicht um mehr als 80 °C an, wenn das Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit $v = 60$ km/h bei gelösten Bremsen fährt; in diesem Fall gelten die Restbremsmomente als annehmbar.

2.4. Prüfung Typ II (Prüfung des Fahrzeugverhaltens auf langen Gefällestrecken)

Zusätzlich zu der Prüfung Typ I müssen Zugmaschinen mit einer zulässigen Höchstmasse von mehr als 12 t auch die Prüfung Typ II durchlaufen.

2.4.1. Die beladenen Zugmaschinen werden in der Weise geprüft, dass die Energieaufnahme derjenigen entspricht, die während des gleichen Zeitraums bei einer beladenen Zugmaschine entsteht, die mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 km/h eine 6 km lange Strecke mit einem Gefälle von 6 % zurücklegt, wobei der entsprechende Gang eingeschaltet sein muss und eine etwaige Dauerbremsanlage zu benutzen ist. Der Gang ist so zu wählen, dass die Drehgeschwindigkeit des Motors (min^{-1}) den vom Hersteller vorgeschriebenen Höchstwert nicht überschreitet.

2.4.2. Bei Fahrzeugen, bei denen die Energie allein durch die Motorbremswirkung aufgenommen wird, ist eine Toleranz von 5 km/h bei der Durchschnittsgeschwindigkeit zulässig, dabei ist der Gang einzulegen, der bei einem Gefälle von 6 % eine gleich bleibende Geschwindigkeit möglichst nahe bei 30 km/h ergibt. Erfolgt die Bestimmung der nur vom Motor erbrachten Bremswirkung durch eine Verzögerungsmessung, ist eine Verzögerung von mindestens $0,5 \text{ m/s}^2$ ausreichend.

2.4.3. Nach Abschluss der Prüfung wird unter den Bedingungen der Bremsprüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor (jedoch unter möglicherweise anderen Temperaturbedingungen) die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage ermittelt. Diese Heißbremswirkung muss einen Bremsweg, der nicht über den angegebenen Werten liegt, und eine mittlere Vollverzögerung, die die nachstehend angegebenen Werte nicht unterschreiten darf, ergeben, wobei die Betätigungs Kraft 60 daN nicht überschreiten darf:

$$0,15 v + (1,33 v^2/115) \quad (\text{Der zweite Ausdruck entspricht einer mittleren Vollverzögerung } d_m = 3,3 \text{ m/s}^2).$$

2.5. Bremsprüfung Typ III (Prüfung des Absinkens der Bremswirkung) für beladene Fahrzeuge der Klassen

2.5.1. R3b, R4b und S2b, wenn die Summe der technisch zulässigen Achslasten mehr als 10 000 kg beträgt

oder, alternativ, der Klassen

2.5.2. R3a, R4a und S2a, wenn die betreffenden Fahrzeuge nicht nach Nummer 2.3.2 geprüft wurden, und der Klassen

2.5.3. R3b, R4b und S2b, wenn die Summe der technisch zulässigen Achslasten 10 000 kg nicht übersteigt.

2.5.4. Prüfung auf der Straße

2.5.4.1. Vor der nachstehend beschriebenen Bremsprüfung Typ III ist die Bremsennachstellung nach dem jeweils zutreffenden Verfahren einzustellen:

2.5.4.1.1. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluftbremsen muss die Bremsennachstellung so eingestellt sein, dass die selbsttätige Nachstelleinrichtung funktionsfähig ist. Dazu muss der Bremskolbenhub wie folgt eingestellt werden:

$$s_o \geq 1,1 \times s_{\text{re-adjust}}$$

(der obere Grenzwert darf einen vom Hersteller empfohlenen Wert nicht überschreiten).

Dabei gilt:

$s_{\text{re-adjust}}$ ist der Nachstellhub nach der Angabe des Herstellers der selbsttätigen Nachstelleinrichtung, d. h. der Hub, bei dem diese beginnt, das Lüftspiel der Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 100 kPa nachzustellen.

Wenn der technische Dienst ebenfalls der Auffassung ist, dass der Bremskolbenhub nicht gemessen werden kann, ist mit dem technischen Dienst die Anfangseinstellung zu vereinbaren.

In diesem Zustand ist die Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 200 kPa 50 Mal hintereinander zu betätigen. Anschließend ist die Bremse einmal bei einem Bremszylinderdruck von ≥ 650 kPa zu betätigen.

- 2.5.4.1.2. Bei Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Scheibenbremsen werden Einstellvorschriften nicht für erforderlich gehalten.
- 2.5.4.1.3. Bei Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Trommelbremsen sind bei der Bremsennachstellung die Angaben des Herstellers zu beachten.

- 2.5.4.2. Für die Prüfung auf der Straße gelten folgende Bedingungen:

Zahl der Bremsungen	20
Dauer eines Bremszyklus	60 s
Ausgangsgeschwindigkeit zu Beginn der Bremsung	60 km/h
Bremsungen	Bei diesen Prüfungen muss die auf die Betätigungsseinrichtung aufgebrachte Kraft so eingestellt werden, dass bei der ersten Bremsung eine mittlere Vollverzögerung von 3 m/s^2 in Bezug auf die Masse des Anhängefahrzeugs P_R erreicht wird; diese Kraft muss bei den folgenden Bremsungen gleich groß sein.

Die Abbremsung eines Anhängerfahrzeugs wird nach der Formel unter der Nummer 2.2.3.5 berechnet:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{(F_M + F_R)}{F_R} + R$$

$$v_2 = v_1 \cdot \sqrt{\frac{F_M + F_1 + F_2 / 4}{F_M + F_1 + F_2}}$$

Geschwindigkeit am Ende der Bremsung:

Dabei gilt:

z_R = Abbremsung des Anhängefahrzeugs

Z_{R+M}	=	Abbremsung der Fahrzeugkombination (Zugmaschine und Anhängefahrzeug),
R	=	Rollwiderstandswert = 0,01
F_M	=	gesamte statische Normalkraft zwischen der Fahrbahn und den Rädern der Zugmaschine (N),
F_R	=	gesamte statische Normalkraft zwischen der Fahrbahn und den Rädern des Anhängefahrzeugs (N),
F_1	=	statische Normalkraft des von den ungebremsten Achsen getragenen Teils der Masse des Anhängefahrzeugs (N),
F_2	=	statische Normalkraft des von den gebremsten~ Achsen getragenen Teils der Masse des Anhängefahrzeugs (N),
P_R	=	$P_R = F_R / g$
v_1	=	Ausgangsgeschwindigkeit (km/h)
v_2	=	Endgeschwindigkeit (km/h)

2.5.5. Wirkung bei heißen Bremsen

Am Ende der Prüfung nach Nummer 2.5.4 muss die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage unter den gleichen Bedingungen geprüft werden wie bei der Prüfung Typ 0, allerdings mit unterschiedlichen Temperaturbedingungen und einer Anfangsgeschwindigkeit von 60 km/h. Die Heißbremskraft am Umfang der Räder darf dann nicht weniger als 40 % der maximalen statischen Radlast und nicht weniger als 60 % des bei der gleichen Geschwindigkeit bei der Prüfung Typ 0 aufgezeichneten Wertes betragen.

2.5.6. Prüfung der Freigängigkeit

Nach Abschluss der Prüfungen gemäß Nummer 2.5.5 lässt man die Bremsen abkühlen, bis ihre Temperatur der einer kalten Bremse (d. h. < 100 °C) entspricht, und es wird geprüft, ob das Anhängefahrzeug freigängig ist, wozu eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt sein muss:

- 2.5.6.1. Die Räder sind freigängig (d. h. sie können mit der Hand gedreht werden);
- 2.5.6.2. die stabilisierten Temperaturen der Trommeln oder Scheiben steigen nicht um mehr als 80 °C an, wenn das Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit $v = 60 \text{ km/h}$ bei gelösten Bremsen fährt; in diesem Fall gelten die Restbremsmomente als annehmbar

3. Wirkung der Bremsanlagen

3.1. Fahrzeuge der Klassen T und C

3.1.1. Betriebsbremsanlage

3.1.1.1.

Die Betriebsbremsanlage ist unter den Bedingungen der Prüfung Typ 0 in dem Zustand gemäß der nachfolgenden Tabelle zu prüfen:

	$v_{max} \leq 30 \text{ km/h}$	$v_{max} > 30 \text{ km/h}$
v	$= v_{max}$	$= v_{max}$
s (Meter)	$\leq 0,15 v + v^2/92$	$\leq 0,15 v + v^2/130$
d_m	$\geq 3,55 \text{ m/s}^2$	$\geq 5 \text{ m/s}^2$
F (mit dem Fuß bediente Betätigungsseinrichtung)	$\leq 600 \text{ N}$	$\leq 600 \text{ N}$
F (mit der Hand bediente Betätigungsseinrichtung)	$\leq 400 \text{ N}$	$\leq 400 \text{ N}$

Dabei gilt:

- v_{max} = bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs
- v = vorgeschriebene Prüfgeschwindigkeit
- s = Bremsweg
- d_m = Mittlere Vollverzögerung
- F = Kraft an der Betätigungsseinrichtung

3.1.1.2.

Bei einer Zugmaschine, die zum Ziehen eines ungebremsten Fahrzeugs der Klasse R oder S zugelassen ist, muss die für die entsprechende Zugmaschine vorgeschriebene Mindestbremswirkung (bei der Prüfung Typ 0 mit ausgetrenntem Motor) erreicht werden, wenn das ungebremste Anhängefahrzeug an die Zugmaschine angekuppelt und bis zu der vom Zugmaschinenhersteller angegebenen Höchstmasse beladen ist.

Die Bremswirkung der Kombination ist, ausgehend von der höchsten Bremswirkung, die bei der Prüfung Typ 0 von der Zugmaschine allein mit ausgetrenntem Motor in beladenem und unbeladenem Zustand (fakultativ auch in teilbeladenem Zustand gemäß der Definition des Zugmaschinenherstellers) tatsächlich erreicht wird, rechnerisch nach folgender Formel zu überprüfen (praktische Prüfungen mit einem angekoppelten ungebremsten Anhängefahrzeug sind nicht erforderlich):

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

Dabei gilt:

d_{M+R}	= berechnete mittlere Vollverzögerung der Zugmaschine, an die ein ungebremstes Anhängefahrzeug angekuppelt ist, in m/s^2 ,
d_M	= maximale mittlere Vollverzögerung der Zugmaschine allein, die bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor erreicht wird, in m/s^2 ,
P_M	= Masse der Zugmaschine (falls zutreffend, einschließlich Ballast und/oder Stützlast)
P_{M_laden}	= Masse der Zugmaschine, beladen
$P_{M_par_laden}$	= Masse der Zugmaschine, teilbeladen
$P_{M_unladen}$	= Masse der Zugmaschine, unbeladen
P_R	= Teil der Höchstmasse, der von den Achsen eines Anhängefahrzeugs ohne Betriebsbremse, das (nach den Angaben des Zugmaschinenherstellers) angekuppelt werden kann, getragen wird
P_{M+R}'	= Masse der Kombination (Masse „PM“ + erklärte Masse des ungebremsten Anhängefahrzeugs P_R)

3.1.1.2.1. Erforderliche Mindestbremswirkung der Kombination

Die Mindestbremswirkung der Kombination darf, im beladenen und unbeladenen Zustand, bei Zugmaschinen mit einer $v_{max} > 30 \text{ km/h}$ nicht weniger als $4,5 \text{ m/s}^2$ und bei Zugmaschinen mit einer $v_{max} \leq 30 \text{ km/h}$ nicht weniger als $3,2 \text{ m/s}^2$ betragen. Nach dem Ermessen des Zugmaschinenherstellers kann von dem technischen Dienst eine zusätzliche Prüfung Typ 0 mit der einer Teilbeladung der Zugmaschine entsprechenden Masse gemäß Herstellerangaben durchgeführt werden, um die höchste zulässige Masse eines ungebremsten Anhängefahrzeugs festzulegen, mit der die erforderliche Mindestbremswirkung einer Kombination mit einer solchen „Kombinationsmasse“ erreicht wird.

Die gemessenen Werte „ d_m “ für die genannten Beladungszustände und die entsprechenden errechneten Werte „ d_{M+R}' “ sind in den Prüfbericht einzutragen.

Der erklärte Höchstwert für das ungebremste Anhängefahrzeug darf $3\,500 \text{ kg}$ nicht überschreiten.

3.1.2. Hilfsbremsanlage

Mit der Hilfsbremsanlage müssen, selbst wenn ihre Betätigungsseinrichtung auch noch für andere Bremsfunktionen bestimmt ist, ein Bremsweg, der folgende Werte nicht übersteigt, und eine mittlere Vollverzögerung erreicht werden, die die nachstehenden Werte nicht unterschreiten darf:

Zugmaschinen mit einer $v_{max} \leq 30 \text{ km/h}$: $0,15 v + (v^2/39)$

(der zweite Ausdruck entspricht einer mittleren Vollverzögerung $d_m = 1,5 \text{ m/s}^2$)

Zugmaschinen mit einer $v_{max} > 30 \text{ km/h}$: $0,15 v + (v^2/57)$

(der zweite Ausdruck entspricht einer mittleren Vollverzögerung $d_m = 2,2 \text{ m/s}^2$)

Die vorgeschriebene Wirkung muss erzielt werden, indem auf die Betätigungsseinrichtung eine Kraft aufgebracht wird, die bei mit dem Fuß betätigten Betätigungsseinrichtungen 600 N und bei mit der Hand betätigten Betätigungsseinrichtungen 400 N nicht überschreitet. Die Betätigungsseinrichtung muss so angeordnet sein, dass sie vom Fahrer leicht und rasch bedient werden kann.

3.1.3. Feststellbremsanlage

- 3.1.3.1. Die Feststellbremsanlage muss, auch wenn sie mit einer der anderen Bremsvorrichtungen kombiniert ist, eine beladene Zugmaschine auf einer Steigung oder in einem Gefälle von 18 % im Stillstand halten können. Diese Anforderung muss auch während der Abkühlphase erfüllt werden. Die Abkühlphase gilt als beendet, wenn die Bremsen eine Temperatur von 10 °C über Umgebungstemperatur erreicht haben.
- 3.1.3.2. Bei Fahrzeugen der Klasse T4.3 muss die Feststellbremsanlage, auch wenn sie mit einer der anderen Bremsvorrichtungen kombiniert ist, eine beladene Zugmaschine auf einer Steigung oder in einem Gefälle von 40 % im Stillstand halten können. Diese Anforderung muss auch während der Abkühlphase erfüllt werden. Die Abkühlphase gilt als beendet, wenn die Bremsen eine Temperatur von 10 °C über Umgebungstemperatur erreicht haben.

3.1.3.3. Prüfung der Wirkung der heißen und kalten Feststellbremsanlage

Um zu überprüfen, dass die Feststellbremse in der Lage ist, eine beladene Zugmaschine auf einer Steigung und in einem Gefälle gemäß den Nummern 3.1.3.1 und 3.1.3.2 im Stillstand zu halten, sind die Messungen unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

- Aufheizen der Bremsen auf eine Temperatur ≥ 100 °C (gemessen an der Reibfläche der Scheibe oder der Außenseite der Trommel);
- statische Prüfung der heißen Feststellbremsanlage bei einer Temperatur ≥ 100 °C;
- statische Prüfung der kalten Feststellbremsanlage bei einer Temperatur \leq Umgebungstemperatur + 10 °C.

Bei Bremsen im Ölbad vereinbaren der Fahrzeugherrsteller und der technische Dienst, nach welchem Verfahren die Prüfung durchgeführt wird. Das Bewertungsverfahren und die Ergebnisse sind dem Prüfbericht beizufügen.

- 3.1.3.4. Bei Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen zugelassen ist, muss die Feststellbremsanlage der Zugmaschine die Fahrzeugkombination auf einer Steigung oder in einem Gefälle von 12 % im Stillstand halten können, wenn die Fahrzeugkombination ihre höchste zulässige Masse gemäß Angabe des Herstellers aufweist.

Falls die Erfüllung dieser Anforderung an physikalischen Grenzen (z. B. einem begrenzten Reifen/Fahrbahn-Kraftschlussbeiwert, der verhindert, dass die Zugmaschine ausreichend Bremskraft erzeugt) scheitert, gilt sie als erfüllt, wenn die alternative Anforderung unter Nummer 3.1.3.4 in Verbindung mit Anhang I Nummer 2.2.1.20 erfüllt ist.

- 3.1.3.4.1. Die Anforderung unter Nummer 3.1.3.4 gilt als erfüllt, wenn die Bedingungen unter den Nummern 3.1.3.4.1.1 oder 3.1.3.4.1.2 erfüllt sind.

3.1.3.4.1.1. Auch wenn der Motor der Zugmaschine nicht läuft, bleibt die Kombination mit ihrer höchsten zulässigen Masse bei der vorgeschriebenen Steigung bzw. dem vorgeschriebenen Gefälle im Stillstand, wenn der Fahrer durch das Bedienen einer einzelnen Betätigungsseinrichtung vom Fahrersitz aus die Feststellbremsanlage der Zugmaschine und die Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs oder nur eine der beiden Bremsanlagen betätigt hat.

3.1.3.4.1.2. Die Bremsanlage der Zugmaschine kann eine Zugmaschine im Stillstand halten, die mit einem ungebremsten Anhängefahrzeug verbunden ist, dessen Masse der höchsten „Masse der Kombination P_{M+R} “ entspricht, welche im Prüfbericht zu vermerken ist.

„ P_{M+R} “ = Masse der Kombination (Masse „PM“ + erklärte Masse des ungebremsten Anhängefahrzeugs P_R) nach Nummer 3.1.1.2 des Prüfberichts.

„PM“ = Masse der Zugmaschine (falls zutreffend, einschließlich Ballast und/oder Stützlast).

3.1.3.5. Eine Feststellbremsanlage, die mehrmals betätigt werden muss, bevor sie die vorgeschriebene Bremswirkung erreicht, ist zulässig.

3.1.4. Restbremswirkung bei Ausfall der Übertragungseinrichtung

3.1.4.1. Bei Zugmaschinen der Klasse Tb mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h muss die Restbremswirkung der Betriebsbremsanlage bei Ausfall eines Teils seiner Übertragungseinrichtung bei der Prüfung Typ 0 mit ausgekuppeltem Motor und einer Betätigungsleistung von höchstens 70 daN aus den nachstehenden Ausgangsgeschwindigkeiten für die betreffende Fahrzeugklasse einen Bremsweg und eine mittlere Vollverzögerung gewährleisten, die die jeweiligen nachstehenden Werte nicht überschreien.

v [km/h]	Bremsweg BELADEN - [m]	d_m [m/s^2]	Bremsweg UNBELADEN - [m]	d_m [m/s^2]
40	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3

Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von der Vorschrift über die Hilfsbremsanlage ausgelegt werden.

3.1.4.2. Die Prüfung der Restbremswirkung ist so durchzuführen, dass die tatsächlichen Ausfallbedingungen in der Betriebsbremsanlage simuliert werden.

3.2. Fahrzeuge der Klassen R und S

3.2.1. Betriebsbremsanlage

3.2.1.1. Prüfvorschrift für Fahrzeuge der Klassen R1 oder S1

Bei Anhängefahrzeugen der Klasse R1 und S1, die mit einer Betriebsbremsanlage ausgerüstet sind, muss deren Bremswirkung die Anforderungen erfüllen, die für Fahrzeuge der Klassen R2 und S2 festgelegt sind.

3.2.1.2. Prüfvorschrift für Fahrzeuge der Klasse R2

Ist die Betriebsbremsanlage durchgehend oder halbdurchgehend, muss die Summe der am Umfang der gebremsten Räder ausgeübten Kräfte mindestens X % der maximalen statischen Radlast betragen.

X = 50 bei Anhängefahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 30 km/h

X = 35 bei Anhängefahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 30 km/h

Ist das Anhängefahrzeug mit einer Druckluftbremsanlage ausgerüstet, darf während der Bremsprüfung der Druck in der Steuerleitung nicht mehr als 650 kPa (und/oder einen entsprechenden digitalen Belastungswert nach ISO 11992: 2003 einschließlich ISO 11992-2: 2003 und Amd. 1: 2007 in der elektrischen Steuerleitung) und der Druck in der Vorratsleitung nicht mehr als 700 kPa betragen.

Ist das Anhängefahrzeug mit einer hydraulischen Bremsanlage ausgerüstet, darf der Druck in der Steuerleitung während der Bremsprüfung 11 500 kPa nicht überschreiten, während der Druck in der Zusatzleitung zwischen 1500 kPa und 1800 kPa liegen muss.

Die Prüfung wird mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h oder der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Anhängefahrzeugs durchgeführt, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

Handelt es sich bei der Bremsanlage um eine Auflaufbremsanlage, muss diese die Vorschriften nach Anhang VIII erfüllen.

3.2.1.3. Prüfvorschriften für Fahrzeuge der Klassen R3, R4 oder S2

Die Summe der Kräfte an den Umfängen der gebremsten Räder muss mindestens X % der maximalen statischen Radlast betragen.

X = 50 bei Anhängefahrzeugen der Klassen R3, R4 und S2 mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 30 km/h;

X = 35 bei Anhängefahrzeugen der Klassen R3a, R4a und S2a mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 30 km/h.

Ist das Anhängefahrzeug mit einer Druckluftbremsanlage ausgerüstet, darf der Druck während der Bremsprüfung in der Steuerleitung nicht mehr als 650 kPa und in der Vorratsleitung nicht mehr als 700 kPa betragen.

Die Prüfung wird mit einer Geschwindigkeit von 60 km oder der bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Anhängefahrzeugs durchgeführt, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

Ist der Anhänger mit einer hydraulischen Bremsanlage ausgerüstet, darf der Druck in der Steuerleitung während der Bremsprüfung 11 500 kPa nicht überschreiten, während der Druck in der Zusatzleitung zwischen 1500 kPa und 1800 kPa liegen muss.

3.2.1.4. Innerhalb einer Achsgruppe ist das Blockieren der Räder einer Achse bei der Prüfung Typ 0 zulässig. Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von der Vorschrift in Anhang XI Nummer 6.3.1 über das Blockieren der direkt geregelten Räder ausgelegt werden.

3.2.2. Feststellbremsanlage

3.2.2.1. Die Feststellbremsanlage des Anhängefahrzeugs muss das beladene, vom Zugfahrzeug getrennte Anhängefahrzeug auf einer Steigung oder einem Gefälle von 18 % im Stillstand halten können.

3.2.2.2. Die Anforderungen unter Nummer 3.2.2.1 müssen auch während der Abkühlphase erfüllt werden. Die Abkühlphase gilt als beendet, wenn die Bremsen eine Temperatur von 10 °C über Umgebungstemperatur erreicht haben.

3.2.2.3. Prüfung der Wirkung der heißen und kalten Feststellbremsanlage

Die Anforderungen gemäß Nummer 3.1.3.3 gelten entsprechend.

3.2.3. Selbstdämmende Bremsanlage

Bei der Prüfung des beladenen Fahrzeugs mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h oder 0,8 v_{max}, je nachdem, welcher Wert niedriger ist, darf die Wirkung der selbstdämmenden Bremsanlage im Fall einer Störung gemäß Anhang I Nummern 2.2.1.17 und 2.2.1.18 nicht weniger als 13,5 % der maximalen statischen Radlast betragen. Ein Blockieren der Räder ist bei einer Bremswirkung von mehr als 13,5 % zulässig.

3.3. Ansprech- und Schwelldauer für Fahrzeuge der Klassen T, C, R und S

3.3.1. Bei allen Fahrzeugen, bei denen die Betriebsbremsanlage vollständig oder teilweise auf eine andere Energiequelle als die Muskelkraft des Fahrers angewiesen ist, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

3.3.1.1. Bei Schnellbremsung darf die Zeitspanne zwischen dem Beginn der Betätigung der Betätigungsseinrichtung 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.

3.3.1.2. Bei Fahrzeugen mit Druckluftbremsanlage, Anhängefahrzeugen mit hydraulischer Bremsanlage oder Zugmaschinen mit hydraulischer Steuerleitung gelten die Anforderungen von Nummer 3.3.1 als erfüllt, wenn das Fahrzeug den Vorschriften von Anhang III entspricht.

3.3.1.3. Bei Zugmaschinen mit hydraulischer Bremsanlage gelten die Bedingungen von Nummer 3.3.1 als erfüllt, wenn bei einer Schnellbremsung die Verzögerung des Fahrzeugs oder der Druck in dem am ungünstigsten angeordneten Bremszylinder

innerhalb von 0,6 Sekunden den für die vorgeschriebene Bremswirkung erforderlichen Wert erreicht.

- 3.3.1.4. Werden bei Zugmaschinen mit nur einer gebremsten Achse alle anderen Achsen beim Bremsen automatisch mit dem Antrieb verbunden, gelten die Anforderungen unter Nummer 3.3.1 als erfüllt, wenn die Zugmaschine sowohl beim Bremsweg als auch bei der mittleren Vollverzögerung die für die betreffende Fahrzeugklasse vorgeschriebenen Werte nach Nummer 3.1.1.1 einhält; allerdings müssen in diesem Fall beide Parameter tatsächlich gemessen werden.

Anlage 1

Verteilung der Bremskraft auf die Fahrzeugachsen und Anforderungen zur Kompatibilität zwischen Zugfahrzeugen und Anhängern

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Fahrzeuge der Klassen T, C, R und S

1.1.1. Fahrzeuge der Klassen Ta, Ca, R2a, R3a, R4a und S2a mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von über 30 km/h müssen die folgenden Anforderungen dieser Anlage erfüllen:

1.1.1.1. die Kompatibilitätsanforderungen im Zusammenhang mit den Abbildungen 2 und 3, je nachdem, was zutrifft; wird eine spezielle Einrichtung verwendet, muss diese selbsttätig wirken. Bei Anhängern mit elektronisch gesteuerter Bremskraftverteilung gelten die Vorschriften dieser Anlage nur, wenn der Anhänger mit der Zugmaschine über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 elektrisch verbunden ist.

1.1.1.2. Bei Ausfall der Betätigungsseinrichtung der speziellen Einrichtung muss die unter Nummer 5 festgelegte Bremswirkung für das jeweilige Fahrzeug gewährleistet sein.

1.1.1.3. Die unter der Nummer 6 festgelegten Kennzeichnungsanforderungen.

1.1.2. Fahrzeuge der Klassen Tb, R2b, R3b, R4b und S2b müssen die einschlägigen Anforderungen dieser Anlage erfüllen. Wird eine spezielle Einrichtung verwendet, muss diese selbsttätig wirken.

1.1.3. Fahrzeuge der unter Nummer 1.1.1 oder unter Nummer 1.1.2 genannten Klassen, die mit Antiblockiervorrichtungen der Klasse 1 oder 2 (Zugmaschinen) bzw. der Klasse A oder B (Anhängefahrzeuge) ausgerüstet sind, welche die einschlägigen Bestimmungen von Anhang XI erfüllen, müssen auch die einschlägigen Bestimmungen dieser Anlage erfüllen, wobei folgende Ausnahmen gelten:

1.1.3.1. Die Vorschriften zur Kraftschlussausnutzung in Verbindung mit Abbildung 1 müssen nicht eingehalten sein;

1.1.3.2. bei Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen ist die Einhaltung der Vorschriften zur Kompatibilität im unbeladenen Zustand in Verbindung mit den Abbildungen 2 und 3 nicht erforderlich. Allerdings muss in allen Beladungszuständen bei einem Druck zwischen 20 kPa und 100 kPa (Druckluftbremsanlagen) bzw. bei 350 kPa bis 1800 kPa (hydraulische Bremsanlagen) oder beim entsprechenden digitalen Belastungswert am Anschlussstück der Steuerleitungen eine Abbremsung entstehen;

1.1.3.3. Für Fahrzeuge mit einer speziellen Einrichtung, die die Verteilung der Bremskraft auf die Achsen automatisch steuert oder die Bremskraft automatisch entsprechend der Belastung der Achse(n) regelt, gelten die Anforderungen der Nummern 5 und 6.

- 1.1.4. Bei einem Fahrzeug mit einer Dauerbremsanlage ist deren Verzögerungskraft bei der Bestimmung der Leistung des Fahrzeugs im Hinblick auf die Vorschriften dieser Anlage nicht zu berücksichtigen.
- 1.2. Die unter den Nummern 3.1.6.1, 4.1 und 4.2 genannten Anforderungen im Zusammenhang mit den Diagrammen gelten für Fahrzeuge mit pneumatischer und elektrischer Steuerleitung gemäß Anhang I Nummer 2.1.4 oder für hydraulische Steuerleitungen nach Anhang I Nummer 2.1.5. In allen Fällen ist der Bezugswert (Abszisse des Diagramms) der Wert des übertragenen Drucks bzw. des elektrischen Signals in der Steuerleitung:
- 1.2.1. Bei Fahrzeugen, die nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.1 ausgerüstet sind, bezeichnet dieser Wert den tatsächlichen Luftdruck in der Steuerleitung (p_m);
- 1.2.2. bei Fahrzeugen, die gemäß Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 oder 2.1.4.1.3 ausgerüstet sind, bezeichnet dieser Wert den Druck entsprechend dem übermittelten digitalen Belastungswert in der elektrischen Steuerleitung nach ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007.
- Fahrzeuge, die nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 (sowohl mit pneumatischen als auch elektrischen Steuerleitungen) ausgerüstet sind, müssen die Anforderungen der Diagramme zu beiden Steuerleitungen erfüllen. Identische Kurven für die Darstellung der Bremseigenschaften bei beiden Steuerleitungen sind jedoch nicht erforderlich.
- 1.2.3. Bei Fahrzeugen, die nach Anhang I Nummer 2.1.5.1 ausgerüstet sind, bezeichnet dieser Wert den tatsächlichen hydraulischen Druck in der Steuerleitung (p_m).

1.3. Überprüfung des Aufbaus der Bremskraft

- 1.3.1. Zum Zeitpunkt der Typgenehmigung ist nachzuprüfen, ob der Aufbau der Bremskraft an einer Achse jeder unabhängigen Achsgruppe innerhalb der nachstehenden Druckbereiche erfolgt:
- 1.3.1.1. Beladene Fahrzeuge:

An mindestens einer Achse muss der Aufbau von Bremskraft beginnen, wenn am Anschlussstück ein Druck von 20 kPa bis 100 kPa (Druckluftbremsanlagen) bzw. von 350 kPa bis 1800 kPa (hydraulische Bremsanlagen) oder der entsprechende digitale Belastungswert herrscht.

An mindestens einer Achse jeder anderen Achsgruppe muss der Aufbau von Bremskraft beginnen, wenn am Anschlussstück ein Druck ≤ 120 kPa (pneumatische Bremsanlagen) bzw. 2100 kPa (hydraulische Bremsanlagen) oder der entsprechende digitale Belastungswert herrscht.

1.3.1.2. Unbeladene Fahrzeuge:

An mindestens einer Achse muss der Aufbau von Bremskraft beginnen, wenn am Anschlussstück ein Druck von 20 kPa bis 100 kPa (Druckluftbremsanlagen) bzw. von 350 kPa bis 1800 kPa (hydraulische Bremsanlagen) oder der entsprechende digitale Belastungswert herrscht.

- 1.3.1.3. Wenn die Räder der Achse angehoben und freigängig sind, wird eine zunehmende Bremsbetätigkraft aufgebracht und der Druck am Anschlussstück dann gemessen, wenn das Rad oder die Räder nicht mehr mit der Hand gedreht werden können. Bei Zugmaschinen der Klasse C kann der Aufbau von Bremskraft auch mit einem alternativen Verfahren (z. B. durch Entfernen der Ketten) validiert werden. Diese Bedingung ist für den Aufbau der Bremskraft entscheidend.

2. Symbole

- i = Index der Achse (i = 1, Vorderachse; i = 2, zweite Achse usw.)
E = Radstand

E_R	= Abstand zwischen Kuppelpunkt und dem Mittelpunkt der Achse bei Starrdeichsel-Anhängefahrzeugen und Anhängefahrzeugen mit Zentralachse
f_i	= T_i/N_i , Kraftschlussausnutzung von Achse i
F_i	= Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i bei statischen Bedingungen
F_M	= gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder einer Zugmaschine
g	= Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
h	= Höhe des Schwerpunktes über dem Boden entsprechend der Angabe des Herstellers und mit Zustimmung des technischen Dienstes, der die Genehmigungsprüfung durchführt
J	= Verzögerung des Fahrzeugs
k	= theoretischer Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn
P	= Masse des Fahrzeugs
N_i	= Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i beim Bremsen
p_m	= Druck am Anschlussstück der Steuerleitung
F_R	= gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Anhängefahrzeugs
$F_{R\max}$	= Wert von F_R bei maximaler Masse des Anhängefahrzeugs
T_i	= von den Bremsen an der Achse i unter normalen Bremsbedingungen auf die Straße ausgeübte Kraft
T_M	= Summe der Bremskräfte am Umfang aller Räder einer Zugmaschine
T_R	= Summe der Bremskräfte T_i am Umfang aller Räder eines Anhängefahrzeugs
z	= Abbremsung des Fahrzeugs = J/g

3. Anforderungen für Zugmaschinen der Klasse T

3.1. Zweiachsige Zugmaschinen

3.1.1. Für Zugmaschinen aller Klassen für k-Werte zwischen 0,2 und 0,8 gilt:

$$z \geq 0,10 + 0,85 (k - 0,20)$$

Die Vorschriften nach den Nummern 3.1.1 und 4.1.1 berühren nicht die Vorschriften des Anhangs II hinsichtlich der Bremswirkung. Wenn jedoch bei Prüfungen, die nach den Vorschriften unter Nummer 3.1.1 oder 4.1.1 durchgeführt werden, Bremswirkungen erzielt werden, die höher sind als die in Anhang II vorgeschriebenen, gelten die Vorschriften über die Reibungsbedarfskurven innerhalb der Bereiche, die in Diagramm 1 durch die Geraden $k = 0,8$ und $z = 0,8$ bestimmt sind.

- 3.1.2. In allen Beladungszuständen des Fahrzeugs darf die Reibungsbedarfskurve der Hinterachse nicht über der Vorderachse verlaufen, und zwar

- 3.1.2.1. für alle Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30.

Diese Bedingung gilt ebenfalls als erfüllt, wenn die Reibungsbedarfskurven für jede Achse für Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30 zwischen zwei Parallelen zu der Geraden der idealen Reibungsbedarfskurve liegen, die sich aus der Gleichung $k = z + 0,08$, wie im Diagramm 1 dieses Anhangs gezeigt, ergibt, und wenn die Reibungsbedarfskurve der Hinterachse für Abbremsungen $z > 0,3$ der Gleichung

$$z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38) \text{ entspricht.}$$

- 3.1.3. Bei Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen der Klassen R3b, R4b und S2b mit Druckluftbremsanlagen zugelassen sind:

- 3.1.3.1. Bei der Prüfung mit abgeschalteter Energiequelle und abgesperrter Vorratsleitung, einem an die Druckluft-Steuerleitung angeschlossenen Behälter mit 0,5 Liter Fassungsvermögen und einem Druck im System zwischen dem Einschalt- und dem Ausschaltdruck muss bei voller Betätigung der Bremsbetätigseinrichtung und unabhängig vom Beladungszustand des Fahrzeugs der Druck am Anschlussstück der Vorratsleitung und der Druckluft-Steuerleitung zwischen 650 kPa und 850 kPa liegen.

- 3.1.3.2. Bei Fahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung muss sich durch die volle Betätigung der Betätigseinrichtung der Betriebsbremsanlage ein digitaler Belastungswert ergeben, der einem Druck zwischen 650 und 850 kPa (siehe ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007) entspricht.

- 3.1.3.3. Diese Werte müssen an der vom Anhängefahrzeug abgekuppelten Zugmaschine nachgewiesen werden können. Die Grenzlinien der Kompatibilität in den Diagrammen gemäß den Nummern 3.1.6, 4.1 und 4.2 sollten nicht über 750 kPa und/oder den entsprechenden digitalen Belastungswert hinausreichen (siehe ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007).

- 3.1.3.4. Es muss sichergestellt sein, dass am Anschlussstück der Vorratsleitung mindestens ein Druck von 700 kPa vorhanden ist, wenn im System der Einschaltdruck herrscht. Dieser Druck ist ohne Betätigung der Betriebsbremse nachzuweisen.

- 3.1.4. Bei Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen der Klassen R3b, R4b und S2b mit hydraulischen Bremsanlagen zugelassen sind:

- 3.1.4.1. Bei Leerlaufdrehzahl der Energiequelle sowie bei 2/3 der maximalen Motordrehzahl, wobei eine Steuerleitung des Anhängefahrzeug-Simulators (Anhang III Nummer 3.6) mit der hydraulischen Steuerleitung zu verbinden ist. Bei vollständiger Betätigung der Betätigseinrichtung der Bremsanlage muss der Druck unabhängig vom Beladungszustand des Fahrzeugs in der hydraulischen Steuerleitung zwischen 11 500 und 15 000 kPa und in der Zusatzleitung zwischen 1 500 und 3 500 kPa betragen.

3.1.4.2. Diese Werte müssen an der vom Anhängefahrzeug abgekuppelten Zugmaschine nachgewiesen werden können. Die Grenzlinien der Kompatibilität in den Diagrammen nach den Nummern 3.1.6, 4.1 und 4.2 sollten nicht über 13 300 kPa hinausragen.

3.1.5. Überprüfung der Übereinstimmung mit den Vorschriften der Nummern 3.1.1 und 3.1.2

3.1.5.1. Zur Überprüfung der Übereinstimmung mit den Vorschriften der Nummern 3.1.1 und 3.1.2 muss der Hersteller die Reibungsbedarfskurven der Vorderachse und der Hinterachse gemäß nachstehenden Formeln beibringen:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{F_1 + z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{F_2 - z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

Die Kurven sind für die beiden folgenden Beladungszustände aufzuzeichnen:

3.1.5.1.1. Unbeladen, so dass die vom Hersteller im Informationsdokument angegebene Mindestmasse nicht überschritten wird;

3.1.5.1.2. beladen, wobei mehrere Möglichkeiten der Lastverteilung vorzusehen sind, von denen die mit der höchsten Belastung der Vorderachse zu berücksichtigen ist.

3.1.5.2. Ist es bei Fahrzeugen mit permanentem Allradantrieb oder bei zugeschaltetem Allradantrieb während der Bremsung nicht möglich, die mathematische Nachprüfung gemäß Nummer 3.1.5.1 durchzuführen, kann der Hersteller stattdessen mittels einer Prüfung der Blockierreihenfolge nachweisen, dass für alle Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,8 ein Blockieren der Vorderräder entweder gleichzeitig mit oder vor dem Blockieren der Hinterräder eintritt. Diese Alternative befreit den Hersteller nicht vom Nachweis der Übereinstimmung mit Nummer 3.1.5.1 für den Zustand, in dem der Allradantrieb während der Bremsung nicht zugeschaltet ist.

3.1.5.2.1. Für Zugmaschinen, deren Allradantrieb zwar automatisch zugeschaltet wird, wenn bei einer Geschwindigkeit von über 20 km/h eine Bremsung eingeleitet wird, nicht jedoch, wenn die Betriebsbremsanlage bei Geschwindigkeiten ≤ 20 km/h betätigt wird, muss die Übereinstimmung mit Nummer 3.1.5.1 für den Zustand, in dem der Allradantrieb während des Bremsvorgangs nicht zugeschaltet ist, nicht nachgewiesen werden.

3.1.5.3. Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung mit den Anforderungen unter Nummer 3.1.5.2

- 3.1.5.3.1. Die Prüfung der Blockierreihenfolge ist auf einer Fahrbahnoberfläche mit einem Kraftschlussbeiwert von nicht mehr als 0,3 und von etwa 0,8 (trockene Straße) bei den unter der Nummer 3.1.5.3.2 angegebenen Anfangsgeschwindigkeiten durchzuführen.
- 3.1.5.3.2. Prüfgeschwindigkeiten:
 0,8 v_{max} km/h, aber nicht mehr als 60 km/h für Verzögerungen auf Straßenoberflächen mit niedrigem Reibungskoeffizienten;
 0,9 v_{max} bei Verzögerungen auf Straßenoberflächen mit hohem Reibungskoeffizienten.
- 3.1.5.3.3. Die aufgebrachte Pedalkraft darf die zulässigen Betätigungs Kräfte nach Nummer 3.2.1 überschreiten.
- 3.1.5.3.4. Die Pedalkraft wird aufgebracht und derart gesteigert, dass das zweite Rad am Fahrzeug zwischen 0,5 s und 1,0 s nach Einleitung des Bremsvorgangs blockiert; dies ist fortzusetzen, bis ein Blockieren beider Räder einer Achse eintritt (weitere Räder können während der Prüfung ebenfalls blockieren, z. B. bei gleichzeitigem Blockieren).
- 3.1.5.4. Die Prüfung nach Nummer 3.1.5.2 ist zweimal auf jeder Straßenoberfläche durchzuführen. Ist das Ergebnis einer Prüfung nicht befriedigend, ist eine dritte und entscheidende Prüfung durchzuführen.
- 3.1.6. Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen außer Starrdeichsel-Anhängefahrzeugen und Anhängefahrzeugen mit Zentralachse zugelassen sind
- 3.1.6.1. Das zulässige Verhältnis zwischen der Abbremsung T_M/F_M und dem Druck p_m muss innerhalb der im Diagramm 2 dargestellten Bereiche für alle Drücke zwischen 20 kPa und 750 kPa (bei Druckluftbremsanlagen) bzw. zwischen 350 kPa und 13 300 kPa (bei hydraulischen Bremsanlagen) liegen.

3.2. Zugmaschinen mit mehr als zwei Achsen

Für Fahrzeuge mit mehr als zwei Achsen gelten die Vorschriften nach Nummer 3.1. Die Anforderungen nach Nummer 3.1.2 in Bezug auf die Blockierreihenfolge gelten als erfüllt, wenn bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30 der an mindestens einer der Vorderachsen benötigte Kraftschlussbeiwert höher ist als der an mindestens einer der Hinterachsen benötigte.

4. Anforderungen für Anhängefahrzeuge
 - 4.1. Deichsel-Anhängefahrzeuge mit pneumatischen und hydraulischen Bremsanlagen:
 - 4.1.1. Für zweiachsige Deichsel-Anhängefahrzeuge gilt Folgendes:
 - 4.1.1.1. Für k -Werte zwischen 0,2 und 0,8 gilt:

$$z \geq 0,1 + 0,85 (k - 0,2)$$

Die Vorschriften nach Nummer 3.1.1 berühren nicht die Vorschriften des Anhangs II hinsichtlich der Bremswirkung. Wenn jedoch bei Prüfungen, die nach den

Bestimmungen unter Nummer 3.1.1 durchgeführt werden, Bremswirkungen erzielt werden, die höher sind als die in Anhang II vorgeschriebenen, gelten die Bestimmungen über die Reibungsbedarfskurven innerhalb der Bereiche, die in Diagramm 1 dieses Anhangs durch die Geraden $k = 0,8$ und $z = 0,8$ bestimmt sind.

- 4.1.1.2. Bei allen Beladungszuständen des Fahrzeugs darf die Reibungsbedarfskurve der Hinterachse bei allen Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30 nicht über der entsprechenden Kurve der Vorderachse liegen. Diese Bedingung gilt auch als erfüllt, wenn bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30 die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:
- 4.1.1.2.1. Die Reibungsbedarfskurven für die einzelnen Achsen verlaufen zwischen zwei Geraden, welche wiederum, wie in Diagramm 1 dargestellt, parallel zur Geraden der idealen Kraftschlussausnutzung gemäß den Gleichungen $k = z + 0,08$ und $k = z - 0,08$ verlaufen,
und
- 4.1.1.2.2. die Reibungsbedarfskurve für die Hinterachse entspricht bei Abbremsungen mit $z \geq 0,3$ dem Verhältnis $z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38)$.
- 4.1.1.3. Bei der Überprüfung der Einhaltung der Vorschriften der Nummern 4.1.1.1 und 4.1.1.2 ist das unter Nummer 3.1.5 beschriebene Verfahren anzuwenden.
- 4.1.2. Bei Deichsel-Anhängefahrzeugen mit mehr als zwei Achsen gelten die Anforderungen unter Nummer 4.1.1. Die Anforderungen nach Nummer 4.1.1 in Bezug auf die Blockierreihenfolge gelten als erfüllt, wenn bei Abbremsungen zwischen 0,15 und 0,30 der an mindestens einer der Vorderachsen benötigte Kraftschlussbeiwert höher ist als der an mindestens einer der Hinterachsen benötigte.
- 4.1.3. Das zulässige Verhältnis zwischen der Abbremsung T_R/F_R und dem Druck p_m muss bei allen Drücken zwischen 20 kPa und 750 kPa (pneumatisch) bzw. 350 kPa und 13 300 kPa (hydraulisch) sowohl im beladenen als auch im unbeladenen Zustand innerhalb der bezeichneten Bereiche in Diagramm 3 liegen.
- 4.2. Für Starrdeichsel-Anhängefahrzeuge oder Anhängefahrzeuge mit Zentralachse, die mit Druckluft- oder hydraulischen Bremsanlagen ausgerüstet sind, gilt Folgendes:
- 4.2.1. Das zulässige Verhältnis zwischen der Abbremsung T_R/F_R und dem Druck p_m muss in zwei Bereichen liegen, die anhand des Diagramms 3 durch Multiplizieren der Werte auf der Ordinatenachse mit 0,95 bestimmt werden. Diese Vorschrift muss bei allen Drücken zwischen 20 kPa und 750 kPa (pneumatisch) und 350 kPa und 13 300 kPa (hydraulisch) sowohl im beladenen als auch im unbeladenen Zustand eingehalten sein.
- 4.3. Für mit Auflaufbremsanlagen ausgerüstete Deichsel-Anhängefahrzeuge gilt Folgendes:
- 4.3.1. Die Anforderungen nach Nummer 4.1.1 gelten auch für Deichsel-Anhängefahrzeuge, die mit Auflaufbremsanlagen ausgerüstet sind.
- 4.3.2. Für mit Auflaufbremsen ausgerüstete Anhängefahrzeuge mit Auflaufbremsanlage und mehr als zwei Achsen gelten die Anforderungen nach Nummer 4.1.2 dieser Anlage.

4.3.3. Für die Berechnung zur Überprüfung der Einhaltung der Bestimmungen von Nummer 4.1.1.3 kann der Einfluss der zulässigen Deichselkraft D* (Anhang VIII Nummer 10.3.1) unbeachtet bleiben.

5. Anforderungen, die bei Ausfall des Bremskraftreglers einzuhalten sind

Werden die Anforderungen dieser Anlage durch eine besondere Einrichtung erfüllt (beispielsweise mechanisch über die Achsaufhängung gesteuert), muss es bei Ausfall ihrer Steuerung möglich sein, das Fahrzeug unter den für Hilfsbremsungen festgelegten Bedingungen zum Stehen zu bringen, sofern es sich um eine Zugmaschine handelt; bei Zugmaschinen, die für das Ziehen eines Fahrzeugs mit Druckluft- oder hydraulischer Bremsanlage ausgerüstet sind, muss am Kupplungskopf der Steuerleitung ein Druck erzielt werden können, der innerhalb des unter den Nummern 3.1.3 und 3.1.4 festgelegten Bereichs liegt. Bei Ausfall der Steuerung der Vorrichtung muss an Anhängefahrzeugen eine Wirkung der Betriebsbremse von mindestens 30 % der für das betreffende Fahrzeug vorgeschriebenen Wirkung erzielt werden.

6. Kennzeichnungen

6.1. Fahrzeuge, bei denen die Vorschriften dieser Anlage durch eine mechanisch über die Achsaufhängung betätigten Einrichtung erfüllt werden, sind entsprechend den Anforderungen auf der Grundlage von Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 zu kennzeichnen; die Kennzeichnung muss die geeigneten Daten zur Anzeige des gesamten nutzbaren Federwegs der Einrichtung zwischen den Stellungen für den unbeladenen und den beladenen Fahrzeugzustand sowie sämtliche weiteren zur Überprüfung der Einstellung der Einrichtung erforderlichen Angaben enthalten.

6.1.1. Wird ein über die Achsaufhängung gesteuerter lastabhängiger Bremskraftregler durch andere als mechanische Mittel betätigt, so müssen am Fahrzeug Angaben vorhanden sein, die eine Überprüfung der Einstellung der Einrichtung ermöglichen.

6.2. Werden die Anforderungen dieses Anhangs durch die Verwendung einer Einrichtung erfüllt, die den Luftdruck oder den hydraulischen Druck in der Übertragungseinrichtung der Bremsanlage regelt, müssen am Fahrzeug für die folgenden Beladungszustände Angaben über die Achslasten, den Nennausgangsdruck der Einrichtung sowie den Eingangsdruck, welcher mindestens 80 % des größten vom Fahrzeughersteller festgelegten Nenneingangsdrucks betragen muss, vorhanden sein:

6.2.1. bei der technisch zulässigen maximalen Achslast für die Achsen, die die Einrichtung steuern;

6.2.2. bei der Achslast, die der Masse des unbeladenen fahrbereiten Fahrzeugs gemäß dem Prüfbericht für die Genehmigung im Hinblick auf die Bremsanforderungen entspricht;

6.2.3. bei den Achslasten, die vom Hersteller festgelegt wurden, um die Überprüfung der Einstellung der Einrichtung im Betrieb zu ermöglichen, wenn diese nicht mit den Achslasten gemäß den Nummern 6.2.1 bis 6.2.2 identisch sind.

6.3. Die Kennzeichnungen nach den Nummern 6.1 und 6.2 müssen an einer gut sichtbaren Stelle dauerhaft angebracht sein. Ein Beispiel der Kennzeichnung für eine mechanisch betätigten Einrichtung an einem Fahrzeug mit Druckluft- oder hydraulischer Bremsanlage

ist gemäß den Anforderungen aufgrund von Artikel 34 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 vorzulegen.

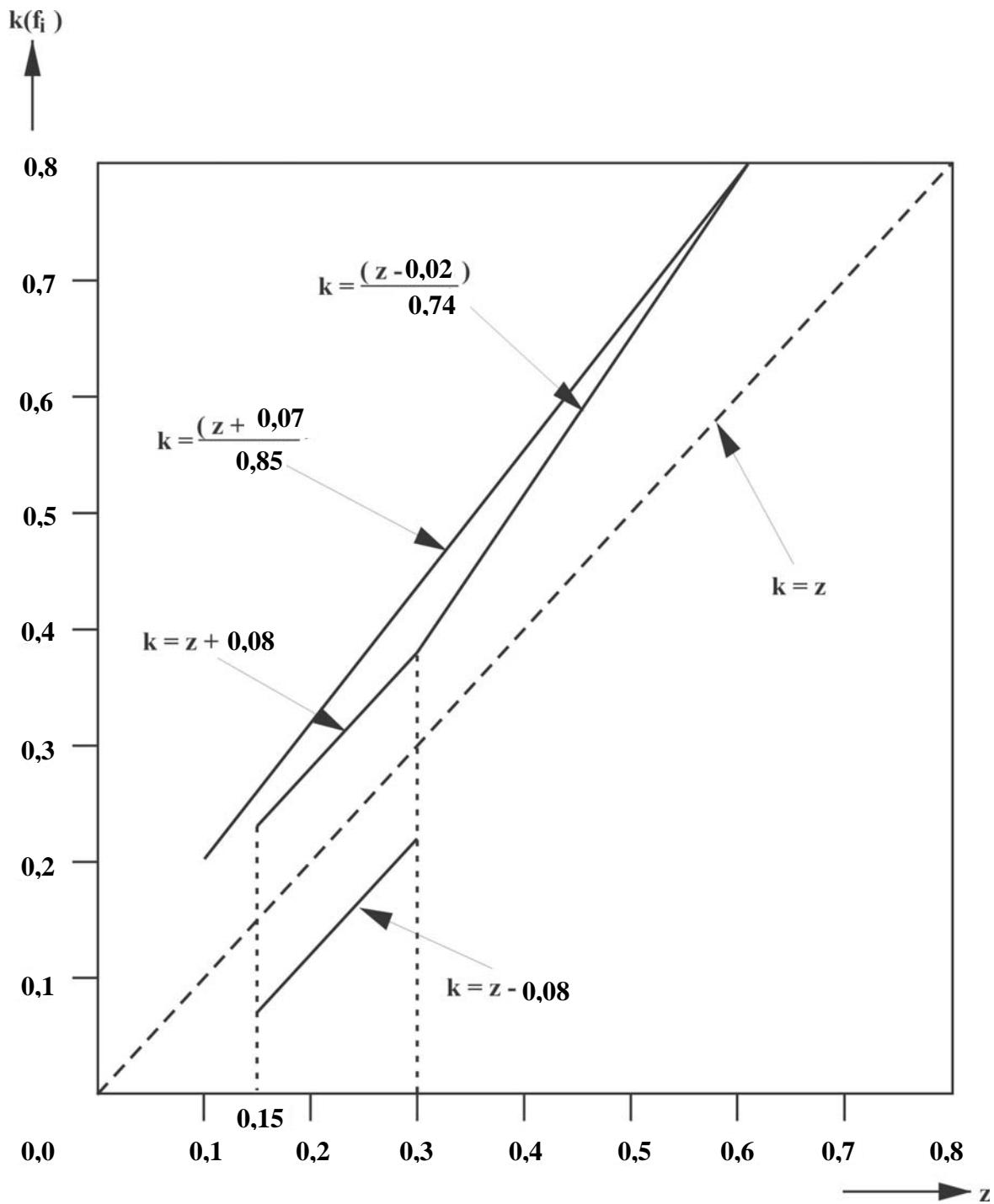
- 6.4. Bei elektronisch gesteuerten Bremskraft-Verteilungssystemen, die den Anforderungen unter den Nummern 6.1, 6.2 und 6.3 nicht entsprechen, muss ein Selbstüberwachungsverfahren für die Funktionen vorhanden sein, die die Bremskraftverteilung beeinflussen. Außerdem müssen an dem stehenden Fahrzeug die Prüfungen nach Nummer 1.3.1 in der Weise durchgeführt werden können, dass die Bremsbetätigkraft erzeugt wird, bei der der Aufbau der Bremskraft bei dem beladenen und dem unbeladenen Fahrzeug beginnt.

7. Fahrzeugprüfung

Zum Zeitpunkt der Typgenehmigung muss der technische Dienst prüfen, ob die in dieser Anlage enthaltenen Vorschriften eingehalten sind, und gegebenenfalls weitere Prüfungen dazu durchführen. Die Berichte über solche weiteren Prüfungen sind dem Typgenehmigungsbericht beizufügen.

Diagramm 1

Zugmaschinen der Klasse Tb und Deichsel-Anhängefahrzeuge der Klassen R3b, R4b und S2b
 (siehe die Nummern 3.1.2.1 und 4.1.1.2)



Anmerkung: Die untere Grenzkurve $k = z - 0,08$ gilt nicht für den Reibungsbedarf der Hinterachse.

Diagramm 2

Zulässiges Verhältnis zwischen der Abbremsung TM/PM zum Druck p_m am Anschlussstück für Zugmaschinen der Klassen T und C mit Druckluft- oder hydraulischen Bremsanlagen

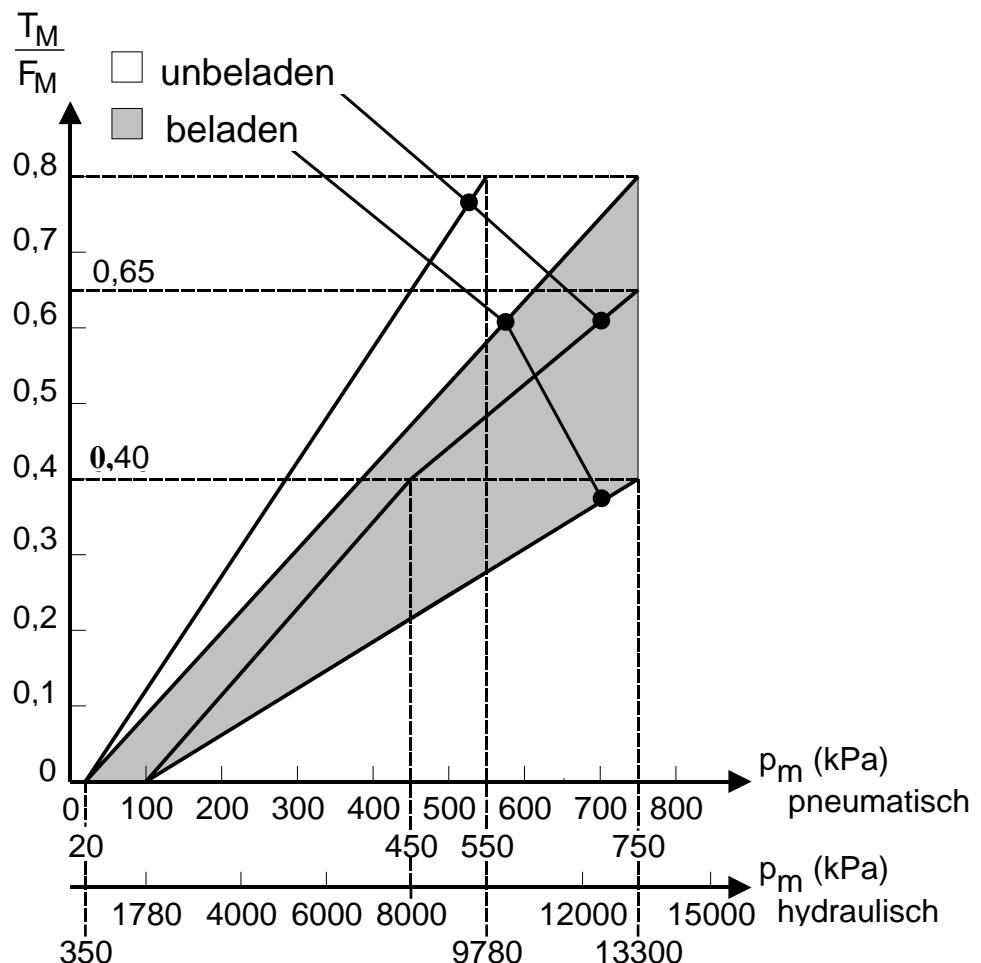
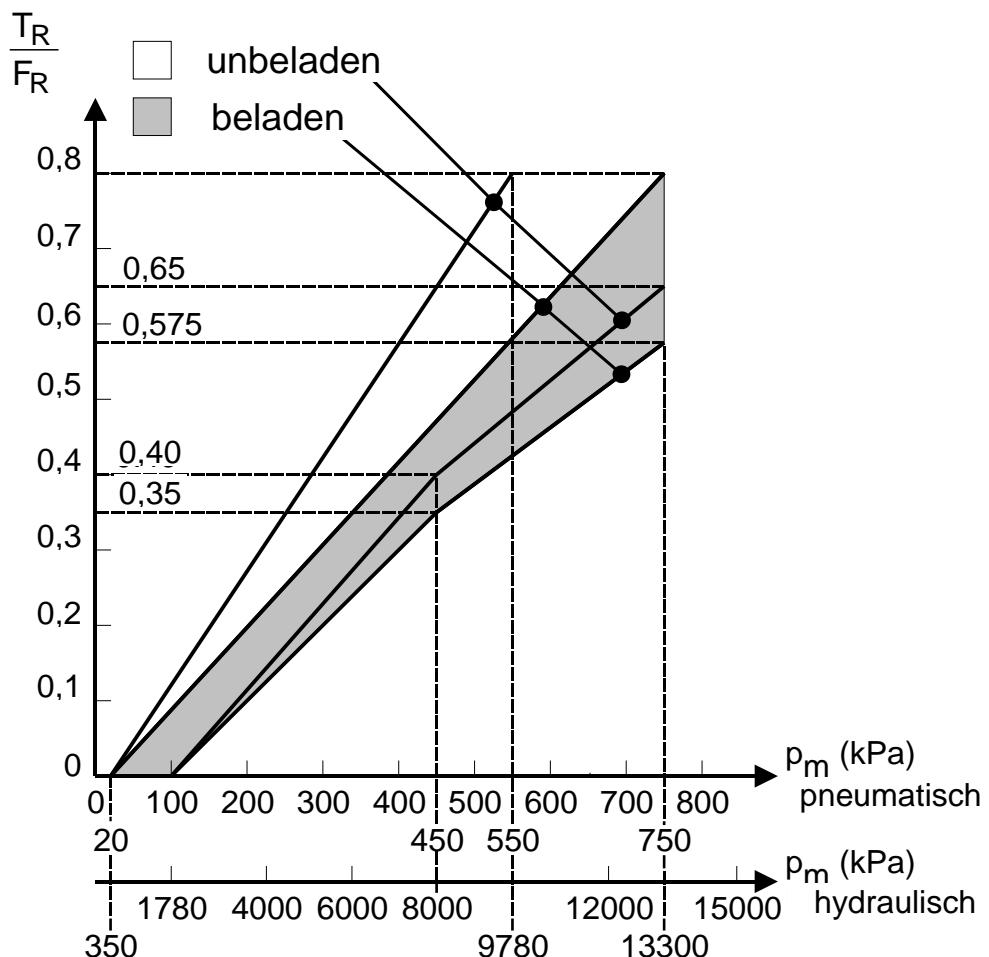


Diagramm 3

Zulässiges Verhältnis zwischen der Abbremsung TR/FR und dem Druck p_m am Anschlussstück für Anhängefahrzeuge der Klassen S2, R3 und R4 mit Druckluft- oder hydraulischen Bremsanlagen



ANHANG III

Anforderungen für die Messung der Ansprech- und Schwelldauer

1. Allgemeine Anforderungen

- 1.1. Die Ansprech- und Schwelldauer der Betriebsbremsanlage wird bei stehendem Fahrzeug ermittelt, wobei der Druck am Eintritt zu der am ungünstigsten gelegenen Bremse gemessen wird. Bei Fahrzeugen mit lastabhängigen Bremskraftreglern sind diese in die Stellung „beladen“ zu bringen.
- 1.2. Bei der Prüfung muss der Hub der Bremszylinder der einzelnen Achsen der engsten Einstellung der Bremsen entsprechen.
- 1.3. Die gemäß den Nummern 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6.5, 4.1, 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 5.3.6 und 6.2 ermittelten Ansprech- und Schwelldauern sind auf die nächste Zehntelsekunde zu runden. Beträgt die Ziffer, die die Hundertstel einheiten angibt, mindestens 5, ist die Ansprech- und Schwelldauer auf das nächsthöhere Zehntel aufzurunden.
- 1.4. Die Abbildungen in den Anlagen 1 und 2 enthalten Beispiele für die korrekte Konfiguration der Simulatoren für Einstellung und Verwendung.

2. Zugmaschinen mit Druckluftbremsanlagen

- 2.1. Zu Beginn jeder Prüfung muss der Druck in den Behältern gleich dem Druck sein, bei dem der Druckregler die Speisung mit Druckluft erneut einschaltet. In Anlagen, die nicht mit einem Regler (z. B. einem Grenzdruckverdichter) ausgestattet sind, muss der Druck in der Energiespeichereinrichtung, die für die in diesem Anhang vorgeschriebenen Prüfungen verwendet wird, zu Beginn jeder Prüfung 90 % des vom Hersteller angegebenen und in Anhang IV Teil A Nummer 1.2.2.1 festgelegten Drucks betragen.
- 2.2. Die Ansprech- und Schwelldauer ist, als Funktion der Bewegungsdauer (t_f), durch mehrere aufeinanderfolgende volle Betätigungen zu ermitteln, dabei ist mit der kürzest möglichen Bewegungsdauer zu beginnen, welche dann auf etwa 0,4 Sekunden erhöht wird. Die ermittelten Werte sind in einem Diagramm darzustellen.
- 2.3. Maßgebend für die Prüfung ist die Ansprech- und Schwelldauer, die einer Bewegungsdauer von 0,2 Sekunden entspricht. Diese Ansprech- und Schwelldauer darf durch Interpolation aus dem Diagramm entnommen werden.
- 2.4. Bei einer Bewegungsdauer von 0,2 Sekunden darf die Zeit zwischen dem Beginn der Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck im Bremszylinder 75 % seines asymptotischen Wertes erreicht, 0,6 Sekunden nicht übersteigen.

- 2.5. Bei Zugmaschinen mit einer Druckluft-Steuerleitung für Anhängefahrzeuge ist zusätzlich zu den Vorschriften nach Nummer 1.1 die Ansprech- und Schwelldauer am Ende eines 2,5 m langen Schlauches mit 13 mm Innendurchmesser zu messen, der an den Kupplungskopf der Steuerleitung der Betriebsbremsanlage anzuschließen ist. Während dieser Prüfung ist ein Volumen von $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ (dies entspricht dem Volumen eines Schlauches von 2,5 m Länge und 13 mm Innendurchmesser unter einem Druck von 650 kPa) an das Anschlussstück der Vorratsleitung anzuschließen. Länge und Innendurchmesser der Schläuche sind unter Nummer 2.4 in den Prüfbericht einzutragen.
- 2.6. Die Zeit zwischen dem Beginn der Betätigung des Bremspedals und dem Augenblick, in dem
- 2.6.1. der am Anschlussstück der Druckluft-Steuerleitung gemessene Druck bzw.
 - 2.6.2. der digitale Belastungswert in der elektrischen Steuerleitung, gemessen nach ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007, x % seines asymptotischen oder Endwertes erreicht, darf nicht mehr betragen als die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Werte:

$X [\%]$	$t [s]$
10	0,2
75	0,4

- 2.7. Bei Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen der Klasse R3 oder R4 mit Druckluftbremsanlagen zugelassen sind, ist zusätzlich zu den Anforderungen nach Nummer 2.6 die Einhaltung der Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.17.2.1 zu überprüfen, wobei folgendermaßen vorzugehen ist:
- 2.7.1. Es wird der Druck am Ende eines 2,5 m langen Schlauches mit 13 mm Innendurchmesser gemessen, der an das Anschlussstück der Vorratsleitung angeschlossen ist;
 - 2.7.2. es wird eine Störung der Steuerleitung am Anschlussstück simuliert;
 - 2.7.3. die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage wird gemäß Nummer 2.3 in 0,2 Sekunden betätigt.

3. Zugmaschinen mit hydraulischen Bremsanlagen

- 3.1. Die Prüfung der Ansprech- und Schwelldauer ist bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C durchzuführen.
- 3.2. Zu Beginn jeder Prüfung muss der Druck in der Energiespeichereinrichtung gleich dem Druck sein, bei dem der Druckregler die Speisung erneut einschaltet. In Anlagen, die nicht mit einem Regler ausgestattet sind (z. B. Hydraulikpumpen mit Druckbegrenzung), muss der Druck in der Energiespeichereinrichtung, die für die in diesem Anhang vorgeschriebenen Prüfungen verwendet wird, zu Beginn jeder Prüfung 90 % des vom Hersteller angegebenen und in Anhang IV Teil C Nummer 1.2.1.2 festgelegten Drucks betragen.

- 3.3. Die Ansprech- und Schwelldauer ist als Funktion der Bewegungsdauer (t_f) durch mehrere aufeinanderfolgende volle Betätigungen zu ermitteln, dabei ist mit der kürzest möglichen Bewegungsdauer zu beginnen, welche dann auf etwa 0,4 Sekunden erhöht wird. Die ermittelten Werte sind in einem Diagramm darzustellen.

Bei einer Betriebsbremsanlage, bei deren Betätigung unterstützende Energie entweder gar nicht oder nur in begrenztem Maße zum Einsatz kommt, ist eine Betätigungszeit aufzubringen, die zumindest die vorgeschriebene Wirkung der Betriebsbremsanlage gewährleistet.

- 3.4. Maßgebend für die Prüfung ist die Ansprech- und Schwelldauer, die einer Bewegungsdauer von 0,2 Sekunden entspricht. Diese Ansprech- und Schwelldauer darf durch Interpolation aus dem Diagramm entnommen werden.

- 3.5. Bei einer Bewegungsdauer von 0,2 Sekunden darf die Zeit zwischen dem Beginn der Betätigung der Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck im Bremszylinder 75 % seines Höchstwertes erreicht, 0,6 Sekunden nicht übersteigen.

Bei einer vollständig mit Energie betriebenen Betriebsbremsanlage, in der der Bremsdruck im Bremszylinder vorübergehend einen Höchstwert erreicht, der dann auf den mittleren stabilisierten Druck abfällt, ist dieser Mittelwert zur Berechnung des Wertes von 75 % heranzuziehen.

- 3.6. Zugmaschinen mit einer hydraulischen Steuerleitung für Anhängefahrzeuge

- 3.6.1. Zusätzlich zu den Anforderungen der Nummer 1.1 ist die Ansprech- und Schwelldauer mit einem Anhängefahrzeug-Simulator zu messen (siehe Anlage 2 Nummer 1), an den die Kupplungsköpfe der hydraulischen Steuerleitung und der Zusatzleitung der Zugmaschine anzuschließen sind.

- 3.6.2. Der Anhängefahrzeug-Simulator muss folgende Bestandteile und Merkmale aufweisen:

- 3.6.2.1. Anhängefahrzeug-Simulator für die Zusatzleitung

3.6.2.1.1. Zusatzleitung mit weiblichem Anschluss nach ISO 16028:2006 mit einem Öffnungsdurchmesser von $0,6^{+0,2}$ mm zur Begrenzung des Durchsatzes während der Prüfung.

3.6.2.1.2. Kolben-Druckspeicher (oder gleichwertige Einrichtung), der folgende Anforderungen bezüglich der Eigenschaften und Prüfbedingungen erfüllt:

3.6.2.1.2.1. Nennvolumen von 1000 cm^3 ,

3.6.2.1.2.2. anfänglicher Vorfülldruck von $1000^{\pm 100} \text{ kPa}$ bei einem Hubvolumen von 0 cm^3 ,

3.6.2.1.2.3. maximaler Druck von 1500 kPa bei einem Hubvolumen von $500^{\pm 5} \text{ cm}^3$.

3.6.2.1.3. Der Kolben-Druckspeicher (oder die gleichwertige Einrichtung) wird über ein Verbindungsstück, das aus einem 1,0 m langen Schlauch (entsprechend der Norm EN853:2007) mit 12,5 mm Innendurchmesser besteht, an die Zusatzleitung angeschlossen.

3.6.2.1.4. Ein Prüfanschluss ist so nah wie möglich an dem weiblichen Anschluss nach ISO 16028:2006 vorzusehen.

3.6.2.1.5. Zur Entlüftung des Simulators vor und nach der Prüfung ist eine Entlüftungseinrichtung vorzusehen.

3.6.2.2. Anhängefahrzeug-Simulator für die Steuerleitung

3.6.2.2.1. Bremsleitung mit weiblichem Anschluss entsprechend ISO 5676:1983

3.6.2.2.2. Kolben-Druckspeicher (oder gleichwertige Einrichtung), der folgende Anforderungen bezüglich der Eigenschaften und Prüfbedingungen erfüllt:

3.6.2.2.2.1. Anfänglicher Vorfülldruck von $500^{\pm 100}$ kPa bei einem Hubvolumen von 0 cm^3 ,

3.6.2.2.2.2. Zwischenwert des Prüfungsdrucks von $2200^{\pm 200}$ kPa bei einem Hubvolumen von $100^{\pm 3} \text{ cm}^3$,

3.6.2.2.2.3. Endwert des Drucks von $11\,500^{\pm 200}$ kPa bei einem Hubvolumen von $140^{\pm 5} \text{ cm}^3$.

3.6.2.2.3. Der Kolben-Druckspeicher (oder die gleichwertige Einrichtung) wird über ein Verbindungsstück, das aus einem Schlauch (entsprechend der Norm EN853:2007) von 3,0 m Länge und einem Rohr von 4,5 m Länge besteht und einen Innendurchmesser von 10 mm hat, an die Steuerleitung angeschlossen.

3.6.2.2.4. Prüfanschlüsse sind so nah wie möglich an dem Kolben-Druckspeicher (oder der gleichwertigen Einrichtung) und an dem weiblichen Anschlussstück nach ISO 5676:1983 vorzusehen.

3.6.2.2.5. Zur Entlüftung der Anschlussrohre und -schläuche vor der Prüfung ist eine Entlüftungseinrichtung vorzusehen.

3.6.3. Die Prüfung ist unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

3.6.3.1. Die Verbindungsrohre und -schläuche sind vor der Prüfung zu entlüften,

3.6.3.2. der Motor der Zugmaschine muss mit einer Drehzahl von 25 % über Leerlaufdrehzahl laufen,

3.6.3.3. die Entlüftungseinrichtung des Anhängefahrzeug-Simulators für die Zusatzleitung muss voll geöffnet sein.

3.6.4. Im Hinblick auf die Messung der Ansprech- und Schwelldauer nach den Nummern 3.3 und 3.4 muss die auf die Betätigungsseinrichtung wirkende Kraft so bemessen sein, dass am Kupplungskopf der Steuerleitung mindestens ein Druck von 11 500 kPa erreicht wird, wenn der Motor mit einer Drehzahl von 25 % über Leerlaufdrehzahl läuft.

3.6.5. Bei einer Bewegungsdauer von 0,2 Sekunden darf die Zeit zwischen dem Beginn der Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck, der an dem – am Kolben-Druckspeicher (oder der gleichwertigen Einrichtung) gelegenen – Prüfanschluss gemessen wird, 75 % seines Höchstwertes nach Nummer 3.5 erreicht, nicht länger als 0,6 Sekunden sein.

Der Höchstwert bezieht sich hier allerdings auf den am Prüfanschluss gemessenen Druck und nicht auf den Bremsdruck wie bei Nummer 3.5.

4. Anhängefahrzeuge mit Druckluftbremsanlagen

- 4.1. Die Werte für Ansprech- und Schwelldauer des Anhängefahrzeugs sind ohne die Zugmaschine zu messen. Als Ersatz für die Zugmaschine ist ein Simulator erforderlich, an dem die Anschlussstücke der Vorratsleitung und der Druckluft-Steuerleitung und/oder der Steckverbinder der elektrischen Steuerleitung angeschlossen werden.
- 4.2. Der Druck in der Vorratsleitung muss 650 kPa betragen.
- 4.3. Der Simulator für Druckluft-Steuerleitungen muss folgende Merkmale aufweisen:
 - 4.3.1. Er muss einen Luftbehälter von 30 Liter Inhalt haben, der vor jeder Prüfung bis zu einem Druck von 650 kPa aufgefüllt wird und während der Prüfung nicht nachgefüllt werden darf. Der Simulator muss am Ausgang der Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage eine Öffnung mit einem Durchmesser von 4,0 mm bis 4,3 mm aufweisen. Das Volumen der Leitung, gemessen von der Öffnung bis einschließlich zum Anschlussstück, muss $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ betragen (dies entspricht dem Volumen eines Schlauchs von 2,5 m Länge und 13 mm Innendurchmesser unter einem Druck von 650 kPa). Die unter Nummer 4.3.3 erwähnten Drücke in der Steuerleitung sind unmittelbar hinter der Öffnung zu messen.
 - 4.3.2. Die Betätigungsseinrichtung muss so ausgelegt sein, dass ihre Wirkung im Betrieb durch den Prüfer nicht beeinflusst wird.
 - 4.3.3. Der Simulator ist, etwa durch die Wahl der Öffnung gemäß Nummer 4.3.1, so einzustellen, dass bei Anschluss eines Behälters mit einem Volumen von $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ die Zeit für den Druckanstieg von 65 kPa auf 490 kPa (10 % bzw. 75 % des Nenndrucks von 650 kPa) $0,2 \pm 0,01$ Sekunden beträgt. Bei Anschluss eines Behälters von $1155 \pm 15 \text{ cm}^3$ an Stelle des vorstehend genannten muss – ohne erneute Justierung – die Zeit für den Druckanstieg von 65 kPa auf 490 kPa $0,38 \text{ Sekunden} \pm 0,02$ Sekunden betragen. Zwischen diesen beiden Werten muss der Druck annähernd linear mit der Zeit ansteigen. Die genannten Behälter müssen ohne Zwischenschaltung von flexiblen Schläuchen an die Anschlussstücke angeschlossen werden, wobei der Innendurchmesser der Verbindung mindestens 10 mm betragen muss.
 - 4.3.4. Die Diagramme in Anlage 1 sind ein Beispiel für die korrekte Konfigurierung des Simulators bei Einstellung und Verwendung.
- 4.4. Der Simulator, mit dem die Reaktion auf Signale, die über die elektrische Steuerleitung übertragen werden, überprüft wird, muss folgende Merkmale aufweisen:
 - 4.4.1. Der Simulator muss in der elektrischen Steuerleitung nach ISO 11992-2:2003 und Amd.1:2007 ein digitales Anforderungssignal erzeugen und die geeignete Information über die Stifte 6 und 7 des Steckverbinder nach ISO 7638:2003 an das Anhängefahrzeug übertragen. Zur Messung der Ansprech- und Schwelldauer kann der Simulator auf Wunsch des Herstellers an das Anhängefahrzeug die Information übertragen, dass keine Druckluft-Steuerleitung vorhanden ist und das Anforderungssignal in der elektrischen Steuerleitung von zwei unabhängigen Kreisen erzeugt wird (siehe die Norm ISO 11992-2:2003, Absätze 6.4.2.2.24 und 6.4.2.2.25).
 - 4.4.2. Die Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage muss so beschaffen sein, dass ihre Wirkung im Betrieb nicht vom Prüfer beeinflusst wird.

4.4.3. Bei der Messung der Ansprech- und Schwelldauer muss das vom elektrischen Simulator erzeugte Signal einem linearen Anstieg des Luftdrucks von 0,0 kPa auf 650 kPa in $0,2 \pm 0,01$ Sekunden entsprechen.

4.5. Wirkungsanforderungen

4.5.1. Bei Anhängefahrzeugen mit einer Druckluft-Steuerleitung darf die Zeit zwischen dem Zeitpunkt, zu dem der vom Simulator in der Steuerleitung erzeugte Druck 65 kPa erreicht, und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck im Bremszylinder des Anhängefahrzeugs 75 % seines asymptotischen Wertes erreicht, nicht mehr als 0,4 Sekunden betragen.

4.5.1.1. Anhängefahrzeuge mit Druckluft-Steuerleitung und elektrischer Steuer-Übertragungseinrichtung sind mit dem elektrischen Strom zu prüfen, die dem Anhängefahrzeug über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 (Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder) zugeführt wird.

4.5.2. Bei Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung darf die Zeit zwischen dem Zeitpunkt, zu dem das vom Simulator erzeugte Signal den 65 kPa entsprechenden Wert überschreitet, und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck im Bremszylinder des Anhängefahrzeugs 75 % seines asymptotischen Wertes erreicht, nicht mehr als 0,4 Sekunden betragen.

4.5.3. Bei Anhängefahrzeugen mit einer Druckluft- und einer elektrischen Steuerleitung sind Ansprech- und Schwelldauer für jede Steuerleitung nach dem entsprechenden Verfahren gemäß den Nummern 4.5.1.1 und 4.5.2 getrennt zu messen.

5. Anhängefahrzeuge mit hydraulischen Bremsanlagen

5.1. Die Prüfungen sind bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C durchzuführen.

5.2. Die Ansprech- und Schwelldauer des Anhängefahrzeugs ist ohne Zugmaschine zu messen. Zur Simulation der Zugmaschine sind die Anschlussstücke der Steuer- und der Vorratsleitung an einen Zugmaschinensimulator anzuschließen. Ist das Anhängefahrzeug mit einer elektrischen Steckverbindung nach Anhang I Nummer 2.1.5.1.3 ausgerüstet, muss diese ebenfalls mit dem Zugmaschinensimulator verbunden werden (siehe Anlage 2 Nummer 2).

5.3. Der Zugmaschinensimulator muss folgende Merkmale aufweisen:

5.3.1. Der Zugmaschinensimulator muss mit den Verbindungen gemäß Anhang I Nummern 2.1.5.1.1 bis 2.1.5.1.3, bezogen auf die Zugmaschine, ausgerüstet sein.

5.3.2. Wenn der Zugmaschinensimulator aktiviert wird (z. B. durch einen elektrischen Schalter)

5.3.2.1. muss am Anschlussstück der Steuerleitung ein Druck von $11\,500^{+500}$ kPa erzeugt werden,

5.3.2.2. muss am Anschlussstück der Zusatzleitung ein Druck von 1500^{+300} kPa erzeugt werden.

5.3.3. Ist die Steuerleitung des Anhängefahrzeugs nicht angeschlossen, muss der Zugmaschinensimulator in der Lage sein, am Anschlussstück der Steuerleitung innerhalb

von 0,2 Sekunden nach der Aktivierung (etwa durch einen elektrischen Schalter) einen Druck von 11 500 kPa zu erzeugen.

- 5.3.4. Die im Zugmaschinensimulator verwendete Hydraulikflüssigkeit muss eine Viskosität von $60^{\pm 3}$ mm²/s bei einer Temperatur von $40^{\pm 3}$ °C aufweisen (etwa eine hydraulische Flüssigkeit nach der Norm SAE 10W30). Während der Prüfung mit dem Zugmaschinensimulator darf die Temperatur der Hydraulikflüssigkeit 45 °C nicht überschreiten.
- 5.3.5. Ist das Anhängefahrzeug zwecks Erfüllung der Anforderungen für die Betriebsbremsanlage mit hydraulischen Energiespeichereinrichtungen ausgerüstet, sind diese vor der Messung der Ansprech- und Schwelldauer auf den vom Hersteller im Prüfbericht angegebenen Druckwert aufzuladen, um die vorgeschriebene Mindestwirkung der Betriebsbremse zu erzielen.
- 5.3.6. Ist der Zugmaschinensimulator an die Steuerleitung des Anhängefahrzeugsimulators (gemäß Nummer 3.6.2) angeschlossen, ist der Zugmaschinensimulator so zu kalibrieren, dass die Zeit zwischen der Aktivierung des Zugmaschinensimulators und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck im Kolben-Druckspeicher (oder der gleichwertigen Einrichtung) der Steuerleitung des Anhängefahrzeug-Simulators 11 500 kPa erreicht, $0,6^{+0,1}$ Sekunden beträgt. Damit diese Wirkung erzielt wird, ist der Durchsatz des Zugmaschinensimulators anzupassen (z. B. mithilfe eines Durchsatzreglers). Die Verbindungsrohre der Steuerleitung des Anhängefahrzeugs sind vor dieser Kalibrierung zu entlüften.
- 5.3.7. Die Betätigungeinrichtung des Zugmaschinensimulators muss so ausgelegt sein, dass ihre Wirkung durch den Prüfer nicht beeinflusst wird.

5.4. Wirkungsanforderungen

- 5.4.1. Ist der kalibrierte Zugmaschinensimulator (siehe Nummer 5.3.6) mit dem Anhängefahrzeug verbunden, darf die Zeit zwischen dem Zeitpunkt der Aktivierung des Zugmaschinensimulators (z. B. durch einen elektrischen Schalter) und dem Zeitpunkt, an dem der Druck in dem am ungünstigsten gelegenen Bremszylinder 75 % seines Höchstwertes erreicht, nicht länger als 0,6 Sekunden sein.

Erreicht in einer Betriebsbremsanlage der Bremsdruck im Bremszylinder vorübergehend einen Höchstwert, der anschließend auf den mittleren stabilisierten Druckwert abfällt, ist für die Berechnung des Wertes von 75 % der Wert des mittleren stabilisierten Drucks heranzuziehen.

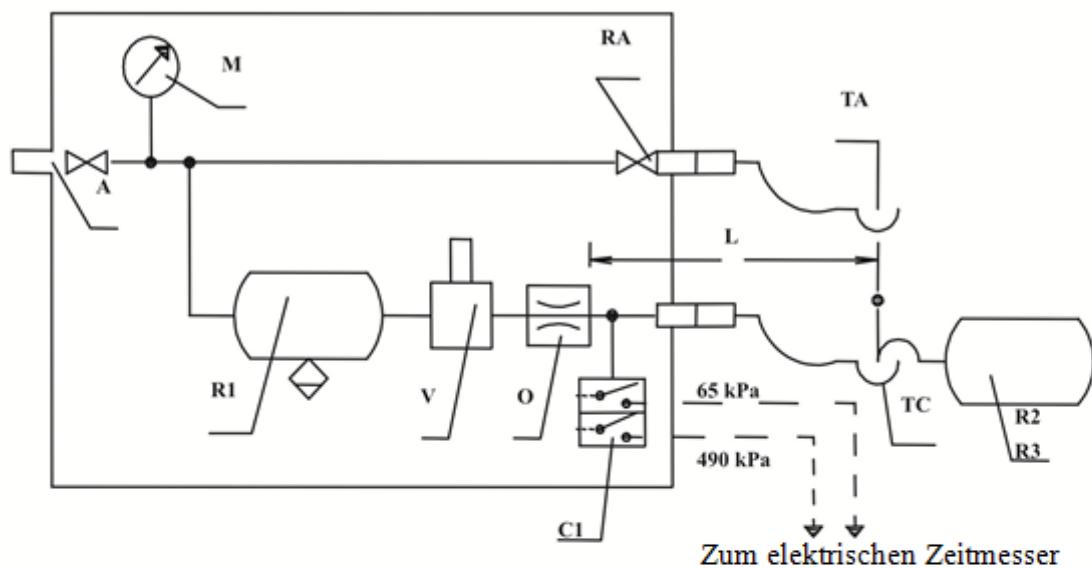
6. Zugmaschinen, deren Betriebsbremsanlage mit Federspeichern ausgerüstet ist

- 6.1. Bei der Messung der Ansprech- und Schwelldauer müssen die Federspeicher so eng wie möglich eingestellt sein. Der dieser Prüfanforderung entsprechende Anfangsdruck in der Federspannkammer ist vom Hersteller anzugeben.
- 6.2. Die Zeit zwischen dem Betätigen der Betätigungeinrichtung der Betriebsbremse (Bremsen vollständig gelöst) und dem Zeitpunkt, zu dem der Druck in der Federspannkammer des ungünstigsten Bremszylinders einen Druck erreicht, der 75 % der vorgeschriebenen Bremswirkung entspricht, darf nicht länger als 0,6 Sekunden sein.

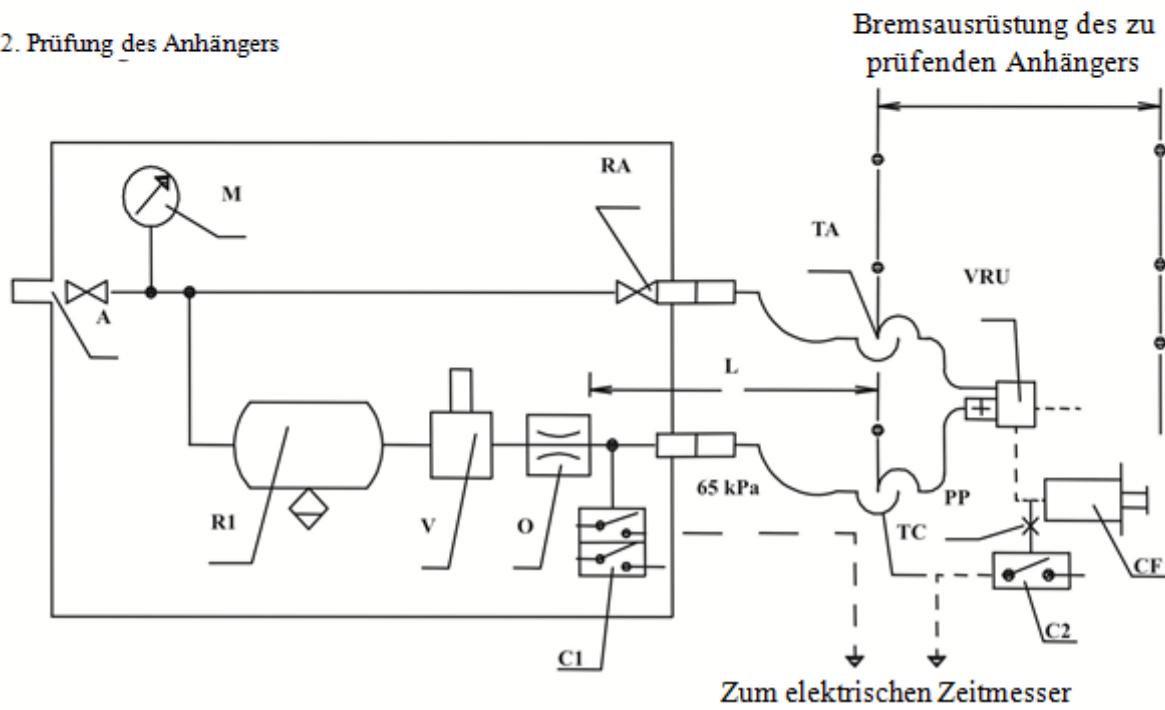
Anlage 1

Beispiel eines pneumatischen Simulators

1. Einstellung des Simulators



2. Prüfung des Anhängers

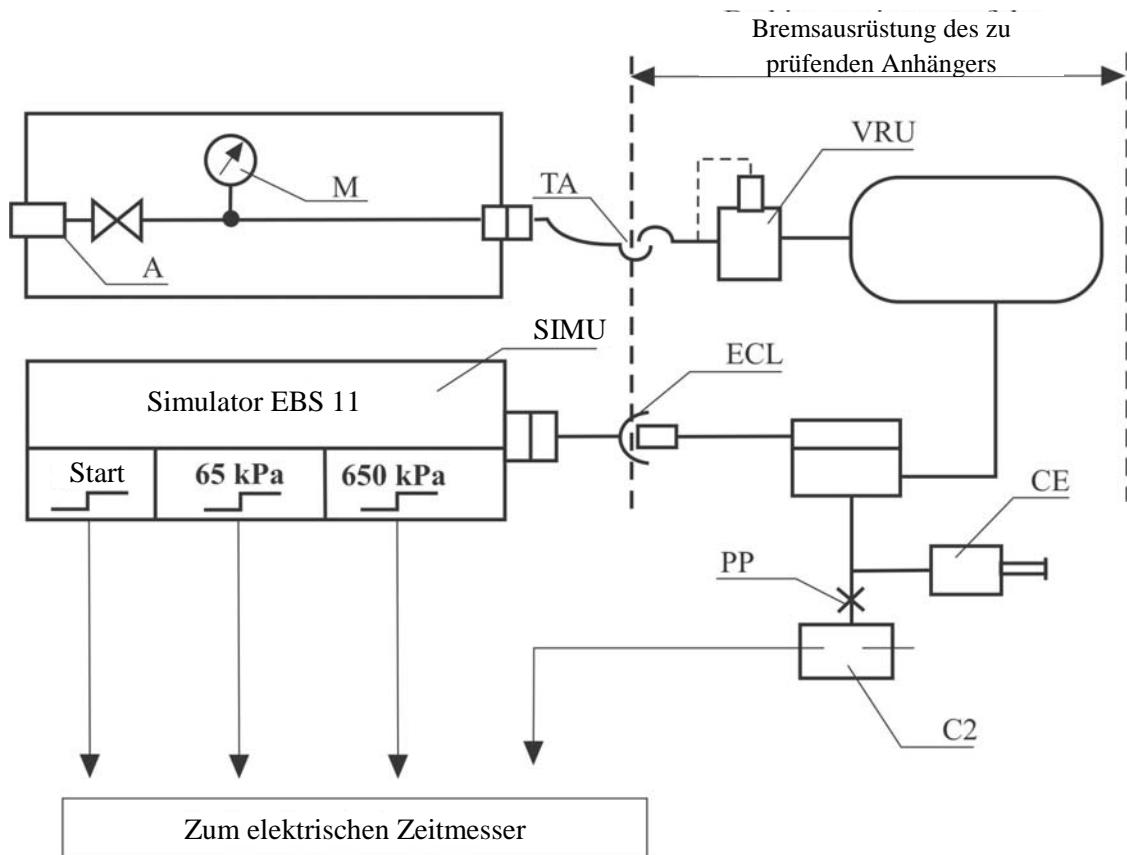


A= Versorgungsanschluss mit Absperrventil

C1 = Druckschalter im Simulator, eingestellt auf 65 kPa und auf 490 kPa

- C2 = Mit dem Bremszylinder des Anhängefahrzeugs zu verbindender Druckschalter, zu betätigen bei 75 % des asymptotischen Drucks im Bremszylinder CF
- CF = Bremszylinder
- L = Leitung von der Öffnung O bis einschließlich zum Anschlussstück TC, deren Volumen einschließlich des Anschlussstücks TC $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ bei einem Druck von 650 kPa beträgt
- M = Manometer
- O = Öffnung mit einem Durchmesser von mindestens 4 mm und höchstens 4,3 mm
- PP = Anschluss für die Druckprüfung
- R1 = 30-Liter-Luftbehälter mit Ablassventil
- R2 = Kalibrierbehälter einschließlich zugehörigem Anschlussstück TC, vorgeschriebenes Volumen $385 \pm 5 \text{ cm}^3$
- R3 = Kalibrierbehälter einschließlich zugehörigem Anschlussstück TC, vorgeschriebenes Volumen $1155 \pm 15 \text{ cm}^3$
- RA = Absperrventil
- TA = Anschlussstück der Vorratsleitung
- V = Betätigungsseinrichtung der Bremsanlage
- TC = Anschlussstück der Steuerleitung
- VRU = Anhängefahrzeugbremsventil

3. Beispiel eines Simulators für elektrische Steuerleitungen



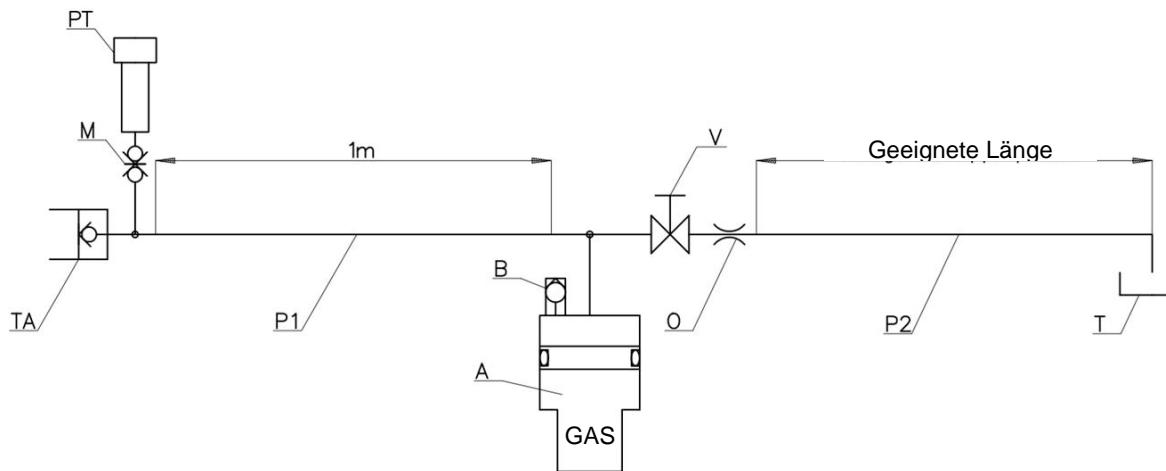
ECL	=	elektrische Steuerleitung nach ISO 7638
SIMU	=	Simulator EBS 11 (3-4 Byte) nach ISO 11992 mit Ausgangssignalen bei Start, 65 kPa und 650 kPa
A	=	Versorgungsanschluss mit Absperrventil
C2	=	Mit dem Bremszylinder des Anhängefahrzeugs zu verbindender Druckschalter, zu betätigen bei 75 % des asymptotischen Drucks im Bremszylinder CF
CF	=	Bremszylinder
M	=	Manometer
PP	=	Anschluss für die Druckprüfung
TA	=	Anschlussstück der Vorratsleitung
VRU	=	Anhängefahrzeugbremsventil

Anlage 2

Beispiel eines hydraulischen Simulators

1. Anhängefahrzeug-Simulator

1.1. Anhängefahrzeug-Simulator für die Zusatzleitung



TA = Anschlussstück der Zusatzleitung (weiblicher Anschluss nach ISO 16028:2006)

M = Anschluss für die Druckprüfung

PT = Druckgeber

P1 = flexibles Rohr nach EN853:2007 mit 12,5 mm Innendurchmesser

A = hydraulischer Speicher (Volumen 1000 cm³, Vorfülldruck 1000 kPa)

B = Entlüftungsschraube

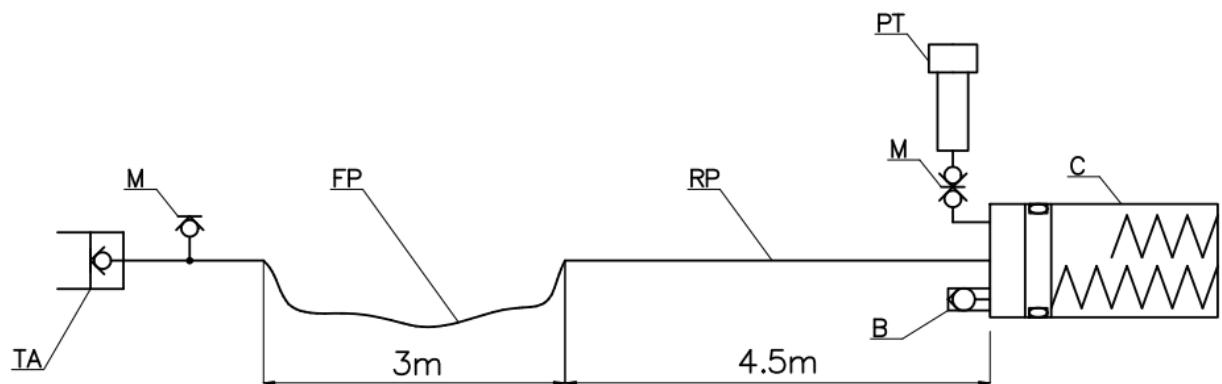
V = Entlüftungseinrichtung

O = Öffnung

P2 = flexibles Rohr mit 10 mm Innendurchmesser

T = Rücklauf zum Tank der Zugmaschine

1.2. Anhängefahrzeug-Simulator für die Steuerleitung



TA = Anschlussstück der Steuerleitung (weiblicher Anschluss nach ISO 5676:1983)

M = Anschluss für Manometer oder Druckgeber

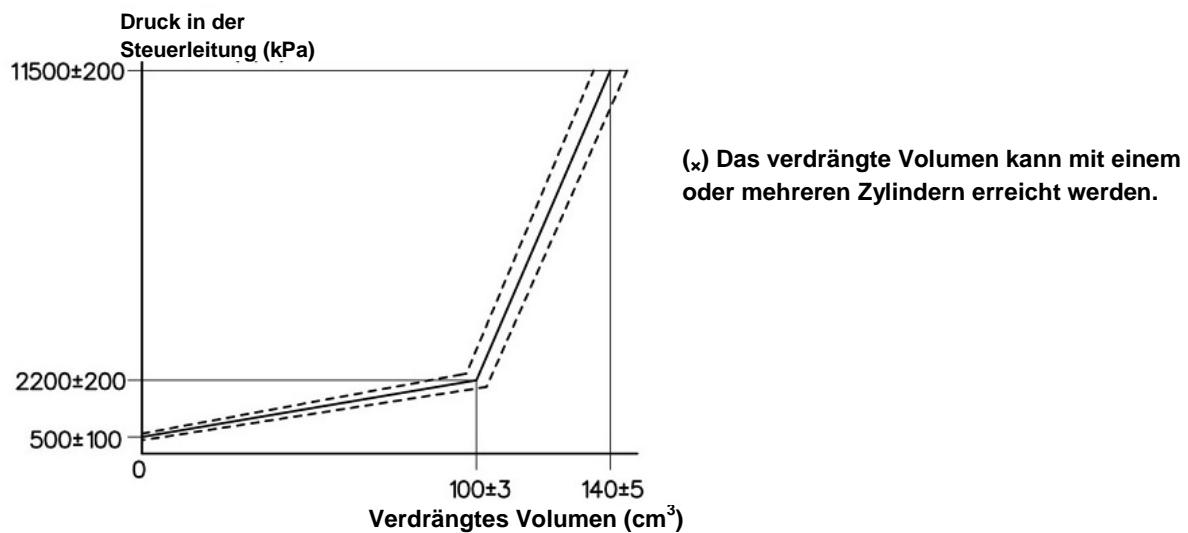
FP = flexibles Rohr nach EN853:2007 mit 10 mm Innendurchmesser

RP = starres Rohr mit 10 mm Innendurchmesser

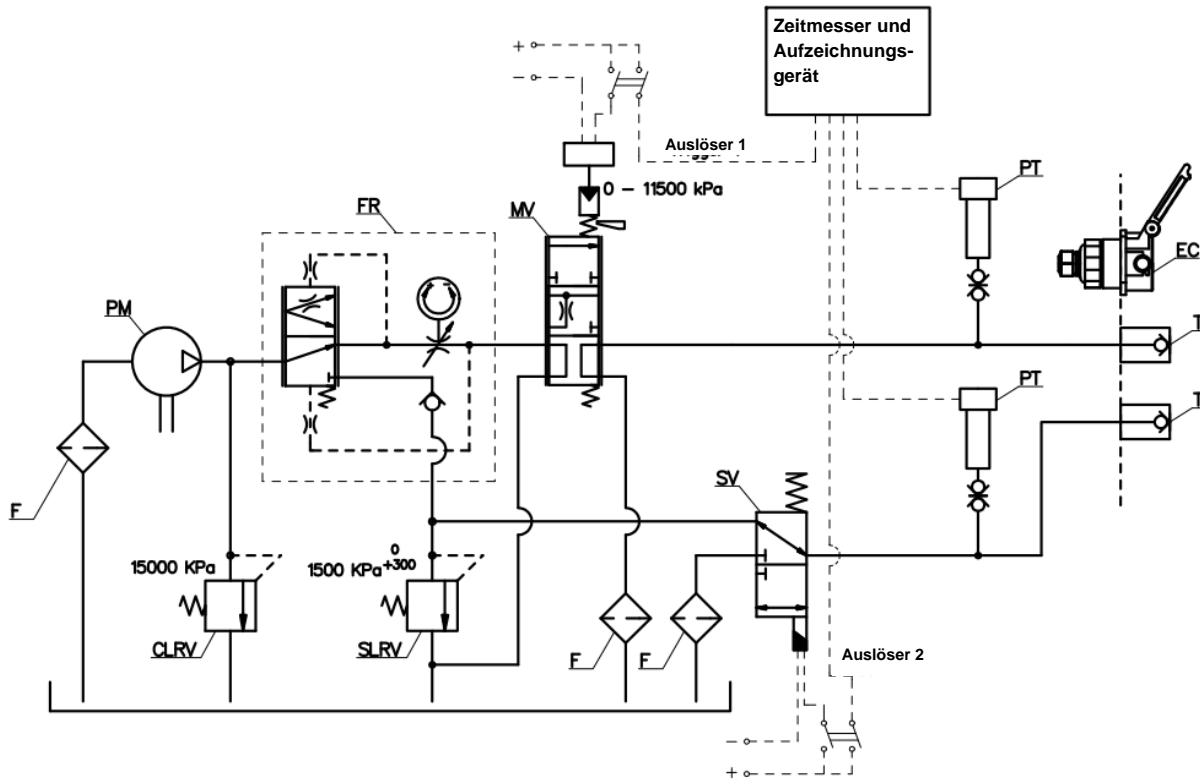
PT = Druckgeber

B = Entlüftungsschraube

C = Zylinder (*)



2. Zugmaschinen-Simulator



F = Filter

PM = Pumpe

PT = Druckgeber

CLRV = Überdruckventil der Steuerleitung

SLRV = Überdruckventil der Steuerleitung

SV = Drei-Wege-Magnetventil

FR = Durchsatzregler

MV = Ventil zur proportionalen Modulierung

TA = Anschlussstück der Zusatzleitung (männlicher Anschluss nach ISO 16028:2006)

TC = Anschlussstück der Steuerleitung (männlicher Anschluss nach ISO 5676:1983)

EC = elektrischer Anschluss (weiblich nach ISO 7638:2003)

ANHANG IV

Anforderungen für Energiequellen und Energiespeichereinrichtungen von Bremsanlagen und Anhängerbremskupplungen sowie für damit ausgerüstete Fahrzeuge

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

1.1. „hydraulische oder pneumatische Bremsanlage mit Energiespeicher“ eine Bremsanlage, bei der die Energie durch eine unter Druck stehende Hydraulikflüssigkeit oder durch Druckluft geliefert wird, die in einer oder mehreren Energiespeichereinrichtungen gespeichert und von einer oder mehreren Druckpumpen oder Verdichtern gespeist wird, welche jeweils mit einer Einrichtung zur Begrenzung des Drucks auf einen (vom Hersteller angegebenen) Höchstwert versehen sind.

A. Druckluftbremsanlagen

1. Größe von Energiespeichereinrichtungen (Energiebehältern)

1.1. Allgemeine Anforderungen

1.1.1. Fahrzeuge, deren Bremsanlage für den Betrieb auf Druckluft angewiesen ist, müssen mit Behältern versehen sein, die bezüglich ihrer Größe die Anforderungen der Nummern 1.2 und 1.3 erfüllen.

1.1.2. Ist jedoch die Bremsanlage so ausgelegt, dass es ohne gespeicherte Energie möglich ist, mit der Betriebsbremsanlage eine Bremswirkung zu erzielen, die der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen entspricht, gelten die Vorschriften über die Kapazität der Behälter nicht.

1.1.3. Zur Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen der Nummern 1.2 und 1.3 sind die Bremsen möglichst eng einzustellen.

1.2. Fahrzeuge der Klasse T

1.2.1. Die Druckluftbehälter der Fahrzeuge müssen so ausgelegt sein, dass nach acht vollständigen Betätigungen der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage im Druckluftbehälter ein Druck erhalten bleibt, der nicht geringer ist als der Druck, der zur Erzielung der vorgeschriebenen Hilfsbremswirkung erforderlich ist.

1.2.2. Bei der Prüfung sind folgende Bedingungen einzuhalten:

1.2.2.1. Der Anfangsdruck in den Behältern muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen. Dieser Wert muss die für die Betriebsbremsanlage vorgeschriebene Wirkung gewährleisten. Der Anfangsdruck ist im Beschreibungsbogen festzuhalten.

1.2.2.2. Die Behälter dürfen nicht gespeist werden; zusätzlich sind die Behälter für Nebenverbrauchern abzutrennen.

1.2.2.3. Bei Fahrzeugen, die zum Ziehen eines Fahrzeugs zugelassen sind, ist die Vorratsleitung zu schließen und an die Steuerleitung ein Behälter von 0,5 Liter Inhalt anzuschließen. Vor jeder einzelnen Betätigung der Bremsen ist der Druck in diesem Behälter auf Null zu

bringen. Nach der Prüfung gemäß Nummer 1.2.1 darf der Druck in der Steuerleitung nicht unter die Hälfte des Wertes absinken, der bei der ersten Bremsung erzielt wurde.

1.3. Fahrzeuge der Klassen R und S

- 1.3.1. Die Behälter von Anhängefahrzeugen müssen so beschaffen sein, dass der Luftdruck zur Speisung der bremsenden Teile nach acht vollständigen Betätigungen der Betriebsbremsanlage des Zugfahrzeugs nicht unter ein Niveau absinkt, das der Hälfte des bei der ersten Bremsung erzielten Wertes entspricht, ohne dass dabei die selbstdämmende Bremsanlage oder die Feststellbremsanlage des Anhängefahrzeugs anspricht.
- 1.3.2. Bei der Prüfung sind folgende Bedingungen einzuhalten:
 - 1.3.2.1. Der Behälterdruck zu Beginn der Prüfung muss 850 kPa betragen.
 - 1.3.2.2. Die Vorratsleitung ist zu schließen; zusätzlich sind die Behälter für Nebenverbraucher abzuschalten.
 - 1.3.2.3. Während der Prüfung darf der Behälter nicht gespeist werden.
 - 1.3.2.4. Bei jeder Bremsung muss der Druck in der Steuerleitung 750 kPa betragen.
 - 1.3.2.5. Bei jeder Bremsung muss der digitale Belastungswert in der elektrischen Steuerleitung einem Luftdruck von 750 kPa entsprechen.

2. Leistungsfähigkeit der Energiequellen

2.1. Allgemeine Bestimmungen

Die Verdichter müssen die Anforderungen der nachstehenden Nummern erfüllen.

2.2. Symbole für diesen Abschnitt

- 2.2.1. p_1 bezeichnet den Druck, der 65 % des Druckwertes p_2 nach Nummer 2.2.2 entspricht.
- 2.2.2. p_2 bezeichnet den vom Hersteller angegebenen Druckwert nach Nummer 1.2.2.1.
- 2.2.3. t_1 bezeichnet die für den Anstieg des relativen Drucks von 0 auf p_1 erforderliche Zeit; t_2 bezeichnet die für den Anstieg des relativen Drucks von 0 auf p_2 erforderliche Zeit;

2.3. Messbedingungen

- 2.3.1. In allen Fällen muss der Verdichter mit der Drehzahl laufen, die bei der maximalen oder der vom Regler zugelassenen Drehzahl des Motors erzielt wird.
- 2.3.2. Während der Prüfung zur Ermittlung der Zeiträume t_1 und t_2 sind die Behälter für Nebenverbraucher abzuschalten.
- 2.3.3. Bei Fahrzeugen, die zum Ziehen von Fahrzeugen ausgelegt sind, ist das Anhängefahrzeug durch einen Luftbehälter darzustellen, dessen maximaler relativer Druck p (in kPa/100)

dem Druck entspricht, der über den Versorgungskreislauf des Zugfahrzeugs bereitgestellt werden kann und dessen Inhalt V (in Litern) durch die Formel $p \times V = 20 R$ gegeben ist (wobei R die zulässige Gesamt-Achslast des Anhängefahrzeugs in Tonnen ist).

2.4. Auswertung der Ergebnisse

2.4.1. Die Zeit t_1 für die ungünstigste Energiespeichereinrichtung darf folgende Werte nicht übersteigen:

2.4.1.1. drei Minuten für Fahrzeuge, die nicht zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind;

2.4.1.2. sechs Minuten für Fahrzeuge, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind.

2.4.2. Die Zeit t_2 für den Behälter mit der geringsten Effizienz darf folgende Werte nicht übersteigen:

2.4.2.1. sechs Minuten für Fahrzeuge, die nicht zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind;

2.4.2.2. neun Minuten für Fahrzeuge, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind.

2.5. Zusätzliche Prüfung

2.5.1. Bei Fahrzeugen, deren Behälter für Nebenverbraucher einen Gesamteinhalt von mehr als 20 % des Gesamtinhalts der Bremsluftbehälter haben, ist eine zusätzliche Prüfung durchzuführen, bei der keine Beeinträchtigung durch die Funktion der Ventile zur Füllung der Behälter für die Nebenverbraucher auftreten darf. Bei dieser Prüfung ist zu ermitteln, ob die Zeit t_3 für den Druckanstieg in den Bremsluftbehältern von 0 auf p_2 kleiner ist als:

2.5.1.1. acht Minuten für Fahrzeuge, die nicht zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind;

2.5.1.2. elf Minuten für Fahrzeuge, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind.

2.5.2. Die Prüfung ist nach den Vorschriften unter den Nummern 2.3.1 und 2.3.3 durchzuführen.

2.6. Zugmaschinen

2.6.1. Fahrzeuge, an die ein Anhängefahrzeug angekuppelt werden darf, müssen auch den vorstehenden Vorschriften für Fahrzeuge entsprechen, die dafür nicht zugelassen sind. In diesem Fall sind die Prüfungen nach den Nummern 2.4.1, 2.4.2 und 2.5.1 ohne den Druckbehälter nach Nummer 2.3.3 durchzuführen.

3. Druckluft-Prüfanschlüsse

3.1. Ein Druckluft-Prüfanschluss ist an einer leicht zugänglichen Stelle möglichst nahe bei dem Behälter mit der geringsten Effizienz im Sinne von Nummer 2.4 anzubringen.

3.2. Die Prüfanschlüsse müssen den Vorschriften von Abschnitt 4 der Norm ISO 3583-1984 entsprechen.

B. UNTERDRUCKBREMSANLAGEN

1. Größe von Energiespeichereinrichtungen (Energiebehältern)

1.1. Allgemeines

- 1.1.1. Fahrzeuge, bei denen zum Betrieb der Bremsanlage ein Unterdruck erforderlich ist, müssen mit Behältern ausgerüstet sein, die bezüglich ihrer Größe die Anforderungen nach den Nummern 1.2 und 1.3 erfüllen.
- 1.1.2. Wenn es jedoch möglich ist, mindestens die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene Bremswirkung ohne einen Energievorrat zu erzielen, sind keine Vorratsbehälter mit einer vorgeschriebenen Größe erforderlich.
- 1.1.3. Zur Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen der Nummern 1.2 und 1.3 sind die Bremsen möglichst eng einzustellen.

1.2. Fahrzeuge der Klassen T und C

- 1.2.1. Die Behälter von landwirtschaftlichen Fahrzeugen müssen so beschaffen sein, dass die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene Bremswirkung in den folgenden Fällen sichergestellt ist:

- 1.2.1.1. nach acht vollständigen Betätigungen der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage, wenn die Energiequelle eine Unterdruckpumpe ist, und
 - 1.2.1.2. nach vier vollständigen Betätigungen der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage, wenn der Motor die Energiequelle ist.

1.2.2. Die Prüfung ist nach folgenden Vorschriften durchzuführen:

- 1.2.2.1. Das Anfangsenergieniveau in den Behältern muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen. Dieser Wert muss die für die Betriebsbremsanlage vorgeschriebene Wirkung gewährleisten und einem Unterdruck entsprechen, der nicht größer ist als 90 % des von der Energiequelle bereitgestellten Unterdrucks. Das Anfangsenergieniveau ist im Beschreibungsbogen festzuhalten.

- 1.2.2.2. Die Behälter dürfen nicht gespeist werden; zudem sind die Behälter für Nebenverbraucher während der Prüfung abzuschalten.

- 1.2.2.3. Bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind, ist die Vorratsleitung zu schließen und an die Steuerleitung ein Behälter von 0,5 Liter Inhalt anzuschließen. Nach der Prüfung gemäß Nummer 1.2.1 darf der Unterdruck in der Steuerleitung nicht unter die Hälfte des Wertes abgesunken sein, der nach der ersten Bremsung gemessen wurde.

1.3. Fahrzeuge der Klassen R1, R2 und S1

- 1.3.1. Die Behälter, mit denen die Anhängefahrzeuge ausgerüstet sind, müssen so beschaffen sein, dass der an den Verbraucherstellen vorhandene Unterdruck nach einer Prüfung, die vier vollständige Betätigungen der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs umfasst, nicht unter der Hälfte des Wertes liegt, der nach der ersten Bremsung gemessen wurde.

1.3.2. Die Prüfung ist nach folgenden Vorschriften durchzuführen:

- 1.3.2.1. Das Anfangsenergieniveau in den Behältern muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen. Dieser Wert muss die für die Betriebsbremsanlage vorgeschriebene Wirkung gewährleisten. Das Anfangsenergieniveau ist im Beschreibungsbogen festzuhalten.
- 1.3.2.2. Die Behälter dürfen nicht gespeist werden; zudem sind die Behälter für Nebenverbraucher während der Prüfung abzuschalten.

2. Leistungsfähigkeit der Energiequellen

2.1. Allgemeines

- 2.1.1. Die Energiequelle muss, ausgehend vom atmosphärischen Umgebungsdruck, in der Lage sein, in den Behältern den unter der Nummer 1.2.2.1 angegebenen Anfangswert innerhalb von drei Minuten zu erreichen. Bei Fahrzeugen, die zum Ziehen eines Anhängefahrzeugs zugelassen sind, darf die Zeit, die erforderlich ist, um unter den unter Nummer 2.2 festgelegten Bedingungen diesen Wert zu erreichen, nicht mehr als sechs Minuten betragen.

2.2. Messbedingungen

2.2.1. Die Drehzahl der Unterdruckquelle muss,

- 2.2.1.1. wenn der Fahrzeugmotor die Energiequelle ist, gleich der Leerlaufdrehzahl des Motors bei stehendem Fahrzeug und Leerlaufstellung des Getriebes sein;
- 2.2.1.2. wenn die Energiequelle eine Unterdruckpumpe ist, gleich 65 % der Höchstleistungsdrehzahl des Motors sein und
- 2.2.1.3. wenn die Energiequelle eine Unterdruckpumpe und der Motor mit einem Drehzahlregler ausgestattet ist, gleich 65 % der Abregeldrehzahl des Motors sein.

- 2.2.2. Soll an ein Fahrzeug ein Anhängefahrzeug mit Unterdruck-Betriebsbremsanlage angekuppelt werden, ist das Anhängefahrzeug durch eine Energiespeichereinrichtung mit einem Fassungsvermögen V (in Litern) zu simulieren (V wird durch nachstehende Formel ermittelt):

$$V = 15 R$$

wobei R die höchstzulässige Gesamtachslast des Anhängefahrzeugs in Tonnen ist.

C. Hydraulische Bremsanlagen mit Energiespeicher

1. Größe von Energiespeichereinrichtungen

1.1. Allgemeines

- 1.1.1. Fahrzeuge, deren Bremsanlage die Verwendung von gespeicherter Energie erfordert, die von einer unter Druck stehenden hydraulischen Flüssigkeit geliefert wird, müssen mit Energiespeichern ausgerüstet sein, die bezüglich ihrer Größe die Vorschriften nach Nummer 1.2 und 1.3 erfüllen.
 - 1.1.2. Ist jedoch die Bremsanlage so ausgelegt, dass es ohne gespeicherte Energie möglich ist, mit der Betriebsbremsanlage eine Bremswirkung zu erzielen, die der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen entspricht, gelten die Vorschriften über die Kapazität der Energiespeicher nicht.
 - 1.1.3. Zur Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen der Nummern 1.2.1, 1.2.2 und 2.1 sind die Bremsen möglichst eng einzustellen.
- 1.2. Fahrzeuge der Klassen T und C
 - 1.2.1. Fahrzeuge mit hydraulischer Bremsanlage mit Energiespeicher müssen nachstehende Anforderungen erfüllen:
 - 1.2.1.1. Nach acht vollen Betätigungen der Betriebsbremsanlage muss es noch möglich sein, bei der neunten Betätigung mindestens die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene Bremswirkung zu erzielen.
 - 1.2.1.2. Die Prüfung ist nach folgenden Vorschriften durchzuführen:
 - 1.2.1.2.1. Der Ausgangsdruck muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen; er darf jedoch nicht höher als der Einschaltdruck sein.
 - 1.2.1.2.2. Die Behälter dürfen nicht nachgefüllt werden; zusätzlich müssen Energiespeichereinrichtungen für Nebenverbraucher abgetrennt werden.
 - 1.2.2. Bei Zugmaschinen mit hydraulischer Bremsanlage und Energiespeichern, die die Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.4.1 nicht erfüllen können, gelten diese Vorschriften als eingehalten, wenn sie den nachfolgenden Anforderungen genügen:
 - 1.2.2.1. Nach dem Ausfall einer einzelnen Übertragungseinrichtung muss nach acht vollen Betätigungen der Betriebsbremsanlage bei der neunten Betätigung zumindest noch die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene Wirkung erzielt werden können, oder es muss, wenn die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene und die Verwendung gespeicherter Energie erfordernde Wirkung durch eine getrennte Betragungseinrichtung erreicht wird, nach acht vollen Betätigungen bei der neunten Betätigung noch möglich sein, die in Anhang II Nummer 3.1.4 vorgeschriebene Restbremswirkung zu erreichen.
 - 1.2.2.2. Die Prüfung ist nach folgenden Vorschriften durchzuführen:
 - 1.2.2.2.1. Bei stillstehender oder bei Leerlauf des Motors arbeitender Energiequelle ist ein Ausfall der Übertragungseinrichtung zu simulieren. Vor dem Ausfall muss in den Energiespeichern ein Druck herrschen, den der Hersteller angeben kann, er darf jedoch nicht höher als der Einschaltdruck sein.
 - 1.2.2.2.2. Nebenverbraucher und ihre Energiespeicher sind, falls vorhanden, abzutrennen.

1.3. Fahrzeuge der Klassen R und S

- 1.3.1. Die Energiespeichereinrichtungen (Energiebehälter) der Anhängefahrzeuge müssen, falls vorhanden, so beschaffen sein, dass die Energie für die Teile, in denen sie zum Einsatz kommt, nach acht vollen Betätigungen der Betriebsbremsanlage der Zugmaschine nicht unter die Hälfte des Wertes absinkt, der bei der ersten Bremsung und ohne Betätigung der selbsttägigen Bremsanlage oder der Feststellbremsanlage des Anhängefahrzeugs erzielt wurde.
- 1.3.2. Bei der Prüfung sind folgende Bedingungen einzuhalten:
 - 1.3.2.1. Der Druck in den Energiespeichereinrichtungen muss zu Beginn der Prüfung 15 000 kPa betragen;
 - 1.3.2.2. Die Vorratsleitung ist zu verschließen; zusätzlich müssen Energiespeichereinrichtungen für Nebenverbraucher abgetrennt werden;
 - 1.3.2.3. während der Prüfung darf kein Nachfüllen der Energiespeichereinrichtungen erfolgen.
 - 1.3.2.4. Bei jeder Bremsung muss der Druck in der hydraulischen Steuerleitung 13 300 kPa betragen.

2. Kapazität der mit Hydraulikflüssigkeit arbeitenden Energiequellen

Die Energiequellen müssen die Anforderungen der nachstehenden Nummern erfüllen:

2.1. Fahrzeuge der Klassen T und C

2.1.1. Symbole

- 2.1.1.1. „ p_1 “ bezeichnet den vom Hersteller anzugebenden maximalen Betriebsdruck der Anlage (Abschaltdruck) in den Energiespeichereinrichtungen.
- 2.1.1.2. „ p_2 “ bezeichnet den Druck nach vier vollen Betätigungen mit der Betätigungseinrichtung der Betriebsbremsanlage, 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 Betriebsbremsanlage.

2.1.2. Messbedingungen

- 2.1.2.1. Während der Prüfung zur Bestimmung des Wertes t muss die Nachspeisungsrate der Energiequelle gleich derjenigen sein, die bei der Motordrehzahl bei Höchstleistung oder bei der vom Regler begrenzten Motordrehzahl erzielt wird.
- 2.1.2.2. Während der Prüfung zur Bestimmung der Zeit t darf eine Abtrennung der Energiespeichereinrichtungen für Nebenverbraucher nur automatisch erfolgen.

2.1.3. Auswertung der Ergebnisse

Bei Zugmaschinen darf die Zeit t 30 s nicht überschreiten.

- 2.2. Zugmaschinen mit einer hydraulischen Steuerleitung für Anhängefahrzeuge
 - 2.2.1. Zur Bestimmung der Nachspeisungsrate der Energiequelle ist der gemäß Anhang III Nummer 3.6.2.1 dieser Verordnung vorgeschriebene Anhängefahrzeug-Simulator der Zusatzleitung mit dem Kupplungskopf der hydraulischen Zusatzleitung der Zugmaschine zu verbinden.
 - 2.2.2. Die Prüfung ist unter folgenden Bedingungen durchzuführen:
 - 2.2.2.1. Bei der Prüfung muss eine Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C herrschen.
 - 2.2.2.2. Der Anhängefahrzeug-Simulator der Zusatzleitung ist vor der Prüfung bei stehendem Motor an das Anschlussstück der Zusatzleitung anzuschließen.
 - 2.2.2.3. Der Motor der Zugmaschine muss mit einer Drehzahl von 25 % über Leerlaufdrehzahl laufen.
 - 2.2.2.4. Die Betätigungsseinrichtung der Feststellbremsanlage der Zugmaschine muss während der Prüfung vollständig gelöst sein.
 - 2.2.3. Die Zeit für den Anstieg des Drucks am Prüfanschluss in der Nähe des weiblichen Anschlusses nach ISO 16028:2006 von 300 kPa auf 1500 kPa darf bei laufendem Motor und vollständig geschlossener Entlüftungseinrichtung 2,5 Sekunden nicht überschreiten.
- 2.3. Fahrzeuge der Klassen R und S

Ist ein Anhängefahrzeug zur Unterstützung der Betriebsbremsanlage mit einer Energiespeichereinrichtung ausgerüstet, die während der Betätigung der Betriebsbremse durch den Druck in der Steuerleitung und/oder durch eine am Anhängefahrzeug angebrachte Energiequelle gespeist wird, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

 - 2.3.1. Die Energiequelle muss vom Zugfahrzeugsimulator gemäß Anhang III Anlage 2 über die elektrische Steckverbindung nach ISO 7638:2003 mit Strom versorgt werden.
 - 2.3.2. Symbole
 - 2.3.2.1. „ p_{R1} “ bezeichnet den vom Hersteller anzugebenden maximalen Betriebsdruck der Anlage (Abschaltdruck) in der Energiespeichereinrichtung.
 - 2.3.2.2. „ p_{R2} “ bezeichnet den Druck nach vier vollständigen Betätigungen der Betriebsbremsanlage der Zugmaschine.
 - 2.3.2.3. „ t_R “ bezeichnet die Zeit für den Druckanstieg in der Energiespeichereinrichtung vom Wert p_{R2} auf p_{R1} ohne Betätigung der Betriebsbremsanlage der Zugmaschine.
 - 2.3.3. Messbedingungen

Bei der Prüfung zur Bestimmung der Zeit t_R müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

 - 2.3.3.1. Der Druck in der Energiespeichereinrichtung zu Beginn der Prüfung muss der Druck „ p_{R1} “ sein.

- 2.3.3.2. Die Betriebsbremsanlage ist viermal durch die Steuerleitung des Zugmaschinensimulators zu betätigen.
- 2.3.3.3. Bei jeder Bremsung muss der Druck in der Steuerleitung 13 300 kPa betragen.
- 2.3.3.4. Die Abtrennung der Energiespeichereinrichtungen für Nebenverbraucher darf nur automatisch erfolgen.
- 2.3.3.5. Das Ventil zur Speisung der Energiespeichereinrichtung durch den Druck der Steuerleitung muss während der Prüfung geschlossen sein.

2.3.4. Auswertung der Ergebnisse

Die Zeit t_R darf 4 min nicht übersteigen.

3. Eigenschaften von Warneinrichtungen

Bei stehendem Motor und ab einem Druck, der vom Hersteller angegeben werden kann, jedoch nicht höher sein darf als der Einschaltdruck, darf die Warneinrichtung nach zwei vollständigen Betätigungen der Betriebsbremsanlage nicht ausgelöst werden.

ANHANG V

Anforderungen für Federspeicherbremsen und damit ausgerüstete Fahrzeuge

1. Bau-, Einbau- und Inspektionsvorschriften

1.1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

- 1.1.1. „Federspeicher-Bremsanlagen“ Bremsanlagen, bei denen die zur Bremsung erforderliche Energie von einer oder mehreren Federn geliefert wird, die als Energiespeichereinrichtung wirken;
- 1.1.2. „Druck“ einen Unterdruck, wenn die Spannung der Federn mithilfe einer Unterdruckanlage bewirkt wird.

2. Allgemeine Anforderungen

Für die Zwecke dieses Anhangs wird, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt, davon ausgegangen, dass die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit nur bei Vorwärtsfahrt erreicht wird.

- 2.1. Außer unter der unter Nummer 2.2 angegebenen Bedingung darf eine Federspeicher-Bremsanlage nicht als Betriebsbremsanlage dienen. Bei Ausfall eines Teils der Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage darf jedoch eine Federspeicher-Bremsanlage benutzt werden, um die Restbremswirkung nach Anhang II Nummer 3.1.4 zu erreichen, falls eine Abstufung der Bremsung durch den Fahrer möglich ist.
 - 2.1.1. Federspeicherbremsen dürfen unabhängig von der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs als Hilfsbremsanlage verwendet werden, sofern der Fahrer die Bremswirkung abstimmen kann und die Wirkungsanforderungen von Anhang II erfüllt sind.

Als Ausnahmeregelung dürfen jedoch Federspeicherbremsen, deren Betätigungsseinrichtung (z. B. ein Knopf oder ein Schalter) nur die Stellungen „Ein“ und „Aus“ zulässt und keine Abstufung der Bremswirkung durch den Fahrer erlaubt, als Hilfsbremsanlage verwendet werden, wenn die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge 30 km/h nicht übersteigt und folgende Anforderungen erfüllt sind:

- 2.1.1.1. Der Fahrzeugführer muss die Federspeicherbremsen von seinem Sitz aus betätigen und dabei mindestens eine Hand an der Lenkeinrichtung halten können.
 - 2.1.1.2. Die Bremswirkung nach Anhang II dieser Verordnung muss erreicht werden.
 - 2.1.1.3. Die vorgeschriebene Bremswirkung muss erzielt werden, ohne dass das Fahrzeug seine Spur verlässt, ohne ungewöhnliche Schwingungen und ohne ein Blockieren der Räder.
- 2.1.2. Unterdruck-Federspeicherbremsanlagen dürfen nicht für Anhängefahrzeuge verwendet werden.

Die für das Spannen der Feder zum Lösen der Bremse erforderliche Energie wird vom Fahrer mittels der Betätigungsseinrichtung geliefert und gesteuert.

- 2.2. Bei Fahrzeugen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis zu 30 km/h kann eine Federspeicher-Bremsanlage als Betriebsbremsanlage verwendet werden, sofern ein Abstufen der Bremswirkung durch den Fahrer möglich ist.

Wird eine Federspeicherbremsanlage als Betriebsbremsanlage verwendet, sind folgende zusätzliche Anforderungen zu erfüllen:

2.2.1. Anforderungen zur Ansprech- und Schwelldauer gemäß Anhang III Nummer 5;

2.2.2. bei der engsten möglichen Einstellung der Federspeicherbremse muss es möglich sein:

2.2.2.1. die Bremse in einer Minute zehnmal zu betätigen, wenn der Motor mit Leerlaufdrehzahl läuft (die Bremsungen müssen innerhalb des genannten Zeitraums gleichmäßig verteilt sein);

2.2.2.2. die Betriebsbremsanlage sechsmal zu betätigen, wenn der Ausgangsdruck den Einschaltdruck der Energiequelle nicht übersteigt. Die Energiespeichereinrichtungen dürfen während dieser Prüfung nicht aufgefüllt werden. Zusätzlich müssen die Energiespeichereinrichtungen für Nebenverbraucher abgetrennt sein.

- 2.2.3. Die Federspeicherbremsen müssen so ausgelegt sein, dass es zu keinen Ausfällen durch Ermüdung kommt. Der Hersteller muss dem technischen Dienst daher Berichte über entsprechende Dauerprüfungen vorlegen.

- 2.3. Die leichten Schwankungen der Druckgrenzwerte, die im Versorgungskreislauf der Federspannungskammern auftreten können, dürfen keine erheblichen Schwankungen der Bremskraft zur Folge haben.

- 2.4. Die folgenden Vorschriften gelten für Zugmaschinen mit Federspeicherbremsen:

- 2.4.1. Der Versorgungskreislauf der Federspannkammer muss entweder einen eigenen Energievorrat umfassen oder von mindestens zwei unabhängigen Energiespeichern versorgt werden. Die Druckluft-Vorratsleitung oder die hydraulische Zusatzleitung des Anhängefahrzeugs kann von dieser Versorgungsleitung abgezweigt werden, sofern ausgeschlossen ist, dass ein Druckabfall in den genannten Leitungen zu einer Betätigung der Auslöseeinrichtung der Federspeicherbremse führt.

- 2.4.2. Nebenverbraucher dürfen nur unter der Bedingung ihre Energie aus der Versorgungsleitung für die Auslöseeinrichtungen der Federspeicherbremsen beziehen, dass ihr Betrieb selbst bei einer Störung in der Energiequelle nicht dazu führt, dass der Energievorrat für die Betätigung der Auslöseeinrichtungen der Federspeicherbremsen unter einen Wert fällt, bei dem noch ein einmaliges Lösen der mittels Federspeicher betätigten Bremsen möglich ist.

- 2.4.3. In jedem Fall müssen während des Wiederauffüllens der Bremsanlage von einem Druckwert Null die Federspeicherbremsen ohne Rücksicht auf die Stellung der Betätigungsseinrichtung voll betätigt bleiben, bis der Druck in der Betriebsbremsanlage

hoch genug ist, um beim beladenen Fahrzeug sicherzustellen, dass durch die Betätigung der Betriebsbremsanlage zumindest die für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebene Bremswirkung erreicht wird.

- 2.4.4. Die Federspeicherbremsen dürfen sich, wenn sie betätigt worden sind, erst dann lösen, wenn der Druck in der Betriebsbremsanlage so hoch ist, dass bei dem beladenen Fahrzeug bei Betätigung der Betriebsbremse zumindest die vorgeschriebene Restbremswirkung gemäß Anhang II Nummer 3.1.4 erreicht wird.
- 2.5. Bei Zugmaschinen muss das System so beschaffen sein, dass die Bremsen mindestens dreimal angelegt und gelöst werden können, wenn der Anfangsdruck in der Federspannkammer gleich dem bauartbedingten Höchstdruck ist. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen muss es möglich sein, die Bremsen des abgekuppelten Anhängefahrzeugs mindestens dreimal zu lösen, wobei der Druck in der Vorratsleitung vor dem Abhängen des Anhängefahrzeugs 750 kPa betragen muss. Vor der Prüfung muss jedoch die Hilfsbremse gelöst werden. Diese Bedingungen müssen erfüllt sein, wenn die Bremsen so eng wie möglich eingestellt sind. Außerdem muss es möglich sein, die Feststellbremsanlage gemäß Anhang I Nummer 2.2.2.10 zu betätigen und zu lösen, wenn der Anhänger an das Zugfahrzeug angekuppelt ist.
- 2.6. Bei Zugmaschinen darf der Druck in der Federspannkammer, bei dem eine Betätigung der Bremsen durch die Federn einsetzt, wenn die Bremsen so eng wie möglich eingestellt sind, nicht größer sein als 80 % des Mindestwerts des normal verfügbaren Drucks.
- 2.7. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen darf der Druck in der Federspannkammer, bei dem eine Betätigung der Bremsen durch die Federn einsetzt, nicht größer sein als derjenige, der sich nach vier vollen Betätigungen der Betriebsbremsanlage entsprechend Anhang IV Teil A Nummer 1.3 einstellt. Der Anfangsdruck muss 700 kPa betragen.
- 2.8. Bei Anhängefahrzeugen mit hydraulischer Bremsanlage, in denen zum Druckaufbau in der Federspannkammer keine gespeicherte Energie eingesetzt wird, darf der Druck, bei dem die Betätigung der Bremsen durch die Federn einsetzt, 1200 kPa nicht übersteigen.
- 2.9. Bei Anhängefahrzeugen, deren hydraulische Bremsanlagen gespeicherte Energie nutzen, um Druck in der Federspannkammer aufzubauen, darf der Druck in der Federspannkammer, bei dem eine Betätigung der Bremsen durch die Federn einsetzt, nicht größer sein, als derjenige, der sich nach vier vollen Betätigungen der Betriebsbremsanlage gemäß Anhang IV Teil C Nummer 1.3 einstellt. Der Anfangsdruck muss 12 000 kPa betragen. Darauf hinaus darf der Druck in der Zusatzleitung, bei dem die Betätigung der Bremsen durch die Federn einsetzt, nicht höher als 1200 kPa sein.
- 2.10. Fällt der Druck in der Leitung, die die Federspannkammer mit Energie versorgt – mit Ausnahme der Leitungen einer Hilfslöseeinrichtung, die mit einer unter Druck stehenden Flüssigkeit arbeitet –, unter den Wert, bei dem die Bewegung der Teile der Bremsen einsetzt, muss eine optische oder akustische Warneinrichtung ausgelöst werden. Sofern diese Bedingung erfüllt ist, darf die Warneinrichtung auch das Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 umfassen. Diese Vorschrift gilt nicht für Anhängefahrzeuge.
- 2.11. Ist eine zum Ziehen eines Fahrzeugs der Klassen R und S mit durchgehender oder halb durchgehender Bremsanlage zugelassene Zugmaschine mit einer

Federspeicherbremsanlage ausgerüstet, müssen durch die automatische Betätigung der genannten Anlage die Bremsen des Anhängefahrzeugs ausgelöst werden.

- 2.12. Anhängefahrzeuge, bei denen die Energiespeicher der Druckluftbremsanlage zur Erfüllung der Anforderungen an die selbttätige Bremse nach Anhang II Nummer 3.2.3 eingesetzt werden, müssen ebenfalls eine der folgenden Anforderungen erfüllen, wenn das Anhängefahrzeug von der Zugmaschine abgekuppelt ist und die Betätigungsseinrichtung der Feststellbremse des Anhängefahrzeugs sich in gelöster Stellung befindet (Federspeicherbremsen nicht betätigt):

- 2.12.1. Sinkt der Druck der Energiespeicher der Betriebsbremsanlage auf einen Wert, der nicht unter 280 kPa liegen darf, muss der Druck in der Federspannkammer auf 0 kPa sinken, damit die Federspeicherbremsen voll betätigt werden. Bei der Überprüfung dieser Vorschrift muss im Energiespeicher der Betriebsbremsanlage ein konstanter Druck von 280 kPa herrschen;
- 2.12.2. Sinkt der Druck im Energiespeicher der Betriebsbremsanlage, muss der Druck in Federspannkammer entsprechend abfallen.

3. Hilfslöseeinrichtung

- 3.1. Eine Federspeicher-Bremsanlage muss so ausgelegt sein, dass bei einer Störung in diesem System die Bremsen noch gelöst werden können. Diese Bedingung kann durch eine Hilfslöseeinrichtung (pneumatisch, mechanisch usw.) erfüllt werden.

Hilfslöseeinrichtungen, die für das Lösen der Bremsen einen Energievorrat benötigen, müssen ihre Energie aus einem Energiespeicher beziehen, der von dem für die Federspeicher-Bremsanlage normalerweise verwendeten Energievorrat unabhängig ist. Sofern die Hilfslöseeinrichtung durch eine getrennte Leitung versorgt wird, darf die Druckluft oder die Hydraulikflüssigkeit in solch einer Hilfslöseeinrichtung auf dieselbe Kolbenfläche in der Federspannkammer wirken, die für die normale Federspeicherbremsanlage benutzt wird. Der Anschluss dieser Leitung an die normale Verbindungsleitung zwischen der Betätigungsseinrichtung und den Federspeicherzylindern muss an jedem Federspeicherzylinder unmittelbar vor dem Eingang zur Federspannkammer liegen, wenn er nicht in das Gehäuse des Federspeichers integriert ist. Dieser Anschluss muss eine Einrichtung aufweisen, die eine gegenseitige Beeinflussung der Leitungen verhindert. Die Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.5 gelten auch für diese Einrichtung.

- 3.1.1. Im Sinne der Vorschrift nach Nummer 3.1 werden die Teile der Übertragungseinrichtung nicht als störanfällig angesehen, die gemäß Anhang I Nummer 2.2.1.2.7 nicht als bruchanfällig angesehen werden, sofern sie aus Metall oder einem Werkstoff mit ähnlichen Eigenschaften hergestellt sind und bei normalen Bremsungen keiner nennenswerten Verformung unterliegen.
- 3.2. Ist zur Betätigung der unter Nummer 3.1 erwähnten Hilfseinrichtung ein Werkzeug oder ein Schlüssel erforderlich, sind diese im Fahrzeug mitzuführen.
- 3.3. Verwendet die Hilfslöseeinrichtung zum Lösen der Federspeicherbremsen gespeicherte Energie, gelten folgende zusätzliche Vorschriften:

- 3.3.1. Ist die Betätigungseinrichtung für die Hilfslöseeinrichtung der Federspeicherbremsen dieselbe wie die für die Hilfsbrems- oder Feststellbremsanlage, gelten die Bestimmungen unter Nummer 2.4 in allen Fällen.
- 3.3.2. Ist die Betätigungseinrichtung für die Hilfslöseeinrichtung der Federspeicherbremsen getrennt von der Betätigungseinrichtung der Hilfsbrems- oder Feststellbremsanlage, gelten die Bestimmungen unter Nummer 2.3 für beide Betätigungseinrichtungen. Die Anforderungen unter Nummer 2.4.4 gelten jedoch nicht für die Hilfslöseeinrichtung der Federspeicherbremsen. Zusätzlich ist die Betätigungseinrichtung für die Hilfslöseeinrichtung so einzubauen, dass sie gegen die Betätigung durch den Fahrzeugführer in seiner normalen Fahrposition geschützt ist.
- 3.4. Wird in der Hilfslöseeinrichtung Druckluft verwendet, sollte die Einrichtung durch eine separate Betätigungseinrichtung ausgelöst werden und nicht mit der Betätigungseinrichtung der Federspeicherbremse verbunden sein.

ANHANG VI
Anforderungen für Feststellbremsanlagen mit mechanischer Bremszylinder-Verriegelungseinrichtung

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

1.1. „mechanische Bremszylinder-Verriegelungseinrichtung“ eine Einrichtung, die die Wirkung der Feststellbremsanlage dadurch sicherstellt, dass die Bremskolbenstange mechanisch verriegelt wird. Die mechanische Verriegelung erfolgt durch das Ablassen des komprimierten Fluids in der Verriegelungskammer; diese Einrichtung ist so ausgelegt, dass die Entriegelung durch Wiederherstellung des Drucks in der Verriegelungskammer erfolgen kann.

2. Anforderungen

- 2.1. Die mechanische Bremszylinder-Verriegelungseinrichtung muss so ausgelegt sein, dass sie durch Wiederherstellung des Drucks in der Verriegelungskammer gelöst werden kann.
- 2.2. Nähert sich der Druck in der Verriegelungskammer dem Wert, bei dem die Bremszylinder mechanisch verriegelt werden, muss eine optische oder akustische Warneinrichtung ausgelöst werden. Diese Vorschrift gilt nicht für Anhängefahrzeuge. Bei Anhängefahrzeugen darf der Druck, der die mechanische Verriegelung der Bremszylinder bewirkt, 4 kPa nicht übersteigen. Bei jeder einzelnen Störung in der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs muss es möglich sein, die für die Feststellbremsanlage vorgeschriebene Wirkung zu erzielen. Außerdem müssen die Bremsen des abgekuppelten Anhängefahrzeugs mindestens dreimal gelöst werden können, wenn vor dem Abkuppeln der Druck in der Vorratsleitung 650 kPa betragen hat. Diese Bedingungen müssen erfüllt sein, wenn die Bremsen so eng wie möglich eingestellt sind. Außerdem muss es möglich sein, die Feststellbremsanlage gemäß Anhang I Nummer 2.2.2.10 zu betätigen und zu lösen, wenn das Anhängefahrzeug an die Zugmaschine angekuppelt ist.
- 2.3. Bei Bremszylindern mit mechanischer Verriegelungseinrichtung muss die Betätigung des Bremskolbens durch die Energie aus einem beliebigen von zwei unabhängigen Energiespeichern gewährleistet sein.
- 2.4. Ein verriegelter Bremszylinder darf nur gelöst werden können, wenn sichergestellt ist, dass die Bremsanlage nach dem Lösen erneut betätigt werden kann.
- 2.5. Im Hinblick auf den Ausfall der Energiequelle für die Verriegelungskammer ist eine Hilfsentriegelungseinrichtung (z. B. mechanisch oder mit Hilfe von Druckluft) vorzusehen; diese darf beispielsweise mit der Luft aus einem Fahrzeugreifen gespeist werden.
- 2.6. Die Betätigungsseinrichtung muss so beschaffen sein, dass bei ihrer Betätigung nacheinander folgende Wirkungen erzielt werden: Anziehen der Bremsen mit der für die Feststellbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung, Verriegelung der angezogenen Bremsen, Aufhebung der zur Betätigung der Bremsen aufgewandten Kraft.

ANHANG VII

Alternative Prüfvorschriften für Fahrzeuge, für die Prüfungen vom Typ I, II oder III nicht obligatorisch sind

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bezeichnet:

- 1.1. „geprüftes Anhängefahrzeug“ ein Anhängefahrzeug, das für den Anhängefahrzeugtyp, für den eine Typgenehmigung beantragt wird, repräsentativ ist;
- 1.2. „identisch“ Systeme, Bauteile, selbständige technische Einheiten und Teile mit identischen geometrischen und mechanischen Eigenschaften sowie die Werkstoffe, die bei den Bauteilen der Fahrzeuge zum Einsatz kommen;
- 1.3. „Bezugsachse“ eine Achse, für die ein Prüfbericht existiert;
- 1.4. „Bezugsbremse“ eine Bremse, für die ein Prüfbericht existiert.

2. Allgemeine Anforderungen

Die Prüfungen vom Typ I und/oder Typ II oder Typ III nach Anhang II sind bei Fahrzeugen sowie deren Systemen, Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten, die zur Genehmigung vorgeführt werden, in den folgenden Fällen nicht erforderlich:

- 2.1. Die betreffende Zugmaschine oder das betreffende Anhängefahrzeug ist bezüglich der Bremsen hinsichtlich der Bereifung, der je Achse aufgenommenen Bremsenergie und hinsichtlich der Montage der Reifen und Bremsen identisch mit einer Zugmaschine oder einem Anhängefahrzeug, die oder das
 - 2.1.1. die Prüfung Typ I und/oder Typ II oder Typ III mit Erfolg durchlaufen hat und
 - 2.1.2. hinsichtlich der aufgenommenen Bremsenergie für Achslasten genehmigt ist, die gleich oder größer als die des betreffenden Fahrzeugs sind.
- 2.2. Das betreffende Fahrzeug ist eine Zugmaschine oder ein Anhängefahrzeug, dessen Achsen bezüglich der Bremsen hinsichtlich der Bereifung, der je Achse aufgenommenen Bremsenergie und hinsichtlich der Montage der Reifen und Bremsen mit Achsen identisch sind, die einzeln mit Erfolg die Prüfung Typ I und/oder Typ II oder Typ III durchlaufen haben, und zwar für Achslasten, die gleich oder größer als die des betreffenden Fahrzeugs sind, sofern die je Achse aufgenommene Bremsenergie nicht größer ist als die je Achse aufgenommene Bremsenergie während der Bezugsprüfung der Einzelachse.
- 2.3. Das betreffende Fahrzeug besitzt eine Dauerbremsanlage, die keine Motorbremse ist und die mit einer unter nachstehenden Bedingungen bereits geprüften Dauerbremsanlage identisch ist:

- 2.3.1. Die Dauerbremsanlage hat bei der Prüfung auf einer Gefällstrecke von mindestens 6 % (Prüfung Typ II) allein ein Fahrzeug stabilisiert, dessen Höchstmasse bei der Prüfung mindestens gleich der Gesamtmasse des zu genehmigenden Fahrzeugs ist.
- 2.3.2. Bei der vorgenannten Prüfung muss kontrolliert werden, ob die Drehzahl der umlaufenden Teile der Dauerbremsanlage bei einer Geschwindigkeit des zu genehmigenden Fahrzeugs von 30 km/h einem Verzögerungsmoment entspricht, das mindestens dem Moment bei der Prüfung gemäß Nummer 2.3.1 entspricht.
- 2.4. Das betreffende Fahrzeug ist ein Anhängefahrzeug mit druckluftbetätigten S-Nocken- oder Scheibenbremsen, die die Anforderungen nach Anlage 1 hinsichtlich der Überprüfung der Merkmale im Vergleich zu den im Prüfbericht aufgeführten Merkmalen einer Bezugsachse erfüllen. Andere Bremsenkonstruktionen von druckluftbetätigten S-Nocken- oder Scheibenbremsen können zugelassen werden, wenn gleichwertige Informationen vorgelegt werden.

3. Besondere Anforderungen für Anhängefahrzeuge

Bei Anhängefahrzeugen gelten diese Anforderungen im Hinblick auf die Nummern 2.1 und 2.2 als erfüllt, wenn die in Anlage 1 Nummer 3.7 genannten Identifizierungsnummern für die Achse oder Bremse des geprüften Anhängefahrzeugs im Prüfbericht für eine Bezugsachse bzw. Bezugsbremse enthalten sind.

4. Typgenehmigungsbogen

Wurden die vorstehenden Vorschriften angewendet, muss der Typgenehmigungsbogen folgende Angaben umfassen:

- 4.1. Handelt es sich um einen Fall nach Nummer 2.1, wird die Genehmigungsnummer des Fahrzeugs angegeben, an dem die Prüfung Typ I und/oder Typ II oder Typ III, auf die Bezug genommen wird, durchgeführt worden ist.
- 4.2. In dem unter Nummer 2.2 beschriebenen Fall ist Tabelle I des Musters nach Artikel 25 Absatz 2 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 auszufüllen.
- 4.3. In dem unter Nummer 2.3 beschriebenen Fall ist Tabelle II des Musters nach Artikel 25 Absatz 2 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 auszufüllen.
- 4.4. Trifft Nummer 2.4 zu, ist Tabelle III des Musters nach Artikel 25 Absatz 2 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 auszufüllen.

5. Unterlagen

Wird in einem Antrag auf Typgenehmigung auf eine Typgenehmigung Bezug genommen, die in einem anderen Mitgliedstaat erteilt wurde, muss der Antragsteller die Unterlagen zu dieser Genehmigung vorlegen.

Anlage 1

Alternativverfahren für Prüfungen Typ I oder Typ III für die Bremsen von Anhängefahrzeugen

1. Allgemeines
- 1.1. Nach Nummer 2.4 dieses Anhangs kann bei der Typgenehmigung des Fahrzeugs auf die Prüfung Typ I oder Typ III verzichtet werden, wenn die Bauteile der Bremsanlage die Anforderungen dieser Anlage erfüllen und die entsprechende vorausberechnete Bremswirkung den Anforderungen dieser Verordnung für die betreffende Fahrzeugklasse entspricht.
- 1.2. Wurden Prüfungen entsprechend den in dieser Anlage beschriebenen Methoden durchgeführt, gelten die oben genannten Anforderungen als erfüllt.
- 1.3. Die Prüfungen gemäß Nummer 3.6 und die Ergebnisse im Prüfbericht gelten als Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen von Anhang I Nummer 2.2.2.8.1.
- 1.4. Vor der nachstehend beschriebenen Bremsprüfung Typ III ist die Bremsennachstellung nach dem jeweils zutreffenden Verfahren einzustellen:
 - 1.4.1. Bei Druckluftbremsen von Anhängefahrzeugen muss die Bremsennachstellung so eingestellt sein, dass die selbstdämmige Nachstelleinrichtung betriebsbereit ist. Dazu muss der Bremskolbenhub wie folgt eingestellt werden:
$$s_0 > 1,1 \cdot s_{\text{re-adjust}}$$
(der obere Grenzwert darf einen vom Hersteller empfohlenen Wert nicht überschreiten).

Dabei gilt:

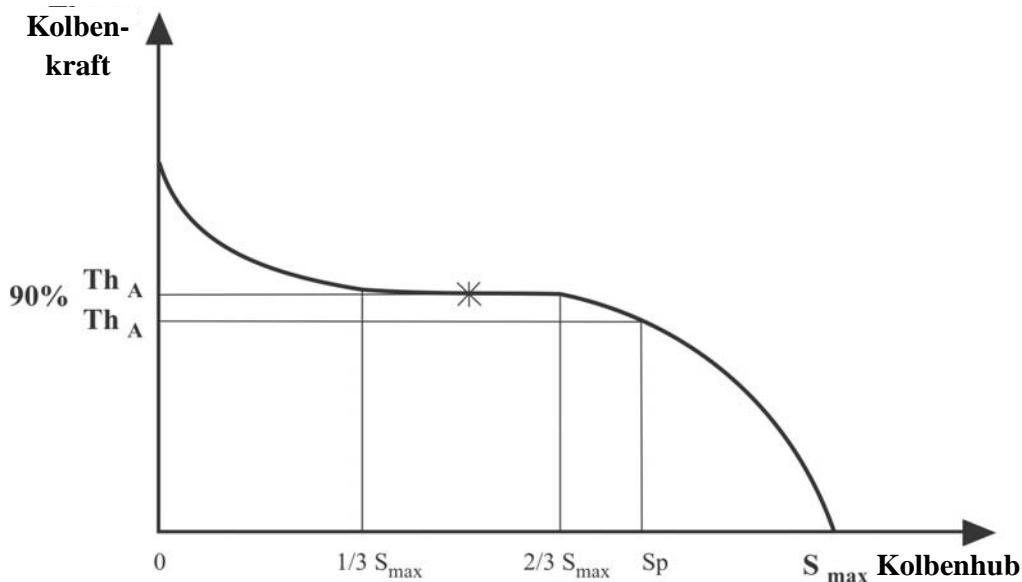
$s_{\text{re-adjust}}$ ist der Nachstellhub nach der Angabe des Herstellers der selbstdämmigen Nachstelleinrichtung, d. h. der Hub, bei dem diese beginnt, das Lüftspiel der Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 100 kPa nachzustellen.

Wenn der technische Dienst ebenfalls der Auffassung ist, dass der Bremskolbenhub nicht gemessen werden kann, ist mit dem technischen Dienst die Anfangseinstellung zu vereinbaren.

In diesem Zustand ist die Bremse bei einem Bremszylinderdruck von 200 kPa 50 Mal hintereinander zu betätigen. Anschließend ist die Bremse einmal bei einem Bremszylinderdruck von ≥ 650 kPa zu betätigen.
 - 1.4.2. Bei hydraulischen Scheibenbremsen an Anhängefahrzeugen werden Einstellvorschriften nicht für erforderlich erachtet.

- 1.4.3. Bei hydraulischen Trommelbremsen an Anhängefahrzeugen muss die Nachstellung der Bremsen nach Herstellerangaben erfolgen.
- 1.5. Bei Anhängefahrzeugen mit selbsttätigen Nachstelleinrichtungen ist vor der oben beschriebenen Bremsprüfung Typ I die Bremsennachstellung nach dem Verfahren gemäß Nummer 1.4 einzustellen.
2. Die in diesem Anhang verwendeten Symbole sind in der nachstehenden Tabelle erläutert:
- 2.1. Symbole
- P = von der Achse unter statischen Bedingungen getragener Teil der Fahrzeugmasse
- F = Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse unter statischen Bedingungen
 $= P \cdot g$
- F_R = gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Anhängefahrzeugs
- F_e = Prüfungsachsbelastung
- P_e = F_e / g
- g = Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- C = Eingangsbremsmoment
- C_0 = Ansprechschwelle des Eingangsbremselementes
- $C_{0,dec}$ = erklärte Ansprechschwelle des Eingangsbremselementes
- C_{max} = maximales Eingangsbremsmoment
- R = dynamischer Rollradius des Reifens gemäß den Angaben des Reifenherstellers. Wenn solche Angaben nicht zur Verfügung stehen, kann alternativ der nach der Formel „Gesamtdurchmesser nach ETRTO/2“ berechnete Wert verwendet werden.
- T = Bremskraft zwischen Reifen und Fahrbahn
- T_R = Gesamtbremskraft des Anhängefahrzeugs zwischen Reifen und Fahrbahn
- M = Bremsmoment = TR
- z = Abbremsung = T/F oder M/(R · F)
- s = Kolbenhub (Arbeitshub plus Leerhub)

s_p = nutzbarer Kolbenhub (der Hub, bei dem die Kolbenkraft 90 % der mittleren Kolbenkraft \bar{Th}_A beträgt);



\bar{Th}_A = mittlere Kolbenkraft (die mittlere Kolbenkraft wird über das Integral der Kolbenkraftwerte zwischen $1/3$ und $2/3$ des gesamten Kolbenhubs S_{max} ermittelt);

l = Hebellänge

r = Innenradius der Bremstrommeln oder wirksamer Radius der Bremscheiben

p = Bremszylinderdruck

Anmerkung: Zeichen mit dem Suffix „e“ beziehen sich auf die Parameter im Zusammenhang mit der Bezugsbremsenprüfung und können gegebenenfalls zu anderen Zeichen hinzutreten.

3. Prüfverfahren

3.1. Prüfungen auf der Fahrbahn

3.1.1. Die Prüfung der Bremswirkung sollte möglichst an einer einzelnen Achse durchgeführt werden.

3.1.2. Die Prüfergebnisse für Achsgruppen können nach Nummer 2.1 verwendet werden, sofern die Energieaufnahme jeder Achse während der Bremsprüfung bei der Schleppfahrt und mit heißen Bremsen gleich ist.

3.1.2.1. Dies gilt als erfüllt, wenn bei jeder Achse folgende Merkmale übereinstimmen: Abmessungen der Bremsen, Bremsbeläge, Radbefestigung, Reifen, Betätigung und Druckverteilung in den Bremszylindern.

3.1.2.2. Das festgehaltene Ergebnis für Achsgruppen ist der Durchschnittswert aller Achsen, als ob eine Einzelachse geprüft worden wäre.

- 3.1.3. Die Achsen sind möglichst bis zur maximalen statischen Achslast zu belasten, obwohl dies nicht unerlässlich ist, sofern während der Prüfungen der durch unterschiedliche Belastung der Prüfachsen verursachte unterschiedliche Rollwiderstand berücksichtigt wird.
- 3.1.4. Bei einer Fahrzeugkombination, die für die Prüfung verwendet wird, ist die Wirkung des erhöhten Rollwiderstandes zu berücksichtigen.
- 3.1.5. Die Ausgangsgeschwindigkeit für die Prüfung ist vorgeschrieben. Die Endgeschwindigkeit ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{P_o + P_1}{P_o + P_1 + P_2}}$$

Für die Prüfung Typ III gilt jedoch die Geschwindigkeitskorrekturformel nach Anhang II Nummer 2.5.4.2.

Dabei gilt:

- v_1 = Ausgangsgeschwindigkeit (km/h)
- v_2 = Endgeschwindigkeit (km/h)
- P_o = Masse des Zugfahrzeugs (kg) unter Prüfbedingungen
- P_1 = von den ungebremsten Achsen getragener Teil der Masse des Anhängefahrzeugs (kg),
- P_2 = von den gebremsten Achsen getragener Teil der Masse des Anhängefahrzeugs (kg).

3.2. Prüfungen auf dem Schwungmassenprüfstand

- 3.2.1. Der Prüfstand muss über eine rotierende Schwungmasse verfügen, die den Anteil der linearen Massenträgheit des Fahrzeugs simuliert, der auf ein Rad entfällt, so wie es für die Prüfung bei kalter und heißer Bremse erforderlich ist; der Prüfstand muss für die Prüfung nach den Nummern 3.5.2 und 3.5.3 mit konstanter Geschwindigkeit betrieben werden können.
- 3.2.2. Die Prüfung ist mit einem kompletten Rad, bestehend aus Felge und Reifen, das wie am Fahrzeug auf dem beweglichen Teil der Bremse montiert ist, durchzuführen. Die Schwungmasse kann entweder direkt oder über Reifen und Räder mit der Bremse verbunden sein.
- 3.2.2.1. Abweichend von Nummer 3.2.2 kann die Prüfung auch ohne Reifen durchgeführt werden, sofern keine Kühlung möglich ist. Eine geringe Luftzirkulation zum Absaugen giftiger oder schädlicher Gase aus der Prüfkammer ist jedoch zulässig.
- 3.2.3. Unter den Bedingungen nach Nummer 3.2.2 kann während der Warmlaufphasen eine Luftkühlung angewandt werden, die durch die Geschwindigkeit und die Richtung des

Luftstroms die tatsächlichen Verhältnisse simuliert, wobei für die Geschwindigkeit des Luftstroms gilt:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

Dabei gilt:

v = Prüfgeschwindigkeit des Fahrzeugs bei Beginn der Bremsung.

Die Temperatur der Kühlluft muss die Umgebungstemperatur sein.

- 3.2.4. Wird der Reifenrollwiderstand während der Prüfung nicht automatisch ausgeglichen, muss das Bremsmoment durch Abziehen eines Rollwiderstandsbeiwertes von 0,02 (bei Fahrzeugen der Klassen Ra und Sa) und 0,01 (bei Fahrzeugen der Klassen Rb und Sb) verändert werden.
Alternativ kann der ungünstigste Rollwiderstandsbeiwert von 0,01 verwendet werden, um alle Fahrzeugklassen abzudecken, die gemäß dem Prüfbericht der Prüfung Typ I unterzogen werden können.

3.3. Prüfungen auf dem Rollenprüfstand

- 3.3.1. Die Achse ist möglichst bis zur höchsten statischen Achslast zu beladen, obwohl dies nicht unerlässlich ist, sofern während der Prüfung der durch unterschiedliche Belastung der Prüfachse verursachte unterschiedliche Rollwiderstand berücksichtigt wird.
- 3.3.2. Während der Warmlaufphasen kann eine Luftkühlung angewandt werden, die durch die Geschwindigkeit und die Richtung des Luftstroms die tatsächlichen Verhältnisse simuliert, wobei für die Geschwindigkeit des Luftstroms gilt:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

Wobei:

v = Prüfgeschwindigkeit des Fahrzeugs bei Beginn der Bremsung.

Die Temperatur der Kühlluft muss die Umgebungstemperatur sein.

- 3.3.3. Die Dauer der Bremsung muss, nach einer Schwelldauer von höchstens 0,6 Sekunden, eine Sekunde betragen.

3.4. Prüfbedingungen (allgemein)

- 3.4.1. Die zu prüfenden Bremsen sind mit Messgeräten für folgende Messungen auszurüsten:
- 3.4.1.1. kontinuierliche Aufzeichnung zur Bestimmung des Bremsmoments oder der Bremskraft am Reifenumfang;

- 3.4.1.2. kontinuierliche Aufzeichnung des Luftdrucks im Bremszylinder;
- 3.4.1.3. Fahrzeuggeschwindigkeit während der Prüfung;
- 3.4.1.4. Ausgangstemperatur an der Außenseite der Bremstrommel oder -scheibe;
- 3.4.1.5. Bremskolbenhub während der Prüfungen Typ 0 und Typ I oder Typ III.

3.5. Prüfverfahren

3.5.1. Zusätzliche Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse

Die Bremse ist nach den Vorschriften von Nummer 3.5.1.1 vorzubereiten.

3.5.1.1. Einfahrtablauf

- 3.5.1.1.1. Bei Trommelbremsen müssen Bremsbeläge und Trommeln zu Beginn der Prüfungen neu sein, die Bremsbeläge müssen so bearbeitet sein, dass der bestmögliche Anfangskontakt zwischen Bremsbelägen und Trommeln erreicht wird.
- 3.5.1.1.2. Bei Scheibenbremsen müssen Bremsklötze und Scheiben zu Beginn der Prüfungen neu sein, die Bearbeitung des Werkstoffs der Bremsklötze ist dem Bremsenhersteller freigestellt.
- 3.5.1.1.3. Es sind 20 Bremsungen bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h und einer Energieaufnahme der Bremse, die theoretisch 0,3 TR/Prüfmasse entspricht, durchzuführen. Die Anfangstemperatur an der Berührungsfläche von Bremsbelag und Bremstrommel oder Bremsklotz und Bremsscheibe darf vor jeder Bremsung nicht mehr als 100 °C betragen.
- 3.5.1.1.4. Im Abstand von 60 s sind 30 Bremsungen bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h bis 30 km/h und einer Energieaufnahme der Bremse, die 0,3 TR/Prüfmasse entspricht, durchzuführen. Wenn die Prüfung auf der Straße oder auf dem Rollenprüfstand durchgeführt werden soll, muss die Energieaufnahme der Bremse jeweils dem angegebenen Wert entsprechen. Die Anfangstemperatur an der Berührungsfläche von Bremsbelag und Bremstrommel oder Bremsklotz und Bremsscheibe darf bei der ersten Bremsung nicht mehr als 100 °C betragen.
- 3.5.1.1.5. 120 s nach Abschluss der 30 Bremsungen nach Nummer 3.5.1.1.4 sind im Abstand von 120 s fünf Bremsungen bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h bis 30 km/h und einer Energieaufnahme der Bremse, die 0,3 TR/Prüfmasse entspricht, durchzuführen⁴.
- 3.5.1.1.6. Es sind 20 Bremsungen bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h und einer Energieaufnahme der Bremse, die 0,3 TR/Prüfmasse entspricht, durchzuführen. Die Anfangstemperatur an der Berührungsfläche von Bremsbelag und Bremstrommel oder Bremsklotz und Bremsscheibe darf vor jeder Bremsung nicht mehr als 150 °C betragen.

3.5.1.1.7. Eine Bremswirkungsprüfung ist wie folgt durchzuführen:

- 3.5.1.1.7.1. Es ist das Eingangsmoment zu bestimmen, das aufgebracht werden muss, um theoretische Verzögerungswerte zu erreichen, die 0,2, 0,35 und $0,5 \pm 0,05$ TR/Prüfmasse entsprechen.
- 3.5.1.1.7.2. Sobald der Wert des Eingangsmoments für jede Abbremsung bestimmt ist, muss dieser Wert bei jeder darauf folgenden Bremsung konstant bleiben (z. B. konstanter Druck).
- 3.5.1.1.7.3. Bei jedem der nach den Vorschriften von Nummer 3.5.1.1.7.1 bestimmten Eingangsmomente ist bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h eine Bremsung durchzuführen. Die Anfangstemperatur an der Berührungsfläche von Bremsbelag und Bremstrommel oder Bremsklotz und Bremsscheibe darf vor jeder Bremsung nicht mehr als 100 °C betragen.
- 3.5.1.1.8. Die Prüfverfahren gemäß den Nummern 3.5.1.1.6 und 3.5.1.1.7.3, wobei Nummer 3.5.1.1.6 fakultativ ist, sind zu wiederholen, bis sich die Bremswirkung von fünf aufeinanderfolgenden nicht monotonen Messungen bei einem konstanten Eingangswert von 0,5 TR/(Prüfmasse) innerhalb eines Toleranzbereichs von -10 % des Höchstwerts stabilisiert hat.
- 3.5.1.2. Es ist ferner zulässig, nacheinander zwei Prüfungen des Absinkens der Bremswirkung, Typ I und Typ II, durchzuführen.
- 3.5.1.3. Diese Prüfung wird zur Beurteilung der Heißbremswirkung am Ende der Prüfungen Typ I und Typ III im Fall der Prüfung Typ I mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 40 km/h und im Fall der Prüfung Typ III von 60 km/h durchgeführt. Die Prüfungen des Absinkens der Bremswirkung des Typs I und/oder des Typs III müssen unmittelbar anschließend an Überprüfungen der Wirkung der kalten Bremse durchgeführt werden
- 3.5.1.4. Es sind drei Bremsungen bei gleichem Druck (p) und mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 30 km/h und 40 km/h (im Fall der Prüfung Typ I gemäß dem Prüfbericht) oder 60 km/h (im Fall der Prüfung Typ III) durchzuführen, wobei die an der Außenseite der Bremstrommeln oder -scheiben gemessene Anfangstemperatur etwa gleich sein muss und nicht mehr als 100 °C betragen darf. Die Bremsungen müssen bei einem Druck im Bremszylinder erfolgen, der ein Bremsmoment oder eine Bremskraft erzeugen sollen, das oder die einer Abbremsung (z) von mindestens 50 % entspricht. Der Druck im Bremszylinder darf nicht mehr als 650 kPa (pneumatisch) oder 11 500 kPa (hydraulisch) betragen, und das Eingangsbremsmoment (C) darf nicht über dem höchstzulässigen Eingangsbremsmoment (C_{max}) liegen. Der Mittelwert aus den drei Ergebnissen gilt als Wirkung der kalten Bremse.

3.5.2. Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Bremsprüfung Typ I)

- 3.5.2.1. Diese Prüfung ist bei einer Geschwindigkeit entsprechend 40 km/h und bei einer Anfangstemperatur der Bremse von höchstens 100 °C, gemessen an der Außenseite der Bremstrommel oder -scheibe, durchzuführen.

- 3.5.2.2. Die Abbremsung ist ständig bei sieben Prozent zu halten, einschließlich des Rollwiderstandes (siehe Nummer 3.2.4).
- 3.5.2.3. Die Prüfung wird über eine Dauer von zwei Minuten und 33 Sekunden oder über eine Strecke von 1,7 km bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h durchgeführt. Bei Anhängefahrzeugen mit einer $v_{max} \leq 30$ km/h oder solchen, die die Prüfgeschwindigkeit nicht erreichen, kann die Prüfungsdauer nach Anhang II Nummer 2.3.2.2 verlängert werden.
- 3.5.2.4. Spätestens 60 Sekunden nach Beendigung der Prüfung Typ I ist nach Anhang II Nummer 2.3.3 eine Prüfung bei heißer Bremse und einer Anfangsgeschwindigkeit von 40 km/h durchzuführen. Der Druck im Bremszylinder muss der gleiche wie bei der Prüfung Typ 0 sein.

3.5.3. Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Prüfung Typ III)

3.5.3.1. Prüfverfahren für wiederholte Bremsungen

3.5.3.1.1. Bremsprüfungen auf der Straße (siehe Anhang II Nummer 2.5)

3.5.3.1.2. Prüfung auf dem Schwungmassenprüfstand

Für die Prüfung auf dem Prüfstand nach Nummer 3.2 können die Bedingungen die gleichen wie bei der Prüfung auf der Straße nach Anhang II Nummer 2.5.4 sein.

$$v_2 = \frac{v_1}{2}$$

3.5.3.1.3. Prüfung auf dem Rollenprüfstand

Für die Prüfung auf dem Prüfstand nach Nummer 3.3 gelten die folgenden Bedingungen:

Zahl der Bremsungen	20
---------------------	----

Dauer des Bremszyklus (Bremsdauer 25 s und Erholungsdauer 35 s)	60 s
--	------

Prüfgeschwindigkeit	30 km/h
---------------------	---------

Abbremsung	0,06
------------	------

Rollwiderstand	0,01
----------------	------

- 3.5.3.2. Spätestens 60 Sekunden nach dem Ende der Prüfung Typ III wird eine Prüfung der Heißbremswirkung nach Anhang II Nummer 2.5.5 durchgeführt. Der Druck im Bremszylinder muss der gleiche wie bei der Prüfung Typ 0 sein.

3.6. Vorschriften über die Wirksamkeit selbsttätiger Nachstelleinrichtungen

- 3.6.1. Die nachstehenden Vorschriften gelten für eine selbsttätige Nachstelleinrichtung, die an einer Bremse angebracht ist und die nach den Bestimmungen dieser Anlage auf ihre Wirksamkeit überprüft wird.

Nach Abschluss der Prüfungen gemäß Nummer 3.5.2.4 (Prüfung Typ I) oder 3.5.3.2 (Prüfung Typ III) sind die Anforderungen nach Nummer 3.6.3 zu überprüfen.

- 3.6.2. Die nachstehenden Anforderungen gelten für eine alternative selbsttätige Nachstelleinrichtung, die an einer Bremse angebracht ist, für die bereits ein Prüfprotokoll erstellt wurde.

3.6.2.1. **Bremswirkung**

Im Anschluss an die Erwärmung der Bremsen nach den unter Nummer 3.5.2 (Prüfung Typ I) oder 3.5.3 (Prüfung Typ III) beschriebenen Verfahren gilt die zutreffende unter den nachfolgenden Bestimmungen:

- a) Die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage muss $\geq 80\%$ der für die Prüfung Typ 0 vorgeschriebenen Wirkung betragen oder
- b) die Bremse ist mit dem bei der Prüfung Typ 0 aufgebrachten Bremszylinderdruck zu betätigen; der bei diesem Druck zu messende Gesamthub des Bremszylinders (s_A) muss $\leq 0,9 s_p$, gemessen an der Bremskammer, sein.

s_p = nutzbarer Kolbenhub: der Hub, bei dem die Kolbenkraft 90 % der mittleren Kolbenkraft (Th_A) beträgt (siehe Nummer 2).

- 3.6.2.2. Nach Abschluss der Prüfungen gemäß Nummer 3.6.2.1 sind die Anforderungen nach Nummer 3.6.3 zu überprüfen.

3.6.3. **Prüfung der Freigängigkeit**

Nach Abschluss der Prüfungen nach den Nummern 3.6.1 bzw. 3.6.2 lässt man die Bremsen abkühlen, bis ihre Temperatur der einer kalten Bremse (d. h. $\leq 100\text{ }^\circ\text{C}$) entspricht, und es sollte geprüft werden, ob das Anhängefahrzeug/die Räder freigängig sind, wozu eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt sein muss:

- 3.6.3.1. Die Räder sind freigängig (d. h. sie können mit der Hand gedreht werden),
- 3.6.3.2. bei einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 60\text{ km/h}$ bei gelösten Bremsen darf die stabilisierte Temperatur der Trommeln oder Scheiben nicht um mehr als $80\text{ }^\circ\text{C}$ ansteigen; in diesem Fall gilt das Restbremsmoment als annehmbar.

3.7. **Kennzeichnung**

- 3.7.1. Die Achse muss an einer gut sichtbaren Stelle entsprechend den Anforderungen auf der Grundlage von Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 gekennzeichnet sein, so dass die folgenden im Prüfbericht aufgeführten Daten eindeutig identifiziert sind:

- 3.7.1.1. Bezeichnung der Achse,
 - 3.7.1.2. Bezeichnung der Bremse,
 - 3.7.1.3. Angabe von F_e ,
 - 3.7.1.4. Hauptteil der Prüfberichtsnummer,
 - 3.7.1.5. im Prüfbericht angegebene Bezeichnungen.
- 3.7.2. Eine nicht integrierte selbsttätige Nachstelleinrichtung muss an einer gut sichtbaren Stelle mindestens entsprechend den Anforderungen auf der Grundlage von Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 desselben Artikels der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 gekennzeichnet sein, so dass die folgenden im Prüfbericht aufgeführten Daten eindeutig identifiziert sind:
- 3.7.2.1. Typ,
 - 3.7.2.2. Version.
- 3.7.3. Auf jedem Bremsbelag oder Bremsklotz müssen Fabrikmarke und Typ lesbar und dauerhaft so angebracht sein, dass die Angaben sichtbar sind, wenn der Bremsbelag oder Bremsklotz auf der Bremsbacke/Bremsankerplatte befestigt ist.

3.8. Prüfkriterien

Falls für eine Achse oder Bremse, die innerhalb der im Beschreibungsbogen genannten Grenzen verändert wurde, ein neuer Prüfbericht oder eine Erweiterung des Prüfberichts erforderlich ist, wird, unter Berücksichtigung der mit dem technischen Dienst vereinbarten ungünstigsten Konfigurationen, nach folgenden Kriterien bestimmt, ob neue Prüfungen notwendig sind.

In der nachfolgenden Tabelle werden folgende Abkürzungen verwendet:

CT (<i>complete test</i> , vollständige Prüfung)	Prüfung: 3.5.1.: Zusätzliche Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse 3.5.2.: Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Prüfung Typ I)* 3.5.3.: Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Prüfung Typ III)
FT (<i>fade test</i> , Prüfung des Absinkens der Bremswirkung)	Prüfung: 3.5.1.: Zusätzliche Prüfung der Bremswirkung bei kalter Bremse 3.5.2.: Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Prüfung Typ I)* 3.5.3.: Prüfung des Absinkens der Bremswirkung (Prüfung Typ III)*

* Falls zutreffend

<i>Unterschiede entsprechend dem Beschreibungsbogen</i>	<i>Prüfungskriterien</i>
a) Zunahme des angegebenen maximalen Eingangsbremsmomentes C_{\max}	Veränderung ohne zusätzliche Prüfung zulässig.
b) Abweichung von der angegebenen Masse der Bremsscheibe oder Bremstrommel m_{dec} um $\pm 20 \%$	CT: Die leichteste Variante ist zu prüfen; falls die Nennprüfmasse für eine neue Variante um weniger als 5 % von einer zuvor geprüften Variante mit höherem Nennwert abweicht, kann auf eine Prüfung der leichteren Variante verzichtet werden. Die tatsächliche Prüfmasse des Prüfstücks darf um $\pm 5 \%$ von der Nennprüfmasse abweichen.
c) Methode zur Befestigung des Bremsbelags/Bremsklotzes auf der Bremsbacke/Bremsankerplatte	Ungünstiger Fall gemäß den Angaben des Herstellers, abgesprochen mit dem technischen Dienst, der die Prüfung durchführt.
d) Bei Scheibenbremsen Erhöhung des maximalen Bremshubs	Veränderung ohne zusätzliche Prüfung zulässig.
e) Wirksame Länge der Nockenwelle	Als ungünstiger Fall gilt die geringste Torsionssteifigkeit der Nockenwelle; sie ist folgendermaßen zu prüfen: i) FT; oder ii) Veränderung mit zusätzlicher Prüfung zulässig, wenn deren Auswirkungen auf Hub und Bremskraft errechnet werden können. In diesem Fall müssen im Prüfbericht die folgenden extrapolierten Werte angegeben sein: s_e , C_e , T_e , T_e/F_e .
f) Angegebener Schwellenwert des Bremsmoments $C_{0,dec}$	Es ist zu prüfen, ob die Bremswirkung weiterhin in dem in Diagramm 1 angegebenen Bereich liegt.
g) $\pm 5 \text{ mm}$ Abweichung vom angegebenen Außendurchmesser der Bremsscheibe	Als ungünstiger Fall gilt der kleinste Durchmesser. Der tatsächliche Außendurchmesser des Prüfstücks kann gegenüber dem vom Achshersteller angegebenen Nennaußendurchmesser um $\pm 1 \text{ mm}$ schwanken.
h) Art der Kühlung der Bremsscheibe (belüftet/nicht belüftet)	Jeder Typ ist zu prüfen.
i) Nabe (integriert oder nicht integriert)	Jeder Typ ist zu prüfen.
j) Scheiben mit integrierter Trommel — mit oder ohne Feststellbremsfunktion	Für dieses Merkmal ist keine Prüfung erforderlich.

<i>Unterschiede entsprechend dem Beschreibungsbogen</i>	<i>Prüfungskriterien</i>
k) Geometrisches Verhältnis zwischen den Reibungsoberflächen und der Befestigungseinrichtung der Bremsscheibe	Für dieses Merkmal ist keine Prüfung erforderlich.
l) Art der Bremsbeläge	Jeder Bremsbelagtyp
m) Veränderungen bei den Werkstoffen (außer beim Grundwerkstoff) gemäß Beschreibungsbogen, sofern der Hersteller bestätigt, dass die Veränderung die Wirkung bei den erforderlichen Prüfungen nicht beeinträchtigt.	Prüfung hierfür nicht erforderlich.
n) Bremsankerplatte und Bremsbacken	Prüfbedingungen (ungünstigster Fall)* Rückplatte: Mindestdicke Bremsbacke: leichteste Bremsbacke

* Keine Prüfung erforderlich, wenn der Hersteller nachweisen kann, dass die Veränderung keine Auswirkungen auf die Steifheit hat.

3.8.1. Ergeben sich bei einer selbsttätigen Nachstelleinrichtung Abweichungen von einer ausweislich der Identifizierungsnummern geprüften Einrichtung, ist eine zusätzliche Prüfung nach Nummer 3.6.2 erforderlich.

3.9. Prüfergebnisse

3.9.1. Das Ergebnis der Prüfungen nach den Nummern 3.5 und 3.6.1 ist in die Anlage mit den Prüfergebnissen einzutragen.

3.9.2. Bei einer Bremse mit einer alternativen Nachstelleinrichtung sind die Ergebnisse der Prüfungen nach Nummer 3.6.2 in die Anlage mit den Prüfergebnissen einzutragen.

3.9.3. Beschreibungsbogen

Ein vom Achs- oder Fahrzeughersteller vorzulegender Beschreibungsbogen ist Teil des Prüfberichts.

Im Beschreibungsbogen müssen gegebenenfalls die verschiedenen Ausstattungsvarianten der Bremse oder Achse in Bezug auf die wesentlichen Kriterien angegeben sein.

4. Überprüfung

4.1. Überprüfung von Bauteilen

Die Merkmale der Bremse des Fahrzeugs, für das eine Typgenehmigung beantragt wird, müssen den Anforderungen unter den Nummern 3.7, 3.8 und 3.9 entsprechen.

4.2. Nachprüfung der Energieaufnahme der Bremse

- 4.2.1. Die Bremskräfte (T) für jede geprüfte Bremse (bei gleichem Steuerleitungsdruck p_m), die zur Erzeugung der als Prüfbedingung sowohl für die Prüfung Typ I als auch für die Prüfung Typ III festgelegten Bremswirkung erforderlich sind, dürfen die T_e -Werte gemäß dem Prüfbericht, die als Grundlage für die Prüfung der Bezugsbremse dienten, nicht überschreiten.

4.3. Nachprüfung der Heißbremswirkung

- 4.3.1. Die Bremskraft (T) für jede zu prüfende Bremse bei einem vorgegebenen Druck (p) in den Bremszylindern und einem Steuerleitungsdruck (p_m) bei der Prüfung Typ 0 des zu prüfenden Anhängefahrzeugs wird folgendermaßen ermittelt:

- 4.3.1.1. Der vorausberechnete Bremskolbenhub der geprüften Bremse wird folgendermaßen berechnet:

$$s = 1 \cdot \frac{s_e}{l_e}$$

Dieser Wert darf s_p nicht überschreiten.

- 4.3.1.2. Die mittlere Kolbenkraft (Th_A) des Bremszylinders der zu prüfenden Bremse wird mit dem Druck nach Nummer 4.3.1 gemessen.

- 4.3.1.3. Das Eingangsbremsmoment (C) wird dann folgendermaßen berechnet:

$$C = Th_A \cdot l$$

C darf nicht größer sein als C_{max} .

- 4.3.1.4. Die vorausberechnete Bremskraft der zu prüfenden Bremse ergibt sich aus folgender Formel:

$$T = (T_e - 0.01 \cdot F_e) \frac{C - C_0}{C_e - C_{oe}} \cdot \frac{R_e}{R} + 0.01 \cdot F$$

R darf nicht kleiner sein als $0,8 R_e$.

- 4.3.2. Die vorausberechnete Bremswirkung des zu prüfenden Anhängefahrzeugs ergibt sich aus folgender Formel:

$$\frac{T_R}{F_R} = \frac{\Sigma T}{\Sigma F}$$

- 4.3.3. Nach den Prüfungen Typ I oder Typ III wird die Heißbremswirkung nach den Nummern 4.3.1.1 bis 4.3.1.4 ermittelt. Die nach Nummer 4.3.2 vorausberechneten Werte müssen die Vorschriften dieser Verordnung für das zu prüfende Anhängefahrzeug erfüllen. Der Wert, der für den bei der Prüfung Typ 0 nach Anhang II Nummer 2.3.3 oder 2.5.5 ermittelten Wert benutzt wird, muss dem in der Prüfung Typ 0 des zu prüfenden Anhängefahrzeugs ermittelten Wert entsprechen.

DIAGRAMM 1

