



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

14419/14
ADD 2

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 8-13
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 8-13.

Anl.: C(2014) 7410 final - ANNEXES 8-13



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 15.10.2014
C(2014) 7410 final

ANNEXES 8 to 13

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

ANHANG VIII

Anforderungen für die Prüfungen von Auflaufbremsanlagen, Bremsvorrichtungen und Anhängerbremskupplungen sowie von damit ausgerüsteten Fahrzeugen in Bezug auf die Bremsung

1. Allgemeine Bestimmungen

- 1.1. Die Auflaufbremsanlage eines Anhängefahrzeugs besteht aus der Auflafeinrichtung, der Übertragungseinrichtung und den Bremsen.
- 1.2. Als Auflafeinrichtung gilt die Gesamtheit aller Teile der Zugeinrichtung (Kupplungskopf).
- 1.3. Die Übertragungseinrichtung ist die Gesamtheit aller Teile zwischen dem letzten Teil des Kupplungskopfs und dem ersten Teil der Bremse.
- 1.4. Bremsanlagen, bei denen gespeicherte Energie (z. B. elektrische, pneumatische oder hydraulische Energie) vom Zugfahrzeug auf das Anhängefahrzeug übertragen wird, wobei diese Energie nur durch die Schubkraft auf die Anhängeeinrichtung gesteuert wird, sind keine Auflaufbremsanlagen im Sinne dieser Verordnung.
- 1.5. Prüfungen
 - 1.5.1. Ermittlung der wesentlichen Eigenschaften der Bremse
 - 1.5.2. Ermittlung der wesentlichen Eigenschaften der Auflafeinrichtung und Prüfung ihrer Übereinstimmung mit den Bedingungen dieser Verordnung.
 - 1.5.3. Prüfung am Fahrzeug:
 - 1.5.3.1. der Zuordnung der Auflafeinrichtung zur Bremse und
 - 1.5.3.2. der Übertragungseinrichtung.

2. Zeichen

- 2.1. Verwendete Einheiten
 - 2.1.1. Masse: kg;
 - 2.1.2. Kraft: N;
 - 2.1.3. Beschleunigung infolge der Gravitation: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 - 2.1.4. Kräftepaare und Momente: Nm;
 - 2.1.5. Flächen: cm^2 ;
 - 2.1.6. Drücke: kPa;
 - 2.1.7. Längen: Angabe der Maßeinheit jeweils nach Einzelfall.
- 2.2. Für alle Bauarten von Bremsanlagen geltende Zeichen (siehe Abbildung 1 der Anlage 1)

- 2.2.1. G_A : technisch zulässige Gesamtmasse des Anhängefahrzeugs nach Angabe des Herstellers;
- 2.2.2. G'_A : höchste Gesamtmasse des Anhängefahrzeugs, die von der Auflaufenrichtung abgebremst werden kann, nach Angabe des Herstellers;
- 2.2.3. G_B : höchste Gesamtmasse des Anhängefahrzeugs, die von allen Bremsen des Anhängefahrzeugs gemeinsam abgebremst werden kann;

$$G_B = n \cdot G_{Bo};$$

- 2.2.4. G_{Bo} : der Teil der höchsten zulässigen Gesamtmasse des Anhängefahrzeugs, der von einer Bremse abgebremst werden kann, nach Angabe des Herstellers;
- 2.2.5. B^* : erforderliche Bremskraft;
- 2.2.6. B : erforderliche Bremskraft unter Berücksichtigung des Rollwiderstandes;
- 2.2.7. D^* : zulässige Deichselkraft;
- 2.2.8. D : Deichselkraft;
- 2.2.9. P' : Kraft am Ende der Auflaufenrichtung;
- 2.2.10. K : Zusatzkraft in der Auflaufenrichtung; konventionell entspricht diese der Kraft D im Schnittpunkt der extrapolierten Kennlinie P' als Funktion von D , ermittelt bei halbem Aulaufweg (siehe Abbildungen 2 und 3 in Anlage 1);
- 2.2.11. K_A : Ansprechschwelle der Auflaufenrichtung; diese ist die maximale, kurzzeitig auf den Kupplungskopf wirkende Schubkraft, die am Anschluss der Auflaufenrichtung keinerlei Wirkung hervorruft. Üblicherweise wird mit K_A die Kraft bezeichnet, die zu Beginn des Einschiebens des Kupplungskopfes mit einer Geschwindigkeit zwischen 10 mm/s und 15 mm/s bei abgetrennter Übertragungseinrichtung gemessen wird;
- 2.2.12. D_1 : größte Druckkraft am Kupplungskopf beim Einschieben desselben mit der Geschwindigkeit s in mm/s $\pm 10\%$, gemessen bei abgetrennter Übertragungseinrichtung;
- 2.2.13. D_2 : größte Zugkraft beim Herausziehen des Kupplungskopfes mit einer Geschwindigkeit s in mm/s $\pm 10\%$ aus vollkommen eingeschobener Lage, gemessen bei abgetrennter Übertragungseinrichtung;
- 2.2.14. η_{Ho} : Wirkungsgrad der Auflaufenrichtung;
- 2.2.15. η_{H1} : Wirkungsgrad der Übertragungseinrichtung;
- 2.2.16. η_H : Gesamtwirkungsgrad der Auflaufenrichtung und der Übertragungseinrichtung
 $\eta_H = \eta_{Ho} \cdot \eta_{H1}$;
- 2.2.17. s : Aulaufweg in Millimeter;
- 2.2.18. s' : nutzbarer Aulaufweg in Millimeter, gemäß Prüfbericht;
- 2.2.19. s'' : Leerweg im Hauptzylinder, gemessen in Millimeter an der Zugeinrichtung;

- 2.2.19.1. s_{Hz} : Hub im Hauptzylinder in Millimeter nach Abbildung 8 der Anlage 1;
- 2.2.19.2. s''_{Hz} : Leerweg im Hauptzylinder in Millimeter an der Kolbenstange nach Abbildung 8 der Anlage 1;
- 2.2.20. s_o : Verlustweg; Weg, um den sich der Kupplungskopf bei festgehaltener Übertragungseinrichtung verschiebt, wenn die Zugeinrichtung von 300 mm über bis 300 mm unter die Horizontale geschwenkt wird;
- 2.2.21. $2s_B$: Zuspannweg der Bremsbacken in Millimeter, gemessen am Durchmesser, parallel zur Betätigungsseinrichtung, ohne Nachstellen der Bremsen während der Prüfung;
- 2.2.22. $2s_B^*$: Mindestzuspannweg in der Mitte einer Bremsbacke (in Millimeter) bei Rädern mit Trommelbremsen;

$$2s_B^* = 2.4 + \frac{4}{1000} \cdot 2r;$$

Dabei ist $2r$ der Durchmesser der Bremstrommel in Millimeter (siehe Abbildung 4 in Anlage 1).

$$2s_B^* = 1.1 \cdot \frac{10 \cdot V_{60}}{F_{RZ}} + \frac{1}{1000} \cdot 2r_A$$

Für Rädern mit Scheibenbremsen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung gilt Folgendes:

V_{60} = die Absorption der Flüssigkeitsmenge einer Radbremse bei einem Druck, der einer Bremskraft von $1,2 B^* = 0,6 \cdot G_{Bo}$ und einem maximalen Reifenhalbmesser entspricht,

und

$2r_A$ = der Außendurchmesser der Bremsscheibe (V_{60} in cm^3 , F_{RZ} in cm^2 und r_A in mm).

- 2.2.23. M^* : Bremsmoment entsprechend der Angabe des Herstellers gemäß Nummer 5 der Anlage 3 dieses Anhangs. Dieses Bremsmoment muss mindestens eine Bremskraft erzeugen, die der vorgeschriebenen Bremskraft B^* entspricht;
- 2.2.23.1. M_T : Prüfbremsmoment, wenn kein Überlastungsschutz vorhanden ist (nach Nummer 6.2.1);
- 2.2.24. R : dynamischer Reifenrollradius (m) entsprechend der Angabe des Herstellers. Ist diese Angabe nicht verfügbar, kann der Wert gemäß folgender Formel berechnet werden: „ETRTO Gesamtdurchmesser /2“;
- 2.2.25. n : Anzahl der Bremsen;

- 2.2.26. M_r : maximales Bremsmoment, das sich aus dem maximal zulässigen Weg s_r oder aus der maximal zulässigen Flüssigkeitsmenge V_r ergibt, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt (einschließlich des Rollwiderstands von $= 0,01 \cdot g \cdot G_{Bo}$);
- 2.2.27. s_r : maximal zulässiger Weg am Bremshebel, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt;
- 2.2.28. V_r : maximal zulässige Flüssigkeitsmenge, die durch eine Radbremse aufgenommen wird, wenn sich das gezogene Fahrzeug rückwärts bewegt;
- 2.3. Für alle Auflaufbremsanlagen mit mechanischer Übertragungseinrichtung geltende Zeichen (siehe Abbildung 5 der Anlage 1);
- 2.3.1. i_{Ho} : Übersetzungsverhältnis zwischen dem Auflaufweg am Kupplungskopf und dem Weg des Hebels an der Ausgangsseite der Auflaufenrichtung;
- 2.3.2. i_{H1} : Untersetzungsverhältnis zwischen dem Weg des Hebels an der Ausgangsseite der Auflaufenrichtung und dem Bremshebelweg (Weguntersetzung der Übertragungseinrichtung);
- 2.3.3. i_H : Übersetzungsverhältnis zwischen dem Weg vom Kupplungskopf bis zum Bremshebel
- $$i_H = i_{Ho} \cdot i_{H1}$$
- 2.3.4. i_g : Übersetzungsverhältnis vom Bremshebel bis zur Mitte einer Bremsbacke (siehe Abbildung 4 in Anlage 1);
- 2.3.5. P : Kraft am Bremshebel (siehe Abbildung 4 der Anlage 1);
- 2.3.6. P_o : Rückstellkraft der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt; im Diagramm von $M = f(P)$ der Wert der Kraft P im Schnittpunkt der extrapolierten Funktion mit der Abszisse (siehe Abbildung 6 in Anlage 1);
- 2.3.6.1. P_{or} : Rückstellkraft der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt (siehe Abbildung 6 in Anlage 1);
- 2.3.7. P^* : Kraft am Bremshebel zur Erzeugung der Bremskraft B^* ;
- 2.3.8. P_T : Prüfkraft nach Nummer 6.2.1;
- 2.3.9. ρ : Kennwert der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt, aus folgender Formel:

$$M = \rho (P - P_o)$$

- 2.3.9.1. ρ_r : Kennwert der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt, aus folgender Formel:

$$M_r = \rho_r (P_r - P_{or})$$

2.3.10. s_{cf} : Weg des hinteren Seils oder Kolbenstangenweg an der Bremsseilausgleichswaage, wenn die Bremsen bei Vorwärtsbewegung in Betrieb sind¹;

2.3.11. s_{cr} : Weg des hinteren Seils oder Kolbenstangenweg an der Bremsseilausgleichswaage, wenn die Bremsen bei Rückwärtsbewegung in Betrieb sind¹;

2.3.12. s_{cd} : Wegdifferenz an der Bremsseilausgleichswaage, wenn nur eine Bremse bei Vorwärtsbewegung und die andere bei Rückwärtsbewegung in Betrieb ist¹;

Dabei gilt Folgendes: $s_{cd} = s_{cr} - s_{cf}$ (siehe Abbildung 5A in Anlage 1);

2.4. Zeichen für Auflaufbremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung (siehe Abbildung 8 in Anlage 1)

2.4.1. i_h : Übersetzungsverhältnis zwischen dem Auflaufweg am Kupplungskopf und dem Kolbenweg des Hauptbremszylinders;

2.4.2. i_g : Übersetzungsverhältnis zwischen dem Weg des Angriffspunktes der Radbremszylinder und dem Zuspannweg in der Mitte einer Bremsbacke;

2.4.3. F_{RZ} : Kolbenfläche eines Radzyllinders bei Trommelbremsen; bei Scheibenbremsen die Summe der Kolbenflächen im Bremssattel auf einer Seite der Scheibe;

2.4.4. F_{HZ} : Kolbenfläche des Hauptbremszylinders;

2.4.5. p : Flüssigkeitsdruck im Radbremszylinder;

2.4.6. p_o : Rückstelldruck im Radbremszylinder, wenn sich das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt; im Diagramm von $M = f(p)$ der Wert des Drucks p im Schnittpunkt der extrapolierten Funktion mit der Abszisse (siehe Abbildung 7 in Anlage 1);

2.4.6.1. p_{or} : Rückstelldruck der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt (siehe Abbildung 7 in Anlage 1);

2.4.7. p^* : Flüssigkeitsdruck im Radbremszylinder zur Erzeugung der Bremskraft B^* ;

2.4.8. p_T : Prüfdruck nach Nummer 6.2.1:

2.4.9. ρ' : Kennwert der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt, aus folgender Formel:

$$M = \rho' (p - p_o)$$

2.4.9.1. ρ'_r : Kennwert der Bremse, wenn sich das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt, aus folgender Formel:

$$M_r = \rho'_r (p_r - p_{or})$$

¹ Die Nummern 2.3.10, 2.3.11 und 2.3.12 gelten nur für die Methode zur Berechnung der Wegdifferenz bei einer Feststellbremsanlage.

- 2.5. Zeichen in Bremsvorschriften, die sich auf den Überlastungsschutz beziehen
- 2.5.1. D_{op} : Betätigungszeit am Anschluss der Auflaufenrichtung, bei der der Überlastungsschutz anspricht;
- 2.5.2. M_{op} : Bremsmoment, bei dem der Überlastungsschutz anspricht (nach den Angaben des Herstellers);
- 2.5.3. M_{Top} : kleinstes Prüfbremsmoment, wenn ein Überlastungsschutz vorhanden ist (nach Nummer 6.2.2.2);
- 2.5.4. P_{op_min} : Kraft an der Bremse, bei der der Überlastungsschutz anspricht (nach Nummer 6.2.2.1);
- 2.5.5. P_{op_max} : größte Druckkraft (wenn der Kupplungskopf vollständig eingeschoben ist), die vom Überlastungsschutz auf die Bremse ausgeübt wird (nach Nummer 6.2.2.3);
- 2.5.6. p_{op_min} : Druck an der Bremse, bei der der Überlastungsschutz anspricht (nach Nummer 6.2.2.1);
- 2.5.7. p_{op_max} : maximaler Flüssigkeitsdruck (wenn der Kupplungskopf vollständig eingeschoben ist), der vom Überlastungsschutz auf den Bremszylinder ausgeübt wird (nach Nummer 6.2.2.3);
- 2.5.8. P_{Top} : kleinste Prüfkraft, wenn ein Überlastungsschutz vorhanden ist (nach Nummer 6.2.2.2);
- 2.5.9. p_{Top} : kleinster Prüfdruck, wenn ein Überlastungsschutz vorhanden ist (nach Nummer 6.2.2.2).
- 2.6. Fahrzeugkategorien in Bezug auf Auflaufbremsanlagen
- 2.6.1. Fahrzeugkategorie A
Fahrzeugkategorie A bedeutet Fahrzeuge der Klassen R1, R2 und S1;
- 2.6.2. Fahrzeugkategorie B
Fahrzeugkategorie B bedeutet Fahrzeuge mit einer Masse von mehr als 3500 kg, aber nicht mehr als 8000 kg der Klassen R3 und S2;
- 2.6.3. Fahrzeugkategorie C
Fahrzeugkategorie C1 bedeutet Fahrzeuge der Klassen R und S mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von bis zu 30 km/h;
Fahrzeugkategorie C2 bedeutet Fahrzeuge der Klassen R und S mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von bis zu 40 km/h;
Fahrzeugkategorie C3 bedeutet Fahrzeuge der Klassen R und S mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 40 km/h.

3. Allgemeine Anforderungen

- 3.1. Die Übertragung der Kräfte des Kupplungskopfes auf die Bremsen des Anhängefahrzeugs muss entweder durch ein Gestänge oder durch eine oder mehrere Hydraulikflüssigkeiten erfolgen. Es darf jedoch ein Teil der Übertragungseinrichtung durch einen Seilzug (Bowdenzug) gebildet werden; dieser Teil muss so kurz wie möglich sein. Das Steuergestänge und die Steuerseile dürfen weder den Rahmen des Anhängefahrzeugs noch andere Flächen, die einen Einfluss auf die Betätigung oder das Lösen der Bremse haben, berühren.
- 3.2. Alle Bolzen an den Gelenkstellen müssen ausreichend gesichert sein. Außerdem müssen diese Gelenkstellen selbstschmierend ausgeführt oder für die Schmierung leicht zugänglich sein.
- 3.3. Auflaufbremsvorrichtungen müssen so beschaffen sein, dass bei Ausnutzung des maximalen Auflaufweges kein Teil der Übertragungseinrichtung sich verklemmt, bleibende Verformungen erleidet oder bricht. Dies muss überprüft werden durch Abtrennen der Übertragungseinrichtung von den Bremshebeln.
- 3.4. Die Auflaufbremsanlage muss ein Zurückschieben des Anhängefahrzeugs durch die Zugmaschine gestatten, ohne dass eine größere Widerstandskraft als $0,08 \text{ g} \cdot G_A$ wirkt. Die hierfür benutzten Einrichtungen müssen selbstdämmig arbeiten und sich bei Vorwärtsfahrt des Anhängefahrzeugs selbstdämmig lösen.
- 3.5. Jede für die Zwecke nach Nummer 3.4 eingebaute spezielle Einrichtung muss so beschaffen sein, dass die Feststellbremswirkung an einer Steigung oder an einem Gefälle nicht nachteilig beeinflusst wird.
- 3.6. Auflaufbremsanlagen können mit Überlastungsschutz versehen sein. Dieser darf bei einer Kraft von weniger als $D_{op} = 1,2 \cdot D^*$ (wenn er an der Betätigungsseinrichtung angebracht ist) oder bei einer Kraft von weniger als $P_{op} = 1,2 \cdot P^*$ oder bei einem Druck von weniger als $p_{op} = 1,2 \cdot p^*$ (wenn er an der Bremse angebracht ist) nicht ansprechen; dabei entspricht die Kraft P^* oder der Druck p^* einer Bremskraft von $B^* = 0,5 \cdot g \cdot G_{B_0}$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C2 und C3) und $B^* = 0,35 \cdot g \cdot G_{B_0}$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C1).

4. Anforderungen an die Auflafeinrichtungen

- 4.1. Die gleitenden Teile der Auflafeinrichtung müssen so lang sein, dass der Auflaufweg voll ausgenutzt werden kann, auch wenn das Anhängefahrzeug angekuppelt ist.
- 4.2. Die aufeinander gleitenden Teile müssen durch einen Faltenbalg oder andere gleichwertige Einrichtungen geschützt werden. Sie müssen geschmiert werden oder aus selbstschmierenden Werkstoffen bestehen. Die Gleitflächen müssen aus Werkstoffen bestehen, die keine elektrochemischen Elemente bilden und mechanisch so aufeinander abgestimmt sind, dass kein Klemmen oder Fressen der gleitenden Teile eintritt.
- 4.3. Die Ansprechschwelle (K_A) der Auflafeinrichtung muss mindestens $0,02 \text{ g} \cdot G'_A$ sein und darf höchstens $0,04 \text{ g} \cdot G'_A$ betragen. Bei Fahrzeugen der Kategorien C1 und C2 kann jedoch die Ansprechschwelle (K_A) der Auflafeinrichtung zwischen $0,01 \text{ g} \cdot G'_A$ und $0,04 \text{ g} \cdot G'_A$ betragen.

4.4. Die größte Druckkraft D_1 darf $0,10 g \cdot G'_A$ bei Starrdeichsel-Anhängefahrzeugen und Zentralachs-Anhängefahrzeugen sowie $0,067 g \cdot G'_A$ bei mehrachsigen Deichsel-Anhängefahrzeugen nicht übersteigen.

4.5. Die größte Zugkraft D_2 muss zwischen $0,1 g \cdot G'_A$ und $0,5 g \cdot G'_A$ betragen.

Bei Fahrzeugen der Klasse B ist auch $D_2 \geq 1750 N + 0,05 g \cdot G'_A$ zulässig, sofern $D_2 \leq 0,5 g \cdot G'_A$.

5. Prüfungen und Messungen, die an der Auflaufenrichtung vorzunehmen sind

5.1. Die dem mit der Prüfung beauftragten technischen Dienst zur Verfügung gestellten Auflaufenrichtungen sind hinsichtlich der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Nummern 3 und 4 zu prüfen.

5.2. Bei allen Bauarten der Bremsen sind folgende Werte zu messen:

5.2.1. der Auflaufweg s und der nutzbare Auflaufweg s' ;

5.2.2. die Zusatzkraft K ;

5.2.3. die Ansprechschwelle K_A ;

5.2.4. die Druckkraft D_1 ;

5.2.5. die Zugkraft D_2 .

5.3. Bei Auflaufbremsanlagen mit mechanischer Übertragungseinrichtung sind zu ermitteln:

5.3.1. das Übersetzungsverhältnis i_{H0} bei halbem Auflaufweg;

5.3.2. die Kraft P' am Ausgang der Auflaufenrichtung als Funktion der Deichselkraft D .

Aus der grafischen Darstellung der Messergebnisse ergibt sich die Zusatzkraft K und der

$$\eta_{H0} = \frac{1}{i_{H0}} \cdot \frac{P'}{D - K}$$

Wirkungsgrad

(siehe Abbildung 2 in Anlage 1).

5.4. Bei Auflaufbremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung sind die folgenden Werte zu ermitteln:

5.4.1. das Übersetzungsverhältnis i_h bei halbem Auflaufweg;

5.4.2. der Druck p am Ausgang des Hauptbremszylinders in Abhängigkeit von der Deichselkraft D und der vom Hersteller anzugebenden Kolbenfläche F_{HZ} des Hauptbremszylinders; Aus der grafischen Darstellung der Messergebnisse ergibt sich die Zusatzkraft K und der Wirkungsgrad

$$\eta_{H0} = \frac{1}{i_h} \cdot \frac{p \cdot F_{HZ}}{D - K}$$

(siehe Abbildung 3 in Anlage 1);

- 5.4.3. der Leerweg im Hauptbremszylinder s'' gemäß Nummer 2.2.19;
- 5.4.4. Kolbenfläche des Hauptbremszylinders F_{HZ} ;
- 5.4.5. Hub s_{Hz} im Hauptbremszylinder, gemessen in Millimeter;
- 5.4.6. Leerweg s''_{Hz} im Hauptbremszylinder, gemessen in Millimeter.
- 5.5. Bei einer Auflaufbremsanlage für mehrachsige Deichsel-Anhängefahrzeuge ist der im Prüfbericht genannte Verlustweg s_0 zu messen.

6. Anforderungen an die Bremsen

- 6.1. Der Hersteller hat dem mit der Prüfung beauftragten technischen Dienst außer den zu prüfenden Bremsen Zeichnungen der Bremsen mit Angabe des Typs, der Abmessungen und der Werkstoffe der wesentlichen Bauteile sowie mit Angabe der Marke und des Typs der Bremsbeläge zur Verfügung zu stellen. Bei hydraulischen Bremsen müssen diese Zeichnungen Angaben über die Fläche F_{RZ} der Radbremszylinder enthalten. Ferner hat der Hersteller das Bremsmoment M^* und die Masse G_{Bo} , definiert in Nummer 2.2.4, anzugeben.

6.2. Prüfbedingungen

- 6.2.1. Ist in der Auflaufbremsanlage ein Überlastungsschutz weder vorhanden noch vorgesehen, dann muss die Radbremse bei folgenden Prüfkräften oder -drücken geprüft werden:

$$P_T = 1,8 P^* \text{ oder } p_T = 1,8 p^* \text{ und } M_T = 1,8 M^*, \text{ soweit zutreffend.}$$

- 6.2.2. Ist in der Auflaufbremsanlage ein Überlastungsschutz vorhanden oder vorgesehen, dann muss die Radbremse bei folgenden Prüfkräften oder -drücken geprüft werden:

- 6.2.2.1. Die kleinsten Bemessungswerte für den Überlastungsschutz sind vom Hersteller anzugeben und dürfen folgende Werte nicht unterschreiten:

$$P_{op} = 1,2 P^* \text{ oder } p_{op} = 1,2 p^*$$

- 6.2.2.2. Die Bereiche der kleinsten Prüfkraft P_{Top} oder des kleinsten Prüfdrucks p_{Top} und des kleinsten Prüfbremsmoments M_{Top} sind:

$$P_{Top} = 1,1 \text{ bis } 1,2 P^* \text{ oder } p_{Top} = 1,1 \text{ bis } 1,2 p^*$$

und

$$M_{Top} = 1,1 \text{ bis } 1,2 M^*$$

- 6.2.2.3. Die Größtwerte (P_{op_max} oder p_{op_max}) für den Überlastungsschutz sind vom Hersteller anzugeben und dürfen P_T beziehungsweise p_T nicht übersteigen.

7. Prüfungen und Messungen, die an den Bremsen vorzunehmen sind

- 7.1. Die dem mit der Prüfung beauftragten technischen Dienst zur Verfügung gestellten Bremsen und Bauteile sind hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den Anforderungen der Nummer 6 zu prüfen.
- 7.2. Es sind die folgenden Werte zu ermitteln:
- 7.2.1. der Mindestzuspannweg $2s_B^*$;
 - 7.2.2. der Zuspannweg $2s_B$ (der größer sein muss als $2s_B^*$);
- 7.3. Bei mechanischen Bremsen sind folgende Größen zu bestimmen:
- 7.3.1. das Übersetzungsverhältnis i_g (siehe Abbildung 4 in Anlage 1);
 - 7.3.2. die Kraft P^* für das Bremsmoment M^* ;
 - 7.3.3. das Moment M^* in Abhängigkeit von der Kraft P^* am Bremshebel bei mechanischen Übertragungseinrichtungen.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Bremstrommeln muss einer Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs von 30 km/h bei Fahrzeugen der Kategorie C1, von 40 km/h bei Fahrzeugen der Kategorie C2, von 60 km/h bei Fahrzeugen der Kategorie C3 entsprechen, wenn das gezogene Fahrzeug vorwärts bewegt wird, und von 6 km/h, wenn das gezogene Fahrzeug rückwärts bewegt wird. Aus der graphischen Darstellung der Messergebnisse ergeben sich die folgenden Werte (siehe Abbildung 6 in Anlage 1):

- 7.3.3.1. die Rückstellkraft der Bremse P_o und der Kennwert ρ , wenn das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt wird;
 - 7.3.3.2. die Rückstellkraft der Bremse P_{or} und der Kennwert ρ_r , wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird;
 - 7.3.3.3. das maximale Bremsmoment M_r bis zum maximal zulässigen Weg s_r , wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird (siehe Abbildung 6 in Anlage 1);
 - 7.3.3.4. der maximal zulässige Weg am Bremshebel, wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird (siehe Abbildung 6 in Anlage 1).
- 7.4. Bei hydraulischen Bremsen sind folgende Größen zu bestimmen:
- 7.4.1. das Übersetzungsverhältnis i_g (siehe Abbildung 8 in Anlage 1);
 - 7.4.2. der Druck p^* für das Bremsmoment M^* ;
 - 7.4.3. das Moment M^* in Abhängigkeit von dem Druck p^* am Bremszylinder bei hydraulischen Übertragungseinrichtungen.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Bremstrommeln muss einer Anfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs von 30 km/h bei Fahrzeugen der Kategorie C1, von 40 km/h bei Fahrzeugen der

Kategorie C2, von 60 km/h bei Fahrzeugen der Kategorie C3 entsprechen, wenn das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt wird, und von 6 km/h, wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird. Aus der graphischen Darstellung der Messergebnisse ergeben sich die folgenden Werte (siehe Abbildung 7 in Anlage 1):

- 7.4.3.1. der Rückstelldruck p_o und der Kennwert ρ' , wenn das Anhängefahrzeug vorwärts bewegt wird;
- 7.4.3.2. der Rückstelldruck p_{or} und der Kennwert ρ'_r , wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird;
- 7.4.3.3. das maximale Bremsmoment M_r bis zur maximal zulässigen Aufnahme der Flüssigkeitsmenge V_r , wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird (siehe Abbildung 7 in Anlage 1);
- 7.4.3.4. die maximal zulässige Flüssigkeitsmenge V_r , die durch eine Radbremse aufgenommen wird, wenn das Anhängefahrzeug rückwärts bewegt wird (siehe Abbildung 7 in Anlage 1).

- 7.4.4. die Kolbenfläche F_{RZ} des Radbremszylinders;

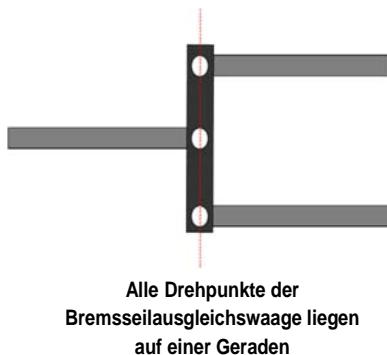
7.5. Alternativverfahren für die Prüfung Typ I

- 7.5.1. Die Prüfung Typ I nach Anhang II Nummer 2.3 braucht an einem Fahrzeug, das zur Typgenehmigung vorgeführt wird, nicht durchgeführt zu werden, wenn die Bauteile der Bremsanlage auf einem Schwungmassenprüfstand auf Einhaltung der Vorschriften von Anhang II Nummern 2.3.2 und 2.3.3 überprüft werden.
- 7.5.2. Das Alternativverfahren für die Prüfung Typ I ist nach den Vorschriften von Anhang VII Anlage 1 Nummer 3.5.2 durchzuführen (sinngemäß auch bei Scheibenbremsen anzuwenden).

8. Differenzkraft bei einer Feststellbremsanlage im Falle eines simulierten Gefälles

8.1. Berechnungsmethode

- 8.1.1. Die Drehpunkte der Bremsseilausgleichswaage müssen bei der in Ruhestellung befindlichen Feststellbremse auf einer Geraden liegen.



Es können alternative Anordnungen eingesetzt werden, wenn damit eine gleiche Spannung in beiden hinteren Seilen erreicht wird, auch wenn sich Unterschiede in Bezug auf den Weg zwischen den hinteren Seilen ergeben.

- 8.1.2. Es sind Detailzeichnungen vorzulegen, aus denen hervorgeht, dass die Beweglichkeit der Bremsseilausgleichswaage für eine gleiche Seilspannung in jedem der hinteren Seile ausreicht. Die Bremsseilausgleichswaage muss über einen ausreichenden Abstand in der Breite verfügen, um die Wegdifferenz von links nach rechts zu ermöglichen. Die Balken der Bremsseilausgleichswaage müssen so geformt sein, dass sie die Beweglichkeit auch bei Schrägstellung nicht einschränken.

Die Wegdifferenz an der Bremsseilausgleichswaage (s_{cd}) wird wie folgt ermittelt:

$$s_{cd} \geq 1.2 \cdot (S_{cr} - S_c')$$

Dabei gilt Folgendes:

$$S_c' = S'/i_H \quad (\text{Weg an der Bremsseilausgleichswaage - Vorwärtsbewegung}) \quad \text{und}$$
$$S_c' = 2 S_B/i_g$$

$$S_{cr} = S_r/i_H \quad (\text{Weg an der Bremsseilausgleichswaage - Rückwärtsbewegung})$$

9. Prüfberichte

Anträgen auf Erteilung einer Genehmigung für Anhängefahrzeuge mit Auflaufbremsanlagen sind die Prüfberichte für die Auflafeinrichtung und für die Bremsen sowie die Prüfberichte über die Zuordnung der Auflafeinrichtung, der Übertragungseinrichtung und der Bremsen am Anhängefahrzeug beizufügen, die mindestens die auf der Grundlage der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 Artikel 27 Absatz 1 bezeichneten Angaben enthalten müssen.

10. Kompatibilität der Auflafeinrichtung mit den Fahrzeugbremsen

- 10.1. Am Fahrzeug wird bezüglich der im Prüfbericht genannten Eigenschaften der Auflafeinrichtung, der Bremsen sowie des gezogenen Fahrzeugs überprüft, ob die Auflaufbremsanlage des Anhängefahrzeugs die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt.

10.2. Allgemeine Prüfungen für alle Bauarten von Bremsen

- 10.2.1. Soweit Teile der Übertragungseinrichtung weder mit der Auflafeinrichtung noch mit den Bremsen geprüft werden, sind diese am Fahrzeug zu prüfen. Die Ergebnisse der Prüfung sind in den Prüfbericht aufzunehmen (z. B. i_{H1} und η_{H1}).

10.2.2. Masse

- 10.2.2.1. Die Höchstmasse G_A des Anhängefahrzeugs darf nicht größer sein als die höchste Gesamtmasse G'_A , für die die Auflafeinrichtung zugelassen ist.

- 10.2.2.2. Die Höchstmasse G_A des Anhängefahrzeugs darf nicht größer sein als die höchste Gesamtmasse G_B , die von allen Bremsen des Anhängefahrzeugs gemeinsam abgebremst werden kann.

10.2.3. Kräfte

- 10.2.3.1. Die Ansprechschwelle K_A darf nicht kleiner als $0,02 g \cdot G_A$ und nicht größer als $0,04 g \cdot G_A$ sein.
- 10.2.3.2. Die größte Druckkraft D_1 darf nicht größer sein als $0,10 g \cdot G_A$ bei Starrdeichsel-Anhängefahrzeugen und Zentralachs-Anhängefahrzeugen sowie nicht größer als $0,067 g \cdot G_A$ bei mehrachsigen Deichsel-Anhängefahrzeugen.
- 10.2.3.3. Die größte Zugkraft D_2 muss zwischen $0,1 g \cdot G_A$ und $0,5 g \cdot G_A$ liegen.

10.3. Prüfung der Bremswirkung

- 10.3.1. Die Summe der am Umfang der Räder des Anhängefahrzeugs ausgeübten Bremskräfte muss mindestens $B^* = 0,50 g \cdot G_A$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C2 und C3) und $B^* = 0,35 g \cdot G_A$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C1) betragen, einschließlich eines Rollwiderstandes von $0,01 g \cdot G_A$: Das entspricht einer Bremskraft B von $0,49 g \cdot G_A$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C2 und C3) und $B^* = 0,34 g \cdot G_A$ (bei Fahrzeugen der Kategorie C1). Hierfür beträgt die zulässige Deichselkraft höchstens:

$$D^* = 0,067 g \cdot G_A \text{ für mehrachsige Deichsel-Anhängefahrzeuge}$$

und

$$D^* = 0,10 g \cdot G_A \text{ für Starrdeichsel-Anhängefahrzeuge und Zentralachs-Anhängefahrzeuge.}$$

Um zu prüfen, ob diese Bedingungen eingehalten werden, sind folgende Ungleichungen zu untersuchen:

$$\left[\frac{B \cdot R}{\rho} + n P_o \right] \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} \leq i_H$$

- 10.3.1.1. für Auflaufbremsanlagen mit mechanischer Übertragungseinrichtung:

$$\left[\frac{B \cdot R}{n \cdot \rho'} + p_o \right] \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} \leq \frac{i_H}{FHZ}$$

- 10.3.1.2. für Auflaufbremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung:

10.4. Prüfung des Auflaufweges

- 10.4.1. Bei Auflafeinrichtungen für mehrachsige Deichsel-Anhängefahrzeuge, bei denen das Bremsgestänge durch die Lage der Zugeinrichtung beeinflusst wird, muss der Auflaufweg s mindestens um den Verlustweg s_o größer sein als der nutzbare Weg s' . Der Weg s_o darf höchstens 10 % des nutzbaren Weges s' betragen.

10.4.2. Der nutzbare Auflaufweg s' wird bei einachsigen und mehrachsigen Anhängefahrzeugen folgendermaßen bestimmt:

10.4.2.1. Wenn das Bremsgestänge durch die Winkellage der Zugeinrichtung beeinflusst wird, ist:

$$s' = s - s_0;$$

10.4.2.2. wenn keine Verlustwege auftreten, ist:

$$s' = s;$$

10.4.2.3. bei hydraulischen Bremsanlagen ist:

$$s' = s - s''.$$

10.4.3. Um zu prüfen, ob der Auflaufweg groß genug ist, sind die folgenden Ungleichungen zu untersuchen:

10.4.3.1. für Auflaufbremsanlagen mit mechanischer Übertragungseinrichtung:

$$i_H \leq \frac{s'}{s_B^* \cdot i_g}$$

10.4.3.2. für Auflaufbremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung:

$$\frac{i_h}{F_{HZ}} \leq \frac{s'}{2s_B^* \cdot nF_{RZ} \cdot i'_g}$$

10.5. Zusätzliche Prüfungen:

10.5.1. Bei Auflaufbremsanlagen mit mechanischer Übertragungseinrichtung ist zu prüfen, ob das Bremsgestänge, das die Betätigungskräfte von der Auflaufenrichtung zu den Bremsen überträgt, einwandfrei montiert ist.

10.5.2. Bei Auflaufbremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung ist zu prüfen, ob der Hub des Hauptbremszylinders mindestens die Größe s/i_h hat. Ein geringerer Wert für den Hub ist nicht zulässig.

10.5.3. Das allgemeine Bremsverhalten des Fahrzeuges muss bei einem praktischen Fahrversuch geprüft werden, der bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf der Straße bei

verschiedenen Bremskraftwerten und Betätigungs geschwindigkeiten durchgeführt wird. Selbsterregte ungedämpfte Schwingungen sind nicht zulässig.

11. Allgemeine Bemerkungen

Die vorstehenden Anforderungen gelten für die üblichen Ausführungsformen von Auflaufbremsanlagen mit mechanischer bzw. hydraulischer Übertragungseinrichtung, bei denen insbesondere alle Räder eines gezogenen Fahrzeugs mit den gleichen Bremsen und mit den gleichen Reifen ausgerüstet sind. Für die Prüfung von weniger üblichen Bauformen sind die vorstehenden Anforderungen entsprechend anzupassen.

Anlage 1

Erläuternde Abbildungen

Abbildung 1

Für alle Bauarten von Bremsen geltende Zeichen

(siehe Nummer 2.2 dieses Anhangs)

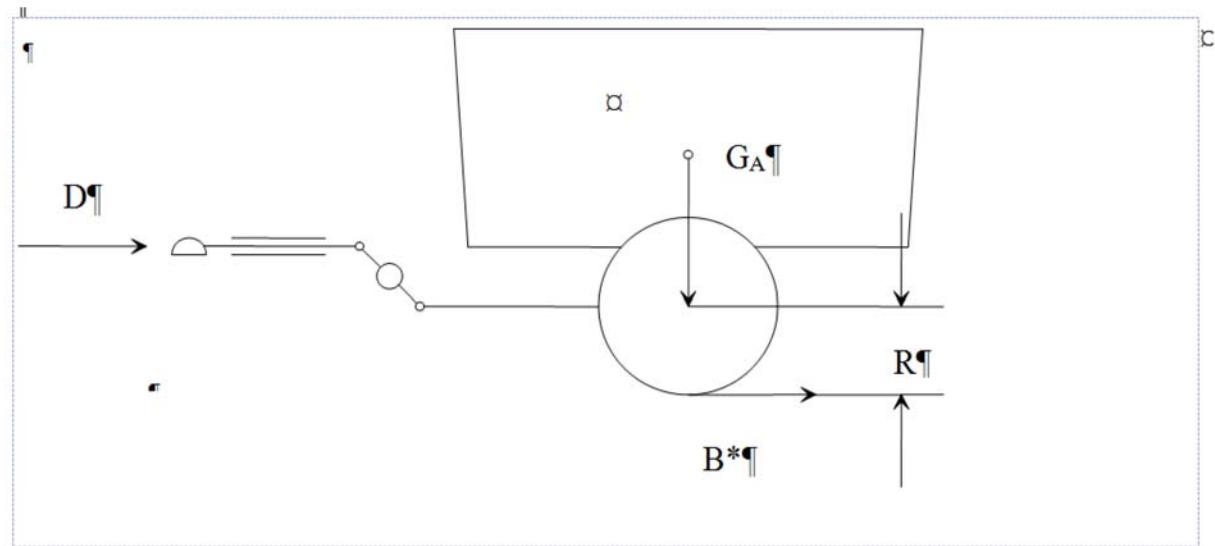
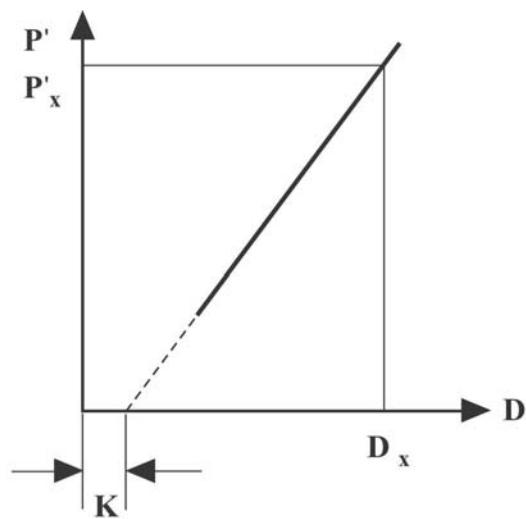


Abbildung 2

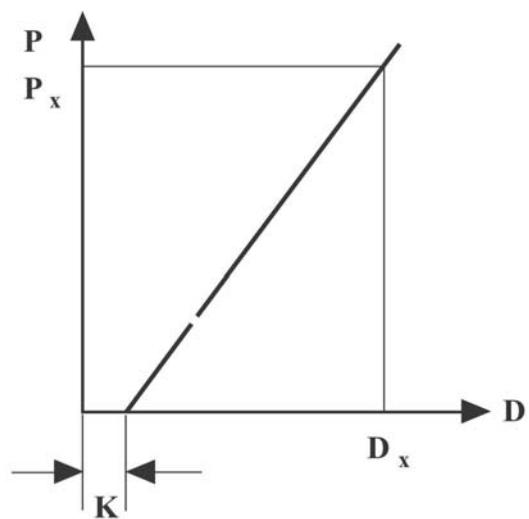
Mechanische Übertragungseinrichtung

(siehe die Nummern 2.2.10 und 5.3.2 dieses Anhangs)



$$\eta_{HO} = \frac{P'_x}{D_x - K} \cdot \frac{1}{i_{HO}}$$

Abbildung 3
Hydraulische Übertragungseinrichtung
(siehe die Nummern 2.2.10 und 5.4.2 dieses Anhangs)



$$\eta_{H0} = \frac{P_x}{D_x - K} \cdot \frac{F_{Hz}}{i_H}$$

Abbildung 4

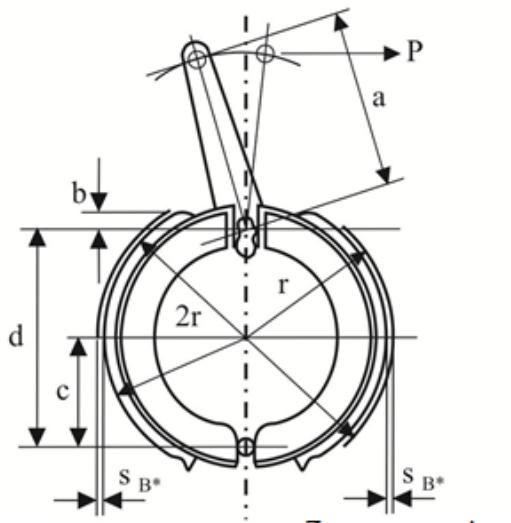
Prüfung an der Bremse

(siehe die Nummern 2.2.22 und 2.3.4 dieses Anhangs)

Verbindungsstange und Nocke

$$i_a = \frac{a}{2 \cdot b}$$

$$i_g = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$



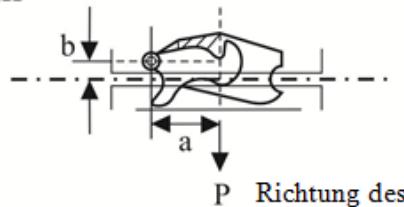
Zuspannweg in der Mitte
einer Bremsbacke

$$s_{B^*} = 1.2 + 0.2\% \cdot 2r \text{ mm}$$

Spreizschloss

$$i_a = \frac{a}{b}$$

$$i_g = 2 \cdot \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$



P Richtung des
Seilzugs

Abbildung 5

Auflaufbremsanlage mit mechanischer Übertragungseinrichtung

(siehe Nummer 2.3 dieses Anhangs)

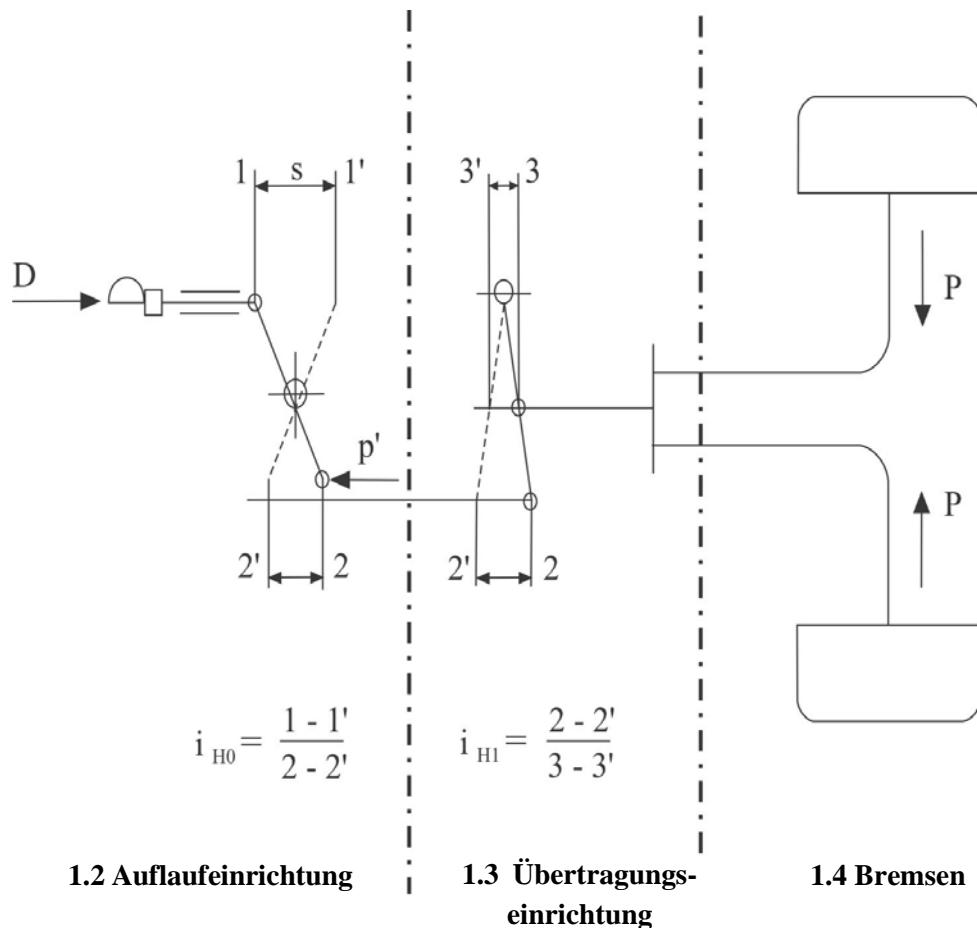
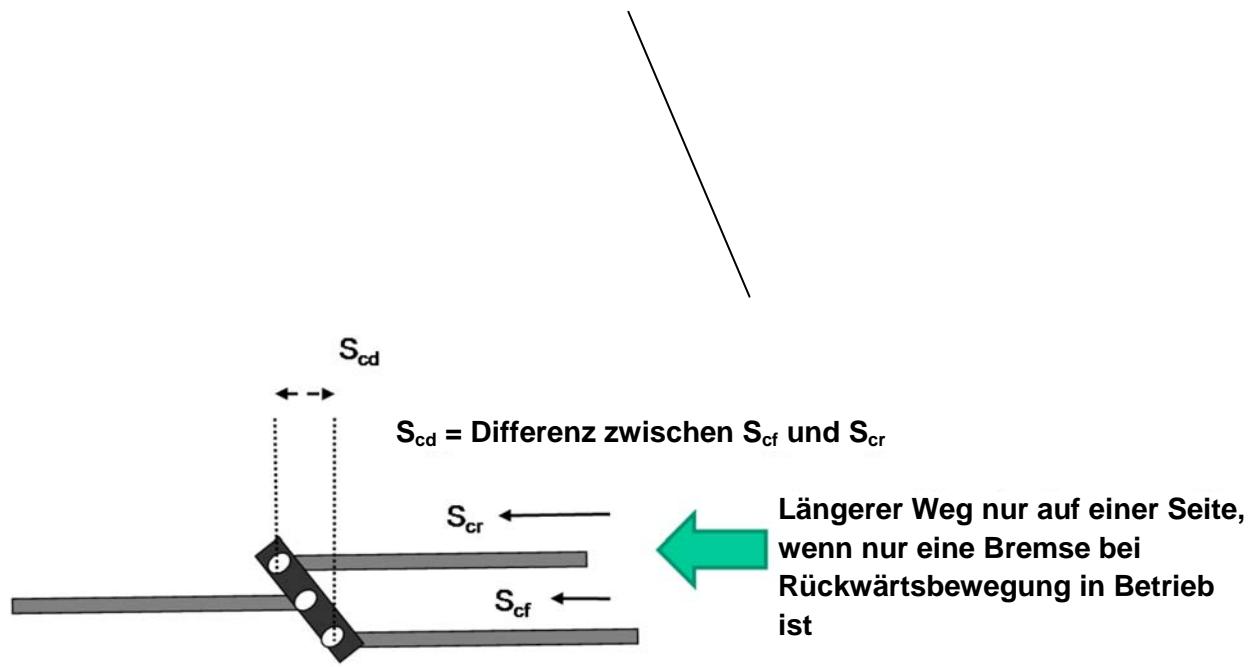


Abbildung 5A
Auflaufbremsanlage mit mechanischer Übertragungseinrichtung
(siehe Nummer 2.3 dieses Anhangs)



Bremsseilausgleichswaage ermöglicht gleiche Spannung in beiden hinteren Seilen

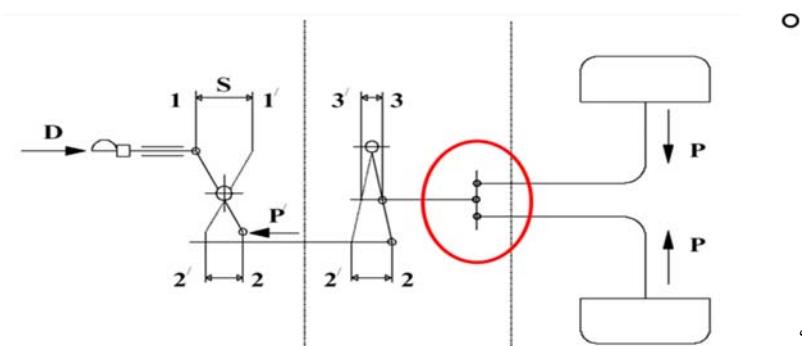


Abbildung 6

Mechanische Bremse

(siehe Nummer 2 dieses Anhangs)

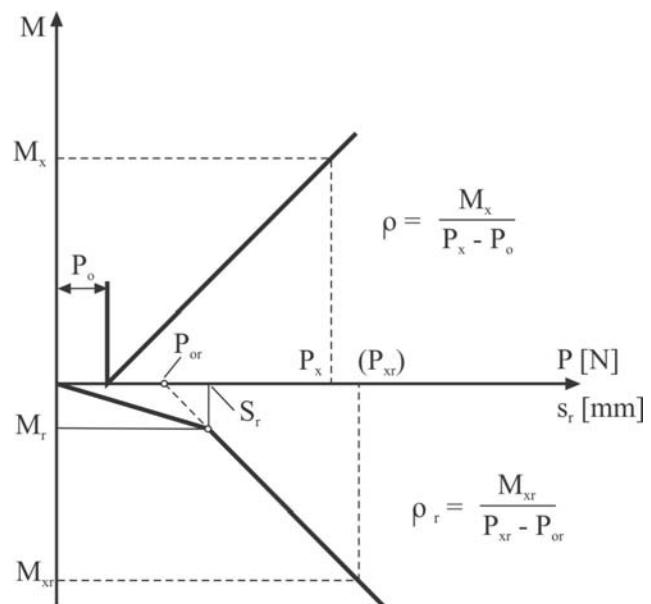


Abbildung 7

Hydraulische Bremse

(siehe Nummer 2 dieses Anhangs)

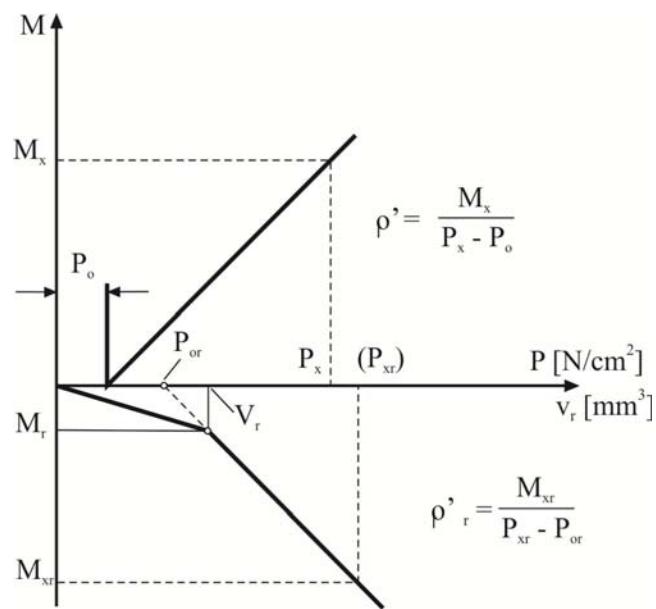
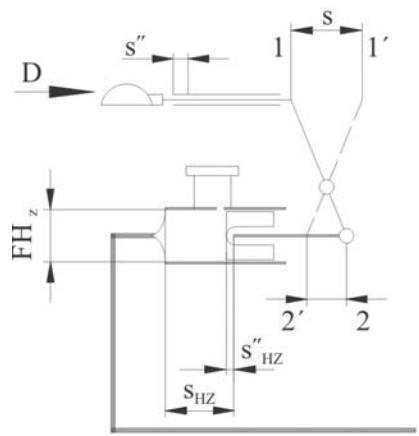


Abbildung 8

Auflaufbremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung

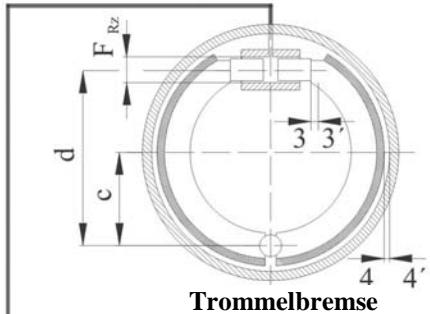
(siehe Nummer 2 dieses Anhangs)

**1.2 Auflauf-
einrichtung**



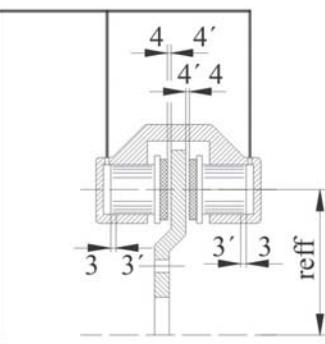
$$i_h = \frac{1 - 1'}{2 - 2'}$$

1.4 Bremsen



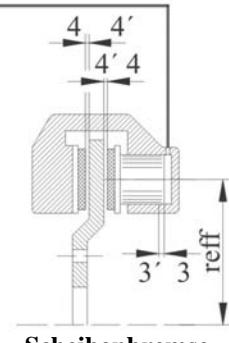
Trommelbremse

$$i_g' = \frac{d}{c} = \frac{3 - 3'}{4 - 4'}$$



Scheibenbremse

$$i_g' = \frac{r_{\text{eff}}}{r_{\text{eff}}} = \frac{3 - 3'}{4 - 4'} = 1$$



Scheibenbremse

$$i_g' = \frac{r_{\text{eff}}}{r_{\text{eff}}} = \frac{3 - 3'}{2 \cdot (4 - 4')} = 1$$

ANHANG IX
**Anforderungen für Fahrzeuge mit hydrostatischem Antrieb sowie für ihre
Bremsvorrichtungen und Bremsanlagen**

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bedeutet:

- 1.1. „hydrostatische Bremsanlage“ eine Bremsanlage (entweder als Betriebsbremsanlage und/oder Hilfsbremsanlage), für die nur die Bremskraft des hydrostatischen Antriebs genutzt wird;
- 1.2. „kombinierte hydrostatische Bremsanlage“ eine Bremsanlage, bei der sowohl der hydrostatische als auch der Bremsreibungseffekt genutzt wird, wobei jedoch der Anteil der durch den hydrostatischen Antrieb erzeugten Bremskräfte überwiegt. Der vorgeschriebene Mindestanteil der Reibungsbremse an der Bremswirkung ist unter 6.3.1.1 präzisiert;
- 1.3. „kombinierte Reibungsbremsanlage“ eine Bremsanlage, bei der sowohl der hydrostatische als auch der Bremsreibungseffekt genutzt wird, wobei jedoch der Anteil der durch die Reibungsbremse erzeugten Bremskräfte überwiegt. Der vorgeschriebene Mindestanteil der Reibungsbremse an der Bremswirkung ist unter Nummer 6.3.1.2 präzisiert;
- 1.4. „Reibungsbremsanlage“ eine Bremsanlage, bei dem die Bremskräfte nur durch die Reibungsbremse erzeugt werden und die Bremswirkung der hydrostatischen Bremsanlage nicht berücksichtigt wird;
- 1.5. „abstufbare hydrostatische Bremsung“ die hydrostatische Bremsung, durch die der Fahrzeugführer mittels einer stufenweisen Betätigung der Betätigungsseinrichtung jederzeit die Fahrzeuggeschwindigkeit steigern oder verringern kann;
- 1.6. „hydrostatische Antriebsregelungseinrichtung“ eine Einrichtung zur Veränderung der Fahrzeuggeschwindigkeit, z. B. ein Hebel oder ein Pedal;
- 1.7. „Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse“ die Betätigungsseinrichtung, mit der die vorgeschriebene Bremsleistung der Betriebsbremse erzielt wird;
- 1.8. „Inch-Einrichtung“ die Einrichtung, die unabhängig von der Betätigungsseinrichtung für den hydrostatischen Antrieb auf die Fahrzeuggeschwindigkeit wirkt.

2. Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von bis zu 40 km/h, die mit einem hydrostatischen Antrieb ausgerüstet sind, der während der Fahrt nicht abgeschaltet werden kann und vom Fahrzeugherrsteller als Bremsanlage oder als Bremsvorrichtung angegeben wurde; dies ist entweder:

- 2.1. eine Betriebsbremsanlage und eine Hilfsbremsanlage oder eine der beiden Anlagen.
Bei einer Betriebsbremsanlage kann es sich um eine der folgenden Bremsanlagen handeln, vorausgesetzt, die Bremsleistung der Betriebsbremsanlage entspricht den Anforderungen von Nummer 6.3.1:

- 2.1.1. „Hydrostatische Bremsanlage“,
- 2.1.2. „Kombinierte hydrostatische Bremsanlage“,
- 2.1.3. „Kombinierte Reibungsbremsanlage“,
- 2.1.4. „Reibungsbremsanlage“,
oder
- 2.2. ein Teil der in Nummer 2.1 genannten Bremsanlagen.

3. Spezialfahrzeuge

Für spezielle Zwecke kann ein Fahrzeug mit einem hydrostatischen Antrieb ausgerüstet sein, mit dem es sowohl verzögert als auch angetrieben wird. Diese Art von Antrieb kann daher als Bremsanlage gelten, unabhängig davon, ob er eigenständig oder mit einer Reibungsbremse kombiniert ist.

4. Klassifizierung der Fahrzeuge

- 4.1. Klasse I: Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von $\leq 12 \text{ km/h}$.
- 4.2. Klasse II: Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von $> 12 \text{ km/h}$ und $\leq 30 \text{ km/h}$.
- 4.3. Klasse III: Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von $> 30 \text{ km/h}$ und $\leq 40 \text{ km/h}$.

5. Anforderungen

5.1. Allgemeines

- 5.1.1. Die Betätigungsseinrichtung für den Antrieb muss so gebaut sein, dass ein versehentliches Rückwärtsfahren während der Fahrt ausgeschlossen ist.
- 5.1.2. Für eine erleichterte Fahrzeugbergung ist eine Einrichtung erforderlich, mit der die Verbindung zwischen Motor und Antriebsrädern getrennt werden kann.

Es muss unmöglich sein, diese Einrichtung während der Fahrt vom Fahrersitz aus zu betätigen.

Wird zur Betätigung der Einrichtung ein Werkzeug benötigt, so ist dieses auf dem Fahrzeug mitzuführen.

5.2. Konstruktive Anforderungen für die Bremsanlagen

5.2.1. Betriebsbremsanlage

- 5.2.1.1. Die Betätigung der Betriebsbremsanlage muss abstufig sein. Es muss dem Fahrzeugführer möglich sein, diesen Bremsvorgang vom Fahrersitz aus durchzuführen und gleichzeitig mit mindestens einer Hand die Kontrolle über die Lenkeinrichtung zu behalten.
- 5.2.1.2. Die nach dieser Verordnung erforderliche Wirkung der Betriebsbremsanlage muss durch die Bedienung einer einzigen Betätigungsseinrichtung erzielt werden.
- 5.2.1.2.1. Diese Anforderung gilt auch als erfüllt, wenn der Fuß vom Antriebspedal zum Bremspedal bewegt wird oder wenn die Betätigungsseinrichtung für den Antrieb zu Beginn des Bremsvorgangs losgelassen oder mit der Hand oder dem Fuß in die neutrale Stellung bewegt wird.
- 5.2.1.2.2. Die Betätigungsseinrichtung des Betriebsbremsanlage muss so ausgelegt sein, dass sie automatisch in die Ausgangsstellung zurückkehrt, sobald sie losgelassen wird.
Dies gilt nicht für den hydrostatischen Teil der Bremsanlage, wenn durch das Loslassen der Betätigungsseinrichtung des hydrostatischen Antriebs die Bremswirkung erzeugt wird.
- 5.2.1.3. Entgegen den Anforderungen von Nummer 5.2.1.1 kann bei Fahrzeugen der Klassen I und II beim Bremsen mit der Betriebsbremsanlage auch eine andere Bremsanlage (Hilfs- oder Feststellbremsanlage) verwendet werden, um das Fahrzeug bei noch vorhandener Kriechgeschwindigkeit an einer Steigung oder einem Gefälle zum Stillstand zu bringen.

5.2.2. Hilfsbremsanlage

- 5.2.2.1. In Bezug auf die Hilfsbremsanlage müssen die Anforderungen von Anhang I Nummer 2.1.2.2 erfüllt sein.
- 5.2.2.2. Kann das Fahrzeug im Fall eines hydrostatischen Antriebs an einer Steigung oder einem Gefälle nicht angehalten werden, so ist es zulässig, die Feststellbremsanlage zu betätigen, um das Fahrzeug bei noch vorhandener Kriechgeschwindigkeit zum Stillstand zu bringen. Zu diesem Zweck muss die Feststellbremsanlage so ausgelegt sein, dass sie während der Fahrt aktiviert werden kann.

5.2.3. Feststellbremsanlage

In Bezug auf die Feststellbremsanlage müssen die Anforderungen von Anhang I Nummer 2.1.2.3 erfüllt sein.

5.3. Eigenschaften der Bremsanlagen

- 5.3.1. Die Gesamtheit der Bremsanlagen, mit denen ein Fahrzeug ausgestattet ist, muss die Anforderungen, die für die Betriebsbremsung, die Hilfsbremsung und die Feststellbremsung vorgeschrieben sind, erfüllen.
- 5.3.2. Bei Bruch irgendeines Teils außer den Bremsen oder den in Anhang I Nummer 2.2.1.2.7 genannten Teilen oder bei irgendwelchen sonstigen Störungen der Betriebsbremsanlage muss es mit der Hilfsbremsanlage oder mit dem nicht von der Störung betroffenen Teil der Betriebsbremsanlage möglich sein, das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten, insbesondere, wenn die Hilfsbremsanlage und die Betriebsbremsanlage eine gemeinsame Betätigungs- und eine gemeinsame Übertragungseinrichtung haben; dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Bremswirkung

vom ordnungsgemäßen Betrieb der Kraftübertragung, d. h. von einem Energiewandler, von Hydraulikpumpen, Druckleitungen, Hydraulikmotoren oder vergleichbaren Bauteilen abhängt.

- 5.3.3. Die Systeme für die Betriebsbremsung, die Hilfsbremsung und die Feststellbremsung können gemeinsame Bauteile aufweisen, vorausgesetzt, sie entsprechen den Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.2.
- 5.3.4. Die Bremskraftverteilung der Betriebsbremsanlage muss so ausgelegt sein, dass während des Bremsvorgangs kein wesentliches Giermoment um die Hochachse des Fahrzeugs entsteht, falls die Haftgrenze zwischen den Reifen und der Fahrbahn auf homogenen Fahrbahnoberflächen nicht erreicht wird.
- 5.3.5. Die Bremskraftverteilung der Betriebsbremsanlage muss so ausgelegt sein, dass beim Bremsen mit der Betriebsbremsanlage auf Oberflächen mit unterschiedlichen Reibungskoeffizienten bei μ -split-Verhältnissen von 0,2/0,8 eine Mindestverzögerung erzielt werden kann, die mindestens 55 % der für die jeweilige Fahrzeugklasse vorgeschriebenen mittleren vollen Verzögerung dm der Betriebsbremsanlage entspricht (siehe Nummer 6.3). Dies kann mit Berechnungen nachgewiesen werden; dabei ist der Rollwiderstand außer Acht zu lassen.
- 5.3.6. Abweichend von Nummer 5.3.2 muss es bei einer Störung in der Betätigungsseinrichtung der Pumpe des hydrostatischen Antriebs möglich sein, das Fahrzeug mit der für die Hilfsbremsanlage vorgeschriebenen Wirkung zum Stillstand zu bringen. Jedoch kann im Fall einer solchen Störung eine zusätzliche Einrichtung, die einfach vom Fahrersitz aus zu bedienen ist, aktiviert werden (z. B. eine Einrichtung, die auf die Motordrehzahl wirkt, beispielsweise die Abschaltvorrichtung des Motors).
- 5.3.7. Ist eine Inch-Einrichtung oder eine vergleichbare Einrichtung, die während des Fahrens betätigt werden kann, vorhanden, so ist sicherzustellen, dass alle Anforderungen dieses Anhangs (insbesondere in Bezug auf die Bremsleistung) weiterhin erfüllt sind, wenn diese Art von Einrichtung aktiviert ist.
- 5.3.8. Warnsignale und Warnvorrichtungen
Die entsprechenden Vorschriften von Anhang I Nummern 2.2.1.29 und 2.2.1.12 müssen erfüllt sein.
- 5.3.9. Die Energiespeicher von Kraftfahrzeugen müssen so ausgelegt sein, dass nach acht vollständigen Betätigungen der Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremsanlage der in dem (den) Energiespeicher(n) verbliebene Druck nicht niedriger sein darf als der zur Erzielung der erforderlichen Wirkung der Hilfsbremsanlage erforderliche Druck.
- 5.3.10. Die pneumatischen/hydraulischen Nebenverbraucher müssen so mit Energie versorgt werden, dass während ihres Betriebes die vorgeschriebenen Verzögerungswerte erreicht werden können und selbst bei einem Schaden an der Energiequelle der Energievorrat für die Bremsanlagen durch den Betrieb der Nebenverbraucher nicht unter den in Anhang I Nummer 2.2.1.12 festgelegten Wert absinken kann.
- 5.3.11. Verschleiß der Bremsen
Die entsprechenden Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.10 müssen erfüllt sein.

5.3.12. Bei einer Zugmaschine, die mit einem komplexen elektronischen Fahrzeugsteuersystem nach Anhang X ausgerüstet ist, sind die Bestimmungen von Anhang X anzuwenden und der Betrieb der Anlage darf nicht durch magnetische oder elektrische Felder beeinträchtigt werden. Dies ist durch Einhaltung der in Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe g und Absatz 5 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 enthaltenen einschlägigen technischen Anforderungen nachzuweisen.

5.3.13. Ist eine Zugmaschine mit hydrostatischem Antrieb zum Ziehen von Fahrzeugen der Klasse R2, R3, R4 oder S2 zugelassen, müssen die einschlägigen Anforderungen von Anhang I Nummern 2.1.4, 2.1.5, 2.2.1.16, 2.2.1.17 und 2.2.1.18 eingehalten sein.

5.3.14. Ansprechzeit

Bei einer Zugmaschine, deren Betriebsbremsanlage vollständig oder teilweise von einer anderen Energiequelle als der Muskelkraft des Fahrzeugführers abhängig ist, müssen für den nichthydrostatischen Teil der Betriebsbremsanlage die Anforderungen von Anhang II Nummer 3.3 erfüllt sein.

6. Bremsprüfungen

6.1. Allgemeines

6.1.1. Die entsprechenden Vorschriften von Anhang II Nummer 2.1 müssen erfüllt sein.

6.1.2. Bei der Bremsprüfung ist das Fahrverhalten zu prüfen (z. B. etwaiges Abheben der Hinterachse aufgrund der Bremswirkung der Betriebsbremsen).

6.1.2.1. Für Fahrzeuge der Klasse III ist ein Abheben der Hinterachse nicht zulässig.

6.1.2.2. Für Fahrzeuge der Klassen I und II ist ein Abheben der Hinterachse zulässig, wenn die Verzögerung mehr als $4,5 \text{ m/s}^2$ beträgt; jedoch darf die Fahrstabilität nicht beeinträchtigt werden.

In diesem Fall ist auch die Bremswirkung des hydrostatischen Antriebs zu berücksichtigen.

6.2. Prüfung Typ 0

6.2.1. Allgemeines

6.2.1.1. Die Bremsen müssen kalt sein. Eine Bremse gilt als kalt, wenn die in Anhang II Nummer 2.2.1.1 genannten Bedingungen erfüllt sind.

6.2.1.2. Die Prüfung ist unter den in Anhang II Nummer 2.2.1.3 genannten Bedingungen durchzuführen.

6.2.1.3. Die Fahrbahn muss eben sein.

6.2.2. Bei einer handbetätigten Einrichtung für den Antrieb (Fahrzeuge der Klassen I und II) ist die Wirkung der Betriebsbremse zu prüfen, indem unmittelbar vor Betätigung derselben der Antriebshebel in die neutrale Stellung bewegt wird, damit gewährleistet ist, dass nicht gegen das hydrostatische System gebremst wird. Bei Fahrzeugen der Klasse III muss diese Abfolge bei Betätigung der Betriebsbremse automatisch sein.

6.2.3. Betriebsbremsanlage

Die für die Prüfungen sowohl bei beladenen wie unbeladenen Fahrzeugen vorgeschriebenen Grenzen für die Mindestbremswirkung sind für die einzelnen Fahrzeugklassen in Nummer 6.3 angegeben.

Die Betriebsbremsanlage muss den Anforderungen von Nummer 6.3.1 entsprechen.

Ist auch die Funktion als Betriebsbremsanlage vorgesehen, dann

6.2.3.1. müssen auch bei einer kombinierten hydrostatischen Bremsanlage die Anforderungen hinsichtlich des Mindestanteils der Reibungsbremse(n) an der Bremswirkung gemäß Nummer 6.3.1 erfüllt sein;

6.2.3.2. müssen auch bei einer kombinierten Reibungsbremsanlage die Anforderungen hinsichtlich des Mindestanteils der Reibungsbremse(n) an der Bremswirkung gemäß Nummer 6.3.1 erfüllt sein.

Die Wirkung der Reibungsbremse ist ebenfalls zu bestimmen. Bei dieser Prüfung ist die Wirkung der hydraulischen Übertragungseinrichtung zu neutralisieren, damit die Reibungsbremse und der Rollwiderstand geprüft werden können.

Kann die hydrostatische Bremse aus technischen Gründen nicht abgetrennt werden, so ist der Anteil der Reibungsbremse durch eine andere Methode zu bestimmen, z. B. durch:

6.2.3.3. aufeinander folgende Bremsprüfungen

6.2.3.3.1. der kombinierten hydrostatischen Bremsanlage, wobei die Verbindung zu der (den) Reibungsbremse(n) nicht unterbrochen ist;

6.2.3.3.2. der kombinierten hydrostatischen Bremsanlage, wobei die Reibungsbremse(n) außer Betrieb gesetzt wurde(n) (nur „hydrostatisches Bremsen“).

Es ist dann folgende Formel zu verwenden:

$$z_F = z_{Hy+F} - z_{Hy} + R$$

z_F: Mittlere Vollverzögerung der Reibungsbremsanlage einschließlich Rollwiderstand

z_{Hy}: Mittlere Vollverzögerung nur hinsichtlich der Bremswirkung der hydrostatischen Bremsanlage einschließlich Rollwiderstand

z_{Hy+F}: Mittlere Vollverzögerung der kombinierten hydrostatischen Bremsanlage

R: Rollwiderstand = 0,02

6.2.4. Hilfsbremsanlage

6.2.4.1. Die Prüfung der Hilfsbremse ist so durchzuführen, dass entweder die tatsächlichen Ausfallbedingungen in der Betriebsbremsanlage simuliert werden, oder indem eine Hilfsbremsanlage verwendet wird, die unabhängig von der Betriebsbremsanlage ist.

6.2.4.2. Die Anlage ist mit der geeigneten Betätigungsseinrichtung zu prüfen.

Die vorgeschriebene Wirkung muss durch Anwendung einer Kraft von höchstens 600 N auf einer fußbetätigten oder 400 N auf einer handbetätigten Betätigungsseinrichtung

erreicht werden. Die Betätigungsseinrichtung muss so angebracht sein, dass der Fahrer sie leicht und schnell betätigen kann.

- 6.2.4.3. Die für die Prüfungen sowohl bei beladenen wie unbeladenen Fahrzeugen vorgeschriebenen Grenzen für die Mindestbremswirkung sind für die einzelnen Fahrzeugklassen in Nummer 6.3.2 angegeben.

6.3. Wirkungsprüfungen der Betriebs- und Hilfsbremsanlage (Typ 0)

	Beladen & Unbeladen		Klasse I	Klasse II	Klasse III
	(v in km/h; s in m; d_m in m/s ²)	v	12	30	40
6.3.1	Betriebsbremsanlage	s	$0,15v + v^2/78$	$0,15v + v^2/92$	$0,15v + v^2/130$
		d_m	3,0	3,55	5,0
6.3.1.1	Mindestanteil der Reibungsbremse(n) an der Bremswirkung bei einer kombinierten hydrostatischen Bremsanlage	s	$0,15v + v^2/26$	$0,15v + v^2/40$	$0,15v + v^2/40$
		d_m	1,0	1,5	1,5
6.3.1.2	Mindestanteil der Reibungsbremse(n) an der Bremswirkung in einer kombinierten Reibungsbremsanlage	s	$0,15v + v^2/52$	$0,15v + v^2/52$	$0,15v + v^2/78$
		d_m	2,0	2,0	3,0
6.3.2	Hilfsbremsanlage	s	$0,15v + v^2/40$	$0,15v + v^2/40$	$0,15v + v^2/57$
		d_m	1,5	1,5	2,2

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

- 6.4.1. Die Betriebsbremsen müssen so geprüft werden, dass die Energieaufnahme der Bremsen bei beladenem Fahrzeug jener entspricht, die in der gleichen Zeit bei beladenem Fahrzeug erfolgt, wenn es mit einer konstanten Geschwindigkeit von 40 km/h ein Gefälle von 7 % auf einer Länge von 1,7 km befährt.
- 6.4.2. Die Prüfung kann auch auf ebener Fahrbahn durchgeführt werden, wobei die Zugmaschine von einer Zugmaschine gezogen wird. Während der Prüfung muss die auf die Betätigungsseinrichtung ausgeübte Kraft so bemessen werden, dass ein konstanter Widerstand des Anhängefahrzeugs aufrechterhalten wird (7 % der stationären Achshöchstlast der geprüften Zugmaschine). Reicht die Zugkraft der Zugmaschine nicht aus, so kann die Prüfung mit einer kleineren Geschwindigkeit auf einer längeren Strecke wie folgt durchgeführt werden:

<i>Geschwindigkeit [km/h]</i>	<i>Entfernung [m]</i>
40	1700
30	1950
20	2500

<i>Geschwindigkeit [km/h]</i>	<i>Entfernung [m]</i>
15	3100

- 6.4.3. Wahlweise kann statt des in den Nummern 6.4.1 und 6.4.2 beschriebenen Verfahrens (durchgehende Bremsung) das in Anhang II Nummer 2.3.1 beschriebene Verfahren (wiederholte Bremsungen) angewendet werden.

6.4.4. Heißbremswirkung

Nach Abschluss der Bremsprüfung Typ I wird unter den Bedingungen der Prüfung Typ 0 (und insbesondere mit einer mittleren Betätigungszeit, die nicht größer als die durchschnittliche, tatsächlich angewendete Zeit ist) die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage ermittelt (jedoch gegebenenfalls bei anderen Temperaturbedingungen).

- 6.4.4.1. Die Heißbremswirkung der Betriebsbremsanlage darf nicht unter die in der Tabelle von Nummer 6.4.4.2 enthaltenen Grenzwerte fallen.

6.4.4.2. Vorgeschriebene Mindestheißbremswirkung (Prüfung Typ I)

Betriebsbremsanlage	Heißbremswirkung als Prozentsatz des vorgeschriebenen Wertes	Heißbremswirkung als Prozentsatz des bei der Prüfung Typ 0 aufgezeichneten Wertes
Hydrostatisches Bremsanlage	90	90
Kombinierte hydrostatische Bremsanlage	90	80
Kombinierte Reibungsbremsanlage	80	60
Reibungsbremsanlage	75	60

- 6.4.5. Die Prüfung Typ I kann entfallen, sofern die beiden folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- 6.4.5.1. Mindestens 60 % der Summe der Bremskräfte in der Prüfung Typ 0 des Betriebsbremsanlage (siehe Nummer 6.2.3) wird durch die Bremsung mit dem hydrostatischen Antrieb erzeugt.
- 6.4.5.2. Der Hersteller kann nachweisen, dass eine Überhitzung der Bremsen bei Dauerbetrieb ausgeschlossen ist.

6.5. Feststellbremsanlage

- 6.5.1. In Bezug auf die Feststellbremsanlage müssen die Anforderungen von Anhang II Nummer 3.1.3 erfüllt sein.

- 6.5.2. Zur Überprüfung der Übereinstimmung mit der Vorschrift von Anhang I Nummer 2.2.1.2.4 ist eine Prüfung Typ 0 mit beladenem Fahrzeug und einer Ausgangsgeschwindigkeit von $v \geq 0,8 v_{max}$ durchzuführen. Die mittlere Vollverzögerung, die durch das Betätigen der Feststellbremsanlage erreicht wird, und die Verzögerung

unmittelbar vor dem Stillstand des Fahrzeuges dürfen nicht kleiner als $1,5 \text{ m/s}^2$ sein. Die Betätigungs kraft auf die Übertragungseinrichtung darf die zulässigen Werte nicht überschreiten.

Bei einer handbetätigten Einrichtung für den Antrieb (Fahrzeuge der Klassen I und II) ist die Wirkung der Feststellbremsanlage in Bewegung zu prüfen, indem unmittelbar vor Betätigung desselben die Betätigungs einrichtung für den Antrieb in die neutrale Stellung bewegt wird, damit gewährleistet ist, dass nicht gegen das hydrostatische System gebremst wird. Bei Fahrzeugen der Klasse III muss diese Abfolge bei ausschließlicher Betätigung der Betriebsbremse automatisch sein.

ANHANG X

Anforderungen für die Sicherheitsaspekte komplexer elektronischer Fahrzeugsteuersysteme

1. Allgemeines

In diesem Anhang sind die Anforderungen für die Typgenehmigungsprüfung, die Fehlerstrategie und die Verifikation hinsichtlich der Sicherheitsaspekte komplexer elektronischer Fahrzeugsteuersysteme in Bezug auf die Bremsen land- und forstwirtschaftlicher Fahrzeuge festgelegt.

2. Anforderungen

Alle komplexen elektronischen Fahrzeugsteuersysteme müssen den Vorschriften von Anhang 18 der UNECE-Regelung Nr. 13 in der folgenden Fassung entsprechen:

UNECE-Regelung Nr.	Gegenstand	Änderungsserie	AbI.-Fundstelle
13	Genehmigung von Fahrzeugen der Klassen M, N und O hinsichtlich der Bremsen	Ergänzung 5 zu Änderungsserie 10 Änderungsserie 11	L 257 vom 30.9.2010, S. 1 L 297 vom 13.11.2010, S. 183

ANHANG XI
Anforderungen und Prüfverfahren für Bremsanlage mit Antiblockiervorrichtung (ABV) und damit ausgerüstete Fahrzeuge

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

- 1.1. Eine „integrierte Dauerbremsanlage“ ist eine Dauerbremsanlage, deren Betätigungsseinrichtung mit der Betriebsbremsanlage so vereinigt ist, dass beide gleichzeitig oder auf geeignete Weise zeitlich abgestimmt durch die Betätigung der kombinierten Betätigungsseinrichtung betätigt werden.
- 1.2. Der „Sensor“ ist das Teil, das die Drehbewegung des Rades (der Räder) oder die dynamischen Zustände des Fahrzeuges erfasst und an das Auswerteglied weiterleitet.
- 1.3. Das „Auswerteglied“ ist das Teil, das dazu bestimmt ist, die von dem (den) Sensor(en) übermittelten Daten auszuwerten und ein Signal an das Stellglied weiterzugeben.
- 1.4. Das „Stellglied“ ist das Teil, das die Bremskraft (-kräfte) in Übereinstimmung mit dem vom Auswerteglied erhaltenen Signal verändert.
- 1.5. Ein „indirekt geregeltes Rad“ ist ein Rad, dessen Bremskraft in Übereinstimmung mit den Daten geregelt wird, die von dem Sensor eines anderen Rades bzw. den Sensoren anderer Räder geliefert werden.
- 1.6. „Volle Regelung“ bedeutet, dass die ABV-Bremsanlage die Bremskraft ständig regelt, damit die direkt geregelten Räder nicht blockieren; Bremsungen, bei denen die Regelung nur einmal während eines Abbremsvorgangs bis zum Stillstand erfolgt, entsprechen nicht dieser Begriffsbestimmung.
- 1.7. „Volle Betätigungs Kraft“ ist die in den Bremsprüfungen und für die Wirkung der Bremsanlagen vorgeschriebene maximale Betätigungs kraft gemäß dieser Verordnung.

Bei ABV-Bremsanlagen mit Select-high-Regelung wird davon ausgegangen, dass diese sowohl direkt als auch indirekt geregelte Räder haben; bei Anlagen mit Select-low-Regelung gelten alle Räder mit Sensoren als direkt geregelte Räder.

2. Allgemeines

- 2.1. In diesem Anhang ist die für landwirtschaftliche Fahrzeuge mit ABV-Bremsanlagen erforderliche Bremswirkung festgelegt.

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

- 2.2. Die gegenwärtig bekannten ABV-Bremsanlagen umfassen einen oder mehrere Sensoren, Auswerteglieder und Stellglieder. Jede mögliche zukünftige Einrichtung anderer Bauart oder jede ABV, die in ein anderes System integriert ist, gilt als ABV-Bremsanlage im Sinne dieses Anhangs, wenn ihre Wirkung der in diesem Anhang vorgeschriebenen gleichwertig ist.

- 2.3. Abweichungen von den vorgeschriebenen Prüfverfahren sind zulässig, wenn Prüfbedingungen aufgrund einer zu niedrigen bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit der Zugmaschine nicht eingehalten werden können. In einem solchen Fall ist die Gleichwertigkeit der vorgeschriebenen Wirkungen nachzuweisen, indem die Beschreibung des Nachweisverfahrens und die Ergebnisse dem Typgenehmigungsbericht beigelegt werden.

3. Ausführungen von ABV-Bremsanlagen

- 3.1. Eine Zugmaschine gilt als mit einer ABV-Bremsanlage ausgerüstet, wenn eine der folgenden Vorrichtungen eingebaut ist:

- 3.1.1. ABV-Bremsanlage der Kategorie 1:

Ein Fahrzeug, das mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 1 ausgestattet ist, muss allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs entsprechen.

- 3.1.2. ABV-Bremsanlage der Kategorie 2:

Ein Fahrzeug, das mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 2 ausgestattet ist, muss allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs außer denen der Nummer 5.3.5 entsprechen.

- 3.1.3. ABV-Bremsanlage der Kategorie 3:

Ein Fahrzeug, das mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 3 ausgestattet ist, muss allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs außer denen der Nummern 5.3.4 und 5.3.5 entsprechen. Bei solchen Fahrzeugen muss jede Einzelachse (oder jedes Achsaggregat), die (das) nicht mindestens ein direkt geregeltes Rad besitzt, die Bedingungen der Kraftschlussausnutzung und der Blockier-Reihenfolge nach Anhang II Anlage 1 hinsichtlich der Abbremsung und der Belastung erfüllen. Diese Anforderungen können auf Fahrbahnoberflächen mit hohem und niedrigem Kraftschlussbeiwert (ungefähr 0,8 und 0,3 maximal) durch Verändern der Betätigungszeit für die Betriebsbremse überprüft werden.

- 3.2. Ein Anhängefahrzeug gilt als mit einer ABV-Bremsanlage ausgestattet, wenn mindestens zwei Räder, die auf gegenüberliegenden Seiten des Fahrzeugs liegen müssen, direkt und alle übrigen Räder entweder direkt oder indirekt durch die ABV-Bremsanlage geregelt werden. Bei Anhängefahrzeugen mit Deichsel müssen mindestens zwei Räder einer Vorderachse und zwei Räder einer Hinterachse direkt geregelt werden, wobei jede dieser Achsen mit mindestens einem unabhängigen Stellglied versehen ist und alle übrigen Räder entweder direkt oder indirekt geregelt werden. Außerdem muss das mit einer ABV-Bremsanlage ausgerüstete Anhängefahrzeug einer der nachstehenden Bedingungen entsprechen:

- 3.2.1. ABV-Bremsanlage der Kategorie A:

Ein Anhängefahrzeug, das mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie A ausgestattet ist, muss allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs entsprechen.

- 3.2.2. ABV-Bremsanlage der Kategorie B:

Ein Anhängefahrzeug, das mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie B ausgestattet ist, muss allen einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs, außer denen der Nummer 6.3.2, entsprechen.

4. Allgemeine Anforderungen

- 4.1. Störungen in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung der ABV-Bremsanlage, die die ABV-Bremsanlage bezüglich der Funktions- und Wirkungsanforderungen dieses Anhangs beeinträchtigen, müssen dem Fahrer durch ein spezielles optisches Warnsignal angezeigt werden. Dazu ist das gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.2 zu verwenden.

Bis einheitliche Prüfverfahren vereinbart sind, muss der Hersteller dem technischen Dienst eine Analyse der möglichen Störungen in der Steuer-Übertragungseinrichtung und ihrer Auswirkungen vorlegen. Diese Informationen sind zwischen technischem Dienst und Fahrzeugherrsteller zu vereinbaren und festzulegen.

- 4.1.1. Anomalien des Sensors, die nicht bei der statischen Prüfung festgestellt werden können, müssen spätestens dann festgestellt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit 10 km/h überschreitet. Um jedoch eine falsche Störmeldung zu vermeiden, wenn ein Sensor kein Ausgangssignal für die Fahrzeuggeschwindigkeit erzeugt, weil ein Rad sich nicht dreht, kann diese Überprüfung später erfolgen, allerdings muss die Störung spätestens dann festgestellt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit 15 km/h überschreitet. Die Warneinrichtung kann bei stehendem Fahrzeug wieder aufleuchten, sofern sie erlischt, bevor die Fahrzeuggeschwindigkeit 10 km/h bzw. 15 km/h erreicht, wenn keine Störung vorliegt.
- 4.1.2. Wenn bei stehendem Fahrzeug Spannung an die ABV-Bremsanlage angelegt wird, müssen die elektrisch gesteuerten Ventile des pneumatischen Stellglieds mindestens einmal einen Regelzyklus durchführen.
- 4.2. Zugfahrzeuge, die mit einer ABV-Bremsanlage ausgestattet und für das Ziehen eines mit einer solchen Anlage ausgestatteten Anhängefahrzeugs ausgerüstet sind, müssen mit einer eigenen optischen Warneinrichtung für die ABV-Bremsanlage des Anhängefahrzeugs versehen sein, die den Anforderungen nach Nummer 4.1 entspricht. Die eigenen gelben Warnsignale nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2 müssen hierfür benutzt und über den Stift 5 des elektrischen Steckverbinder, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht, ausgelöst werden. Der Steckverbinder nach ISO 7638:2003 kann je nach Bedarf als Fünfstift- oder Siebenstift-Steckverbinder verwendet werden.
- 4.2.1. Das Warnsignal darf nicht aufleuchten, wenn ein Anhängefahrzeug ohne ABV-Bremsanlage oder wenn kein Anhängefahrzeug angehängt ist. Diese Funktion muss automatisch sein.
- 4.3. Im Falle einer Störung nach Nummer 4.1 gilt Folgendes:

Zugmaschinen: Die Restbremswirkung beim Ausfall eines Teiles der Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage muss $1,3 \text{ m/s}^2$ betragen. Diese Anforderung darf nicht als Abweichung von den Anforderungen zur Hilfsbremsung ausgelegt werden.

Anhängefahrzeuge: Die Restbremswirkung muss mindestens 30 % der für die Betriebsbremsanlage des betreffenden gezogenen Fahrzeugs vorgeschriebenen Bremswirkung betragen.

- 4.4. Die Funktion des Systems darf nicht durch magnetische oder elektrische Felder beeinträchtigt werden. Dies ist durch Einhaltung der in Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe g und Absatz 5 der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 enthaltenen technischen Anforderungen nachzuweisen.
- 4.5. Eine handbetätigte Einrichtung, mit der die ABV-Bremsanlage abgeschaltet oder ihre Regelungsart verändert werden kann, darf nicht vorhanden sein, außer bei Zugmaschinen der Klasse T oder C. Ist bei Zugmaschinen der Klasse T oder C eine solche Einrichtung vorhanden, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:
 - 4.5.1. Ein optisches Warnsignal muss dem Fahrer anzeigen, dass die ABV-Bremsanlage abgeschaltet oder die Regelungsart geändert wurde; dazu kann das Störungswarnsignal gemäß Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.2 verwendet werden.
Das Warnsignal muss leuchten oder blinken.
 - 4.5.2. Die ABV-Bremsanlage muss automatisch wieder eingeschaltet/auf den Betrieb auf der Straße umgeschaltet werden, wenn die Zünd-(Start-)Einrichtung wieder auf Anlassstellung gebracht wird oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit 30 km/h überschreitet.
 - 4.5.3. In der vom Hersteller mitgelieferten Betriebsanleitung sollte der Fahrzeugführer auf die Folgen einer manuellen Abschaltung oder Veränderung der Regelungsart der ABV-Bremsanlage hingewiesen werden.
 - 4.5.4. Mit der in Nummer 4.5 genannten Einrichtung darf in Verbindung mit der Zugmaschine die Regelungsart der ABV-Bremsanlage eines Anhängefahrzeugs abgeschaltet/geändert werden. Eine eigenständige Einrichtung für das Anhängefahrzeug ist nicht zulässig.
 - 4.5.5. Einrichtungen, die die Regelungsart der ABV-Bremsanlage verändern, unterliegen nicht den Anforderungen der Nummer 4.5, wenn bei veränderter Regelungsart alle Anforderungen an die Kategorie der ABV, mit der das Fahrzeug ausgerüstet ist, erfüllt sind. In einem solchen Fall müssen jedoch die Anforderungen der Nummern 4.5.1, 4.5.2 und 4.5.3 erfüllt sein.
- 4.6. Bei Fahrzeugen, die mit einer ABV-Bremsanlage und einer integrierten Dauerbremsanlage ausgestattet sind, muss die ABV-Bremsanlage mindestens auf die Betriebsbremsen der von der Dauerbremsanlage geregelten Achse und auf die Dauerbremsanlage selbst wirken sowie die einschlägigen Anforderungen dieses Anhangs erfüllen.
- 4.7. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen ist die volle Regelung durch die ABV-Bremsanlage nur gewährleistet, wenn der wirksame Druck an jedem Bremszylinder eines direkt geregelten Rades mehr als 100 kPa über dem höchsten Regeldruck während einer bestimmten Prüfung liegt. Der wirksame Versorgungsdruck darf nicht auf mehr als 800 kPa erhöht werden.

Bei Anhängefahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen ist die volle Regelung durch die ABV-Bremsanlage nur gewährleistet, wenn der wirksame Druck an jedem Bremszylinder eines direkt geregelten Rades mehr als 1 750 kPa über dem höchsten Regeldruck während einer bestimmten Prüfung liegt. Der auf die ABV-Bremsanlage wirkende Druck darf nicht auf mehr als 14 200 kPa erhöht werden.

5. Besondere Vorschriften für Zugmaschinen

5.1. Energieverbrauch

Bei Zugmaschinen mit ABV-Bremsanlage muss die Wirkung der ABV-Bremsanlage über längere Zeit bei voll betätigter Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse aufrechterhalten bleiben. Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung ist durch das in den Nummern 5.1.1, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.3, 6.1.1, 6.1.3, 6.1.4 und 6.3 genannte Verfahren festzustellen:

5.1.1. Prüfverfahren

- 5.1.1.1. Der Anfangswert des Energievorrats in dem (den) Energiespeicher(n) muss dem vom Hersteller angegebenen Wert entsprechen. Dieser Wert muss bei beladenem Fahrzeug mindestens die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung sicherstellen. Der (Die) Energiespeicher für Druckluft-Nebenverbraucher ist (sind) abzutrennen.
- 5.1.1.2. Aus einer Ausgangsgeschwindigkeit von mindestens 50 km/h (oder v_{max} , je nachdem, welcher Wert kleiner ist) auf einer Oberfläche mit einem Kraftschlussbeiwert von 0,3 oder weniger müssen die Bremsen des beladenen Fahrzeuges für einen Zeitraum t voll betätigt werden, während der die von den indirekt geregelten Rädern verbrauchte Energie zu berücksichtigen ist und alle direkt geregelten Räder von der ABV-Bremsanlage geregelt bleiben müssen.

Falls solche Fahrbahnoberflächen noch nicht allgemein zur Verfügung stehen, dürfen nach Ermessen des technischen Dienstes bis zur Verschleißgrenze abgenutzte Reifen und höhere Kraftschlussbeiwerte bis maximal 0,4 verwendet werden. Der ermittelte Wert, der Reifentyp und die Beschaffenheit der Fahrbahn sind anzugeben.

- 5.1.1.3. Danach ist der Motor des Fahrzeuges abzustellen oder die Zufuhr zu dem (den) Energiespeicher(n) zu unterbrechen.
- 5.1.1.4. Die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse ist danach viermal hintereinander bei Stillstand des Fahrzeuges voll zu betätigen.
- 5.1.1.5. Bei der fünften Bremsbetätigung muss es möglich sein, das Fahrzeug mit mindestens der Wirkung zu bremsen, die für die Hilfsbremsung des Fahrzeugs im beladenen Zustand vorgeschrieben ist.
- 5.1.1.6. Bei Fahrzeugen, die zum Ziehen von Fahrzeugen mit einer Druckluftbremsanlage ausgerüstet sind, ist während der Prüfungen die Vorratsleitung abzuschließen und an die Druckluft-Steuerleitung (entsprechend Anhang IV Teil A Nummer 1.2.2.3) ein Behälter von 0,5 l Inhalt anzuschließen. Bei der fünften nach Nummer 5.1.1.5 dieses Anhangs vorgeschriebenen Bremsbetätigung darf der Druck in der Bremsleitung nicht unter die Hälfte des Wertes absinken, der bei einer vollen Bremsbetätigung erreicht wurde, bei der zu Beginn der Anfangswert des Energievorrats vorhanden war.

5.1.2. Zusätzliche Anforderungen

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

- 5.1.2.2. Die Bremsprüfung ist mit beladenem Fahrzeug bei ausgekuppeltem Motor im Leerlauf durchzuführen.
- 5.1.2.3. Die Bremsdauer t beträgt 15 Sekunden.
- 5.1.2.4. Kann die Bremsdauer t nicht in einem einzigen Bremsvorgang erreicht werden, so sind weitere, maximal insgesamt vier, Vorgänge zulässig.
- 5.1.2.5. Erfolgt die Prüfung in mehreren Bremsvorgängen, so darf zwischen den einzelnen Vorgängen der Prüfung der Energievorrat nicht ergänzt werden. Vom zweiten Bremsvorgang an kann der Energieverbrauch, der bei der ersten Bremsbetätigung auftrat, berücksichtigt werden, indem jeweils beim zweiten, dritten und vierten Bremsvorgang, die bei der Prüfung nach Nummer 5.1.1 erfolgen, von den vier vollen Bremsbetätigungen, die in den Nummern 5.1.1.4, 5.1.1.5, 5.1.1.6 und 5.1.2.6 vorgeschrieben sind, eine volle Bremsbetätigung abgezogen wird.
- 5.1.2.6. Die in Nummer 5.1.1.5 vorgeschriebene Wirkung gilt als erreicht, wenn am Ende der vierten Betätigung bei Stillstand des Fahrzeugs der Energievorrat in dem (den) Energiespeicher(n) gleich groß oder größer ist als derjenige, der bei beladenem Fahrzeug zur Erzielung der Hilfsbremswirkung benötigt wird.

5.2. Kraftschlussausnutzung

- 5.2.1. Die Ausnutzung des Kraftschlusses durch die ABV-Bremsanlage berücksichtigt die tatsächliche Zunahme des Bremswegs über seinen theoretischen Minimalwert. Die ABV-Bremsanlage gilt als ausreichend, wenn die Bedingung

$$\varepsilon \geq 0.75$$

erfüllt ist, wobei ε die Kraftschlussausnutzung bedeutet, wie sie in Anlage 2 Nummer 1.2 definiert ist.

- 5.2.2. Die Kraftschlussausnutzung (ε) wird auf Straßenoberflächen mit einem Kraftschlussbeiwert von höchstens 0,3 und von etwa 0,8 (trockene Straße) aus einer Ausgangsgeschwindigkeit von 50 km/h oder v_{max} (je nachdem, welches der niedrigere Wert ist) ermittelt. Um die Wirkungen von unterschiedlichen Temperaturen der Bremsen auszuschließen, wird empfohlen, z_{AL} (siehe Anlage 1) vor der Bestimmung von k zu bestimmen.

Falls solche Fahrbahnoberflächen noch nicht allgemein zur Verfügung stehen, dürfen nach Ermessen des technischen Dienstes bis zur Verschleißgrenze abgenutzte Reifen und höhere Kraftschlussbeiwerte bis maximal 0,4 verwendet werden. Der ermittelte Wert, der Reifentyp und die Beschaffenheit der Fahrbahn sind anzugeben.

- 5.2.3. Das Prüfverfahren zur Bestimmung des Kraftschlussbeiwertes (k) und die Formel zur Berechnung der Kraftschlussausnutzung (ε) sind in der Anlage 2 beschrieben.
- 5.2.4. Die Kraftschlussausnutzung durch die ABV-Bremsanlage muss bei ABV-Bremsanlagen der Kategorien 1 oder 2 am kompletten Fahrzeug überprüft werden. Bei Fahrzeugen, die mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 3 ausgerüstet sind, muss (müssen) nur die Achse(n), die mindestens ein direkt geregeltes Rad hat (haben), diese Anforderung erfüllen.

- 5.2.5. Die Bedingung $\varepsilon \geq 0,75$ muss mit beladenem und mit unbeladenem Fahrzeug überprüft werden. Die Prüfung mit beladenem Fahrzeug auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert kann entfallen, wenn die vorgeschriebene Kraft, die auf die Betätigungsseinrichtung ausgeübt wird, keine volle Regelung durch die ABV-Bremsanlage bewirkt. Bei der Prüfung mit unbeladenem Fahrzeug kann die Betätigungs Kraft bis auf 1 000 N erhöht werden, wenn bei voller Betätigungs Kraft keine Regelung bewirkt wird. Gegebenenfalls kann auch eine größere Kraft als die volle Betätigungs Kraft angewendet werden, um die ABV-Bremsanlage zum Ansprechen zu bringen. Reichen dagegen 1 000 N nicht aus, um die Regelung durch die ABV-Bremsanlage zu bewirken, so kann diese Prüfung entfallen. Bei Druckluftbremsanlagen darf der Luftdruck zum Zweck dieser Prüfung nicht über den Abschaltdruck hinaus erhöht werden.

5.3. Zusatzprüfungen

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

- 5.3.1. Die durch eine ABV-Bremsanlage direkt geregelten Räder dürfen nicht blockieren, wenn bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h und bei einer hohen Ausgangsgeschwindigkeit entsprechend den Angaben in der nachstehenden Tabelle, die volle Betätigungs Kraft schnell auf die Betätigungsseinrichtung aufgebracht wird und sich das Fahrzeug auf den in Nummer 5.2.2 beschriebenen Fahrbahnoberflächen befindet.

Bedingung	höchste Prüfgeschwindigkeit
Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert	$0,8 v_{max} \leq 80 \text{ km/h}$
Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert	$0,8 v_{max} \leq 70 \text{ km/h}$

- 5.3.2. Beim Übergang einer Achse von einer Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert (k_H) auf eine solche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert (k_L), mit $k_H \geq 0,5$ und $k_H/k_L \geq 2$ dürfen bei voller Betätigungs Kraft auf der Betätigungsseinrichtung die direkt geregelten Räder nicht blockieren. Die Fahrgeschwindigkeit und der Zeitpunkt der Bremsbetätigung müssen so gewählt werden, dass, wenn die ABV-Bremsanlage auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert voll regelt, der Übergang von einer Fahrbahnoberfläche zur anderen bei hoher und bei niedriger Geschwindigkeit unter den in Nummer 5.3.1 festgelegten Bedingungen erfolgt.
- 5.3.3. Beim Übergang eines Fahrzeugs von einer Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert (k_L) auf eine solche mit hohem Kraftschlussbeiwert (k_H), mit $k_H \geq 0,5$ und $k_H/k_L \geq 2$ muss bei voller Betätigungs Kraft auf der Betätigungsseinrichtung die Fahrzeugverzögerung auf den entsprechenden hohen Wert innerhalb einer annehmbaren Zeit ansteigen, und das Fahrzeug darf nicht von seinem ursprünglichen Kurs abweichen. Die Fahrgeschwindigkeit

und der Zeitpunkt der Bremsbetätigung müssen so gewählt werden, dass, wenn die ABV-Bremsanlage auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert voll regelt, der Übergang von einer Fahrbahnoberfläche zur anderen bei annähernd 50 km/h oder $0,8 v_{max}$ (je nachdem, welches der niedrigere Wert ist) erfolgt.

- 5.3.4. Falls die Fahrzeuge mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 1 oder 2 ausgerüstet sind, gilt: Befinden sich die rechten und die linken Räder des Fahrzeuges auf Oberflächen mit unterschiedlichen Kraftschlussbeiwerten (k_H und k_L), wobei $k_H \geq 0,5$ und $k_H/k_L \geq 2$ ist, so dürfen die direkt geregelten Räder nicht blockieren, wenn bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h oder $0,8 v_{max}$ (je nachdem, welches der niedrigere Wert ist) die volle Betätigungs Kraft schnell auf die Betätigungs einrichtung aufgebracht wird.
- 5.3.5. Außerdem müssen beladene, mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 1 ausgestattete Fahrzeuge die geforderte Abbremsung unter den in Anlage 3 Nummer 5.3.4 genannten Bedingungen erbringen.
- 5.3.6. Bei den Prüfungen, die in den Nummern 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4 und 5.3.5 vorgesehen sind, ist jedoch kurzes Blockieren der Räder erlaubt. Außerdem ist das Blockieren der Räder erlaubt, wenn die Fahrgeschwindigkeit kleiner als 15 km/h ist; ebenfalls ist das Blockieren von indirekt geregelten Rädern bei jeder Geschwindigkeit erlaubt, sofern Fahrstabilität und Lenkbarkeit nicht beeinträchtigt werden.
- 5.3.7. Lenkkorrekturen sind während der in den Nummern 5.3.4 und 5.3.5 vorgesehenen Prüfungen erlaubt, wenn der Drehwinkel des Lenkrads während der ersten zwei Sekunden maximal 120° und insgesamt nicht mehr als 240° ist. Weiterhin muss bei Prüfbeginn die Längsmittellebene des Fahrzeugs über der Grenzlinie zwischen den Oberflächen mit hohem und niedrigem Kraftschlussbeiwert liegen, und während der genannten Prüfungen darf kein Teil der (äußereren) Reifen diese Grenzlinie überschreiten.
- 5.3.8. Folgendes ist zu berücksichtigen:
 - 5.3.8.1. k_H und k_L werden nach den Vorschriften der Anlage 2 zu diesem Anhang gemessen.
 - 5.3.8.2. Zweck der in den Nummern 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 und 5.3.4 genannten Prüfungen ist es sicherzustellen, dass die direkt geregelten Räder nicht blockieren und das Fahrzeug stabil bleibt. In diesen Prüfungen kann gegebenenfalls auch eine größere Kraft als die volle Betätigungs Kraft angewendet werden, um die ABV-Bremsanlage zum Ansprechen zu bringen.
 - 5.3.8.3. Hinsichtlich der Nummern 5.3.1 und 5.3.2 ist es daher nicht erforderlich, voll abzubremsen und das Fahrzeug auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert zum Stillstand zu bringen.

6. Spezielle Vorschriften für Anhängefahrzeuge

6.1. Energieverbrauch

Mit einer ABV-Bremsanlage ausgerüstete Anhängefahrzeuge müssen so beschaffen sein, dass selbst dann, wenn die Betätigungs einrichtung der Betriebsbremsanlage über einen gewissen Zeitraum voll betätigt wird, im Fahrzeug ein ausreichender Energivorrat verbleibt, um das Anhalten innerhalb eines angemessenen Weges sicherzustellen.

- 6.1.1. Die Einhaltung der obigen Vorschrift ist durch das nachstehend beschriebene Verfahren mit einem leeren Fahrzeug auf einer waagerechten, geradlinigen Fahrbahn mit gutem Kraftschlussbeiwert zu prüfen, wobei außerdem die Bremsen so eng wie möglich eingestellt sein müssen, und ein eventuell vorhandener lastabhängiger Bremskraftregler sich während der Prüfungen in der Stellung „beladen“ befinden muss.

Ist der Kraftschlussbeiwert der Prüfbahn zu hoch und kommt dadurch die ABV-Bremsanlage nicht zum Regeln, so darf die Prüfung auf einer Oberfläche mit einem niedrigeren Kraftschlussbeiwert durchgeführt werden.

- 6.1.2. Bei Druckluftbremsanlagen muss der Anfangswert des Energievorrats in dem (den) Energiespeicher(n) einem Druck von 800 kPa am Kupplungskopf der Vorratsleitung des Anhängefahrzeugs entsprechen.
- 6.1.3. Bei einer Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs von mindestens 30 km/h müssen die Bremsen während eines Zeitraumes von $t = 15$ s voll betätigt werden; während dieses Zeitraums ist die von den indirekt geregelten Rädern verbrauchte Energie zu berücksichtigen und alle direkt geregelten Räder müssen weiterhin von der ABV-Bremsanlage gesteuert werden. Während dieser Prüfung ist die Energiezufuhr zu dem (den) Energiespeicher(n) zu unterbrechen. Kann die Bremsdauer $t = 15$ s nicht in einem einzigen Bremsvorgang erreicht werden, so sind weitere Bremsvorgänge zulässig. Während dieser Bremsvorgänge darf der Energievorrat in dem (den) Energiespeicher(n) nicht ergänzt werden, und vom zweiten Bremsvorgang an ist der zusätzliche Energieverbrauch zum Füllen der Bremszylinder zum Beispiel mit Hilfe des nachstehenden Prüfverfahrens zu berücksichtigen. Der Druck in dem (den) Behälter(n) zu Beginn des ersten Bremsvorgangs muss dem in Nummer 6.1.2 angegebenen entsprechen. Zu Beginn des darauf folgenden Bremsvorgangs (der darauf folgenden Bremsvorgänge) darf der Druck in dem (den) Behälter(n) nach Betätigung der Bremsen nicht niedriger als der Druck in dem (den) Behälter(n) am Schluss des vorhergehenden Bremsvorgangs sein. Bei dem darauf folgenden Bremsvorgang (bei den darauf folgenden Bremsvorgängen) ist nur der Zeitraum zu berücksichtigen, zu dessen Beginn der Druck in dem (den) Behälter(n) dem Druck am Schluss des vorhergehenden Bremsvorgangs entspricht.
- 6.1.4. Am Ende des Bremsvorganges ist bei stehendem Fahrzeug die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse viermal voll zu betätigen. Bei der fünften Bremsbetätigung muss der Druck im Bremskreis hoch genug sein, um am Umfang der Räder eine Bremskraft zu erzielen, die mindestens 22,5 % der von den Rädern bei stillstehendem Fahrzeug getragenen Gesamtmasse entspricht, und es darf dabei zu keiner selbstdämmigen Betätigung eines Bremssystems kommen, das nicht von der ABV-Bremsanlage geregelt wird.

6.2. Kraftschlussausnutzung

- 6.2.1. Die mit einer ABV-Bremsanlage ausgerüsteten Anhängefahrzeuge gelten als ausreichend, wenn die Bedingung $\varepsilon \geq 0,75$ erfüllt ist, wobei ε die Kraftschlussausnutzung bedeutet, wie in Anlage 2 Nummer 2 definiert. Diese Bedingung ist mit leerem Fahrzeug auf einer waagerechten, geraden Fahrbahn mit einer Oberfläche mit gutem Kraftschlussbeiwert zu prüfen.

Ist der Kraftschlussbeiwert der Prüfbahn zu hoch und kommt dadurch die ABV-Bremsanlage nicht zum Regeln, so darf die Prüfung auf einer Oberfläche mit einem niedrigeren Kraftschlussbeiwert durchgeführt werden.

Bei Anhängern, die mit einem lastabhängigen Bremskraftregler ausgerüstet sind, kann der Druck höhergestellt werden, um ein vollständiges Regeln sicherzustellen.

- 6.2.2. Um die Wirkungen von unterschiedlichen Temperaturen der Bremsen auszuschließen, wird empfohlen, z_{RAL} vor der Bestimmung von k_R zu bestimmen.

6.3. Zusatzprüfungen

- 6.3.1. Bei Geschwindigkeiten über 15 km/h dürfen die durch eine ABV-Bremsanlage direkt geregelten Räder nicht blockieren, wenn die volle Betätigungs Kraft schnell auf die Betätigungs einrichtung der Zugmaschine aufgebracht wird. Dies ist unter den in Nummer 6.2 vorgeschriebenen Bedingungen bei Ausgangsgeschwindigkeiten von 40 km/h und 60 km/h nachzuprüfen.
- 6.3.2. Die Vorschriften dieses Absatzes gelten nur für Anhängefahrzeuge, die mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie A ausgerüstet sind. Befinden sich die rechten und linken Räder auf Oberflächen, die eine unterschiedliche maximale Abbremsung (z_{RALH} und z_{RALL}) bewirken, wobei Folgendes gilt:

$$\frac{z_{RALH}}{\varepsilon_H} \geq 0.5 \text{ und } \frac{z_{RALH}}{z_{RALL}} \geq 2$$

so dürfen die direkt geregelten Räder nicht blockieren, wenn bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h die volle Betätigungs Kraft schnell auf die Betätigungs einrichtung der Zugmaschine aufgebracht wird. Das Verhältnis z_{RALH}/z_{RALL} kann nach dem in Anlage 2 Nummer 2 beschriebenen Verfahren oder durch Berechnung des Verhältnisses z_{RALH}/z_{RALL} ermittelt werden. Unter dieser Bedingung muss das unbeladene Fahrzeug die in der Anlage 3 vorgeschriebene Abbremsung erreichen.

Bei Anhängefahrzeugen, die mit einem lastabhängigen Bremskraftregler ausgerüstet sind, kann der Druck der Vorrichtung höhergestellt werden, um ein vollständiges Regeln sicherzustellen.

- 6.3.3. Bei Fahrzeuggeschwindigkeiten ≥ 15 km/h ist ein kurzzeitiges Blockieren der direkt geregelten Räder zulässig, und bei Geschwindigkeiten < 15 km/h ist ein Blockieren ohne Einschränkung zulässig. Bei indirekt geregelten Rädern ist ein Blockieren bei jeder Geschwindigkeit zulässig. Allerdings darf in allen Fällen die Stabilität nicht beeinträchtigt werden.

Anlage 1

Zeichen

Die folgenden Zeichen werden in den Anlagen 2, 3 und 4 verwendet:

Zeichen	Erläuterungen
E	Radstand
E_R	Abstand zwischen Kupplungspunkt und Mitte der Achse(n) des Starrdeichsel-Anhängefahrzeugs (oder Abstand zwischen Anhängekupplung und Mitte der Achse(n) des Zentralachsanhängefahrzeugs)
ε	die Kraftschlussausnutzung des Fahrzeugs: Quotient aus der maximalen Abbremsung bei regelnder ABV-Bremsanlage (z_{AL}) und dem Kraftschlussbeiwert (k)
ε_i	der an der Achse i gemessene Wert von ε (bei einer Zugmaschine mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 3)
ε_H	der Wert von ε bei der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert
ε_L	der Wert von ε bei der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert
F	Kraft [N]
F_{bR}	Bremeskraft des Anhängefahrzeugs bei nicht regelnder ABV-Bremsanlage
F_{bRmax}	Größtwert von F_{bR}
F_{bRmaxi}	Wert von F_{bRmax} , wenn nur die Achse i des Anhängefahrzeugs gebremst wird
F_{bRAL}	Bremeskraft des Anhängefahrzeugs bei regelnder ABV-Bremsanlage
F_{Cnd}	gesamte Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten nicht angetriebenen Achsen der Fahrzeugkombination bei statischen Bedingungen
F_{Cd}	gesamte Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten angetriebenen Achsen der Fahrzeugkombination bei statischen Bedingungen
F_{dyn}	Normalkraft der Fahrbahn bei dynamischer Belastung und regelnder ABV-Bremsanlage
F_{idyn}	F_{dyn} auf die Achse i bei Zugmaschinen oder Deichsel-Anhängefahrzeugen
F_i	Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse i bei statischen Bedingungen
F_M	gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder der Zugmaschine
F_{Mnd}^2	gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten und nicht angetriebenen Achsen der Zugmaschine

² F_{Mnd} und F_{Md} im Fall zweiachsiger Kraftfahrzeuge: Diese Zeichen können zu den entsprechenden F_i -Symbolen vereinfacht werden.

F_{Md}	gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf die ungebremsten und angetriebenen Achsen des Kraftfahrzeugs
F_R	gesamte statische Normalkraft der Fahrbahn auf alle Räder des Anhängefahrzeugs
F_{Rdyn}	gesamte dynamische Normalkraft der Fahrbahn auf die Achse(n) des Starrdeichsel-Anhängefahrzeugs oder des Zentralachs-Anhängefahrzeugs
F_{wM}	$0,01 F_{Mnd} + 0,015 F_{Md}$
g	Fallbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$)
h	Höhe des Schwerpunkts, die vom Hersteller angegeben und vom technischen Dienst, der die Prüfung für die Genehmigung durchführt, akzeptiert wird
h_D	Höhe der Deichsel (Drehpunkt am Anhängefahrzeug)
h_K	Höhe der Sattelkupplung (Königszapfen)
h_R	Höhe des Schwerpunkts des Anhängefahrzeugs
k	Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn
k_f	Kraftschlussbeiwert einer Vorderachse
k_H	Wert von k , auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert bestimmt
k_i	Wert von k , an der Achse i bei einem Fahrzeug mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 3 bestimmt
k_L	Wert von k , auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert bestimmt
k_{lock}	Kraftschlusswert bei 100% Schlupf
k_M	Kraftschlussbeiwert der Zugmaschine
k_{peak}	Maximum der Kurve „Kraftschluss in Abhängigkeit vom Schlupf“
k_r	Kraftschlussbeiwert einer Hinterachse
k_R	Kraftschlussbeiwert des Anhängefahrzeugs
P	Masse des einzelnen Fahrzeuges (kg)
R	Verhältnis von k_{peak} zu k_{lock}
t	Zeitraum [s]
t_m	Mittelwert von t
t_{min}	Kleinstwert von t
z	Abbremsung [m/s^2]
z_{AL}	Abbremsung z des Fahrzeugs mit regelnder ABV-Bremsanlage
z_C	Abbremsung z der Fahrzeugkombination nur mit gebremstem Anhängefahrzeug und nicht regelnder ABV-Bremsanlage

z_{CAL}	Abbremsung z der Fahrzeugkombination nur mit gebremstem Anhängefahrzeug und regelnder ABV-Bremsanlage
z_{Cmax}	Größtwert von z_C
z_{Cmaxi}	Größtwert von z_C , wenn nur die Achse i des Anhängefahrzeugs gebremst wird
z_m	Mittelwert der Abbremsung
z_{max}	Größtwert von z
z_{MALS}	z_{AL} der Zugmaschine auf einer Oberfläche mit unterschiedlichen μ -Werten
z_R	Abbremsung z des Anhängefahrzeugs bei nicht regelnder ABV-Bremsanlage
z_{RAL}	z_{AL} des Anhängefahrzeugs, durch Bremsen aller Achsen bei ungebremster Zugmaschine und ausgekuppeltem Motor erhalten
z_{RALH}	z_{RAL} auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert
z_{RALL}	z_{RAL} auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert
z_{RALS}	z_{RAL} auf der Oberfläche mit unterschiedlichen μ -Werten
z_{RH}	z_R auf der Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert
z_{RL}	z_R auf der Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert
z_{RHmax}	Größtwert von z_{RH}
z_{RLmax}	Größtwert von z_{RL}
z_{Rmax}	Größtwert von z_R

Anlage 2

Kraftschlussausnutzung

1. Messverfahren für Zugmaschinen

1.1. Bestimmung des Kraftschlussbeiwerts (k)

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

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

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

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

z_{\max} ist der maximale Wert von z in m/s²,

t in Sekunden.

1.1.3.1. Das Blockieren der Räder darf unter 20 km/h auftreten.

1.1.3.2. Beginnend mit dem kleinsten gemessenen Wert von t, der als t_{\min} bezeichnet wird, sind drei Werte von t zwischen t_{\min} und 1,05 t_{\min} auszuwählen, dann ist ihr arithmetisches Mittel t_m zu bestimmen und damit zu berechnen.

$$z_m = \frac{0.566}{t_m}$$

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

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

1.1.5. Die dynamische Achslast wird anhand von Abbremsung, statischer Achslast, Radstand und Höhe des Schwerpunkts bestimmt.

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

- 1.1.7. Dann ist die Prüfung bei der (den) anderen Achse(n) nach den Vorschriften in den Absätzen 1.1.1 bis 1.1.6 zu wiederholen (Ausnahmen siehe die Nummern 1.4 und 1.5).
- 1.1.8. Beispielsweise wird bei einem Zweiachsfahrzeug mit Hinterradantrieb bei gebremster Vorderachse der Kraftschlussbeiwert (k) durch folgende Formel bestimmt:

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

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

1.2. Bestimmung der Kraftschlussausnutzung (ε)

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

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

- 1.2.2. Bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 55 km/h oder v_{max} (je nachdem, welcher Wert kleiner ist) wird die maximale Abbremsung (z_{AL}) bei voller Regelung durch die ABV-Bremsanlage festgestellt. Nach Nummer 1.1.3 ist der Durchschnittswert für z_{AL} aus drei Prüfungen für die Zeit zu ermitteln, die erforderlich ist, um die Geschwindigkeit von 45 km/h auf 15 km/h zu reduzieren; dabei wird die nachstehende Formel verwendet:

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

- 1.2.3. Der Kraftschlussbeiwert k_M ist unter Berücksichtigung der dynamischen Achslasten zu ermitteln.

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

Dabei ist:

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

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

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

- 1.2.5. Ist ein Fahrzeug mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 1 oder 2 ausgerüstet, so wird der Abbremsungswert z_{AL} für das gesamte Fahrzeug bei regelnder ABV-Bremsanlage ermittelt, und die Kraftschlussausnutzung (ε) ist durch dieselbe Formel gegeben, wie in Nummer 1.2.1 beschrieben.
- 1.2.6. Ist ein Fahrzeug mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie 3 ausgerüstet, so wird der Abbremsungswert z_{AL} an jeder Achse gemessen, die mindestens ein direkt geregeltes Rad besitzt.

Für ein zweiachsiges Fahrzeug zum Beispiel, bei dem die ABV-Bremsanlage nur auf die angetriebene Hinterachse (2) wirkt, wird die Kraftschlussausnutzung (ε) bestimmt nach:

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

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

- 1.3. Bei $\varepsilon > 1,00$ sind die Messungen der Kraftschlussbeiwerte zu wiederholen. Eine Toleranz von 10 % ist zulässig.
- 1.4. Bei dreiachsigen Zugmaschinen werden Achsen, die entweder durch den Antriebsstrang oder durch Aufhängungsbauteile miteinander verbunden sind (und in dem zweiten Fall dadurch beim Bremsvorgang auf Lastverlagerung reagieren) bei der Bestimmung des Kraftschlussbeiwertes für das Fahrzeug nicht berücksichtigt.

Bis zur Festlegung eines einheitlichen Prüfverfahrens ist bei Fahrzeugen mit mehr als drei Achsen und Spezialfahrzeugen eine Absprache mit dem technischen Dienst erforderlich.

- 1.5. Bei Zugmaschinen mit einem Radstand von weniger als 3,80 m und mit $h/E > 0,25$ braucht der Kraftschlussbeiwert für die Hinterachse nicht ermittelt zu werden.
- 1.5.1. In diesem Fall ist die Kraftschlussausnutzung (ε) als der Quotient aus der maximalen Abbremsung bei regelnder ABV-Bremsanlage (z_{AL}) und dem Kraftschlussbeiwert (k_f) definiert, das heißt

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

2. Messverfahren für Anhängefahrzeuge

2.1. Allgemeines

- 2.1.1. Der Kraftschlussbeiwert (k) wird als Quotient aus den maximalen Bremskräften ohne Blockieren der Räder und der entsprechenden dynamischen Belastung der gebremsten Achse bestimmt.
- 2.1.2. Die Bremsen sind bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 50 km/h an nur einer Achse des geprüften Anhängefahrzeugs zu betätigen. Die Bremskräfte müssen so auf die Räder der

Achse verteilt sein, dass die maximale Bremswirkung erreicht wird. Zwischen 40 km/h und 20 km/h muss die ABV-Bremsanlage abgeschaltet sein oder darf nicht regeln.

- 2.1.3. Um die maximale Abbremsung der Fahrzeugkombination ($z_{C\max}$), wenn nur das Anhängefahrzeug gebremst wird, zu erreichen, sind mehrere Prüfungen bei gesteigerten Bremsdrücken durchzuführen. Während jeder Prüfung muss ein konstanter Druck aufrechterhalten werden, und die Abbremsung wird anhand der Zeit (t) bestimmt, die vergeht, wenn die Geschwindigkeit von 40 km/h auf 20 km/h reduziert wird. Dazu wird folgende Formel verwendet:

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

- 2.1.3.1. Das Blockieren der Räder darf unter 20 km/h auftreten.

- 2.1.3.2. Beginnend mit dem kleinsten gemessenen Wert von t, der als t_{\min} bezeichnet wird, sind drei Werte von t zwischen t_{\min} und $1,05 t_{\min}$ auszuwählen, dann ist ihr arithmetisches Mittel t_m zu bestimmen und damit

zu berechnen.

$$z_{C\max} = \frac{0.566}{t_m}$$

Wird nachgewiesen, dass die vorstehend definierten drei Werte aus praktischen Gründen nicht bestimmt werden können, so kann der Wert der Mindestzeit t_{\min} verwendet werden.

- 2.1.4. Die Kraftschlussausnutzung (ε) wird nach folgender Formel berechnet:

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

Der Kraftschlussbeiwert ist bei Deichsel-Anhängefahrzeugen nach Nummer 2.2.3 oder bei Starrdeichsel-Anhängefahrzeugen und Zentralachs-Anhängefahrzeugen nach Nummer 2.3.1 zu bestimmen.

- 2.1.5. Bei $\varepsilon > 1,00$ sind die Messungen der Kraftschlussbeiwerte zu wiederholen. Eine Toleranz von 10 % ist zulässig.
- 2.1.6. Die maximale Abbremsung (z_{RAL}) wird bei voller Regelung durch die ABV-Bremsanlage und ungebremster Zugmaschine unter Verwendung des Durchschnittswertes von drei Prüfungen wie in Nummer 2.1.3 gemessen.

2.2. Deichsel-Anhängefahrzeuge

- 2.2.1. Die Messung des Kraftschlussbeiwerts erfolgt (bei abgeschalteter oder nicht regelnder ABV-Bremsanlage zwischen 40 km/h und 20 km/h) an der Vorder- und der Hinterachse.

Für die Vorderachse i:

$$F_{bR\max_i} = z_{c\max_i} (F_M + F_R) - 0,01 F_{Cnd} - 0,015 F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i + \frac{z_{Cmax} (F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_r = \frac{F_{bR\max i}}{F_{idyn}}$$

Für die Hinterachse i:

$$F_{bR\max i} = z_{Cmax i} (F_M + F_R) - 0,01 F_{Cnd} - 0.015 F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i - \frac{z_{Cmax} (F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_r = \frac{F_{bR\max i}}{F_{idyn}}$$

- 2.2.2. Die Werte von k_f und k_r sind auf drei Dezimalstellen zu runden.
- 2.2.3. Der Kraftschlussbeiwert k_R ist unter Berücksichtigung der dynamischen Achslasten zu ermitteln.

$$k_R = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times F_{rdyn}}{P \times g}$$

- 2.2.4. Messung von z_{RAL} (bei regelnder ABV-Bremsanlage):

$$z_{RAL} = \frac{z_{CAL} \times (F_M + F_R) - 0.01 F_{Cnd} - 0.015 F_{Cd}}{F_R}$$

z_{RAL} ist auf einer Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert und bei Fahrzeugen mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie A auch auf einer Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert zu ermitteln.

- 2.3. Anhängefahrzeuge mit starrer Deichsel und Anhängefahrzeuge mit Zentralachse
- 2.3.1. Bei der Messung von k (bei abgeschalteter oder nicht regelnder ABV-Bremsanlage zwischen 40 km/h und 20 km/h) sind nur an einer Achse Räder montiert, die Räder der anderen Achse(n) werden abgebaut.

$$F_{bR\max} = z_{Cmax} (F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bR\max} \times h_k + z_c \times g \times P \times (h_R - h_k)}{E_R}$$

$$k = \frac{F_{bR\max}}{F_{rdyn}}$$

- 2.3.2. Bei der Messung von z_{RAL} (bei regelnder ABV-Bremsanlage) müssen alle Räder an den Achsen montiert sein.

$$F_{bRAL} = z_{CAL} \times (F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRAL} \times h_k + z_c \times g \times P \times (h_R - h_k)}{E_R}$$

$$z_{RAL} = \frac{F_{bRAL}}{F_{Rdyn}}$$

z_{RAL} ist auf einer Oberfläche mit hohem Kraftschlussbeiwert und bei Fahrzeugen mit einer ABV-Bremsanlage der Kategorie A auch auf einer Oberfläche mit niedrigem Kraftschlussbeiwert zu ermitteln.

Anlage 3

Bremswirkung auf Oberflächen mit seitenweise unterschiedlichen Kraftschlussbeiwerten

1. Zugmaschinen
 - 1.1. Die vorgeschriebene Abbremsung, auf die in Nummer 6.3.5 dieses Anhangs Bezug genommen wird, kann anhand der gemessenen Kraftschlussbeiwerte für die beiden Oberflächen, auf denen diese Prüfung durchgeführt wird, berechnet werden.

Diese beiden Oberflächen müssen die in Nummer 6.3.4 dieses Anhangs vorgeschriebenen Bedingungen erfüllen.
 - 1.2. Die Kraftschlussbeiwerte (k_H und k_L) der Oberflächen mit hohem und mit niedrigem Kraftschluss werden jeweils in Übereinstimmung mit den Vorschriften in Anlage 2 Nummer 1.1 bestimmt.
 - 1.3. Die vorgeschriebene Abbremsung (z_{MALS}) für beladene Zugmaschinen ist:

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

2. Anhängefahrzeuge
 - 2.1. Die Abbremsung nach Nummer 6.3.2 dieses Anhangs kann unter Verwendung der Abbremsungen z_{RALH} und z_{RALL} berechnet werden, die auf den beiden Oberflächen gemessen werden, auf denen die Prüfungen bei regelnder ABV-Bremsanlage durchgeführt werden. Diese beiden Oberflächen müssen den Vorschriften in Nummer 6.3.2 dieses Anhangs entsprechen.
 - 2.2. Für die Abbremsung z_{RALS} gilt:

$$z_{RALS} \geq \frac{0.75}{\varepsilon_H} \times \frac{4z_{RALL} + z_{RALH}}{5} \text{ und}$$

$$z_{RALS} > \frac{z_{RALL}}{\varepsilon_H}$$

Bei $\varepsilon_H > 0,95$ ist $\varepsilon_H = 0,95$ zu verwenden.

Anlage 4

Verfahren zur Auswahl der Oberflächen mit niedrigem Kraftschlussbeiwert

1. Genaue Angaben zum Kraftschlussbeiwert der ausgewählten Oberfläche nach Nummer 5.1.1.2 dieses Anhangs sind dem technischen Dienst mitzuteilen.
 - 1.1. Diese Angaben müssen eine Kurve des Kraftschlussbeiwertes in Abhängigkeit vom Schlupf (von 0 bis 100 % Schlupf) für eine Geschwindigkeit von ungefähr 40 km/h umfassen.

Bis zur Festlegung eines einheitlichen Prüfverfahrens für die Bestimmung der Kurve des Kraftschlussbeiwertes für Fahrzeuge mit einer maximalen Masse von mehr als 3,5 Tonnen kann die für Personenkraftwagen festgelegte Kurve verwendet werden. In diesem Fall ist für Fahrzeuge mit einer maximalen Masse von mehr als 3,5 Tonnen das Verhältnis k_{peak} zu k_{lock} mit Hilfe eines Wertes von k_{peak} nach Anlage 2 zu ermitteln. Mit Zustimmung des technischen Dienstes kann der hier beschriebene Kraftschlussbeiwert nach einem anderen Verfahren bestimmt werden, sofern die Äquivalenz zu den Werten von k_{peak} und k_{lock} nachgewiesen wird.

- 1.1.1. Der Maximalwert der Kurve ist k_{peak} und der Wert bei 100 % Schlupf ist k_{lock} .
 - 1.1.2. Der Verhältniswert R ist als Quotient aus k_{peak} und k_{lock} zu bestimmen.

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

- 1.1.3. Der Wert von R ist auf eine Dezimalstelle zu runden.
 - 1.1.4. Die verwendete Oberfläche muss ein Verhältnis R zwischen 1,0 und 2,0 aufweisen.

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

2. Vor den Prüfungen muss der technische Dienst sicherstellen, dass die ausgewählte Oberfläche den vorgeschriebenen Anforderungen entspricht, und muss über die folgenden Angaben informiert werden: Prüfverfahren zur Bestimmung von R, Art des Fahrzeuges (Zugmaschine usw.) sowie Achslast und Reifen (es müssen verschiedene Achslasten und Reifen geprüft und die Ergebnisse dem technischen Dienst vorgelegt werden, der dann entscheidet, ob sie für das zu genehmigende Fahrzeug repräsentativ sind).

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

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

ANHANG XII

Anforderungen für elektronisch gesteuerte Bremsanlagen von Fahrzeugen mit Druckluftbremsanlagen oder mit Datenübertragung über die Stifte 6 und 7 des Steckverbinders nach ISO 7638 sowie für damit ausgerüstete Fahrzeuge

1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Anhangs bedeutet:

- 1.1. „Punkt-zu-Punkt-Verbindung“ eine Topologie eines Übertragungsnetzes mit nur zwei Einheiten. Jede Einheit hat einen integrierten Abschlusswiderstand für die Datenübertragungsleitung.
- 1.2. „Bremssignal“ ein Schaltsignal, das die Bremsenbetätigung anzeigt.

2. Allgemeine Anforderungen

- 2.1 Die elektrische Steuerleitung muss der Norm ISO 11992-1 und 11992-2:2003 einschließlich der Änderung Amd.1:2007 entsprechen und eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit dem Siebenstift-Steckverbinder nach ISO 7638-1 oder 7638-2:2003 sein. Die Kontakte des Steckverbinder nach ISO 7638 für den Datenaustausch dienen ausschließlich der Übertragung der Informationen für die Bremsfunktionen (einschließlich ABV) und Fahrwerkfunktionen (Lenkung, Reifen und Aufhängung) nach ISO 11992-2:2003 einschließlich der Änderung Amd.1:2007. Die Bremsfunktionen haben Vorrang und müssen in der Normalbetriebsart und der Betriebsart Störung aufrechterhalten werden. Die Übertragung der Informationen für die Fahrwerkfunktionen darf nicht zu einer Verzögerung der Bremsfunktionen führen. Die Stromversorgung über den Steckverbinder nach ISO 7638 ist ausschließlich für die Brems- und Fahrwerkfunktionen und die Übertragung der auf das Anhängefahrzeug bezogenen Informationen, die nicht über die elektrische Steuerleitung übertragen werden, bestimmt. In allen Fällen gelten jedoch die Vorschriften von Nummer 5.2.1. Die Stromversorgung für alle anderen Funktionen muss auf anderem Wege sichergestellt sein.
- 2.2. Anlage 1 dieses Anhangs enthält Angaben zu der in der Norm ISO 11992-2:2003 einschließlich der Änderung Amd.1:2007 definierten Unterstützung von Nachrichten für die Zugmaschine und gegebenenfalls für das Anhängefahrzeug.
- 2.3. Zugmaschinen und Anhängefahrzeuge, die mit elektrischen Steuerleitungen ausgerüstet sind, werden zum Zeitpunkt der Typgenehmigung auf ihre funktionelle Kompatibilität untersucht, indem geprüft wird, ob die einschlägigen Vorschriften der Norm ISO 11992:2003 einschließlich ISO 11992-2:2003 und der Änderung Amd.1:2007, Teile 1 und 2, eingehalten sind. In Anlage 2 dieses Anhangs ist als Beispiel ein Prüfverfahren angegeben, das zur Durchführung dieser Untersuchung angewendet werden kann.
- 2.4. Ist eine Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet und mit einem Anhängefahrzeug mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden, so muss eine Dauerstörung (> 40 ms) in der elektrischen Steuerleitung in der Zugmaschine erkannt werden und dem Fahrzeugführer durch das gelbe Warnsignal nach

Nummer 2.2.1.29.1.2 von Anhang I angezeigt werden, wenn diese Fahrzeuge über die elektrische Steuerleitung miteinander verbunden sind.

3. Spezielle Anforderungen für die Verbindungen zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen bei Druckluftbremsanlagen

- 3.1. Die elektrische Steuerleitung der Zugmaschine muss Informationen liefern, aus denen hervorgeht, ob die in Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.2 genannten Bedingungen von der elektrischen Steuerleitung ohne Unterstützung durch die Druckluft-Steuerleitung erfüllt werden können. Außerdem muss sie Informationen liefern, aus denen hervorgeht, ob das Fahrzeug nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 mit zwei Steuerleitungen oder nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 mit nur einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet ist.
- 3.2. Eine nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 ausgerüstete Zugmaschine muss „erkennen“, dass die Kupplung eines nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.1 ausgerüsteten Anhängefahrzeugs nicht kompatibel ist. Wenn solche Fahrzeuge über die elektrische Steuerleitung der Zugmaschine elektrisch miteinander verbunden sind, muss der Fahrzeugführer durch das rote optische Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 gewarnt werden, und wenn das System unter Strom gesetzt wird, müssen die Bremsen an der Zugmaschine automatisch betätigt werden. Durch diese Bremsenbetätigung muss zumindest die vorgeschriebene Bremswirkung der Feststellbremse nach Anhang II Nummern 3.1.3.1 und 3.1.3.2 erreicht werden.
- 3.3. Bei einer Zugmaschine mit zwei Steuerleitungen gemäß Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 müssen, wenn es mit einem Anhängefahrzeug mit ebenfalls zwei Steuerleitungen elektrisch verbunden ist, alle nachstehenden Vorschriften eingehalten sein:
 - 3.3.1. Beide Signale müssen am Kupplungskopf vorhanden sein, und am Anhängefahrzeug muss das elektrische Steuersignal verwendet werden, sofern dieses Signal nicht ausgefallen ist. In diesem Fall muss am Anhängefahrzeug automatisch auf die Druckluft-Steuerleitung umgeschaltet werden.
 - 3.3.2. Jedes Fahrzeug muss den einschlägigen Vorschriften von Anhang II Anlage 1 hinsichtlich der elektrischen und der Druckluft-Steuerleitungen entsprechen; und
 - 3.3.3. überschreitet das elektrische Steuersignal den 100 kPa entsprechenden Wert um mehr als eine Sekunde lang, dann muss am Anhängefahrzeug überprüft werden, ob ein Druckluft-Steuersignal vorhanden ist; falls kein Druckluft-Steuersignal vorhanden ist, muss der Fahrzeugführer vom Anhängefahrzeug aus durch das eigene gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 gewarnt werden.
- 3.4. Ein Anhängefahrzeug darf gemäß den Vorschriften von Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 ausgerüstet sein, sofern es nur in Verbindung mit einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung betrieben werden kann, die den Vorschriften von Anhang I Nummer 2.2.1.17.1 entspricht. Andernfalls müssen, wenn die elektrische Verbindung hergestellt wird, die Bremsen des Anhängefahrzeugs automatisch betätigt werden oder betätigt bleiben. Der Fahrzeugführer muss durch das eigene gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2 gewarnt werden.
- 3.5. Wird durch die Betätigung der Feststellbremsanlage an der Zugmaschine auch eine Bremsanlage am Anhängefahrzeug betätigt, wie es nach Anhang I Nummer 2.1.2.3

zulässig ist, dann müssen die folgenden zusätzlichen Anforderungen eingehalten sein:

- 3.5.1. Ist die Zugmaschine gemäß den Vorschriften nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.1 ausgerüstet, so muss durch die Betätigung der Feststellbremsanlage der Zugmaschine eine Bremsanlage am Anhängefahrzeug über die Druckluft-Steuerleitung betätigt werden.
- 3.5.2. Ist die Zugmaschine gemäß den Vorschriften nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 ausgerüstet, so muss durch die Betätigung der Feststellbremsanlage der Zugmaschine eine Bremsanlage am Anhängefahrzeug gemäß Nummer 3.5.1 betätigt werden. Zusätzlich kann durch die Betätigung der Feststellbremsanlage eine Bremsanlage am Anhängefahrzeug über die elektrische Steuerleitung betätigt werden.
- 3.5.3. Ist die Zugmaschine nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 ausgerüstet oder es werden die in Anhang I Nummer 2.2.1.17.1 genannten Bedingungen ohne Unterstützung durch die Druckluft-Steuerleitung nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 erfüllt, muss durch die Betätigung der Feststellbremsanlage an der Zugmaschine eine Bremsanlage am Anhängefahrzeug über die elektrische Steuerleitung betätigt werden. Ist die elektrische Energie für die Bremsanlage der Zugmaschine abgeschaltet, muss das Anhängefahrzeug durch Absenkung des Drucks in der Vorratsleitung gebremst werden (außerdem kann die Druckluft-Steuerleitung unter Druck bleiben); der Druck in der Vorratsleitung darf nur so lange abgesenkt bleiben, bis der Bremsanlage der Zugmaschine wieder elektrische Energie zugeführt wird und das Anhängefahrzeug über die elektrische Steuerleitung gleichzeitig wieder gebremst wird.

4. Spezielle zusätzliche Anforderungen für Betriebsbremsanlagen mit elektrischer Steuer-Übertragungseinrichtung

4.1. Zugmaschinen

- 4.1.1. Bei gelöster Feststellbremse muss die Betriebsbremsanlage eine statische Gesamtbremeskraft erzeugen können, die mindestens der für die Prüfung Typ-0 vorgeschriebenen Bremskraft entspricht, selbst wenn der Zündschalter (Anlassschalter) sich in der Aus-Stellung befindet und/oder der Schlüssel abgezogen ist. Bei Zugmaschinen, die zum Ziehen von Anhängefahrzeugen der Klasse R3b oder R4b zugelassen sind, muss ein vollständiges Steuersignal für die Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs gegeben werden. Selbstverständlich muss in der Energie-Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage genügend Energie vorhanden sein.
- 4.1.2. Bei einer einzelnen vorübergehenden Störung (< 40 ms) in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung (zum Beispiel nicht übertragenes Signal oder Datenfehler), von der die Energieversorgung nicht betroffen ist, darf die Betriebsbremswirkung nicht spürbar beeinträchtigt werden.
- 4.1.3. Eine Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung, von der die Energieversorgung nicht betroffen ist und die die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit von Systemen nach dieser Verordnung beeinträchtigt, ist dem

Fahrzeugführer durch das rote oder gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 beziehungsweise 2.2.1.29.1.2 anzuzeigen. Kann die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage nicht mehr erreicht werden (Warnsignal), so sind dem Fahrzeugführer Störungen aufgrund einer Unterbrechung des Stromdurchgangs (zum Beispiel Reißen des Kabels, Trennung) unverzüglich anzuzeigen, und die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung muss durch die Betätigung der Betriebsbremse nach den Vorschriften von Anhang II Absatz 3.1.4 erreicht werden.

Der Hersteller legt dem technischen Dienst eine Analyse der möglichen Störungen in der Steuer-Übertragungseinrichtung und ihrer Auswirkungen vor. Diese Informationen sind zwischen technischem Dienst und Fahrzeugherrsteller zu vereinbaren und festzulegen.

Diese Vorschriften dürfen nicht als Abweichung von den Vorschriften zur Hilfsbremsung ausgelegt werden.

- 4.1.4. In einer Zugmaschine, die mit einem Anhängefahrzeug über eine elektrische Steuerleitung elektrisch verbunden ist, muss dem Fahrzeugführer nach den Vorschriften von Nummer 5.2.4 eindeutig angezeigt werden, wenn vom Anhängefahrzeug die Störmeldung übermittelt wird, nach der die in einem beliebigen Teil der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs gespeicherte Energie unter die Warngrenze absinkt. Eine ähnliche Warnung muss nach den Vorschriften von Nummer 4.2.3 auch erfolgen, wenn eine Dauerstörung (> 40 ms) in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung des Anhängefahrzeugs, ausgenommen der Energievorrat, verhindert, dass die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs erreicht wird. Dazu ist das Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2.1 zu verwenden.
- 4.1.5. Bei einem Ausfall der Energiequelle der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung muss, ausgehend vom Nennwert der Energiemenge, die Funktion des gesamten Steuerbereiches der Betriebsbremsanlage sichergestellt sein, nachdem die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse zwanzigmal hintereinander vollständig betätigt worden ist. Während der Prüfung muss die Betätigungsseinrichtung der Bremse bei jedem Betätigungs vorgang 20 Sekunden lang voll betätigt und 5 Sekunden lang gelöst sein. Bei dieser Prüfung muss natürlich in der Energie-Übertragungseinrichtung so viel Energie vorhanden sein, dass die volle Betätigung der Betriebsbremsanlage möglich ist. Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von den Vorschriften des Anhangs IV ausgelegt werden.
- 4.1.6. Fällt die Batteriespannung unter einen vom Hersteller angegebenen Wert ab, bei dem die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage nicht mehr gewährleistet werden kann und/oder bei dem ausgeschlossen ist, dass bei mindestens zwei unabhängigen Betriebsbremskreisen die vorgeschriebene Hilfs- oder Restbremswirkung erreicht wird, so muss das Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 aufleuchten. Nach dem Aufleuchten des Warnsignals muss es möglich sein, die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse zu betätigen und bei Zugmaschinen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h zumindest die vorgeschriebene Rest- und Hilfsbremswirkung oder bei

Zugmaschinen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 60 km/h zumindest die vorgeschriebene Hilfsbremswirkung zu erreichen. Selbstverständlich muss in der Energie-Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage genügend Energie vorhanden sein. Diese Vorschrift darf nicht als Abweichung von den Vorschriften zur Hilfsbremsung ausgelegt werden.

- 4.1.7. Werden die Nebenverbraucher mit Energie aus demselben Speicher wie die elektrische Steuer-Übertragungseinrichtung versorgt, dann muss sichergestellt sein, dass bei einer Motordrehzahl von nicht mehr als 80 % der Drehzahl bei Höchstleistung die Energieversorgung ausreicht, um die vorgeschriebenen Verzögerungswerte zu erfüllen. Dies wird dadurch erreicht, dass entweder die zugeführte Energiemenge so bemessen ist, dass dieser Energiespeicher nicht entladen wird, wenn alle Nebenverbraucher in Betrieb sind, oder vorher ausgewählte Nebenverbraucher bei einer Spannung über dem kritischen Wert nach Nummer 4.1.6 automatisch abgeschaltet werden, damit eine weitere Entladung dieses Speichers verhindert wird. Die Einhaltung dieser Vorschrift kann rechnerisch oder durch eine praktische Prüfung nachgewiesen werden. Bei Fahrzeugen, die zum Ziehen eines Fahrzeugs der Klassen R3b oder R4b zugelassen sind, ist für das Anhängefahrzeug ein Energieverbrauch von 400 W zu Grunde zu legen. Diese Nummer gilt nicht für Fahrzeuge, bei denen die vorgeschriebenen Verzögerungswerte ohne die Zufuhr elektrischer Energie erreicht werden können.
- 4.1.8. Werden die Nebenverbraucher mit Energie aus der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung versorgt, dann müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:
 - 4.1.8.1. Tritt eine Störung in der Energiequelle auf, während das Fahrzeug fährt, dann muss im Speicher so viel Energie vorhanden sein, dass die Bremsen wirken, wenn sie betätigt werden.
 - 4.1.8.2. Tritt eine Störung in der Energiequelle auf, während das Fahrzeug steht und die Feststellbremsanlage betätigt ist, dann muss im Speicher so viel Energie vorhanden sein, dass die Beleuchtung eingeschaltet werden kann, selbst wenn die Bremsen betätigt werden.
- 4.1.9. Bei einer Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung der Betriebsbremsanlage einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung nach Anhang I Nummern 2.1.4.1.2 oder 2.1.4.1.3 muss die volle Betätigung der Bremsen des Anhängefahrzeugs weiterhin gewährleistet sein.
- 4.1.10. Bei einer Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung eines Anhängefahrzeugs, das nur über eine elektrische Steuerleitung nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 mit der Zugmaschine elektrisch verbunden ist, muss das Anhängefahrzeug nach den Vorschriften in Anhang I Nummer 2.2.1.17.3.1 gebremst werden. Dies muss geschehen, wenn vom Anhängefahrzeug über den Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung das Signal „Bremsanforderung der Vorratsleitung“ übermittelt wird oder längere Zeit keine Daten übertragen werden. Diese Nummer gilt nicht für Zugmaschinen, die nicht mit Anhängefahrzeugen nach Nummer 3.4 betrieben werden können, die nur über eine elektrische Steuerleitung mit der Zugmaschine verbunden sind.

4.2. Anhänger

- 4.2.1. Bei einer einzelnen vorübergehenden Störung (< 40 ms) in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung (zum Beispiel nicht übertragenes Signal oder Datenfehler), von der die Energieversorgung nicht betroffen ist, darf die Betriebsbremswirkung nicht spürbar beeinträchtigt werden.
- 4.2.2. Bei einer Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung (zum Beispiel Reißen des Kabels, Trennung) müssen mindestens 30 % der vorgeschriebenen Betriebsbremswirkung des betreffenden Anhängefahrzeugs aufrechterhalten werden. Bis einheitliche Prüfverfahren vereinbart sind, muss der Hersteller dem technischen Dienst eine Analyse der möglichen Störungen in der Steuer-Übertragungseinrichtung und ihrer Auswirkungen vorlegen. Diese Informationen sind zwischen technischem Dienst und Fahrzeugherrsteller zu vereinbaren und festzulegen.
Bei Anhängefahrzeugen, die nur über eine elektrische Steuerleitung nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 mit der Zugmaschine elektrisch verbunden sind und die in Anhang I Nummer 2.2.1.17.3.2 genannte Bedingung erfüllen, wobei die in Anhang II Nummer 3.2.3 vorgeschriebene Wirkung erreicht wird, genügt die Bezugnahme auf die Vorschriften in Nummer 4.1.10, wenn eine Bremswirkung von mindestens 30 % der für die Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs vorgeschriebenen Bremswirkung nicht mehr erreicht werden kann; in diesem Fall wird vom Anhängefahrzeug über den Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung das Signal „Bremsanforderung der Vorratsleitung“ übermittelt, oder es werden längere Zeit keine Daten übertragen.
- 4.2.3. Eine Störung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung des Anhängefahrzeugs, die die Funktion und die Wirksamkeit von Systemen nach dieser Verordnung beeinträchtigt, und Störungen in der Energieversorgung, die über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 erfolgt, sind dem Fahrzeugführer durch das eigene Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2 über den Stift 5 des elektrischen Steckverbinder, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht, anzuzeigen. Außerdem muss von Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung, wenn sie mit einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden sind, die Störmeldung zur Auslösung des Warnsignals nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2.1 über das Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung übermittelt werden, wenn die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage des Anhängefahrzeugs nicht mehr erreicht werden kann.

Bei einer Störung in der Energieversorgung, die über den Steckverbinder nach ISO 7638:2003 erfolgt, ist die Anzeige durch das gelbe Warnsignal über den Stift 5 des elektrischen Steckverbinder, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht, ausreichend unter der Bedingung, dass die volle Bremskraft noch verfügbar ist.

5. Zusätzliche Anforderungen

5.1. Zugmaschinen

- 5.1.1. Auslösen eines Bremssignals zum Einschalten der Bremsleuchten

- 5.1.1.1. Die Betätigung der Betriebsbremsanlage durch den Fahrzeugführer muss ein Signal auslösen, das die Bremsleuchten aufleuchten lässt.
- 5.1.1.2. Anforderungen für Fahrzeuge, bei denen der Beginn der Bremsung durch die Betriebsbremsanlage mit einem elektronischen Signal gesteuert wird und die mit einer Dauerbremsanlage ausgerüstet sind:

Verzögerung durch die Dauerbremsanlage	
$\leq 1,3 \text{ m/sec}^2$	$> 1,3 \text{ m/sec}^2$
Kann das Signal auslösen.	Muss das Signal auslösen.

- 5.1.1.3. Weicht die Spezifikation der Bremsanlage, mit der das Fahrzeug ausgestattet ist, von der Definition in Nummer 5.1.1.2 ab, kann durch das Inbetriebsetzen der Dauerbremsanlage das Signal unabhängig von der erzielten Verzögerung ausgelöst werden.
- 5.1.1.4. Das Signal darf nicht ausgelöst werden, wenn die Verzögerung allein durch die normale Bremswirkung des Motors erzeugt wird.
- 5.1.1.5. Die Betätigung der Betriebsbremsanlage durch „automatisch gesteuerte Bremsung“ muss das vorstehend genannte Signal auslösen. Ist jedoch die erzeugte Verzögerung kleiner als $0,7 \text{ m/s}^2$, dann darf das Signal unterdrückt werden.

Bei der Typgenehmigung ist die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen durch den Fahrzeugherrsteller zu bestätigen.

- 5.1.1.6. Die Betätigung eines Teils der Betriebsbremsanlage durch „selektive Bremsung“ darf das vorstehend genannte Signal nicht auslösen.

Während einer „selektiven Bremsung“ kann sie zur „automatisch gesteuerten Bremsung“ wechseln.

- 5.1.1.7. Bei Fahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung muss das Signal von der Zugmaschine ausgelöst werden, wenn diese vom Anhängefahrzeug über die elektrische Steuerleitung die Nachricht „Bremsleuchten einschalten“ erhält.

5.2. Anhängefahrzeuge

- 5.2.1. Wann immer die über den Steckverbinder des Typs ISO 7638:2003 übertragene elektrische Energie für Funktionen nach Nummer 2.1 verwendet wird, muss die Bremsanlage Vorrang haben und gegen Überlaststrom aus einem anderen System geschützt sein. Dieser Schutz muss eine Funktion der Bremsanlage sein.
- 5.2.2. Bei einer Störung in einer der Steuerleitungen, mit denen zwei nach den Vorschriften in Anhang I Nummer 2.1.4.1.2 ausgerüstete Fahrzeuge miteinander verbunden sind, muss für das Anhängefahrzeug die nicht von der Störung betroffene Steuerleitung genutzt werden, um automatisch die für das Anhängefahrzeug in Anhang II Nummer 3.2.1 vorgeschriebene Bremswirkung zu erreichen.

5.2.3. Fällt die Versorgungsspannung für das Anhängefahrzeug unter einen vom Hersteller angegebenen Wert ab, bei dem die vorgeschriebene Bremswirkung der Betriebsbremsanlage nicht mehr gewährleistet werden kann, muss das eigene gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2 über den Stift 5 des Steckverbinder des Typs ISO 7638:2003 ausgelöst werden. Außerdem muss von Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung, wenn sie mit einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden sind, die Störmeldung zur Auslösung des Warnsignals nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2.1 über das Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung übermittelt werden.

5.2.4. Sinkt in einem beliebigen Teil der Betriebsbremsanlage eines Anhängefahrzeugs mit einer elektrischen Steuerleitung, der mit einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden ist, die gespeicherte Energie auf den nach den Vorschriften in Nummer 5.2.4.1 bestimmten Wert ab, dann muss der Fahrzeugführer der Zugmaschine gewarnt werden. Dies muss durch Auslösen des roten Signals nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2.1 geschehen, und die Störmeldung muss vom Anhängefahrzeug über das Datenübertragungsteil der elektrischen Steuerleitung übermittelt werden. Das eigene gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.2 muss ebenfalls über den Stift 5 des elektrischen Steckverbinder, der der Norm ISO 7638:2003 entspricht, ausgelöst werden, um dem Fahrzeugführer anzuzeigen, dass der niedrige Energiewert am Anhängefahrzeug festgestellt worden ist.

5.2.4.1. Der in Nummer 5.2.4 genannte niedrige Energiewert ist der Wert, bei dem es ohne Wiederaufladen des Energiespeichers und ungeachtet des Beladungszustands des Anhängefahrzeugs nicht möglich ist, die Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse nach viermaliger vollständiger Betätigung ein fünftes Mal zu betätigen und mindestens 50 % der vorgeschriebenen Bremswirkung der Betriebsbremsanlage des betreffenden Anhängefahrzeugs zu erreichen.

5.2.5. Betätigung der Betriebsbremsanlage

5.2.5.1. Bei Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung muss die Nachricht „Bremsleuchten einschalten“ vom Anhängefahrzeug über die elektrische Steuerleitung übertragen werden, wenn die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs während einer „automatisch gesteuerten Bremsung“ betätigt wird, die durch die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs eingeleitet wird. Ist jedoch die erzeugte Verzögerung kleiner als $0,7 \text{ m/s}^2$, dann darf das Signal unterdrückt werden.

Bei der Typgenehmigung ist die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen durch den Fahrzeughersteller zu bestätigen.

5.2.5.2. Bei Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung darf die Nachricht „Bremsleuchten einschalten“ vom Anhängefahrzeug während einer „selektiven Bremsung“, die durch das Bremssystem des Anhängefahrzeugs eingeleitet wird, über die elektrische Steuerleitung nicht übertragen werden.

Während einer selektiven Bremsung kann sie zur automatisch gesteuerten Bremsung wechseln.

6. Unterdrückung der automatischen Bremsung

Bei Anhängefahrzeugen mit einer elektrischen Steuerleitung, die mit einer Zugmaschine mit einer elektrischen Steuerleitung elektrisch verbunden sind, braucht der selbsttätige Bremsvorgang nach Anhang I Nummer 2.2.1.17.2.2 so lange nicht zu erfolgen, wie der Druck in den Druckluftbehältern des Anhängefahrzeugs zur Erreichung der Bremswirkung nach Anhang II Nummer 3.2.3 ausreicht.

Anlage 1

Kompatibilitätsbedingungen zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen hinsichtlich der Datenübertragung nach ISO 11992

1. Allgemeines
 - 1.1. Die Anforderungen dieser Anlage gelten nur für Zugmaschinen und Anhängefahrzeuge, die mit einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet sind.
 - 1.2. Über den Steckverbinder nach ISO 7638 wird die Bremsanlage oder die ABV-Bremsanlage des Anhängefahrzeugs mit Strom versorgt. Bei Fahrzeugen mit elektrischer Steuerleitung stellt dieser Steckverbinder auch eine Schnittstelle für die Datenübertragung über die Stifte 6 und 7 dar (siehe Nummer 2.1 dieses Anhangs).
 - 1.3. In dieser Anlage werden die Anforderungen an die Zugmaschine und das Anhängefahrzeug im Hinblick auf die Unterstützung von Nachrichten gemäß der Definition in ISO 11992-2:2003 einschließlich der Änderung Amd. 1:2007 festgelegt.
2. Die in ISO 11992-2:2003 einschließlich Amd. 1:2007 definierten Parameter, die von der elektrischen Steuerleitung übertragen werden, müssen folgendermaßen unterstützt werden:
 - 2.1. Die folgenden, in dieser Verordnung aufgeführten Funktionen und entsprechenden Nachrichten müssen von der Zugmaschine bzw. dem Anhängefahrzeug unterstützt werden:
 - 2.1.1. Nachrichten, die von der Zugmaschine zum Anhängefahrzeug übertragen werden:

Funktion / Parameter	ISO 11992-2:2003 Nummer	Fundstelle in dieser Verordnung
Belastungswerte der Betriebs/Hilfsbremse	EBS11 Byte 3-4	Anhang II Nummer 3.1.3.2
Belastungswerte der Bremse bei zwei Stromkreisen	EBS12 Byte 3 Bit 1-2	Anhang XII Nummer 3.1
Druckluft-Steuerleitung	EBS12 Byte 3 Bit 5-6	Anhang XII Nummer 3.1

- 2.1.2. Nachrichten, die vom Anhängefahrzeug an die Zugmaschine übertragen werden:

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>	<i>Fundstelle in dieser Verordnung</i>
Stromversorgung durch das Fahrzeug ausreichend/nicht ausreichend	EBS22 Bit 1-2	Byte 2	Anhang XII Nummer 5.2.3
Anforderung des Warnsignals	EBS22 Bit 3-4	Byte 2	Anhang XII Nummern 4.2.3, 5.2.4 und 5.2.3
Bremsanforderung in der Vorratsleitung	EBS22 Bit 3-4	Byte 4	Anhang XII Nummer 4.2.2
Bremslichtanforderung	EBS22 Bit 5-6	Byte 4	Anhang XII Nummer 5.2.5.1
Druckluftversorgung durch das Fahrzeug ausreichend/nicht ausreichend	EBS23 Bit 7-8	Byte 1	Anhang XII Nummer 5.2.4

- 2.2. Wenn das Anhängefahrzeug die nachstehende Nachricht überträgt, muss dem Fahrzeugführer in der Zugmaschine ein Warnsignal gegeben werden:

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>	<i>Warnsignal an den Fahrer erforderlich</i>
Anforderung des Warnsignals	EBS22 Bit 3-4	Byte 2	Anhang I Nummer 2.2.1.29.2.1

- 2.3. Die nachstehenden Nachrichten, die in der Norm ISO 11992-2:2003 einschließlich Amd. 1:2007 definiert sind, müssen von der Zugmaschine bzw. dem Anhängefahrzeug unterstützt werden:

- 2.3.1. Nachrichten, die von der Zugmaschine zum Anhängefahrzeug übertragen werden:

Derzeit sind keine Nachrichten definiert.

- 2.3.2. Nachrichten, die vom Anhängefahrzeug an die Zugmaschine übertragen werden:

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO 11992-2:2003 Nummer</i>
Betriebsbremse des Fahrzeugs aktiv/passiv	EBS22 Byte 1, Bit 5-6
Bremsen über elektrische Steuerleitung unterstützt	EBS22 Byte 4, Bit 7-8
Index der geometrischen Daten	EBS24 Byte 1
Inhalt des Index der geometrischen Daten	EBS24 Byte 2

2.4. Die nachstehenden Nachrichten müssen von der Zugmaschine bzw. dem Anhängefahrzeug unterstützt werden, wenn das Fahrzeug über eine Funktion für den entsprechenden Parameter verfügt.

2.4.1. Nachrichten, die von der Zugmaschine zum Anhängefahrzeug übertragen werden:

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>
Fahrzeugtyp	EBS11 Byte 2, Bit 3-4	
Fahrzeughodynamikregelung aktiv/passiv	EBS11 Byte 2, Bit 5-6	
Belastungswert der Bremse für Vorderseite oder linke Seite des Fahrzeugs	EBS11 Byte 7	
Belastungswert der Bremse für Heck oder rechte Seite des Fahrzeugs	EBS11 Byte 8	
Überschlagschutzsystem – aktiviert/deaktiviert	EBS12 Byte 1, Bit 3-4	
Gierregelsystem – aktiviert/deaktiviert	EBS12 Byte 1, Bit 5-6	
Überschlagschutzsystem des Anhängefahrzeugs aktivieren/deaktivieren	EBS12 Byte 2, Bit 1-2	
Gierregelsystem des Anhängefahrzeugs aktivieren/deaktivieren	EBS12 Byte 2, Bit 3-4	
Anforderung von Traktionsunterstützung	RGE11 Byte 1, Bit 7-8	
Anheben von Achse 1 - Positionsanforderung	RGE11 Byte 2, Bit 1-2	
Anheben von Achse 2 - Positionsanforderung	RGE11 Byte 2, Bit 3-4	
Anforderung Sperrung der gelenkten Achse	RGE11 Byte 2, Bit 5-6	
Sekunden	TD11 Byte 1	
Minuten	TD11 Byte 2	
Stunden	TD11 Byte 3	
Monate	TD11 Byte 4	
Tag	TD11 Byte 5	
Jahr	TD11 Byte 6	
Lokaler Minuten-Offset-Wert	TD11 Byte 7	
Lokaler Stunden-Offset-Wert	TD11 Byte 8	

2.4.2. Nachrichten, die vom Anhängefahrzeug an die Zugmaschine übertragen werden:

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>
Unterstützung der Bremskraftverteilung auf einer Achse oder einer Fahrzeugseite	EBS21 Byte 2, Bit 3-4	

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>
Fahrzeuggeschwindigkeit anhand des jeweiligen Rades	EBS21 Byte 3-4	
Querbeschleunigung	EBS21 Byte 8	
ABV des Fahrzeugs aktiv/passiv	EBS22 Byte 1, Bit 1-2	
Anforderung des gelben Warnsignals	EBS22 Byte 2, Bit 5-6	
Fahrzeugtyp	EBS22 Byte 3, Bit 5-6	
Hilfe zur Annäherung an die Laderampe	EBS22 Byte 4, Bit 1-2	
Summe der Achslasten	EBS22 Byte 5-6	
Reifendruck ausreichend/nicht ausreichend	EBS23 Byte 1, Bit 1-2	
Bremsbeläge ausreichend/nicht ausreichend	EBS23 Byte 1, Bit 3-4	
Temperatur der Bremsen	EBS23 Byte 1, Bit 5-6	
Reifen/Rad Kennzeichnung (Druck)	EBS23 Byte 2	
Reifen/Rad Kennzeichnung (Belag)	EBS23 Byte 3	
Reifen/Rad Kennzeichnung (Temperatur)	EBS23 Byte 4	
Reifendruck (tatsächlicher Reifendruck)	EBS23 Byte 5	
Bremsbeläge	EBS23 Byte 6	
Bremstemperatur	EBS23 Byte 7	
Bremszylinderdruck erste Achse, linkes Rad	EBS25 Byte 1	
Bremszylinderdruck erste Achse, rechtes Rad	EBS25 Byte 2	
Bremszylinderdruck zweite Achse, linkes Rad	EBS25 Byte 3	
Bremszylinderdruck zweite Achse, rechtes Rad	EBS25 Byte 4	
Bremszylinderdruck dritte Achse, linkes Rad	EBS25 Byte 5	
Bremszylinderdruck dritte Achse, rechtes Rad	EBS25 Byte 6	
Überschlagschutzsystem – aktiviert/deaktiviert	EBS25 Byte 7, Bit 1-2	
Gierregelsystem – aktiviert/deaktiviert	EBS25 Byte 7, Bit 3-4	
Traktionsunterstützung	RGE21 Byte 1, Bit 5-6	
Position Achse 1 angehoben	RGE21 Byte 2, Bit 1-2	
Position Achse 2 angehoben	RGE21 Byte 2, Bit 3-4	
Sperrung der gelenkten Achse	RGE21 Byte 2, Bit 5-6	
Reifen/Rad Kennzeichnung	RGE23 Byte 1	
Reifentemperatur	RGE23 Byte 2-3	
Erkennung von Luftaustritt (Reifen)	RGE23 Byte 4-5	

<i>Funktion / Parameter</i>	<i>ISO Nummer</i>	<i>11992-2:2003</i>
Reifendruck-Schwellenwerterkennung	RGE23 Byte 6, Bit 1-3	

- 2.5. Die Unterstützung aller anderen Nachrichten, die in der Norm ISO 11992-2:2003 einschließlich Amd. 1:2007 definiert sind, ist für die Zugmaschine und das Anhängefahrzeug wahlfrei.

Anlage 2

Prüfverfahren zur Bewertung der funktionellen Kompatibilität von Fahrzeugen mit elektrischen Steuerleitungen

1. Allgemeines

- 1.1. In dieser Anlage ist ein Verfahren festgelegt, das vom technischen Dienst angewendet werden kann, um Zugmaschinen und Anhängefahrzeuge, die mit einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet sind, auf die Einhaltung der in Anhang XII Nummer 2.2 genannten Vorschriften über die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit zu überprüfen.
- 1.2. Die Bezugnahmen auf ISO 7638 in dieser Anlage stehen für ISO 7638-1:2003 bei 24-V-Systemen und für ISO 7638-2:2003 bei 12-V-Systemen.

2. Zugmaschinen

2.1. Anhängersimulator nach ISO 11992

Der Simulator muss:

- 2.1.1. einen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 (sieben Stifte) für den Anschluss an das zu prüfende Fahrzeug haben; die Stifte 6 und 7 des Steckverbinder sind für die Übertragung und den Empfang von Nachrichten nach der Norm ISO 11992:2003 sowie ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 zu verwenden;
- 2.1.2. alle von dem zu genehmigenden Kraftfahrzeug übertragenen Nachrichten empfangen und alle in der Norm ISO 11992-2:2003 und der Änderung Amd.1:2007 definierten Nachrichten vom Anhängefahrzeug übertragen können;
- 2.1.3. ein direktes oder indirektes Auslesen von Nachrichten ermöglichen, wobei die Parameter im Datenfeld zeitlich in der richtigen Reihenfolge angezeigt sein müssen und
- 2.1.4. eine Einrichtung zur Messung der Ansprech- und Schwelldauer am Kupplungskopf nach den Vorschriften in Anhang III Nummer 2.6 enthalten.

2.2. Prüfverfahren

- 2.2.1. Es ist zu bestätigen, dass im Informationsdokument des Herstellers/-Lieferanten die Einhaltung der Vorschriften der Norm ISO 11992 in Bezug auf die Bitübertragungsschicht, die Datenverbindungsschicht und die Anwendungsschicht nachgewiesen ist.
- 2.2.2. Es ist Folgendes nachzuprüfen, während der Simulator mit dem Kraftfahrzeug über die Schnittstelle nach ISO 7638 verbunden ist und alle schnittstellenbezogenen Nachrichten von dem Anhängefahrzeug übertragen werden.
 - 2.2.2.1. Signalübertragung über die Steuerleitung:

- 2.2.2.1.1. Die in der Norm ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 (EBS 12, Byte 3) definierten Parameter sind auf ihre Übereinstimmung mit den technischen Daten des Fahrzeugs wie folgt zu überprüfen:

	<i>EBS 12 Byte 3</i>	
<i>Signalübertragung über die Steuerleitung:</i>	<i>Bits 1 - 2</i>	<i>Bits 5 - 6</i>
Bremsanforderung der Betriebsbremse von einem elektrischen Bremskreis	00 _b	
Bremsanforderung der Betriebsbremse von zwei elektrischen Bremskreisen	01 _b	
das Fahrzeug ist nicht mit einer Druckluftsteuerleitung ausgerüstet ¹		00 _b
das Fahrzeug ist mit einer Druckluftsteuerleitung ausgerüstet		01 _b

- 2.2.2.2. Bremsanforderungen von der Betriebs-/Hilfsbremse:

- 2.2.2.2.1. Die in der Norm ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 (EBS 11) definierten Parameter sind wie folgt zu überprüfen:

<i>Prüfbedingung</i>	<i>Byte</i>	<i>Signalwert der elektrischen Steuerleitung</i>
Betriebsbremspedal und Betätigungsseinrichtung der Hilfsbremse gelöst	3 - 4	0
Betriebsbremspedal vollständig betätigt	3 - 4	33280 _d bis 43520 _d (650 bis 850 kPa)
Hilfsbremse vollständig betätigt ²	3 - 4	33280 _d bis 43520 _d (650 bis 850 kPa)

- 2.2.2.3. Fehlerwarnung:

- 2.2.2.3.1. In der Datenübertragungsleitung zu Stift 6 des Steckverbinder nach ISO 7638 ist eine Dauerstörung zu simulieren, und es ist zu überprüfen, ob das gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.2 aufleuchtet.

- 2.2.2.3.2. In der Datenübertragungsleitung zu Stift 7 des Steckverbinder nach ISO 7638 ist eine Dauerstörung zu simulieren, und es ist zu überprüfen, ob das gelbe Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.2 aufleuchtet.

¹ Nach Anhang I Nummer 2.1.4.1.3 ist dies nicht zulässig.

² Optional an Zugmaschinen mit elektrischen und Druckluft-Steuerleitungen, wenn die Druckluft-Steuerleitung den einschlägigen Vorschriften für Hilfsbremsanlagen entspricht.

2.2.2.3.3. Es ist die Nachricht EBS 22 (Byte 2 mit Bits 3 - 4), eingestellt auf 01_b zu simulieren und zu überprüfen, ob die Warneinrichtung nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 eingeschaltet ist.

2.2.2.4. Anforderungen an die Versorgungsleitung der Bremse

Für Kraftfahrzeuge, die zusammen mit einem Anhängefahrzeug nur über eine elektrische Steuerleitung betrieben werden können:

Nur die elektrische Steuerleitung ist anzuschließen.

Die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit den Bits 3 - 4, eingestellt auf 01_b) ist zu simulieren und zu prüfen, ob bei voll betätigter Betriebs-, Hilfs- oder Feststellbremse der Druck in der Versorgungsleitung innerhalb der folgenden zwei Sekunden auf 150 kPa absinkt.

Ein dauerndes Fehlen der Datenübertragung ist zu simulieren und zu prüfen, ob bei voll betätigter Betriebs-, Hilfs- oder Feststellbremse der Druck in der Versorgungsleitung innerhalb der folgenden zwei Sekunden auf 150 kPa absinkt.

2.2.2.5. Ansprech- und Schwelldauer:

2.2.2.5.1. Es ist zu überprüfen, ob die in Anhang III Nummer 2.6 für die Ansprech- und Schwelldauer vorgeschriebenen Werte bei den Steuerleitungen eingehalten sind, wenn keine Störung vorliegt.

2.2.2.6. Einschalten der Bremsleuchten

Es ist die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 5 - 6, eingestellt auf 00) zu simulieren und zu überprüfen, dass die Bremsleuchten nicht eingeschaltet sind.

Es ist die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 5 - 6, eingestellt auf 01) zu simulieren und zu überprüfen, dass die Bremsleuchten eingeschaltet sind.

2.2.3. Zusätzliche Überprüfungen

2.2.3.1. Der technische Dienst kann nach eigenem Ermessen die unter den Nummern 2.2.1 und 2.2.2 beschriebenen Prüfverfahren bei den schnittstellenbezogenen Funktionen, die keine Bremsfunktionen sind, in verschiedenen Zuständen oder in abgeschaltetem Zustand wiederholen.

2.2.3.2. In Anlage 1 Nummer 2.4.1 sind zusätzliche Nachrichten definiert, die unter bestimmten Bedingungen von der Zugmaschine unterstützt werden müssen. Es können zusätzliche Prüfungen durchgeführt werden, um den Status unterstützter Nachrichten zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Vorschriften der Nummer 2.3 eingehalten sind.

3. Anhängefahrzeuge

3.1. Zugfahrzeugsimulator nach ISO 11992

Der Simulator muss:

- 3.1.1. einen Steckverbinder nach ISO 7638:2003 (sieben Stifte) für den Anschluss an das zu prüfende Fahrzeug haben; die Stifte 6 und 7 des Steckverbinder sind für die Übertragung und den Empfang von Nachrichten nach der Norm ISO 11992:2003 sowie ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 zu verwenden;
- 3.1.2. eine Fehlerwarnanzeige und ein Stromversorgungsgerät für das Anhängefahrzeug haben;
- 3.1.3. alle von dem zu genehmigenden Anhängefahrzeug übertragenen Nachrichten empfangen und alle in der Norm ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 definierten Nachrichten von dem Kraftfahrzeug übertragen können.
- 3.1.4. ein direktes oder indirektes Auslesen von Nachrichten ermöglichen, wobei die Parameter im Datenfeld zeitlich in der richtigen Reihenfolge angezeigt sein müssen und
- 3.1.5. eine Einrichtung zur Messung der Ansprech- und Schwelldauer des Bremssystems nach den Vorschriften in Anhang III Nummer 4.5.2 enthalten.

3.2. Prüfverfahren

- 3.2.1. Es ist zu bestätigen, dass im Informationsdokument des Herstellers/-Lieferanten die Einhaltung der Vorschriften der Norm ISO 11992:2003 sowie ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 in Bezug auf die Bitübertragungsschicht, die Datenverbindungsschicht und die Anwendungsschicht nachgewiesen ist.
- 3.2.2. Es ist Folgendes nachzuprüfen, während der Simulator mit dem Anhängefahrzeug über die Schnittstelle nach ISO 7638 verbunden ist und alle schnittstellenbezogenen Nachrichten von der Zugmaschine übertragen werden.

3.2.2.1. Funktionsfähigkeit der Betriebsbremsanlage:

- 3.2.2.1.1. Das Ansprechverhalten des Anhängefahrzeugs in Bezug auf die in der Norm ISO 11992-2:2003 und der Änderung Amd.1:2007 (EBS 11) definierten Parameter ist wie folgt zu überprüfen:

Zu Beginn jeder Prüfung muss der Druck in der Versorgungsleitung ≥ 700 kPa betragen und das Fahrzeug beladen sein (der Beladungszustand kann bei dieser Prüfung simuliert werden).

3.2.2.1.1.1. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluft- und elektrischen Steuerleitungen:

- müssen beide Steuerleitungen angeschlossen sein;
- müssen beide Steuerleitungen gleichzeitig Signale übertragen;
- muss der Simulator die Nachricht EBS 12 (Byte 3, Bits 5 - 6), eingestellt auf 01_b übertragen, um dem Anhängefahrzeug anzuzeigen, dass eine Druckluft-Steuerleitung anzuschließen ist.

Zu überprüfende Parameter:

<i>Vom Simulator übertragene Nachricht</i>		<i>Druck in den Bremszylindern</i>
Byte	Digitaler Belastungswert	
3 - 4	0	0 kPa
3 - 4	33280 _d (650 kPa)	Entsprechend der Bremsberechnung des Fahrzeugherstellers

- 3.2.2.1.1.2. Bei Anhängefahrzeugen mit Druckluft- und elektrischen Steuerleitungen oder nur mit einer elektrischen Steuerleitung:

Nur die elektrische Steuerleitung ist anzuschließen.

Der Simulator muss folgende Nachrichten übertragen:

EBS 12 (Byte 3, Bits 5 - 6, eingestellt auf 00_b), um dem Anhängefahrzeug anzuzeigen, dass keine Druckluft-Steuerleitung vorhanden ist, und EBS 12 (Byte 3, Bits 1 - 2, eingestellt auf 01_b), um dem Anhängefahrzeug anzuzeigen, dass das Signal der elektrischen Steuerleitung von zwei elektrischen Bremskreisen erzeugt wird.

Zu überprüfende Parameter:

<i>Vom Simulator übertragene Nachricht</i>		<i>Druck in den Bremszylindern</i>
Byte	Digitaler Belastungswert	
3 - 4	0	0 kPa
3 - 4	33280 _d (650 kPa)	Entsprechend der Bremsberechnung des Fahrzeugherstellers

- 3.2.2.1.2. Bei Anhängefahrzeugen, die nur mit einer elektrischen Steuerleitung ausgerüstet sind, ist die Reaktion auf die in der Norm ISO 11992-2:2003 und ihrer Änderung Amd.1:2007 (EBS 12) definierten Nachrichten wie folgt zu überprüfen:

Zu Beginn jeder Prüfung muss der Druck in der Druckluftversorgungsleitung ≥ 700 kPa betragen.

Die elektrische Steuerleitung ist an den Simulator anzuschließen.

Der Simulator muss folgende Nachrichten übertragen:

EBS 12 (Byte 3, Bits 5 - 6), eingestellt auf 01_b, um dem Anhängefahrzeug anzuzeigen, dass eine Druckluft-Steuerleitung vorhanden ist.

EBS 11 (Byte 3 - 4) muss auf 0 eingestellt sein (keine Bremsanforderung der Betriebsbremse).

Die Reaktion auf folgende Nachrichten ist zu überprüfen:

<i>EBS 12, Byte 3, Bit 1-2</i>	<i>Druck in den Bremszylindern oder Reaktion des Anhängefahrzeugs</i>
01 _b	0 kPa (Betriebsbremse gelöst)
00 _b	Das Anhängefahrzeug wird selbsttätig gebremst, um anzudeuten, dass die Kombination nicht kompatibel ist. Außerdem muss ein Signal über Stift 5 des Steckverbinders nach ISO 7638:2003 übertragen werden (gelbes Warnsignal).

- 3.2.2.1.3. Bei Anhängefahrzeugen, die nur über eine elektrische Steuerleitung verbunden sind, ist die Reaktion des Anhängefahrzeugs bei einer Störung in der elektrischen Übertragungseinrichtung des Anhängefahrzeugs, die ein Absinken der Bremswirkung auf mindestens 30 % des vorgeschriebenen Werts zur Folge hat, wie folgt zu prüfen:

Zu Beginn jeder Prüfung muss der Druck in der Druckluftversorgungsleitung ≥ 700 kPa betragen.

Die elektrische Steuerleitung ist an den Simulator anzuschließen.

EBS 12 (Byte 3, Bits 5 - 6, eingestellt auf 00_b), um dem Anhängefahrzeug anzudeuten, dass keine Druckluft-Steuerleitung vorhanden ist.

EBS 12 (Byte 3, Bits 1 - 2, eingestellt auf 01_b), um dem Anhängefahrzeug anzudeuten, dass das Signal in der elektrischen Steuerung von zwei unabhängigen Kreisen erzeugt wird.

Folgendes ist zu prüfen:

<i>Pruifbedingung</i>	<i>Reaktion des Bremssystems</i>
Keine Störung in der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs vorhanden	Es ist zu prüfen, ob die Bremsanlage mit dem Simulator zusammenarbeitet und ob EBS 22, Byte 4, Bits 3 – 4 auf 00 _b eingestellt ist.
Es ist eine Störung in der elektrischen Übertragungseinrichtung der Anhängefahrzeug-Bremsanlage einzuleiten, die mindestens 30 % der vorgeschriebenen Bremswirkung des ursprünglichen Zustands verhindert.	Es ist zu prüfen, ob EBS 22, Byte 4, Bits 3 – 4 auf 01 _b eingestellt ist oder die Datenübertragung zum Simulator beendet worden ist.

- 3.2.2. Fehlerwarnung

3.2.2.2.1. Es ist zu überprüfen, ob die entsprechende Warnnachricht oder das entsprechende Warnsignal unter folgenden Bedingungen übertragen wird:

3.2.2.2.1.1. Verhindert eine Dauerstörung in der elektrischen Steuer-Übertragungseinrichtung der Anhängefahrzeug-Bremsanlage, dass die Wirkung der Betriebsbremse erreicht wird, ist eine solche Störung zu simulieren und zu prüfen, ob die vom Anhängefahrzeug übertragene Nachricht EBS 22 (Byte 2, Bits 3 - 4) auf 01_b eingestellt ist. Außerdem muss ein Signal über Stift 5 des Steckverbinders nach ISO 7638 übertragen werden (gelbes Warnsignal).

3.2.2.2.1.2. Die Spannung an den Stiften 1 und 2 des Steckverbinders nach ISO 7638 ist unter den vom Hersteller angegebenen Wert abzusenken, wodurch verhindert wird, dass die vorgeschriebene Betriebsbremswirkung erreicht wird, und es ist zu überprüfen, ob die vom Anhängefahrzeug übertragene Nachricht EBS 22 (Byte 2, Bits 3 - 4) auf 01_b eingestellt ist. Außerdem muss ein Signal über Stift 5 des Steckverbinders nach ISO 7638 übertragen werden (gelbes Warnsignal).

3.2.2.2.1.3. Die Einhaltung der Vorschriften in Nummer 5.2.4 dieses Anhangs ist zu überprüfen, indem die Druckluft-Versorgungsleitung isoliert wird. Der Druck in dem Druckluft-Speichersystem des Anhängefahrzeugs wird auf den vom Hersteller angegebenen Wert reduziert. Es ist zu überprüfen, ob die vom Anhängefahrzeug übertragene Nachricht EBS 22 (Byte 2, Bits 3 - 4) auf 01_b und die Nachricht EBS 23 (Byte 1, Bits 7 - 8) auf 00 eingestellt ist. Außerdem muss ein Signal über Stift 5 des Steckverbinders nach ISO 7638 übertragen werden (gelbes Warnsignal).

3.2.2.2.1.4. Wenn dem elektrischen Teil der Bremsanlage zum ersten Mal Spannung zugeführt wird, ist zu überprüfen, ob die vom Anhängefahrzeug übertragene Nachricht EBS 22 (Byte 2, Bits 3 - 4) auf 01_b eingestellt ist. Nachdem die Bremsanlage festgestellt hat, dass keine Defekte vorliegen, die durch das Warnsignal angezeigt werden müssen, muss die vorstehend genannte Nachricht auf 00_b eingestellt werden.

3.2.2.3. Überprüfung der Ansprech- und Schwelldauer

3.2.2.3.1. Es ist zu überprüfen, ob die in Anhang III Nummer 4.5.2 für die Ansprech- und Schwelldauer der Bremsanlage vorgeschriebenen Werte eingehalten sind, wenn keine Störung vorliegt.

3.2.2.4. Automatisch gesteuerte Bremsung

Wenn das Anhängefahrzeug über eine Funktion verfügt, die eine automatisch gesteuerte Bremsung bewirkt, ist Folgendes zu überprüfen:

Wenn keine automatisch gesteuerte Bremsung bewirkt wird, ist zu überprüfen, dass die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 5 - 6) auf 00 eingestellt ist.

Es ist eine automatisch gesteuerte Bremsung zu simulieren, wenn die resultierende Verzögerung $\geq 0,7 \text{ m/sec}^2$ beträgt, und es ist zu überprüfen, dass die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 5 - 6) auf 01 eingestellt ist.

3.2.2.5. Fahrzeugstabilisierungsfunktion

Wenn ein Anhängefahrzeug über eine Fahrzeugstabilisierungsfunktion verfügt, ist Folgendes zu überprüfen:

Wenn die Fahrzeugstabilisierungsfunktion inaktiv ist, ist zu überprüfen, dass die Nachricht EBS 21 (Byte 2 mit Bits 1 - 2) auf 00 eingestellt ist.

3.2.2.6. Unterstützung der elektrischen Steuerleitung

Wenn die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs die Bremsung über die elektrische Steuerleitung nicht unterstützt, ist zu überprüfen, dass die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 7 - 8) auf 00 eingestellt ist.

Wenn die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs die elektrische Steuerleitung unterstützt, ist zu überprüfen, dass die Nachricht EBS 22 (Byte 4 mit Bits 7 - 8) auf 01 eingestellt ist.

3.2.3. Zusatzprüfungen

3.2.3.1. Der technische Dienst kann nach eigenem Ermessen die unter den Nummern 3.2.1 und 3.2.2 beschriebenen Prüfverfahren bei den schnittstellenbezogenen Nachrichten, die sich nicht auf Bremsfunktionen beziehen, in verschiedenen Zuständen oder in abgeschaltetem Zustand wiederholen.

Werden Wiederholungsmessungen der Ansprech- und Schwelldauer des Bremssystems durchgeführt, dann kann es bei den aufgezeichneten Werten auf Grund der Reaktion der Fahrzeugreifen zu Schwankungen kommen. In allen Fällen muss die vorgeschriebene Ansprech- und Schwelldauer eingehalten sein.

3.2.3.2. In Anlage 1 Nummer 2.4.2 sind zusätzliche Nachrichten definiert, die unter bestimmten Bedingungen vom Anhängefahrzeug unterstützt werden müssen. Es können zusätzliche Prüfungen durchgeführt werden, um den Status unterstützter Nachrichten zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Vorschriften der Nummer 2.3 dieses Anhangs eingehalten sind.

ANHANG XIII

Anforderungen für Einleitungs-Hydraulikanschlüsse und damit ausgerüstete Fahrzeuge

1. Allgemeines

- 1.1. Zusätzlich zu mindestens einer Verbindungsart nach Anhang I Nummer 2.1.4 oder nach den Nummern 2.1.5.1.1 bis 2.1.5.1.3 desselben Anhangs darf ein Einleitungs-Hydraulikanschluss in der Zugmaschine eingebaut werden.
- 1.2. Einleitungs-Hydraulikanschlüsse müssen so gebaut sein, dass gewährleistet ist, dass die unter die Vorschriften der Anhänge I bis XII fallenden Bremsanlagen durch den Betrieb dieser Ausrüstung oder durch eine etwaige Störung derselben nicht beeinträchtigt werden.
- 1.3. Die Betriebsbremsanlage der Zugmaschine ist mit einer Einrichtung auszurüsten, die so gebaut sein muss, dass es weiterhin möglich ist, die Zugmaschine mit der für die Hilfsbremsanlage in dieser Verordnung vorgeschriebenen Wirkung zu bremsen, falls die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs versagt oder die Steuerleitung zwischen der Zugmaschine und dem Anhängefahrzeug reißt oder bricht.

2. Einleitungs-Hydraulikanschlüsse zwischen Zugmaschinen und Anhängefahrzeugen, die mit hydraulischen Bremsanlagen ausgerüstet sind, müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- 2.1. Verbindungsart: Hydraulische Steuerleitung mit dem männlichen Anschluss an der Zugmaschine und dem weiblichen Anschluss am Anhängefahrzeug. Die Anschlüsse müssen der Norm ISO 5676:1983 entsprechen.
- 2.2. Bei laufendem Motor und voll betätigter Betätigungsseinrichtung der Betriebsbremse der Zugmaschine muss in der Steuerleitung ein Druck zwischen 10 000 kPa und 15 000 kPa erzeugt werden.
- 2.3. Bei laufendem Motor muss, wenn keine der Bremsbetätigungsseinrichtungen der Zugmaschine betätigt wird (Fahr- oder Bereitschaftsstellung), der Druck am Anschlusskopf der Steuerleitung den Wert 0^{+200} kPa haben.
- 2.4. Die Anforderungen von Anhang III für die Ansprech- und Schwelldauer gelten nicht für diese Verbindungsart.
- 2.5. Die Anforderungen in Bezug auf die Kompatibilität nach Anhang II Anlage 1 gelten nicht für diese Verbindungsart.

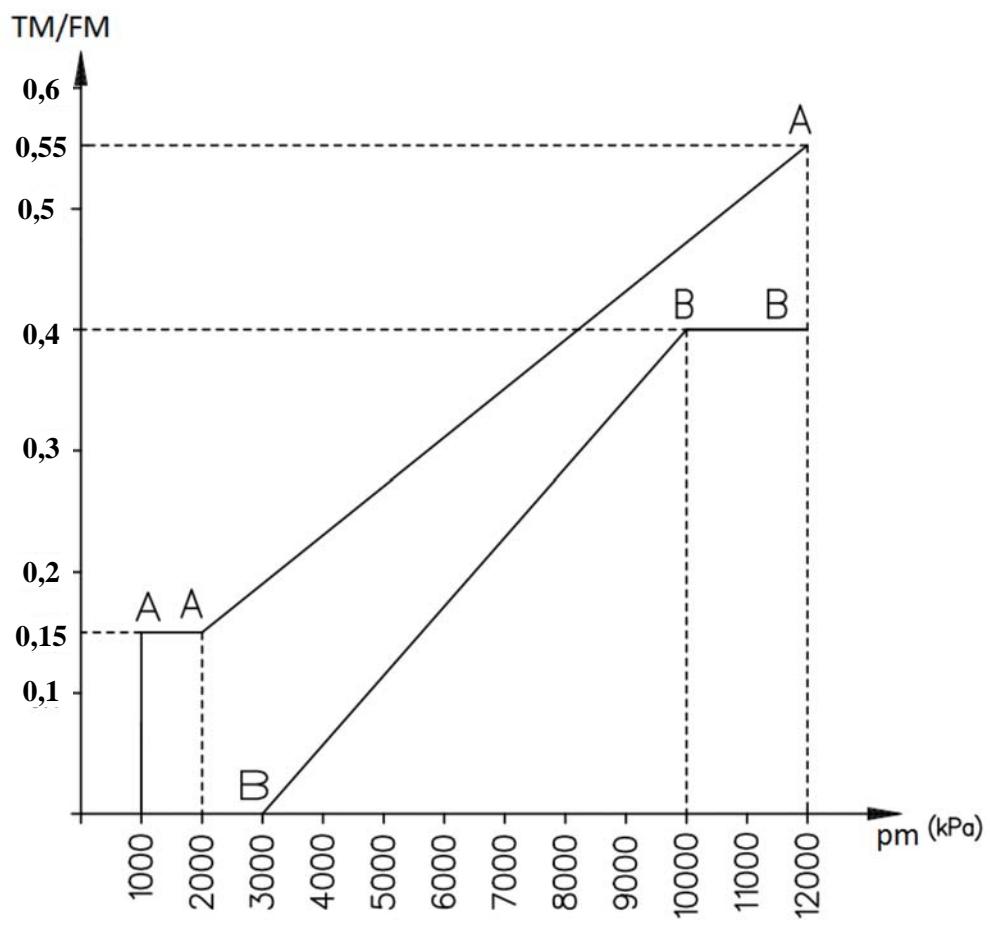
3. Alternative Anforderungen

Alternativ zu den Anforderungen der Nummern 1 und 2 müssen in Zugmaschinen eingebaute Einleitungs-Hydraulikanschlüsse zusätzlich zu den Vorschriften der Nummern 1.2 und 2.1 alle unter dieser Nummer nachfolgend aufgeführten Anforderungen erfüllen.

- 3.1. Im hydraulischen Kreis muss ein Überdruckventil vorhanden sein, um hydraulische Drücke von mehr als 15 000 kPa zu verhindern.
- 3.2. Bei jedem Drehzahlwert zwischen niedriger Leerlaufdrehzahl und Nenndrehzahl und nicht betätigter Bremsbetätigungsseinrichtung (einschließlich Feststellbremse) bei der Zugmaschine muss der Druck am Kupplungskopf zwischen 1 000 und 1 500 kPA betragen.
- 3.3. Indem die Betriebsbremsen der Zugmaschine allmählich betätigt werden, muss der Druck am Kupplungskopf nach und nach ansteigen und den vorgeschriebenen Höchstwert erreichen, der zwischen 12 000 kPa und 14 000 kPa betragen muss. Diese Anforderung muss gemäß Nummer 3.2 bei jeder Drehzahl erfüllt sein.

- 3.4. Das zulässige Verhältnis von Abbremsung TM/FM zum Druck am Kupplungskopf p_m muss niedriger sein als die Linie AAA in Abbildung 1. Diese Anforderung gilt für ein unbeladenes Fahrzeug.
- 3.5. Die gemessene Ansprech- und Schwelldauer am Kupplungskopf, der den Anhängersimulator (gemäß Nummer 3.10) mit der Zugmaschine verbindet, darf nicht mehr als 0,6 Sekunden betragen. Die Ansprech- und Schwelldauer ist am Kupplungskopf zu messen; die Messdauer beginnt, sobald das Pedal betätigt wird und endet, wenn der Druck den Wert von 7 500 kPa erreicht hat. Während der Prüfung ist die Motordrehzahl auf zwei Drittel der Nenndrehzahl einzustellen. Die Umgebungs- und Fahrzeugtemperatur ist zwischen 10° C und 30° C zu stabilisieren. Die Dauer der Pedalbetätigung, die erforderlich ist, um einen Druck von 10 000 kPa am Kupplungskopf zu erreichen, darf nicht mehr als 0,2 Sekunden betragen.
- 3.6. Bei einem zugmaschinenseitigen Versagen der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs muss innerhalb einer Sekunde ein Druckabfall auf 0 kPa (am Kupplungskopf gemessen) erfolgen, damit die Bremsen des Anhängefahrzeugs betätigt werden können. Die gleiche Vorschrift gilt im Falle des Abschaltens oder geringer Wirksamkeit der Energiequelle.
- 3.7. Bei einem Versagen der Betriebsbremsen der Zugmaschine muss der Bediener den Druck am Kupplungskopf auf 0 kPa verringern können. Diese Anforderung kann mit einer manuellen Hilfsbetätigseinrichtung erfüllt werden.
- 3.8. Die Zugmaschine muss mit dem Warnsignal nach Anhang I Nummer 2.2.1.29.1.1 ausgerüstet sein; es muss aufleuchten, wenn der Druck in der Bremsanlage des Anhängefahrzeugs unter $1\,000\,^{(+0\,-\,200)}\text{ kPa}$ fällt.
- 3.9. Bremsventil und Energiequelle sind gemäß den in der Verordnung (EU) Nr. 167/2013 Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe k und Absatz 5 enthaltenen Anforderungen zu kennzeichnen.
- 3.10. Anhängersimulator: Die Vorrichtung, mit der die Bremsanlage des Anhängefahrzeugs simuliert wird, muss über einen hydraulischen Kreis mit einem aufnehmendem Kupplungsteil gemäß ISO 5676-1983 und zwei gleichen hydraulischen Energiespeichern verfügen, mit Federelementen ausgerüstet sein und die aus Abbildung 2 hervorgehenden Anforderungen erfüllen. Der Simulator muss gemäß den aus Abbildung 3 hervorgehenden Vorschriften hergestellt sein.

Abbildung 1 - Verhältnis von Abbremsung TM/PM zum Druck am Kupplungskopf pm

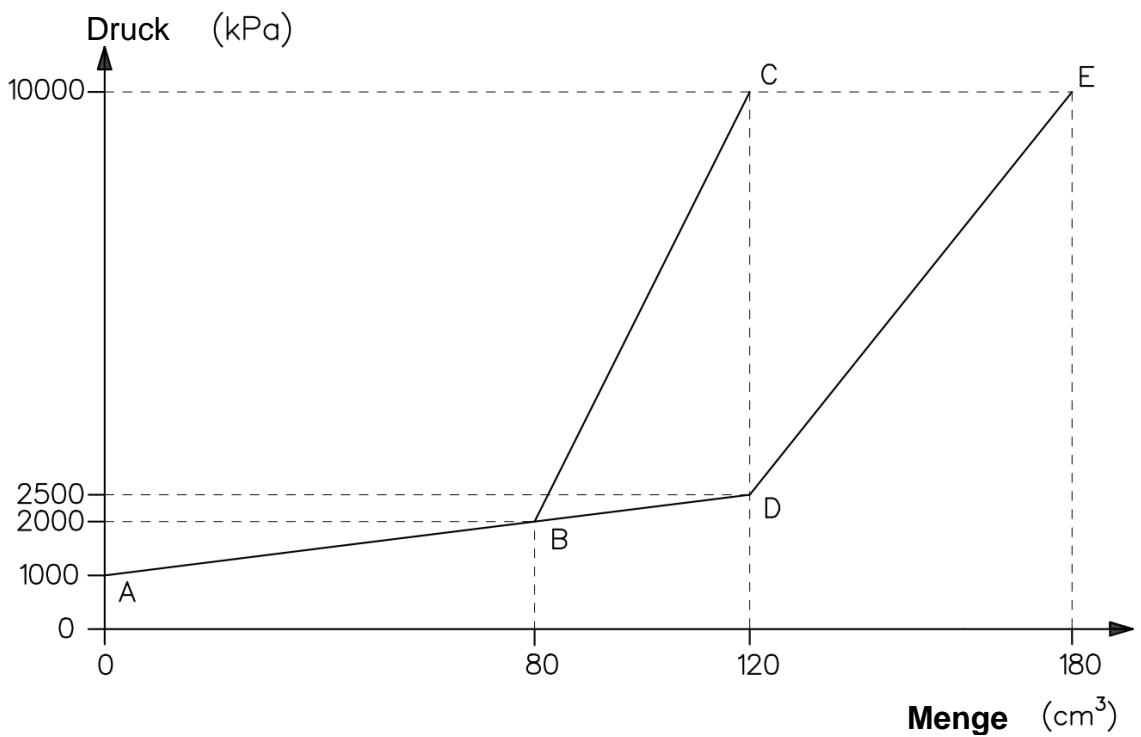


pm = stabilisierter hydraulischer Druck am Kupplungskopf (kPa)

TM = Summe der Kräfte am Umfang der Räder der Zugmaschine

FM = gesamte statische Normalkraft der Fahrbahnoberfläche auf die Räder der Zugmaschine

Abbildung 2 – Charakteristik des Anhängersimulators je nach zulässiger Höchstmasse

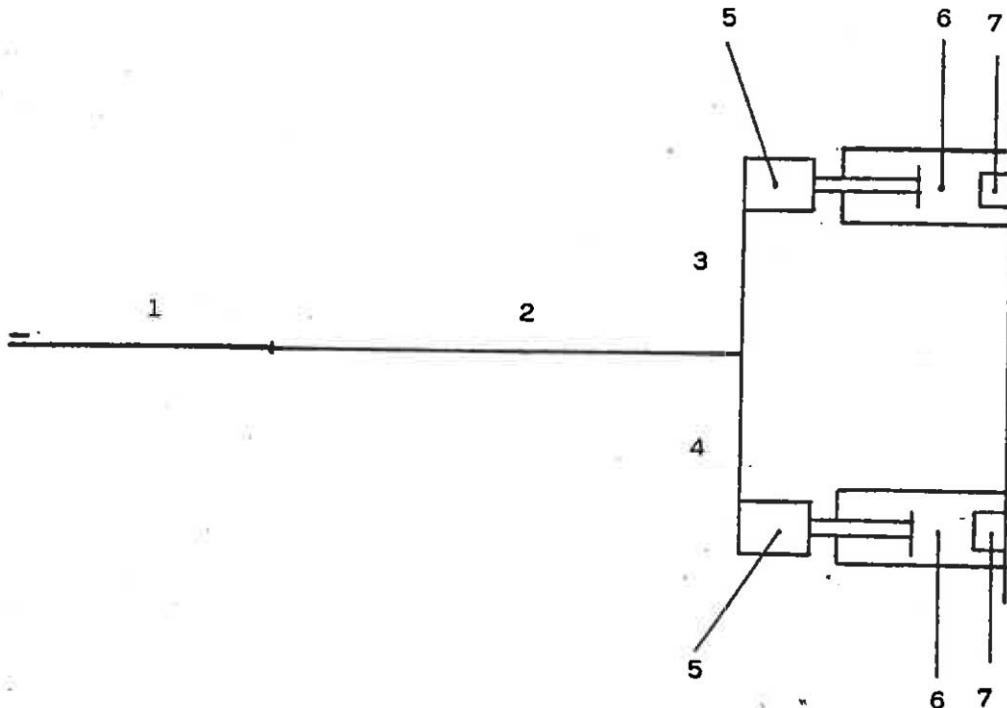


- Linie A B C für zulässige Höchstmasse bis 14 Tonnen

- Linie A D E für zulässige Höchstmasse über 14 Tonnen

Anmerkung: zulässige Abweichung $\pm 2\%$

Abbildung 3 - Auslegung des Anhängersimulators



1 = Schlauch mit einer Länge von 2 000 mm mit aufnehmendem Kupplungsteil gemäß ISO 5676-1983

2 = Rohr mit einem Innendurchmesser von 8 mm und einer Länge von 4 000 mm

3 = Rohr mit einem Innendurchmesser von 8 mm und einer Länge von 1 000 mm

4 = Rohr mit einem Innendurchmesser von 8 mm und einer Länge von 1 000 mm

5 = Bremskolben-Simulierelemente

6 = Federbelastete Elemente, die auf den vollständigen Kolbenhub wirken

7 = Federbelastete Elemente, die nur am Ende des Kolbenhubs wirken