

E DIN EN 17997-1:2023-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-09-01

Bahnanwendungen - Bremsen - Bestimmung der ETCS-Bremskurvenparameter für Gamma-Züge - Teil 1: Schnellbremskurvenparameter; Deutsche und Englische Fassung prEN 17997-1:2023

Railway applications - Braking - Definition of ETCS brake curve parameters for Gamma trains - Part 1: Emergency brake curve parameters; German and English version prEN 17997-1:2023

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Definitionen, Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	9
4 Fahrzeugspezifische Parameter des ETCS-Bremssmodells.....	11
4.1 Fahrzeugspezifische Parameter des ETCS-Schnellbremsmodells.....	11
4.1.1 Nominale Schnellbremsverzögerung A_{nominal}	11
4.1.2 Korrekturfaktor $K_{\text{dry}}(C, V, \text{EBCL})$	11
4.1.3 Korrekturfaktor $K_{\text{wet}}(C, V)$	11
4.1.4 Ansprechzeit bei Schnellbremsung	12
4.1.5 Abschaltzeit der Traktion.....	12
4.2 Fahrzeugspezifische Parameter des ETCS-Betriebsbremsmodells	12
4.2.1 Allgemeines	12
4.2.2 Nominale Vollbremsverzögerung $A_{\text{nominalSB}}$	12
4.2.3 Ansprechzeit bei Vollbremsung.....	12
4.2.4 Normale Betriebsbremsverzögerung und Korrekturfaktoren K_n	12
5 Bremssystemarchitekturmodell	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Allgemeine Verfahrensbeschreibung für die Bestimmung von $K_{\text{dry}}(C, V, \text{EBCL})$	14
5.2.1 Allgemeines	14
5.2.2 Schritt 1: Bottom-up-Funktionsanalyse.....	14
5.2.3 Schritt 2: Top-Down-Wirkungsanalyse	16
5.2.4 Schritt 3: Modellvereinfachung.....	17
5.3 Mathematische Modellbildung basierend auf Schritt 1-3	18
6 Eingangsgrößen	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Herkunft der statistischen Definition der Eingangsgrößen	21
6.3 Gültigkeit der Eingangsgrößen	21
7 Bestimmung der Parameter des ETCS-Schnellbremsmodells	22
7.1 Parameter	22
7.1.1 Allgemeines	22
7.1.2 ETCS-Bremssparametersätze	24
7.1.3 Abhängigkeit des Ansatzes.....	25
7.1.4 Genauigkeit der ETCS-Bremssparameter	26
7.2 Nominale Verzögerung für Schnellbremsungen	26

7.2.1	Allgemeines.....	26
7.2.2	Ermittlung durch dynamische Bremsversuche.....	27
7.2.3	Ermittlung durch Berechnung	33
7.2.4	Ermittlung für Betrieb unter eingeschränkten Bedingungen	35
7.2.5	Ermittlung für den Mehrfachtraktionsbetrieb	35
7.3	Korrekturfaktor $K_{dry}(C, V, EBCL)$	36
7.3.1	Allgemeines.....	36
7.3.2	Bestimmung der Gewichtungsfaktoren $\alpha_i(C, V)$	37
7.3.3	Bestimmung der Faktoren $\beta_i(i, C, V)$	38
7.3.4	Bestimmung der Faktoren $\alpha'_k(C, V)$ und $\beta'_k(C, V)$	40
7.3.5	Korrekturfaktor $K_{dry}(C, V, EBCL)$ mit Monte-Carlo-Methode	40
7.4	Korrekturfaktor $K_{wet}(C, V)$	41
7.4.1	Bestimmung des Korrekturfaktors $K_{wet}(C, V)$	41
7.4.2	Ermittlung des Korrekturfaktors $K_{wet}(C, V)$ falls vom Kraftschluss Rad/Schiene unabhängige Bremsen zum Einsatz kommen	42
7.5	Aufbauzeit der Schnellbremsung.....	42
7.5.1	Allgemeines.....	42
7.5.2	Mehrfachtraktion.....	43
7.6	Abschaltzeit der Traktion.....	43
7.6.1	Allgemeines.....	43
7.6.2	Mehrfachtraktion.....	44
8	Bestimmung der Parameter des ETCS-Betriebsbremsmodells.....	45
8.1	Allgemeines.....	45
8.2	Nominale Verzögerung für Vollbremsungen.....	45
8.3	Ansprechzeit bei Vollbremsungen.....	45
8.4	Normale Betriebsbremsverzögerung und Korrekturfaktoren K_n	45
9	Gemeinsamer Parametersatz.....	46
10	Validierung des Berechnungstools.....	46
10.1	Allgemeines.....	46
10.2	Verifizierung anhand eines vereinfachten Modells	47
10.3	Validierung durch Beispielrechnungen	47
11	Dokumentation	48
11.1	Allgemeines.....	48
11.2	Modell der Bremsystemarchitektur.....	48
11.3	Eingangsgrößen.....	48
11.4	Nominale Werte.....	48
11.5	Korrekturfaktoren.....	49
11.6	Quellenverzeichnis	49
11.7	Quellenverzeichnis	49
Anhang A (informativ)	Grundgleichungen für die gebräuchlichsten Arten von Bremsen.....	50
A.1	Allgemeines.....	50
A.2	Faktor $\beta_i(i, C, V)$	50
A.2.1	Interne und externe Parameter für die Klotzbremseinheit	50
A.2.2	Interne und externe Parameter für die Scheibenbremseinheit.....	52
A.2.3	Interne und externe Parameter für die Magnetschienenbremseinheit	54
A.2.4	Interne und externe Parameter für die Wirbelstrombremse.....	55
A.2.5	Interne und externe Parameter für die elektrodynamische Bremse.....	57
A.3	Faktor $\beta'_i(i, C, V)$	59
Anhang B (informativ)	Herleitung der Gleichungen für $K_{dry}(C, V, EBCL)$	60
B.1	Allgemeines.....	60
B.2	Lineare und nichtlineare Eingangsvariablen.....	60
B.3	Betrachtung des kompletten Zuges.....	62
B.4	Berücksichtigung der Struktur des Zuges und der Teilsysteme.....	63
B.4.1	Allgemeines.....	63
B.4.2	Übergeordnete Struktur des Zuges und der Teilsysteme	63

B.4.3	Struktur der Bremssteuerung ohne Redundanzen	65
B.4.4	Berücksichtigung von Redundanzen	66
B.4.5	Systemübergreifende Variablen.....	68
Anhang C (informativ) Beispiel für die Anwendung der Gleichung für $K_{dry}(C, V, EBCL)$		70
C.1	Allgemeines	70
C.2	Beispiel 1: Elektrischer Triebzug mit drei Fahrzeugen	71
C.2.1	Beschreibung des Zuges zum Beispiel 1	71
C.2.2	Bremsarchitekturmodell	75
C.2.3	Gewichtungsfaktor	75
C.2.4	Bestimmung der Faktoren $\beta_j(i, C, V)$	75
C.2.5	$K_i(C, V)$ Gleichungen	79
C.2.6	Ergebnisse.....	80
C.3	Beispiel 2: Architektur definiert in EN 14531-1.....	80
C.3.1	Beschreibung des Zuges zum Beispiel 2	80
C.3.2	Bremsarchitekturmodell	83
C.3.3	Gewichtungsfaktor.....	85
C.3.4	Bestimmung der Faktoren $\beta_j(i, C, V)$	86
C.3.5	K_i Gleichungen	87
C.3.6	Ergebnisse.....	89
Anhang D (informativ) Gleichung zur Bestimmung von $K_{dry}(C, V, EBCL)$ unter Verwendung der Monte-Carlo-Methode in Abhängigkeit von der Anzahl der Monte-Carlo-Iterationen		90
D.1	Definitionen	90
D.2	Bestimmung von $K_{dry}(C, V, EBCL)$ in Abhängigkeit von der Anzahl der Monte-Carlo-Iterationen	90
D.3	Beispiele.....	91
Anhang E (informativ) Methoden zur Vereinfachung des Bremssystemarchitekturmodells.....		93
E.1	Allgemeines	93
E.2	Strukturgruppierung	94
E.2.1	Serielle Struktur	94
E.2.2	Parallel-redundante Struktur	95
E.2.3	Parallel verzweigte Struktur	96
E.2.4	Doppelter Fehler in parallel verzweigter Struktur	97
E.3	Vereinfachungsbeispiel.....	98
E.3.1	Beispielsystem	98
E.3.2	Doppelfehlerprüfung	99
E.3.3	Gruppierung parallel verzweigter Struktur	100
E.3.4	Gruppierung parallel redundanter Struktur.....	101
E.3.5	Gruppierung von Serienkonstruktionen	103
E.4	Erweiterte Beschreibung der in 5.2.4 genannten Methoden	104
E.4.1	S-1 Gruppierung von Komponenten und technischen Funktionen.....	104
E.4.2	S-2 Betrachtung des ungünstigsten Falls (en: Worst Case).....	105
E.4.3	S-3 Ausschluss eines sehr unwahrscheinlichen Ausfallsreignisses.....	106
E.4.4	S-4 Reduzierung von Modellebenen.....	107
E.4.5	S-5 Annahme dauerhaft ausgefallener Komponenten	107
Anhang F (informativ) Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit mittels FIT-Ratenanalyse		108
F.1	Allgemeines	108
F.2	Umrechnung von FIT-Raten in Ausfallwahrscheinlichkeiten	108
Anhang G (informativ) Vereinfachtes Modell zur Validierung eines Berechnungstools		109
G.1	Allgemeines	109
G.2	Zugmodell	109
G.2.1	Allgemeines	109
G.2.2	Statistische Daten für Druckluftremse C11111 - C23222.....	112
G.2.3	Statistische Daten für Magnetschienenbremse MTB112 – MTB222.....	113
G.2.4	Statistische Daten für elektrodynamische Bremse ED111 – ED232	113
G.2.5	Statistische Daten für Traktionseinheiten TU111 – TU232.....	114

G.3	Beispiele für Validierung der korrekten Verwendung von Parameterinformationen	114
G.3.1	Massestreuungen	114
G.3.2	Koeffizient des Raddurchmessers	114
G.3.3	Streuung der MTB-Bremskraft	115
G.3.4	Streuung der ED-Bremskraft.....	115
G.3.5	Ausfallwahrscheinlichkeit der Traktionsabschaltung.....	116
G.4	Beispiel für die Verifizierung der korrekten Verwendung von Strukturinformationen	116
G.4.1	Ausfallwahrscheinlichkeit auf Drehgestellebene für PB.....	116
G.4.2	Ausfallwahrscheinlichkeit auf Fahrzeugtypebene für MTB.....	117
	Literaturhinweise	118