

DIN EN 14198

ICS 45.040; 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 14198:2019-02**Bahnanwendungen –****Bremsen –****Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge;
Deutsche Fassung EN 14198:2016+A2:2021**

Railway applications –

Braking –

Requirements for the brake system of trains hauled by locomotives;

German version EN 14198:2016+A2:2021

Applications ferroviaires –

Freinage –

Exigences concernant le système de freinage des trains tractés par locomotive;

Version allemande EN 14198:2016+A2:2021

Gesamtumfang 88 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14198:2016+A2:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-03 AA „Bremse“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2018-08-05, und die Änderung 2, angenommen von CEN am 2021-04-12.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen A1 A1 und A2 A2 angezeigt.

Dieses Dokument enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit Zoll, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
in (inch)	mm	1 inch = 25,4 mm

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14198:2019-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 5.4.4.7.1 überarbeitet;
- b) Tabelle A.1 überarbeitet;
- c) neuer normativer Anhang F hinzugefügt;
- d) Anhang ZA überarbeitet;
- e) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14198: 2005-03, 2017-03, 2019-02

Deutsche Fassung
**Bahnanwendungen —
Bremsen —
Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge**

Railway applications —
Braking —
Requirements for the brake system of trains
hauled by locomotives

Applications ferroviaires —
Freinage —
Exigences concernant le système de freinage
des trains tractés par locomotive

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. August 2018 angenommen und schließt Änderung 2 ein, die am 12. April 2021 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Anforderungen	10
5.1 Allgemeine Anforderungen an die Bremsanlage des Zuges	10
5.2 Allgemeine Sicherheitsanforderungen	10
5.2.1 Auslegungsgrundsätze	10
5.2.2 Brandschutz	12
5.2.3 Umgebungsbedingungen	12
5.3 Anforderungen an das Hauptbremssystem	12
5.3.1 Allgemeine Anforderungen	12
5.3.2 Allgemeine Funktionen auf Zugebene	13
5.3.3 Zusätzliche Anforderungen auf Fahrzeugebene	19
5.4 „EN-UIC“-Bremsystem — basierend auf einem Druckluftbremssystem	21
5.4.1 Vorwort	21
5.4.2 Allgemeine Struktur	21
5.4.3 Zusätzliche Bremssysteme	22
5.4.4 Funktionsanforderungen auf Zugebene	23
5.4.5 Auslegungsanforderungen	37
5.4.6 Bremsfunktionen auf Fahrzeugebene	39
5.5 Direkte ep-Bremssteuerung	44
5.6 Zusätzliche Bremssysteme	44
5.6.1 Dynamische Bremsen	44
5.6.2 Direktwirkende Bremse	47
5.6.3 Magnetschienenbremse	49
5.7 Bremsmanagement	50
5.7.1 Blending auf Fahrzeugebene	50
5.7.2 Entkuppelter Betrieb	50
5.7.3 Blending auf Zugebene	50
5.7.4 Ruck/Rampen	51
5.8 Gleitschutz	52
5.9 Druckluftversorgung	52
5.9.1 Allgemeine Anforderungen	52
5.9.2 Kapazität	53
5.9.3 Qualität der Druckluft	53
5.10 Verbesserung des Kraftschlusses Rad/Schiene	53
6 Bremsvermögen	54
6.1 Allgemeine Aspekte	54
6.2 Berechnung des Bremsvermögens	56
6.2.1 Allgemeines	56
6.2.2 Berechnungen für den Normalbetrieb	57
6.2.3 Äquivalente Ansprechzeit und Verzugszeit	57
6.2.4 Berechnungen für den eingeschränkten Modus	58

6.2.5	Berechnungen für erschwerte Bedingungen	58
6.3	Relevante Lastzustände	58
6.3.1	Lokomotiven	58
6.3.2	Reisezugwagen.....	58
6.3.3	Güterwagen.....	59
6.4	Betriebsbremsung.....	59
6.5	Wärmekapazität	59
6.6	Kraftschluss.....	60
6.6.1	Allgemeine Anforderungen	60
6.6.2	Schnellbremsung.....	61
6.6.3	Betriebsbremsung.....	61
6.7	Bremsvermögen der Feststellbremse.....	61
Anhang A (normativ) Fahrzeuganforderungen.....		62
Anhang B (informativ) Kategorien des Bremsvermögens der Züge.....		64
Anhang C (informativ) Erläuterung des Konzepts der „bewährten Auslegung“		68
Anhang D (informativ) Zusammenhänge zwischen Europäischen Normen und UIC-Merkblättern		69
Anhang E (normativ) System zur Steuerung des Druckes in der Hauptluftleitung		71
E.1	Allgemeine Anforderungen	71
E.2	Lösestellung.....	72
E.3	Betriebsbremsung.....	73
E.4	Schnellbremsung.....	73
E.5	Angleichfunktion	73
E.6	Füllstoßfunktion.....	75
Anhang F (normativ) Entlüftungsleistung von Notbremsventilen.....		79
F.1	Zweck.....	79
F.2	Allgemeine Regeln.....	79
F.3	Prüfverfahren	79
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797		81
Literaturhinweise.....		85

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14198:2016+A2:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument beinhaltet die von CEN am 5. August 2018 genehmigte Änderung 1.

Dieses Dokument beinhaltet die von CEN am 12. April 2021 genehmigte Änderung 2.

Dieses Dokument ersetzt ^{A2} EN 14198:2016+A1:2018 ^{A2}.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen ^{A1} ^{A1} und ^{A2} ^{A2} angezeigt.

^{A2} Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien oder -Verordnungen.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien oder -Verordnungen siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist. ^{A2}

^{A1} *gestrichener Text* ^{A1}

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt grundsätzliche Anforderungen an die Bremsung von lokbespannten Zügen fest:

- Für lokbespannte Züge zur Verwendung im allgemeinen Betrieb wird jedes Fahrzeug mit einem herkömmlichen Bremssystem mit einer Hauptluftleitung, die mit dem UIC-Bremssystem kompatibel ist, ausgestattet.

ANMERKUNG Dies stellt die technische Kompatibilität der Bremsfunktion zwischen Fahrzeugen verschiedener Herkünfte in einem Zugverband sicher (siehe 5.4).

- Für lokbespannte Züge zur Verwendung in festen oder vordefinierten Zugverbänden sind die Anforderungen bezüglich Fahrzeug und Zug notwendig. Im Falle eines UIC-Bremssystems ist diese Norm anwendbar, falls nicht, greift die Reihe EN 16185 oder die Reihe EN 15734.

Im Zweifelsfall kann die UIC-Bremsenarchitektur, die in dieser Norm beschrieben wird (siehe 5.4), für Bremsen von Triebzügen und Hochgeschwindigkeitszügen sowie für städtische Eisenbahnen, wie in den Reihen EN 13452, EN 16185 und EN 15734 beschrieben, verwendet werden.

Diese Europäische Norm berücksichtigt ebenfalls die elektrischen und elektronischen Steuerungs- und Regelungsfunktionen sowie zusätzliche Bremssysteme, wie dynamische Bremsen und kraftschluss-unabhängige Bremsen.

Die Anforderungen an das Bremssystem von schienengebundenen Maschinen sind in EN 14033-1 enthalten.

Diese Europäische Norm ist nicht für Bremssysteme der Schienenfahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs nach EN 13452-1 anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 286-3, *Einfache unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff — Teil 3: Druckbehälter aus Stahl für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen*

EN 286-4, *Einfache unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff — Teil 4: Druckbehälter aus Aluminiumlegierungen für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen*

EN 837-1:1996, *Druckmessgeräte — Teil 1: Druckmessgeräte mit Rohrfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 854, *Gummischläuche und -schlauchleitungen — Hydraulikschläuche mit Textileinlage — Spezifikation*

EN 10220, *Nahtlose und geschweißte Stahlrohre — Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse*

EN 10305-4, *Präzisionsstahlrohre — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Nahtlose kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen*

EN 10305-6, *Präzisionsstahlrohre — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Geschweißte kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen*

EN 13749:2011, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Festlegungsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen*

EN 14478, *Bahnanwendungen — Bremsen — Fachbegriffe*

EN 14531-1, *Bahnanwendungen — Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung — Teil 1: Allgemeine Algorithmen für Einzelfahrzeuge und Fahrzeugverbände unter Berücksichtigung von Durchschnittswerten*

EN 14531-2, *Bahnanwendungen — Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung — Teil 2: Schrittweise Berechnungen für Zugverbände oder Einzelfahrzeuge*

EN 14535-1, *Bahnanwendungen — Brems scheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 1: Wellenbrems scheiben, auf gepresst oder geschrumpft, Abmessungen und Qualitätsanforderungen*

EN 14535-2, *Bahnanwendungen — Brems scheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 2: Brems scheiben, die an einem Rad befestigt werden, Abmessungen und Qualitätsanforderungen*

EN 14535-3, *Bahnanwendungen — Brems scheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 3: Brems scheiben, Leistung der Brems scheibe und der Reibpaarung, Klassifikation*

EN 14601, *Bahnanwendungen — Gerade und abgewinkelte Luftabsper rhähne für die Hauptluftleitung und die Hauptbehälterleitung*

EN 15220, *Bahnanwendungen — Bremsanzeigevorrichtungen*

EN 15273-2, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

EN 15329, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremsklotzschuh und Federriegel für Schienenfahrzeuge*

EN 15355, *Bahnanwendungen — Bremse — Steuerventile und Bremsabsperreinrichtungen*

EN 15595, *Bahnanwendungen — Bremse — Gleitschutz*

EN 15611, *Bahnanwendungen — Bremse — Relaisventile*

EN 15612, *Bahnanwendungen — Bremse — Schnellbremsbeschleunigungsventil*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

EN 15734-1, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

EN 15807, *Bahnanwendungen — Bremskupplungen*

EN 16185-1, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

prEN 16186-2, *Bahnanwendungen — Führerraum — Teil 2: Integration von Displays, Bedien- und Anzeigeelementen*

EN 16207, *Bahnanwendungen — Bremse — Anforderungen an Funktion und Leistungsfähigkeit von Magnetschienenbremssystemen für Schienenfahrzeuge*

EN 16241, *Bahnanwendungen — Gestängesteller*

EN 16334, *Bahnanwendungen — Fahrgastalarmsystem — Systemanforderungen*

EN 16451, *Bahnanwendungen — Bremse — Bremsbelaghalter*

EN 16452, *Bahnanwendungen — Bremse — Bremsklotzsohlen*

prEN 16834, *Bahnanwendungen — Bremse — Bremsvermögen*

EN 45545 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

EN 50125-1, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

EN 50163, *Bahnanwendungen — Speisespannungen von Bahnnetzen*

EN 50553, *Bahnanwendungen — Anforderungen an die Fahrfähigkeit im Brandfall an Bord von Bahnfahrzeugen*

EN ISO 1127, *Nichtrostende Stahlrohre — Maße, Grenzabmaße und längenbezogene Masse (ISO 1127)*

NF F 11-100:1995, *Matériel roulant ferroviaire — Qualité de l'air comprimé destiné aux appareils et circuits pneumatiques*

UIC 541-3, *Bremse — Scheibenbremse und ihre Anwendung — Allgemeine Bedingungen für die Zulassung von Bremsbelägen*

UIC 541-5:2005, *Bremse — Elektropneumatische Bremse (ep-Bremse) — Elektropneumatische Notbremsüberbrückung (NBÜ)*

UIC 541-6:2010, *Bremse — Elektropneumatische Bremse (ep-Bremse) und Notbremsanforderung (NBA) für Fahrzeuge in lokbespannten Zügen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach EN 14478¹ und die folgenden Begriffe.

3.1

allgemeiner Betrieb

Betriebsmodus, bei welchem Einheiten an andere Einheiten innerhalb eines Zugverbandes gekuppelt werden, der während der Konstruktionsphase noch nicht definiert ist

3.2

Bremsart

in der „EN-UIC“-Konstruktion die Betriebsart, die der Definition der Brems- und Lösezeiten der Bremskraft dient, nämlich „G“ für die Zeitvorgabe bei Gütertransport, d. h. langsam wirkend, „P“ für die Zeitvorgabe bei Fahrgasttransport, d. h. schnell wirkend; dies wird in der Regel vom Steuerventil in einem Druckluftbremssystem geregelt

3.3

Bremsstellungen G, P, R und weitere

in der „EN-UIC“-Konstruktion die Stellung, die das Verhalten des Steuerventils im Hinblick auf die Brems- und Lösezeit der Bremse sowie die Bremszylinderkräfte in Kombination mit zusätzlichen Bremssystemen definiert

1 EN 14478 befindet sich in Überarbeitung und wird mehrere der Definitionen, die momentan in diesem Dokument enthalten sind, beinhalten.

3.4

Selbsttätigkeit

automatisches Anlegen der Bremsen, sobald die Bremsleitung unterbrochen ist

3.5

Druckluftbremse

verwendet Druckluft zum Anlegen der Bremse

3.6

Einheit

bewertbare Einheit, bei der es sich um ein einzelnes Fahrzeug/eine Lokomotive oder eine Gruppe von Fahrzeugen handeln kann, die in einem festen Zugverband betrieben werden

3.7

Zug

Zugverband

betriebliche Zusammenstellung von einer oder mehreren Einheiten

3.8

Position mit Sicht nach hinten

jene Position im vordersten Führerraum, von der aus der Triebfahrzeugführer den hintersten Wagen des Zuges sehen kann und dem Antriebs- und Bremssystem den Befehl zum Rangieren erteilen kann

3.9

aktiver Führerraum

Führerraum, der zum Erzeugen und Senden eines zugweiten Befehls zum Antrieb und Lösen der Bremse befähigt ist

3.10

Bremsbefehlsfahrzeug

Fahrzeug, in dem sich der aktive Führerraum befindet

3.11

Schnellbremsvermögen

Ergebnis einer Schnellbremsung im Hinblick auf Bremsweg, Verzögerung und Bremsentwicklungszeit

3.12

Lokomotive

Triebfahrzeug (oder Kombination aus mehreren Fahrzeugen), welches nicht zur Beförderung einer Nutzlast dient und die Fähigkeit besitzt, im allgemeinen Betrieb von einem Zug abgekuppelt und autonom betrieben zu werden

3.13

Bremsgewichtshundertstel

Bremsvermögen nach prEN 16834, auch mit λ (Lambda) bezeichnet

3.14

Bremsgewicht

Gewicht, das durch Multiplikation der Gesamtmasse des Fahrzeugs/Zuges mit dem Bremsgewichtshundertstel und Teilen des Ergebnisses durch 100 berechnet wird und in Tonnen ausgedrückt ist

3.15

Füllzeit

Zeit, die notwendig ist, um eine Schnellbremsung bei einem einzelnen Fahrzeug einzuleiten, ab dem Beginn des Druckaufbaus bis zum Erreichen von 95 % des maximalen Bremszylinderdrucks

3.16

Lösezeit

Zeit, die notwendig ist, um den Bremszylinderdruck oder den vorgesteuerten Bremszylinderdruck in einem einzelnen Fahrzeug zu reduzieren, ab dem Beginn des Druckabfalls bis zu einem Druck von 0,4 bar

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Druck in der Hauptluftleitung wird in weniger als 2 s auf den Regelbetriebsdruck erhöht, beginnend bei einem Druck von 1,5 bar unter dem Regelbetriebsdruck.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

λ	Bremsgewichtshundertstel
AC	Wechselstrom (en: Alternating Current)
CSM	Gemeinsame Sicherheitsmethoden (en: Common Safety Methods)
CW	Kennzeichnung für Güterwagen bei Übereinstimmung mit TSI WAG-Anforderungen, hinsichtlich der Anwendung siehe Verordnung der Kommission (EU) Nr. 321/2013, Anhang C, Abschnitt 5 „Kennzeichnung von Einheiten“
DC	Gleichstrom (en: Direct Current) („DC-Bahnanlagen in Berlin“ bezeichnet das Stromnetz der S-Bahn Berlin, das mit Gleichstrom betrieben wird)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit (en: Electromagnetic Compatibility)
ETCS	Europäisches Zugsicherungssystem (en: European Train Control System)
GE	Kennzeichnung für Güterwagen bei Übereinstimmung mit TSI WAG-Anforderungen, hinsichtlich der Anwendung siehe Verordnung der Kommission (EU) Nr. 321/2013, Anhang C, Abschnitt 5 „Kennzeichnung von Einheiten“
GS	Gleitschutz (en: Wheel Slide Protection System)
HBL	Hauptluftbehälterleitung (en: Main Reservoir Pipe)
HL	Hauptluftleitung (en: Brake Pipe)
Mg	Magnetschienenbremse (en: Magnetic Track Brake)
RER	Réseau Express Régional (Eisenbahnliniennetz für Expresszüge in und um Paris, Frankreich)
UIC	Internationaler Eisenbahnverband (Union Internationale des Chemins de fer)
UK	Vereinigtes Königreich (en: United Kingdom)
ZZS	System für die Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (en: Control Command and Signalling system)

5 Anforderungen

5.1 Allgemeine Anforderungen an die Bremsanlage des Zuges

Der Zweck der Bremsanlage des Zuges ist es, sicherzustellen, dass die Geschwindigkeit des Zuges verringert oder auf abschüssiger Strecke beibehalten werden kann oder dass der Zug innerhalb des höchstzulässigen Bremswegs angehalten werden kann.

Die Bremse dient außerdem entweder zur zeitweisen Stillstandsicherung eines Zuges oder zur dauerhaften Stillstandsicherung eines Zuges, der nicht im Betrieb oder ohne Energiezufuhr ist.

Einheiten, die dafür ausgelegt und bewertet worden sind, im allgemeinen Betrieb eingesetzt zu werden (verschiedene Verbände aus Fahrzeugen unterschiedlicher Herkunft; Zugverband in der Auslegungsphase noch nicht definiert), müssen mit einem aus technischer Sicht kompatiblen Bremssystem ausgestattet sein, um die Bremsfunktion in allen Fahrzeugen des Zugverbands sicherzustellen.

5.2 Allgemeine Sicherheitsanforderungen

5.2.1 Auslegungsgrundsätze

Die Auslegung, Konstruktion oder Montage, Wartung und Überwachung von sicherheitskritischen Bauteilen, insbesondere der Bauteile, die an der Zugbewegung beteiligt sind, müssen die Sicherheit auf dem Niveau sicherstellen, das den für das jeweilige Eisenbahnnetz festgelegten Sicherheitszielen entspricht. Die Brems-technik sowie die von ihr ausgehenden Beanspruchungen müssen mit der Auslegung der Gleise, Ingenieurbauten und Signalanlagen kompatibel sein. Bremssysteme müssen Folgendem entsprechen:

- den Auslegungsgrundsätzen, die in den in Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aufgelisteten Normen zu Bremssystemen enthalten sind;
- dem in Abschnitt 6 definierten Bremsvermögen;
- den Auslegungsgrundsätzen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der vorliegenden Norm;
- der Einhaltung der festgelegten Auswirkungen auf die Infrastruktur, insbesondere im Hinblick auf EMV und Geräuschemissionen.

Im Rahmen der Systemauslegung müssen Risiken betrachtet und gemindert werden. Mindestens die folgenden Gefährdungen müssen berücksichtigt werden:

- a) die aufgebrachte Bremskraft ist höher als der größte Auslegungswert:
 - 1) Auswirkung auf Gleisverschiebungskräfte;
 - 2) übermäßiger Ruck (Auswirkung auf stehende Fahrgäste);
 - 3) erheblicher Schaden an den Kontaktflächen der Räder oder der Reibpartner;
 - 4) Auswirkung auf die Lastannahmen in Bezug auf die Ermüdungslebensdauer von Bremskraft erzeugenden Bauteilen;
- b) das Bremsvermögen ist niedriger als das geforderte:
 - 1) Beibehaltung der Antriebsleistung des Zuges während der Schnellbremsanforderung;
 - 2) das erforderliche Bremsvermögen der Notbremse wird nicht erreicht;
 - 3) das erforderliche Bremsvermögen der Feststellbremse wird nicht erreicht;

- 4) das Bremsvermögen der Haltebremse wird nicht erreicht;
- c) bei Anforderungen ist keine Bremskraft vorhanden:
 - 1) bei Anforderung erfolgt keine Schnellbremsung im gesamten Zug;
 - 2) Zwangsbremse (Schnellbremsung) wird bei unbeabsichtigter Zugtrennung (Verlust der Zugintegrität) nicht ausgelöst;
 - 3) Feststellbremse: Verlust der Bremskraft im Verlauf der Zeit;
- d) Bremskraft ist vorhanden, obwohl kein Bremsbefehl erteilt wurde:
 - 1) lokal übermäßige Bremsung (pneumatische Bremse oder Feststellbremse);
- e) Versagen von Bremsbauteilen, das zum Tod oder zu Verletzungen oder zu Schäden am Zug oder der Infrastruktur führen könnte, z. B. Entgleisung.

Die in der vorstehenden Liste aufgezählten Gefährdungen müssen in Übereinstimmung mit den CSM bewertet werden.

Folglich lässt sich aus den vorstehend aufgelisteten Gefährdungen schließen, dass die Schnellbremse ein hohes Integritätsniveau aufweisen und stets verfügbar sein muss, wenn das Bremssystem betriebsbereit ist, während die Betriebsbremse, die mit der Schnellbremse gemeinsame Teilsysteme und Bauteile usw. aufweisen kann, nicht dasselbe Integritätsniveau zu erreichen braucht. Dennoch muss die Betriebsbremse so konstruiert sein, dass sie die folgenden Anforderungen erfüllt:

- sie muss am gesamten Zug wirksam werden, wenn sie angefordert wird;
- sie muss eine Traktionssperre im gesamten Zug veranlassen, wenn eine Betriebsbremse angefordert wird;
- sie muss ein Bremsvermögen der Betriebsbremse in der geforderten Höhe bereitstellen.

Unabhängig von der Betriebsbremse:

- muss für den Triebfahrzeugführer die Möglichkeit bestehen, die Schnellbremsung sofort einzuleiten, indem er den gleichen Hebel betätigt, der für die Betriebsbremse verwendet wird, oder indem er eine andere eigenständige Vorrichtung betätigt,
- muss das Zugsicherungssystem die Schnellbremsung (Zwangsbremse) einleiten können.

Die Bauteile müssen von bewährter Auslegung sein und sämtlichen während ihrer Betriebslebensdauer zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Der Einfluss von Fehlern auf die Sicherheit muss mithilfe geeigneter Maßnahmen, wie in der vorliegenden Norm beschrieben, beschränkt werden. Für weitere Hinweise zur bewährten Auslegung siehe Anhang C.

Einzelfehler dürfen keine maßgeblichen Fehlfunktionen hinsichtlich der Schnellbremsbetätigung nach sich ziehen.

Die einwandfreie Funktionsweise des Bremssystems wird außerdem durch die Auslegung von Leitungen und Bauteilen nach 5.4.5 beeinflusst.

5.2.2 Brandschutz

Das Bremssystem muss gegen die Auswirkungen von Feuer geschützt sein und darf keine giftigen Dämpfe freisetzen. Dies muss durch die Auswahl geeigneter Werkstoffe erreicht werden sowie durch eine geeignete Systemarchitektur und Einbauanordnung.

Das Bremssystem muss den Brandschutzbestimmungen für Eisenbahnfahrzeuge entsprechen, die in der Normenreihe EN 45545 festgelegt sind.

Die Fahrtüchtigkeit muss EN 50553 entsprechen.

5.2.3 Umgebungsbedingungen

Die Schienenfahrzeuge und die an Bord installierte Ausrüstung müssen unter den in EN 50125-1 festgelegten Bedingungen einsatzbereit sein. Sie müssen in den Klimazonen, für die sie ausgelegt sind und in denen sie zum Einsatz kommen, einwandfrei funktionieren.

Für bestimmte Strecken können weitere Anforderungen festgelegt sein, wie z. B. für solche in nordischen Ländern.

Der technische Bericht CEN/TR 16251 handelt von diesem Thema und darf berücksichtigt werden.

5.3 Anforderungen an das Hauptbremssystem

5.3.1 Allgemeine Anforderungen

Züge im allgemeinen Betrieb müssen mit einem Hauptbremssystem ausgestattet sein, das die folgenden Funktionen erfüllt:

- Schnellbremsung;
- Betriebsbremsung;
- Funktionen der Stillstandsicherung des Zuges.

Die Funktionen müssen die nachstehend aufgelisteten Merkmale aufweisen:

- zugweite Bremssteuerung (Betriebsmittel im Führerraum, ZZS usw.);
- Signalverteilung;
- lokale Bremssteuerung;
- Bremskrafterzeugung;
- Anzeige des Bremsstatus;
- Energieversorgung zur Bremskrafterzeugung und Signalsteuerung des Hauptbremssystems.

Die Dokumentenstruktur berücksichtigt allgemeine Funktionen auf einer zugweiten Ebene und besondere Funktionen für die verschiedenen Fahrzeuge auf einer lokalen Fahrzeugebene. Die lokale Fahrzeugebene berücksichtigt unterschiedliche Funktionen für Lokomotiven, Reisezugwagen und Güterwagen.

Bild 1 zeigt die Grundstruktur eines Bremssystems (mit Zug- und Fahrzeugebenen) und die Übertragungswege für die Bremsensteuerungssignale und der Energie für die Bremskrafterzeugung einschließlich deren Umwandlung in Bremsenergie.

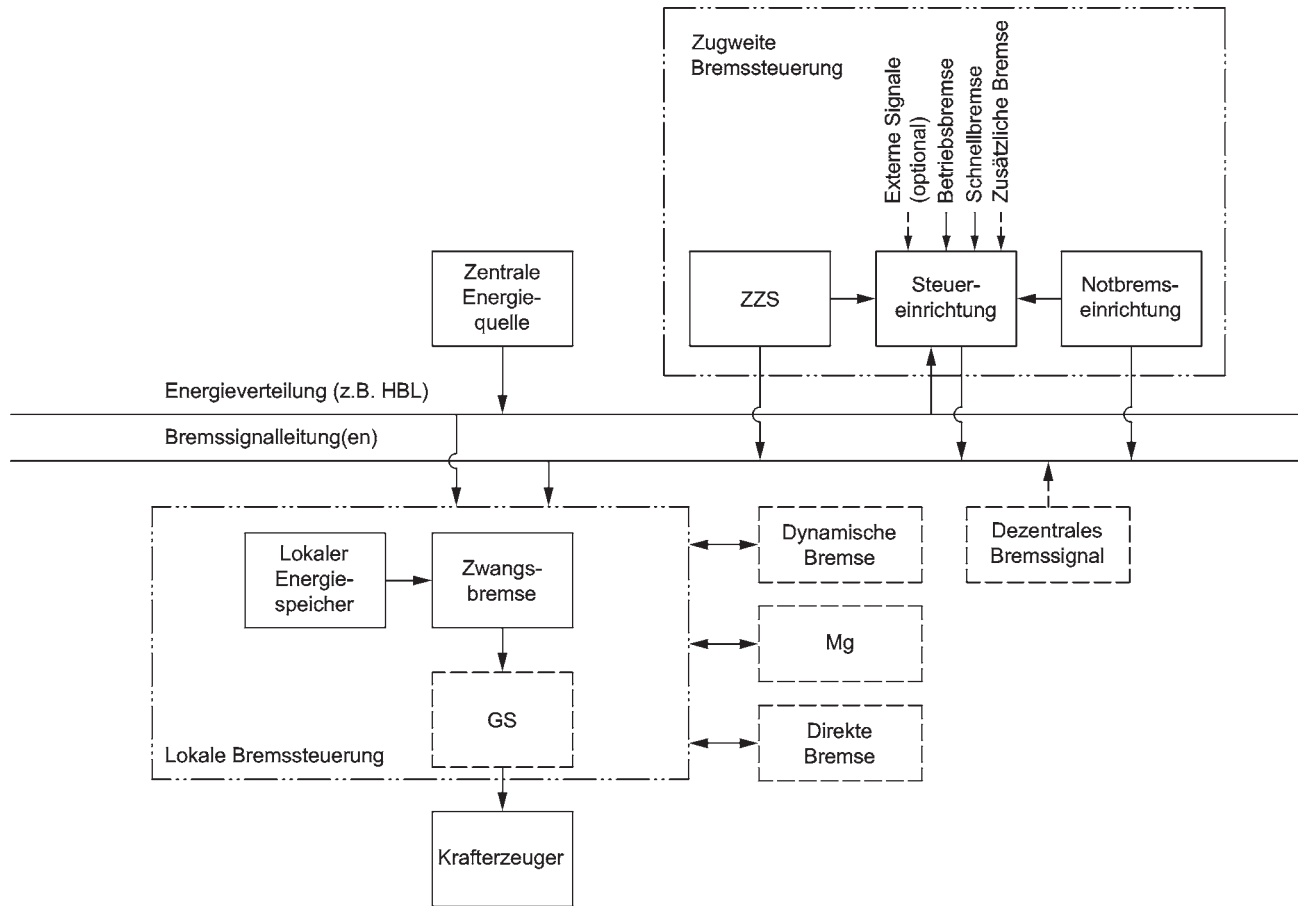


Bild 1 — Grundstruktur des Hauptbremssystems (optionale Systeme sind mit Strichlinien dargestellt)

5.3.2 Allgemeine Funktionen auf Zugebene

5.3.2.1 Bremssteuerungsfunktionen

- Jede Einheit muss mit einer Bremssignalleitung ausgestattet sein, die dazu vorgesehen ist, das Bremssignal vom aktiven Führerraum gezielt an alle anderen Einheiten im Zug zu übertragen.
- Die zugweite Bremssteuerung, die durchgehende Bremssignalleitung und die lokale Steuereinheit in jedem Einzelfahrzeug des Zuges müssen auf kompatible Weise zusammenarbeiten, indem sie geeignete Befehlssignale verwenden.
- Die Bremssignalleitung muss in der Lage sein:
 - ein Signal zum Anlegen/Lösen der Bremsen von einer zugweiten Bremssteuerung zu empfangen, das vom aktiven Führerraum des führenden Fahrzeugs ausgelöst wird;
 - ein Signal zur Schnellbremsung von einer zugweiten Bremssteuerung zu empfangen, das von lokalen Bremsbefehlsgeräten ausgelöst wurde, falls solche vorhanden sind.
- Die Bremssignalleitung muss in der Lage sein, die Bremssignalinformationen weiterzuleiten:
 - vollständiges Lösen der Bremsen;
 - Schnellbremsung;

- 3) stufenweise Betätigung oder stufenweises Lösen der Betriebsbremse.
- e) Jede Einheit muss mit einer lokalen Bremssteuerung ausgestattet sein, die mit der Bremssignalleitung verbunden ist, um die Bremsignale zu empfangen und die lokalen Bremsen dementsprechend zu steuern.
- f) Der Grad der Bremsbetätigung darf lokal proportional zum Fahrzeuggewicht eingestellt werden.
- g) Falls zusätzliche Bremssysteme für die Schnellbremsung zum Einsatz kommen sollen, müssen sie von der Bremssignalleitung gesteuert werden. Für den Fall, dass sie für die Betriebsbremse genutzt werden sollen, sollten diese zusätzlichen Bremssysteme durch die Bremssignalleitung und auch eigenständig gesteuert werden können.
- h) Es ist zulässig, mehr als eine Bremssignalleitung zu nutzen (z. B. eine pneumatische Bremssignalleitung und eine Notbremsschleife), sofern sie durchgehend und automatisch reagieren.
- i) Für den ausschließlichen Einsatz als Betriebsbremse ist es erlaubt, eine zusätzliche Bremssignalleitung einzurichten, die nicht automatisch zu reagieren braucht.

5.3.2.2 Selbsttätigkeit

Jede Trennung der Bremssignalleitung (z. B. eine unbeabsichtigte Zugtrennung aufgrund eines mechanischen Versagens) muss zu einem sofortigen Auslösen der Bremsen an allen Fahrzeugen des Zuges führen.

Ein Signal zum Lösen darf ein Signal zum Bremsen nicht übersteuern können, außer nach 5.3.2.6.

Das Prinzip zur Einhaltung dieser Anforderung besteht darin, dass die Energiezufuhr zur Bremssignalleitung hergestellt wird, um die Bremse zu lösen, und die Energiezufuhr unterbrochen wird, um einen selbsttätigen Bremseneingriff auszulösen.

5.3.2.3 Unerschöpfbarkeit

Es muss ausreichend Bremsenergie an Bord des Zuges vorhanden sein (= gespeicherte Energie), die entlang des Zuges in Übereinstimmung mit der Auslegung des Bremssystems verteilt wird. Die wiederholten Zyklen aus Anlegen und Lösen der Bremsen mit anschließender Schnellbremsung müssen mindestens 85 % der Nennbremskraft des Zuges erreichen.

Die Nennbremskraft ist die Kraft, die durch eine Schnellbremsung erreicht wird, wenn die lokalen Energiespeichereinrichtungen vollständig aufgeladen sind.

Das System muss dem Triebfahrzeugführer anzeigen, dass eine Unterbrechung der Bremsenergieversorgung, der Ausfall der Stromversorgung oder der Ausfall einer anderen Energiequelle auf Zugebene vorliegt. Falls die Unerschöpfbarkeit nicht länger erreicht wird

- dürfen die Bremsen nicht gelöst werden können (siehe „EN-UIC“-Bremse), oder
- es muss eine Selbsttätigkeit des Bremseneingriffs erfolgen, falls die Energie im lokalen Speicher unter einen vordefinierten Wert fällt, mit dem noch das volle Bremsvermögen der Betriebsbremse aufgebracht werden kann.

5.3.2.4 Verfügbarkeit

Das Hauptbremsssystem muss das Bremsvermögen der Schnellbremse aufbringen, die von der zugweiten Bremssteuerung zu jedem beliebigen Zeitpunkt gefordert wird. Dies muss Vorrang vor jeder automatischen Steuerung zur Verringerung der Bremskräfte infolge einer Fehlererkennung oder zum Werkstoffschutz, wie z. B. bei Überhitzung oder Überstrom, haben.

5.3.2.5 Mehrstufigkeit

Der Triebfahrzeugführer muss die Möglichkeit besitzen, den Wert der Betriebsbremskraft während des Anlegens und während des LöSENS der Bremse stufenweise zu regeln.

5.3.2.6 Einrichtung für dezentrales Bremssignal

Die Auslegung der Bremssignalleitung muss den Einbau einer Einrichtung für ein „dezentrales Bremssignal“ (wie in Bild 1 dargestellt) an einer beliebigen Stelle entlang des Zuges ermöglichen. Zweck ist es, bewusst die Energiezufuhr der Bremssignalleitung zu unterbrechen und die Bremsen anzulegen. Für Einzelheiten zur Fahrzeugebene siehe 5.3.3.3.

Diese Funktion umfasst das Bremssignal als Teil des Fahrgasnotrufsystems. Sie ist eine koordinierte Funktion auf Zugebene sowie auf lokaler Ebene. Für Einzelheiten, siehe EN 16334. Die Auslegung der dezentralen Einrichtung für den Fahrgasnotruf muss es ermöglichen, das Signal für die Bremsbetätigung durch ein Überbrückungssignal aufzuheben, das im aktiven Führerraum ausgelöst wurde.

5.3.2.7 Bremsfunktionen zum Feststellen des Zuges

5.3.2.7.1 Allgemeines

Es muss möglich sein, den Zug durch die folgenden Funktionen festzustellen:

- Haltebremse;
- Festhaltebremse;
- Feststellbremse.

5.3.2.7.2 Haltebremse

Es muss möglich sein

- den Zug im Stillstand bei einem Halt in einem Bahnhof zu sichern und
- bei einer Streckenneigung von bis zu 40 ‰ beim Anfahren zu sichern, sofern nicht anders festgelegt.

Das Anlegen der Haltebremse muss durch die direkte Bremse (siehe 5.6.2) allein oder teilweise oder vollständig kombiniert mit der Betriebsbremse, automatisch oder vom Triebfahrzeugführer ausgelöst, möglich sein. Die Haltebremse muss einen Zug unter allen relevanten Lastzuständen nach 6.3 halten können.

Es wird empfohlen, dass die Haltebremse vom führenden Fahrzeug und/oder von der Lokomotive bereitgestellt wird.

Die Bremse muss entweder gelöst werden, nachdem eine bestimmte Antriebskraft entwickelt wurde oder nach einer bestimmten Zeitdauer nach dem Antriebssignal oder durch ein manuelles Signal.

5.3.2.7.3 Festhaltebremse

Es muss möglich sein, einen Zug unter allen relevanten Lastzuständen nach 6.3 für einen bestimmten Zeitraum und bei einer Streckenneigung von mindestens 40 ‰ in einer stationären Stellung zu halten, falls die Bremsenergieversorgung unterbrochen oder die Stromversorgung ausgefallen ist. Der Zeitraum

- muss mindestens 30 min für jede Zugart betragen,
- muss mindestens 2 h für Lokomotiven und Personenzüge betragen.

Die Festhaltebremse wird in der Regel durch die Betätigung der Betriebsbremse oder der Schnellbremse angelegt. Die Festhaltebremse darf nicht gelöst werden können, wenn nicht ausreichend Energie verfügbar ist, um sie anschließend sofort wieder zu anzulegen.

Es ist erlaubt, die Funktion der Festhaltebremse durch die der Feststellbremse zu ersetzen, wenn dadurch das erforderliche Bremsvermögen erreicht wird.

5.3.2.7.4 Feststellbremse

Die Feststellbremse muss den Zug im abgerüsteten Zustand für einen unbestimmten Zeitraum ohne Energieversorgung im Stillstand halten, bis sie bewusst gelöst wird. Dies gilt mindestens für den Abstellort (Betriebshof).

Der „unbestimmte Zeitraum“ darf durch eine Entwurfsprüfung bestätigt werden.

Bei einzelnen Einheiten (Fahrzeugen) muss das Vermögen der Feststellbremse in der Fahrzeugspezifikation enthalten sein. Das zugweite Vermögen der Feststellbremsfunktion muss bestimmt werden. Wenn die Feststellbremse allein nicht ausreicht, muss sie durch Zusatzeinrichtungen an Bord ergänzt werden, wie z. B. Hemmschuhe.

Bei der Bestimmung des Bremsvermögens der Feststellbremse muss der vorhandene Kraftschluss berücksichtigt werden; siehe 6.6 (Kraftschluss).

Es wird empfohlen, die Feststellbremskrafterzeugung so zu verteilen, dass der Zug bei der Betätigung der Feststellbremse noch gezogen werden kann, ohne dass ein Radsatz blockiert wird.

5.3.2.8 Prüfung des Bremsstatus

5.3.2.8.1 Allgemeines

Um die Verfügbarkeit des Bremssystems abzusichern, müssen bestimmte Funktionen und Merkmale überprüft werden.

Im Stillstand muss das Zugpersonal die Möglichkeit besitzen, mindestens Folgendes im Zug und/oder am Zug zu überprüfen:

- die Kontinuität der Bremssignalleitung entlang des gesamten Zuges;
- die Verfügbarkeit der Bremsenergieversorgung entlang des Zuges;
- den Status der Feststellbremse (angelegt, gelöst und optional abgesperrt);
- der Ein- bzw. Ausschaltzustand der dynamischen Bremse und mit dem Antriebssystem verbundenen Bremssystemen;

- das Anlegen der Bremsen bei Erteilung eines Signals, einschließlich deren Verfügbarkeit, um zum Bremsvermögen beizutragen; üblicherweise wird dies durch Anzeige des Drucks in den Bremszylindern erreicht;
- das vollständige Lösen der Bremsen infolge eines entsprechenden Signals;
- Überprüfung des Fehlerstatus des GS.

Falls die Feststellbremse stets direkt vom Zustand des Hauptbremssystems abhängt, ist eine zusätzliche und spezifische Anzeige für das Feststellbremssystem nicht erforderlich.

Das Bremssystem muss so ausgelegt sein, dass die Prüfung der Bremse mit mindestens einem der folgenden Verfahren durchgeführt werden kann:

- manuelle Bremsprobe: der Bremsstatus wird außerhalb oder innerhalb des Zuges, beispielsweise mit den an jedem Fahrzeug vorhandenen Bremsanzeigegeräten, überprüft;
- benutzergeführte Bremsprobe, die im aktiven Führerraum mithilfe eines Bildschirms durchgeführt wird, der eine Schritt-für-Schritt-Anleitung liefert und Informationen über den Bremsstatus in elektronischer Form anzeigt;
- automatische Bremsprobe (vom Bremssystem durchgeführt, einschließlich eines Vergleichs von Zielwert/Istwert) mit anschließender Funktionsprüfung der Mensch-Maschine-Schnittstellen im Führerraum (z. B. Bremsventil, Schlagknopf).

Die Geräuschemissionen bei der Prüfung des Bremsstatus müssen vorzugsweise durch eine feste technische Vorrichtung reduziert werden und müssen so niedrig wie vernünftigerweise umsetzbar sein.

5.3.2.8.2 Manuelle Bremsprobe

Die Schritte einer Bremsprobe müssen enthalten:

- a) Überprüfung, ob die Energie für die Bremskrafterzeugung und die Bremssteuerungsfunktionen verfügbar ist;
- b) Überprüfung auf Leckagen, sofern maßgeblich;
- c) Überprüfung des Lösestatus aller Bremskrafterzeuger;
- d) Ausführen von wiederholten und geeigneten Bremsbetätigungen:
 - 1) Aktivieren aller relevanten Komponenten in Funktionsgruppen oder
 - 2) separat, falls durch die Funktion gefordert,
 - 3) einschließlich der Manipulation des Bremskraftstellers durch den Triebfahrzeugführer;
- e) und Überprüfung
 - 1) des Status „Bremsen angelegt“ innerhalb eines definierten Zeitfensters einschließlich der korrekten Antwort der beteiligten Komponenten und
 - 2) der Kontinuität der Bremssignalleitung entlang des gesamten Zugverbands;
- f) Senden eines Signals zum Lösen, nachdem der Status „Bremsen angelegt“ empfangen wurde und Überprüfung des Status „Bremsen gelöst“ innerhalb eines definierten Zeitfensters.

ANMERKUNG Der letzte Schritt bei einer manuellen Bremsprobe ist eine Entscheidung durch das beteiligte Personal, ob die Bremsen zufriedenstellend funktionieren oder nicht.

5.3.2.8.3 Benutzergeführte Bremsprobe

Die benutzergeführte Bremsprobe darf dem Ablauf der manuellen Bremsprobe entsprechen und den Triebfahrzeugführer befähigen, die Schritt-für-Schritt-Anleitung auf dem Bildschirm zu befolgen, während er die verschiedenen Funktionsprüfungen durchführt, und er darf die Ergebnisse ohne jegliche personelle Unterstützung von außerhalb des Zuges direkt auf dem Bildschirm empfangen.

Die Hauptmerkmale sind:

- Bremssignal durch den Triebfahrzeugführer;
- Fernsteuerung durch den Zugbus;
- Statusanzeige auf dem Bildschirm.

5.3.2.8.4 Automatische Bremsprobe

Die automatische Bremsprobe darf dem Ablauf der manuellen Bremsprobe entsprechen und unterschiedliche Funktionsprüfungen auslösen, ohne dass der Triebfahrzeugführer an Bord ist, und die Ergebnisse werden ohne jegliche personelle Unterstützung von außerhalb des Zuges direkt auf dem Bildschirm ausgegeben.

Ist eine Datenschnittstelle vorhanden, muss die automatische Bremsprobe folgende Zusatzfunktionen liefern:

- a) Überprüfung des Fehlerstatus des GS;
- b) wenn die Probe erfolgreich abgeschlossen wurde, muss das Ergebnis
 - 1) dem Triebfahrzeugführer angezeigt werden,
 - 2) im On-board-Datenspeicher hinterlegt werden und
 - 3) die relevanten Daten über das Bremsvermögen an den Triebfahrzeugführer liefern, mit der Option, sie unter seiner Verantwortung an erweiterte ZZS-Systeme, wie z. B. ETCS, zu senden.

Falls während der automatischen Bremsprobe ein Fehlerzustand erkannt wird, sollte je nach Kritikalität des Fehlers der Probedurchgang unter Angabe eines negativen Ergebnisses für den Triebfahrzeugführer gestoppt werden und eine Wiederholung der Probe unter der Verantwortung des Triebfahrzeugführers angefragt werden.

5.3.2.9 Überwachung des Bremsstatus

Während der Fahrt muss der Triebfahrzeugführer in der Lage sein, Folgendes von seiner Fahrerposition im Führerraum aus zu überprüfen:

- den Status der Bremssignalleitung des Zuges;
- den Status der Bremsenergieversorgung des Zuges;
- den Status der dynamischen Bremse und des Bremssystems in Verbindung mit dem Antriebssystem;
- den Status „angelegt“ oder „gelöst“ von mindestens einem Teil (Krafterzeuger) des Hauptbremssystems (z. B. ein Teil, das in ein Fahrzeug eingebaut ist, das mit einem aktiven Führerraum ausgestattet ist);

- den Grund für ein dezentrales Bremssignal, falls das dafür notwendige Kommunikationssystem vorhanden ist.

ANMERKUNG Status bedeutet in diesem Zusammenhang: Verfügbarkeit und/oder die Höhe der erreichten Leistung.

Wenn eine Federspeicherbremse in mindestens einem Fahrzeug des Fahrzeugverbands vorhanden ist und eine unbeabsichtigte Betätigung dieser Feststellbremse erfolgt, muss dies dem Triebfahrzeugführer angezeigt werden, es sei denn

- die Federspeicherbremse enthält eine geeignete Einrichtung zum automatischen Halten der Feststellbremse in der Lösestellung im Fall eines unbeabsichtigten Verlusts der Löseenergie, oder
- es erfolgt die Auslösung einer Zwangsbremmung.

Es wird empfohlen, Handbremsen mit Kontakten zu versehen, die angelegte Feststellbremsen erkennen und eine Meldung an den Triebfahrzeugführer senden. Diese Anforderung gilt auch für andere Formen von Feststellbremsen, die nicht auf dem Handbetrieb basieren (z. B. hydraulisch angelegte und gelöste Bremsen).

Wenn die Fahrzeuge des Zuges für den Wendezugbetrieb ausgelegt sind, muss eine unbeabsichtigte Betätigung der direkten Bremse (Zusatzbremse) in einem der nicht aktiven Führerräume entweder eine Betriebs- oder Zwangsbremmung auslösen oder dem Triebfahrzeugführer angezeigt werden.

5.3.3 Zusätzliche Anforderungen auf Fahrzeugebene

5.3.3.1 Kompatibilität

Die Bremsausrüstung jedes Fahrzeugs muss mit der Bremssteuerung des Zuges und mit den Bremssystemen anderer Fahrzeuge kompatibel sein.

Die Kompatibilität muss hinsichtlich Folgendem erreicht werden:

- a) Kupplungsschnittstelle zwischen den Fahrzeugen im Zug;
- b) Weiterleitung des Bremssignals zwischen Fahrzeugen;
- c) die Eigenschaften der lokalen Steuerung, die dem zentralen Signal folgt;
- d) Transport der Bremsenergie zwischen den Fahrzeugen, falls die Bremsenergieversorgung nicht lokal erfolgt;
- e) vergleichbare Bremsleistung im Hinblick auf:
 - 1) Bremskraftanteil und die zulässige Lastenverteilung zwischen den Fahrzeugen (für Einzelheiten siehe 5.3.3.4);
 - 2) Zeiten für das Anlegen und das Lösen der Bremse;
 - 3) die Auswirkung auf das dynamische Verhalten des Zuges (einschließlich des Betriebs ausgeschalteter Fahrzeuge innerhalb des Zugverbands).

5.3.3.2 Unerschöpfbarkeit

Die Auslegung des Bremssystems auf lokaler Ebene muss zur Unerschöpfbarkeit beitragen. Insbesondere muss ausreichend Bremsenergie im Fahrzeug gespeichert sein, um die Aufbringung der erforderlichen Bremskräfte an diesem Fahrzeug sicherzustellen.

5.3.3.3 Einrichtung für dezentrale Signalgebung

Die lokale Auslegung des Bremssystems muss das Hinzufügen von dezentralen Einrichtungen zur Signalgebung zum Trennen der Energieversorgung von Bremssignalleitungen und Anlegen der Bremse erlauben.

In dieser Hinsicht muss die Schnittstelle zwischen dem Bremssystem und dem Fahrgastnotrufsystem EN 16334 entsprechen.

Die Schnittstellen mit Systemen des Fahrzeugs, die Gefährdungen für den Normalbetrieb überwachen (z. B. Entgleisungsdetektion, Heißläuferortung, Einrichtung zur Sicherung von Lasten), sind optional.

Es gelten die folgenden Anforderungen:

- die funktionalen Eigenschaften der Bremssignalleitung dürfen nicht nachteilig verändert oder beeinflusst werden;
- das Ansprechen dieser Einrichtungen muss von beiden Seiten des Fahrzeugs aus oder vom Fahrzeuginnenraum aus erkennbar sein;
- die Einrichtung sollte von beiden Seiten aus oder vom Fahrzeuginnenraum aus nach der Betätigung oder bei einer Fehlfunktion abgesperrt oder zurückgesetzt werden können.

5.3.3.4 Leistungsfähigkeit der Bremse

Jedes einzelne Fahrzeug des Zuges muss mit dem Hauptbremssystem ausgestattet sein, das die Energie ableiten kann, die während des Bremsvorgangs entstanden ist, damit während des Betriebs, wenn er in Übereinstimmung mit der Fahrzeuganleitung erfolgt, keine Schäden an Bremskraft erzeugenden Komponenten (z. B. Reibflächen) und angrenzenden Bauteilen der Fahrzeuge und der Infrastruktur entstehen.

Um den Betrieb von Zügen mit abgesperrten Fahrzeugen ohne Geschwindigkeitsbeschränkung zu erlauben, ist es erforderlich, dass die anderen Fahrzeuge eine höhere Bremsleistung aufweisen.

Anforderungen an die thermische Leistungsfähigkeit sind in 6.5 festgelegt.

— Für Lokomotiven und Reisezugwagen:

Jedes Fahrzeug muss so ausgelegt sein, dass es seine eigene Masse abbremsen kann. Die Berücksichtigung einer zusätzlichen Belastung der Bremse eines Fahrzeugs muss definiert werden, z. B. so, dass die Möglichkeit besteht, die Reibungsbremsen der Lokomotive im Normalbetrieb oder im eingeschränkten Modus bewusst zu lösen.

— Für Güterwagen:

Die Bremsausrüstung muss einer Betätigung der Schnellbremse standhalten können, ohne dabei durch thermische oder mechanische Einflüsse an Bremsleistung zu verlieren.

Die Belastung der Bremse, der das Fahrzeug ohne nachteilige Entwicklung des Bremsvermögens aufgrund thermischer oder mechanischer Einflüsse standhalten kann, muss im Hinblick auf Geschwindigkeit, Last und Dauer der Bremsanforderung festgelegt und angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Die thermische Leistung für Klotzbremsen wird in der Regel durch die Kapazität des Rads beschränkt.

ANMERKUNG 2 Ungünstige Bedingungen werden in Abschnitt 6 oder in der entsprechenden Bauteilnorm behandelt.

5.3.3.5 Betätigung der manuellen Feststellbremse

Für die Auslegung der Feststellbremse muss angenommen werden, dass die Höchstkraft, die vom Bediener von Hand aufgebracht werden kann, an der mechanischen Schnittstelle (Handbremsrad, Bremskraftsteller usw.) 500 N beträgt. Es wird empfohlen, einen Zielwert von 250 N bei der Auslegung neuer Anordnungen von Feststellbremsen anzuwenden.

5.4 „EN-UIC“-Bremsssystem — basierend auf einem Druckluftbremssystem

5.4.1 Vorwort

Die UIC-Bremse ist eine Abwandlung der Druckluftbremse, die aus der Erfindung von George Westinghouse Ende des 19. Jahrhunderts hervorgeht. Sie wurde an die Bedürfnisse in Europa angepasst und in UIC-Merkblättern formell geregelt.

Das wesentliche Merkmal dieser Bremsarchitektur ist, dass die in 5.3.1 aufgelisteten Anforderungen ausschließlich mit Druckluft erfüllt werden können.

Das Bremsansteuerungs- und Bremssteuerungssystem, welches derzeit in der EU verwendet wird, ist das indirekt pneumatisch gesteuerte Bremssystem nach EN-Normen. Die einschlägigen EN-Normen und die entsprechenden UIC-Merkblätter sind in Tabelle D.1 aufgelistet.

5.4.2 Allgemeine Struktur

5.4.2.1 Hauptluftleitung

Das „EN-UIC“-Bremsssystem muss mit einer durchgehenden Hauptluftleitung als Bremssignalleitung, wie in 5.3.2.1 festgelegt, ausgestattet sein.

Die Bremsanforderung erfolgt durch eine Absenkung des Drucks in der HL unter den Regelbetriebsdruck.

Die Hauptluftleitung stellt außerdem ein Mittel zur Verteilung der Bremsenergie an die einzelnen Fahrzeuge dar.

5.4.2.2 Steuersystem für den Hauptluftleitungsdruck

Die Druckhöhe in der Hauptluftleitung muss durch das Führerbremsventil (entsprechend der Regeleinrichtung in der zugweiten Bremssteuerung in 5.3.1, Bild 1) mit den folgenden Eigenschaften geregelt werden:

- im **Zustand Lösen**: Beaufschlagen der Hauptluftleitung mit einem Regelbetriebsdruck von 5 bar und Aufrechterhalten dieses Drucks durch automatisches Ausgleichen von Systemleckagen;
- im **Zustand Betriebsbremsung**: stufenweises Entlüften und Aufrechterhalten eines niedrigeren Drucks in der Hauptluftleitung als Eingangssignal für die Steuerventile, damit die Bremsen anlegen;
- im **Zustand Vollbremsung**: Anfordern der höchsten Bremskraft durch eine Verringerung des Drucks in der Hauptluftleitung um 1,6 bar + 0,2 bar und Aufrechterhalten des Drucks auf diesem Niveau;
- in der **Schnellbremsstellung**: schneller Druckabfall in der Hauptluftleitung bis auf weniger als 2,5 bar.

ANMERKUNG Der Begriff „Zustand“ spiegelt die Option wider, eine stellungsabhängige oder zeitabhängige Steuerung zu verwenden.

Leckagen des Bremssystems (wie z. B. an Bremszylindern, Verbindungen zwischen Fahrzeugen) müssen automatisch durch das Steuersystem für den Hauptluftleitungsdruck ausgeglichen werden. Eine

Selbsttätigkeit des Bremsengriffs darf dadurch jedoch nicht verhindert werden. Dies muss im gelösten Zustand und unter allen Betriebsbremsbedingungen erreicht werden.

Zusätzlich muss das Steuersystem für den Hauptluftleitungsdruck die Anforderungen nach Anhang E erfüllen.

5.4.2.3 Lokale Bremssteuerung

In allen Fahrzeugarten muss ein Ventil für die lokale Bremssteuerung (Steuerventil) vorhanden und mit der Hauptluftleitung verbunden sein. Die Druckschwankung in der Hauptluftleitung muss das Signal für das Ventil der lokalen Bremssteuerung (Steuerventil) sein, um Folgendes umzusetzen:

- das stufenweise Entlüften der Hauptluftleitung in einen stufenweisen Druckanstieg in den Bremszylindern und/oder eine Erhöhung der dynamischen Bremskraft und
- den stufenweisen Druckanstieg in der Hauptluftleitung in ein stufenweises Lösen des Bremszylinderdrucks und/oder eine Reduzierung der dynamischen Bremskraft.

Steuerventile, die nach EN 15355 ausgelegt sind, erfüllen diese Anforderungen. Relaisventile müssen in Übereinstimmung mit EN 15611 ausgelegt sein.

5.4.2.4 Bremskrafterzeugung

Das Fahrzeug muss mit Bremszylindern/Krafterzeugern von geeigneter Art und Größe ausgestattet sein.

ANMERKUNG Um die geeignete Verzögerungskraft zu erreichen, werden die Fahrzeuge in der Regel mit einem Relaisventil nach EN 15611 und/oder einer angemessenen Übersetzung im Bremsgestänge ausgestattet.

5.4.2.5 Speicherung von Druckluft

Jedes Steuerventil muss mit einem lokalen Luftbehälter zur Speicherung von Druckluft ausgestattet sein, der der Versorgung der Bremszylinder dient.

Das System muss in der Lage sein, die lokalen Luftbehälter wie folgt zu befüllen:

- aus der Hauptluftleitung über das Steuerventil (Einleitungsbetrieb) und/oder durch eine separate Einrichtung;
- optional aus einer zweiten durchgehenden Luftleitung (Hauptluftbehälterleitung), die die Energieverteilung direkt aus dem Hauptluftbehälter zu den lokalen Luftbehältern herstellt (Zweileitungsbetrieb).

In beiden Fällen muss eine Einrichtung zwischen der Versorgungsleitung und dem lokalen Luftbehälter vorhanden sein, die mindestens über ein Rückschlagventil verfügt. Deren Funktion ist es, den Druck in den lokalen Luftbehältern zu sichern, falls die Luftzufuhr unterbrochen wird oder falls der Versorgungsdruck geringer ist als der Druck im Luftbehälter. Die Einrichtung darf über ein Druckminderventil verfügen.

ANMERKUNG Steuerventile nach EN 15355 schließen dieses Rückschlagventil mit ein.

5.4.3 Zusätzliche Bremssysteme

Zusätzliche Bremssysteme (z. B. elektrodynamische Bremsen, Magnetschienenbremse usw.) dürfen an einem oder mehreren Fahrzeugen in einem Zugverband vorhanden sein, wenn sie koordiniert oder ausschließlich und bewusst vom Triebfahrzeugführer betätigt werden können.

Falls diese zusätzlichen Bremssysteme beim Schnellbremsvermögen berücksichtigt werden, müssen sie an die Hauptluftleitung (oder an eine alternative Bremssignalleitung) angeschlossen sein, damit sie das Signal zum Anlegen oder Lösen der Bremsen zur gleichen Zeit wie die Druckluftbremse oder, wenn eine elektrische Bremssignalleitung verwendet wird, schneller erhalten können.

5.4.4 Funktionsanforderungen auf Zugebene

5.4.4.1 Betriebliche Eigenschaften

Die folgenden Eigenschaften müssen für die Hauptluftleitung gelten:

- die Geschwindigkeit der Weiterleitung des Schnellbremssignals muss mindestens 250 m/s betragen;
- ein Betriebsbremssignal muss zum letzten Fahrzeug des Zuges übermittelt werden, sobald der Druck in der Hauptluftleitung an der aktiven Steuerung um 0,4 bar unterhalb des Regelbetriebsdrucks gesunken ist;
- die Mehrstufigkeit (Erhöhung oder Verringerung) des Steuersystems für den Druck in der Hauptluftleitung muss mindestens 6 Stufen des Bremssignals ermöglichen (zusätzlich zum Zustand Lösen) einschließlich einer Vollbremsung;
- die Vollbremsung muss durch eine Verringerung des Drucks in der Hauptluftleitung um $1,5 \text{ bar} \pm 0,1 \text{ bar}$ unter dem Regelbetriebsdruck erfolgen;
- es ist nicht zulässig, die Druckluft aus den Luftbehältern des Bremssystems und aus der Hauptluftleitung für andere Zwecke als zum Bremsen zu nutzen.

Diese Eigenschaften können durch Verwendung von Steuerventilen nach EN 15355 und Steuersysteme für den Druck in der Hauptluftleitung nach Anhang E erreicht werden.

5.4.4.2 Unerschöpfbarkeit im „EN-UIC“-System

Wiederholte Betätigungs- und Lösevorgänge mit anschließender Schnellbremsung müssen möglich sein. Diese Vorgänge aus Betätigen und Lösen dürfen nicht auf eine bestimmte Anzahl begrenzt sein, wenn die Zugriffshäufigkeit dem dynamischen Verhalten des Systems nach EN 15355 entspricht.

ANMERKUNG Der Betrieb eines EN-UIC-Bremssystems benötigt eine fachgerechte Bedienung durch den Triebfahrzeugführer.

Die Unerschöpfbarkeit muss durch Folgendes gestützt werden:

- Steuersystem für den Druck in der Hauptluftleitung, das den Druck in der Hauptluftleitung aufrechterhält, wie in 5.4.2.2 festgelegt, d. h. Ausgleichen von Leckagen;
- das Steuerventil, das in der Betriebsbremsstellung den Versorgungsdruck im lokalen Luftbehälter der Bremse auf der entsprechenden Druckhöhe in der Hauptluftleitung aufrechterhält (Ausgleichen von Leckagen). Steuerventile, die nach EN 15355 ausgelegt sind, erfüllen diese Anforderung.

5.4.4.3 Bremsarten

Das lokale Steuersystem der Druckluftbremse muss eine der beiden folgenden grundlegenden Bremsarten bereitstellen:

- G — „Güterzug“ für Frachtverkehr mit langsamen Brems- und Lösezeiten (EN 15355). Für Reisezugwagen ist diese Stellung optional;

ANMERKUNG 1 Diese Zeitvorgaben werden ausgewählt, um das Risiko übermäßig hoher Längskräfte in langen und schweren Zügen zu verringern und um das Wiederaufladen der Luftbehälter der einzelnen Fahrzeuge zu ermöglichen.

— P — „Personenzug“ für Personen- und Güterverkehr mit schnellen Brems- und Lösezeiten (EN 15355).

ANMERKUNG 2 Diese Zeitvorgaben werden für den Personenverkehr im Allgemeinen und für den Güterverkehr ausgewählt, falls die Längskräfte auf einen zulässigen Wert beschränkt werden.

Die Bremsart P wird in weitere Bremsstellungen unterteilt:

- P — für Personenverkehr (und Güterverkehr) mit beschränktem Bremsvermögen (siehe auch Abschnitt 6);
- R — für schnellen Verkehr (Expressverkehr) mit hohem Bremsvermögen (siehe auch Abschnitt 6);
- R+X — für schnellen Verkehr (Expressverkehr) mit zusätzlichen Bremssystemen (siehe auch Abschnitt 6).

Die maßgeblichen Bremsstellungen G, P, R und R+X sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 — Gebräuchliche Bremskombinationen

Bremsart			
G	P		Bremsen mit unterschiedlichen Ansprechzeiten
Langsam	Schnell		
Bremsstellung			
G	P	R	Bremsen mit unterschiedlicher Bremskrafthöhe
Niedrig	Niedrig	hoch	
Pneumatische Bremsen mit zusätzlichem Bremssystem (in Kombination, im Blending oder Rückhaltung)			
G+E	P+E	R+E	Zusätzliche Bremsen = elektrodynamische Bremsen
G+H	P+H	R+H	Zusätzliche Bremsen = hydrodynamische Bremsen
	P+Mg	R+Mg	Zusätzliche Bremsen = Magnetschienenbremsen
		R+WB	Zusätzliche Bremsen = Wirbelstrombremse
		R+E+Mg	Zusätzliche Bremsen = elektrodynamische Bremsen und Magnetschienenbremsen
		R+E+WB	Zusätzliche Bremsen = elektrodynamische Bremsen und Wirbelstrombremse

Für Lokomotiven und Wagen sind die Bremsstellungen G und P verpflichtend.

Alle anderen Bremsstellungen sind optional und müssen in der Fahrzeugspezifikation gefordert werden.

Für Einzelheiten zu den Zeitvorgaben der verschiedenen Bremsstellungen und der verschiedenen Fahrzeugarten siehe Tabelle A.1.

5.4.4.4 Steuersystem für den Druck in der Hauptluftleitung

Einheiten mit Führerraum müssen mit einer Führerbremsbetätigungseinrichtung ausgestattet sein. Falls das Steuersignal der selbsttätigen Bremse über die Hauptluftleitung übertragen wird, muss es den in Anhang E aufgelisteten Anforderungen entsprechen.

ANMERKUNG Das Steuersystem für den Druck in der Hauptluftleitung ist ein System, das zur Interoperabilität von Eisenbahnen beiträgt. Es wurde in UIC 541-03 festgelegt. TC 256/SC 3/WG 47 beabsichtigt, dieses UIC-Merkblatt als Europäische Norm zu übernehmen und dessen technischen Inhalt zu aktualisieren. Bis diese EN zur Verfügung steht, sind die technischen Anforderungen in Anhang E des vorliegenden Dokuments aufgelistet.

5.4.4.5 ep-Bremse

Ein ep-Bremssystem wie in 5.4.4.10 beschrieben, ist ein Zusatzsystem zur Steuerung des Hauptluftleitungsdrucks mithilfe elektrisch geregelter Signale zum Anlegen und Lösen, die innerhalb des Zuges über ep-Bremsleitungen übertragen werden.

5.4.4.6 Wechselwirkungen mit anderen Systemen

5.4.4.6.1 Durch andere Systeme ausgelöste Bremsbetätigungen

Bremsbetätigungen, die durch andere Sicherheitssysteme als den Bremshebel des Triebfahrzeugführers ausgelöst werden, müssen zur Unterbindung der Nachspeisung durch das Steuersystem für den Druck in der Hauptluftleitung führen, wenn sich dieses System in dem Bremsbefehlsfahrzeug befindet.

ANMERKUNG Das Entlüftungsvermögen der von den ZZS-Systemen verwendeten Entlüftungsorgane und die dazugehörigen Leitungen beeinflussen die vorgesehene Bremsleistung. Dies stellt einen offenen Punkt dar und wird momentan untersucht.

Falls die Notbremsung durch eine dezentrale Einrichtung ausgelöst wird (d.h. nicht von dem Befehlsfahrzeug aus), muss dadurch ein Entlüftungsventil betätigt werden, das die folgenden Eigenschaften aufweist:

- a) eine Öffnung von mindestens 19 mm oder
- b) Entlüften eines Luftbehälters von 400 l, der mit der Schnittstelle zwischen Hauptluftleitung und Entlüftungsventil nach Bild E.1 verbunden ist, sodass
 - 1) ein Druckabfall im Luftbehälter von 1,2 bar unterhalb des Regelbetriebsdrucks in weniger als 10 s erreicht werden muss;
 - 2) der Druck im Luftbehälter muss letztendlich auf einen Wert unter 2,5 bar fallen, auch wenn sich das Führerbremsventil in der Fahrtstellung befindet (Nachspeisung).

Wenn der Triebfahrzeugführer die Bremsung unterstützt, indem er das Führerbremsventil in die Schnellbremsstellung verlegt, dann muss die Nachspeisung durch das Steuersystem für den Hauptluftleitungsdruck unterbrochen werden.

5.4.4.6.2 Automatische Zugsteuerung

Das Steuersystem für den Druck in der Hauptluftleitung ist in der Lage, die von einer automatischen Zugsteuerung ausgelöste Betriebsbremsung in einen entsprechenden Hauptluftleitungsdruck umzuwandeln.

Ein von der automatischen Zugsteuerung ausgegebenes Signal zum Lösen darf kein Bremssignal übersteuern können, das vom Triebfahrzeugführer ausgelöst wurde.