

DIN EN 15734-1

ICS 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15734-1:2013-09

**Bahnanwendungen –
Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge –
Teil 1: Anforderungen und Definitionen;
Deutsche Fassung EN 15734-1:2010+A1:2021**

Railway applications –
Braking systems of high speed trains –
Part 1: Requirements and definitions;
German version EN 15734-1:2010+A1:2021

Applications ferroviaires –
Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse –
Partie 1: Exigences et définitions;
Version allemande EN 15734-1:2010+A1:2021

Gesamtumfang 56 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15734-1:2010+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche 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 2021-10-05.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen $\boxed{A_1}$ $\langle A_1 \rangle$ angezeigt.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit bar, 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
bar	Pa	1 bar = 10^5 Pa

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 15734-1:2013-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung von Anhang ZA;
- b) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15734-1: 2011-02, 2013-09

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Bremsysteme für Hochgeschwindigkeitszüge —
Teil 1: Anforderungen und Definitionen**

Railway applications —
Braking systems of high speed trains —
Part 1: Requirements and definitions

Applications ferroviaires —
Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse —
Partie 1: Exigences et définitions

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Oktober 2010 angenommen und enthält das Corrigendum, das von CEN am 27. Februar 2013 angenommen wurde und schließt Änderung 1 ein, die am 1. November 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 Gestaltungsgrundsätze	9
5.1 Allgemeine Anforderungen	9
5.1.1 Sicherheit.....	9
5.1.2 Brandschutz.....	11
5.1.3 Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft.....	12
5.1.4 Umgebungsbedingungen	12
5.1.5 Zugkonfiguration.....	12
5.1.6 Höchstgeschwindigkeit und Streckenparameter	12
5.1.7 Kuppelbarkeit	13
5.1.8 Gleislängskräfte.....	14
5.1.9 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	14
5.1.10 Betrieb in sehr langen Tunneln.....	14
5.2 Einsetzbare Bremsen	14
5.2.1 Grundsätzliche Architektur für HGV-Bremsen.....	14
5.2.2 Dynamische Bremsen	14
5.2.3 Reibungsbremse	15
5.2.4 Magnetschienenbremsen	15
5.2.5 Unkonventionelle Bremsen	15
5.3 Generatorische Bremse.....	15
5.3.1 Allgemeines.....	15
5.3.2 Elektrodynamische Bremse (fahrdrahtabhängige Bremse)	16
5.3.3 Rheostatische Bremse	17
5.3.4 Regelung der generatorischen Bremse.....	17
5.3.5 Bremswiderstände	18
5.3.6 Hydrodynamische Bremse	18
5.4 Reibungsbremse.....	18
5.4.1 Allgemeines.....	18
5.4.2 Bremssteuerung	19
5.4.3 Einbau der Bremsausrüstung.....	20
5.4.4 Dichtheit.....	20
5.4.5 Bremsmechanik/Drehgestell	21
5.5 Wirbelstrombremse	22
5.6 Magnetschienenbremse	25
5.7 Unkonventionelle Bremsen	25
5.8 Schnellbremskonzept	25
5.8.1 Allgemeines.....	25
5.8.2 Allgemeine Architektur	26
5.8.3 Auslöseebene.....	26
5.8.4 Signalsammlung und Signalverteilung.....	29
5.9 Betriebsbremskonzept.....	30

5.9.1	Bremsmanagement – Blending	30
5.9.2	Auslösen des Bremsbefehls.....	31
5.9.3	Signalverarbeitung	32
5.9.4	AFB-Betrieb (optional)	33
5.9.5	Kombiniertes Bremsen über zwei Bedienhebel.....	34
5.9.6	Ruck / Übergänge.....	34
5.9.7	Kuppeln/Entkuppeln	34
5.10	Gleitschutz und Rollüberwachung.....	34
5.10.1	Allgemeines	34
5.10.2	Gleitschutz	35
5.10.3	Rollüberwachung	36
5.11	Feststellbremse.....	36
5.12	Anordnung der Bedien- und Anzeigeeinrichtungen	38
5.12.1	Führerraum.....	38
5.12.2	Bedienelemente außerhalb des Führerstands	39
5.13	Bremsanzeiger	40
5.14	Fehleroffenbarung und Diagnosetechnik.....	41
5.15	Bremsprobe.....	43
5.15.1	Allgemeines	43
5.15.2	„Basis-Bremsprobe“ (vereinfachte Bremsprobe).....	43
5.15.3	Volle Bremsprobe.....	44
5.15.4	Durchführung der Bremsproben	45
5.16	Energieversorgung.....	45
5.16.1	Druckluftversorgung.....	45
5.16.2	Elektrische Energieversorgung	45
5.17	Verbesserung des Kraftschlusses Rad/Schiene.....	46
5.18	Wartung.....	47
6	Bremsvermögen	47
6.1	Allgemeines	47
6.2	Schnellbremsung.....	48
6.2.1	Allgemeines	48
6.3	Betriebsbremsung.....	48
6.4	Thermische Anforderungen.....	49
6.5	Haftwerte	49
Anhang A (informativ) Fahrgastnotbremssystem.....		51
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797 		52
Literaturhinweise		54

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15734-1:2010+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 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 ersetzt  EN 15734-1:2010 .

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-11-01.

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

EN 15734, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Anforderungen und Definitionen*
- *Teil 2: Prüfverfahren*

 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-Richtlinie(n)/-Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n)/-Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist. 

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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 beschreibt die Anforderungen an die Funktionalität, die Einschränkungen, die Leistungsfähigkeit und den Betrieb von Bremssystemen für die Anwendung in Hochgeschwindigkeitszügen nach TSI Fahrzeuge HGV, die zum Betrieb auf den Strecken der europäischen Bahnen und deren Infrastruktursystemen bestimmt sind.

Die in der vorliegenden Norm festgelegten Anforderungen für das Bremssystem sind für Züge anzuwenden, die bei einer Höchstgeschwindigkeit von bis zu 350 km/h auf speziell für den Hochgeschwindigkeitsverkehr gebauten Strecken verkehren können und legt für Bremsverzögerungen in vier Geschwindigkeitsbereiche abgestufte Werte fest (siehe Abschnitt 6).

Diese Norm gilt für:

- alle neuen Fahrzeugbauarten für Hochgeschwindigkeitszüge;
- alle größeren Grundüberholungen der oben genannten Fahrzeuge, wenn sie Neukonstruktionen oder umfassende Änderungen der Bremsanlage des betreffenden Fahrzeuges mit einschließen.

Diese Norm behandelt nicht lokomotivbespannte Züge, welche in EN 14198 behandelt werden.

ANMERKUNG Dieses Dokument folgt einer funktionalen Einteilung aus der TSI HGV und behandelt das Bremssystem als Teil der Funktion „Beschleunigen, Geschwindigkeit halten, bremsen und anhalten“.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 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 13749:2005, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Spezifikationsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen*

EN 14198, *Bahnanwendungen — Bremsen — Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge*

EN 14478:2005, *Bahnanwendungen — Bremsen — Oberbegriffe*

EN 14531-6, *Bahnanwendungen — Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung — Teil 6: Schrittweise Berechnungen für Zugverbände oder Einzelfahrzeuge*

EN 14535-1, *Bahnanwendungen — Bremsscheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 1: Wellenbremsscheiben, aufgepresst oder geschrumpft, Abmessungen und Qualitätsanforderungen*

prEN 14535-2, *Bahnanwendungen — Bremsscheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 2: Bremsscheiben, die an einem Radreifen, einer Radscheibe oder Radnabe befestigt werden, Abmessungen und Qualitätsanforderungen*

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

EN 15020, *Bahnanwendungen — Abschleppkupplung — Leistungsanforderungen, spezifische Schnittstellengeometrie und Prüfverfahren*

EN 15179, *Bahnanwendungen — Bremsen — Anforderungen für die Bremsausrüstung von Reisezugwagen*

EN 15220-1, *Bahnanwendungen — Bremsanzeigevorrichtungen — Teil 1: Pneumatische Bremsanzeiger*

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

prEN 15328, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremsbeläge*

prEN 15329, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremsklotzhalter und Bremsklotzkeil für Schienenfahrzeuge*

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

EN 15566, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Zugeinrichtung und Schraubenkupplung*

EN 15595, *Bahnanwendungen — Bremse — Gleitschutz*

EN 15611, *Bahnanwendungen — Bremse — Relaisventile*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugmassedefinitionen*

EN 15734-2, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 2: Prüfverfahren*

CEN/TS 45545 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

EN 50121-3 (alle Unterteile), *Bahnanwendungen — Elektromagnetische Verträglichkeit — Bahnfahrzeuge*

EN 50125-1:1999, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

EN 50126-1, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) — Teil 1: Grundlegende Anforderungen und genereller Prozess*

EN 50163, *Bahnanwendungen — Speisespannungen von Bahnnetzen*

EN 50215 *Bahnanwendungen — Bahnfahrzeuge — Prüfung von Bahnfahrzeugen nach Fertigstellung und vor Indienststellung*

UIC 541-03:1984, *Bremse — Vorschriften für den Bau der verschiedenen Bremsteile — Führerbremssventilanlage*

UIC 544-1:2004, *Bremse — Bremsleistung*

UIC 557:1998, *Diagnosetechnik in Reisezugwagen*

UIC 648:2001, *Kupplungseinrichtungen für die elektrischen und Druckluftleitungen an den Stirnseiten der Lokomotiven und Steuerwagen*

UIC 651:2002, *Gestaltung der Führerräume von Lokomotiven, Triebwagen, Triebwagenzügen und Steuerwagen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die in EN 14478:2005 angegebenen Begriffe und die folgenden Begriffe.

3.1

besetzter Führerraum

einzigster Führerraum eines Zugverbandes, in welchem die Steuerung von Traktion und Betriebsbremse erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff Das ist üblicherweise der führende Führerraum.

3.2

Blending

geregelter Zusammenwirken von Bremskräften aus verschiedenen Bremskrafterzeugungssystemen

3.3

Sicherheitsschleife

hartverdrahtete elektrische Schleife zur Ansteuerung der Bremse nach dem „energize to release“-Prinzip

3.4

Bremsgewichtshundertstel

Maßzahl für das Bremsvermögen nach UIC 544-1

3.5

Steuerkammer A (A-Kammer)

in EN 14478 als „Steuerkammer (A-Kammer)“ (en: „command reservoir“) bezeichnet

3.6

direkte Bremse

in EN 14478 als „direkt wirkende Bremse“ (en: „straight brake“) bezeichnet

3.7

Sicherheitsfahrschaltung (SIFA)

in EN 14478 als „Sicherheitsfahrschaltung (Sifa)“ (en: „dead man device“) bezeichnet

3.8

dynamische Bremse

Bremsen, bei denen die Bremskraft durch die Fahrzeugbewegung oder ihre funktionalen Elemente erzeugt wird, nicht jedoch durch Reibung

3.9

Parkbremse

in der überarbeiteten TSI als „Feststellbremse“ bezeichnet

3.10

Ep-assist

elektrisch gesteuertes Zusatzsystem zum Füllen und Entlüften der Hauptluftleitung

3.11

Haltebremse

Betriebsbremsung, um einen langsam rollenden Zug zum Stillstand zu bringen bzw. einen Zug für eine begrenzte Zeit am Rollen zu hindern

3.12

unabhängige Bremseinheit

Anordnung von Geräten, welche eine unabhängige Einheit bilden, deren Funktion das Erzeugen einer Verzögerungskraft auf einem Fahrzeug oder auf einem Teil eines Fahrzeugs als Reaktion auf ein Zugbremssignal ist

3.13

lokale Steuereinheit

Steuereinheit, welche auf ein Fahrzeug oder ein Untersystem wirkt

3.14

normale Betriebsbremse

2/3 des Wertes einer Vollbremsung, welcher mit einer Druckabsenkung der Hauptluftleitung von 1 bar einhergeht

3.15

Überbremsung

Bremsanwendung, die den verfügbaren Kraftschluss Rad/Schiene übersteigt

3.16

Anheben des Druckes

Befüllen der Hauptluftleitung über den nominalen Lösedruck hinaus

3.17

Fahrgastnotbremssignal

funktionaler Teil der Fahrgastnotbremseinrichtung, welche Meldungen vom und zum Fahrgast übermittelt

3.18

Vorsteuerdruckkreis

pneumatischer Kreis, welcher mit Hilfe klein dimensionierter Bauteile einen begrenzten Volumenstrom regelt und anschließend verstärkt wird

3.19

Druckluftbremse

Ausrüstung, mit der die Betriebsbremsung und die Schnellbremsung ausgeführt werden

3.20

Referenzgeschwindigkeit

Signal, welches vom Gleitschutzsystem gebildet und als Näherungswert für die Zuggeschwindigkeit genutzt und zum Vergleich mit der momentanen Radsatzgeschwindigkeit als Teil des Steueralgorithmus verwendet wird

3.21

regeneratives Bremsen

Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie mit anschließender Rückspeisung in das Fahrleitungsnetz

3.22

rheostatisches Bremsen

Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie mit anschließender Speisung eines Bremswiderstandes

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten folgende Symbole und Abkürzungen:

HLL	Hauptluftleitung
SBS	Schnellbremsschleife
WB	Wirbelstrombremse
EP	Elektropneumatische Bremse
HBL	Hauptluftbehälterleitung
GS	Gleitschutz
H	Hydrodynamische Bremse
MMI	Mensch-Maschine-Schnittstelle (en: man-machine interface)
s_B	Bremsweg

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa} = 10^{-1} \text{ MPa}$$

5 Gestaltungsgrundsätze

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Sicherheit

Bremssysteme müssen den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

- a) das Bremsvermögen nach Abschnitt 6;
- b) Gestaltungsgrundlagen, die nachfolgend genannt werden;
- c) Gestaltungsgrundlagen, die in anderen Normen zu Bremssystemen aufgeführt sind;
- d) Anforderungen für den Betreiber hinsichtlich der sachgerechten Bedienung und Wartung des Bremssystems im Betrieb;
- e) Einhaltung der geforderten Grenzwerte, um die Einwirkungen auf das Gleis nach 5.1.9 und 5.5 zu reduzieren.

In der Designphase des Systems müssen die nachfolgenden Gefährdungen berücksichtigt und so weit wie möglich eingeschränkt werden. Mindestens die folgenden Gefährdungen müssen berücksichtigt werden:

- f) die erzeugte Bremskraft ist größer als die angeforderte Bremskraft im Hinblick auf:

- 1) Auswirkung auf stehende Fahrgäste;

ANMERKUNG Bislang sind keine Grenzwerte zum Schutz von stehenden Fahrgästen festgelegt; es wird auf die Angaben der TSI zur Längskraft von entsprechend $2,5 \text{ m/s}^2$ verwiesen.

- 2) ausgeprägten Ruck;
- 3) signifikante Schädigung der Radlaufflächen;

- g) die erzeugte Bremskraft ist geringer als die angeforderte Bremskraft im Hinblick auf:
 - 1) Fortbestand der Antriebskraft im gesamten Zug bei anstehendem Schnellbremsbefehl;
 - 2) Leistung der Schnellbremsung wird nicht erreicht;
 - 3) Parkbremse, die nicht die erforderliche Leistung erreicht;
 - 4) nicht ausreichende Haltebremskraft für die Bremsprobe;
- h) es wird keine Bremskraft entwickelt, obwohl ein Bremsbefehl ausgegeben wurde:
 - 1) wenn die angeforderte Schnellbremsung zugweit nicht wirksam wird;
 - 2) wenn die selbsttätige (Schnell-)Bremsung bei einer unbeabsichtigten Zugtrennung (Zugintegrität nicht vorhanden) nicht ausgelöst wird;
 - 3) wenn die Parkbremskraft nicht dauerhaft aufrechterhalten werden kann;
- i) die Bremse legt an, obwohl kein Bremsbefehl ausgegeben wurde:
 - 1) bei unbeabsichtigter, lokaler Bremsbetätigung;
 - 2) bei nicht erkanntem, blockiertem Radsatz;
- j) Bremssystemfehler, die zu Todesfällen oder zu Verletzungen für das Zugpersonal oder zu Schäden an den Fahrzeugen oder der Infrastruktur, z. B. durch Entgleisung führen können.

Die Gefährdungen dieser Liste müssen in Übereinstimmung mit EN 50126-1 bewertet werden.

Als Schlussfolgerung aus den aufgeführten Gefährdungen muss die Schnellbremsung einen hohen Sicherheitsgrad besitzen und immer verfügbar sein, wenn das Bremssystem betriebsbereit ist. Die Betriebsbremsung hingegen braucht, auch wenn sie auf die gleichen Subsysteme und Bauteile, usw. zugreift wie die Schnellbremsung, nicht den gleichen Grad an Sicherheit zu erreichen. Gleichwohl muss die Betriebsbremsung in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Anforderungen gestaltet werden:

- k) Die Betriebsbremsung muss im gesamten Zug wirksam werden, wenn sie angefordert wird;
- l) im Falle des Verlusts des Betriebsbremsvermögens und
 - 1) wenn der Triebfahrzeugführer diesen bemerkt, so muss dieser die Möglichkeit haben, unverzüglich eine Schnellbremsung mittels desselben Bedienelements wie für die Betriebsbremsung einleiten zu können;
 - 2) wenn der Triebfahrzeugführer diesen nicht bemerkt, so muss das Zugsicherungssystem letztlich eine Schnellbremsauslösung bewirken können;
- m) Veranlassung einer Traktionssperre im gesamten Zug bei bestehender Betriebsbremsanforderung;
- n) Bereitstellung einer Bremskraftstufe in der geforderten Höhe.

Hochgeschwindigkeitszüge verfügen über eine ständige Geschwindigkeitskontrolle, die je nach Geschwindigkeitsband verschiedene Verzögerungsniveaus vorgibt. Das für die abzudeckenden Hochgeschwindigkeitsstrecken mindestens erforderliche Bremsvermögen wird in Abschnitt 6 angegeben. Der Nachweis darüber und über die Sicherheit des Bremssystems muss vollständig wie in EN 15734-2 angegeben erbracht werden.

Der anerkannte Maßstab für das Sicherheitsniveau eines Bremssystems ist die UIC -Architektur wie in EN 14198 beschrieben. Es ist durch folgende Merkmale charakterisiert:

- o) ein durchgehendes, selbsttätiges und unerschöpfbares Bremssystem;
- p) mit Druckluft und deren günstigen Merkmalen als Arbeitsmedium betrieben;
- q) eine „aufgeladene“ Bremsleitung (in der Bremsstellung „Lösen“ mit Druckluft beaufschlagt);
- r) dezentralen Bremskraftaktoren, die die Bremskraft entwickeln;
- s) bewährte Bauteile.

Die verwendeten Bauteile müssen während ihrer gesamten Betriebsdauer den spezifizierten üblichen oder grenzwertigen Beanspruchungen standhalten. Durch geeignete Mittel ist sicherzustellen, dass sich die Sicherheitsauswirkungen eines unvorhergesehenen Versagens, wie in der vorliegenden Norm beschrieben, in Grenzen halten.

Einzelfehler dürfen keine relevanten Fehlfunktionen hinsichtlich der Schnellbremsbetätigung nach sich ziehen. Dies bedeutet:

- t) zugweite Funktionen (nach EN 14198) sind low-aktiv auszuführen;
- u) zugweite Funktionen müssen eine Redundanz oder eine Backup-Funktion für alle elektrischen Befehlswege der Schnellbremsauslösung aufweisen;
- v) die Bedienoberfläche muss mindestens zwei getrennte Wege zur Anforderung einer Schnellbremsung aufweisen;
- w) Fehlfunktionen auf Fahrzeugebene (sinngemäß wie in EN 14198 angegeben) sind tolerierbar, solange der Verlust einer lokalen Funktion durch das Vorhandensein einer ausreichenden Vielfachheit (von Einheiten) im Zug auf ein akzeptables Maß begrenzt wird.

Als Maß für entsprechende Abnahmekriterien gelten die reduzierten Verzögerungen, wie sie unter den „ungünstigen Bedingungen“ nach Fall „B“ der TSI sowie in Abschnitt 6 des vorliegenden Dokuments festgelegt sind. Eine weitere Verminderung des Verzögerungsniveaus ist nur akzeptabel, wenn die Eintretenswahrscheinlichkeit ausreichend gering ist. Es muss mindestens eine qualitative Betrachtung durchgeführt werden.

Die einwandfreie Funktionalität des Bremssystems wird ebenfalls von der Gestaltung von Verrohrung und Bauteilen nach 5.4.4 beeinflusst.

5.1.2 Brandschutz

Das Bremssystem muss gegen die Auswirkungen von Feuer und giftigen Dämpfen geschützt sein. Dies muss durch die Auswahl geeigneter Werkstoffe sowie durch eine geeignete Systemarchitektur und Einbaukonstruktion sichergestellt werden.

Das Bremssystem muss mit den Brandschutzbestimmungen für Eisenbahnfahrzeuge nach CEN/TS 45545-1 bis CEN/TS 45545-7 oder nach TSI HGV RST übereinstimmen. Ein Brand in einem Zug darf die Bremsen nicht selbsttätig innerhalb der folgenden Zeiten zum Anlegen bringen:

- a) Kommt es infolge eines Feuers in einem technischen Abteil oder einem Schrank, in dem sich eine elektrische Versorgungsleitung und/oder ein Fahrstromkreis befindet, unabhängig davon, ob dieser abgedichtet ist oder nicht, oder in einem technischen Bereich der Verbrennungsmotorenanlage zu einem Systemversagen, dürfen die Bremsen nicht selbsttätig anlegen, um den Zug zum Halten zu bringen.

- b) Die Zeitvorgabe zur Fortsetzung der Zugfahrt, nachdem ein Feuer entdeckt wurde, beträgt:
- 1) 4 min für Züge der Kategorie A nach TSI SRT;
 - 2) 15 min für Züge der Kategorie B nach TSI SRT.
- c) Um die Entstehung eines Feuers zu verhindern, müssen schwer entflammbare Werkstoffe eingesetzt werden und die elektrischen Anlagen nach den zutreffenden Europäischen Normen ausgeführt sein.

5.1.3 Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft

Zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2008/57/EG sowie der Anforderungen der TSI in Bezug auf Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft müssen die Anforderungen von 5.13 und 5.17 angewendet werden.

5.1.4 Umgebungsbedingungen

Die Fahrzeuge und die an Bord installierte Ausrüstung müssen unter den in EN 50125-1:1999 beschriebenen Bedingungen einsatzbereit sein. Sie müssen in den Klimazonen, für die sie vorgesehen sind und in denen sie zum Einsatz kommen, einwandfrei arbeiten.

ANMERKUNG Für bestimmte Strecken können die Infrastrukturbetreiber und/oder die Aufsichtsbehörden besondere Anforderungen festlegen, z. B. für die skandinavischen Länder.

5.1.5 Zugkonfiguration

Züge des interoperablen Hochgeschwindigkeitsverkehrs können ausgeführt werden als:

- Triebwagenzüge mit über beliebige Zwischenwagen verteilten Antrieben oder triebkopfgeführte Züge (mindestens einer) mit antriebslosen Zwischenwagen;
- betrieblich nicht trennbare Teilzüge aus Einzelwagen oder Gliederzüge;
- Züge mit oder ohne Neigetechnik;
- ein- oder doppelstöckige Züge.

Bauartgleiche Züge dürfen zu Zugverbänden gekuppelt werden; dabei müssen sie sich bremstechnisch genauso verhalten wie als einzelne Einheiten.

Wenn nichts anderes hierzu gefordert wird, müssen Funktionsumfang und Bremsvermögen des Bremssystems erhalten bleiben, wenn sie zu einer maximalen Zuglänge von 400 m zusammengestellt werden.

5.1.6 Höchstgeschwindigkeit und Streckenparameter

Die in der vorliegenden Norm festgelegten Anforderungen für das Bremssystem gelten für die von den Zügen einzuhaltenden Bremsverzögerungen im Bereich der maximalen Geschwindigkeit von bis zu 350 km/h auf speziell für den Hochgeschwindigkeitsverkehr gebauten Strecken und legt abgestufte Werte in vier Geschwindigkeitsbereichen fest (siehe Abschnitt 6).

Im Falle, dass Fahrzeuge für höhere Geschwindigkeiten ausgelegt werden, müssen die bremstechnischen Anforderungen als Ergebnis einer Abstimmung zwischen Betreiber und den jeweiligen Transportbehörden festgelegt werden.¹

Zum transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsnetz gehören auch Strecken, die speziell für den Hochgeschwindigkeitsverkehr ausgebaut wurden sowie Strecken, die speziell für diesen ausgebaut, jedoch aufgrund der Topografie, der Streckenführung, der signaltechnischen Ausrüstung, usw. einer Betriebsführung unterliegen, die nach wie vor durch nationale Regelwerke spezifiziert wird. Diese Streckenanforderungen müssen für die Züge festgelegt sein, die für diese Streckenanforderungen ausgelegt sind und auf denen diese verkehren werden.

5.1.7 Kuppelbarkeit

Hochgeschwindigkeitszüge des interoperablen europäischen Verkehrs müssen

- a) automatisch kuppelbar sein und dazu mit einer Kupplung an jedem Ende der Einheit nach der TSI HGV ausgerüstet sein:
 - 1) wenn artreine Züge gekuppelt werden, müssen neben der mechanischen Verbindung auch die pneumatischen, elektrischen und elektronischen oder andere Funktionen, die für die Steuerung erforderlich sind, automatisch verbunden werden;
 - 2) wenn Züge verschiedener Bauarten miteinander gekuppelt werden, muss neben der mechanischen Verbindung auch eine Kupplung des Bremssystems erfolgen, so dass eine liegengebliebene Triebzugeinheit durch eine andere interoperable Triebzugeinheit mit hinreichendem Funktionsumfang der pneumatischen Bremse im gesamten Zugverband ohne Kupplungsadapter abgeschleppt werden kann. Betriebliche Einschränkungen können erfolgen, wenn ausschließlich mit der pneumatischen Bremse gefahren werden kann;
- b) für Bergungszwecke muss die Kuppelbarkeit mit einem konventionellen Triebfahrzeug mit UIC -Zughaken nach EN 15566 mit Hilfe einer speziellen Hilfskupplung nach EN 15020 sichergestellt sein. Die Hilfskupplung muss kompatibel zu den pneumatischen Leitungen nach UIC 648 sein.

Ein abgeschleppter Zug muss aufgrund eines Bremsbefehls über die Hauptluftleitung (nach EN 14198) eine zur Druckabsenkung proportionale Bremskraft aufbauen. Dies muss auch funktionieren, wenn der abgeschleppte Zug, der mit der UIC-Bremse ausgerüstet ist, elektrisch abgerüstet ist und keine Spannung vom abschleppenden Fahrzeug aus eingespeist wird. Züge mit unkonventionellen Bremsen, welche über keine UIC-gerechte Hauptluftleitung verfügen, müssen sich so verhalten, als ob sie über diese verfügen würden.

Im Abschleppbetrieb wird nach EN 15020 eine Mindestgeschwindigkeit von 100 km/h empfohlen.

ANMERKUNG Die Art der Angabe des Bremsvermögens eines abzuschleppenden Zuges wird den nationalen Eisenbahnbetreibern überlassen. Die für Schleppfahrten geltenden Einschränkungen oder Bedingungen werden deutlich im Bedienhandbuch auf dem Fahrzeug angegeben.

Wenn kein besonderes Verfahren zur Ermittlung des Bremsvermögens festgelegt ist, werden die Bremsgewichtshundertstel in Übereinstimmung mit UIC 544-1 ermittelt.

1 Unter Transportbehörde sind hier die ERA (European Railway Agency) oder die nationalen Bevollmächtigten zu verstehen.

5.1.8 Gleislängskräfte

Die maximale vom Bremssystem auf das Gleis ausgeübte Längskraft muss stets unter der Kraft liegen, die durch eine Beschleunigung oder Verzögerung mit $2,5 \text{ m/s}^2$ entstehen würde.

5.1.9 Elektromagnetische Verträglichkeit

Das Bremssystem muss die Anforderungen nach EN 50121-3 (alle Unterteile) in Bezug auf die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) erfüllen.

Eine CE-Kennzeichnung ist nicht erforderlich.

5.1.10 Betrieb in sehr langen Tunneln

Die Auslegung des Bremssystems muss die besonderen Sicherheitsbedingungen in sehr langen Tunneln berücksichtigen.

5.2 Einsetzbare Bremsen

5.2.1 Grundsätzliche Architektur für HGV-Bremsen

Hochgeschwindigkeitszüge des interoperablen europäischen Verkehrs müssen mit verschleißfreien Bremsen ausgerüstet werden, und diese Bremsen sollten in der Bremskonzeption eine herausragende Rolle spielen. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz einer ausreichend dimensionierten elektrodynamischen Bremse erreicht werden.

Unter dem Aspekt der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Bremssystems wird eine Systemarchitektur auf der Grundlage von EN 14198 als geeignet angesehen. Diese stellt ebenso den Maßstab für alternative Bremssysteme dar, wenn diese für Schnellbremsungen eingesetzt werden.

5.2.2 Dynamische Bremsen

Einsetzbare dynamische Bremsen sind:

- a) die elektrodynamische Bremse, d. h. durch den generatorischen Betrieb der Antriebsmotoren, gekennzeichnet durch:
 - 1) den Aufbau einer Verzögerungskraft über den Rad-/Schiene-Kontakt;
 - 2) die Rückspeisung der erzeugten Bremsenergie in die Fahrleitung;
 - 3) alternativ, und nur wenn die elektrodynamische Bremse auch fahrleitungsunabhängig betrieben werden kann, muss die Bremsenergie in entsprechend dimensionierten Bremswiderständen in Wärme umgesetzt werden;

ANMERKUNG 1 Das bevorzugte Verfahren, um die Bremsenergie einer elektrodynamischen Bremse umzusetzen, ist die Rückspeisung der Bremsenergie in die Fahrleitung.

ANMERKUNG 2 Ein Mitgliedsstaat kann eine Ausnahme von dieser Einschränkung erlauben.

- 4) ein Blending zwischen regenerativer und rheostatischer Betriebsart darf vorgesehen werden, wenn dieses hinsichtlich der Betriebsbereitschaft abgesichert werden kann, insbesondere dann, wenn es für Schnellbremsungen genutzt wird;
- 5) andere dynamische Bremsen, welche den Haftwert Rad/Schiene beanspruchen.

- b) Die (lineare) Wirbelstrombremse wird gekennzeichnet durch ein berührungsfreies Einleiten von elektromagnetischen Kräften an der Schnittstelle zwischen Schiene und Bremsmagneten.

5.2.3 Reibungsbremse

Einsetzbare Reibungsbremzen sind:

- Scheibenbremsen, ausgeführt mit Rad- oder Wellenbremsscheibe, oder auf einer Bremswelle;
- Klotzbremsen, wenn verwendet, muss die Energieeinleitung in das Rad angemessen begrenzt werden;
- gegebenenfalls andere Bremsbauarten, wie z. B. Trommelbremsen.

5.2.4 Magnetschienenbremsen

Zur Darstellung ausreichend kurzer Bremswege in bestimmten herkömmlich signalisierten Strecken nationaler Infrastrukturen (bei einer limitierten Haftwertausnutzung durch den Rad/Schiene-Kontakt) dürfen die Züge des interoperablen Hochgeschwindigkeitsverkehrs zusätzlich mit Magnetschienenbremsen ausgerüstet sein. Diese werden lediglich für Schnellbremsungen (TSI: unterhalb 280 km/h) eingesetzt oder separat durch den Triebfahrzeugführer aktiviert. Es ist gestattet, den Beitrag der vom Haftwert Rad/Schiene unabhängigen Magnetschienenbremse für Schnellbremsungen auf allen Strecken als Mittel zur Einhaltung des vorgesehenen Bremsvermögens anzurechnen. Wenn Magnetschienenbremsen eingesetzt werden, müssen diese:

- elektromagnetisch aus dem Batterienetz erregte Magnetschienenbremsen sein, die im „Gelöst“-Zustand in der Hochlage profilfrei im Drehgestellrahmen gehalten werden, oder
- permanentmagnetisch erregte Magnetschienenbremsen sein, die im „Gelöst“-Zustand in der Hochlage profilfrei im Drehgestellrahmen gehalten werden. Dieser Typ ist auch geeignet, die Parkbremsfunktion zu erfüllen, sofern eine hinreichende Bremskrafterzeugung in Übereinstimmung mit 5.11 nachgewiesen werden kann.

5.2.5 Unkonventionelle Bremsen

Unkonventionelle Bremsen (z. B. elektromechanische, hydro-dynamische) dürfen eingesetzt werden, sofern Funktionalität und Leistungsumfang vergleichbar zu den in diesem Dokument beschriebenen konventionellen Bremsen sind.

5.3 Generatorische Bremse

5.3.1 Allgemeines

Elektrisch angetriebene interoperable HGV-Züge werden aus Wechselspannungsnetzen mit 15 kV (16,7 Hz) oder 25 kV (50 Hz)² versorgt, in bestimmten Fällen auch mit 3 kV Gleichstrom. Diese Netze sind im Allgemeinen oder unter bestimmten Bedingungen in der Lage, die im Bremsbetrieb erzeugte elektrische Energie über den Fahrdrabt aufzunehmen, zu verteilen und anderen elektrischen Traktionsmitteln wieder zur Verfügung zu stellen. Die Aufnahmefähigkeit liegt im Allgemeinen in der Größenordnung der abgegebenen Traktionsleistung.

Die Züge des interoperablen Hochgeschwindigkeitsverkehrs müssen die beim Bremsen nach dem Bremskraft-Geschwindigkeitsdiagramm erzeugte elektrische Energie in die Fahrleitung zurückspeisen.

² Nominalwerte.