

DIN EN 16452

ICS 45.040; 45.060.01

Einsprüche bis 2012-11-24

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Bremse –
Bremsklotzsohlen;
Deutsche Fassung prEN 16452:2012**

Railway applications –
Braking –
Brake blocks;
German version prEN 16452:2012

Applications ferroviaires –
Freinage –
Semelles de frein;
Version allemande prEN 16452:2012

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-09-24 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 150 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16452:2012) wurde unter Federführung der WG 47 „Bremse“ (Vorsitz: Deutschland) des SC3 „Schienenfahrzeuge — Systeme“ (Sekretariat: BSI, Großbritannien) innerhalb des Technischen Komitees CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Bahnanwendungen — Bremse — Bremsklotzsohlen

Applications ferroviaires — Freinage — Semelles de frein

Railway applications — Braking — Brake blocks

ICS:

Deskriptoren

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

Inhalt

Seite

Vorwort	7
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Allgemeine Anforderungen.....	11
5.1 Funktionen.....	11
5.2 Betriebliche Kriterien	12
5.2.1 Leistung des Reibmaterials	12
5.2.2 Betriebsleistung.....	12
5.2.3 Eigenschaften der Bremsklotzsohle.....	13
6 Zulassungsverfahren	13
6.1 Leistungsanforderungen an die Bremsklotzsohle	13
6.1.1 Kategorie A.....	13
6.1.2 Kategorie B.....	13
6.1.3 Kategorie C.....	14
6.2 Prüfanforderungen für die Zulassung	15
6.3 Dynamometer-Spezifikation	16
7 Anforderungen der Kategorie A	17
7.1 Eigenschaften der Bremsklotzsohle.....	17
7.1.1 Regelausführung	17
7.1.2 Andere Ausführungen.....	17
7.1.3 Prüfung der Eigenschaften der Bremsklotzsohle	17
7.1.4 Mechanische Eigenschaften der Bremsklotzsohle für Wartungsarbeiten	18
7.1.5 Gesundheitsschutz und Sicherheit.....	18
7.2 Dynamische Reibleistung	18
7.2.1 Allgemeine Anforderungen an das Beurteilungsverfahren	18
7.2.2 Veränderung des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand für eine Regenerationsbremsung	19
7.2.3 Reibwertverhalten im eingeschliffenen und nicht eingeschliffenen Zustand	19
7.2.4 Veränderung des mittleren Reibwerts bei Nässe	19
7.2.5 Abweichung des mittleren Reibwerts bei hoher Anfangstemperatur	19
7.2.6 Mittlerer Reibwert nach Simulation einer Bremsanforderung bergab	19
7.2.7 Momentane Abweichung des Reibwerts während der Simulation einer Bremsanforderung bergab	19
7.2.8 Abweichung der momentanen Reibung für eine Regenerationsbremsung	22
7.3 Statischer Reibwert	22
7.4 Extreme Winterbedingungen (Güterwagen)	22
7.4.1 Prüfung mit Dynamometer.....	22
7.4.2 Zugbremsprüfung	22
7.5 Feste Bremse (Bremsstörungstest).....	23
7.5.1 Allgemeine Vorschriften	23
7.5.2 Besondere Vorschriften für Güterwagen	23
8 Anforderungen an Kategorie B	24
8.1 Fahrzeugbremsprüfung	24
8.2 Reibpaar, Lauffläche und Abnutzung der Bremsklotzsohle	24
8.3 Dynamische Reibleistung	24
8.4 Beurteilung im Betrieb	24

9	Anforderungen an Kategorie C	25
9.1	Bildung metallischer Einschlüsse	25
9.2	Einfluss auf die Funktion des Gleisstromkreises (Shuntage)	25
10	Umweltbelange	25
10.1	Lärm	25
10.2	Geruch	25
10.3	Rauch, Dämpfe und Funken	25
10.4	Recycling und Entsorgung	26
11	Kennzeichnung	26
Anhang A (normativ) Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien		27
Anhang B (normativ) Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer		29
B.1	Allgemeines	29
B.2	Rotation und Belüftungsbedingungen	29
B.3	Aufbauzeit der Bremsanforderung t_s	29
B.4	Einschleifen	29
B.5	Abnutzung	29
B.6	Rauheitswert der Lauffläche	30
B.7	Unterbrechung der Prüfungen	30
B.8	Temperaturen	30
B.9	Bedingungen bei Bremsungen unter Nässeinfluss	30
B.10	Prüfung der Simulation einer Dauerbremsung	31
B.11	Prüfräder	31
Anhang C (normativ) Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung von Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Wagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)		32
C.1	Programm für Leistungsprüfungen:	32
C.2	Programm zur Simulation einer Bremsbeurteilung	36
C.3	Streubereich mittlerer Reibwerte	37
C.3.1	2Bgu Konfiguration	37
C.3.2	2Bg Konfiguration	38
C.3.3	1Bgu Konfiguration	39
C.4	Streubereich momentaner Reibwerte	40
Anhang D (normativ) Bremsklotzsohlen (LL) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Wagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)		41
D.1	Programm für Leistungsprüfungen	41
D.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	45
D.3	Streubereich mittlerer Reibwerte	46
D.4	Streubereich momentaner Reibwerte	48
Anhang E (normativ) Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der Reibeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Wagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)		49
E.1	Programm für Leistungsprüfungen	49
E.2	Streubereich mittlerer Reibwert	52
E.3	Streubereich momentaner Reibwert	53
Anhang F (normativ) Bremsklotzsohlen (L) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der Reibeigenschaften für eine zusätzliche Klotzbremse des Reisezugwagens		54
F.1	Programm für Leistungsprüfungen	54
F.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	56
F.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	57
F.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	58
F.5	Streubereich momentaner Reibwerte	59
Anhang G (normativ) Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der Reibeigenschaften für Lokomotiven		60
G.1	Programm für Leistungsprüfungen	60
G.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	63

G.3	Streubereich mittlerer Reibwerte in trockenem Zustand	64	
G.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	65	
G.5	Streubereich momentaner Reibwerte	66	
Anhang H (normativ) Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der			
	Reibeigenschaften für EMU – DMU	67	
H.1	Programm für Leistungsprüfungen	67	
H.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	71	
H.3	Streubereich mittlerer Reibwert in trockenem Zustand	72	
H.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	73	
H.5	Streubereich momentaner Reibwerte	74	
Anhang I (normativ) Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung der			
	Reibeigenschaften für Hochgeschwindigkeitszüge (Triebdrehgestell)	75	
I.1	Programm für Leistungsprüfungen	75	
I.2	Programm zur Simulation der Bremsbeurteilung	78	
I.3	Streubereich mittlerer Reibwert in trockenem Zustand	79	
I.4	Streubereich mittlerer Reibwerte in nassem Zustand	80	
I.5	Streubereich momentaner Reibwerte	81	
Anhang J (informativ) Prüfprogramm mit Dynamometer – Allgemeines Prüfprogramm			82
J.1	Allgemeines	82	
J.2	Allgemeines Prüfprogramm	82	
J.3	Definitionen	85	
J.4	Beurteilungsgrundlage und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung	85	
Anhang K (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer zur Ermittlung der Bildung metallischer			
	Einschlüsse	86	
K.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ K und LL	86	
K.2	Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	88	
K.3	Prüfprogramm für EMU – DMU mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	90	
K.4	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	92	
Anhang L (normativ) Dynamometer Prüfprogramm zur Darstellung von Bremseigenschaften bei			
	extremen Winterbedingungen	94	
L.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	94	
L.2	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ LL	96	
L.3	Besondere Anforderungen zur Durchführung der Prüfprogramme L.1 und L.2	97	
L.3.1	Aufbauzeit der Bremsung	97	
L.3.2	Unterbrechungen	97	
L.3.3	Temperaturen	98	
L.3.4	Schneebedingungen	98	
L.3.5	Andere Bedingungen	98	
L.4	Beurteilungsverfahren und Abnahmekriterien für Prüfprogramme L.1 und L.2	98	
L.5	Allgemeines Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Versuchsprogramms	99	
L.6	Detailliertes Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Versuchsprogramms (Beispiel Bremsklotzsohle K)	100	
Anhang M (normativ) Probelauf zur Darstellung der Bremseigenschaften von Bremsklotzsohlen K			
	– LL für Güterwagen bei extremen Winterbedingungen	103	
M.1	Allgemeines	103	
M.1.1	Prüfwagen	103	
M.1.2	Lokomotive	103	
M.1.3	Dokumentation	103	
M.2	Prüfbedingungen	104	
M.3	Bemessungsgrundlage	104	
M.4	Beurteilung der Messdaten und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung	106	
Anhang N (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer zur Simulation einer „verriegelten			
	Bremse“	108	
N.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen Typ K und LL	108	
N.2	Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	109	
N.3	Prüfprogramm für EMU – DMU Bremsklotzsohlen vom Typ K	109	

N.4	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	110
Anhang O (normativ) Prüfprogramm mit Dynamometer für den Nachweis der Kompatibilität mit		
	Gleisstromkreisen	111
O.1	Kurze Beschreibung verwendeter Messverfahren	111
O.2	Schematisches Diagramm der Messanordnung	112
O.3	Ablaufdiagramm zur Durchführung des Prüfprogramms	113
O.4	Vorbereitung der Bremsscheibe und der Rollen	113
O.4.1	Schleifen der Bremsscheibe	113
O.4.2	Säuberung und Entfettung der Bremsscheibe und der Rolle	113
O.5	Vorbereitung der Proben der Bremsklotzsohle	114
O.5.1	Abschleifen der Proben	114
O.5.2	Einschleifen der Proben	114
O.6	Kontaminierung der Bremsscheibe	114
O.7	Messungen	115
O.8	Bewertung der Ergebnisse	116
Anhang P (normativ) Fahrzeugprüfung zur Darstellung der Kompatibilität mit Gleisstromkreisen		
P.1	Einleitung	118
P.2	Prüfbedingungen	118
P.3	Beurteilung der Ergebnisse:	119
P.4	Kriterien für Annahme oder Ablehnung:	120
Anhang Q (informativ) Dynamometer Prüfprogramm – Bestimmung des statischen Reibwerts		
Q.1	Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ K und LL	121
Q.2	Prüfprogramm für EMU – DMU und Lokomotive mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	122
Q.3	Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklotzsohlen vom Typ K	122
Q.4	Besondere Anforderungen zur Ausführung der Dynamometer Prüfprogramme Q.1 bis Q.4 ...	123
Q.4.1	Definition des statischen Reibwerts	123
Q.4.2	Aufzuzeichnende Messungen	123
Q.4.3	Weitere Bedingungen	124
Anhang R (informativ) Dynamometer Prüfprogramm – Simulation von Betriebsbedingungen für		
	Güterwagen	125
R.1	Simulation Güterwagen mit Bremsklotzsohlentyp K 2Bgu	125
R.1.1	Prüfprogramm	125
R.1.2	Besondere Anforderungen für die Ausführung des Prüfprogramms	127
R.2	Simulation Güterwagen mit Bremsklotzsohle vom Typ LL 2Bgu	128
R.2.1	Prüfprogramm	128
R.2.2	Besondere Anforderungen für die Ausführung des Prüfprogramms	130
Anhang S (normativ) Austauschbarkeit, Unvertauschbarkeitsmerkmale und kritische		
	Abmessungen	131
Anhang T (normativ) Scherung der Bremsklotzsohle und Biegefähigkeitsprüfungen		
T.1	Allgemeines	133
T.2	Scherfestigkeitsprüfung	133
T.2.1	Befestigungsgrundsätze für die Prüfung	133
T.2.2	Prüfverfahren	133
T.3	Biegefestigkeitsprüfung	134
T.3.1	Befestigungsgrundsätze für die Prüfung	134
T.3.2	Prüfverfahren	134
Anhang U (normativ) Beschränkung zulässiger mechanischer Beschädigungen der		
	Bremsklotzsohle	135
U.1	Allgemeines	135
U.2	Risse durch die Rückentrageplatte	135
U.3	Bröckeln von Reibmaterial	135
U.4	Metallische Einschlüsse	136
U.5	Abbau der Rückentrageplatte	136
U.6	Risse in Richtung des Radumfangs	136
U.7	Abbau von Reibmaterial	137
U.8	Schnittstelle mit dem Bremsklotzhalter	137

Anhang V (normativ) Begrenzung der zulässigen Beschädigung des Rades	138
V.1 Allgemeines	138
V.2 Thermische Überlast durch Bremsung	138
V.3 Wärmebehandlungsrisse	138
V.4 Flachstelle	138
V.5 Hohllauf und Materialablösungen	138
Anhang W (normativ) Beurteilung der Bremsklotzsohle im Betrieb	139
W.1 Allgemeines	139
W.2 Güterwagen	139
W.2.1 Einleitung	139
W.2.2 Überwachungssystem	139
W.3 Reisezugwagen	140
W.3.1 Einleitung	140
W.3.2 Überwachungssystem	140
W.4 Lokomotive	140
W.4.1 Einleitung	140
W.4.2 Überwachungssystem	140
W.5 EMU-DMU	141
W.5.1 Einleitung	141
W.5.2 Überwachungssystem	141
W.6 Hochgeschwindigkeitszug	141
W.6.1 Einleitung	141
W.6.2 Überwachungssystem	141
W.7 Beschreibung von zu überwachenden Bereichen und zusätzlichen Messungen	141
W.8 Kriterien für Annahme oder Ablehnung	142
Anhang X (informativ) Ergänzende Definitionen und Abkürzungen	143
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	145
Literaturhinweise	148

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16452:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ 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-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Diese Europäische Norm enthält Anforderungen an Auslegung, Abmessungen, Leistung und Prüfung einer Bremsklotzsohle (sonst bekannt als „brake shoe insert“), die auf der Lauffläche als Teil eines Klotzbrems-systems agiert.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an Bremsklotzsohlen (ansonsten als „brake shoe inserts“ bezeichnet) für Klotzbremsen von Schienenfahrzeugen fest. Aus umweltbedingten Gründen (Reduzierung von Rollgeräuschen) behandelt diese Norm keine Anforderungen an Bremsklotzsohlen aus Guss, obwohl die Technologie von Bremsklotzsohlen aus Guss noch weitgehend in Europa verwendet wird. Bei neuen Bauarten von Schienenfahrzeugen wurde Gusseisen bereits durch Verbundwerkstoffe ersetzt und seitens der EEC (TSI) und UIC wurden in 2004 bedeutende Schritte unternommen, um den Wechsel von Gusseisen zu Verbundwerkstoffen zu beschleunigen.

Diese Europäische Norm ist für Bremsklotzsohlen der Reibungsebenen „K“, „L“, oder „LL“ anwendbar, die für den Einbau in Schienenfahrzeuge mit Klotzbremse ausgelegt sind, unabhängig davon, ob sie im internationalen Verkehr verwendet werden oder ihr Einsatz auf nationale Netze beschränkt ist.

Diese Norm enthält die Anforderungen für die Schnittstelle zwischen Bremsklotzsohle 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 ebenso wie die Erfüllung der Anforderungen an Gesundheit und Umwelt.

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

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*

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

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

EN 50238, *Bahnanwendungen — Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen*

ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters (ISO 4287)*

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

WI 00256537, *Bahnanwendungen — Bremse — Bremsleistung*¹⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bg Konfiguration

eine Bremsklotzsohle 320 mm je Bremsklotzhalter

3.2

Bgu Konfiguration

zwei Bremsklotzsohlen 250 mm je Bremsklotzhalter

3.3

Bremsklotzsohle

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

3.4

Bremsklotzkraft

Kraft, mit der die Bremsklotzsohle in Kontakt mit der Lauffläche gebracht wird

3.5 Reibwert

3.5.1

mittlerer Reibwert

Reibwert des Reibmaterials, über eine Entfernung für einen beliebigen Bremszustand

3.5.2

momentaner Reibwert

Reibwert des Reibmaterials zu einem beliebigen Zeitpunkt

3.5.3

statischer Reibwert

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

3.6

K-Werkstoff

Reibmaterial mit einem mittleren Reibwert von 0,25 bis 0,30

3.7

L-Werkstoff

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

3.8

LL-Werkstoff

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

3.9

Reibmaterial

abnutzbarer Teil der Bremsklotzsohle, der auf die Lauffläche wirkt, um die festgelegte Bremsleistung zu erbringen

¹⁾ in Vorbereitung

3.10

Haltebremse

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

3.11

interoperabler Verkehr

Zugbewegungen, die Verkehr auf trans-europäischen Schienennetzen des Hochgeschwindigkeits- oder konventionellen Verkehrs in Übereinstimmung mit Richtlinie 2008/57/EG umfassen

3.12

internationaler Verkehr

Zugbewegungen zwischen zwei oder mehr Mitgliedsstaaten, die nicht als interoperabler Verkehr klassifiziert sind

3.13

tröpfchenförmige Aufschmelzung

Beschädigung der Lauffläche während Normalbetrieb als Ergebnis der Interaktion zwischen Bremsklotzsohle und Lauffläche

3.14

nationaler Verkehr

Zugbewegungen, die auf einen einzelnen Mitgliedsstaat beschränkt sind

3.15

Rückentrageplatte der Bremsklotzsohle

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

3.16

Größe der Bremsklotzsohle

nominale Oberfläche der Belagreiffläche der Bremsklotzsohle ohne Berücksichtigung der Flächenverringern durch Nuten

3.17

Parkbremse

Bremse, die einen stehenden Zug unter festgelegten Bedingungen festhält, bis diese absichtlich gelöst wird; wird auch "Stillstandsbremsung" genannt

3.18

Teilenummer

Nummer, die einem Teil zur eindeutigen Identifizierung zugeordnet wird

3.19

Temperatur der Lauffläche

wird durch drei reibende Thermoelemente, wie in 5.3 dargestellt, gemessen

3.20

Gleisstromkreis

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

3.21

Bremssystem für Güterwagen

S- oder SS-Systeme sind spezielle Bremssysteme für den Betrieb von Güterwagen

3.22

Bremsart

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

4 Symbole und Abkürzungen

m	[t]	zu bremsende 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 (Bremsklotzsohle): 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 Zeit-spanne 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 Moment an, wenn $F_b = 0,95 \cdot F_B$ bis zum Stillstand
R_z	[µm]	Oberflächenrauheit (maximale Höhe des Profils)
D	[mm]	Raddurchmesser
Sd	[mm]	Spurkranzdicke
Sh	[mm]	Spurkranzhöhe
Qr	[mm]	Abstandsmaß am Spurkranz
Ar	[mm]	Spurmaß der Räder
P	[-]	Bremsart – P = Bremsstellung „Personenzüge“

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Funktionen

Die Bremsklotzsohle ist als Teil der Reibungsbremse eines Fahrzeugs zu verwenden. Diese muss die angegebene Leistung erbringen, beispielsweise im Hinblick auf den Anhalteweg, und muss dabei die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Erzeugung eines Bremsmomentes zulassen;
- das Zulassen der Umwandlung der kinetischen und potentiellen 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;
- fungiert als Teil einer Halte- oder Feststellbremse durch Reibkontakt mit einer Lauffläche.

Bei Erfüllung der oben genannten Anforderungen dürfen bei Bremsklotzsohle und Rad keine Beschädigung oder Veränderung, mit Ausnahme von normalem Verschleiß und Rissen, auftreten.

Die Bremsklotzsohle muss zusammen mit der Lauffläche als Reibpaar betrachtet werden.

5.2 Betriebliche Kriterien

5.2.1 Leistung des Reibmaterials

Die Auslegung und Herstellung der Bremsklotzsohle muss für alle vorgesehenen Betriebsbedingungen sowie Bergungs- und Räumungsbedingungen eines Fahrzeugs die folgenden Kriterien für die Leistung des Reibmaterials berücksichtigen:

- vorgegebene Bremswege der Fahrzeuge;
- vorgegebene Verzögerungen der Fahrzeuge;
- 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 Belagreibfläche der Bremsklotzsohle auf der Lauffläche;
- an jede Einrichtung der Halte- oder Feststellbremse gestellte Anforderungen;
- Form und Zustand der Lauffläche;
- verwendeter Werkstofftyp der Lauffläche;
- Temperatur der Lauffläche;
- Verformung des Rades unter Wärmebelastung;
- Veränderung der Reibeigenschaften in Abhängigkeit von der Bremsklotzsohle und dem Laufflächenverschleiß;
- Veränderung der Reibeigenschaften in Abhängigkeit von der Bremsklotzsohle und der Lauffläche im Zusammenhang mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen;
- Eigenschaften des Zusammenspiels der Bremsklotzsohle, des Rades und der Schiene.

5.2.2 Betriebsleistung

Die Auslegung und Herstellung der Bremsklotzsohle muss für alle vorgesehenen Betriebsbedingungen sowie Bergungs- und Räumungsbedingungen eines Fahrzeugs die folgenden Kriterien für die Betriebsleistung berücksichtigen:

- die Notwendigkeit, die Ablösung von Teilen des Reibmaterials auf der Rückseite der Bremsklotzsohle 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 Bremsklotzsohlen der gleichen Reibungsmerkmale zu ermöglichen und die Austauschbarkeit zwischen Bremsklotzsohlen unterschiedlicher Reibungsmerkmale zu vermeiden;
- die Integrität und Verschleißrate des Reibmaterials der Bremsklotzsohle und der Lauffläche;
- die Notwendigkeit, dauerhafter Verformung der Rückenplatte der Bremsklotzsohle während der Nutzungszeit vorzubeugen;
- die Notwendigkeit, den Umwelt- sowie Gesundheitsanforderungen zu entsprechen.

5.2.3 Eigenschaften der Bremsklotzsohle

Um den oben genannten Anforderungen zu entsprechen, ist die Leistung der Bremsklotzsohle mit Hilfe nachfolgend beschriebener Prüfverfahren zu ermitteln.

In Übereinstimmung mit vorhandenen Erfahrungen werden vorangegangene Abnahmen der Bremsklotzsohle 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:

- Ausbildung des Bremsklotzschuhs;
- momentaner und mittlerer dynamischer Reibwert;
- statischer Reibwert;
- Reibverhalten bei Nässe;
- Neigung zu Metalleinschlüssen;
- Verhalten unter Bedingungen, die eine feste Bremse simulieren, mit einer aufgebrauchten Bremskraft;
- Verschleiß des Bremsklotzes und der Lauffläche bei unterschiedlichen Lasten und Bedingungen der Betriebsbremsung;
- Reibverhalten unter strengen Winterbedingungen;
- Einfluss auf Signalsysteme (shuntage);
- Werkstoffeigenschaften der Bremsklotzsohle.

6 Zulassungsverfahren

6.1 Leistungsanforderungen an die Bremsklotzsohle

Die folgenden Prüfungen sind für eine Bewertung der Fähigkeit der Bremsklotzsohle vorgesehen, unter der Belastungsstufe zu agieren, die für die in Betracht kommende Anwendung geeignet ist. Diese werden wie folgt bezeichnet:

6.1.1 Kategorie A

Eine Beurteilung der Leistung der Bremsklotzsohle 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 des nationalen Verkehrs müssen Prüfungen, die zur Bestätigung der dynamischen Reibleistung durchgeführt werden, den in den Anhängen dargestellten Prüfungen entsprechen, können aber gegebenenfalls an die in Frage kommende Anwendung angepasst werden.

6.1.2 Kategorie B

Diese Prüfungen sind kennzeichnend für die in Betracht kommende Anwendung und beinhalten Leistung und Beanspruchung.

Es wird empfohlen diese Prüfungen auszuführen, um sicherzustellen, dass der Werkstoff der Bremsklotzsohle 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 betroffenen Prüfung werden auf Grundlage der Anwendungsbedingungen festgelegt.

6.1.3 Kategorie C

Beurteilung der Wirkung der Bremsklotzsohle auf die Laufläche sowie des Rad/Schiene-Kontakts.

Abhängig von der in Betracht kommenden Anwendung sollte die Bremsklotzsohle die Anforderungen nach der nachfolgenden Tabelle 1 oder Tabelle 2 „Kategorie C Anforderungen“ erfüllen.

Sofern nicht besonders gefordert, ist es für bestimmte Anwendungen, die im nationalen Verkehr betrieben werden, wie zum Beispiel Metro, Stadtbahnbetrieb, usw., nicht erforderlich, Prüfungen der Kategorie A durchzuführen. In diesem Fall sind Prüfungen entsprechend Kategorie B und Kategorie C ausreichend, um die Eignung des Werkstoffs für die Verwendung in der betroffenen Anwendung zu belegen.

6.2 Prüfanforderungen für die Zulassung

Tabelle 1 — Prüfanforderungen für die Zulassung von Werkstoffen in Fahrzeugen, die im internationalen Verkehr betrieben werden

Werkstoff			NEU ^b	VORHANDEN ^c	VORHANDEN ^c
Konfiguration ^a			NEU ^d	VORHANDEN ^e	VORHANDEN ^e
Anforderungen	Spezifikation / Prüfung	Zulassungs-kriterien			
Anforderungen der Kategorie A (internationaler Verkehr)					
Bremsklotz-eigenschaften	7.1, Anhang S und Anhang T	Anhang S und Anhang T	*	**	**
dynamische Reibleistung	7.2 und Anhang C bis Anhang I	7.2 und Anhang C bis Anhang I	*	**	**
statische Reibleistung	7.3 und Anhang Q	7.3	*	**	**
Winterbedingungen (Güterwagen)	7.4, Anhang L und Anhang M	Anhang L und Anhang M	*	**	**
Feste Bremse (Bremsstörungstest) Güterwagen	7.5 und Anhang N	7.5	*	**	***
Feste Bremse (Bremsstörungstest) andere Fahrzeuge	7.5 und Anhang N	7.5	***	***	***
Anforderungen der Kategorie B (internationaler Verkehr)					
Fahrzeugbrems-prüfung	8.1	-	*	**	**
Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaar)	8.2 und Anhang R	-	***	***	***
dynamische Reibleistung	8.3 und Anhang J	-	***	***	***
Beurteilung im Betrieb	8.4	-	*	**	**
Anforderungen der Kategorie C (internationaler Verkehr)					
Bildung metallischer Einschlüsse	9.1 und Anhang K	1.1	*	**	**
Einfluss auf Gleis-stromkreisbetrieb (Güterwagen und Reisezugwagen)	9.2, Anhang O und Anhang P	Anhang O und Anhang P	*	**	**
Einfluss auf Gleis-stromkreisbetrieb (andere)	9.2	9.2	***	***	***
^a Konfigurationsparameter beziehen sich auf die Fahrzeugmasse, Betriebsgeschwindigkeit, Raddurchmesser, Anzahl der Bremsklotzsohlen je Rad, Bremsklotzkraft, usw. ^b neuer Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld in keiner Anwendung verwendet ^c vorhandener Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld für andere Anwendungen genehmigt ^d neue Konfiguration = Aufbau, in der das Reibmaterial im Vorfeld noch nicht verwendet wurde ^e vorhandene Konfiguration = Aufbau, in der das Reibmaterial bereits verwendet wurde * = zwingend erforderlich ** = erforderlich, wenn keine vorherigen Prüfergebnisse vorliegen und vertauschbar zur Bestätigung der Leistung *** = nur falls erforderlich					

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

Werkstoff			NEU ^b	VORHANDEN ^c	VORHANDEN ^c
Konfiguration ^a			NEU ^d	VORHANDEN ^e	VORHANDEN ^e
Anforderungen	Spezifikation / Prüfung	Zulassungskriterien			
Anforderungen der Kategorie A (nationaler Verkehr)					
Bremsklotzeigenschaften	7.1, Anhang S und Anhang T	Anhang S und Anhang T	*	**	**
dynamische Reibleistung	7.2 und Anhang C bis Anhang I	7.2 und Anhang C bis Anhang I	*	**	**
statische Reibleistung	7.3 und Anhang Q	7.3	*	**	**
Winterbedingungen (Güterwagen)	7.4, Anhang L und Anhang M	Anhang L und Anhang M	***	***	***
Feste Bremse (Bremsstörungstest)	7.5 und Anhang N	7.5	***	***	***
Anforderungen der Kategorie B (nationaler Verkehr)					
Fahrzeugbremsprüfung	8.1	-	*	**	**
Verschleißprüfung mit Dynamometer (Reibpaar)	8.2 und Anhang R	-	***	***	***
dynamische Reibleistung	8.3 und Anhang J	-	***	***	***
Beurteilung im Betrieb	8.4	-	*	**	**
Anforderungen der Kategorie C (nationaler Verkehr)					
Bildung metallischer Einschlüsse	9.1 und Anhang K	1.1	***	***	***
Einfluss auf Gleisstromkreisbetrieb	9.2, Anhang O und Anhang P	Anhang O und Anhang P	***	***	***
^a Konfigurationsparameter beziehen sich auf die Fahrzeugmasse, Betriebsgeschwindigkeit, Raddurchmesser, Anzahl der Bremsklotzsohlen je Rad, Bremsklotzkraft, usw. ^b neuer Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld in keiner Anwendung verwendet ^c vorhandener Werkstoff = Reibmaterial im Vorfeld für andere Anwendungen genehmigt ^d neue Konfiguration = Aufbau, in der das Reibmaterial im Vorfeld noch nicht verwendet wurde ^e vorhandene Konfiguration = Aufbau, in der das Reibmaterial bereits verwendet wurde * = zwingend erforderlich ** = erforderlich, wenn keine vorherigen Prüfergebnisse vorliegen und vertauschbar zur Bestätigung der Leistung *** = nur falls erforderlich					

6.3 Dynamometer-Spezifikation

Der zur Ausführung der in den Anhängen dargestellten Prüfungen verwendete Dynamometer sollte zur korrekten Durchführung dieser Prüfungen geeignet sein.

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 und B126/DT 408, welche als Referenzdokumente verwendet werden könnten.

7 Anforderungen der Kategorie A

7.1 Eigenschaften der Bremsklotzsohle

7.1.1 Regelausführung

Es ist vorgeschrieben, dass im internationalen oder interoperablen Verkehr verwendete Bremsklotzsohlen entsprechend der in Anhang S dargestellten Auslegungsabmessungen und Toleranzen ausgeführt sein müssen.

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

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

7.1.2 Andere Ausführungen

Andere Ausführungen als die Regelausführung dürfen im nationalen Verkehr verwendet werden. Dennoch sollte wenn möglich die Regelausführung verwendet werden.

7.1.3 Prüfung der Eigenschaften der Bremsklotzsohle

Bremsklotzsohlen, die während der Bewertungs- und Abnahmeprüfung verwendet werden, müssen nach Tabelle 3 typgeprüft sein. Die Ergebnisse dieser Prüfungen müssen während jeglicher zukünftiger Prüfungen von Serienfertigungen von Eigenschaften von Einzellosen berücksichtigt werden, um zu bestätigen, dass sich diese Eigenschaften nicht verändert haben.

Die Typprüfung A ist nur einmal erforderlich und ist an einer Bremsklotzsohle auszuführen, die während des Auswertungszeitraums verwendet wird und Typprüfung B ist für jedes Einzellos der Bremsklotzsohlen erforderlich, das während des Auswertungszeitraums verwendet wird. Tabelle 3 beschreibt die auszuführende Prüfung, abhängig vom organischen Werkstoff / Sinterwerkstoff.

Tabelle 3 — Zuordnung der Prüfung für organische Werkstoffe / Sinterwerkstoffe

	Organischer Werkstoff	Sinterwerkstoff
Chemische Analyse ^a	A	A
Makrographische Struktur		A
Härte	B	B
Reibwert (verkleinerter Maßstab)	B	B
Dichte	B	B
Hochtemperaturwiderstandsfähigkeit		A
^a Ergebnisse für die chemische Analyse sind vertraulich. Sie sind nicht in der Auswertung des Prüfberichts enthalten. Sie werden für zukünftige Vergleiche aufbewahrt.		

Die Prüfergebnisse sind dem Auswertungsbericht anzufügen.

Für jede Prüfung sollte das verwendete Prüfverfahren festgelegt werden und muss im Auswertungsbericht enthalten sein. Das Toleranzband für jede Eigenschaft muss im Auswertungsbericht festgelegt werden.

Das Prüfverfahren und das Toleranzband für jede Eigenschaft sind in Übereinstimmung mit dem Produkt selbst und dem Herstellungsverfahren festzulegen.

7.1.4 Mechanische Eigenschaften der Bremsklotzsohle für Wartungsarbeiten

7.1.4.1 Abscherfestigkeit

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

7.1.4.2 Biegefestigkeit

Das Werkstoffverhalten der Bremsklotzsohle unter Biegebeanspruchung muss entsprechend Anhang T, Abschnitt T.3 bewertet werden. Am Ende der Prüfung darf die Bremsklotzsohle keine Rissbildung innerhalb des Reibmaterials oder die Rückentrageplatte keinen Bruch aufzeigen. Falls die Bremsklotzsohle eine Nut, wie in Anhang T, Abschnitt 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.

7.1.4.3 Beschränkung der zulässigen mechanischen Beschädigung

Die Beschränkung der zulässigen mechanischen Beschädigung der Bremsklotzsohle während Prüfungen mit Dynamometer (ausgenommen für die Prüfung „feste Bremse“ in 7.5) und Fahrzeug-Bremsprüfungen sind in Übereinstimmung mit Anhang U zu beurteilen. Die Beschädigung darf die festgelegte nicht überschreiten.

7.1.5 Gesundheitsschutz und Sicherheit

Die Verwendung von Asbest, Blei, Kadmium, Chrom (6) und Keramikfaser ist neben jedem anderem Material, das Staub oder Rauch erzeugt, der für die Gesundheit des Instandhaltungs- und Bedienungspersonals oder für die Fahrgäste gefährlich sein könnte, verboten. Alle in der Herstellung des Reibmaterials verwendeten Werkstoffe und die daraus resultierenden Abnutzungsprodukte müssen die relevanten und zur Zeit der Verwendung geltenden Umweltgesundheitsvorschriften einhalten.

7.2 Dynamische Reibleistung

7.2.1 Allgemeine Anforderungen an das Beurteilungsverfahren

Erfahrungen zeigen, dass die dynamische Reibleistung eines Reibmaterials im Allgemeinen nicht alle Anforderungen vollständig erfüllt.

Aus diesem Grund muss für eine besondere Anwendung jede Abweichung von der Anforderung in Übereinstimmung mit EN 50126-1 bewertet werden.

Die Auswirkungen von Gefährdungsgraden und -häufigkeit, die durch jede Abweichung entstehen, müssen unter Berücksichtigung der Grade und der Häufigkeit der möglichen Gefahr, wie in Tabelle 4 dargestellt, bewertet werden.

Tabelle 4 — Gefährdungsgrade / Häufigkeit der Gefährdung

oft	nicht OK	nicht OK	nicht OK	nicht OK
wahrscheinlich	nicht OK	nicht OK	nicht OK	nicht OK
gelegentlich	nicht OK	nicht OK	nicht OK	nicht OK
selten	OK	nicht OK	nicht OK	nicht OK
unwahrscheinlich	OK	OK	nicht OK	nicht OK
unvorstellbar	OK	OK	OK	nicht OK
mögliche Häufigkeit der Gefährdung	unwesentlich	geringfügig	kritisch	katastrophal
	Auswirkung des Gefährdungsgrades			

7.2.2 Veränderung des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand für eine Regenerationsbremsung

Der mittlere Reibwert (μ) in trockenem Zustand sollte mit dem bestimmten Toleranzbereich übereinstimmen, festgelegt im Anhang, der für die besondere Anwendung anwendbar ist.

7.2.3 Reibwertverhalten im eingeschliffenen und nicht eingeschliffenen Zustand

Der mittlere Reibwert sollte in der gleichen Prüfbedingung nicht mehr als $\pm 15\%$ zwischen den Zuständen „nicht eingeschliffen“ und „eingeschliffen“ abweichen. Der Reibwert des eingeschliffenen Zustands ist als Durchschnittswert des gemessenen Reibwerts der letzten fünf Haltebremsungen; durchgeführt während der Einschleifphase, festzulegen.

7.2.4 Veränderung des mittleren Reibwerts bei Nässe

7.2.4.1 Güterwagen

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe muss im Vergleich zu dem 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 zu bremsende Masse je Rad (m), die sich aus Bremsanforderungen ergeben, die nur vor Bremsung bei hoher Temperatur und der Simulation einer Bremsanforderung bergab ausgeführt wird.

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe sollte, 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 $\pm 15\%$ bezüglich des Durchschnitts des mittleren Reibwerts, gemessen in trockenem Zustand, abweichen.

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts bei Nässe sollte, 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 $\pm 30\%$ bezüglich des Durchschnitts des mittleren Reibwerts, gemessen in trockenem Zustand, abweichen.

7.2.4.2 Andere Fahrzeuge

Der mittlere Reibwert bei Nässe sollte mit den besonderen Toleranzbereichen übereinstimmen, die im entsprechenden Anhang für diese besondere Anwendung festgelegt sind.

7.2.5 Abweichung des mittleren Reibwerts bei hoher Anfangstemperatur

Im Falle einer Bremsung, bei der die Laufflächentemperatur 110°C übersteigt, sollte der mittlere Reibwert nicht mehr als $\pm 15\%$ 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 Mittlerer Reibwert nach Simulation einer Bremsanforderung bergab

Der Durchschnitt des mittleren Reibwerts nach Simulation einer Bremsanforderung bergab sollte nicht mehr als $\pm 15\%$ bei Anfangsgeschwindigkeit (v) ≥ 100 km/h abweichen und sollte nicht mehr als $\pm 30\%$ 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.

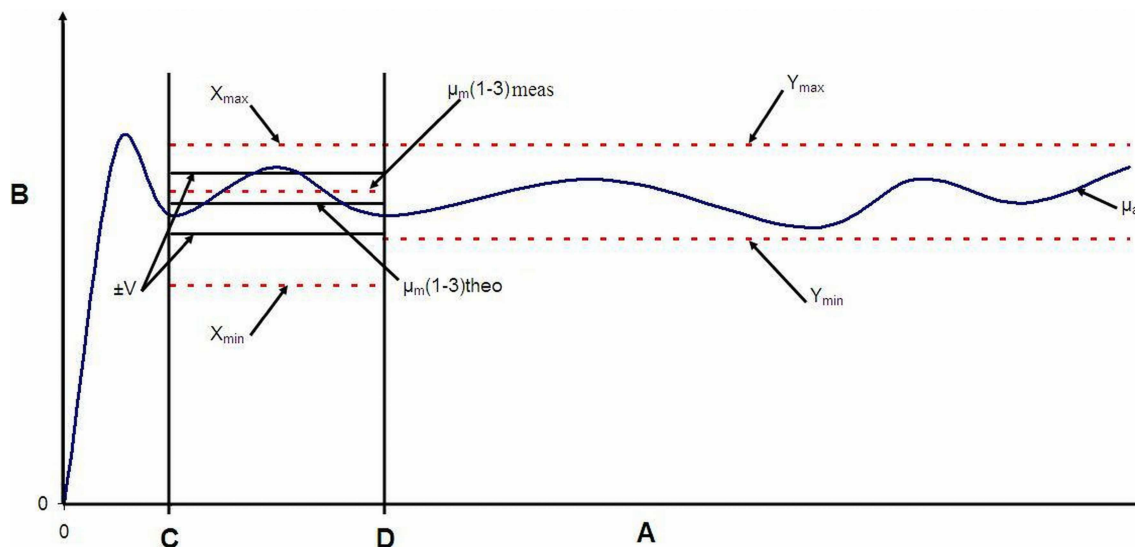
7.2.7 Momentane Abweichung des Reibwerts während der Simulation einer Bremsanforderung bergab

7.2.7.1 Güterwagen

Während der Simulation einer Dauerbremsung nach Anhang C, Anhang D und Anhang E, sollte der Reibwert die folgenden Merkmale erfüllen.

Tabelle 5 — Allgemeine Anforderungen für die Simulation einer Bremsanforderung bergab

$\mu_m(1-3)_{theo}$	“theo” = mittlerer Reibwert zwischen der ersten und dritten Minute, wie in Tabelle 6 festgelegt	siehe Tabelle 6
$\pm V$	maximaler Bereich der Abweichung, zulässig für $\mu_m(1-3)_{meas}$	$\pm 10\%$ von $\mu_m(1-3)_{theo}$
$\mu_m(1-3)_{meas}$	“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 zwischen der ersten und der dritten Minute	- 30 % von $\mu_m(1-3)_{meas}$
X_{max}	maximal zulässiger momentaner Reibwert zwischen der ersten und der dritten Minute	+ 15 % von $\mu_m(1-3)_{meas}$
Y_{min}	minimal zulässiger momentaner Reibwert nach der dritten Minute	- 15 % von $\mu_m(1-3)_{meas}$
Y_{max}	maximal zulässiger momentaner Reibwert nach der dritten Minute	+ 15 % von $\mu_m(1-3)_{meas}$ für Bremsklotzsohlentyp K + 30 % von $\mu_m(1-3)_{meas}$ für Bremsklotzsohlentyp LL



Legende

- A Zeit in Minuten
- B Reibwert
- C erste Minute
- D dritte Minute

Bild 1 — Allgemeine Anforderungen für die Simulation einer Bremsanforderung bergab

Tabelle 6 — Wert für $\mu_m(1-3)_{theo}$

Prüfprogramm	Bremsklotzsohle	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 sollte der Reibwert die folgenden Kriterien erfüllen.

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

Während der gesamten Dauer der Simulation der Dauerbremsung sollte der momentane Reibwert im Bereich von 0,10 bis 3,2 liegen und die maximale Abweichung sollte nicht mehr als 0,15 betragen.

Der momentane Reibwert sollte 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 Dauerbremsung sollte 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 Dauerbremsung sollte der momentane Reibwert nicht um mehr als 30 % des mittleren Reibwerts, gemessen während der ersten zwei Minuten der Prüfung, sinken und sollte nicht um mehr als 15 % des mittleren Reibwerts, gemessen während der ersten zwei Minuten der Prüfung, ansteigen.

Während der gesamten Dauer der Simulation der Dauerbremsung sollte 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 sollte innerhalb eines einminütigen Abschnitts während der Simulation einer Dauerbremsung 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 Regenerationsbremsung

Die Abweichung des momentanen Reibwerts zu der Zeit, in der die gesamte Bremskraft während einer Prüfung mit Dynamometer zum Einsatz kommt, muss anzeigen, dass der sich ergebende Bremsmoment konstant ist oder sich wenigstens innerhalb der in den Anhängen festgelegten Grenzen verändert und dass er 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_{sta} , ermittelt bei jeder Kraft, muss gleich oder höher als das in Tabelle 7 dargestellte Reibwertniveau sein.

Tabelle 7 — Statischer Reibwert μ_{stat}

Werkstofftyp	Programm Anhang		
	Q.1	Q.2	Q.3
K	0,20	0,24	0,24
LL	0,20	---	---

7.4 Extreme Winterbedingungen (Güterwagen)

Das Reibverhalten unter extremen Winterbedingungen ist mittels einer Prüfung mit Dynamometer oder einer Zugbremsprüfung zu bewerten.

7.4.1 Prüfung mit Dynamometer

Das Reibverhalten im Winter ist in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach Anhang L zu beurteilen, die Kriterien für die Annahme oder Ablehnung müssen denen in L.4 entsprechen.

- L.1 Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ K;
- L.2 Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklotzsohlen vom Typ LL;
- L.3 Besondere Anforderungen zur Durchführung der Prüfprogramme L.1 und L.2;
- L.4 Beurteilungsverfahren und die Kriterien für die Annahme oder Ablehnung für Prüfprogramme L.1 und L.2;
- L.5 Allgemeines Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Versuchsprogramms;
- L.6 Detailliertes Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Versuchsprogramms (Beispiel Bremsklotzsohle K).

Die Prüfung muss nur bei einem Aufbau der Bremsklotzsohle, wie in Anhang L beschrieben, durchgeführt werden, wobei eine positive Beurteilung ebenfalls für andere Aufbauten von Bremsklotzsohlen gilt.

7.4.2 Zugbremsprüfung

Das Reibverhalten im Winter ist in Übereinstimmung mit den Vorschriften nach Anhang M zu beurteilen, die Kriterien für die Annahme oder Ablehnung müssen denen in M.4 entsprechen.

- M.1 Einleitung;
- M.2 Prüfbedingungen;
- M.3 Bemessungsgrundlage;
- M.4 Beurteilung der Messdaten und die Kriterien für die Annahme oder Ablehnung.

Die Prüfung muss nur bei einem Aufbau der Bremsklotzsohle, wie in Anhang M beschrieben, durchgeführt werden, wobei eine positive Beurteilung ebenfalls für andere Aufbauten von Bremsklotzsohlen gilt.

7.5 Feste Bremse (Bremsstörungstest)

7.5.1 Allgemeine Vorschriften

Das Verhalten der Bremsklotzsohle 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 Bremsklotzsohlen vom Typ K und LL;

N.2 Prüfprogramm für Lokomotiven mit Bremsklotzsohlen vom Typ K;

N.3 Prüfprogramm für EMU – DMU Bremsklotzsohlen vom Typ K;

N.4 Prüfprogramm für Hochgeschwindigkeitszüge mit Bremsklotzsohlen vom Typ K.

Die Temperaturwerte der Lauffläche für die Zulassung sind in Tabelle 8 angegeben.

Tabelle 8 — Temperaturwerte der Lauffläche für die Zulassung

Radtemperatur [°C] ^a		
< 600	> 600	> 700 bis < 800
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 bei 120 °C zueinander zu positionieren. ^b wenn die kumulierte Zeit über der Temperaturgrenze 25 min überschreitet. ^c wenn die kumulierte Zeit 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 Konfiguration der Bremsklotzsohle 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 2Bg oder 2Bgu Konfiguration und Rad 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 eines Nothalts 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 an Kategorie B

8.1 Fahrzeugbremsprüfung

Es wird empfohlen, Fahrzeugbremsprüfungen entsprechend den Anforderungen der nachfolgend aufgeführten Europäischen Normen durchzuführen. Sind besondere Anforderungen nicht in diesen Europäischen Normen enthalten, sollten Prüfungen nach WI 00256537 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*

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

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

Kriterien für die Annahme oder Ablehnung:

Übereinstimmung mit den Anforderungen der zutreffenden Europäischen Normen und mit WI 00256537.

8.2 Reibpaar, Lauffläche und Abnutzung der Bremsklotzsohle

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

8.3 Dynamische Reibleistung

Es wird empfohlen, eine Prüfung durchzuführen, um sicherzustellen, dass der Werkstoff der Bremsklotzsohle 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 die Bremsklotzsohle, welche die während der Dynamometerprüfung geforderten Leistungskriterien erfolgreich erfüllt hat, sowie die zugehörige Bremsleistungsprüfung des Fahrzeugs einer Beurteilung im Betrieb unterliegen.

Es wird empfohlen, dass die Beurteilung im Betrieb alle Klimabedingungen abdeckt, denen die Bremsklotzsohle während deren Verwendung ausgesetzt werden würde.

Diese Beurteilung sollte bestätigen, dass die betrachtete Bremsklotzsohle keine Beschädigungen am Rad oder eine negative Auswirkung auf die mechanische Integrität der Anordnung der Bremsklotzsohle verursacht oder unvorhersehbare betriebliche Probleme einbringt. Die Abnutzung der Bremsklotzsohle 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 W liefert relevante Prüfprogramme und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung.

9 Anforderungen an Kategorie C

9.1 Bildung metallischer Einschlüsse

Die Bremsklotzsohle sollte kein Material von den Laufflächen abtragen und einlagern. 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 der Bremsklotzsohle betragen.

9.2 Einfluss auf die Funktion des Gleisstromkreises (Shuntage)

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

Es gibt zwei zur Verfügung stehende Verfahren:

Verfahren 1:

Prüfung mit Dynamometer und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung, anwendbar für die Beurteilung der Bremsklotzsohle für Güterwagen (siehe Anhang O).

Verfahren 2:

Streckenversuch und Kriterien für die Annahme oder Ablehnung, anwendbar für die Beurteilung der Bremsklotzsohle für Güterwagen und Reisezugwagen (siehe Anhang P).

10 Umweltbelange

Alle in der Fertigung verwendeten Werkstoffe für Reibmaterialien und die daraus resultierenden Abnutzungserzeugnisse sollten mit den relevanten Umweltvorschriften, die zur Zeit der Verwendung zutreffen, übereinstimmen.

10.1 Lärm

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

10.2 Geruch

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

10.3 Rauch, Dämpfe und Funken

Die Entwicklung des Reibmaterials sollte die Notwendigkeit berücksichtigen, durch die Bremsklotzsohle erzeugten Rauch, Dämpfe und Funken bei normalem Einsatz so gering wie möglich zu halten.

10.4 Recycling und Entsorgung

Die Notwendigkeit, so viele Bremsklotzsohlen wie möglich nach Verwendung zu recyceln, sollte berücksichtigt werden. Ist ein Recycling nicht möglich, sollte die gesamte Bremsklotzsohle ohne besondere Vorkehrungen entsorgt werden können.

11 Kennzeichnung

Die Rückseite jeder Bremsklotzsohle 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 Reibleistung ab.

Tabelle A.1 — Prüfprogramme für die Reibleistung

Schienenfahrzeugtyp	Brems- klotz- sohlen- typ	Konfiguration der Bremsklotzsohle				Reib- Prüfprogramm	Annahmekriterien
		1 x Bg	1 x Bgu	2 x Bg	2 x Bgu		
Güterwagen	K	X				Anhang E	Anhang E
			X			Anhang C	Anhang C
				X		Anhang C	Anhang C
					X	Anhang C	Anhang C
	LL			X		Anhang D	Anhang D
					X	Anhang D	Anhang D
Reisezugwagen (Bremsklotzsohle kombiniert mit einer Brems Scheibe)	L	X				Anhang F	Anhang F
Lokomotive	K		X			Anhang G	Anhang G
EMU/DMU	K		X			Anhang H	Anhang H
Hochgeschwindigkeitszug	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- klotz- sohlen- typ	Konfiguration der Bremsklotzsohle				
			1 x Bg	1 x Bgu	2 x Bg	2 x 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
Bremseigenschaften bei extremen Winterbe- dingungen	L.1	K, 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					
Statischer Reibwert	Q.1	K, LL		X	X	X	Lokomotive und DMU/EMU
	Q.2	K		X			
	Q.3	K	X				
Simulation von Betriebs- bedingungen	R.1	K				X	Hochgeschwindigkeitszug
	R.2	LL				X	Güterwagen

Anhang B (normativ)

Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer

B.1 Allgemeines

Die folgenden allgemeinen Anforderungen gelten für alle Prüfungen mit Dynamometer, bis andere genauere Anforderungen in einer bestimmten Prüfung, in welcher diese besondere Anforderung Vorrang hat, angeführt werden.

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 Einschleifen bei Pausen zwischen Regenerationsbremsen durchgeführt wird, sollte einmalig eine Mindestanzahl von Einschleifbremspausen durchgeführt werden, um die nachfolgenden Bedingungen sicherzustellen:

- 40 für organische Bremsklotzsohlen;
- 80 für Sinter-Bremsklotzsohlen.

B.5 Abnutzung

Die Abnutzung von Bremsklotzsohlen wird vor bestimmten Anhaltebremsungen 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 Anhaltebremsungen zu messen, wie in jedem Typ des Dynamometer-Programms angegeben. Die Messungen von Rz und Ra sind nach ISO 4287 und 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 Nässeeinfluss ist eine Bremsanforderung, identisch mit der letzten Bremsanforderung im Trockenen (mit Ausnahme einer Beharrungsbremsanforderung) außerhalb des Programms erforderlich, um den Bremsungen unter Nässeeinfluss zu entsprechen.

B.8 Temperaturen

Temperaturen sollten durch drei aneinander reibende Thermoelemente gemessen werden, die gleichmäßig über die Lauffläche verteilt sind. Die verwendete Temperatur muss der Mittelwert dieser drei Messungen sein.

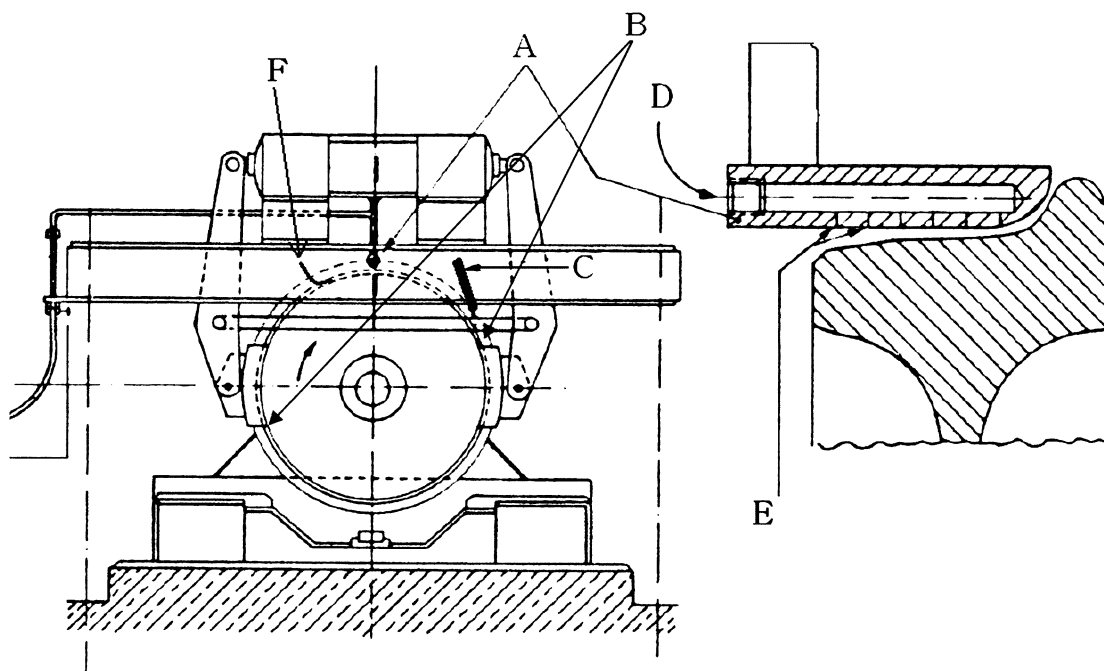
Während anschließender Bremsanforderungen muss die Anfangstemperatur immer durch Reduzierung der Temperatur auf diesen Wert vor der Bremsanforderung erreicht werden.

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 Bremsungen unter Nässeeinfluss

In Bezug auf Bremsanforderungen unter Nässeeinfluss darf die Befeuchtung des Rades während jeder vollständigen Reihe von nassen Stopps (einschließlich Abkühlungszeit) nicht unterbrochen werden. Für den ersten Stopp eines Prüfabschnitts mit Bremsungen unter Nässeeinfluss 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 Nässeeinfluss muss mit sechs Löchern für Sprühwasser ausgeführt werden, die in regelmäßigen Abständen von 15 mm auseinander 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 der Bremsklotzsohle ausgespart werden. Ein Beispiel der Konfiguration der nassen Prüfung wird in Bild B.1 dargestellt:



Legende

- A Sprühkopf
- B Einlaufkante der Bremsklotzsohle in Richtung der Drehbewegung vollständig eingeschliffen
- C Wasserablenkungsschild
- D Beispiel eines Wassereinlasses
- E Düsenlöcher
- F Thermoschleifer

Bild B.1 — Konfiguration der nassen Prüfung mit Dynamometer

B.10 Prüfung der Simulation einer Dauerbremsung

Werden die Anforderungen für die Simulation einer Dauerbremsung im Prüfprogramm in Leistung [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 sind die Bauart, der Zustand der Oberfläche und die Position der metallischen Einschlüsse auf der Reibfläche der Bremsklotzsohle zu vermerken. Von jeder Demontage ist ein Foto zu machen.

Nach jedem Austausch des Reibmaterials ist die Lauffläche mit einer „Reinigungs-Bremsklotzsohle“ zu konditionieren, so dass der Zustand der Lauffläche für alle Prüfungen übereinstimmt.

Anhang C (normativ)

Bremsklotzsohlen (K) aus Verbundwerkstoff – Darstellung von Reibeeigenschaften für S- und SS- (S/SS) gebremste Wagen ($v_{\max} = 120 \text{ km/h}$)

C.1 Programm für Leistungsprüfungen:

Tabelle C.1 — Programm für Leistungsprüfungen (1 von 3)

Konfiguration der Bremsklotzsohle		$2 \times \text{Bgu}$ [4 Sohlen mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Sohlen mit $320 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $1 \times \text{Bgu}$ [2 Sohlen 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.					
Masse je Rad		2,5 t, 9,0 t und 11,25 t					
Wasserdurchflussrate		14 l/h					
Nr. der Bremsanforderung	Anfangsgeschwindigkeit		gesamte F_B je Rad	Anfangstemperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen 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 Sohlen bis zu mindestens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen. Messung der Radrauigkeit 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	2,5		Stoppbremsungen zur Konditionierung
27	39	100	7	50 – 60	2,5		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
28	40	30					
29	41	120					
30	42	60					
31	43	100	5	50 – 60	2,5		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
32	44	30					
33	45	120					
34	46	60					

Tabelle C.1 (2 von 3)

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsge- schwindigkeit	gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			[km/h]	[kN]	[°C]	[t]	Nr.	
35	47		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
36	48		30	9	50 – 60	2,5		
37	49		120					
38	50		60					
51			70	-	-	-		10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, di- rekt nach Bremsung Nr. 50, ohne Unterbrechung. Hier- durch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt.
52	64	76	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
53	65	77	30	7	20 – 30	2,5		
54	66	78	120					
55	67	79	60					
56	68	80	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
57	69	81	30	5	20 – 30	2,5		
58	70	82	120					
59	71	83	60					
60	72	84	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
61	73	85	30	9	20 – 30	2,5		
62	74	86	120					
63	75	87	60					
88	92		100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
89	93		30	38	20 – 30	11,25		
90	94		120					
91	95		60					
96			70	-	-	-	96	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, in trockenem Zustand, direkt nach Bremsung Nr. 95, ohne Kühlpause
97	109		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
98	110		30	24	50 – 60	11,25		
99	111		120					
100	112		60					
101	113		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
102	114		30	9	50 – 60	11,25		
103	115		120					
104	116		60					
105	117		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
196	118		30	38	50 – 60	11,25		
107	119		120					
108	120		60					

Tabelle C.1 (3 von 3)

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsge- schwindigkeit	gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		[km/h]	[kN]	[°C]	[t]	Nr.	
121		100	38	110 – 120 ^a	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
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 Dauerbremsung 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 Bremsung Nr. 129
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, di- rekt nach Bremsung Nr. 148, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt. Messung der Radrauigkeit am Ende dieses Abschnitts

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

Tabelle C.2 — Zusätzliches Programm für Leistungsprüfungen

Konfiguration der Bremsklotzsohle			$2 \times \text{Bgu}$ [4 Sohlen mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Sohlen mit $320 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $1 \times \text{Bgu}$ [2 Sohlen 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.				
Masse je Rad			9,0 t und 11,25 t				
Nr. der Bremsanforderung	Anfangsge- schwindigkeit		gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen 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 Sohlen bis zu mindestens 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 12 13 14	11	100	38	50 – 60	11,25	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
8		12	30				
9		13	120				
10		14	60				
15	19 20 21 22	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 Dauerbremsung 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 Dauerbremsung
25 bis 34	100		24	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung
25	29 30 31 32	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

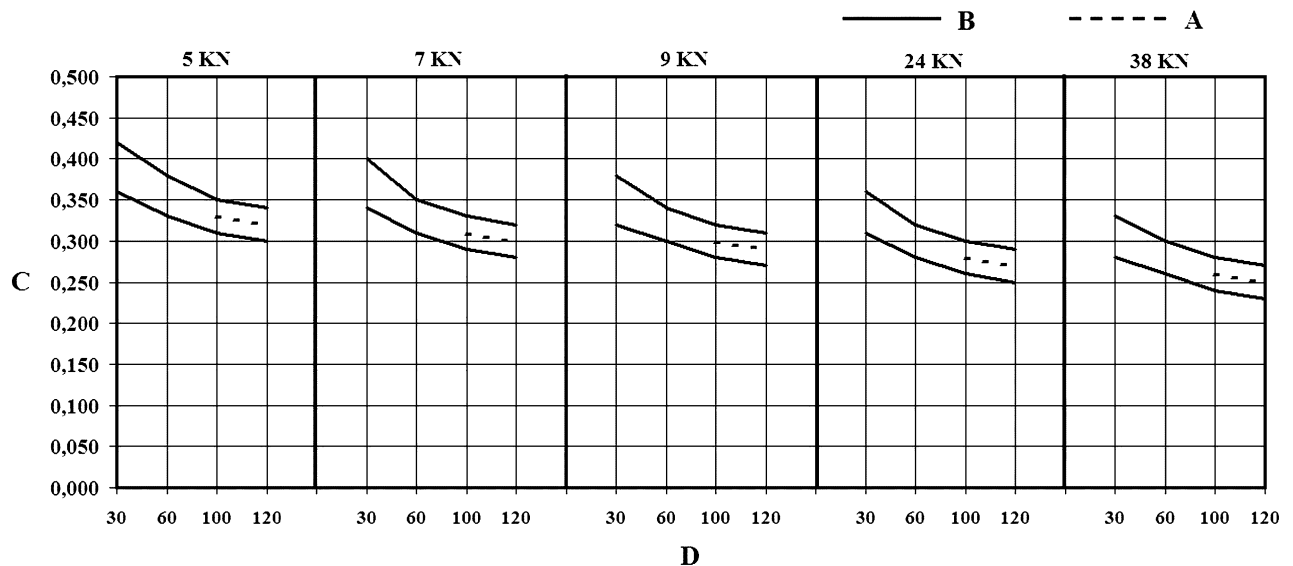
Tabelle C.3 — Programm zur Simulation einer Bremsbeurteilung

Konfiguration der Bremsklotzsohle	$2 \times \text{Bgu}$ [4 Sohlen mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Sohlen mit $320 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $1 \times \text{Bgu}$ [2 Sohlen 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.					
Masse je Rad	2,5 t, 9,0 t und 11,25 t					
Wasserdurchfluss rate	14 l/h					
Nr. der Bremsanforderung	Anfangsge- schwindigkeit	gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen 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 Sohlen bis zu mindestens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen.
1 bis 19	100	24	20 – 100	2,5		Stoppbremsungen zur Konditionierung
20 bis 24 25 bis 29 30 bis 34	100 120 100	9	50 – 60	2,5		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
35 bis 39 40 bis 44 45 bis 49	100 120 100	9	20 – 30	2,5		Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
50	70	-	-	-		10 kW Dauerbremsung für eine Dauer von 15 Minuten in trockenem Zustand, direkt nach Bremsung 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		Stoppbremsung trocken nach Kühlpause
66 bis 70 71 bis 75	100 120	38	50 – 60	11,25	75	Stoppbremsung trocken nach Kühlpause

C.3 Streubereich mittlerer Reibwerte

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

C.3.1 2Bgu Konfiguration



Legende

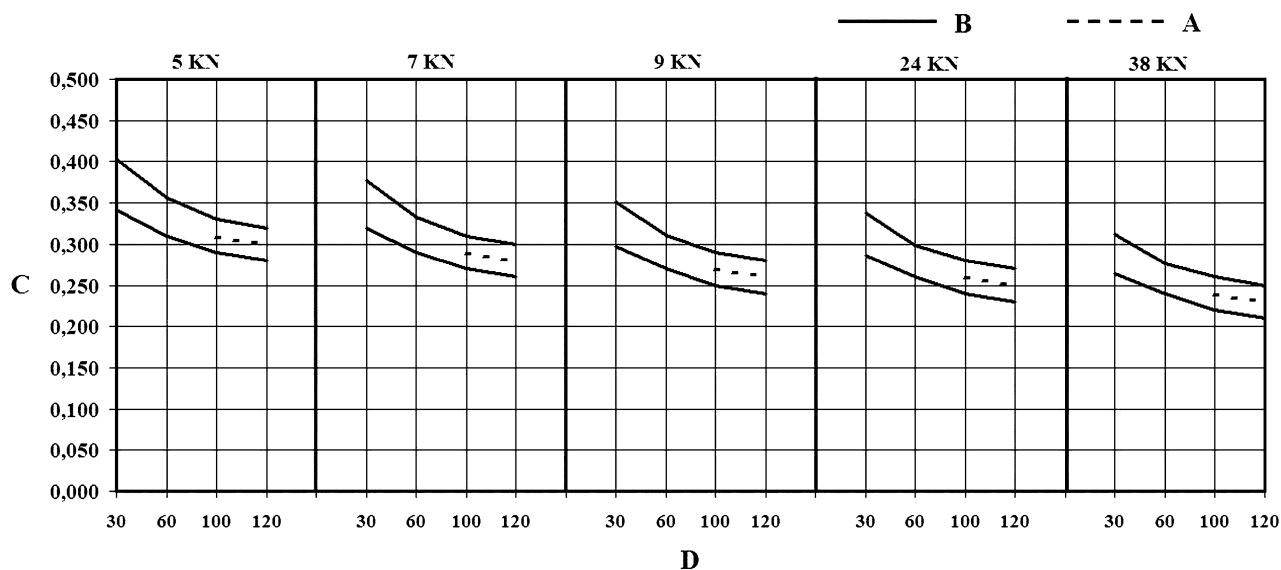
- A nominaler Reibwert für 100 km/h und 120 km/h
- B Hüllkurve der Toleranzen
- C Reibwert
- D Geschwindigkeit in km/h

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

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

F_B [kN]	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) =>	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.3.2 2Bg Konfiguration



Legende

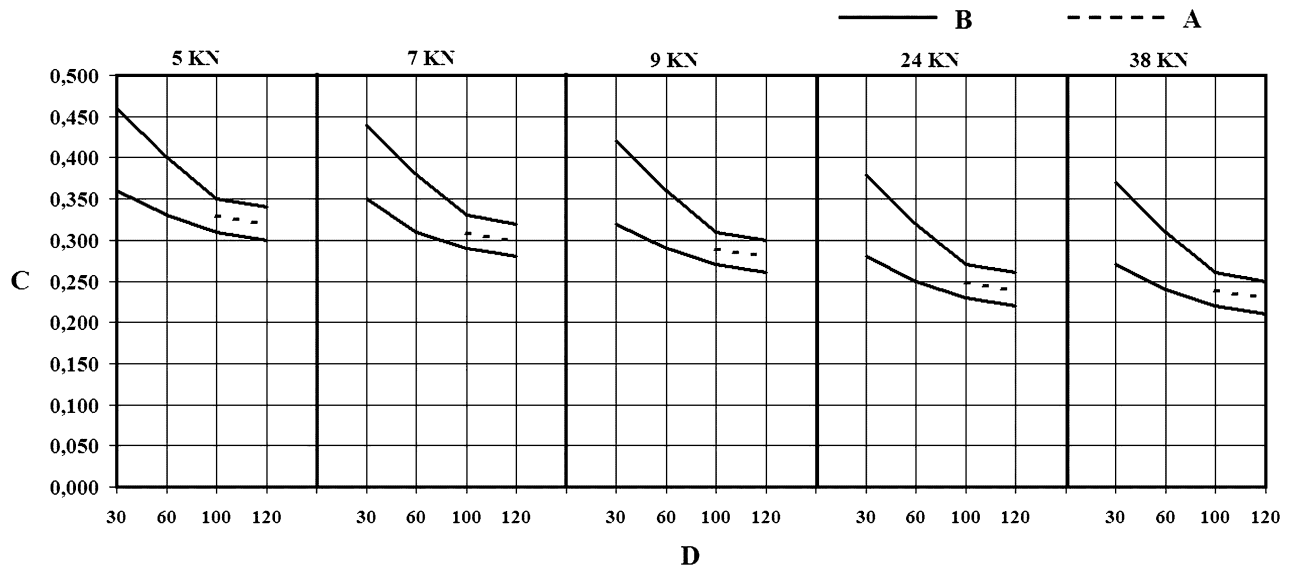
- A nominaler Reibwert für 100 km/h und 120 km/h
- B Hüllkurve der Toleranzen
- C Reibwert
- D Geschwindigkeit in km/h

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

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

F_B [kN]	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) =>	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.3.3 1Bgu Konfiguration



Legende

- A nominaler Reibwert für 100 km/h und 120 km/h
- B Hüllkurve der Toleranzen
- C Reibwert
- D Geschwindigkeit in km/h

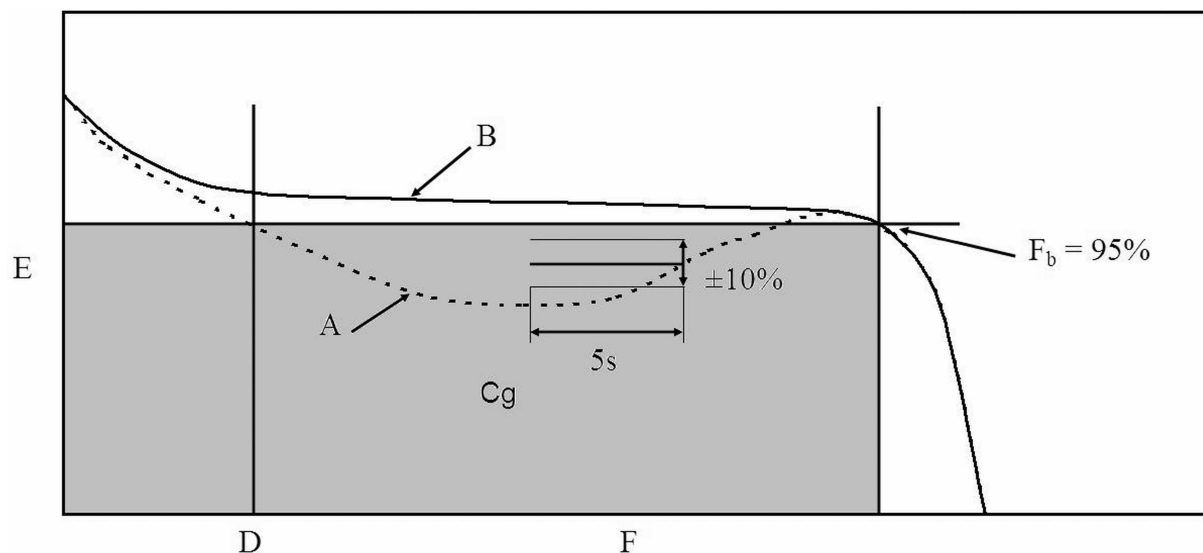
Bild C.3 — Streubereich des mittleren Reibwerts in trockenem Zustand, 1Bgu Konfiguration

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

F_B [kN]	Anfangs- geschwindigkeit v (km/h) =>	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

- A Beispiel eines momentanen Reibwerts (μ_a), schlechtes Profil
- B Beispiel eines momentanen Reibwerts (μ_a), gutes Profil
- Cg grauer Bereich, nicht empfohlener Bereich für momentanes Reibprofil
- D 30 km/h
- E Reibwert (μ)
- F momentane Geschwindigkeit (km/h)

Bild C.4 — Maximale Abweichung der momentanen Reibwerte

Anhang D (normativ)

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

D.1 Programm für Leistungsprüfungen

Tabelle D.1 — Programm für Leistungsprüfungen (1 von 3)

Konfiguration der Bremsklotzsohle			$2 \times \text{Bgu}$ [4 Sohlen mit $250 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] je Rad $2 \times \text{Bg}$ [2 Sohlen mit $320 \times 80 \begin{pmatrix} +1 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ mm}$] 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.				
Masse je Rad			2,5 t, 9,0 t und 11,25 t				
Wasserdurchfluss rate			14 l/h				
Nr. der Bremsanforderung	Anfangsgeschwindigkeit		gesamte F_B je Rad	Anfangstemperatur	zu bremsende 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 Sohlen bis zu mindestens 85 % der Oberfläche des Reibmaterials zu ermöglichen. Messung der Radrauigkeit 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	2,5	Stoppbremsungen zur Konditionierung
27	39		100	16	50 – 60	2,5	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
28	40		30				
29	41		120				
30	42		60				
31	43		100	12	50 – 60	2,5	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
32	44		30				
33	45		120				
34	46		60				

Tabelle D.1 (2 von 3)

Nr. der Bremsanforderung			Anfangsge- schwindigkeit	gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
			v	F_B	θ_0	m		
			[km/h]	[kN]	[°C]	[t]	Nr.	
35	47		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
36	48		30	20	50 – 60	2,5		
37	49		120					
38	50		60					
51			70	-	-	-		10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, di- rekt nach Bremsung Nr. 50, ohne Unterbrechung. Hier- durch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt.
52	64	76	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
53	65	77	30	16	20 – 30	2,5		
54	66	78	120					
55	67	79	60					
56	68	80	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
57	69	81	30	12	20 – 30	2,5		
58	70	82	120					
59	71	83	60					
60	72	84	100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
61	73	85	30	20	20 – 30	2,5		
62	74	86	120					
63	75	87	60					
88	92		100					Stoppbremsungen nass nach Kühlpause
89	93		30	100	20 – 30	11,25		
90	94		120					
91	95		60					
96			70	-	-	-	96	10 kW Dauerbremsung über eine Dauer von 15 min, in trockenem Zustand, direkt nach Bremsung Nr. 95, ohne Kühlpause
97	109		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
98	110		30	60	50 – 60	11,25		
99	111		120					
100	112		60					
101	113		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
102	114		30	20	50 – 60	11,25		
103	115		120					
104	116		60					
105	117		100					Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
196	118		30	100	50 – 60	11,25		
107	119		120					
108	120		60					

Tabelle D.1 (3 von 3)

Nr. der Bremsanforderung		Anfangsge- schwindigkeit	gesamte F_B je Rad	Anfangs- temperatur	zu bremsende Masse je Rad	wiegen nach	Bemerkungen
		v	F_B	θ_0	m		
		[km/h]	[kN]	[°C]	[t]	Nr.	
121		100	100	110 – 120 ^a	11,25		Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
122		30					
123		120					
124		60					
125		100	60	50 – 60	11,25	128	Stoppbremsungen trocken nach Kühlpause
126		30					
127		120					
128		60					
129		70	-	20 – 60	-		Simulation einer Dauerbremsung 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 Bremsung Nr. 129
131 bis 140		100	-	50 – 60	11,25		Stoppbremsungen zur Konditionierung
141	145	100	100	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, di- rekt nach Bremsung Nr. 148, ohne Unterbrechung. Hierdurch wird die Restspannung gleichmäßig innerhalb des Rades verteilt. Messung der Radrauigkeit am Ende dieses Abschnitts

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

ANMERKUNG Einige Reibmaterialien können während der Prüfung im beladenen Zustand unter hohen Bremskräften bei geringer Geschwindigkeit hohe Vibration erzeugen. Dies könnte den Dynamometer beschädigen. Aus diesem Grund ist es für die 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 Summe F_B von 100 kN sind nicht vorgeschrieben.