

DIN EN 16452

ICS 45.040; 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 16452:2015-11**Bahnanwendungen –
Bremse –
Bremsklötze;
Deutsche Fassung EN 16452:2015+A1:2019**

Railway applications –
Braking –
Brake blocks;
German version EN 16452:2015+A1:2019

Applications ferroviaires –
Freinage –
Semelles de frein;
Version allemande EN 16452:2015+A1:2019

Gesamtumfang 159 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16452:2015+A1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Dieses Dokument enthält die Änderung A1, die von CEN am 21. Dezember 2018 angenommen wurde.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken **A1** **A1** angegeben.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16452:2015-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 7.3 „Statischer Reibwert“ wurde geändert;
- b) 7.4.2 „Prüfung mit Dynamometer“ wurde geändert;
- c) 7.5.1 „Allgemeine Vorschriften“ wurde geändert;
- d) 7.4.3 „Bremsprüfung im Zugverband“ wurde geändert;
- e) Anhang A „Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien“ wurde geändert;
- f) Anhang J „Prüfprogramm mit Dynamometer — Allgemeines Prüfprogramm“ wurde geändert;
- g) Anhang M „Fahrversuch zur Darstellung der Bremseigenschaften der Bremsklötze K-LL für Güterwagen bei extremen Winterbedingungen“ wurde geändert;
- h) Anhang Q „Dynamometer-Prüfprogramm — Bestimmung des statischen Reibwerts“ wurde geändert;
- i) Anhang T „Scherung des Bremsklotzes und Biegefähigkeitsprüfungen“ wurde geändert;
- j) Anhang ZA wurde aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 16452: 2015-11

Deutsche Fassung
**Bahnanwendungen —
Bremse —
Bremsklötze**

Railway applications —
Braking —
Brake blocks

Applications ferroviaires —
Freinage —
Semelles de frein

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2015 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 21. Dezember 2018 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, 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
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Allgemeine Anforderungen	12
5.1 Abweichungen von den Anforderungen	12
5.2 Funktionen	12
5.3 Betriebliche Kriterien	12
5.3.1 Leistungsmerkmale des Reibmaterials	12
5.3.2 Betriebsleistung	13
5.3.3 Eigenschaften des Bremsklotzes	13
6 Zulassungsverfahren	14
6.1 Leistungsanforderungen an den Bremsklotz	14
6.1.1 Allgemeines	14
6.1.2 Kategorie A	14
6.1.3 Kategorie B	14
6.1.4 Kategorie C	14
6.2 Prüfanforderungen für die Zulassung	15
6.3 Dynamometer-Spezifikation	17
7 Anforderungen der Kategorie A	17
7.1 Bremsklotzeigenschaften	17
7.1.1 Standardausführung	17
7.1.2 Prüfung der Bremsklotzeigenschaften	17
7.1.3 Mechanische Eigenschaften eines Bremsklotzes im Betrieb	17
7.2 Dynamisches Reibverhalten	18
7.2.1 Allgemeine Anforderungen an das Beurteilungsverfahren	18
7.2.2 Reibwertverhalten im eingeschliffenen und nicht eingeschliffenen Zustand	18
7.2.3 Veränderung des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand für eine Stillstandsbremsung	18
7.2.4 Veränderung des mittleren Reibwerts bei Nässe	18
7.2.5 Abweichung des mittleren Reibwerts bei hoher Anfangstemperatur	19
7.2.6 Abweichung des mittleren Reibwerts nach Simulation einer Anforderung für Talbremsung	19
7.2.7 Momentane Abweichung des Reibwerts während der Simulation einer Bremsanforderung bergab	19
7.2.8 Abweichung der momentanen Reibung für eine Stillstandsbremsung	21
7.3 Statischer Reibwert	21
7.4 Extreme Winterbedingungen (Güterwagen)	22
7.4.1 Allgemeines	22
7.4.2  Prüfung mit Dynamometer	22
7.4.3 Bremsprüfung im Zugverband	23
7.5 Feste Bremse (Bremsstörungstest)	23
7.5.1 Allgemeine Vorschriften	23

7.5.2	Besondere Vorschriften für Güterwagen.....	24
8	Anforderungen der Kategorie B.....	24
8.1	Fahrzeugbremsprüfung	24
8.2	Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaarung).....	25
8.3	Dynamisches Reibverhalten.....	25
8.4	Beurteilung im Betrieb.....	25
9	Anforderungen der Kategorie C.....	26
9.1	Bildung metallischer Einschlüsse.....	26
9.2	Einfluss auf die Funktion des Achsnebenschlusses (Shuntage).....	26
10	Umweltbelange.....	26
10.1	Allgemeines	26
10.2	Lärm	26
10.3	Geruch.....	27
10.4	Rauch, Dämpfe und Funken.....	27
10.5	Recycling und Entsorgung.....	27
11	Kennzeichnung.....	27
Anhang A (normativ) Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien		28
Anhang B (normativ) Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer		30
B.1	Allgemeines	30
B.2	Rotation und Belüftungsbedingungen.....	30
B.3	Aufbauzeit der Bremsanforderung t_s	30
B.4	Einschleifen	30
B.5	Abnutzung.....	30
B.6	Rauheitswert der Lauffläche	31
B.7	Unterbrechung der Prüfungen	31
B.8	Temperaturen.....	31
B.9	Bedingungen bei Nässe.....	31
B.10	Prüfung der Simulation einer Bergabbremung.....	32
B.11	Prüfräder	32
Anhang C (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff (K) (2Bg - 2Bgu) - Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Güterwagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$).....		33
C.1	Programm für Leistungsprüfungen:.....	33
C.2	Programm zur Simulation einer Bremsbeurteilung	37
C.3	Streubereich mittlerer Reibwerte.....	38
C.3.1	Allgemeines	38
C.3.2	Konfiguration 2Bgu	38
C.3.3	Konfiguration 2Bg.....	39
C.3.4	Konfiguration 1Bgu	40
C.4	Streubereich momentaner Reibwerte	42
Anhang D (normativ) Bremsklötze (LL) aus Verbundwerkstoff - Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Güterwagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$).....		43
D.1	Programm für Leistungsprüfungen	43
D.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung.....	47
D.3	Streubereich mittlerer Reibwerte.....	48
D.3.1	Allgemeines	48
D.3.2	Konfiguration 2Bgu	48
D.3.3	Konfiguration 2Bg.....	49
D.4	Streubereich momentaner Reibwerte	50
Anhang E (normativ) Bremsklötze (K) aus Verbundwerkstoff (1Bg) - Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Güterwagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$).....		51

E.1	Programm für Leistungsprüfungen	51
E.2	Streubereich mittlerer Reibwerte	53
E.2.1	Allgemeines	53
E.2.2	Konfiguration 1Bg	54
E.3	Streubereich momentaner Reibwerte	55
Anhang F (normativ) Bremsklötze (L) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der		
	Reibeigenschaften für eine zusätzliche Klotzbremse des Reisezugwagens	56
F.1	Programm für Leistungsprüfungen	56
F.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	58
F.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	59
F.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	60
F.5	Streubereich momentaner Reibwerte	61
Anhang G (normativ) Bremsklötze (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der		
	Reibeigenschaften für Lokomotiven	62
G.1	Programm für Leistungsprüfungen	62
G.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	65
G.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	66
G.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	67
G.5	Streubereich momentaner Reibwerte	68
Anhang H (normativ) Bremsklötze (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der		
	Reibeigenschaften für EMU – DMU	69
H.1	Programm für Leistungsprüfungen	69
H.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	72
H.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	73
H.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	74
H.5	Streubereich momentaner Reibwerte	75
Anhang I (normativ) Bremsklötze (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der		
	Reibeigenschaften für Hochgeschwindigkeitszüge (Triebdrehgestell)	77
I.1	Programm für Leistungsprüfungen	77
I.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	80
I.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	82
I.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	83
I.5	Streubereich momentaner Reibwerte	84
Anhang J (A1) normativ (A1) Prüfprogramm mit Dynamometer – Allgemeines Prüfprogramm		
J.1	Allgemeines	85
J.2	Allgemeines Prüfprogramm	85
J.3	Definitionen	88
J.4	A1 Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen	88
J.5	A1 Beurteilungsgrundlage und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung	90
Anhang K (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer zur Ermittlung der Bildung		
	metallischer Einschlüsse am Bremsklotz	91
K.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL	91
K.2	Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklötzen des Typs K	92
K.3	Prüfprogramm für EMU – DMU mit Bremsklötzen des Typs K	94
K.4	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklötzen des Typs K	96
Anhang L (normativ) Dynamometer Prüfprogramm zur Darstellung von Bremseigenschaften		
	bei extremen Winterbedingungen	98
L.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen des Typs K	98
L.2	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen des Typs LL	100
L.3	Besondere Anforderungen zur Durchführung der Prüfprogramme L.1 und L.2	101
L.3.1	Allgemeines	101
L.3.2	Aufbauzeit der Bremsung	101

L.3.3	Unterbrechungen	102
L.3.4	Temperaturen.....	102
L.3.5	Schneebedingungen.....	102
L.3.6	Andere Bedingungen.....	102
L.4	Beurteilungsverfahren und Abnahmekriterien für Prüfprogramme L.1 und L.2	102
L.5	Allgemeines Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Prüfprogramms	103
L.6	Detailliertes Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Prüfprogramms (Beispiel Bremsklotz K)	104
Anhang M (normativ) Fahrversuch zur Darstellung der Bremseigenschaften der Bremsklötze K –LL für Güterwagen bei extremen Winterbedingungen		
M.1	☐A1 Prüfprogramm zur Darstellung der Bremseigenschaften unter extremen Schneebedingungen.....	107
M.2	Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen	109
M.3	Beurteilung der Messdaten und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung	110
Anhang N (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer zur Simulation einer „festen Bremse“		
N.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL	111
N.2	Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklötzen des Typs K.....	112
N.3	Prüfprogramm für EMU – DMU mit Bremsklötzen des Typs K.....	112
N.4	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklötzen des Typs K.....	113
Anhang O (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer für den Nachweis der Kompatibilität mit Gleisstromkreisen		
O.1	Allgemeines	115
O.2	Kurze Beschreibung verwendeter Messverfahren	115
O.3	Schematisches Diagramm der Messanordnung	115
O.4	Ablaufdiagramm zur Durchführung des Prüfprogramms.....	116
O.5	Vorbereitung der Bremsscheibe und der Rollen	117
O.5.1	Schleifen der Bremsscheibe	117
O.5.2	Säuberung und Entfettung der Bremsscheibe und der Rolle	117
O.6	Vorbereitung der Proben der Bremsklötze	117
O.6.1	Entnahme der Proben.....	117
O.6.2	Einschleifen der Proben.....	117
O.7	Kontaminierung der Bremsscheibe.....	118
O.8	Messungen	118
O.9	Bewertung der Ergebnisse	119
Anhang P (informativ) Fahrzeugprüfung zur Darstellung der Kompatibilität mit Gleisstromkreisen.....		
P.1	Allgemeines	122
P.2	Prüfbedingungen	122
P.3	Beurteilung der Ergebnisse:.....	123
P.4	Kriterien für Annahme/Ablehnung:.....	124
Anhang Q (informativ) Dynamometer Prüfprogramm – Bestimmung des statischen Reibwerts.....		
Q.1	☐A1 Allgemeines Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL.....	126
Q.2	☐A1 Besonderes Prüfprogramm für S- und/oder SS-Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL ☐A1	127
Q.3	Prüfprogramm für EMU – DMU und Lokomotive mit Bremsklötzen des Typs K	128
Q.4	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklötzen des Typs K.....	129
Q.5	☐A1 Besondere Anforderungen zur Ausführung der Dynamometer-Prüfprogramme Q.1 bis Q.4 ☐A1	129
Q.5.1	Definition des statischen Reibwerts.....	129
Q.5.2	Aufzuzeichnende Messungen	130
Q.5.3	Weitere Bedingungen	130
Anhang R (informativ) Dynamometer Prüfprogramm – Simulation von Betriebsbedingungen für Güterwagen.....		
		131

R.1	Simulation Güterwagen mit Bremsklotz des Typs K 2Bgu	131
R.1.1	Prüfprogramm	131
R.1.2	Besondere Anforderungen bei der Ausführung des Prüfprogramms	133
R.2	Simulation Güterwagen mit Bremsklotz des Typs LL 2Bgu	134
R.2.1	Prüfprogramm	134
R.2.2	Besondere Anforderungen bei der Ausführung des Prüfprogramms	136
Anhang S (normativ) Austauschbarkeit, Unvertauschbarkeitsmerkmale und kritische Abmessungen		137
Anhang T (normativ) Scherung des Bremsklotzes und Biegefähigkeitsprüfungen		140
T.1	Allgemeines	140
T.2	Scherfestigkeitsprüfung	140
T.2.1	Befestigungsgrundsätze für die Prüfung	140
T.2.2	Prüfverfahren	141
T.3	Biegefestigkeitsprüfung	141
T.3.1	Befestigungsgrundsätze für die Prüfung	141
T.3.2	Prüfverfahren	142
Anhang U (normativ) Beschränkung zulässiger mechanischer Beschädigungen der Bremsklötze ..		143
U.1	Allgemeines	143
U.2	Risse bis zur Rückentrageplatte	143
U.3	Bröckeln von Reibmaterial	144
U.4	Metallische Einschlüsse	144
U.5	Ablösung der Rückentrageplatte	144
U.6	Risse in Richtung des Radumfangs	145
U.7	Ablösung von Reibmaterial	145
U.8	Schnittstelle mit dem Bremsklotzhalter	145
Anhang V (normativ) Beurteilung eines Bremsklotzes im Betrieb		146
V.1	Allgemeines	146
V.2	Güterwagen	146
V.2.1	Einleitung	146
V.2.2	Überwachungssystem	146
V.3	Reisezugwagen	147
V.3.1	Einleitung	147
V.3.2	Überwachungssystem	147
V.4	Lokomotive	147
V.4.1	Einleitung	147
V.4.2	Überwachungssystem	147
V.5	EMU-DMU	148
V.5.1	Einleitung	148
V.5.2	Überwachungssystem	148
V.6	Hochgeschwindigkeitszug	148
V.6.1	Einleitung	148
V.6.2	Überwachungssystem	148
V.7	Beschreibung von zu überwachenden Bereichen und zusätzlichen Messungen	149
V.8	Kriterien für Annahme oder Ablehnung	150
Anhang W (informativ) Ergänzende Definitionen und Abkürzungen		151
Anhang X (informativ) Prüfung der Eigenschaften des Bremsklotzes		153
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2008/57/EG		154
Literaturhinweise		157

Vorwort

Dieses Dokument (EN 16452:2015+A1:2019) 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 September 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2019 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 enthält die Änderung 1, die von CEN am 28. Oktober 2018 angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt **A1** EN 16452:2015 **A1**.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken **A1** **A1** angegeben.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

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

Im Vergleich zur Vorgängerversion wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 7.3 „Statischer Reibwert“ wurde geändert;
- b) 7.4.2 „Prüfung mit Dynamometer“ wurde geändert;
- c) 7.5.1 „Allgemeine Vorschriften“ wurde geändert;
- d) 7.4.3 „Bremsprüfung im Zugverband“ wurde geändert;
- e) Anhang A „Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien“ wurde geändert;
- f) Anhang J „Prüfprogramm mit Dynamometer — Allgemeines Prüfprogramm“ wurde geändert;
- g) Anhang M „Fahrversuch zur Darstellung der Bremseigenschaften der Bremsklötze K-LL für Güterwagen bei extremen Winterbedingungen“ wurde geändert;
- h) Anhang Q „Dynamometer-Prüfprogramm — Bestimmung des statischen Reibwerts“ wurde geändert;
- i) Anhang T „Scherung des Bremsklotzes und Biegefähigkeitsprüfungen“ wurde geändert;
- j) Anhang ZA wurde aktualisiert.

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, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Aus umweltbedingten Gründen (Reduzierung von Rollgeräuschen) behandelt diese Norm keine Anforderungen an Bremsklötze aus Gusseisen, obwohl die Technologie für Bremsklötze aus Gusseisen in Europa noch häufig verwendet wird. Bei neuen Bauarten von Schienenfahrzeugen wurde Gusseisen bereits durch Verbundwerkstoffe ersetzt und seitens der EEC (TSI) und UIC wurden 2004 bedeutende Schritte unternommen, um den Wechsel von Gusseisen zu Verbundwerkstoffen zu beschleunigen.

Nach der Veröffentlichung wird diese Europäische Norm geltende UIC-Anforderungen für die technische Zulassung von Bremsklötzen ersetzen. Die Anforderungen dieser Europäischen Norm beruhen auf dem UIC-Merkblatt, das den Stand der Technik wiedergibt, und dem europäischen Projekt „Euro Rolling Silently“.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält Anforderungen an Auslegung, Abmessungen, Leistung und Prüfung eines Bremsklotzes (auch bekannt als „Bremsklotzsohle“), die auf die Lauffläche als Teil eines Klotzbremssystems wirkt. Diese Norm behandelt keine Anforderungen an Bremsklötze aus Gusseisen.

Diese Europäische Norm ist für Bremsklötze der Reibungsklassen „K“, „L“, oder „LL“ anwendbar, die für den Einbau in Schienenfahrzeuge mit Klotzbremse ausgelegt sind.

Diese Norm enthält die Anforderungen für die Schnittstelle zwischen Bremsklotz und Schienenfahrzeug, die Prüfverfahren zur Bestätigung, dass die grundlegenden Sicherheitsanforderungen und technischen Anforderungen der Austauschbarkeit erfüllt werden, Kontrollverfahren für Werkstoffe zur Sicherstellung der Produktqualität, Funktionssicherheit und Konformität und berücksichtigt gesundheits- und umweltrelevante Bedürfnisse.

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 13452-1, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremssysteme des öffentlichen Nahverkehrs — Teil 1: Anforderungen an das Leistungsvermögen*

EN 13452-2, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremssysteme des öffentlichen Nahverkehrs — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 13715, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Räder — Radprofile*

EN 13979-1:2003+A2:2011, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Vollräder — Technische Zulassungsverfahren — Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder*

EN 14033-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren*

EN 14033-2:2008+A1:2011, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 2: Technische Anforderungen an den Arbeitseinsatz*

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

EN 14478, *Bahnanwendungen — Bremsen — Fachbegriffe*

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

EN 15313, *Bahnanwendungen — Im Betrieb befindliche Radsätze — Instandhaltung der Radsätze im eingebauten oder ausgebauten Zustand*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

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

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

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

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

EN 50126-1, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

EN ISO 4287, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters (ISO 4287)*

EN ISO 4288, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture (ISO 4288)*

UIC 544-1, *Bremse — Bremsleistung*

3 Begriffe

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

3.1 Anwendungsparameter
Anordnungsparameter in Bezug auf die Fahrzeugmasse, die Betriebsgeschwindigkeit, Raddurchmesser, gebremste Masse, Bremsklotzanordnung, Bremsklotzkraft

3.2 Konfiguration Bg
ein Bremsklotz 320 mm je Bremsklotzhalter

Anmerkung 1 zum Begriff: „Bg“ ist von der UIC übernommen und bedeutet „Bremsklotz geteilt“.

3.3 Konfiguration Bgu
zwei Bremsklötze 250 mm je Bremsklotzhalter

Anmerkung 1 zum Begriff: „Bgu“ ist von der UIC übernommen und bedeutet „Bremse geteilt mit unterteilter Sohle“.

3.4 Bremsklotz
feststehender Teil einer Klotzbremse, der geeignet ist, eine Reibkraft zu erzeugen, wenn er in Kontakt mit einer Lauffläche ist

3.5 Bremsklotzkraft
Kraft, mit der der Bremsklotz in Kontakt mit der Lauffläche gebracht wird

3.6 Reibmaterial
abnutzbarer Teil des Bremsklotzes, der auf die Lauffläche wirkt, um die festgelegte Bremsleistung zu erbringen

3.7 Reibwert

3.7.1 mittlerer Reibwert
Reibwert des Reibmaterials, über einen Weg für einen beliebigen Bremszustand

3.7.2 momentaner Reibwert
Reibwert des Reibmaterials zu einem beliebigen Zeitpunkt

3.7.3 statischer Reibwert
Reibwert, der vom Reibmaterial im Stillstand erreicht wird, bevor eine Relativbewegung zwischen den Reibflächen der Bremsklötze und der Lauffläche beginnt

3.8 K-Werkstoff
Reibmaterial mit einem mittleren Reibwert von 0,25 bis 0,30

3.9

L-Werkstoff

Reibmaterial mit einem mittleren Reibwert von 0,15 bis 0,25

3.10

LL-Werkstoff

Reibmaterial mit einem mittleren Reibwert von 0,10 bis 0,15

3.11

EU-D-Schienenfahrzeuge

Schienenfahrzeuge nach den Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG

3.12

metallische Einschlüsse

Beschädigung der Reibfläche des Bremsklotzes während des Normalbetriebs als Ergebnis der Interaktion zwischen Bremsklotz und Reibfläche

3.13

Nicht-EU-D-Schienenfahrzeuge

Schienenfahrzeuge, die nicht den Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG entsprechen

3.14

Rückentragplatte des Bremsklotzes

Element, auf dem das Reibmaterial befestigt ist und das als Kontakt zwischen Bremsklotz und Bremsklotzhalter wirkt

3.15

Gleisstromkreis

Bestandteil bestimmter Signalsysteme, dessen Einsatz zur Sicherstellung eines sicheren Betriebs des Signalsystems von grundlegender Bedeutung ist

3.16

Bremsart

Einteilungsbegriff für Druckluftbremsen nach UIC entsprechend ihrer Wirkung
(G = Güter = langsam wirkend, P = Personen = schnell wirkend)

4 Symbole und Abkürzungen

m	[t]	abzubremsende Masse je Rad (einschließlich der rotierenden Massen)
F_B	[kN]	nominale Anpresskraft je Rad
F_b	[kN]	momentane Anpresskraft je Rad
v	[km/h]	theoretische Anfangsgeschwindigkeit bei Einleitung der Bremsanforderung
v_i	[km/h]	momentane Geschwindigkeit
v_3	[km/h]	Endgeschwindigkeit am Ende der Bremsung
v_m	[km/h]	maximale Betriebsgeschwindigkeit
$\mu_a = \frac{F_{tR}}{F_b}$	[-]	momentaner Reibwert (Bremsklotz): der momentane Reibwert μ_a , angegeben zu jedem Zeitpunkt der Bremsung durch das Verhältnis zwischen der Gesamt-Bremskraft F_{tR} und der Gesamt-Anpresskraft F_b .
$\mu_m = \frac{1}{s_2} \cdot \int_0^{s_2} \mu_a \cdot ds$	[-]	mittlerer Reibwert: der mittlere Reibwert μ_m , integriert über die Zeitspanne ab 95 % der nominalen Anwendungskraft F_B über den Anhalteweg s_2 bis zum Stillstand
θ_0	[°C]	mittlere Anfangstemperatur zu Beginn der Bremsanforderung

s_2	[m]	Anhalteweg vom Zeitpunkt des Erreichens von $F_b = 0,95 \cdot F_B$ bis zum Stillstand
R_z	[μm]	Oberflächenrauheit (maximale Höhe des Profils)
d	[mm]	Raddurchmesser
e	[mm]	Spurkranzdicke
h	[mm]	Spurkranzhöhe
qR	[mm]	Abstandsmaß am Spurkranz
a_1	[mm]	Spurmaß der Räder
P	[-]	Bremsart – P = Bremsstellung „Personenzüge“

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Abweichungen von den Anforderungen

Falls bei einigen Anforderungspunkten dieser Norm bei einer bestimmten Bewertung Abweichungen auftreten, müssen diese dokumentiert und erläutert werden. Die Auswirkung auf die Bewertung des Bremsklotzes hinsichtlich der Abnahmekriterien muss evaluiert und aufgezeichnet werden. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist als wesentlicher Bestandteil der Anforderungen dieser Norm anzusehen, wenn es auf das Bewertungsverfahren des Bremsklotzes angewandt wird.

5.2 Funktionen

Der Bremsklotz ist Teil der Reibungsbremse eines Fahrzeuges. Er muss die angegebene Leistung erbringen, beispielsweise im Hinblick auf den Anhalteweg, und muss dabei die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Erzeugen eines Bremsmomentes;
- Ermöglichen der Umwandlung von kinetischer und potentieller Energie, die an der Verlangsamung des Fahrzeugs/der Fahrzeuge beteiligt sind, welche der Verwendung der Klotzbremse zugeordnet sind, in Wärme durch Reibung mit einer Radlauffläche;
- wirkt als Teil einer Halte- oder Feststellbremse durch Reibkontakt mit einer Lauffläche.

Bei Erfüllung der oben genannten Anforderungen dürfen am Bremsklotz und am Rad keine Beschädigung oder Veränderung, mit Ausnahme von normalem Verschleiß und Abnutzung, auftreten.

Der Bremsklotz muss zusammen mit der Lauffläche als Reibpaar betrachtet werden.

5.3 Betriebliche Kriterien

5.3.1 Leistungsmerkmale des Reibmaterials

Auslegung und Herstellung des Bremsklotzes müssen für alle vorgesehenen Betriebsbedingungen sowie Rettungs- und Bergungsbedingungen eines Fahrzeugs die folgenden Kriterien für die Leistungsmerkmale des Reibmaterials berücksichtigen:

- sämtliche vorgegebenen Anhalte- und Verzögerungsbremswege sowie Stillstandsbremsungen der Fahrzeuge;
- sämtliche vorgegebenen Verzögerungen;
- Anfangsgeschwindigkeit der Bremsung für das in Frage kommende Fahrzeug;
- gebremste Masse, in leerem und beladenem Zustand;
- Größe der umzusetzenden Bremsenergie und deren Umsetzungs- und Verlustrate;
- Bereich der spezifischen Flächenpressung der Reibfläche des Bremsklotzes auf der Lauffläche;

- Form und Zustand der Lauffläche;
- verwendeter Werkstofftyp der Lauffläche;
- Temperatur der Lauffläche;
- Verformung des Rades unter Wärmebelastung;
- Veränderung der Reibeigenschaften in Abhängigkeit von Bremsklotz- und Laufflächenverschleiß;
- Veränderung der Reibeigenschaften in Abhängigkeit vom Bremsklotz und der Lauffläche im Zusammenhang mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen;
- Erkennbarkeit des Zusammenspiels von Bremsklotz, Rad und Schiene.

5.3.2 Betriebsleistung

Die Auslegung und Herstellung des Bremsklotzes müssen für alle vorgesehenen Betriebsbedingungen sowie Rettungs- und Bergungsbedingungen eines Fahrzeugs die folgenden Kriterien für die Betriebsleistung berücksichtigen:

- die Notwendigkeit, die Ablösung von Teilen des Reibmaterials auf der Rückseite des Bremsklotzes während der Nutzungszeit zu verhindern;
- sofern nicht besonders zugelassen, muss das Reibmaterial imstande sein, bis auf eine Reststärke von 10 mm am dünnsten Punkt unter Ausschluss der Rückentrageplatte abgenutzt zu werden, ohne mechanischen Abbau des Reibmaterials oder Kontakt der Rückenplatte mit der Lauffläche;
- die Notwendigkeit, die Austauschbarkeit zwischen Bremsklötzen der gleichen Reibungsmerkmale zu ermöglichen und die Austauschbarkeit zwischen Bremsklötzen unterschiedlicher Reibungsmerkmale zu verhindern;
- die Integrität und Verschleißrate des Reibmaterials der Bremsklötze und der Lauffläche;
- die Notwendigkeit, dauerhafter Verformung der Rückenplatte der Bremsklötze während der Nutzungszeit vorzubeugen;
- die Notwendigkeit, den Umwelt- sowie Gesundheitsanforderungen zu entsprechen.

5.3.3 Eigenschaften des Bremsklotzes

Um den oben genannten Anforderungen zu entsprechen, müssen die Leistungsmerkmale des Bremsklotzes mit Hilfe nachfolgend beschriebener Prüfverfahren ermittelt werden.

In Übereinstimmung mit vorhandenen Erfahrungen werden vorangegangene Abnahmen des Bremsklotzes und die Funktion der Anwendung berücksichtigt. Verpflichtungen zur Prüfung und Abnahmekriterien sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 in 6.2 dargestellt.

Die zu bewertenden Hauptmerkmale sind:

- konstruktive Ausführung des Bremsklotzes;
- momentaner und mittlerer dynamischer Reibwert;
- statischer Reibwert;
- Reibverhalten bei Nässe;
- Neigung zu Metalleinschlüssen;
- Verhalten unter Bedingungen, die eine feste Bremse simulieren, mit einer aufgebrachten Bremskraft;
- Verschleiß des Bremsklotzes und der Lauffläche bei unterschiedlichen Lasten und Bedingungen der Betriebsbremsung;

- Reibverhalten unter strengen Winterbedingungen;
- Einfluss auf Signalsysteme (Achsnebenschlussverhalten);
- Werkstoffeigenschaften des Bremsklotzes.

6 Zulassungsverfahren

6.1 Leistungsanforderungen an den Bremsklotz

6.1.1 Allgemeines

Die folgenden Prüfungen (Kategorien A, B und C) sollten durchgeführt werden und zielen darauf ab, die Eignung des Bremsklotzes für anwendungsspezifische Belastungsstufen nachzuweisen. Diese werden wie folgt bezeichnet:

Sofern dies für bestimmte Anwendungen in Nicht-EU-D-Schienenfahrzeugen wie Metro, Stadtbahn usw. nicht ausdrücklich gefordert wird, ist die Durchführung von Prüfungen der Kategorie A nicht notwendig. In diesem Fall sind Prüfungen nach den Kategorien B und C ausreichend, um die Eignung des Werkstoffs für die Verwendung in der betroffenen Anwendung zu belegen.

6.1.2 Kategorie A

Eine Beurteilung der Leistungsmerkmale des Bremsklotzes in einem definierten Anwendungsbereich. Die in der nachfolgenden Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellten Prüfpläne beinhalten nicht jeden Anwendungstyp. Die Prüfbedingungen dürfen durch Vereinbarung angepasst werden, damit sie sich für die in Frage kommende Anwendung eignen.

Für Anwendungen in Nicht-EU-D-Schienenfahrzeugen müssen Prüfungen, die zur Bestätigung des dynamischen Reibverhaltens durchgeführt werden, den in den Anhängen dargestellten Prüfungen entsprechen, können aber gegebenenfalls an betreffende Anwendung angepasst werden.

6.1.3 Kategorie B

Diese Prüfungen sind kennzeichnend für die betrachtete Anwendung und beinhalten Verhalten und Verschleiß.

Es wird empfohlen, diese Prüfungen auszuführen, um sicherzustellen, dass der Bremsklotzwerkstoff für die betreffende Anwendung geeignet ist. Anhang J liefert eine Anleitung zur Ausführung von Leistungsprüfungen der Bremse mit Dynamometer für eine bestimmte Anwendung sowie die Grundlage für die Beurteilung und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung. Die endgültige Wahl der auszuführenden Prüfungen und die Einzelheiten der betreffenden Prüfung werden auf Grundlage der Anwendungsbedingungen festgelegt.

6.1.4 Kategorie C

Beurteilung der Wirkung des Bremsklotzes auf die Lauffläche sowie des Rad/Schiene-Kontakts.

In Abhängigkeit von der betrachteten Anwendung sollte der Bremsklotz die Anforderungen der nachstehenden Tabelle 1 oder Tabelle 2 „Anforderungen der Kategorie C“ erfüllen.

6.2 Prüfanforderungen für die Zulassung

Siehe Anhang A für einen Überblick zum Prüfprogramm mit Dynamometer.

Tabelle 1 — Prüfanforderungen für die Zulassung von Werkstoffen in Fahrzeugen, die in EU-D-Schienenfahrzeugen betrieben werden

Werkstoff			NEU	VORHANDEN	VORHANDEN
Anwendungsparameter			NEU	NEU	VORHANDEN
Anforderungen	Spezifikation/ Prüfung	Zulassungs- kriterien			
Anforderungen der Kategorie A (EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Standardausführung	7.1.1 und Anhang S	Anhang S	c	c	c
Prüfung der Bremsklotzeigenschaften	7.1.2 und Anhang X	Anhang X	a	b	b
dynamisches Reibverhalten	7.2 und Anhang C bis Anhang I	7.2 und Anhang C bis Anhang I	a	b	b
statisches Reibverhalten	7.3 und Anhang Q	7.3	a	b	b
Winterbedingungen (Güterwagen)	7.4, Anhang L oder Anhang M	7.4 oder Anhang L	a	b	b
Feste Bremse (Bremsstörungstest) Güterwagen	7.5 und Anhang N	7.5	a	b	c
Feste Bremse (Bremsstörungstest) andere Fahrzeuge	7.5 und Anhang N	7.5	c	c	c
Anforderungen der Kategorie B (EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Fahrzeugsbremsprüfung	8.1	—	a	b	b
Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaar)	8.2 und Anhang R	—	c	c	c
dynamisches Reibverhalten	8.3 und Anhang J	—	c	c	c
Beurteilung im Betrieb	8.4	—	a	b	b
Anforderungen der Kategorie C (EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Bildung metallischer Einschlüsse	9.1 und Anhang K	9.1	a	b	b
Einfluss auf Gleisstromkreisbetrieb (Güterwagen und Reisezugwagen)	9.2, Anhang O oder Anhang P	Anhang O oder Anhang P	a	b	b
Einfluss auf Gleisstromkreisbetrieb (andere)	9.2	9.2	c	c	c
a = zwingend erforderlich b = erforderlich, wenn keine vorherigen Prüfergebnisse vorliegen und vertauschbar zur Bestätigung der Leistungsmerkmale c = nur falls gefordert neuer Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld in keiner Anwendung verwendet vorhandener Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld für andere Anwendungen genehmigt neue Anwendungsparameter = ein Anwendungsparameter, in dem das Reibmaterial im Vorfeld noch nicht verwendet wurde vorhandener Anwendungsparameter = ein Anwendungsparameter, in dem das Reibmaterial bereits verwendet wird					

**Tabelle 2 — Prüfanforderungen für die Zulassung von Werkstoffen in Fahrzeugen,
die im nationalen Verkehr betrieben werden**

Werkstoff			NEU	VORHANDEN	VORHANDEN
Anwendungsparameter			NEU	NEU	VORHANDEN
Anforderungen	Spezifikation/ Prüfung	Zulassungs- kriterien			
Anforderungen der Kategorie A (Nicht-EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Standardausführung	7.1.1 und Anhang S	Anhang S	c	c	c
Prüfung der Bremsklotzeigenschaften	7.1.2 und Anhang X	Anhang X	a	b	b
dynamisches Reibverhalten	7.2 und Anhang C bis Anhang I	7.2 und Anhang C bis Anhang I	a	b	b
statisches Reibverhalten	7.3 und Anhang Q	7.3	a	b	b
Winterbedingungen (Güterwagen)	7.4, Anhang L oder Anhang M	7.4 oder Anhang L	c	c	c
Feste Bremse (Bremsstörungstest)	7.5 und Anhang N	7.5	c	c	c
Anforderungen der Kategorie B (Nicht-EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Fahrzeugbremsprüfung	8.1	—	a	b	b
Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaar)	8.2 und Anhang R	—	c	c	c
dynamisches Reibverhalten	8.3 und Anhang J	—	c	c	c
Beurteilung im Betrieb	8.4	—	a	b	b
Anforderungen der Kategorie C (Nicht-EU-D-Schienenfahrzeuge)					
Bildung metallischer Einschlüsse	9.1 und Anhang K	9.1	c	c	c
Einfluss auf Gleis- stromkreisbetrieb	9.2, Anhang O oder Anhang P	Anhang O oder Anhang P	c	c	c
a = zwingend erforderlich b = erforderlich, wenn keine vorherigen Prüfergebnisse vorliegen und vertauschbar zur Bestätigung der Leistungsmerkmale c = nur falls gefordert neuer Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld in keiner Anwendung verwendet vorhandener Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld für andere Anwendungen genehmigt neue Anwendungsparameter = ein Anwendungsparameter, in dem das Reibmaterial im Vorfeld noch nicht verwendet wurde vorhandener Anwendungsparameter = ein Anwendungsparameter, in dem das Reibmaterial bereits verwendet wird					

6.3 Dynamometer-Spezifikation

Das Dynamometer, das zur Ausführung der in den Anhängen dargestellten Prüfungen verwendet wird, sollte zur korrekten Durchführung dieser Prüfungen geeignet sein.

Allgemeine Anforderungen für die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer werden in Anhang B aufgeführt.

ANMERKUNG Vorhandene Dokumente, welche die Anforderungen an Dynamometer für die Prüfung von Reibmaterial für Eisenbahnen zur Zeit des Entstehens dieser Norm festlegen, beinhalten UIC-Dokumente: B126/RP 18, B126/DT 408 und B 169/RP 37, welche als Referenzdokumente verwendet werden könnten.

7 Anforderungen der Kategorie A

7.1 Bremsklotzeigenschaften

7.1.1 Standardausführung

Die in EU-D-Schienenfahrzeugen verwendeten Bremsklötze sollten nach den in Anhang S dargestellten Auslegungsabmessungen und Toleranzen ausgeführt sein.

320 mm lange Bremsklötze werden in Konfiguration Bg und 250 mm lange in Konfiguration Bgu verwendet.

Kriterien für Annahme oder Ablehnung: entsprechend den Abmessungen und Toleranzen.

7.1.2 Prüfung der Bremsklotzeigenschaften

Bremsklötze, die während der Bewertungs- und Abnahmeprüfung verwendet werden, können nach Anhang X typgeprüft werden. Die Ergebnisse dieser Prüfungen können während jeder zukünftigen Prüfung der Eigenschaften von Serienfertigungslosen berücksichtigt werden, um zu bestätigen, dass sich diese Eigenschaften nicht verändert haben.

7.1.3 Mechanische Eigenschaften eines Bremsklotzes im Betrieb

7.1.3.1 Abscherfestigkeit

Um die mechanischen Eigenschaften des Bauteils zwischen Rückentrageplatte und Reibmaterial zu prüfen, wird der Bremsklotz nach T.2 geprüft. Am Ende der Prüfung darf es keine Anzeichen von Abscherung von Reibmaterial an der Rückentrageplatte oder andere sichtbare mechanische Beschädigungen geben.

7.1.3.2 Biegefestigkeit

Das Werkstoffverhalten des Bremsklotzes unter Biegebeanspruchung muss entsprechend T.3 bewertet werden. Am Ende der Prüfung darf der Bremsklotz keine Rissbildung innerhalb des Reibmaterials oder die Rückentrageplatte keinen Bruch aufzeigen. Falls der Bremsklotz eine Nut, wie in T.3 dargestellt, aufweist, ist Rissbildung in dem Bereich zulässig, in dem das Reibmaterial am dünnsten ist und wo die Kerbe auf die Rückentrageplatte trifft.

7.1.3.3 Beschränkung der zulässigen mechanischen Beschädigung

Die zulässigen mechanischen Beschädigungen des Bremsklotzes während der Dynamometerprüfungen (ausgenommen Prüfung „feste Bremse“ in 7.5) und damit die Bewertung der Prüfleistung müssen nach Anhang U beurteilt werden. Die Beschädigung darf die festgelegte nicht überschreiten.

7.2 Dynamisches Reibverhalten

7.2.1 Allgemeine Anforderungen an das Beurteilungsverfahren

Erfahrungen zeigen, dass dynamisches Reibverhalten eines Reibmaterials im Allgemeinen nicht alle Anforderungen vollständig erfüllt.

Aus diesem Grund muss bei einer besonderen Anwendung jede Abweichung von der Spezifikation aus 7.2 nach EN 50126-1 bewertet werden.

Die Auswirkungen von Gefährungsgraden und -häufigkeit, die durch jede Abweichung entstehen, müssen unter Berücksichtigung der Grade und der Häufigkeit der möglichen Gefahr, wie in Tabelle 3 dargestellt, bewertet werden.

Tabelle 3 — Risikostufen/Häufigkeit der Gefährdung

Auftretenshäufigkeit eines gefährlichen Ereignisses	Risikostufen			
	unwesentlich	geringfügig	kritisch	katastrophal
häufig	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar
wahrscheinlich	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar
gelegentlich	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar
selten	hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar
unwahrscheinlich	hinnehmbar	hinnehmbar	nicht hinnehmbar	nicht hinnehmbar
unvorstellbar	hinnehmbar	hinnehmbar	hinnehmbar	nicht hinnehmbar
	unwesentlich	geringfügig	kritisch	katastrophal
	Schweregrad der Auswirkungen einer Gefährdung			

7.2.2 Reibwertverhalten im eingeschliffenen und nicht eingeschliffenen Zustand

Der mittlere Reibwert darf in der gleichen Prüfbedingung nicht mehr als $\pm 15\%$ zwischen den Zuständen „nicht eingeschliffen“ und „eingeschliffen“ abweichen. Der Reibwert des eingeschliffenen Zustands muss als Durchschnittswert des gemessenen Reibwerts der letzten fünf Stoppbremsungen, durchgeführt während der Einschleifphase, festgelegt werden.

7.2.3 Veränderung des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand für eine Stillstandsbremsung

Der mittlere Reibwert (μ_m) in trockenem Zustand muss mit dem bestimmten Toleranzbereich übereinstimmen, der in dem Anhang festgelegt ist, der für die entsprechende Anwendung gilt.

7.2.4 Veränderung des mittleren Reibwerts bei Nässe

7.2.4.1 Güterwagen

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe muss im Vergleich zum Durchschnitt des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand bewertet werden, alle andere Zustände sind dabei gleich: Anfangsgeschwindigkeit (v), Gesamtkraft je Rad (F_B), Anfangstemperatur (θ_0) und abzubremsende Masse je Rad (m), die sich aus Bremsanforderungen ergeben, die nur vor Bremsung bei hoher Anfangstemperatur und der Simulation einer Bremsanforderung bergab ausgeführt wird.

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe darf bei maximal angewandter Bremskraft (F_B) bei jeder zu bremsenden Masse je Rad (m) und für jede Anfangsgeschwindigkeit ≥ 100 km/h (v) nicht mehr als ± 15 % bezüglich des Durchschnitts des mittleren Reibwerts, gemessen in trockenem Zustand, abweichen.

Bei jeder anderen Zusammenstellung darf der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe nicht mehr als ± 30 % bezüglich des Durchschnitts des mittleren Reibwerts, gemessen in trockenem Zustand, abweichen.

7.2.4.2 Andere Fahrzeuge

Der mittlere Reibwert bei Nässe muss mit den speziellen im Anhang angegebenen Toleranzbereichen für den entsprechenden Anwendungsfall übereinstimmen.

7.2.5 Abweichung des mittleren Reibwerts bei hoher Anfangstemperatur

Im Falle einer Bremsung, bei der die anfängliche Laufflächentemperatur 110 °C übersteigt, darf der mittlere Reibwert nicht mehr als ± 15 % im Vergleich zum Durchschnitt des mittleren Reibwerts, gemessen bei einer Radtemperatur unterhalb von 60 °C in trockenem Zustand, abweichen, wobei alle anderen Prüfbedingungen gleich bleiben.

7.2.6 Abweichung des mittleren Reibwerts nach Simulation einer Anforderung für Talbremsung

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts nach Simulation einer Bremsanforderung bergab darf nicht mehr als ± 15 % bei Anfangsgeschwindigkeit (v) ≥ 100 km/h abweichen und darf nicht mehr als ± 30 % bei Anfangsgeschwindigkeit (v) < 100 km/h im Vergleich zum Durchschnitt des mittleren Reibwerts, gemessen vor der Simulation einer Bremsanforderung bergab in trockenem Zustand, abweichen, wobei alle anderen Prüfbedingungen gleich bleiben.

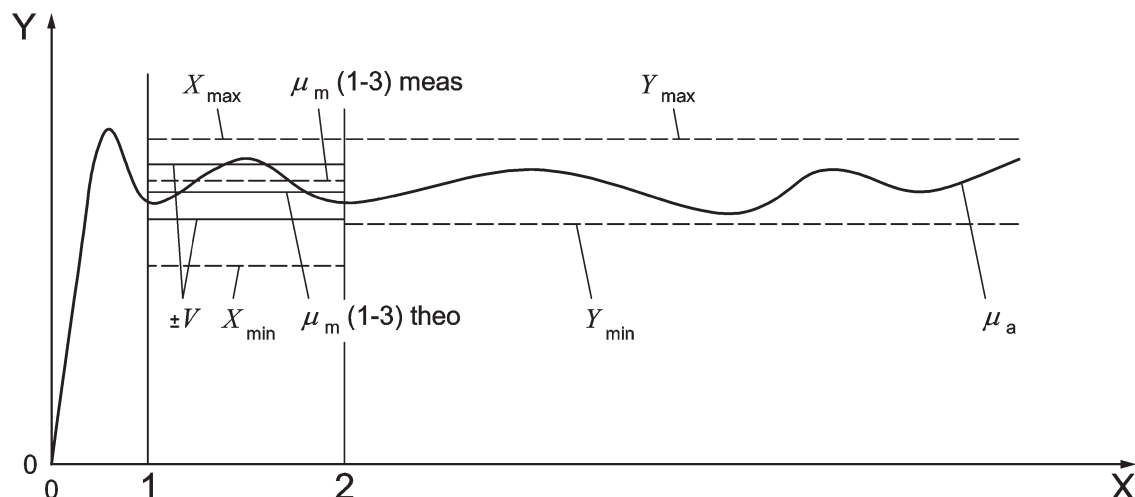
7.2.7 Momentane Abweichung des Reibwerts während der Simulation einer Bremsanforderung bergab

7.2.7.1 Güterwagen

Während der Simulation einer Dauerbremsung nach Anhang C, Anhang D und Anhang E muss der Reibwert μ_a , der nach Bild 1 erfasst wurde, die in Tabelle 4 bereitgestellten Kriterien erfüllen.

Tabelle 4 — Allgemeine Anforderungen für die Simulation einer Bremsanforderung bergab

$\mu_m(1-3)_{\text{theo}}$	„theo“ = mittlerer Reibwert zwischen der ersten und dritten Minute, wie in Tabelle 5 festgelegt	siehe Tabelle 5
$\pm V$	maximaler Bereich der Abweichung, zulässig für $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$	± 10 % von $\mu_m(1-3)_{\text{theo}}$
$\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$	„meas“ = mittlerer Reibwert, gemessen zwischen der ersten und dritten Minute während der Simulation einer Bremsanwendung bergab	gemessener Wert während der Prüfung
$X_{\min}$	minimaler zulässiger momentaner Reibwert μ_a zwischen der ersten und der dritten Minute	-30 % von $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$
$X_{\max}$	maximal zulässiger momentaner Reibwert μ_a zwischen der ersten und der dritten Minute	$+15$ % von $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$
$Y_{\min}$	minimaler zulässiger momentaner Reibwert μ_a nach der dritten Minute	-15 % von $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$
$Y_{\max}$	maximal zulässiger momentaner Reibwert μ_a nach der dritten Minute	$+15$ % von $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$ für Bremsklotztyp K $+30$ % von $\mu_m(1-3)_{\text{meas}}$ für Bremsklotztyp LL



Legende

- X Zeit in Minuten
Y Reibwert
1 erste Minute
2 dritte Minute

Bild 1 — Allgemeine Anforderungen für die Simulation einer Bremsanforderung bergab

Tabelle 5 — Wert für $\mu_m(1-3)_{theo}$

Prüfprogramm	Bremsklotz	Konfiguration	$\mu_m(1-3)_{theo}$
Anhang C	K	2Bgu	0,25
Anhang C	K	2Bg	0,25
Anhang C	K	1Bgu	0,23
Anhang D	LL	2Bgu	0,15
Anhang D	LL	2Bg	0,15
Anhang E	K	1Bg	0,26

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen enthalten beide Dauerbremsungen bis 45 kW und 40 kW aus den Programmen nach Anhang C und Anhang D.

ANMERKUNG 2 In den Programmen nach Anhang C und Anhang D ist das zusätzliche Programm bei 40 kW für 30 min nur auszuführen, wenn die Ergebnisse bei 45 kW für 34 min, einschließlich Vergleich der Bremsanforderungen zum Anhalten vor und nach der Simulation einer Dauerbremsung, nicht mit den Anforderungen übereinstimmen.

7.2.7.2 Reisezugwagen

Während der Simulation einer Dauerbremsung nach Anhang F muss der Reibwert die folgenden Kriterien erfüllen.

Nach 2 min der Simulation einer Dauerbremsung muss der momentane Reibwert im Bereich von 0,12 bis 0,30 liegen.

Während der gesamten Dauer der Simulation der Dauerbremsung muss der momentane Reibwert im Bereich von 0,10 bis 0,32 liegen und die maximale Abweichung darf nicht mehr als 0,15 betragen.

Der momentane Reibwert darf innerhalb eines einminütigen Abschnitts während der Simulation der Dauerbremsung nicht um mehr als $\pm 15\%$ des anfänglichen Reibwerts, gemessen zu Beginn des einminütigen Abschnitts, abweichen.

7.2.7.3 Andere Fahrzeuge

Während der Simulation der Gefällebremsung bergab muss der Reibwert die folgenden Kriterien erfüllen (in der Annahme, dass die Kraft der festgelegten Beharrungs-Bremsprüfung 45 kW nicht übersteigt).

Während der ersten 2 min der Simulation der Gefällebremsung darf der momentane Reibwert nicht um mehr als 30 % des mittleren Reibwerts, gemessen während der ersten zwei Minuten der Prüfung, sinken und darf nicht um mehr als 15 % des mittleren Reibwerts, gemessen während der ersten zwei Minuten der Prüfung, ansteigen.

Während der gesamten Dauer der Simulation der Gefällebremsung darf der momentane Reibwert nicht um mehr als 50 % sinken oder um mehr als 30 % des mittleren Reibwerts ansteigen, gemessen während der ersten zwei Minuten der Prüfung.

Der momentane Reibwert darf innerhalb eines einminütigen Abschnitts während der Simulation einer Gefällebremsung nicht um mehr als $\pm 15\%$ des anfänglichen Reibwerts, gemessen zu Beginn des einminütigen Abschnitts, abweichen.

7.2.8 Abweichung der momentanen Reibung für eine Stillstandsbremsung

Die Abweichung des momentanen Reibwerts zu der Zeit, in der die gesamte Bremskraft während einer Prüfung mit Dynamometer zum Einsatz kommt, muss anzeigen, dass das sich ergebende Bremsmoment konstant ist oder sich wenigstens innerhalb der in den Anhängen festgelegten Grenzen verändert und dass es sich am Ende der Bremsanforderung erhöht. Die Anhänge stellen die optimale Abweichung des momentanen Reibwerts dar, um das Blockieren der Räder bei Einleitung des Bremsvorgangs zu vermeiden.

7.3 Statischer Reibwert

Der statische Reibwert μ_{stat} wird nach Anhang Q beurteilt. Der Durchschnitt der fünf Messungen von μ_{stat} ermittelt bei jeder Kraft, muss gleich oder höher als das in Tabelle 6 dargestellte Reibwertniveau sein.

Tabelle 6 — Statischer Reibwert μ_{stat}

Werkstofftyp	Programm Anhang		
	Q.2	Q.3	Q.4
K	0,20	0,24	0,24
LL	0,20	—	—

Falls die Validierung des statischen Reibwerts bei Güterwagen nach Q.2 durchgeführt wird, muss sie für sämtliche anderen Konfigurationen und Raddurchmesser von 680 mm und größer gelten.

7.4 Extreme Winterbedingungen (Güterwagen)

7.4.1 Allgemeines

Das Reibverhalten unter extremen Winterbedingungen ist mittels einer Prüfung mit Dynamometer oder einer Bremsprüfung im Zugverband zu bewerten.

7.4.2 Prüfung mit Dynamometer

7.4.2.1 Prüfprogramm zur Darstellung der Bremseigenschaften unter extremen Schneebedingungen

Die Prüfung mit Dynamometer zur Darstellung der Bremseigenschaften unter extremen Winterbedingungen ist in L.1 und L.2 festgelegt und ist nur dann anwendbar, wenn das Reibelement

- a) in Teilsystemen verwendet wird, die unter folgenden Anwendungsbereich fallen:
- 1) Räder mit einem Nenndurchmesser von 680 mm bis 920 mm;
 - 2) Konfiguration des Reibelements;
 - i) 1Bg (falls die Prüfung in Konfiguration 1Bg oder 2Bgu durchgeführt wurde);
 - ii) 1Bgu (falls die Prüfung in Konfiguration 1Bgu oder 2Bgu durchgeführt wurde);
 - iii) 2Bg (falls die Prüfung in Konfiguration 2Bg oder 2Bgu durchgeführt wurde);
 - iv) 2Bgu (falls die Prüfung in Konfiguration 2Bgu durchgeführt wurde);
 - 3) Masse je Rad $\geq 1,8$ t;
- b) einem der folgenden, in Tabelle 7 angegebenen Fälle des mittleren dynamischen Reibwerts entspricht, wie in J.4 festgelegt.

Tabelle 7 — Mittlerer dynamischer Reibwert

Fall	Mittlerer dynamischer Reibwert	Gesamt F_B je Rad	Anfangsgeschwindigkeit
		F_B kN	v km/h
1	$0,28 < \mu_m < 0,32$	9	100
2	$0,27 < \mu_m < 0,31$	9	120
3	$0,17 < \mu_m < 0,19$	16	100
4	$0,16 < \mu_m < 0,18$	16	120

Zur Darstellung der Bremseigenschaften des Reibelements unter extremen Winterbedingungen für die Fälle 1 und 2 der Tabelle 7 ist das Prüfprogramm von L.1 anzuwenden, für die Fälle 3 und 4 der Tabelle 7 ist das Prüfprogramm von L.2 anzuwenden.

7.4.2.2 Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen

Das Prüfprogramm muss drei Mal durchgeführt werden, und dessen Eignung bei den maximalen Prüfungsgeschwindigkeiten von 100 km/h und 120 km/h muss wie folgt festgelegt werden:

- Bei maximaler Geschwindigkeit von 100 km/h muss die Abweichung des Mittelwerts des unter Schnee gemessenen Anhalteweges s_1 (Bremsanforderungen Nr. 29, 33, 37, 42 und 46 von L.1 oder L.2) von dem Mittelwert des unter trockenen Bedingungen gemessenen Anhalteweges s_1 (Bremsanforderungen Nr. 16, 18, 20, 22 und 24 von L.1 oder L.2) bestimmt werden.
- Bei maximaler Geschwindigkeit von 120 km/h muss die Abweichung des Mittelwerts des unter Schneebedingungen gemessenen Anhalteweges s_1 (Bremsanforderungen Nr. 31, 35, 39, 44 und 48 von L.1 oder L.2) von dem Mittelwert des unter trockenen Bedingungen gemessenen Anhalteweges s_1 (Bremsanforderungen Nr. 17, 19, 21, 23 und 25 von L.1 oder L.2) bestimmt werden.

7.4.2.3 Kriterien für die Annahme oder Ablehnung

Die Ergebnisse müssen den Kriterien für die Annahme oder Ablehnung in L.4 entsprechen.

Wird die Prüfung mit Dynamometer bei der Bremsklotzkonfiguration 2Bgu durchgeführt, gilt eine positive Beurteilung ebenfalls für andere Bremsklotzkonfigurationen bei Bremsklötzen für S- und/oder SS-Wagen. $\langle A_1 \rangle$

7.4.3 Bremsprüfung im Zugverband

$\langle A_1 \rangle$ Das Reibverhalten im Winter muss in Übereinstimmung mit den Vorschriften nach Anhang M beurteilt werden, die Ergebnisse müssen den Kriterien für die Annahme oder Ablehnung in M.3 entsprechen.

- M.1 Prüfprogramm zur Darstellung von Bremseigenschaften unter extremen Schneebedingungen.
- M.2 Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen.
- M.3 Beurteilung der Messdaten und die Kriterien für die Annahme oder Ablehnung.

Wird der Fahrversuch in der Bremsklotzkonfiguration 2Bgu durchgeführt, gilt eine positive Beurteilung ebenfalls für andere Bremsklotzkonfigurationen bei Bremsklötzen für S- und/oder SS-Wagen. $\langle A_1 \rangle$

7.5 Feste Bremse (Bremsstörungstest)

7.5.1 Allgemeine Vorschriften

Das Verhalten des Bremsklotzes unter Bedingungen, die eine feste Bremse mit einer vorgegebenen angewandten Bremskraft simulieren, wird nach Prüfbedingungen wie zum Beispiel dem Raddurchmesser, angewandter Bremskraft und anfänglicher Anhaltengeschwindigkeit beurteilt. Anhang N enthält Prüfprogramme.

- N.1 Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL;
- N.2 Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklötzen des Typs K;
- N.3 Prüfprogramm für Triebzüge bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h bis 160 km/h mit Bremsklötzen des Typs K;
- N.4 Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklötzen des Typs K.

Die Temperaturwerte der Lauffläche für die Zulassung sind in $\langle A_1 \rangle$ Tabelle 8 $\langle A_1 \rangle$ angegeben.

Tabelle 8 — Temperaturwerte der Lauffläche für die Zulassung $\square_{A1}$

Radtemperatur ^a		
<600 [°C]	>600 [°C]	>700 [°C] und <850 [°C]
konform	nicht konform ^b	nicht konform ^c
^a 9 mm unterhalb der Lauffläche gemessen. Es wird empfohlen, den durch einen der drei Thermoelemente zu irgendeiner Zeit bestimmten maximalen Temperaturwert zu berücksichtigen. Thermoelemente sind 120° zueinander zu positionieren. ^b Wenn die Gesamtzeit über der Temperaturgrenze 25 min überschreitet. ^c Wenn die Gesamtzeit über der Temperaturgrenze 5 min im Bereich 700 °C bis 850 °C überschreitet oder wenn die maximale Temperatur 850 °C übersteigt		

Die oben genannten Kriterien gelten für die Annahme der Anwendungen mit der Bremsklotzkonfiguration 2Bgu, 2Bg 1Bgu und 1Bg und Räder mit einem Nenndurchmesser zwischen 680 mm und 920 mm.

7.5.2 Besondere Vorschriften für Güterwagen

Das Ergebnis der durchgeführten Prüfung mit der Konfiguration 2Bg oder 2Bgu und einem Rad mit einem Nenndurchmesser von 920 mm gilt für alle Konfigurationen mit einem Raddurchmesser zwischen 680 mm und 920 mm.

Prüfungen, die entweder in der Konfiguration 1Bg oder 1Bgu ausgeführt werden, müssen auf der Grundlage von N.1 unter Verwendung der folgenden Parameter durchgeführt werden:

- Einschleifen in Übereinstimmung mit Programm N.1;
- $F_B = \frac{1}{4}$ der maximalen Kraft während einer Schnellbremsung des betroffenen Fahrzeugs;
- Geschwindigkeit = $\frac{3}{4}$ der maximalen Betriebsgeschwindigkeit des Fahrzeugs;
- Prüfzeit = maximal 1 Stunde nach dem gleichen Prinzip wie N.1.

8 Anforderungen der Kategorie B

8.1 Fahrzeugbremsprüfung

Die Fahrzeugbremsprüfungen müssen nach den Anforderungen der nachfolgend aufgeführten Europäischen Normen durchgeführt werden. Sind in diesen Europäischen Normen besondere Vorschriften nicht enthalten, müssen die Prüfungen nach UIC 544-1 durchgeführt werden.

EN 13452-1, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremssysteme des öffentlichen Nahverkehrs — Teil 1: Anforderungen an das Leistungsvermögen*

EN 13452-2, *Bahnanwendungen — Bremsen — Bremssysteme des öffentlichen Nahverkehrs — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 14033-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren*

EN 14033-2:2008+A1:2011, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 2: Technische Anforderungen an den Arbeitseinsatz*

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

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

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

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

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

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

Kriterien für die Annahme/Ablehnung:

Übereinstimmung mit den Anforderungen der zutreffenden Europäischen Normen und mit UIC 544-1.

8.2 Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaarung)

Um den Verschleiß des Bremsklotzes/des Laufflächenreibpaares zu beurteilen, wird eine Prüfung, welche die tatsächlichen Betriebsbedingungen für die betreffende Anwendung simuliert, empfohlen. Der Verschleiß des Bremsklotzes und der Lauffläche wird gemessen. Ein Beispiel eines Prüfprogramms für die Abnutzung des Bremsklotzes/des Laufflächenreibpaares für Güterwagen wird in Anhang R gegeben.

8.3 Dynamisches Reibverhalten

Es wird empfohlen, eine Prüfung durchzuführen, um sicherzustellen, dass der Werkstoff für Bremsklötze für die betreffende Anwendung geeignet ist. Anhang J liefert eine Ausführung zum Aufbau der Leistungsprüfungen der Bremse mit Dynamometer für eine bestimmte Anwendung.

8.4 Beurteilung im Betrieb

Um die Eignung des Werkstoffs für die Verwendung im Betrieb nachzuweisen, muss der Bremsklotz, der die während der Dynamometerprüfungen geforderten Leistungskriterien erfolgreich erfüllt hat, sowie die zugehörigen Bremsleistungsprüfungen des Fahrzeugs einer Beurteilung im Betrieb unterliegen.

Es wird empfohlen, dass die Beurteilung im Betrieb alle Klimabedingungen abdeckt, denen der Bremsklotz während seiner Verwendung ausgesetzt sein könnte.

Diese Beurteilung sollte bestätigen, dass der betrachtete Bremsklotz keine Beschädigungen am Rad oder eine negative Auswirkung auf die mechanische Integrität der Anordnung des Bremsklotzes verursacht oder unvorhersehbare betriebliche Probleme verursacht. Die Abnutzung des Bremsklotzes und der Lauffläche sollte ebenfalls während dieser Beurteilung überwacht werden. Für neue Werkstoffe sollte die Dauer dieser Beurteilung im Betrieb mindestens 12 Monate betragen.

Anhang V liefert relevante Prüfprogramme und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung.

Falls die Beurteilung im Betrieb bei Güterwagen des Bremssystems SS ausgeführt wird, ist es nicht erforderlich, die Beurteilung für das System S zu wiederholen, wenn die Güterwagen zum Teil in nicht einheitlich zusammengestellten Zügen mit Schienenfahrzeugen der Systeme S und SS verwendet wurden.

ANMERKUNG Die Bezeichnungen „S“ und „SS“ stammen von der UIC.

9 Anforderungen der Kategorie C

9.1 Bildung metallischer Einschlüsse

Die in Anhang K enthaltenen Prüfungen können zur Beurteilung der Neigung zur Bildung metallischer Einschlüsse in verschiedenen Anwendungen verwendet werden. Metallische Einschlüsse sollten insgesamt nicht mehr als 5 % der gesamten Reibfläche des Bremsklotzes betragen.

Bei Güterwagen:

Falls die Prüfung in der Konfiguration 2Bgu durchgeführt wurde, müssen deren Ergebnisse gleichfalls für die anderen Konfigurationen in Kombination mit sämtlichen Raddurchmessern von 680 mm und größer gelten.

Falls die Prüfung mit einer anderen Konfiguration durchgeführt wird, dürfen deren Ergebnisse ausschließlich für die geprüfte Konfiguration in Kombination mit sämtlichen Raddurchmessern von 680 mm und größer gelten.

9.2 Einfluss auf die Funktion des Achsnebenschlusses (Shuntage)

Bremsklötze aus Verbundwerkstoff können die Funktionsfähigkeit des Gleisstromkreissystems beeinflussen. Es ist wichtig nachzuweisen, dass das Reibmaterial der Bremsklötze die Funktion des Gleisstromkreises nicht beeinflusst.

Es gibt zwei zur Verfügung stehende Verfahren:

Verfahren 1:

Prüfung mit Dynamometer und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung, anwendbar auf die Beurteilung des Bremsklotzes für Güterwagen (siehe Anhang O). Bei Güterwagen ist für sämtliche Konfigurationen und alle Nenndurchmesser für Räder ab 680 mm ein positives Ergebnis der Prüfung mit Dynamometer anzuwenden.

Verfahren 2:

Streckenversuch und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung, anwendbar auf die Beurteilung der Bremsklötze des Typs L. Für Reisezugwagen siehe Anhang P. Ein positives Ergebnis beim Fahrversuch gilt für alle Konfigurationen und sämtliche Nenndurchmesser für Räder ab 680 mm eines vergleichbaren Schienenfahrzeugtyps (Reisezugwagen).

10 Umweltbelange

10.1 Allgemeines

Alle in der Herstellung des Reibmaterials verwendeten Werkstoffe und die daraus resultierenden Abnutzungsprodukte müssen die relevanten und zur Zeit der Verwendung geltenden Umweltgesundheitsvorschriften einhalten.

10.2 Lärm

Es wird empfohlen, den während der Bremsung festgestellten Lärmpegel zu berücksichtigen und Maßnahmen in der Produktentwicklung zu ergreifen, diesen zu minimieren.

10.3 Geruch

Die Entwicklung des Reibmaterials sollte so sein, dass jeder durch den Bremsklotz erzeugte Geruch bei normalem Einsatz so gering wie möglich gehalten wird.

10.4 Rauch, Dämpfe und Funken

Bei Entwicklung des Reibmaterials sollte berücksichtigt werden, dass durch den Bremsklotz erzeugte(r) Rauch, Dämpfe und Funken bei normalem Einsatz so gering wie möglich gehalten werden.

10.5 Recycling und Entsorgung

Die Notwendigkeit, den größtmöglichen Anteil des Bremsklotzes nach Verwendung zu recyceln, sollte berücksichtigt werden. Ist ein Recycling nicht möglich, sollte der gesamte Bremsklotz ohne besondere Vorkehrungen entsorgt werden können.

11 Kennzeichnung

Die Rückseite jedes Bremsklotzes muss mindestens mit den folgenden Angaben dauerhaft gekennzeichnet werden:

- Name des Herstellers oder Logo;
- Herstellungsdatum (Woche und Jahr);
- Werkstoffbezeichnung;
- Teilenummer.

Anhang A (normativ)

Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien

Tabelle A.1 deckt Prüfprogramme für die Reibverhalten ab.

Tabelle A.1 — Prüfprogramme für die Reibverhalten

Schienenfahrzeugtyp	Brems- klotztyp	Bremsklotzkonfiguration				Reib- Prüfprogramm	Abnahme- kriterien
		1×Bg	1×Bgu	2×Bg	2×Bgu		
Güterwagen	K	X				Anhang E	Anhang E
			X	X	X	Anhang C	Anhang C
	LL			X	X	Anhang D	Anhang D
Reisezugwagen (Bremsklotz kombiniert mit einer Bremsscheibe)	L	X				Anhang F	Anhang F
Lokomotive	K		X			Anhang G	Anhang G
EMU/DMU	K		X			Anhang H	Anhang H
Hochgeschwindigkeits- zug	K	X				Anhang I	Anhang I
andere Anwendungen	alle	X	X	X	X	Anhang J	Anhang J

Die nachfolgende Tabelle A.2 deckt andere Prüfprogramme mit Dynamometer ab.

Tabelle A.2 — Andere Prüfprogramme mit Dynamometer

Prüfprogramm	Anhang	Brems- klotztyp	Bremsklotzkonfiguration				
			1×Bg	1×Bgu	2×Bg	2×Bgu	
metallischer Einschluss	K.1	K	X		X	X	Güterwagen
		LL			X	X	Güterwagen
	K.2	K		X			Lokomotive
	K.3	K		X			DMU/EMU
	K.4	K	X				Hochgeschwindigkeitszug
Brems Eigenschaften bei extremen Winter- bedingungen	L.1	K				X	Güterwagen
	L.2	LL				X	Güterwagen
Simulation einer festen Bremse	N.1	K, LL			X	X	Güterwagen
	N.2	K		X			Lokomotive
	N.3	K		X			DMU/EMU
	N.4	K	X				Hochgeschwindigkeitszug
Kompatibilität mit Gleisstromkreisen	Anhang O	K	Dynamometer mit kleinem Maßstab				Güterwagen
		LL					
A ₁ Statischer Reibwert	Q.1	K, LL	X	X	X	X	Güterwagen (allgemeines Prüfprogramm)
	Q.2	K, LL		X	X	X	Güterwagen (S oder SS)
	Q.3	K		X			Lokomotive und DMU/EMU
	Q.4	K	X				Hochgeschwindigkeitszug A ₁
Simulation von Betriebsbedingungen	R.1	K				X	Güterwagen
	R.2	LL				X	

Anhang B (normativ)

Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer

B.1 Allgemeines

Die folgenden allgemeinen Bedingungen gelten für alle reibtechnischen Prüfungen, es sei denn, genauere Bedingungen sind in der jeweiligen Prüfung angegeben, welche in diesem Fall Vorrang haben.

B.2 Rotation und Belüftungsbedingungen

Tabelle B.1 — Geschwindigkeit und Belüftungsbedingungen

	Geschwindigkeit der Prüfeinrichtung km/h		Geschwindigkeit der Kühlluft km/h	
	unter trockenen Bedingungen	unter nassen Bedingungen	unter trockenen Bedingungen	unter nassen Bedingungen
Während der Bremsung bei: $v \leq 80 \text{ km/h}$ $v > 80 \text{ km/h}$	v v	v v	$v/2$ 40	10 10
Zwischen den Bremsanforderungen	100	50	40	10

B.3 Aufbauzeit der Bremsanforderung t_s

Die Zeit bis zum Erreichen von 95 % der geforderten F_B sollte $4 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$ betragen.

B.4 Einschleifen

Wenn das Einschleifen während der Stoppbremsungen durchgeführt wird, sollte zur Sicherstellung der nachstehenden Bedingungen einmalig eine Mindestanzahl von Einschleif-Stoppbremsungen ausgeführt werden:

- 40 für organische Bremsklötze,
- 80 für Sinter-Bremsklötze.

B.5 Abnutzung

Die Abnutzung der Bremsklötze wird vor bestimmten Stoppbremsungen gemessen, wie in jedem Typ des Dynamometer-Programms angegeben. Die Abnutzung ist für jeden einzelnen Abschnitt der Prüfung und für die gesamte Abnutzung des Werkstoffs in cm^3/MJ zu berechnen.

Es gibt keine Abnahmekriterien für Abnutzungswerte.

B.6 Rauheitswert der Lauffläche

Die Rauheit des Rades ist vor bestimmten Stoppbremsungen zu messen, wie in jedem Typ des Dynamometer-Programms angegeben. Die Messungen von Rz und Ra sind nach EN ISO 4287 und EN ISO 4288 durchzuführen.

ANMERKUNG Es ist zugelassen, die Prüfung unter Verwendung eines Musters aus Harz durchzuführen.

B.7 Unterbrechung der Prüfungen

Sollte es eine Unterbrechung eines der Prüfprogramme vor erneutem Beginn des Programms geben, so ist es erforderlich, die vor der Unterbrechung durchgeführten vorhergehenden fünf Stopps zu wiederholen (Beharrungsbremsungen ausgeschlossen).

Im Falle einer Unterbrechung vor dem ersten Halt unter Nässeinfluss ist eine Bremsanforderung, identisch mit der letzten Bremsanforderung im Trockenen (mit Ausnahme einer Beharrungsbremsanforderung) außerhalb des Programms erforderlich, um den Bremsungen unter Nässeinfluss zu entsprechen.

B.8 Temperaturen

Temperaturen sollten an der Oberfläche durch drei Thermoelemente, die gleichmäßig über die Lauffläche verteilt sind oder durch eingelassene Temperaturfühler gemessen werden, die sich üblicherweise 5 mm unterhalb der Lauffläche befinden. Die Temperatur muss der Mittelwert dieser drei Messungen sein. Alternative Temperaturmessungen müssen wenigstens eine gleichwertige Genauigkeit erreichen.

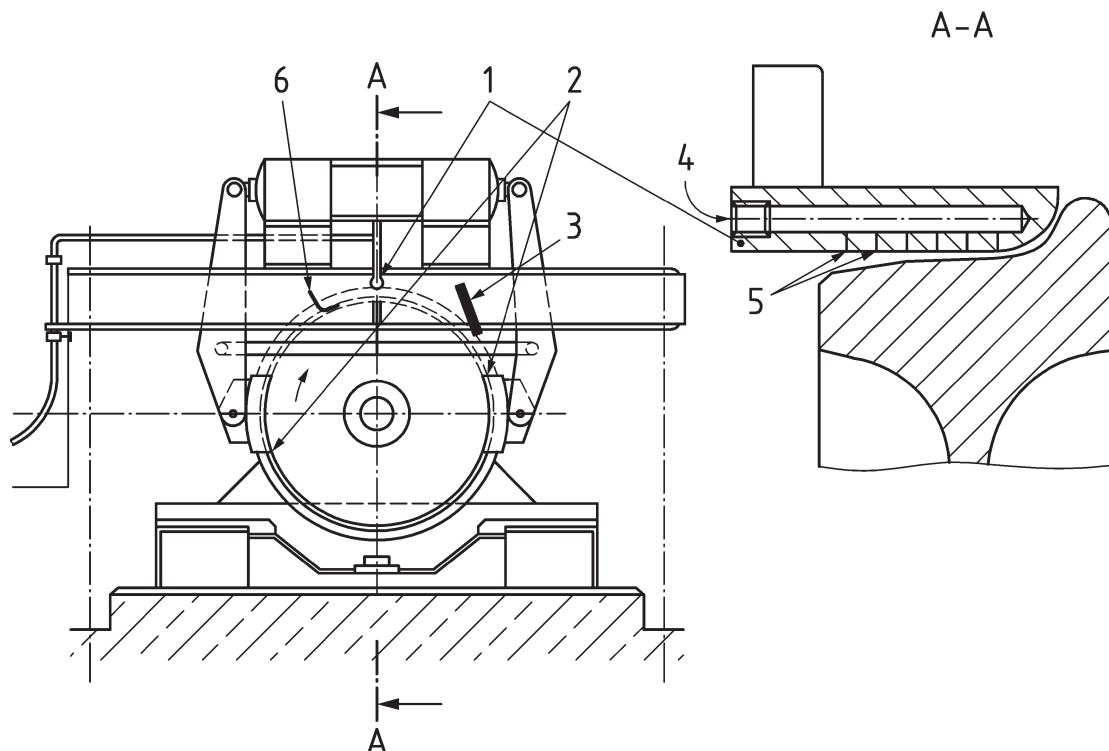
Während anschließender Bremsanforderungen muss die Anfangstemperatur immer durch Reduzierung der Temperatur auf den Wert vor der Bremsanforderung erreicht werden.

Werden die Prüfungen in Anlehnung an den oben genannten Punkt „Unterbrechung der Prüfung“ unterbrochen, so muss die Anfangstemperatur für den ersten Stopp im Bereich von 20 °C bis 60 °C liegen.

B.9 Bedingungen bei Nässe

In Bezug auf Bremsanforderungen unter Nässeinfluss darf die Befeuchtung des Rades während jeder vollständigen Reihe von Stopps bei Nässe (einschließlich Abkühlungszeit) nicht unterbrochen werden. Für den ersten Stopp eines Prüfabschnitts mit Bremsungen unter Nässeinfluss nach einem trockenen Abschnitt, findet der Beginn der Benetzung der Lauffläche nur statt, wenn die Temperatur des Rades unter 80 °C beträgt.

Die Prüfung unter Nässeinfluss muss mit sechs Löchern für Sprühwasser ausgeführt werden, die in regelmäßigen Abständen von 15 mm angeordnet sind und einen Durchmesser von 0,5 mm aufweisen. Der Sprühkopf sollte circa 5 mm oberhalb der Lauffläche positioniert werden. Während der Abkühlung zwischen den Nassbremsungen sollte ein Spalt von mindestens 2 mm zwischen der Lauffläche und der Oberfläche des Bremsklotzes ausgespart werden. Ein Beispiel der Konfiguration der Prüfung bei Nässe wird in Bild B.1 dargestellt:



Legende

- 1 Sprühkopf
- 2 die Einlaufkante des Bremsklotzes muss in Richtung der Drehbewegung vollständig eingeschliffen sein
- 3 Wasserablenkungsschild
- 4 Beispiel eines Wassereinlasses
- 5 Düsenlöcher
- 6 Thermoschleifer

Bild B.1 — Konfiguration der nassen Prüfung mit Dynamometer

B.10 Prüfung der Simulation einer Bergabbremmung

Werden die Anforderungen für die Simulation einer Bergabbremmung im Prüfprogramm als Leistung in [kW] festgelegt, ist die Prüfung bei konstanter Leistung und Geschwindigkeit durchzuführen.

B.11 Prüfräder

Es ist möglich, entweder abgenutzte oder neue Räder zu verwenden. Vor Aufbau der Prüfanlage ist deren Durchmesser an die im Prüfprogramm angegebenen Werte anzupassen.

Während der Prüfung muss die Bauart, der Zustand der Oberfläche und die Position der metallischen Einschlüsse auf der Reibfläche des Bremsklotzes vermerkt werden. Von jeder Demontage ist ein Foto zu machen.

Nach jedem Austausch des Reibmaterials ist die Lauffläche zu konditionieren, so dass der Zustand der Lauffläche für alle Prüfungen übereinstimmt.

Anhang C (normativ)

Bremsklötze aus Verbundwerkstoff (K) (2Bg – 2Bgu) – Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Güterwagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)

C.1 Programm für Leistungsprüfungen:

Bedingungen für Tabelle C.1

Bremsklotz-konfiguration	2 × Bgu [4 Bremsklötze mit $250 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right) \text{ mm}$] je Rad 2 × Bg [2 Bremsklötze mit $320 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right) \text{ mm}$] je Rad 1 × Bgu [2 Bremsklötze mit $250 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right) \text{ mm}$] je Rad
Radtyp	in Übereinstimmung mit EN 13979-1
Raddurchmesser	$870 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right) \text{ mm}$ (neues Rad 920 mm). Der genaue Durchmesser ist im Prüfbericht anzugeben.
Abzubremsende Masse je Rad	1,8 t, 9,0 t und 11,25 t
Volumenstrom Wasser	14 l/h

Tabelle C.1 — Programm für Leistungsprüfungen

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsge- schwindig- keit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangs- tempe- ratur	Abzu- brems- ende Masse je Rad	wie- gen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			km/h	kN	°C	t	Nr.	
1.1 – 1.X			100	24	20 – 100	9,0	1.X	Stoppbremsungen trocken, um das Einschleifen der Bremsklötze auf wenigstens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen. Messung der Radrauheit am Ende dieses Abschnitts.
1	3	5	100	38	50 – 60	9,0		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
2	4	6	120					
7 bis 26			100	7	20 – 100	1,8		Stoppbremsungen zur Konditionierung
27	39	100	7	7	50 – 60	1,8		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
28	40	30						
29	41	120						
30	42	60						

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegenach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			km/h	kN	°C	t	Nr.	
31	43		100	5	50 – 60	1,8		Stoppbremsungen trocken, nach Kühlpause.
32	44		30					
33	45		120					
34	46		60					
35	47		100	9	50 – 60	1,8		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
36	48		30					
37	49		120					
38	50		60					
51			70	—	—	—		10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, direkt nach Bremsanforderung Nr. 50, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt.
52	64	76	100	7	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause.
53	65	77	30					
54	66	78	120					
55	67	79	60					
56	68	80	100	5	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause.
57	69	81	30					
58	70	82	120					
59	71	83	60					
60	72	84	100	9	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause.
61	73	85	30					
62	74	86	120					
63	75	87	60					
88	92		100	38	20 – 30	11,25		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause.
89	93		30					
90	94		120					
91	95		60					
96			70	—	—	—	96	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, in trockenem Zustand, direkt nach Bremsanforderung Nr. 95, ohne Kühlpause zur Trocknung des Bremsklotzes
97	109		100	24	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
98	110		30					
99	111		120					
100	112		60					

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegenach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		km/h	kN	°C	t	Nr.	
101	113	100	9	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
102	114	30					
103	115	120					
104	116	60					
105	117	100	38	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
196	118	30					
107	119	120					
108	120	60					
121		100	38	110 – 120 ^a	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause bei hoher Anfangstemperatur
122		30					
123		120					
124		60					
125		100	24	50 – 60	11,25	128	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
126		30					
127		120					
128		60					
129		70	—	20 – 60	—		Simulation einer Gefällebremsung bergab mit einer Leistung von 45 kW über eine Dauer von 34 min
130		70	38	—	11,25	130	Stoppbremsungen trocken, ohne Kühlpause, direkt nach Simulation einer Bremsanforderung bergab
131 bis 140		120	24	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung
141	145	100	38	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
142	146	30					
143	147	120					
144	148	60					
149		70	—	—	—	149	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, direkt nach Bremsanforderung Nr. 148, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt. Messung der Radrauheit am Ende dieses Abschnitts

^a Sollte die während den Bremsanforderungen Nr. 120 und Nr. 122 erzielte Temperatur unter 110 °C liegen, muss die Bremsanforderungen Nr. 121 und Nr. 123 mit der zu dieser Zeit erreichten Temperatur durchgeführt werden.

Bedingungen für Tabelle C.2

Bremsklotz-konfiguration	$2 \times \text{Bgu}$ [4 Bremsklötze mit $250 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right)$ mm] je Rad
	$2 \times \text{Bg}$ [2 Bremsklötze mit $320 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right)$ mm] je Rad
	$1 \times \text{Bgu}$ [2 Bremsklötze mit $250 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right)$ mm] je Rad
Radtyp	in Übereinstimmung mit EN 13979-1
Raddurchmesser	$870 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right)$ mm (neues Rad 920 mm). Der genaue Durchmesser ist im Prüfbericht anzugeben.
Abzubremsende Masse je Rad	9,0 t und 11,25 t

Siehe Anmerkung 2 in 7.2.7.1.

Tabelle C.2 — Zusätzliches Programm für Leistungsprüfungen

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v					
			km/h					
Prüfungen sind mit einem Satz neuer Bremsklötze durchzuführen								
1.1 – 1.X			100	24	20 – 100	9,0	1.X	Stoppbremsungen trocken, um das Einschleifen der Bremsklötze auf wenigstens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen.
1	3	5	100	38	50 – 60	9,0		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
2	4	6	120					
7	11		100	38	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
8	12		30					
9	13		120					
10	14		60					
15	19		100	9	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
16	20		30					
17	21		120					
18	22		60					
23			70	—	50 – 60	—		Simulation einer Gefällebremsung mit einer Leistung von 40 kW für eine Dauer von 30 min
24			70	38	—	11,25		Stoppbremsungen trocken ohne Kühlpause unmittelbar nach Simulation einer Gefällebremsung
25 bis 34			100	24	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegenach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		km/h	kN	°C	t	Nr.	
25	29	100	38	50 – 60	11,25	32	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
26	30	30					
27	31	120					
28	32	60					

C.2 Programm zur Simulation einer Bremsbeurteilung

Bedingungen für Tabelle C.3

Bremsklotz-konfiguration	$2 \times \text{Bgu}$ [4 Bremsklötze mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Bremsklötze mit $320 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $1 \times \text{Bgu}$ [2 Bremsklötze mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad
Radtyp	in Übereinstimmung mit EN 13979-1
Raddurchmesser	$870 \begin{pmatrix} +5 \\ -0 \end{pmatrix} \text{ mm}$ (neues Rad 920 mm). Der genaue Durchmesser ist im Prüfbericht anzugeben.
Abzubremsende Masse je Rad	1,8 t, 9,0 t und 11,25 t
Volumenstrom Wasser	14 l/h

Tabelle C.3 — Programm zur Simulation einer Bremsbeurteilung

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	Wiegenach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		km/h	kN	°C	t	Nr.	
1.1 – 1.X		100	24	20 – 100	9,0	1.X	Stoppbremsungen trocken, um das Einschleifen der Bremsklötze auf wenigstens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen.
1 bis 19		100	24	20 – 100	1,8		Stoppbremsungen zur Konditionierung
20 bis 24		100	9	50 – 60	1,8		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
25 bis 29		120					
30 bis 34		100					
35 bis 39		100	9	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause.
40 bis 44		120					
45 bis 49		100					

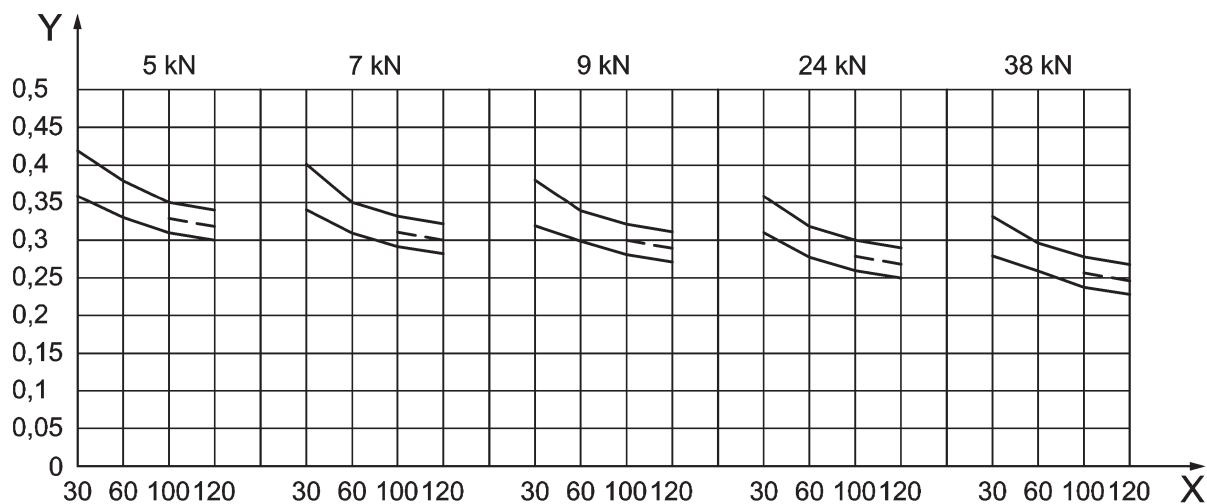
Nr. der Bremsanforderung	Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	Wiegen nach	Bemerkungen
	v	F_B	θ_0	m		
	km/h	kN	°C	t	Nr.	
50	70	—	—	—		10 kW Dauerbremsung für eine Dauer von 15 Minuten in trockenem Zustand, direkt nach Bremsanforderung Nr. 49, ohne Kühlpause zur Trocknung der Bremsklötze
51 bis 55 56 bis 60 61 bis 65	100 120 100	24	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
66 bis 70 71 bis 75	100 120	38	50 – 60	11,25	75	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause.
ANMERKUNG Prüfungen 35 bis 49 werden zu Informationszwecken durchgeführt.						

C.3 Streubereich mittlerer Reibwerte

C.3.1 Allgemeines

Der Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand, anwendbar für Prüfprogramme C.1 und C.2.

C.3.2 Konfiguration 2Bgu



Legende

- — — nominaler Reibwert für 100 km/h und 120 km/h
- Hüllkurve der Toleranzen
- X Geschwindigkeit in km/h
- Y Reibwert

Bild C.1 — Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand, Konfiguration 2Bgu

Tabelle C.4 — Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand, Konfiguration 2Bgu

F_B kN	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) $\geq$	30	60	100	120
5	Maximum	0,420	0,380	0,350	0,340
	Nominal			0,330	0,320
	Minimum	0,360	0,330	0,310	0,300
7	Maximum	0,400	0,350	0,330	0,320
	Nominal			0,310	0,300
	Minimum	0,340	0,310	0,290	0,280
9	Maximum	0,380	0,340	0,320	0,310
	Nominal			0,300	0,290
	Minimum	0,320	0,300	0,280	0,270
24	Maximum	0,360	0,320	0,300	0,290
	Nominal			0,280	0,270
	Minimum	0,310	0,280	0,260	0,250
38	Maximum	0,330	0,300	0,280	0,270
	Nominal			0,260	0,250
	Minimum	0,280	0,260	0,240	0,230

C.3.3 Konfiguration 2Bg

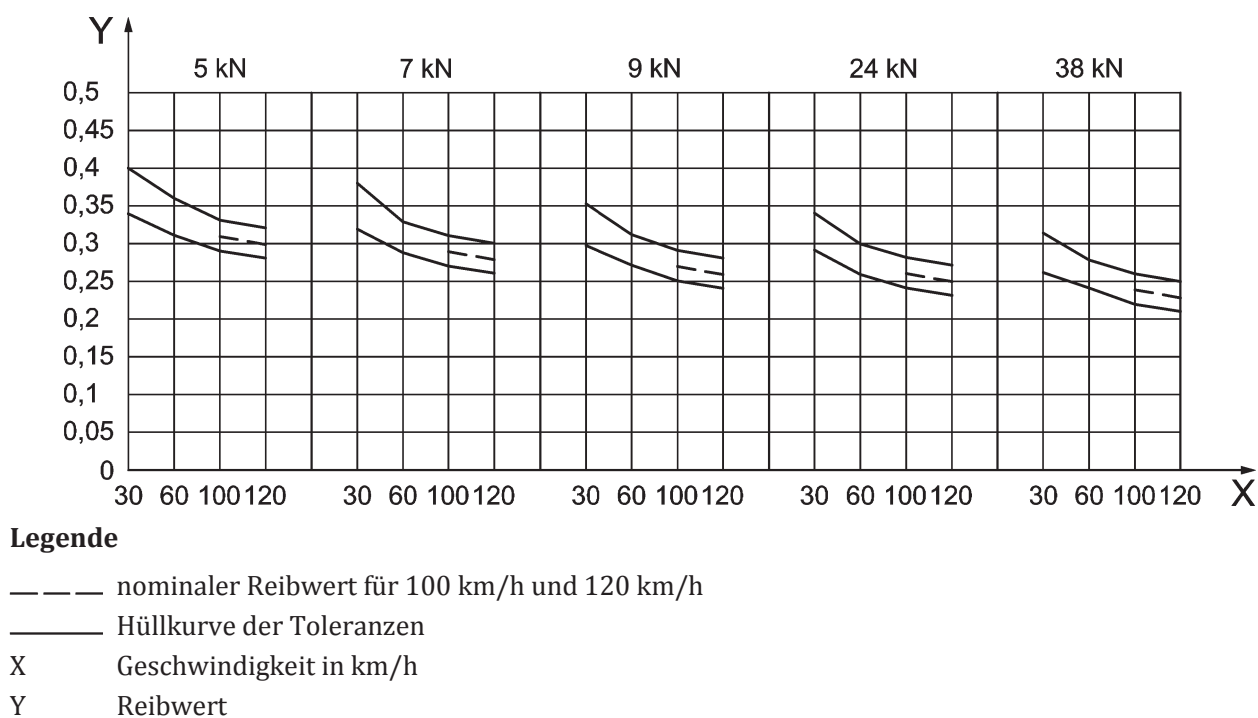
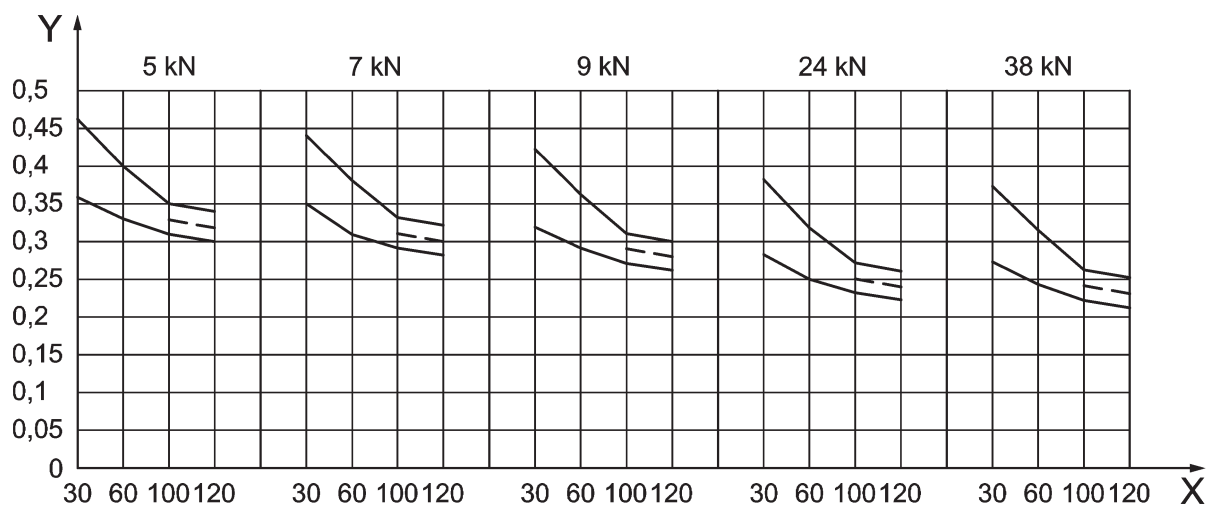


Bild C.2 — Streubereich des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand, Konfiguration 2Bg

Tabelle C.5 — Streubereich des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand, Konfiguration 2Bg

F_B kN	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) $\geq$	30	60	100	120
5	Maximum	0,403	0,357	0,330	0,320
	Nominal			0,310	0,300
	Minimum	0,341	0,310	0,290	0,280
7	Maximum	0,377	0,334	0,310	0,300
	Nominal			0,290	0,280
	Minimum	0,319	0,290	0,270	0,260
9	Maximum	0,351	0,311	0,290	0,280
	Nominal			0,270	0,260
	Minimum	0,297	0,270	0,250	0,240
24	Maximum	0,338	0,299	0,280	0,270
	Nominal			0,260	0,250
	Minimum	0,286	0,260	0,240	0,230
38	Maximum	0,312	0,276	0,260	0,250
	Nominal			0,240	0,230
	Minimum	0,264	0,240	0,220	0,210

C.3.4 Konfiguration 1Bgu



Legende

- — — nominaler Reibwert für 100 km/h und 120 km/h
- — — Hüllkurve der Toleranzen
- X Geschwindigkeit in km/h
- Y Reibwert

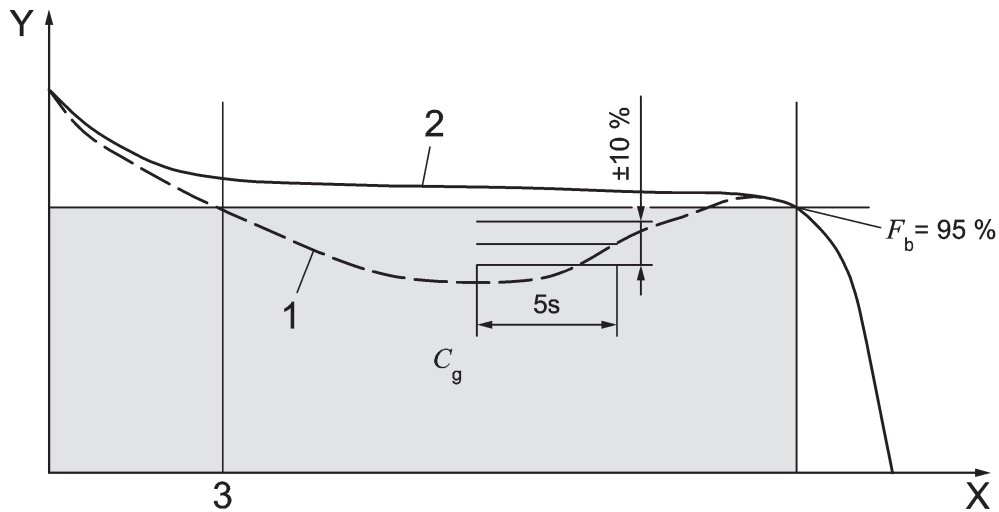
Bild C.3 — Streubereich des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand, Konfiguration 1Bgu

Tabelle C.6 — Streubereich des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand, Konfiguration 1Bgu

F_B kN	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) $\geq$	30	60	100	120
5	Maximum	0,460	0,400	0,350	0,340
	Nominal			0,330	0,320
	Minimum	0,360	0,330	0,310	0,300
7	Maximum	0,440	0,380	0,330	0,320
	Nominal			0,310	0,300
	Minimum	0,350	0,310	0,290	0,280
9	Maximum	0,420	0,360	0,310	0,300
	Nominal			0,290	0,280
	Minimum	0,320	0,290	0,270	0,260
24	Maximum	0,380	0,320	0,270	0,260
	Nominal			0,250	0,240
	Minimum	0,280	0,250	0,230	0,220
38	Maximum	0,370	0,310	0,260	0,250
	Nominal			0,240	0,230
	Minimum	0,270	0,240	0,220	0,210

C.4 Streubereich momentaner Reibwerte

Streubereich momentaner Reibwerte, anwendbar für Prüfprogramme C.1 und C.2.



Legende

- 1 Beispiel eines momentanen Reibwerts (μ_a), schlechtes Profil
- 2 Beispiel eines momentanen Reibwerts (μ_a), gutes Profil
- 3 30 km/h
- C_g grauer Bereich, nicht empfohlener Bereich für momentanes Reibprofil
- X momentane Geschwindigkeit (km/h)
- Y Reibwert (μ)

Bild C.4 — Maximale Abweichung der momentanen Reibwerte

Spezifikation

Ab dem Zeitpunkt $F_B = 95 \%$ bis zu einer Geschwindigkeit von 30 km/h darf der momentane Reibwert um nicht mehr als $\pm 10 \%$ für die Dauer von 5 s abweichen.

Anhang D (normativ)

Bremsklötze (LL) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Güterwagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)

D.1 Programm für Leistungsprüfungen

Bedingungen für Tabelle D.1

Bremsklotz-konfiguration	$2 \times \text{Bgu}$ [4 Bremsklötze mit $250 \times 80 \begin{smallmatrix} (+1) \\ (-2) \end{smallmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Bremsklötze mit $320 \times 80 \begin{smallmatrix} (+1) \\ (-2) \end{smallmatrix} \text{ mm}$] je Rad
Radtyp	in Übereinstimmung mit EN 13979-1
Raddurchmesser	$870 \begin{smallmatrix} (+5) \\ (-0) \end{smallmatrix} \text{ mm}$ (neues Rad 920 mm). Der genaue Durchmesser ist im Prüfbericht anzugeben.
Abzubremsende Masse je Rad	1,8 t, 9,0 t und 11,25 t
Volumenstrom Wasser	14 l/h

Tabelle D.1 — Programm für Leistungsprüfungen

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			km/h	kN	°C	t	Nr.	
1.1 – 1.X			100	60	20 – 100	9,0	1.X	Stoppbremsungen trocken, um das Einschleifen der Bremsklötze auf mindestens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen. Messung der Radrauheit am Ende dieses Abschnitts.
1	3	5	100	100	50 – 60	9,0		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
2	4	6	120					
7 bis 26			100	16	20 – 100	1,8		Stoppbremsungen zur Konditionierung
27	39	100	16	50 – 60	1,8			Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
28	40	30						
29	41	120						
30	42	60						
31	43	100	12	50 – 60	1,8			Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
32	44	30						
33	45	120						
34	46	60						

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			km/h	kN	°C	t	Nr.	
35	47		100	20	50 – 60	1,8		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
36	48		30					
37	49		120					
38	50		60					
51			70	—	—	—		10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, direkt nach Bremsanforderung Nr. 50, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt.
52	64	76	100	16	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
53	65	77	30					
54	66	78	120					
55	67	79	60					
56	68	80	100	12	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
57	69	81	30					
58	70	82	120					
59	71	83	60					
60	72	84	100	20	20 – 30	1,8		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
61	73	85	30					
62	74	86	120					
63	75	87	60					
88	92		100	100	20 – 30	11,25		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
89	93		30					
90	94		120					
91	95		60					
96			70	—	—	—	96	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, in trockenem Zustand, direkt nach Bremsanforderung Nr. 95, ohne Kühlpause zur Trocknung des Bremsklotzes
97	109		100	60	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
98	110		30					
99	111		120					
100	112		60					
101	113		100	20	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
102	114		30					
103	115		120					
104	116		60					
105	117		100	100	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
196	118		30					
107	119		120					
108	120		60					
121			100	100	110 – 120 ^a	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause bei hoher Anfangstemperatur
122			30					
123			120					
124			60					

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		km/h	kN	°C	t	Nr.	
125 126 127 128		100 30 120 60	60	50 – 60	11,25	128	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
129		70	—	20 – 60	—		Simulation einer Gefällebremsung bergab mit einer Leistung von 45 kW über eine Dauer von 34 min
130		70	100	—	11,25	130	Stoppbremsungen trocken, ohne Kühlpause, direkt nach Simulation einer Gefällebremsung
131 bis 140		100	—	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung
141 142 143 144	145 146 147 148	100 30 120 60	100	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
149		70	—	—	—	149	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, direkt nach Bremsanforderung Nr. 148, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt. Messung der Radrauheit am Ende dieses Abschnitts
ANMERKUNG Einige Reibmaterialien können während der Prüfung im beladenen Zustand unter hohen Bremskräften bei geringer Geschwindigkeit hohe Vibration erzeugen. Dies könnte das Dynamometer beschädigen. Aus diesem Grund ist es bei der Durchführung eines Abbruchs bei 100 kN zulässig, die Bremsung vor Stillstand zu beenden (unter 20 km/h). Die Endgeschwindigkeit sollte im Prüfbericht angegeben werden. Stoppbremsungen bei 30 km/h mit der Gesamt- F_B von 100 kN sind nicht vorgeschrieben.							
^a Sollte die während der Bremsanforderungen Nr.120 und Nr.122 erzielte Temperatur unter 110 °C liegen, müssen die Bremsanforderungen Nr. 121 und Nr. 123 mit der zu dieser Zeit erreichten Temperatur durchgeführt werden.							

Bedingungen für Tabelle D.2

Bremsklotz-konfiguration	$2 \times \text{Bgu}$ [4 Bremsklötze mit $250 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right)$ mm] je Rad
	$2 \times \text{Bg}$ [2 Bremsklötze mit $320 \times 80 \left(\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \right)$ mm] je Rad
Radtyp	in Übereinstimmung mit EN 13979-1
Raddurchmesser	$870 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right)$ mm (neues Rad 920 mm). Der genaue Durchmesser ist im Prüfbericht anzugeben.
Abzubremsende Masse je Rad	9,0 t und 11,25 t

Siehe Anmerkung 2 in 7.2.7.1

Tabelle D.2 — Zusätzliches Programm für Leistungsprüfungen

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsgeschwindigkeit	Gesamt- F_B je Rad	Anfangstemperatur	Abzubremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			km/h	kN	°C	t	Nr.	
Prüfungen sind mit einem Satz neuer Bremsklötze durchzuführen								
1.1 – 1.X			100	60	20 – 100	9,0	1.X	Stoppbremsungen trocken, um das Einschleifen der Bremsklötze auf mindestens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen.
1	3	5	100	60	50 – 60	9,0		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
2	4	6	120					
7 8 9 10	11 12 13 14	100 30 120 60	100	50 – 60	11,25			Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
15 16 17 18	19 20 21 22	100 30 120 60	20	50 – 60	11,25			Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
23			70	—	50 – 60	—		Simulation einer Gefällebremsung bergab mit einer Leistung von 40 kW für eine Dauer von 30 min
24			70	100	—	11,25		Stoppbremsungen trocken ohne Kühlpause unmittelbar nach Simulation einer Gefällebremsung
25 bis 34			100	60	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung
25 26 27 28	29 30 31 32	100 30 120 60	100	50 – 60	11,25	32		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause