

DIN EN 16185-1

ICS 45.040

Einsprüche bis 2011-01-22

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Bremsysteme für Triebzüge –
Teil 1: Anforderungen und Definitionen;
Deutsche Fassung prEN 16185-1:2010**

Railway applications –
Braking systems of multiple unit trains –
Part 1: Requirements and definitions;
German version prEN 16185-1:2010

Applications ferroviaires –
Systèmes de freinage pour trains automoteurs –
Partie 1: Exigences et définitions;
Version allemande prEN 16185-1:2010

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-11-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN (Hausanschrift: Panoramaweg 1, 34131 Kassel).

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

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16185-1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist NA 087-00-03 AA „Bremse“ im Normenausschuss „Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)“.

Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen

Applications ferroviaires — Systèmes de freinage pour trains automoteurs — Partie 1: Exigences et définitions

Railway applications — Braking systems of multiple unit trains — Part 1: Requirements and definitions

ICS:

Deskriptoren

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen.....	8
5 Gestaltungsgrundsätze	9
5.1 Allgemeine Anforderungen	9
5.1.1 Sicherheit	9
5.1.2 Brandschutz.....	11
5.1.3 Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	12
5.1.4 Umgebungsbedingungen	12
5.1.5 Zugkonfigurationen.....	12
5.1.6 Höchstgeschwindigkeit und Streckenparameter.....	12
5.1.7 Kuppelbarkeit.....	13
5.1.8 Gleislängskräfte.....	13
5.1.9 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	13
5.1.10 Betrieb in sehr langen Tunneln.....	13
5.2 Einsetzbare Bremsen.....	14
5.2.1 Grundsätzliche Architektur für Triebzugbremsen	14
5.2.2 Dynamische Bremse	14
5.2.3 Reibungsbremse	14
5.2.4 Magnetschienenbremse	15
5.2.5 Unkonventionelle Bremsen	15
5.3 Dynamische Bremsen	15
5.3.1 Elektrodynamische Bremsen	15
5.3.2 Ansteuerung der elektrodynamischen Bremse	16
5.3.3 Bremswiderstände	16
5.3.4 Hydrodynamische Bremsen.....	17
5.4 Reibungsbremsen	17
5.4.1 Allgemeines	17
5.4.2 Steuerbefehl.....	18
5.4.3 Bremsausrüstung.....	21
5.4.4 Dichtheit	22
5.4.5 Bremsmechanik/ Drehgestellausrüstung	22
5.5 Lineare Wirbelstrombremse.....	24
5.6 Magnetschienenbremse	24
5.7 Unkonventionelle Bremsen	24
5.8 Schnellbremskonzept	24
5.8.1 Allgemeine Architektur	24
5.8.2 Bremsauslösung	26
5.8.3 Signalsammlung / Signalverteilung.....	28
5.9 Betriebsbremskonzept.....	29
5.9.1 Bremsmanagement - Blending	29
5.9.2 Bremsauslösung	30
5.9.3 Signalverarbeitung	31
5.9.4 AFB-Betrieb (optional)	32
5.9.5 Kombiniertes Bremsen über zwei Bedienhebel	32
5.9.6 Ruck / Übergänge	32
5.9.7 Kuppeln / Entkuppeln	33
5.10 Gleitschutz	33
5.10.1 Allgemeines	33
5.10.2 Gleitschutzanlage.....	33

5.11	Bremsfunktionen zur Stillstandssicherung.....	34
5.11.1	Allgemeines	34
5.11.2	Haltebremse.....	35
5.11.3	Festhaltebremse.....	35
5.11.4	Park- oder Feststellbremse	35
5.12	Anordnung der Bedien- und Anzeigeeinrichtungen	36
5.12.1	Führerraum	36
5.12.2	Weitere Bedienelemente außerhalb des Führerraumes.....	38
5.13	Fehleroffenbarung und Diagnosetechnik.....	39
5.13.1	Bremsanzeigeeinrichtungen	39
5.13.2	Diagnosesystem.....	40
5.14	Bremsprobe durch den Triebfahrzeugführer	42
5.14.1	Allgemeines	42
5.14.2	Vereinfachte Bremsprobe	42
5.14.3	Volle Bremsprobe	43
5.14.4	Durchführung der Bremsproben	44
5.15	Energieversorgung	44
5.15.1	Druckluftversorgung.....	44
5.15.2	Elektrische Energieversorgung	45
5.16	Verbesserung des Kraftschlusses Rad/Schiene	45
5.17	Instandhaltung	46
6	Bremsvermögen.....	46
6.1	Allgemeines	46
6.2	Schnellbremsung	47
6.2.1	Besonderheiten nationaler Strecken	47
6.3	Betriebsbremsung	47
6.4	Thermische Anforderungen	47
6.5	Kraftschlussbegrenzung	48
Anhang A (normativ)	Kategorien des Bremsvermögens	49
Anhang B (informativ)	Erklärungen zum „proven design“ (bewährte Lösung).....	52
Anhang C (informativ)	Fahrgastnotbremssystem	53
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG	54

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16185-1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Bahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Diese Europäische Normenreihe 16185 „*Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge*“ besteht aus:

- *Teil 1: Anforderungen und Definitionen;*
- *Part 2: Prüfverfahren.*

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Prüfverfahren und Zulassungsbedingungen eines Bremssystems für den Einsatz in selbstangetriebenen Verbrennungsmotoren- oder elektrischen Triebzügen fest, welche auf Strecken des konventionellen Eisenbahnnetzes betrieben werden.

Diese Norm gilt für:

- alle neuen Fahrzeugbauarten von selbstangetriebenen Verbrennungsmotoren- oder elektrischen Triebzügen, im Folgenden vereinfachend Triebzüge genannt;
- alle größeren Grundüberholungen der o.g. Fahrzeuge, wenn diese Neukonstruktionen oder umfassende Änderungen der Bremsanlage des betreffenden Fahrzeuges mit einschließt.

Diese Norm gilt nicht für:

- lokbespannte Züge, welche in der EN 14198 beschrieben sind;
- Fahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs, welche in der EN 13452 beschrieben sind.

ANMERKUNG 1 Für jeden Triebzug, welcher sowohl nach EN 13452, als auch nach dieser Norm betrieben werden könnte, wird durch die Zulassungsbehörde die anzuwendende Norm für das Bremssystem festgelegt.

ANMERKUNG 2 Dieses Dokument führt eine funktionale Untergliederung in Subsysteme ein. Das Bremssystem ist ein Teil der Funktion: „Beschleunigen, konstante Geschwindigkeit, bremsen und halten.“

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 für die Bremsausrüstung lokbespannter Züge*

EN 14478, *Bahnanwendungen — Bremsen — Oberbegriff*

EN 14535-1, *Bahnanwendungen — Bremsscheiben für Schienenfahrzeuge — Teil 1: Wellenbremsscheiben, aufgespreßt 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 15020, *Bahnanwendungen — Abschleppkupplung — Leistungsanforderungen, spezifische Schnittstellen-geometrie 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 — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

EN 15327-1, *Bahnanwendungen — Fahrgastnotrufsystem — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Schnittstellen für das Fahrgastnotbremssystem*

prEN 15328, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremsbeläge*

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

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

EN 15595, *Bahnanwendungen — Bremse — Gleitschutz*

EN 15611, *Bahnanwendungen — Bremse — Relaisventile*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugmassedefinitionen*

EN 15734-1:2010, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

prEN 16185-2, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge — Teil 2: Prüfverfahren*

prEN 16207, *Bahnanwendungen — Bremse — Anforderungen an die Funktion und Leistungsfähigkeit von elektromagnetischen Schienenbremssystemen für Schienenfahrzeuge*

prEN 45545 Reihe, *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

EN 50121-3, *Bahnanwendungen — Elektromagnetische Verträglichkeit*

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*

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

UIC 557:1998, *Diagnosetechnik in Reisezugwagen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14478 und die folgenden Begriffe.

3.1

aktiver (besetzter) Führerraum

einzigster Führerraum eines Zugverbandes, in welchem die Steuerung von Traktion und Betriebsbremse freigegeben wird. Das ist üblicherweise der vordere Führerraum

3.2

Blending

geregelter Überlagerung von Bremskräften aus verschiedenen Bremskraftherzeugungssystemen

3.3

Sicherheitsschleife

hartverdrahtete, elektrische Schleife zur Ansteuerung der Bremse nachdem „energize to release“- oder auch Ruhestrom-Prinzip

3.4

Bremshundertstel

Maßzahl für das Bremsvermögen nach UIC 544-1

3.5

Steuerkammer A

In EN 14478 im Englischen als „command reservoir“ bezeichnet

3.6

Zusatzbremse

in EN 14478 im Englischen als „straight brake“ bezeichnet. Direkte Bremse, welche nicht für den Einsatz als Zugbremse bestimmt ist

3.7

Sicherheitsfahrschaltung (SIFA)

in EN 14478 im Englischen als „dead man's device“ bezeichnet

3.8

dynamische Bremse

Bremsen, in denen die Bremskraft durch die Bewegung des Fahrzeugs oder seiner funktionalen Bestandteile erzeugt wird, aber nicht durch Reibung

3.9

Parkbremse

auch Feststellbremse genannt

3.10

ep- (Zusatz-) Bremse

elektrisch gesteuertes Zusatzsystem zum lokalen Füllen und Entlüften der Hauptluftleitung

3.11

direkte (ep)-Bremse

durchgehendes Bremssystem, welches durch elektrische Signale direkt die Bremsen anlegt und löst

3.12

Haltebremse

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

3.13

unabhängige Bremseinheit

Anordnung von Geräten, welche eine unabhängige Einheit bilden, dessen Funktion das Erzeugen einer Verzögerungskraft auf einem Fahrzeug oder einem Teil eines Fahrzeugs ist. Eingangsgröße ist die Steuersignalausgabe der zugewiesenen Bremssteuerung

3.14

lokale Steuereinheit

Steuereinheit, welche nur auf Fahrzeugebene wirkt oder im Untersystem

3.15

Überladung

Befüllen der Hauptluftleitung über den nominalen Lösedruck (Regelbetriebsdruck) hinaus

3.16

Fahrgastnotbremssignal

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

3.17

Vorsteuerdruckkreis

pneumatischer Kreis, welcher mittels kleiner Bauteile einen begrenzten Volumenstrom regelt und einer nachfolgenden Verstärkung bedarf

3.18

Druckluftbremse

Bremssystem zur Einleitung von Betriebs- und Notbremsungen

3.19

Referenzgeschwindigkeit

Signal, welches vom Gleitschutzsystem gebildet und genutzt wird. Es dient als Näherungswert zur wahren Momentangeschwindigkeit und ist Teil des Gleitschutzalgorithmus

3.20

regeneratives Bremsen (Art des elektro-dynamischen Bremsens)

Umwandlung der Bremsenergie in elektrische Energie und anschließende Rückspeisung in das Fahrleitungsnetz

3.21

rheostatisches Bremsen (Art des elektro-dynamischen Bremsens)

Umwandlung von Bremsenergie in elektrische Energie mit anschließender Speisung eines Bremswiderstandes

4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten folgende Symbole, Einheiten und Abkürzungen:

HLL Hauptluftleitung

SBSSchnellbremsschleife

WB Lineare Wirbelstrombremse

CCS Control, Command and Signalling

HBL Hauptluftbehälterleitung

GS Gleitschutz

H	Hydrodynamische Bremse
MMI	Mensch-Maschine Schnittstelle
AFB	Automatische Fahr- und Bremssteuerung
Sifa	Sicherheitsfahrschaltung
λ	Bremshundertstel
s_B	Brems- oder Anhalteweg
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
IM	Infrastruktur Manager
$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa} = 10^{-1} \text{ MPa}$	

5 Gestaltungsgrundsätze

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Sicherheit

Die Gestaltung, Konstruktion oder Fertigung, Instandhaltung und Überwachung sicherheitsrelevanter Bauteile, insbesondere derjenigen, welche unter dem Einfluss der Fahrzeugbewegung stehen, müssen derart erfolgen, dass die Sicherheit in dem Maße erhalten wird, wie es in den Zielvorgaben des jeweiligen Netzes zugrunde gelegt wird.

Die Bremsverfahren und Kräfte müssen mit der Konzeption des Oberbaus, der Kunstbauten und der Signalanlagen vereinbar sein. Die Einhaltung der Anforderungen muss durch folgende Merkmale erfüllt werden:

- 1) Das Bremsvermögen nach Abschnitt 6;
- 2) Gestaltungsgrundlagen, die nachfolgend genannt werden;
- 3) Gestaltungsgrundlagen, die in anderen Normen zu Bremssystemen aufgeführt sind;
- 4) sachgerechte Bedienung und Wartung der Bremsen im Betrieb;
- 5) Einhaltung der festgelegten Einwirkungen auf das Gleis nach 5.1.9 und 5.5.

Für die nachfolgenden Gefährdungen sind in der Konstruktionsphase der Züge mindestens Sicherheitsnachweise zu führen in Bezug auf:

- 6) Die erzeugte Bremskraft ist größer als die angeforderte Bremskraft im Hinblick auf:
 - Auswirkung auf stehende Fahrgäste;
- ANMERKUNG Bisher sind keine Grenzwerte zum Schutz von Fahrgästen festgelegt.
- Auswirkung auf die Gleislagekräfte;
 - ausgeprägtem Ruck;
 - signifikante Schädigung der Radlaufflächen;

- 7) Die erzeugte Bremskraft ist geringer als die angeforderte Bremskraft im Hinblick auf:
 - Fortbestand der Antriebskraft im gesamten Zug bei anstehendem Schnellbremsbefehl;
 - Schnellbremskraft, die nicht der Anforderung entspricht;
 - Feststellbremse, die nicht die erforderliche Leistung erreicht;
 - nicht ausreichende Haltebremskraft für die Bremsprobe;
- 8) Es wird keine Bremskraft entwickelt, obwohl ein Bremsbefehl ausgegeben wurde:
 - eine angeforderte Schnellbremsung wird nicht zugweit wirksam;
 - die selbsttätige (Schnell-) Bremsung wird bei einer unbeabsichtigten Zugtrennung (Zugintegrität nicht vorhanden) nicht ausgelöst;
 - die Feststellbremskraft kann nicht dauerhaft aufrecht erhalten werden;
- 9) Die Bremse legt an, obwohl kein Bremsbefehl ausgegeben wurde:
 - bei unbeabsichtigter, lokaler Bremsbetätigung;
 - bei blockiertem Radsatz;
- 10) Bremskomponentenfehler, die zum Tode oder zu Verletzungen des Zugpersonals, zu Schäden am Zug oder der Infrastruktur, z. B. durch Entgleisung, führen können.

Die Gefährdungen dieser Liste müssen Gegenstand einer Sicherheitsbewertung in Übereinstimmung mit EN 50126 sein.

Rückschließend aus den aufgeführten Gefährdungen muss die Schnellbremsung den höchsten Sicherheitsgrad besitzen und immer verfügbar sein. Die Betriebsbremsung hingegen braucht, auch wenn sie auf die gleichen Subsysteme und Bauteile, usw. wie die Schnellbremsung zugreift, nicht den gleichen Grad an Sicherheit wie die Schnellbremsung zu erreichen. Gleichwohl muss die Betriebsbremsung derart gestaltet werden, dass folgende Anforderungen erfüllt werden:

- 11) Die Betriebsbremsung muss im gesamten Zug wirksam werden, wenn sie angefordert wird.
- 12) Im Falle des Verlustes des Betriebsbremsvermögens und
 - wenn der Triebfahrzeugführer diesen bemerkt, muss er die Möglichkeit haben, unverzüglich eine Schnellbremsung mittels desselben Bedienelementes einleiten zu können, wie für die Betriebsbremsung;
 - wenn der Triebfahrzeugführer diesen nicht bemerkt, muss das Zugsicherungssystem (technische Zugbeeinflussung) letztlich eine Schnellbremsauslösung bewirken können;
- 13) Veranlassung einer Traktionssperre im gesamten Zug bei bestehender Betriebsbremsanforderung.
- 14) Bereitstellung einer Bremskraftstufe in der geforderten Höhe.

Die geforderten Bremsleistungsstufen für verschiedene Triebzugkategorien sind in Abschnitt 6 und Anhang A angegeben. Der Nachweis darüber und über die Sicherheit des Bremssystems muss vollständig, wie in prEN 16185-2 angegeben, erbracht werden.

Eine sichere Bremssystem-Architektur ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- 15) ein durchgehendes, selbsttätiges und unerschöpfbares Bremssystem;
- 16) eine Bremsleitung nach dem „energized to release“ (Ruhestrom-) Prinzip;
- 17) dezentralisierte Bremsaktoren, welche Bremskräfte entwickeln unter Nutzung lokal gespeicherter Energie;
- 18) bewährte Bauteile.

Anerkannter Maßstab für das Sicherheitsniveau eines Bremssystems ist die UIC-Architektur, wie in EN 14198 beschrieben.

Wenn andere Systemarchitekturen gewählt werden, sind die Anforderungen 15) bis 18) in entsprechender Weise zu realisieren.

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

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

- 19) Zugweite Funktionen (nach EN 14198) sind nach dem „energised to release“ (Ruhestrom-) Prinzip auszuführen;
- 20) Zugweite Funktionen müssen eine Redundanz oder eine Backup-Funktion für alle elektrischen Befehlswege der Schnellbremsauslösung aufweisen;
- 21) die Bedienoberfläche muss mindestens zwei getrennte Wege zur Befehligung einer Schnellbremsung aufweisen;
- 22) Fehlfunktionen auf Fahrzeugebene (nach EN 14198) sind tolerierbar, solange der Verlust einer lokalen Funktion durch das Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl (von unabhängigen Bremsseinheiten im Zug) auf ein akzeptables Maß begrenzt wird.

Die einwandfreie Funktionalität des Bremssystems wird ebenfalls vom Stand der Technik in 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 sichergestellt werden, sowie durch eine geeignete Systemarchitektur und Einbaukonstruktion.

Das Bremssystem muss mit den Brandschutzbestimmungen für Schienenfahrzeuge nach prEN 45545-1 bis prEN 45545-7 übereinstimmen. Ein Brand in einem Zug darf die Bremsen nicht selbsttätig innerhalb der folgenden Zeiten zum Anlegen bringen:

- 1) Kommt es infolge eines Feuers in einem technischen Abteil oder Schrank unabhängig davon, ob dieser abgedichtet ist, oder in einem technischen Bereich der elektrischen Energieversorgung und/oder der Traktionsanlage oder im Bereich der Verbrennungsmotorenanlage zu einem Systemversagen, dürfen die Bremsen nicht selbsttätig anlegen, um den Zug zum Halten zu bringen.

- 2) Die Zeitvorgabe zur Fortsetzung der Zugfahrt nachdem ein Feuer entdeckt wurde beträgt nach prEN 45545-1 bis prEN 45545-7:
 - 4 Minuten für Züge der Kategorie 2;
 - 15 Minuten für die Züge der Kategorie 3.
- 3) Um der Entstehung eines Feuers vorzubeugen, müssen Werkstoffe mit niedriger Entflammbarkeit verwendet werden und elektrische Installationen den gültigen europäischen Normen entsprechen.

5.1.3 Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit

Um den grundlegenden Vorgaben der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu entsprechen, sind die Anforderungen von 5.13 und 5.17 zu erfüllen.

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, funktionieren.

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

5.1.5 Zugkonfigurationen

Triebzüge können konfiguriert sein als:

- Triebwagenzüge mit über beliebige Zwischenwagen verteilten Antrieben oder triebkopfgeführte Züge (mindestens einer) mit antriebslosen Zwischenwagen;
- betriebliche nicht trennbare Teilzüge aus Einzelwagen oder Gliederzüge;
- Einzelfahrzeuge, auch bekannt als Triebwagen;
- Züge mit oder ohne Neigetechnik;
- ein- oder doppelstöckige Züge.

Triebzüge der gleichen Bremsbauart dürfen zu Zugverbänden gekuppelt werden, dabei müssen sie sich bremstechnisch genauso verhalten, wie als einzelne Einheiten.

Das EVU muss die maximale Zuglänge festlegen, über welche die Funktionalität und die Leistungsmerkmale des Bremssystems erfüllt sein müssen. Wenn hierzu nichts anderes vorgegeben ist, muss ein mindestens 200 m langer Zugverband berücksichtigt werden.

5.1.6 Höchstgeschwindigkeit und Streckenparameter

Die in dieser Norm festgelegten Anforderungen an das Bremssystem ermöglichen eine Höchstgeschwindigkeit von bis zu 200 km/h.

Bei höheren Geschwindigkeiten sind die Anforderungen der EN 15734-1 zu erfüllen.

Das konventionelle Netz beinhaltet Strecken unterschiedlicher Merkmale, gekennzeichnet durch topographische Gegebenheiten, Streckenparameter, signaltechnische Ausrüstung, usw. Das EVU muss die Streckenbedingungen vorgeben, auf welchen die Züge eingesetzt werden.

5.1.7 Kuppelbarkeit

Triebzüge einer Bauart müssen an beiden Enden einer Einheit mit Kupplungen ausgestattet sein, um die pneumatischen, elektrischen und elektronischen Verbindungen zur Sicherstellung der vollen Funktionalität herstellen zu können. Das kann erreicht werden durch:

- 1) eine automatische Kupplung, welche die volle Funktionalität sicherstellt (bevorzugte Variante);
- 2) eine Kombination von automatischer- und konventioneller Kupplung, oder;
- 3) eine komplett konventionelle Kupplung.

Wenn Züge verschiedener Bauarten miteinander gekuppelt werden, muss neben der mechanischen Verbindung auch eine Kupplung der pneumatischen Leitungen 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 nur mit der pneumatischen Bremse gefahren werden kann. Das EVU muss in diesem Fall die Funktions- und Leistungsmerkmale des Bremssystems festlegen.

Für Bergungszwecke muss die Kuppelbarkeit mit einem konventionellen Triebfahrzeug mit UIC-Zughaken mit Hilfe einer speziellen Hilfskupplung nach EN 15020 sichergestellt 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 Zug 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.

Die Bremsleistung im Abschleppbetrieb muss mindestens in Abstimmung mit der minimalen Anforderung für P in Anhang A übereinstimmen.

Die Art der Angaben des Bremsvermögens eines abzuschleppenden Zuges wird den EVU überlassen. Die für Schleppfahrten geltenden Einschränkungen oder Bedingungen müssen deutlich im Bedienhandbuch des Fahrzeuges angegeben werden.

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

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 (EMV)

Das Bremssystem muss die Anforderungen der EN 50121-3 in Bezug auf EMV erfüllen.

Eine CE-Kennung ist nicht erforderlich.

5.1.10 Betrieb in sehr langen Tunneln

Die Bremsbauart muss die spezifischen Sicherheitsanforderungen in sehr langen Tunneln berücksichtigen, wie in der TSI SRT festgelegt.

5.2 Einsetzbare Bremsen

5.2.1 Grundsätzliche Architektur für Triebzugbremsen

In Triebzügen wird den verschleißfreien Bremsen eine vorrangige Rolle zugewiesen. Dies kann erreicht werden durch den Einsatz einer ausreichend dimensionierten dynamischen Bremse.

5.2.2 Dynamische Bremse

Einsetzbare dynamische Bremsen sind:

Die **elektro-dynamische Bremse**, z.B. der Betrieb der Fahrmotoren im Generatorbetrieb

- welche eine Verzögerungskraft über den Rad-/Schiene-Kontakt aufbaut;
- welche vorzugsweise die erzeugte Bremsenergie in die Fahrleitung zurückspeist, was regenerativer Betrieb genannt wird;
- welche eine Verzögerungskraft aufbaut, die die Bremsenergie, unabhängig von der Fahrleitungs-spannungsversorgung, in Bremswiderstände speist, auch Widerstandsbremse genannt;
- deren Verfügbarkeit im Falle eines Blendings zwischen regenerativer und rheostatischer Bremsart gezeigt worden ist, insbesondere dann, wenn es auch für Schnellbremsungen genutzt wird.

Folgende betriebliche Einsätze sind erlaubt:

- nur Anwendung bei Betriebsbremsungen, keine Anwendung bei Not- und Schnellbremsungen;
- Anwendung bei Betriebsbremsungen, Anwendung bei Not- und Schnellbremsungen, aber nicht berücksichtigt im Bremsvermögen;
- Anwendung bei Betriebsbremsungen, Anwendung bei Not- und Schnellbremsungen und berücksichtigt in im Bremsvermögen.

Wenn die regenerative Bremsung im Bremsvermögen berücksichtigt wird, muss das Fehlen der externen Energiezufuhr berücksichtigt werden und infolgedessen zu einer Reduktion des Bremsvermögens führen.

Wenn die rheostatische Bremsung im Bremsvermögen berücksichtigt wird, muss der Widerstand über eine ausreichende thermische Kapazität verfügen, um eine ausreichend verfügbare und sichere Schnellbremsung durchzuführen auch nach häufigen Betriebsbremsanforderungen. Es darf dabei keine Abhängigkeit von der Fahrleitung geben, weder zur Aufnahme noch zur Abgabe von Energie.

Andere dynamische Bremsen, welche den Kraftschluss Rad/Schiene beanspruchen, sind hydraulische Retarder oder jegliche Energierückspeisungssysteme.

Die (lineare) Wirbelstrombremse wird gekennzeichnet durch ein berührungsfreies Einleiten von elektromagnetischen Kräften an der Schnittstelle zwischen Schiene und Bremsmagneten. Diese Bremse findet derzeit keine Verwendung in Triebzügen, sollte aber für zukünftige Anwendungen berücksichtigt werden. Sie kommt derzeit nur in Hochgeschwindigkeitszügen zur Anwendung, für weitere Details siehe daher EN 15734-1:2010, 5.5.

5.2.3 Reibungsbremse

Einsetzbare Reibungsbremsen sind:

- Scheibenbremsen, ausgeführt als Rad- oder Wellenbremsschreiben (gegebenenfalls auf einer Bremswelle);

- Klotzbremsen;
- Gegebenenfalls andere Bremsbauarten, wie z.B. Trommelbremsen.

5.2.4 Magnetschienenbremse

Triebzüge können mit zusätzlichen Magnetschienenbremsen ausgestattet sein, um innerhalb festgelegter Grenzen auf verschiedenen Strecken ausreichend kurze Bremswege zu erzielen. Sie kommen nur bei Schnellbremsungen oder separat durch den Triebfahrzeugführer aktiviert, zum Einsatz. Es ist zulässig, ihren Beitrag im angerechneten Schnellbremsvermögen zu berücksichtigen. Wenn Magnetschienenbremsen genutzt werden, muss sichergestellt sein, dass sie:

- elektromagnetisch aus der Batterie erregt und im gelösten Zustand in der Hochlage im Drehgestellrahmen profilfrei gehalten werden;
- permanentmagnetisch erregt und im gelösten Zustand in der Hochlage im Drehgestellrahmen profilfrei gehalten werden. Dieser Typ der Schienenbremse ist auch geeignet, die Feststellbremsfunktion zu erfüllen, sofern eine hinreichende Bremskrafterzeugung nachgewiesen werden kann in Übereinstimmung mit 5.11;
- im Falle einer (dauerhaften) Tiefaufhängung nur erlaubt sind, wenn dies zwischen dem EVU und dem Netzbetreiber vereinbart ist.

5.2.5 Unkonventionelle Bremsen

Unkonventionelle Bremssysteme (z.B. elektromechanische oder andere Energierückgewinnungssysteme) müssen vergleichbare Funktions- und Leistungsmerkmale aufweisen, wie in dieser Norm beschriebene, konventionelle Bremssysteme.

5.3 Dynamische Bremsen

5.3.1 Elektrodynamische Bremsen

Triebzüge können mit Versorgungsspannungen von 15 kV AC (16,7 Hz) oder 25 kV AC (50 Hz) ¹⁾ oder 3 kV DC oder 1,5 kV DC oder 750 V DC betrieben werden. Die Wechselspannungsnetze sind grundsätzlich aufnahmefähig für die Einspeisung von Bremsenergie, die Gleichspannungsnetze nur in besonderen Fällen. Insofern können auch andere elektrische Verbraucher mit Bremsenergie versorgt werden, wobei die Kapazität grundsätzlich in der gleichen Größenordnung liegt, wie die für die Traktion zur Verfügung stehende.

Triebzüge sollten sich diese Eigenschaften zu Nutze machen und in der Lage sein, die elektrische Energie, welche durch die elektrodynamische Bremsung gewonnen wird, in die Fahrleitung zurückzuspeisen.

Die Fahrleitungsnetze des schienengebundenen Verkehrs sind nicht immer vollständig aufnahmefähig. Dies ist eine erlaubte Betriebsbedingung, welche im Bremssystem zu berücksichtigen ist, um den Vorgaben gerecht zu werden.

Die rheostatische Bremsung ist vor allen anderen Arten von Bremsungen anzuwenden, wenn der regenerative Betrieb nicht verfügbar ist.

Wenn Triebzüge auf Gleichstromstrecken betrieben werden, ist regeneratives Bremsen zulässig, aber optional. Beschränkungen und Bedingungen wie in EN 50163 spezifiziert oder durch den Netzbetreiber festgelegt, müssen berücksichtigt werden.

1) Nennwerte