E DIN EN 16452:2025-11 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-09-26

Bahnanwendungen - Bremse - Bremsklötze; Deutsche und Englische Fassung prEN 16452:2025

Railway applications - Braking - Brake blocks; German and English version prEN 16452:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 13

1 Anwendungsbereich ... 14

2 Normative Verweisungen ... 14

3 Begriffe ... 15

4 Symbole und Abkürzungen ... 16

5 Allgemeine Anforderungen ... 17
5.1 Abweichungen von den Anforderungen ... 17
5.2 Funktionen ... 17
5.3 Betriebliche Kriterien ... 18
5.3.1 Leistungsmerkmale des Reibmaterials ... 18
5.3.2 Betriebsleistung ... 18
5.3.3 Bremsklotzeigenschaften ... 19

6 Annahmeverfahren – Leistungsanforderungen an Bremsklötze ... 20
6.1 Allgemeines ... 20
6.2 Charakterisierung von Bremsklötzen für Lokomotiven und Personenfahrzeuge (Konformitätserklärung) ... 20
6.3 Charakterisierung von Bremsklötzen für Güterwagen (Konformitätserklärung) ... 21
6.4 Dynamometer-Spezifikation ... 23

7 Anforderungen ... 24
7.1 Bremsklotzeigenschaften ... 24
7.1.1 Standardausführung ... 24
7.1.2 Prüfung der Bremsklotzeigenschaften ... 24
7.1.3 Mechanische Eigenschaften eines Bremsklotzes im Betrieb ... 24
7.2 Reibungsanforderungen für Bremsklötze ... 24
7.2.1 Allgemeines ... 24
7.2.2 Allgemeine Anforderungen an Reisezugwagen, Lokomotiven, Triebzüge und Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge und das entsprechende Prüfprogramm ... 25
7.2.3 Besonderen Reibungsanforderungen an Bremsklötze für Güterwagen im Anwendungsbereich der Verordnung der Kommission (EU) Nr. 321/2013 ... 37
7.3 Statischer Reibwert ... 43
7.4 Extreme Winterbedingungen (Güterwagen) ... 43
7.5 Feste Bremse (Bremsstörungstest) ... 44
7.5.1 Allgemeine Vorschriften ... 44
7.6 Fahrzeugbremsprüfung ... 47
7.7 Betriebserprobung ... 47
7.7.1 Andere Fahrzeuge ... 47
7.7.2 Güterwagen, die die Anforderungen an Schienenfahrzeuge der Verordnung der Kommission (EU) Nr. 321/2013, Anhang C, erfüllen ... 47
7.8 Metallische Einschlüsse ... 48
7.9 Einfluss auf Gleisstromkreisbetrieb (Rangierbetrieb) ... 48

8 Umweltbelange ... 48
8.1 Allgemeines ... 48
8.2 Lärm ... 49
8.3 Geruch ... 49
8.4 Rauch, Dämpfe und Funken ... 49
8.5 Recycling und Entsorgung ... 49

9 Kennzeichnung ... 49

Anhang A (normativ) Überblick der Prüfprogramme mit Dynamometer und Abnahmekriterien ... 51

Anhang B (normativ) Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfprogrammen mit Dynamometer ... 53
B.1 Allgemeines ... 53
B.2 Rotation und Belüftungsbedingungen ... 53
B.3 Aufbauzeit der Bremsung t_s ... 53
B.4 Einschleifen ... 53
B.5 Verschleiß ... 54
B.6 Rauheitswert der Lauffläche ... 54
B.7 Unterbrechung der Prüfungen ... 54
B.8 Temperaturen ... 54
B.9 Bedingungen bei Nässe ... 55
B.10 Prüfung zur Simulation einer Dauerbremsung ... 56
B.11 Prüfräder ... 56
B.12 Dokumentation der Bremsprüfungen ... 58
B.13 Weitere Bedingungen ... 60

Anhang C (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff (K) (2 × Bg — 2 × Bgu — 1 × Bgu) — Nachweis der Reibeigenschaften für S und SS (S/SS) -gebremste Güterwagen (v_{max} = 120 km/h) ... 61
C.1 Prüfprogramm — Leistungsprüfungen ... 61
C.2 Prüfprogramm für zusätzliche Leistungsprüfungen ... 65
C.3 Abweichende Bedingungen zum Ende der Bremsungen der Leistungsprüfung ... 66
C.4 Prüfprogramm — Simulation zur Beurteilung des Bremsvermögens von S-Bremsen (nur empfohlen) ... 67
C.5 Prüfprogramm — Simulation zur Bremsleistung mit Beurteilung von SS-Bremsen (nur empfohlen) ... 68
C.6 Abweichende Bedingungen für das Einschleifen im Programm C.4 und C.5 ... 69
C.7 Streubereich der mittleren Reibwerte ... 69
C.7.1 Allgemeines ... 69
C.7.2 2 x Bgu-Konfiguration ... 69
C.7.3 2 × Bg-Konfiguration ... 71
C.7.4 1 × Bgu-Konfiguration ... 73

Anhang D (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff (LL) (2 × Bg — 2 × Bgu) — Nachweis der Reibeigenschaften für S und SS (S/SS) gebremste Güterwagen (v_{max} = 120 km/h) ... 75
D.1 Prüfprogramm — Leistungsprüfungen ... 75
D.2 Prüfprogramm für zusätzliche Leistungsprüfungen ... 78
D.3 Abweichende Bedingungen zum Ende der Bremsungen der Leistungsprüfung ... 80
D.4 Prüfprogramm — Simulation der Bremsleistung zur Beurteilung von S-Bremsen (nur empfohlen) ... 80
D.5 Programm — Simulation der Bremsleistung zur Beurteilung von SS-Bremsen (nur empfohlen) ... 81
D.6 Abweichende Bedingungen für die Ausführung des Programms D.4 und D.5 ... 82
D.7 Streubereich der mittleren Reibwerte ... 83
D.7.1 Allgemeines ... 83
D.7.2 2 × Bgu-Konfiguration ... 83
D.7.3 2 × Bg-Konfiguration ... 84
D.8 LL-Klötze (austauschbar) ... 85

Anhang E (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff (K) (1 × Bg) — Nachweis der Reibeigenschaften für S und SS (S/SS) gebremste Güterwagen (v_{max} = 120 km/h) 90
E.1 Prüfprogramm — Leistungsprüfungen 90
E.2 Abweichende Bedingungen für die Durchführung des Programms E 1 94
E.3 Dispersionsbereich des mittleren Reibwerts 94
E.3.1 Allgemeines 94

Anhang F (normativ) Allgemeines Programm für Bremsklötze aus Verbundwerkstoff — Nachweis der Reibeigenschaften 96

Anhang G (normativ) Allgemeines Programm für Bremsklötze aus Verbundwerkstoff für den Güterverkehr — Nachweis der Reibeigenschaften 102
G.1 Allgemeines 102
G.2 Allgemeines Programm — Leistungsprüfung für die Anwendung im Güterverkehr 102
G.3 Definitionen 105
G.4 Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen 105

Anhang H (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoffen — Dynamometer-Prüfprogramm zur Erkennung der Bildung metallischer Einschlüsse am Bremsklotz 108
H.1 Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL 108
H.2 Abweichende Bedingungen für die Durchführung des Prüfprogramms H.1 110
H.3 Allgemeines Prüfprogramm für nach Anhang F geprüfte Fahrzeuge 110

Anhang I (normativ) Fahrversuch zur Darstellung der Bremseigenschaften der Bremsklötze K — LL für Güterwagen bei extremen Winterbedingungen 113
I.1 Prüfprogramm zur Darstellung der Bremseigenschaften unter extremen Schneebedingungen 113
I.2 Zu bestimmende Werte, um den Einsatzbereich festzulegen 116
I.3 Beurteilung der Messdaten und Abnahmekriterien 116

Anhang J (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoffen — Prüfprogramm zur Simulation einer „blockierten Bremse“ 118
J.1 Prüfprogramm für Güterwagen mit Bremsklötzen der Typen K und LL sowie Reisezugwagen mit Bremsklötzen des Typs K 118
J.2 Allgemeines Programm für nicht durch J.1 abgedeckte Anwendungen mit Bremsklötzen des Typs K 119

Anhang K (normativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff — Dynamometer-Prüfprogramm zum Nachweis der Kompatibilität mit Gleisstromkreisen 121
K.1 Allgemeines 121
K.2 Kurze Beschreibung verwendeter Messverfahren 121
K.3 Schematisches Diagramm der Messanordnung 121
K.4 Ablaufdiagramm zur Durchführung des Prüfprogramms 122
K.5 Vorbereitung der Bremsscheibe und der Rollen 123
K.5.1 Schleifen der Bremsscheibe 123
K.5.2 Säuberung und Entfettung der Bremsscheibe und der Rolle 123
K.6 Vorbereitung der Proben der Bremsklötze 123
K.6.1 Entnahme der Proben 123
K.6.2 Einschleifen der Proben 123
K.7 Kontaminierung der Bremsscheibe 124
K.8 Messungen 124
K.9 Bewertung der Ergebnisse 125

Anhang L (informativ) Bremsklötze aus Verbundwerkstoff — Dynamometer-Prüfprogramm — Bestimmung des statischen Reibwerts 128

Anhang M (normativ) Austauschbarkeit, Unvertauschbarkeitsmerkmale, kritische Abmessungen, Verschleißgrenze und Kennzeichnungen 129

Anhang N (normativ) Scherung des Bremsklotzes und Biegefähigkeitsprüfungen 135
N.1 Allgemeines 135
N.2 Scherfestigkeitsprüfung 135

N.2.1 Befestigungsgrundsätze für die Prüfung 135
N.2.2 Prüfverfahren 136
N.3 Biegefestigkeitsprüfung 136
N.3.1 Befestigungsgrundsätze für die Prüfung 136
N.3.2 Prüfverfahren 137

Anhang O (normativ) Beschränkung zulässiger mechanischer Beschädigungen der Bremsklötze 138
O.1 Allgemein für Betriebserprobung 138
O.2 Risse bis zur Rückentrageplatte 138
O.3 Bröckeln von Reibmaterial 139
O.4 Metallische Einschlüsse 139
O.5 Ablösung der Rückentrageplatte 139
O.6 Risse in Richtung des Radumfangs 140
O.7 Ablösung von Reibmaterial 140
O.8 Schnittstelle mit dem Bremsklotzhalter 140

Anhang P (normativ) Beurteilung eines Bremsklotzes im Betrieb 141
P.1 Allgemeines 141
P.2 Güterwagen 141
P.2.1 Einleitung 141
P.2.2 Überwachungsablauf 141
P.3 Reisezugwagen 142
P.3.1 Einleitung 142
P.3.2 Überwachungsablauf 142
P.4 Lokomotive 142
P.4.1 Einleitung 142
P.4.2 Überwachungsablauf 142
P.5 EMU-DMU 143
P.5.1 Einleitung 143
P.5.2 Überwachungsablauf 143
P.6 Hochgeschwindigkeitszug 143
P.6.1 Einleitung 143
P.6.2 Überwachungsablauf 144
P.7 Beschreibung von zu überwachenden Bereichen und zusätzlichen Messungen 144
P.8 Abnahmekriterien 146

Anhang Q (informativ) Ergänzende Symbole und Definitionen 147

Anhang R (normativ) Mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften 149

Anhang S (informativ) Konformitätserklärung 151

Literaturhinweise 159

Bilder

Bild 1 — Beispielanalyse der Dauerbremsung 27

Bild 2 — Beispiel für den Verlauf der Simulation der Dauerbremsung (LL-Bremsklotz) — momentaner Reibwert 39

Bild 3 — Beispiel für den Verlauf der Simulation der Dauerbremsung (LL-Bremsklotz) — momentaner Reibwert und gleitender Mittelwert 40

Bild 4 — Beispiel für den Verlauf der Simulation der Dauerbremsung (K-Bremsklotz) — mit Toleranzbereich 41

Bild 5 — Beispiel für den Verlauf der Simulation der Dauerbremsung (LL-Bremsklotz) — mit Toleranzbereich 42

Bild B.1 — Konfiguration der nassen Prüfung mit Dynamometer **56**

Bild B.2 — Radabmessungen **57**

Bild C.1 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bgu-Konfiguration **70**

Bild C.2 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bg-Konfiguration **71**

Bild C.3 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 1 × Bg-Konfiguration **73**

Bild D.1 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bgu-Konfiguration **83**

Bild D.2 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bg-Konfiguration **84**

Bild D.3 — Beispiel für den Vergleich von k-Werten **87**

Bild D.4 — Beispiel für eine Abweichung von k-Werten für Bremsklötze aus Verbundwerkstoffen **88**

Bild E.1 — Dispersionsbereich des mittleren Reibwerts im trockenen Zustand, 1 × Bg Konfiguration **95**

Bild G.1 — Diagrammvorlagen und zugewiesene Bremsungs-Nr. **106**

Bild I.1 — Referenzprüfung (Schneelevel 0) **114**

Bild I.2 — Winterprüfung (Schneelevel 2 bis 3) **115**

Bild I.3 — Winterprüfung (Schneelevel 4 bis 5) **115**

Bild K.1 — Schematisches Diagramm der Messanordnung **122**

Bild K.2 — Ablaufdiagramm zur Durchführung des Prüfprogramms **123**

Bild K.3 — Probe **123**

Bild K.4 — Elektrischer Zyklus **125**

Bild K.5 — Grenzwerte für die gesäuberte Bremsscheibe **126**

Bild K.6 — Grenzwerte für die verunreinigte Bremsscheibe **127**

Bild M.1 — Ausführung des Bremsklotzes der Typen K, L und LL mit einer Länge von 250 mm und 320 mm **131**

Bild M.2 — Beispiele für die Gestaltung der Reibflächenkontur **132**

Bild M.3 — Gestaltungsraum für die Nichtaustauschbarkeits-Schnittstelle für den Bremsklotztyp K **132**

Bild M.4 — Beispiel für die Gestaltung der Kennzeichnung der Verschleißgrenze **133**

Bild M.5 — Beispiele für Kennzeichnungspositionen **134**

Bild N.1 — Aufstellung der Scherfestigkeitsprüfung **136**

Bild N.2 — Aufstellung der Biegefestigkeitsprüfung **137**

Bild O.1 — Risse bis zur Rückentrageplatte **138**

Bild O.2 — Bröckeln von Reibmaterial **139**

Bild O.3 — Metallische Einschlüsse **139**

Bild O.4 — Ablösung der Rückentrageplatte **140**

Bild O.5 — Risse in Richtung des Radumfangs **140**

Bild O.6 — Ablösung von Reibmaterial **140**

Bild Q.1 — Schematische Definition der ergänzenden Abkürzungen **148**

Bild S.1 — Charakteristische Reibwerte der Prüfungen und Toleranzband **158**

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen **16**

Tabelle 2 — Genehmigungsanforderungen für Lokomotiven und Personenfahrzeuge **21**

Tabelle 3 — Mindestanforderungen für die Beurteilung der Interoperabilität **22**

Tabelle 4 — Umfassende Anforderungen an die Beurteilung **23**

Tabelle 5 — Prioritätsstufen von Bremsungen für das allgemeine Prüfprogramm **25**

Tabelle 6 — Toleranzbänder für die mittleren Reibwerte im Vergleich zu den Prioritätsstufen **26**

Tabelle 7 — Toleranzbänder für die momentanen Reibwerte und ihr gleitender Mittelwert **28**

Tabelle 8 — Übersicht der vorgeschriebenen Parameter für die Entwicklung des allgemeinen Programms **29**

Tabelle 9 — Weitere Parameter für die Entwicklung des allgemeinen Programms **29**

Tabelle 10 — Dauerhafte Parameter für Dauerbremsungen des allgemeinen Programms **31**

Tabelle 11 — Seq A trocken: Ausgangsgeschwindigkeiten und Prioritätsstufen **32**

Tabelle 12 — Seq A nass: Ausgangsgeschwindigkeiten und Prioritätsstufen **33**

Tabelle 13 — Seq B — Ausgangsgeschwindigkeiten **34**

Tabelle 14 — Seq C — Ausgangsgeschwindigkeiten **34**

Tabelle 15 — Seq D — Ausgangsgeschwindigkeiten **35**

Tabelle 16 — Standardparameter für spezifische Kategorien **36**

Tabelle 17 — Standardparameter für die Dauerbremsung **36**

Tabelle 18 — Gültigkeit der statischen Reibprüfung ... 43

Tabelle A.1 — Prüfprogramme für das Reibverhalten ... 51

Tabelle A.2 — Sonstige Prüfprogramme ... 51

Tabelle B.1 — Geschwindigkeits- und Lüftungsbedingungen ... 53

Tabelle B.2 — Tabelle der Prüfergebnisse ... 59

Tabelle C.1 — Programm für Leistungsprüfungen ... 61

Tabelle C.2 — Zusätzliches Programm für Leistungsprüfungen ... 65

Tabelle C.3 — Programm zur Simulation der Beurteilung von S-Bremsen ... 67

Tabelle C.4 — Programm zur Simulation mit Beurteilung von SS-Bremsen ... 68

Tabelle C.5 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bgu-Konfiguration ... 70

Tabelle C.6 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bg-Konfiguration ... 72

Tabelle C.7 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 1 × Bgu-Konfiguration ... 74

Tabelle D.1 — Programm für Leistungsprüfungen ... 75

Tabelle D.2 — Zusätzliches Programm für Leistungsprüfungen ... 79

Tabelle D.3 — Programm zur Simulation mit Beurteilung von S-Bremsen ... 80

Tabelle D.4 — Programm zur Simulation mit Beurteilung von SS-Bremsen ... 81

Tabelle D.5 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bgu-Konfiguration ... 83

Tabelle D.6 — Streubereich des mittleren Reibwerts unter trockenen Bedingungen, 2 × Bg-Konfiguration ... 85

Tabelle D.7 — Kriterien für die Austauschbarkeit von LL-Klötzen gegen gusseiserne Klötze ... 89

Tabelle E.1 — Programm für Leistungsprüfungen ... 90

Tabelle E.2 — Dispersionsbereich des mittleren Reibwerts im trockenen Zustand, 1 x Bg Konfiguration ... 95

Tabelle F.1 — Allgemeines Programm für Leistungsprüfungen von Bremsklötzen ... 97

Tabelle G.1 — Programm für Leistungsprüfungen ... 102

Tabelle H.1 — Prüfprogramm für Bremsklötze der Typen K oder LL in Übereinstimmung mit den Leistungsprüfungen nach Anhang C, Anhang D, Anhang E, Anhang G ... 108

Tabelle H.2 — Allgemeines Prüfprogramm zur Erkennung der Bildung metallischer Einschlüsse am Bremsklotz ... 110

Tabelle H.3 — Seq E — Ausgangsgeschwindigkeiten 112

Tabelle J.1 — Prüfprogramm für Bremsklötze des Typs K oder LL in Übereinstimmung mit den Leistungsprüfungen nach Anhang C, Anhang D, Anhang E und Reisezugwagen 118

Tabelle J.2 — Allgemeines Prüfprogramm für nicht durch J.1 abgedeckte Anwendungen mit Bremsklötzen entsprechend der Leistungsprüfung in Anhang F 119

Tabelle P.1 — Zu überwachende Bereiche 141

Tabelle P.2 — Zu überwachende Bereiche 142

Tabelle P.3 — Zu überwachende Bereiche 143

Tabelle P.4 — Zu überwachende Bereiche 143

Tabelle P.5 — Zu überwachende Bereiche 144

Tabelle P.6 — Beschreibung von zu überwachenden Bereichen 144

Tabelle Q.1 — Ergänzende Symbole und Definitionen 147

Tabelle R.1 — Referenzprüfungen für die Qualitätssicherung 150

Tabelle S.1 — Übersicht der durchgeführten Prüfungen 152

Tabelle S.2 — Massen und Anpresskräfte 153

Tabelle S.3 — Parameter für Dauerbremsung Nr. 1 153

Tabelle S.4 — Parameter für 2-Stufen-Bremsung 154

Tabelle S.5 — Parameter für Dauerbremsung Nr. 2 154

Tabelle S.6 — Massen und Anpresskräfte 155

Tabelle S.7 — Massen und Anpresskräfte 155

Tabelle S.8 — Anpresskräfte 156

Tabelle S.9 — Massen und Anpresskräfte 156