E DIN EN 16834:2025-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-08-01

Bahnanwendungen - Bremse - Bremsvermögen; Deutsche und Englische Fassung prEN 16834:2025

Railway applications - Braking - Brake performance; German and English version prEN 16834:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 11

1 Anwendungsbereich ... 13

2 Normative Verweisungen ... 13

3 Begriffe ... 14

4 Symbole und Abkürzungen ... 15

5 Grundsätze der Bestimmung des Bremsvermögens ... 17
5.1 Allgemeines ... 17
5.2 Bremsbewertung mit Bremsgewichten ... 18
5.3 Bremsbewertung mit dem Verzögerungsverfahren ... 19

6 Durchführung der Prüfungen ... 19
6.1 Prüfverfahren ... 19
6.1.1 Allgemeines ... 19
6.1.2 Güterwagen und Reisezugwagen ... 20
6.1.3 Lokomotiven ... 21
6.1.4 Triebzüge und Hochgeschwindigkeitszüge ... 21
6.1.5 Prüfung von Fahrzeugen/Zügen mit zusätzlicher Bremsausrüstung ... 21
6.2 Lastbedingungen bei Prüfungen ... 22
6.2.1 Güterwagen ... 22
6.2.2 Lokomotiven ... 23
6.2.3 Personenbefördernde Fahrzeuge ... 23
6.3 Bei der Prüfung anzuwendende Geschwindigkeiten ... 24
6.3.1 Allgemeines ... 24
6.3.2 Obligatorische Ausgangsgeschwindigkeiten ... 24
6.3.3 Empfehlung für zusätzliche Ausgangsgeschwindigkeiten ... 25
6.4 Verfahrensweise bei der Durchführung der Prüfungen ... 25
6.4.1 Allgemeines ... 25
6.4.2 Witterungsbedingungen ... 25
6.4.3 Zustand der Bremsausrüstung ... 26
6.4.4 Anzahl und Gültigkeit der einzelnen Versuche ... 26
6.5 Prüfung im eingeschränkten Modus und unter eingeschränkten Bedingungen ... 27
6.6 Bewertung der Prüfergebnisse für den Anhalteweg ... 27
6.6.1 Korrektur der Anhaltewege bei jedem Versuch ... 27
6.6.2 Bestimmung des Mittelwertes für den Anhalteweg ... 29
6.6.3 Korrektur des mittleren Anhaltewegs auf den Nominalzustand des Bremssystems ... 32
6.7 Prüfung der Stillstandssicherung ... 37
6.8 Berechnung des Längsrucks während der Bremsung ... 38

7 Bewertung für das Verzögerungsverfahrens ... 38
7.1 Allgemeines ... 38
7.2 Physikalische Prinzipien ... 39
7.3 Bestimmung der für das Bremsvermögen erforderlichen Parameter ... 40
7.3.1 Allgemeines ... 40

7.3.2 Bestimmung der Verzugszeit und der äquivalenten Ansprechzeit ... 40
7.3.3 Verfahren zur Bestimmung von Verzögerungen ... 41
7.4 Bewertung des Bremsvermögens unter eingeschränkten Bedingungen ... 44
7.4.1 Allgemeines ... 44
7.4.2 Infolge von Feuchtigkeit reduzierter Reibwert ... 44
7.4.3 Auswirkung von vermindertem Kraftschluss ... 45
7.4.4 Bestimmung von eingeschränkter Verzögerung ... 45

8 Bewertung des Bremsgewichts ... 46
8.1 Allgemeines ... 46
8.1.1 Bestimmung des Bremshundertstels ... 46
8.1.2 Bestimmung des Bremsgewichts ... 47
8.2 Reisezugwagen und Triebzüge ... 47
8.3 Zusätzliche Bewertung von Reisezugwagen mit einer Geschwindigkeit von über 160 km/h ... 48
8.3.1 Allgemeines ... 48
8.3.2 Vorbedingungen ... 48
8.3.3 Bewertung ... 49
8.4 Güterwagen in Bremsstellung P ... 49
8.5 Güterwagen und Reisezugwagen in Bremsstellung G ... 49
8.6 Lokomotiven ... 49
8.7 Magnetschienenbremse und Wirbelstrombremse ... 50
8.7.1 Bewertung mittels Zugprüfung ... 50
8.7.2 Bewertung durch Einzelfahrzeugversuch ... 50
8.8 ep-Bremse (direkt wirkende und indirekte) ... 50
8.9 Schnellbremsbeschleuniger ... 50

9 Betrieb mit dem ETCS ... 51

10 Bewertung der maximalen des Kraftschlussausnutzung ... 51

11 Bewertung der Leistungsfähigkeit der Stillstandsicherung auf maximaler Neigung ... 51

Anhang A (normativ) Bremsbewertung für Züge ... 52
A.1 Bewertungsdiagramm für Züge mit Bremsstellungen P, P+X, R, R+X ... 52
A.2 Übersicht der mathematischen Gleichungen für die Bewertungskurven von Zügen mit den Bremsstellungen P, P+X, R, R+X ... 55

Anhang B (normativ) Bremsbewertung für Einzelfahrzeuge ... 56
B.1 Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge mit Bremsstellungen P, P+X, R, R+ ... 56
B.2 Übersicht der mathematischen Gleichungen für die Bewertungskurven von Einzelfahrzeugen mit den Bremsstellungen P, P+X, R, R+X ... 59

Anhang C (informativ) Überprüfung der Reibpaarung von scheibengebremsten Einzelfahrzeugen ... 60
C.1 Diagramm zur Überprüfung der Reibpaarung von scheibengebremsten Einzelfahrzeugen ... 60
C.2 Übersicht über die mathematischen Gleichungen für die Bewertungskurven zur Überprüfung der Reibpaarung von scheibengebremsten Einzelfahrzeugen ... 63

Anhang D (normativ) Bestimmung des Bremsvermögens von Güterwagen, die mit Graugussbremsklötzen (P10) oder mit umfassend zertifizierten und austauschbaren Bremsklötzen vom Typ „LL“ ausgestattet sind ... 64

Anhang E (normativ) Ermittlung der äquivalenten Ansprechzeit ... 67
E.1 Allgemeines ... 67
E.2 Bestimmung der äquivalenten Ansprechzeit basierend auf der Zugverzögerung ... 67
E.3 Ermittlung der äquivalenten Ansprechzeit basierend auf Bremszylinderfüllzeiten ... 68
E.3.1 Allgemeines ... 68
E.3.2 Auswertung ... 68
E.4 Bestimmung der äquivalenten Ansprechzeit basierend auf Berechnung ... 69

Anhang F (informativ) Umwandlungsmodell für ERTMS/ETCS ... 70

F.1 Einleitung ... 70
F.2 Symbole für diesen Anhang ... 70
F.3 Geltungsbereich des Modells ... 72
F.4 Bremsmodell ... 73
F.4.1 Allgemeine Grundsätze ... 73
F.4.2 Berechnung der äquivalenten Ansprechzeit während der Schnellbremsung ... 75
F.4.3 Berechnung der äquivalenten Ansprechzeit während der Vollbremsung ... 76
F.4.4 Berechnung der Grundverzögerungen ... 77
F.4.5 Berechnung der Verzögerungen bei einer Schnellbremsung ... 79
F.5 Berechnungsbeispiel des Anhalte- oder Verzögerungsbremswegs ... 80

Anhang G (normativ) Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge mit Geschwindigkeiten von weniger als 100 km/h mit Bremsstellung P und R ... 82
G.1 Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge, die mit Graugussbremsklötzen (P10) für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind ... 82
G.2 Übersicht der mathematischen Gleichungen zur Anwendung bei Bewertungskurven für Einzelfahrzeuge, die mit Graugussbremsklötzen (P10) für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind ... 84
G.3 Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge, die mit EN-UIC-Scheibenbremsen oder K-Bremsklötzen für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind ... 84
G.4 Übersicht der mathematischen Gleichungen, die bei Bewertungskurven für Einzelfahrzeuge Anwendung finden, die mit EN-UIC-Scheibenbremsen oder Verbundstoffbremsklötzen für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind ... 86

Anhang H (normativ) Verfahren zur Überprüfung der maximalen Ausnutzung des Kraftschlusses zwischen Rad und Schiene ... 87
H.1 Symbole für diesen Anhang ... 87
H.2 Allgemeines ... 87
H.3 Voraussetzungen ... 87
H.4 Bestimmung der für den Kraftschluss relevanten maximalen äquivalenten mittleren wegbezogenen Verzögerung $\bar{a}_{\max,\tau}$ ... 88
H.5 Berechnung des mittleren Reibwertes für die Reibungsbremse μ_m im Versuch ... 88
H.6 Berechnung der maximalen Ausnutzung des Kraftschlusses zwischen Rad und Schiene $\tau_{\max}$ ... 89

Anhang I (informativ) Beispiel zur Überprüfung der maximalen Kraftschlussausnutzung zwischen Rad und Schiene bei uneinheitlicher Ausrüstung der Reibungsbremse ... 90
I.1 Uneinheitliche Ausrüstung der Reibungsbremse ... 90
I.2 Änderung des Bremszylinderdruckes während der Bremsung ... 90

Anhang J (informativ) Beispiel für die Korrektur und Bewertung von Prüfergebnissen, die die vorgeschriebenen Prüfbedingungen überschreiten — Umgang mit Bogenradien, die kleiner sind als 1 000 m ... 93
J.1 Einführung eines Korrekturfaktors α_{curve} ... 93
J.2 Bestimmung des Korrekturfaktors α_{curve} ... 94

Anhang K (informativ) Beispiele für die Korrektur des mittleren Anhaltewegs auf den Nominalzustand des Bremssystems ... 96
K.1 Beschreibung des Zugs ... 96
K.2 Vereinfachtes Verfahren ... 97
K.2.1 Gewichtungsfaktoren ... 97
K.2.2 Abweichung gegenüber der Nennkonfiguration während der Versuche ... 98
K.2.3 Korrigierter Anhalteweg ... 99
K.3 Geschwindigkeitsbereichsverfahren ... 99
K.3.1 Allgemeines ... 99
K.3.2 Eigenschaften der Bremskräfte ... 99
K.3.3 Gewichtungsfaktoren und Abweichungen ... 100
K.3.4 Korrigierter Anhalteweg ... 101
K.4 Schrittweises Verfahren ... 102

Anhang L (informativ) Empfehlungen bei Verwendung von Bremshundertsteln im Betrieb ... 103

L.1 Allgemeines **103**
L.2 Grundsätze für Züge in Bremsart P (schnellwirkende Bremse) **103**
L.3 Anpassung von Zügen, die aus Lokomotive und Reisezugwagen bestehen **103**
L.3.1 Veränderung des Bremsgewichts unter Berücksichtigung der Zuglänge **103**
L.3.2 Regeln für den Einsatz im Fahrbetrieb: Bremsgewicht von Zügen, die mit indirekter ep-Bremse ausgerüstet sind **105**
L.3.3 Abweichung beim Bremsgewicht unter Berücksichtigung der zusätzlichen dynamischen Bremse **105**
L.4 Korrekturen für P-gebremste Güterzüge **105**
L.4.1 Veränderung des Bremsgewichts unter Berücksichtigung der Zuglänge **105**
L.4.2 Verringerung des Bremsgewichts eines in Stellung G gebremsten Fahrzeugs bei einem in Stellung P gebremsten Zug **106**
L.4.3 Veränderung des Bremsgewichts unter Berücksichtigung von Schnellbremsbeschleuniger und indirekter ep-Bremse **106**
L.5 Grundsätze beim Einsatz von in der Betriebsart G betriebenen Zügen **106**
L.5.1 Allgemeines **106**
L.5.2 Güterzüge **107**

Literaturhinweise **108**

Bilder

Bild 1 — Verfahren zur Bestimmung des mittleren Anhaltewegs **31**

Bild 2 — Verzögerungsstufen und Abschnitte des Anhaltewegs **39**

Bild 3 — Geschwindigkeitsdiagramm als Funktion der Zeit zur Bestimmung der Beschleunigungen **43**

Bild A.1 — Bewertungsdiagramm für Züge **54**

Bild B.1 — Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge **58**

Bild C.1 — Diagramm zur Überprüfung der Reibpaarung von scheibengebremsten Einzelfahrzeugen **62**

Bild D.1 — *k*-Kurven **66**

Bild E.1 — Bestimmung der äquivalenten Ansprechzeit basierend auf der Zugverzögerung **67**

Bild F.1 — Modell für die Anwendung der Haltebremsung **73**

Bild F.2 — Auswirkungen von Gefällen auf die Verzögerung **74**

Bild F.3 — Auswirkungen von Steigungen auf die Verzögerung **74**

Bild F.4 — Verzögerungen $d_{r,n}(\lambda)$ als Funktion der augenblicklichen Geschwindigkeit **79**

Bild G.1 — Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge, die mit Graugussbremsklötzen (P10) für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind **83**

Bild G.2 — Bewertungsdiagramm für Einzelfahrzeuge, die mit EN-UIC-Scheibenbremsen oder K-Bremsklötzen für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind **85**

Bild I.1 — Beispiel für eine Bremsung mit einer Art Reibungsbremsenausrüstung mit einer stufenweisen Änderung **91**

Bild I.2 — Beispiel für eine Bremsung mit zwei Arten Ausrüstung der Reibungsbremse mit einer stufenweisen Änderung ... 91

Bild K.1 — Architektur des Zugs ... 96

Bild L.1 — Korrekturfaktor κ für Personenzüge von mehr als 400 m Länge ... 104

Bild L.2 — Korrekturfaktor für P-gebremste Güterzüge von mehr als 500 m Länge ... 106

Bild L.3 — Korrekturfaktor für G-gebremste Güterzüge von mehr als 700 m Länge ... 107

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen ... 15

Tabelle 2 — Zusammenhänge zwischen Berechnung des Bremsvermögens und Prüfung ... 18

Tabelle 3 — Lastbedingungen für Abhängeversuche mit S- und SS-Güterwagen ... 23

Tabelle 4 — Lastbedingungen bei Prüfungen ... 23

Tabelle 5 — Bestimmung der für das Bremsvermögen erforderlichen Parameter ... 40

Tabelle 6 — Radsätze, bei denen ein geringer Kraftschluss vorliegt ... 46

Tabelle A.1 — Konstanten für die Bewertungskurven von Zügen ... 55

Tabelle B.1 — Konstanten für die Bewertungskurven von Einzelfahrzeugen ... 59

Tabelle C.1 — Konstanten zur Überprüfung der Reibpaarung von scheibengebremsten Einzelfahrzeugen ... 63

Tabelle D.1 — Konstanten für k-Kurven ... 65

Tabelle F.1 — Symbole ... 71

Tabelle F.2 — Geltungsbereich des Modells ... 72

Tabelle F.3 — Bereiche und Werte von Koeffizienten ... 74

Tabelle F.4 — Werte der Koeffizienten ... 75

Tabelle F.5 — Werte von c_t ... 76

Tabelle F.6 — Bereich für K_t ... 76

Tabelle F.7 — Werte der Koeffizienten ... 77

Tabelle F.8 — Werte der Koeffizienten A, B, x, y ... 77

Tabelle F.9 — Werte der Koeffizienten $a_{m,n}$ ... 79

Tabelle F.10 — Bereiche der Faktoren K_{r_int} und K_{v_int} ... 80

Tabelle F.11 — Bereich für A_MAXREDADH ... 80

Tabelle G.1 — Konstanten für die Bewertungskurven für Einzelfahrzeuge, die mit Graugussbremsklötzen (P10) für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind..... 84

Tabelle G.2 — Konstanten für die Bewertungskurven für Einzelfahrzeuge, die mit EN-UIC-Scheibenbremsen oder K-Bremsklötzen für Geschwindigkeiten unter 100 km/h ausgestattet sind..... 86

Tabelle H.1 — Symbole..... 87

Tabelle K.1 — Nominalwerte und gemessene Parameter der DBU..... 97

Tabelle K.2 — β und $\alpha \times \beta$ Werte..... 98

Tabelle K.3 — Bremskraft je Geschwindigkeitsbereich..... 100

Tabelle K.4 — Verzögerungskraft des Zugs je Geschwindigkeitsbereich..... 100

Tabelle K.5 — Gewichtungsfaktoren..... 101

Tabelle K.6 — Abweichung der Verzögerung des Zugs im Versuch gegenüber der nominalen Situation..... 101

Tabelle K.7 — Parameter $coeff_i$..... 101