

DIN EN 15273-1

ICS 45.020; 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15273-1:2010-05

**Bahnanwendungen –
Begrenzungslinien –
Teil 1: Allgemeines - Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und
Fahrzeuge;
Deutsche Fassung EN 15273-1:2009**

Railway applications –

Gauges –

Part 1: General - Common rules for infrastructure and rolling stock;

German version EN 15273-1:2009

Applications ferroviaires –

Gabarits –

Partie 1: Généralités - Règles communes à l'infrastructure et au matériel roulant;

Version allemande EN 15273-1:2009

Gesamtumfang 209 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde unter Federführung der WG 32 „Begrenzungslinien“ (Vorsitz: Frankreich) des CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ (Sekretariat: Deutschland) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Arbeitsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-06 AA „Begrenzungslinien“ des Normenausschusses Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer französischen Referenzfassung.

Die Annahme der Norm wurde von deutscher Seite unter der Bedingung einer kurzfristigen Überarbeitung befürwortet und mit zahlreichen Kommentaren versehen. Gründe dafür sind insbesondere:

- Bestehende Diskrepanzen zwischen den einzelnen Normteilen. Formelzeichen und Definitionen, Gleichungen, aber auch Text, Tabellen und Bilder sind zu korrigieren, zu harmonisieren und entsprechend CEN- und DIN-Regeln auszuführen. Teilweise unkorrekte Einheiten in Gleichungen sind anzupassen.
- Teilweise erhöhte und zusätzlich neue Anforderungen gegenüber früheren Regelwerken, z. B. der UIC (wie bei der Bestimmung der Höhen von Grenzlinien), die wegen der bestehenden festen Anlagen der Infrastruktur nicht realisiert werden können; ob und wie der zusätzliche Aufwand zu realisieren ist, kann derzeit nicht abgeschätzt werden. Die Normenreihe enthält teilweise zu große Interpretationsfreiräume.
- Insgesamt zu umfangreiche/detaillierte Normenreihe. Diverse Streichungen in Text, Tabellen, Bildern sowie von Dopplungen sind erstrebenswert.
- Es ist für die nächste Revision dieser Norm vorgesehen, ein neues Profil DE4 zu definieren, das den Bedingungen von existierenden, die Bezugslinie G2 überschreitenden Güterwagen (G2+) entspricht.
- Mehrere Gleichungen sind fehlerhaft.

Nachstehend wird nach Abschnitten gelistet insbesondere auf technische Fehler in der französischen Referenzfassung hingewiesen, die sich auf Grund der Übersetzungsregeln auch in der deutschen Fassung befinden. Zur Handhabung der Norm sind folgende Punkte zu beachten:

1 3.12

Ersetze „ $Dpli$ oder $Dpla$ “ durch „ dg_i oder dg_a “

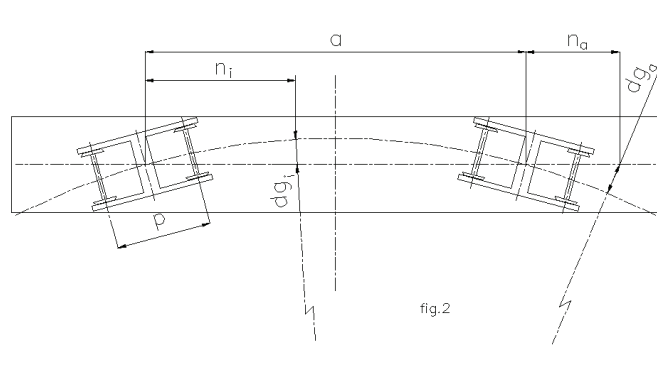
2 4. Tabelle 1, Symbol T_N

Ersetze „Toleranz in der Gleishöhe“ durch „Längshöhenfehler“ oder „Längshöhenfehler des Gleises“

Vorschlag für franz. Version: „Défauts de nivellement (de la voie)“ statt „Tolérance de nivellement“

3 5.1.1, Bild 8, dg_i

Im Bild ist dg_i falsch eingezeichnet, zu korrigieren gemäß folgender Skizze:



4 5.6, Bild 14

Im Text über dem Bild alle Striche über X („'“) streichen.

Hinweis: In dieser deutschen Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

5 Gleichung (16)

S_t durch S_{st} ersetzen

Hinweis: In deutscher Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

6 6.1.6, Bild 17

Unterstes Maß:

„15_{cin}“ ersetzen durch „11_{cin}“.

7 7.1.1, Tabelle 2, Verweise

Ersetzen aller Verweisabschnitte „5...“ durch „6...“.

Erste Zeile der Tabelle 2: „5.3“ durch „6.1.3“ ersetzen.

Hinweis: In deutscher Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

8 7.1.2, Tabelle 3

Letzte Zeile: „7.2.1.4.2.1“ durch „7.2.1.4.2.2“ ersetzen und

„7.2.1.4.2.2“ durch „7.2.1.4.2.3“ ersetzen.

Hinweis: In deutscher Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

Ersetze „7.2.2.2“ jeweils durch „7.2.2.2.1“.

3. Zeile von „Geometrische Größen“: Ersetze „7.2.2.3“ durch „7.2.2.2.3“

4. Zeile von „Toleranzen“:

Ersetze „Fehler und Toleranzen des Überhöhungswerts T_D “

durch „Querhöhenfehler des Gleises T_D “

Hinweis: Referenzfassung daraufhin prüfen.

5. Zeile von „Toleranzen“:

Ersetze „Gleislagefehler T_N “

durch „Längshöhenfehler des Gleises T_N “

Hinweis: Siehe Punkt 2.

9 7.2.1.1.1, Gleichungen (24) und (25)

Die Ausladungen sind analog zu Gleichungen 22 und 23 um z_{dyn} zu ergänzen (welches in der dynamischen Bezugslinie eingerechnet ist), also wie folgt zu ändern:

$$S_{idyn} = b_r + \frac{(a_r n_{ir} - n_{ir}^2) + \frac{p_r^2}{4}}{2R} + F + \frac{l_{réel} - l_N}{2} + z_{dyn} - b_{CRdyn} \quad (24)$$

$$S_{adyn} = b_r + \frac{(a_r n_{ar} + n_{ar}^2) - \frac{p_r^2}{4}}{2R} + F + \frac{l_{réel} - l_N}{2} + z_{dyn} - b_{CRdyn} \quad (25)$$

10 7.2.1.4.2.2 und 7.2.1.4.2.3

Gleichungen (38) und (45): „atan“ ersetzen durch „arc tan“ oder „arc tg“.

Hinweis: In deutscher Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

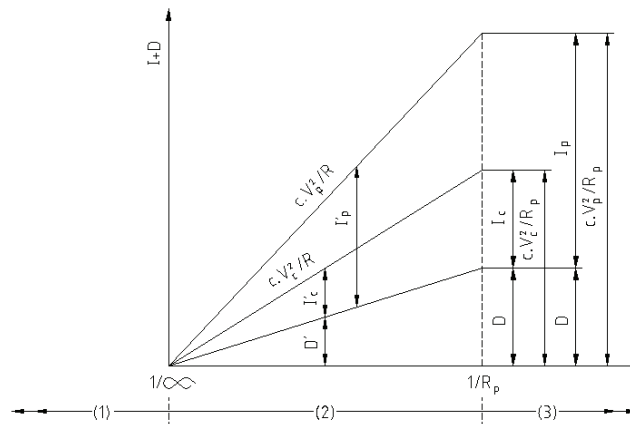
11 7.2.1.9.2.2, Bild 24

Legende ist zu ergänzen um a:

„a q_{si} oder q_{sa} “

12 7.2.1.14, Bild 27

In der zweitobersten Schräge „ $c \cdot V_c^2/R$ “ schreiben (V_p jeweils durch V_c ersetzen), wie in folgendem Bild:



13 7.2.2.1 Vertikale Verschiebungen, (T_N)

„Hochstopfen des Gleises“ ersetzen durch „Längshöhenfehler des Gleises“

Hinweis: Analog vorstehender Punkte 2 und 8.

14 7.2.2.2.1, Legende zu Bild 28 sowie Gleichungen (97) bis (103)

Legendenpunkt 8:

„Von der Neigung beschriebener Kreisbogen“ ersetzen durch „Kreisbogen infolge Wankens“.

Ausdrücke (97) und (98) wie folgt korrigieren:

Ersetze
$$T_N + \left(\frac{b_{CR} + \frac{L}{2}}{L} \cdot T_D \right) + \frac{b_{CR}}{L} s_0 (D + T_D + T_{osc} + T_{susp} + T_{charge})$$

durch
$$T_N + \left(\frac{b_{CR} + \frac{L}{2}}{L} \cdot T_D \right) + \frac{b_{CR}}{L} s_0 (D - D_0 + T_D + T_{osc}) + b_{CR} (tg T_{susp} + tg T_{charge}) \quad (97)$$

Ersetze
$$T_N + \left(\frac{b_{CR} - \frac{L}{2}}{L} \cdot T_D \right) + \frac{b_{CR}}{L} s_0 (I + T_D + T_{osc} + T_{susp} + T_{charge})$$

durch
$$T_N + \left(\frac{b_{CR} - \frac{L}{2}}{L} \cdot T_D \right) + \frac{b_{CR}}{L} s_0 (I - I_0 + T_D + T_{osc}) + b_{CR} (tg T_{susp} + tg T_{charge}) \quad (98)$$

Die Gleichungen 99 bis 103 folgendermaßen ändern:

Ersetze $\Sigma_{3\text{cin}(v)i} = T_N + \frac{T_D}{L} \left(b_{CR} - \frac{L}{2} \right) + s_0 b_{CR} \left[\frac{T_D}{L} + \frac{T_{osc}}{L} + \eta_{0r} \right]$

durch $\Sigma_{3\text{cin}(v)i} = T_N + \frac{T_D}{L} \left(b_{CR} - \frac{L}{2} \right) + s_0 b_{CR} \left[\frac{T_D}{L} + \frac{T_{osc}}{L} \right] + b_{CR} tg \eta_{0r}$ (99)

Ersetze $\Sigma_{3\text{cin}(v)a} = T_N + \frac{T_D}{L} \left(b_{CR} + \frac{L}{2} \right) + s_0 b_{CR} \left[\frac{T_D}{L} + \frac{T_{osc}}{L} + \eta_{0r} \right]$

durch $\Sigma_{3\text{cin}(v)a} = T_N + \frac{T_D}{L} \left(b_{CR} + \frac{L}{2} \right) + s_0 b_{CR} \left[\frac{T_D}{L} + \frac{T_{osc}}{L} \right] + b_{CR} tg \eta_{0r}$ (100)

Ersetze $\Sigma_{1\text{cin}(v)} = k \sqrt{T_N^2 + \left[\left(\frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (\tan T_{charge})^2 + (\tan T_{susp})^2 \right] b_{CR}^2}$

durch $\Sigma_{1\text{cin}(v)} = k \sqrt{T_N^2 + \left[\left(\frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (tg T_{charge})^2 + (tg T_{susp})^2 \right] b_{CR}^2}$ (101)

Ersetze $\Sigma_{2\text{cin}(v)i} = k \sqrt{T_N^2 + \left(\frac{T_D}{L} \right)^2 \left(b_{CR} - \frac{L}{2} \right)^2 + s_0^2 b_{CR}^2 \left[\frac{T_D^2}{L^2} + \frac{T_{osc}^2}{L^2} + (\tan T_{charge})^2 + (\tan T_{susp})^2 \right]}$

durch $\Sigma_{2\text{cin}(v)i} = k \sqrt{T_N^2 + \left((1 + s_0) b_{CR} - \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_{CR} \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (b_{CR} tg T_{charge})^2 + (b_{CR} tg T_{susp})^2}$ (102)

Ersetze $\Sigma_{2\text{cin}(v)a} = k \sqrt{T_N^2 + \left(\frac{T_D}{L} \right)^2 \left(b_{CR} + \frac{L}{2} \right)^2 + s_0^2 b_{CR}^2 \left[\frac{T_D^2}{L^2} + \frac{T_{osc}^2}{L^2} + (\tan T_{charge})^2 + (\tan T_{susp})^2 \right]}$

durch $\Sigma_{2\text{cin}(v)a} = k \sqrt{T_N^2 + \left((1 + s_0) b_{CR} + \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_{CR} \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (b_{CR} tg T_{charge})^2 + (b_{CR} tg T_{susp})^2}$ (103)

15 7.2.2.2.3, Bild 29, und 7.2.2.2.4 (h_{umin})

Anmerkungen:

Die Berücksichtigung von h_{umin} ist in diesen beiden Abschnitten und im Bild 29 unklar. Im Regelfall wird bei Streckengleisen ein R_{vmin} von 2 000 m berücksichtigt. Der Betrag h_{umin} wird im Regelprofil GIC 2 (EN 15273-3, C.3.1, im Allgemeinen anzuwenden) bei diesem R_{vmin} zu $h_{umin} = 0,08 - 0,025 = 0,055$ m.

Bei Ablaufbergen sollen sich keine Teile des Fahrzeugs außer den Spurkränzen unterhalb der Lauffebene befinden. Bei Radien $R_v \leq 625$ m verläuft die Bezugs-/Begrenzungslinie deshalb in Höhe der Lauffebene.

Oberer Bereich: Die Gleichung (106) sollte näher erläutert werden. Die Infrastruktur (DB Netz AG) erweitert den Mindestlichtraum im oberen Bereich in der Höhe um $50/R_v$; das sind 0,025 m bei $R_v = 2000$ m. Dieses Maß kann nach Gleichung (106) durch $\Delta h = 0,08 \times 625/2000$ erklärt werden.

16 7.2.2.4.3

Gleichung (114) wie folgt präzisieren:

Ersetze $e_i = dg_{iv} - h_{\min}$

Durch $e_i = (dg_{iv} - h_{\min})_{>0}$ (114)

Gleichung (116) richtig stellen, vgl. Gleichung (108):

Ersetze $e_a = dg_{av}$

durch $e_a = (dg_{av} - h_{\min})_{>0}$ (116)

16 8.1.1.3, Bild 46 rechts

Benennung „... ohne Isolierhörner“

ersetzen durch „... mit nicht isolierten Hörnern“.

Hinweis: Übersetzungsfehler; Referenzfassung ist korrekt.

17 Anhang A.2, Tabelle A.2

Für DE2 und DE3 in 3. Spalte:

Ersetze „C.9“ bzw. „C.10“

durch „C.10“ bzw. „C.11“.

Hinweis: In deutscher Fassung wurde die Berichtigung bereits implementiert.

18 A.4, Tabelle A.4

Verweise auf EN 15273-3 in der letzten Spalte überall streichen

Hinweis: In deutscher Fassung wurde diese Berichtigung bereits implementiert.

Für UK1(D) in letzter Spalte „E.3“, durch „E.1“, ersetzen und eine Zeile fürs Tschechische Schienennetz ergänzen, somit ändert sich die Tabelle A.4 am Ende folgendermaßen:

UK1 [D]	Britisches Schienennetz	E.1
Z-GČD	Tschechisches Schienennetz	E.3

19 C.1.2.2, Tabelle C.1

Überschrift „Gleichungen für S und q_s der Begrenzungslinie G1“

ersetzen durch „Ausladungen für die Begrenzungslinie G1“

(Franz. Version: „Formules pour S du gabarit G1“ statt „Formules pour s et q_s du gabarit G1“).

20 C.1.2.2.2, Tabelle C.2

Diese Tabelle

Tabelle 1 — Ausladungen der Begrenzungslinien GIC1 und GIC2

GIC1 und GIC2	$\infty \geq R \geq 250$ (m)	$250 > R \geq 150$ (m)
	$S_{i_{cin}} = \frac{7}{R} + \frac{l - 1,435}{2}$ (C.4)	$S_{i_{cin}} = \frac{30}{R} + 0,090 + \frac{l - 1,435}{2}$ (C.5)
	$S_{a_{cin}} = \frac{l - 1,435}{2}$ (C.6)	$S_{a_{cin}} = \frac{40}{R} + 0,117 + \frac{l - 1,435}{2}$ (C.7)

ersetzen durch EN 15273-3, Tabelle C.5 wie folgt:

Tabelle C.2 — Ausladungen

Maße in Meter

Gleisbogenradius R	S_i (auf der Bogeninnenseite)	S_a (auf der Bogenaußenseite)
$\infty \geq R \geq 250$	$\frac{2,5}{R} + \frac{l - 1,435}{2}$	$\frac{2,5}{R} + \frac{l - 1,435}{2}$
$250 > R \geq 150$	$\frac{50}{R} - 0,190 + \frac{l - 1,435}{2}$	$\frac{60}{R} - 0,230 + \frac{l - 1,435}{2}$

(Franz. Version):

Tableau C.2 — Saillies

Dimensions en mètres

Rayon R	S_i (intérieur courbe)	S_a (extérieur courbe)
$\infty \geq R \geq 250$ m	$\frac{2,5}{R} + \frac{l - 1,435}{2}$	$\frac{2,5}{R} + \frac{l - 1,435}{2}$
$250 > R \geq 150$ m	$\frac{50}{R} - 0,190 + \frac{l - 1,435}{2}$	$\frac{60}{R} - 0,230 + \frac{l - 1,435}{2}$

21 C.1.2.2.3, Tabelle C.3

Tabelle C.3 streichen.

Begründung: Siehe in EN 15273-3 (z. B. unter Tabelle C.6):

„Bei $h < 0,5$ m kommt die quasistatische Neigung nicht zum Tragen“.

22 C.2.3.2, Tabelle C.4

In Überschrift GC hinzufügen wie folgt:

„Ausladungen bei GA, GB und GC“.

In der Überschrift ersetzen „s“ durch „S“.

In Tabelle C.4 müssen alle Bezeichnungen „S_{ist}“ und „S_{ast}“ für GA und GB in „S_{icin}“ und „S_{acin}“ geändert werden.

Hinweis: In deutscher Fassung wurden diese Berichtigungen bereits implementiert.

23 C.2.3.3, Tabelle C.5

In der Kopfzeile: „S₀“ durch „s₀“ ersetzen.

24 C.9.3.2, Tabelle C.16

Gleichungsnummern (C 49) und (C 50) ergänzen (in einer neuen Spalte)

25 Anhang F, 4. Satz

Nebensatz streichen. Der Satz lautet dann wie folgt:

„Der Infrastrukturbetreiber muss außerdem die vertikalen Maße des oberen Bereichs der Bezugslinie in den Neigungswechseln um $50/R$ erhöhen.“

Franz. Version: „L'infrastructure doit également majorer les cotes verticales de la partie supérieure du contour de référence de $50/R$ dans les raccordements de déclivité.“

26 F.2.1.2 und F.2.1.3, Bilder F.1 und F.2

Punkte A (am Knick der schraffierten Fläche) und B (am Ende der schraffierten Fläche, oberhalb des Punktes O) eintragen.

ANMERKUNG A und B sind im anschließenden Text erwähnt. Wo A und B angeschrieben werden muss, ist bei 7.2.2.4.2 im Bild 34 zu finden.

27 Anhang G, G.3.1

Der eine Satz „Wenn das Zweiggleis nur einen Bogenradius hat ($R_1 = R_2$):“ muss verschoben werden, und zwar unter die Bildunterschrift des Bildes G.5:

Franz. Version: „Si le rayon de la voie déviée est unique dans la zone étudiée ($R_1 = R_2$):“

Nach der Gleichung (G.8) muss der dort folgende Satz ersetzt werden durch den gleichen Satz wie zwischen Gleichung (G.5) und (G.6):

Franz. Version: „Si les rayons de la voie déviée sont différents dans la zone étudiée ($R_1 \neq R_2$):“

Hinweis: In deutscher Fassung wurden diese Berichtigungen bereits implementiert.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15273-1:2010-05 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) Im gesamten Dokument wurden Übersetzungen, Bilder, Formeln und Zahlen angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15273-1: 2010-05

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —
Begrenzungslinien —
Teil 1: Allgemeines —
Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge

Railway applications —
Gauges —
Part 1: General —
Common rules for infrastructure and rolling stock

Applications ferroviaires —
Gabarits —
Partie 1: Généralités —
Règles communes à l'infrastructure et au matériel roulant

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Oktober 2009 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Abkürzungen	18
5 Spezielle Betrachtungen für die Bestimmung der Parameter.....	30
5.1 Geometrische Ausragung	30
5.1.1 Geometrische Ausragung des Wagenkastens	30
5.1.2 Zusätzliche geometrische Ausragung aufgrund der Drehgestelle.....	32
5.2 Neigungskoeffizient.....	33
5.3 Unsymmetrie	34
5.4 Spurspiel.....	34
5.5 Ausladung	35
5.6 Wankpol	36
6 Begrenzungslinien und Rechenmethoden.....	36
6.1 Allgemeines	36
6.1.1 Statische Begrenzungslinie	38
6.1.2 Kinematische Begrenzungslinie	38
6.1.3 Dynamische Begrenzungslinie.....	39
6.1.4 Einheits-Lichtraum	40
6.1.5 Begrenzungslinien und Interoperabilität.....	40
6.1.6 Darstellung und Vergleich der statischen und der kinematischen Begrenzungslinie in Querrichtung	40
6.1.7 Darstellung der dynamischen Begrenzungslinie	43
6.2 Andere Rechenmethoden	44
6.2.1 Allgemeines	44
6.3 Absolute Rechenmethode	44
6.4 Vergleichende Rechenmethode	45
7 Einflussgrößen bei der Festlegung einer Begrenzungslinie.....	46
7.1 Allgemeines	46
7.1.1 In Querrichtung	46
7.1.2 In vertikaler Richtung	48
7.2 Ausführliche Analyse der Komponenten, die je nach Festlegung der verschiedenen Begrenzungslinien zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen aufzuteilen sind.....	49
7.2.1 In Querrichtung	49
7.2.2 In vertikaler Richtung	71
7.2.3 Krokodile	81
7.2.4 Schienenbereich und Gleisbremsen.....	82
8 Begrenzungslinie für Stromabnehmer	86
8.1 Kinematische Begrenzungslinie für Stromabnehmer.....	86
8.1.1 Grundprinzip	86
8.1.2 Infrastrukturseitig zu berücksichtigende Einflüsse	90
8.1.3 Fahrzeugseitige Berechnung	90
8.2 Dynamische Begrenzungslinie für Stromabnehmer	94
8.2.1 Fahrzeugseitig zu berücksichtigende Werte	94
8.2.2 Infrastrukturseitig zu berücksichtigende Werte	94

Anhang A (normativ) Katalog der Begrenzungslinien	95
A.1 Statische Begrenzungslinien	95
A.2 Kinematische Begrenzungslinien	96
A.3 Dynamische Begrenzungslinie	97
A.4 Einheitliche Begrenzungslinien	97
Anhang B (normativ) Bezugslinien und zugehörige Rechenregeln für die statischen Begrenzungslinien	98
B.1 Statische Begrenzungslinien G1 und G2	98
B.1.1 Oberer Bereich der statischen Begrenzungslinien G1 und G2	98
B.1.2 Unterer Bereich der statischen Begrenzungslinien GIS1 und GIS2	101
B.2 Statische Begrenzungslinien GA, GB und GC	103
B.2.1 Seitlicher Bereich	103
B.2.2 Statische Bezugslinien im oberen Bereich	104
B.2.3 Zugehörige Rechenregeln	104
B.3 Statische Begrenzungslinien GB1 und GB2	106
B.3.1 Seitlicher Bereich	106
B.3.2 Statische Bezugslinien im oberen Bereich	106
B.3.3 Zugehörige Regeln	107
B.4 Statische Begrenzungslinien OSShD	108
B.4.1 Allgemeines	108
B.4.2 Statische Bezugslinien im oberen Bereich	109
B.4.3 Zugehörige Regeln	112
B.4.4 Statische Bezugslinien im unteren Bereich	113
B.5 Statische Begrenzungslinie im oberen Bereich W6a	114
B.5.1 Statische Bezugslinie im oberen Bereich W6a	114
B.5.2 Zugehörige Regeln	115
B.5.3 Berücksichtigung der Neigung	116
B.5.4 Infrastrukturzuschlag in Querrichtung	116
B.5.5 Vertikale geometrische Verschiebung nach oben und vertikaler Infrastrukturzuschlag	116
B.5.6 Fahrzeugzuschläge in Querrichtung	116
B.5.7 Vertikale Fahrzeugzuschläge	117
B.6 Statische Begrenzungslinie des oberen Bereichs UK1 [B]	117
B.6.1 Statische Bezugslinie des oberen Bereichs UK1 [B]	117
B.6.2 Zugehörige Regeln	117
B.6.3 Berücksichtigung der Neigung	118
B.6.4 Infrastrukturzuschlag in Querrichtung	118
B.6.5 Vertikale geometrische Verschiebung nach oben und vertikaler Infrastrukturzuschlag	118
B.6.6 Fahrzeugzuschläge in Querrichtung	119
B.6.7 Vertikale Fahrzeugzuschläge	119
B.7 Statische Begrenzungslinie FIN1	119
B.7.1 Allgemeines	119
B.7.2 Statische Bezugslinie im oberen Bereich	119
B.7.3 Zugehörige Regeln	121
B.7.4 Lage der Bahnsteige	121
Anhang C (normativ) Bezugslinien und zugehörige Rechenregeln für die kinematischen Begrenzungslinien	122
C.1 Kinematische Begrenzungslinien G1 und G2	122
C.1.1 Oberer Bereich der Begrenzungslinien G1 und G2	122
C.1.2 Begrenzungslinien im unteren Bereich GIC1 und GIC2	124
C.2 Kinematische Begrenzungslinien GA, GB und GC	126
C.2.1 Seitlicher Bereich	126
C.2.2 Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich	127
C.2.3 Zugehörige Regeln	127
C.3 Kinematische Begrenzungslinien GB1 und GB2	129
C.3.1 Seitlicher Bereich	129
C.3.2 Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich	129

	Seite
C.3.3 Zugehörige Regeln	130
C.4 Kinematische Begrenzungslinie GIC3	131
C.4.1 Oberer Bereich	131
C.4.2 Bezugslinie im unteren Bereich	132
C.4.3 Zugehörige Regeln	133
C.5 Kinematische Begrenzungslinie FR3.3	133
C.5.1 Seitlicher Bereich.....	133
C.5.2 Kinematische Begrenzungslinie im oberen Bereich.....	134
C.5.3 Zugehörige Regeln	134
C.6 Kinematische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3	136
C.6.1 Seitlicher Bereich.....	136
C.6.2 Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich.....	136
C.6.3 Zugehörige Regeln	138
C.6.4 Kinematische Bezugslinie im unteren Bereich.....	139
C.7 Kinematische Begrenzungslinien NL1 und NL2.....	140
C.7.1 Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinien NL1 und NL2	140
C.7.2 Zugehörige Regeln	141
C.8 Kinematische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc.....	142
C.8.1 Seitlicher Bereich.....	142
C.8.2 Zugehörige Regeln	144
C.8.3 Berücksichtigung der Neigung	145
C.8.4 Vertikale geometrische Verschiebung nach oben und vertikaler Infrastrukturzuschlag.....	145
C.8.5 Kinematische Bezugslinie im unteren Bereich.....	145
C.8.6 Vertikale geometrische Verschiebung nach unten und vertikaler Infrastrukturzuschlag	146
C.9 Kinematische Begrenzungslinie DE1	147
C.9.1 Allgemeines	147
C.9.2 Kinematische Bezugslinien	148
C.9.3 Zugehörige Regeln	148
C.9.4 Berücksichtigung der Neigung	149
C.9.5 Vertikale geometrische Verschiebung nach unten und vertikaler Infrastrukturzuschlag	149
C.10 Kinematische Begrenzungslinie DE2	149
C.10.1 Allgemeines	149
C.10.2 Kinematische Bezugslinien	150
C.10.3 Zugehörige Regeln	151
C.10.4 Berücksichtigung der Neigung	151
C.10.5 Vertikale geometrische Verschiebung nach unten und vertikaler Infrastrukturzuschlag	152
C.11 Kinematische Begrenzungslinie DE3	152
C.11.1 Kinematische Bezugslinie	152
C.11.2 Zugehörige Regeln	152
Anhang D (normativ) Bezugslinien und zugehörige Rechenregeln für die dynamischen Begrenzungslinien.....	153
D.1 Dynamische Begrenzungslinien SEa und SEc.....	153
D.1.1 Dynamische Bezugslinie SEa.....	153
D.1.2 Dynamische Bezugslinie SEc.....	155
D.1.3 Zugehörige Regeln	155
D.2 Dynamische Begrenzungslinie im unteren Bereich W6a	156
D.2.1 Dynamische Bezugslinie im unteren Bereich W6a	156
D.2.2 Zugehörige Regeln	157
D.2.3 Infrastrukturseitige Zuschläge in Querrichtung	158
D.2.4 Infrastrukturseitige Zuschläge in vertikaler Richtung	158
D.2.5 Fahrzeugseitige Zuschläge in Querrichtung	158
D.2.6 Fahrzeugseitige Zuschläge in vertikaler Richtung.....	158
D.3 Dynamische Begrenzungslinie UK1	158
D.3.1 Dynamische Begrenzungslinie im unteren Bereich UK1 [A]	158
D.3.2 Zugehörige Regeln	159
D.3.3 Berücksichtigung der Neigung	160
D.3.4 Infrastrukturseitige Zuschläge in Querrichtung	160

D.3.5	Infrastrukturseitige Zuschläge in vertikaler Richtung	160
D.3.6	Fahrzeugseitige Zuschläge in Querrichtung	160
D.3.7	Fahrzeugseitige Zuschläge in vertikaler Richtung	160
D.4	Dynamische Begrenzungslinien im oberen Bereich UK1 [D]	161
D.4.1	Grundprinzip	161
D.4.2	Dynamische Bezugslinie im oberen Bereich UK1 [D]	162
D.4.3	Zugehörige Regeln	162
D.4.4	Infrastrukturseitige Zuschläge in Querrichtung	163
D.4.5	Infrastrukturseitige Zuschläge in vertikaler Richtung	163
D.4.6	Fahrzeugseitige Zuschläge in Querrichtung	163
D.4.7	Fahrzeugseitige Zuschläge in vertikaler Richtung	163
Anhang E	(normativ) Einheitslichträume	164
E.1	Allgemeines zu den Begrenzungslinien GUC, GU1, GU2, UK1 [D] und Z-GČD	164
E.2	Einheits-Lichtraum GU1	164
E.2.1	Ausgangsdaten	165
E.3	Einheits-Lichtraum Z-GČD	166
E.3.1	Regelbezugslinie	166
E.3.2	Ausgangsdaten	167
Anhang F	(normativ) Besondere Regeln für vertikale Verschiebungen	168
F.1	Befahren von Einrichtungen für die Auffahrt auf Fähren	168
F.2	Ablaufberge	169
F.2.1	Vereinbarung für die Begrenzungslinien der Gruppe G1, G2, GA, GB, GB1, GB2, GC, FR3.3, BE1, BE2, BE3	169
F.2.2	Weitere Vereinbarungen	172
Anhang G	(normativ) Zu berücksichtigende geometrische Ausragung als Teil der Ausladungen im Bereich von Weichen	174
G.1	Allgemeines	174
G.2	Weiche im geraden Gleis	174
G.2.1	Ausragung auf der Seite des Zweiggleises	174
G.2.2	Ausragung auf der Seite des Stammgleises	175
G.3	Bogenweichen	176
G.3.1	Ausragung auf der Seite des Zweiggleises	176
G.3.2	Ausragung auf der Seite des Stammgleises	177
Anhang H	(normativ) Regeln für Stromabnehmer	179
H.1	Katalog der Standardwippen	179
H.2	Parameter des Referenzfahrzeugs	179
H.3	Zuschläge für die elektrische Isolierung	180
H.4	Merkmale des Stromabnahmesystems	180
H.5	Sonderfälle	181
H.5.1	Zu den Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3 gehörende Begrenzungslinien für Stromabnehmer	181
Anhang I	(normativ) Regeln für die Trittstufen und die Anordnung der Bahnsteige	183
I.1	Tatsächlicher Spalt und vereinbarter Spalt zwischen Trittstufe und Bahnsteig	183
I.1.1	Lage der Bahnsteige	185
I.1.2	Lage der Trittstufen	188
Anhang J	(informativ) Verbreiterung der Fahrzeuge nach den Möglichkeiten der Infrastruktur	189
J.1	Allgemeines	189
J.2	Möglicher Gewinn an Fahrzeugbreite auf der Seite des Nachbargleises	189
J.2.1	Grundprinzip	189
J.2.2	Anwendung	191
J.3	Möglicher Gewinn auf der Seite des Bauwerks	192

Anhang K (normativ) Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie auf das gleichzeitige Auftreten der Grenzwerte zur Berücksichtigung der Schwingungen und der Unsymmetrie bei der Bestimmung des Zuschlags M1 193

K.1 Einführung 193

K.2 Erinnerung an einige aus der Wahrscheinlichkeitstheorie abgeleitete Grundsätze 193

K.3 Berücksichtigung der Schwingungen und der Unsymmetrie bei der Bestimmung des Zuschlags M1 195

K.3.1 Zusätzliche Bemerkungen 196

Anhang L (informativ) A-Abweichungen.....197

Literaturhinweise 199

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15273-1:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Das vorliegende Dokument ist das erste einer Reihe von drei Normen, aus denen die Europäische Norm für Fahrzeugbegrenzungslinien und Lichträume besteht:

- im ersten Teil werden allgemeine Themen behandelt, Ansätze, die sich sowohl auf die Infrastrukturseite als auch auf die Fahrzeugseite auswirken, Bezugslinien und die dazugehörigen Vorschriften;
- der zweite Teil enthält Vorschriften für die Berechnung der Fahrzeugbegrenzung in Abhängigkeit von den Fahrzeugeigenschaften, dem gewählten Profil und den zugehörigen Rechenverfahren;
- der dritte Teil enthält Berechnungsvorschriften für die Infrastrukturabmessungen, die für den Betrieb von Eisenbahnfahrzeugen bestimmter Profile erforderlich sind, einschließlich der Berücksichtigung von Zwangspunkten.

In der vorliegenden Norm wird eine Begrenzungslinie wie eine eindeutige Vereinbarung zwischen Infrastruktur- und Fahrzeugbetreibern dargestellt.

Das Ziel der vorliegenden Norm ist es einerseits, einen Lichtraum zu definieren, der für den Durchgang der Eisenbahnfahrzeuge freigemacht werden muss und freizuhalten ist, und andererseits, die Regeln zur Berechnung oder Nachrechnung der Fahrzeugbegrenzung im Hinblick auf den uneingeschränkten Einsatz dieser Fahrzeuge in einem oder in mehreren Netzen zu definieren.

Die vorliegende Norm geht von folgender Zuständigkeitsverteilung aus:

- a) Der Infrastrukturbetreiber ist zuständig für:
 - 1) die Freihaltung des Lichtraums;
 - 2) die Instandhaltung;
 - 3) die Überwachung der Infrastruktur.
- b) Der Fahrzeugbetreiber ist dafür zuständig, dass:
 - 1) die eingesetzten Fahrzeuge die jeweilige Begrenzungslinie einhalten;
 - 2) diese Übereinstimmung während der gesamte Einsatzzeit Bestand hat.

Die vorliegende Norm enthält einen Katalog verschiedener in Europa geltender Eisenbahnbegrenzungslinien. Einige sind erforderlich, um die Interoperabilität sicherzustellen, während andere für spezifischere Anwendungsfälle vorgesehen sind. Die Norm schließt die Anwendung anderer Begrenzungslinien, die nicht im Katalog aufgeführt sind, nicht aus.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für alle Stellen, die mit dem Eisenbahnbetrieb zu tun haben. Sie kann ebenfalls für andere Schienenbahnsysteme (z. B. Straßenbahnen, U-Bahnen usw.), nicht jedoch für spurgebundene Fahrzeuge und ähnliche Systeme angewendet werden.

Sie erlaubt die Dimensionierung der Fahrzeuge und der Infrastruktur und die Überprüfung der Konformität mit den Vorschriften für die Begrenzungslinien.

Diese Europäische Norm gilt für neue und umzubauende Fahrzeuge sowie für die Überprüfung bereits im Betrieb befindlicher Fahrzeuge und Bahnanlagen.

Diese Europäische Norm EN 15273-1 behandelt:

- die allgemeinen Grundsätze;
- die verschiedenen Einflussgrößen, die bei der Bestimmung der Begrenzungslinien zu berücksichtigen sind;
- die verschiedenen Rechenmethoden, die gleichermaßen für die Infrastruktur wie für die Fahrzeuge anzuwenden sind;
- die Vereinbarungen für die Zuordnung der verschiedenen Einflussgrößen auf Infrastruktur und Fahrzeuge;
- einen Katalog der europäischen Begrenzungslinien.

Diese Europäische Norm behandelt nicht:

- die Bedingungen, die im Hinblick auf die Sicherheit der Reisenden auf dem Bahnsteig und von Personen auf dem Randweg zu berücksichtigen sind;
- die Bedingungen, die von Instandhaltungsfahrzeugen für Infrastrukturanlagen in Arbeitsstellung einzuhalten sind;
- den Raum, der als Fahrbahn für gummibereitete Bahnfahrzeuge (U-Bahnen und andere) freizuhalten ist;
- Sendungen mit Lademaßüberschreitung, auch wenn einige Gleichungen verwendet werden können;
- die Gestaltung des Oberleitungssystems;
- die Gestaltung von Stromschienensystemen;
- Methoden zur Simulation von Schienenfahrzeugen in fahrendem Zustand; ebenso wenig dient sie dazu, die Gültigkeit bisheriger Simulationen zu bestätigen;
- Vorschriften zur Überprüfung von Wagenladungen;
- Regeln zur Codierung für den kombinierten Verkehr;
- den Lichtraum bei sehr kleinen Gleisbogenradien (z. B. $R < 150$ m bei der Begrenzungslinie G1).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 14067-2, *Bahnanwendungen — Aerodynamik — Teil 2: Aerodynamik auf offener Strecke*

EN 14067-3, *Bahnanwendungen — Aerodynamik — Teil 3: Aerodynamik im Tunnel*

EN 14363, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 15273-2, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

EN 15273-3:2009, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 3: Lichtraumprofile*

prEN 15313, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzinstandhaltung*

EN 50119, *Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb*

EN 50367, *Bahnanwendungen — Zusammenwirken der Systeme — Technische Kriterien für das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung für einen freien Zugang*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Laufebene

gedachte Fläche in der Ebene der Schienenoberkanten eines Gleises (SO)

3.2

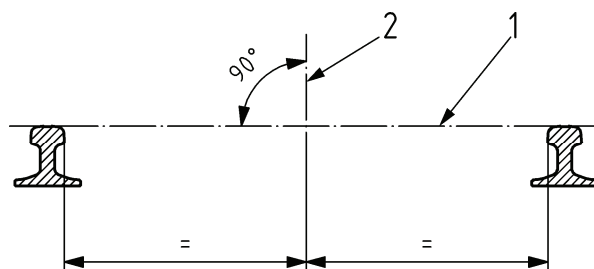
Normalkoordinaten

Koordinaten in einer Querschnittsebene senkrecht zur Gleisachse. Sie werden in einem orthogonalen Achsenkreuz gemessen, dessen Ursprung in der Schienenlängsachse in Nennlage auf einem theoretisch idealen Gleis liegt

Eine der Achsen, auch horizontale Achse genannt, ist die Schnittlinie zwischen der Querschnittsebene und der Laufebene.

Die andere Achse, auch vertikale Achse genannt, steht normal zur Laufebene äquidistant zu den beiden Schienen.

Für Berechnungszwecke dient die vertikale Achse als gemeinsame Bezugsachse für Infrastruktur und Fahrzeuge (siehe Bild 1).



Legende

- 1 Laufebene
- 2 Bezugsachse des Fahrzeugs und des Gleises

Bild 1 — Bezugsachsen

3.3

Begrenzungslinie

Vorschriftenkomplex, welcher eine Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln umfasst und mit dem die äußeren Abmessungen der Fahrzeuge und der von der Infrastruktur freizuhaltende Raum festgelegt werden

ANMERKUNG Je nach verwendeter Rechenmethode erhält man eine statische, kinematische oder dynamische Begrenzungslinie.

3.4

Bezugslinie

CR

spezifische Linie einer jeden Begrenzungslinie, die dem Querschnitt desjenigen Raums entspricht, der als gemeinsame Grundlage für die Erstellung der Vorschriften für die Dimensionierung von Infrastruktur und Fahrzeugen dient

3.5

obere und untere Bereiche

obere Teile liegen im oberen Bereich der Begrenzungslinie, untere Teile in ihrem unteren Bereich

ANMERKUNG Die Grenze zwischen den beiden Bereichen ist für jedes Profil besonders festgelegt.

3.6

zugehörige Rechenregeln

mathematische Gesetzmäßigkeiten, die zu der jeweiligen Bezugslinie gehören, mit denen die Abmessungen der Infrastruktur oder der Fahrzeuge bestimmt werden können

3.7

statische Begrenzungslinie

ergibt sich aus einer spezifischen Bezugslinie und den zugehörigen Rechenregeln für die statische Berechnung

3.8

kinematische Begrenzungslinie

ergibt sich aus einer spezifischen Bezugslinie und den zugehörigen Rechenregeln für die kinematische Berechnung

3.9

dynamische Begrenzungslinie

ergibt sich aus einer spezifischen Bezugslinie und den zugehörigen Rechenregeln für die dynamische Berechnung

3.10

absolute Rechenmethode

ergibt sich aus der Lichtraumumgrenzung der gleisnahen baulichen Anlagen entlang einer gegebenen Strecke und den zugehörigen Rechenregeln für die dynamische Berechnung

3.11

vergleichende Rechenmethode

ergibt sich aus dem Vergleich mit den Umhüllenden des Lichraumbedarfs verschiedener bekannter Fahrzeuge unter Berücksichtigung der dynamischen Berechnung

3.12

geometrische Ausragung

Dpl_l oder Dpl_a

Unterschied zwischen dem parallel zur Lauffläche in Querrichtung gemessenen Abstand einer Fahrzeugkomponente von der Achse eines Bogengleises mit Gleisbogenradius R und dem Abstand, den dieselbe Komponente unter denselben Bedingungen von der Achse eines geraden Gleises hätte

ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.1.

3.13

Neigungskoeffizient

s

Verhältnis zwischen dem Neigungswinkel η , den der Wagenkasten eines im überhöhten Gleis stehenden Fahrzeugs aufgrund der Federung mit der Normalen zur Lafebene bildet, und dem Winkel δ , den die Lafebene dieses überhöhten Gleises mit der Horizontalen bildet

ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.2.

3.14

Unsymmetrie

η_0

Winkel η_0 , den die Mittellinie des Wagenkastens mit der Senkrechten bilden würde, wenn das Fahrzeug auf einem waagerechten Gleis steht und es keine Reibungseinflüsse gäbe

ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.3.

3.15

Spurspiel

$$\frac{l-d}{2}$$

Querverschiebungen des Radsatzes in Bezug auf die Gleisachse

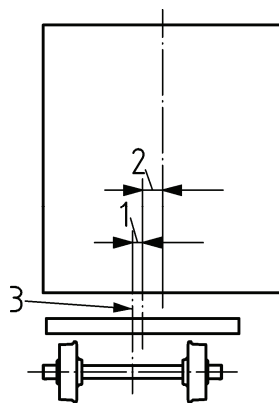
ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.4.

3.16

Querspiele zwischen Radsatz und Wagenkasten

$q + w$

Summe des q -Wertes in Höhe der Radsatzlager und des w -Wertes zwischen Drehgestellrahmen und Wagenkasten (siehe Bild 2)



Legende

- 1 Querspiel q zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen bzw. zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen
- 2 Wiegenquerspiel w zwischen Wagenkasten und Drehgestell
- 3 Mittellinie des Radsatzes

Bild 2 — Darstellung der Querspiele q und w

3.17

Schränkungskoeffizient

A

mit dem Koeffizienten A kann die Einstellung der Radsätze im Gleis und ihr Einfluss auf die Stellung des Wagenkastens und der Drehgestelle berücksichtigt werden

3.18

Ausladung

S_i oder S_a

zulässige Überschreitung der Bezugslinie durch die Fahrzeuge

ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.5.

3.19

Wankpol

C

der Wankpol ist der Drehpunkt des Wagenkastens

ANMERKUNG Siehe ausführliche Erläuterung in 5.6.

3.20

Überhöhung

D , D_{th}

Überhöhungsfehlbetrag

I

Überhöhungsüberschuss

die Überhöhung D ist der Höhenunterschied zwischen den Schnittpunkten beider Schienenachsen mit der Laufebene

die theoretische ausgleichende Überhöhung D_{th} ist der Wert, bei dem die Resultierende aus Fliehbeschleunigung und Schwerkraft bei einer gegebenen Geschwindigkeit normal zur Laufebene steht

der Überhöhungsfehlbetrag I ist der Wert, um den die eingebaute Überhöhung geringer ist als die theoretische ausgleichende Überhöhung:

$$I = D_{th} - D \quad (1)$$

ein negativer Überhöhungsfehlbetrag wird als Überhöhungsüberschuss bezeichnet

3.21

quasistatische Neigung

die quasistatische Neigung entspricht den Wankbewegungen des Fahrzeugs unter Einwirkung der Querschleunigung auf die gefederten Massen aufgrund der Schwerkraft (siehe Bild 14a) oder der durch die Überhöhung nicht ausgeglichenen Fliehkraft (siehe Bild 14 b); diese Neigung wird als quasistatisch bezeichnet, weil sie für ein fahrendes Fahrzeug bei einer als konstant betrachteten Querschleunigung definiert wird, ohne Berücksichtigung weiterer dynamischer oder zufälliger Effekte

3.22

zufällige dynamische Bewegungen

zusätzlich zu der quasistatischen Neigung auftretende Schwingungen des Fahrzeugs, die durch das Zusammenwirken von Fahrzeug und Gleis in Abhängigkeit von dessen Zustand und von der Fahrgeschwindigkeit entstehen

Sie werden durch dynamische Reaktionen der Fahrzeuge hervorgerufen, beispielsweise infolge von:

- Gleislageunregelmäßigkeiten,
- unvermittelten Krümmungsänderungen im Bereich von Weichen;
- elastischen Verformungen und Lageveränderungen des Oberbaus aufgrund der Verkehrsbelastung;
- Resonanzerscheinungen aufgrund von aufeinander folgenden Schienenstößen;
- Schlingerbewegungen;
- Seitenwindeinflüssen und anderer aerodynamischer Effekte

3.23

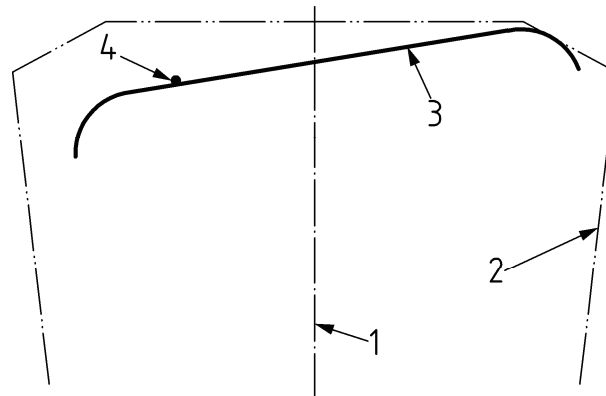
Begrenzungslinien für Stromabnehmer und Schnittstellen mit dem Oberleitungssystem

spezielle Bezugslinien und Vorschriften, mit denen die Fahrzeugseite überprüfen kann, ob der Stromabnehmer den ihm zugewiesenen Raum auch wirklich einhält, und mit denen die Infrastrukturseite ortsfeste Anlagenteile je nach Wippentyp in einem ausreichenden mechanischen und elektrischen Schutzabstand anordnen kann, je nachdem, ob die Komponenten spannungsführend sind oder nicht

3.23.1

Begrenzungslinie für Stromabnehmer

Bezugslinie, einschließlich ihrer zugehörigen Vorschriften, mit der überprüft werden kann, ob die Wippe in Arbeitsstellung den ihr zugewiesenen Raum einhält (siehe Bild 3)



Legende

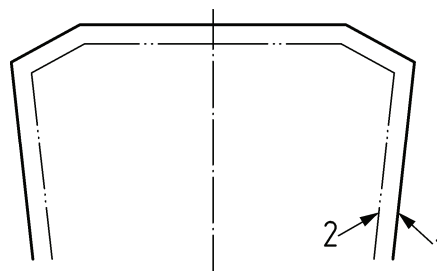
- 1 Gleisachse
- 2 Bezugslinie des Stromabnehmers
- 3 ausgelenkte Wippe
- 4 vom Stromabnehmer angehobener Fahrdraht

Bild 3 — Begrenzungslinie für Stromabnehmer

3.23.2

mechanische Lichtraumumgrenzungslinie

Bezugslinie, einschließlich zugehöriger Vorschriften, mit der die Infrastrukturseite den Raum festlegen kann, der für alle Hindernisse freizuhalten ist, um den Durchgang des Stromabnehmers in Arbeitsstellung zu ermöglichen, unter Berücksichtigung der Instandhaltungszuschläge und des infrastrukturseitig zu berücksichtigenden Teils der Verschiebungen (siehe Bild 4)



Legende

- 1 mechanische Lichtraumumgrenzungslinie
- 2 Bezugslinie des Stromabnehmers

Bild 4 — Mechanische Lichtraumumgrenzungslinie

3.23.3

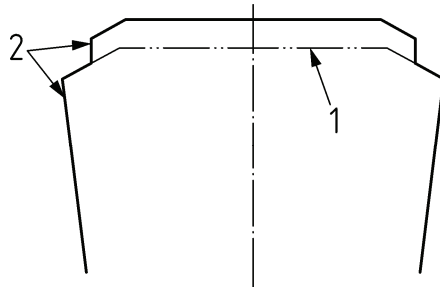
elektrischer Schutzabstand

Abstand, der zwischen zwei Bauteilen unterschiedlichen elektrischen Potentials unter bestimmten atmosphärischen Bedingungen einzuhalten ist, um die elektrische Isolierung sicherzustellen

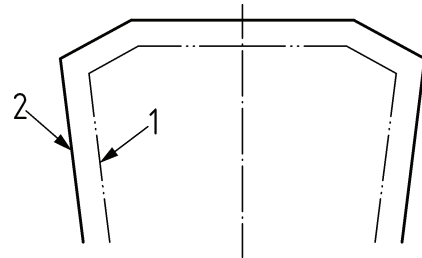
3.23.4

elektrische Lichtraumumgrenzungslinie

Bezugslinie, einschließlich zugehöriger Vorschriften, mit der die Infrastrukturseite den freizuhaltenden Raum unter Berücksichtigung des erforderlichen Zuschlags für die elektrische Isolierung der spannungsführenden Teile des Stromabnehmers in Arbeitsstellung definieren kann (siehe Bild 5)



a) für Stromabnehmer mit isolierten
Auflaufhörnern



b) für Stromabnehmer mit nicht isolierten
Auflaufhörnern

Legende

- 1 Bezugslinie des Stromabnehmers
- 2 elektrische Lichtraumumgrenzungslinie

Bild 5 — Elektrische Lichtraumumgrenzungslinie

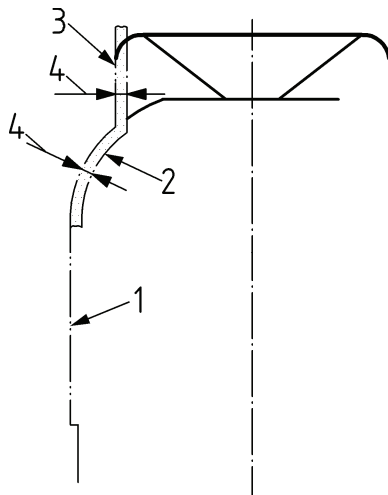
3.23.5

Begrenzungslinie für spannungsführende Bauteile auf dem Dach

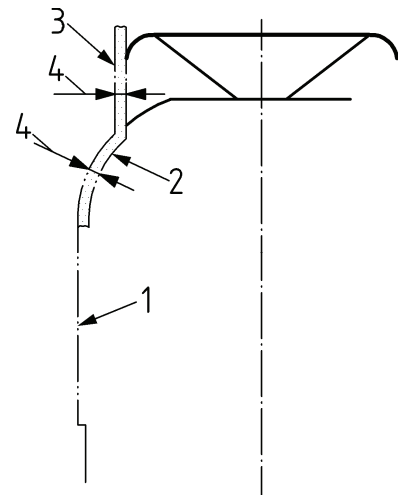
gegenüber der maximalen Fahrzeugbegrenzungslinie reduzierte Begrenzungslinie, die einen ausreichenden elektrischen Schutzabstand zu nicht unter Spannung stehenden, gleisnahen ortsfesten Anlagen enthält (siehe Bild 6)

Bei den spannungsführenden Bauteilen des Fahrzeugs handelt es sich um Teile ohne eigene elektrische Isolation.

Diese Bauteile dürfen nicht in den schraffierten Bereich hineinragen.



a) Stromabnehmer mit isolierten
Auflaufhörnern



b) Stromabnehmer mit nicht isolierten
Auflaufhörnern

Legende

- 1 maximale Begrenzungslinie für den Fahrzeugbau
- 2 Raum, in welchen nicht isolierte Bauteile, die möglicherweise noch unter Spannung stehen, nicht hineinragen dürfen
- 3 Begrenzungslinie für Stromabnehmer
- 4 elektrischer Schutzabstand

Bild 6 — Begrenzungslinie für nicht isolierte spannungsführende Bauteile auf dem Fahrzeugdach

3.24

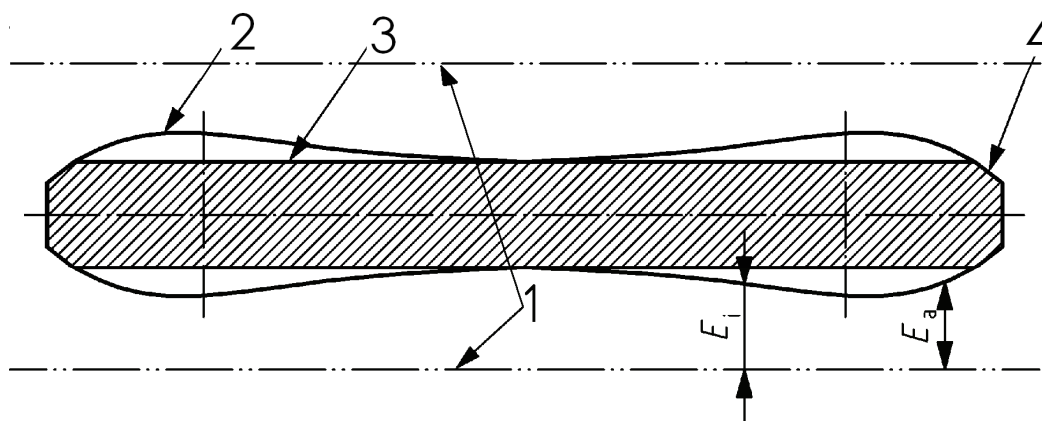
Referenzfahrzeuge

fiktive oder reale Fahrzeuge, mit deren Parametern bestimmte Rechenregeln, Bezugslinien und Begrenzungslinien festgelegt worden sind

3.25

maximale Begrenzungslinie für den Fahrzeugbau

maximale Fahrzeugbegrenzung ist derjenige Raum, der sich nach vorschriftsmäßigem Abzug der Einschränkungen E_i und E_a von der Bezugslinie ergibt (siehe Bild 7)



Legende

- 1 Bezugslinie
- 2 maximale Begrenzungslinie für den Fahrzeugbau
- 3 effektive Begrenzungslinie des Wagenkastens für den Fahrzeugbau
- 4 Endeinzug
- E_i Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die innerhalb der Drehzapfen gelegenen Abschnitte
- E_a Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die außerhalb der Drehzapfen gelegenen Abschnitte

Bild 7 — Verfügbarer Raum für den Fahrzeugbau

3.26

Lichtraum

je nach Anwendung werden die folgenden unterschiedlichen Begriffe definiert:

3.26.1

absolute Grenzlinie

definiert den Raum, der zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf (Grenzwert für den Bahnbetrieb); der Mindestlichtraum stellt die ungehinderte Vorbeifahrt an baulichen Anlagen in Engstellenbereichen sicher

Keine Bahnanlage darf somit jemals in diesen Raum hineinragen.

3.26.2

Mindestlichtraum (bautechnische Grenzlinie)

der Mindestlichtraum ist der von ortsfesten Anlagen freizuhaltende Raum unter Berücksichtigung eines Instandhaltungszuschlages, der von der Geschwindigkeit der Züge und der Qualität der Gleislage zum Zeitpunkt der Erstellung der gleisnahen Anlagen abhängt

Sind die Instandhaltungszuschläge ausgeschöpft, ist immer noch jederzeit die absolute Grenzlinie freizuhalten, um den Verkehr der Fahrzeuge zu erlauben.

3.26.3

Lichtraum (Nenn-Lichtraum)

neben den Instandhaltungszuschlägen werden beim Lichtraum Sicherheits- und Reservezuschläge berücksichtigt, die vom Infrastrukturverantwortlichen definiert werden, beispielsweise zur Berücksichtigung von Sendungen mit Lademaßüberschreitung, möglichen Geschwindigkeitsanhebungen, starkem Seitenwind und anderen aerodynamischen Einwirkungen

3.26.4

Einheits-Lichtraum (Regellichtraum)

infrastrukturseitig verwendetes Lichtraumprofil mit konstantem Querschnitt

3.27

Hüllkurven (Umhüllende)

normal zur Lafebene stehendes Querprofil, das alle Punkte umschließt, die das betrachtete Fahrzeug unter Beachtung seiner dynamischen Verschiebungen sowie der Verkehrs- und Betriebsbedingungen auf einem Gleis mit gegebener Oberbaugüte in allen Stellungen erreichen kann

ANMERKUNG Anhand einer Reihe von Hüllkurven lässt sich der erforderliche Raumbedarf auf einer gegebenen Strecke bestimmen.

4 Symbole und Abkürzungen

Im Rahmen dieser Europäischen Norm gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole und Abkürzungen.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
a	Abstand zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge bzw. zwischen den Drehzapfen (= Abstand zwischen den Führungsquerschnitten)	m	1.001
a_r	Abstand a des Referenzfahrzeugs	m	1.002
A	Schränkungskoeffizient		1.003
Abt	zulässiger Abschlag auf die Werte der Verschiebung der Stromabnehmer	m	1.004
Abt_0	zulässiger Abschlag auf die Werte der Verschiebung der Stromabnehmer im oberen Prüfpunkt	m	1.005
Abt_u	zulässiger Abschlag auf die Werte der Verschiebung der Stromabnehmer im unteren Prüfpunkt	m	1.006
b	halbe Breite oder Abstand parallel zur Lauffebene, bezogen auf die Gleis- oder Fahrzeugachse	m	1.007
b'_q	tatsächlicher Abstand zwischen Bahnsteigkante und Fahrkante der nächstgelegenen Schiene	m	1.008
b_b	Dicke der Spurkränze der Räder	m	1.009
b_{bmax}	maximale Dicke der Spurkränze der Räder	m	1.010
b_{bmin}	minimale Dicke der Spurkränze der Räder	m	1.011
b_{CRcin}	halbe Breite der kinematischen Bezugslinie	m	1.012
b_{CRdyn}	halbe Breite der dynamischen Bezugslinie	m	1.013
b_{CRst}	halbe Breite der statischen Bezugslinie	m	1.014
b_{fmax}	Maximalwert des Maßes für das Aufpressen der Radkörper	m	1.015
b_{fmin}	Mindestwert des Maßes für das Aufpressen der Radkörper	m	1.016

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
b_G	halber Abstand der Gleitstücke	m	1.017
b_{inf}	halbe Breite der Infrastruktur	m	1.018
b_{lac0}	vereinbarte Breite des Spaltes zwischen Bahnsteig und Trittstufe	m	1.019
$b_{acréel}$	tatsächliche Breite des Spaltes zwischen Bahnsteig und Trittstufe	m	1.020
b_q	halbe Breite für die Bahnsteiganordnung	m	1.021
b_{q0}	halbe Breite für die vereinbarte Anordnung der Bahnsteige	m	1.022
b_{q0a}	halbe Breite für die vereinbarte Anordnung der Bahnsteige auf der Bogenaußenseite	m	1.023
b_{q0i}	halbe Breite für die vereinbarte Anordnung der Bahnsteige auf der Bogeninnenseite	m	1.024
b_{qlim}	halbe Breite der Grenzlinie für die Bahnsteiganordnung	m	1.025
b_r	halbe Breite des Referenzfahrzeugs	m	1.026
b_{r1}	halbe Breite des Referenzfahrzeugs Nr 1	m	1.027
b_{r2}	halbe Breite des Referenzfahrzeugs Nr 2	m	1.028
b_{rinf}	halbe Bezugsbreite der Infrastruktur	m	1.029
b_{veh}	halbe Breite des Fahrzeugs	m	1.030
$b_{veh(1)}$	halbe Breite des Fahrzeugs 1	m	1.031
$b_{veh(2)}$	halbe Breite des Fahrzeugs 2	m	1.032
b_w	halbe Breite der Stromabnehmerwippe	m	1.033
c	Rechenkonstante		1.034
C	Wankpol		1.035
CR	Bezugslinie		1.036
d	Spurmaß	m	1.037
dg_a	bogenaußenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m	1.038
dg_{amax}	maximal zulässige geometrische Ausragung auf der Bogenaußenseite	m	1.039
dg_{av}	bogenaußenseitige vertikale geometrische Verschiebung	m	1.040
dg_i	bogeninnenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m	1.041
dg_{imax}	maximal zulässige geometrische Ausragung auf der Bogeninnenseite	m	1.042
dg_{iv}	bogeninnenseitige vertikale geometrische Verschiebung	m	1.043
D	Überhöhung	m	1.044

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
D_0	zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen vereinbarter Pauschalwert für die Überhöhung bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.045
D_{eq}	äquivalente Überhöhung	m	1.046
$D_{L(1)}$	Überhöhung bei der absoluten Grenzlinie	m	1.047
$D_{L(2)}$	Überhöhung beim Mindestlichtraum	m	1.048
D_{max}	maximale Überhöhung	m	1.049
$D_{max 0}$	vereinbarte maximale Überhöhung zur Berücksichtigung von Absenkungen bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.050
D_{pl}	Querverschiebung	m	1.051
$D_{pl_{acin}}$	bei der kinematischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogenaußenseite	m	1.052
$D_{pl_{adyn}}$	bei der dynamischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogenaußenseite	m	1.053
$D_{pl_{ast}}$	bei der statischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogenaußenseite	m	1.054
$D_{pl_{cin}}$	bei der kinematischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung	m	1.055
$D_{pl_{dyn}}$	bei der dynamischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung	m	1.056
$D_{pl_{dyn(A)}}$	bei der dynamischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung des Fahrzeugs A	m	1.057
$D_{pl_{dyn(B)}}$	bei der dynamischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung des Fahrzeugs B	m	1.058
$D_{pl_{icin}}$	bei der kinematischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogeninnenseite	m	1.059
$D_{pl_{idyn}}$	bei der dynamischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogeninnenseite	m	1.060
$D_{pl_{ist}}$	bei der statischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung in Richtung Bogeninnenseite	m	1.061
$D_{pl_{st}}$	bei der statischen Begrenzungslinie berücksichtigte Querverschiebung	m	1.062
D_{sup}	Zuschlag zur Überhöhung	m	1.063
D_{th}	theoretische ausgleichende Überhöhung	m	1.064
e_a	bogenaußenseitige vertikale Einschränkung	m	1.065
e_i	bogeninnenseitige vertikale Einschränkung	m	1.066
e_p	durch die Fahrzeugmerkmale bedingte Ausmittigkeit des Stromabnehmers	m	1.067

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
e_{po}	Ausmittigkeit des Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt	m	1.068
e_{por}	Ausmittigkeit des auf dem Dach des Referenzfahrzeugs befindlichen Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt	m	1.069
e_{pr}	Durch die Merkmale des Referenzfahrzeugs bedingte Ausmittigkeit des Stromabnehmers	m	1.070
e_{pu}	Ausmittigkeit des Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt	m	1.071
e_{pur}	Ausmittigkeit des auf dem Dach des Referenzfahrzeugs befindlichen Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt	m	1.072
e_v	Absenkung der Oberbaukomponenten	m	1.073
E	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung	m	1.074
E_a	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die außerhalb der Radsätze oder Drehzapfen gelegenen Abschnitte	m	1.075
E_i	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die zwischen den Radsätzen oder Drehzapfen gelegenen Abschnitte	m	1.076
E_{fra}	freizuhaltende Breite für den Auswurf der Hemmschuhe auf der Bogenaußenseite	m	1.077
E_{fri}	freizuhaltende Breite für den Auswurf der Hemmschuhe auf der Bogeninnenseite	m	1.078
f_s	Fahrdradhanhub	m	1.079
f_{so}	Anhub des Fahrdrachts bei niedrigster Temperatur gegenüber seiner Lage bei mittlerer Temperatur	m	1.080
f_v	Durchhang des Fahrdrachts. Anfangsdurchhang einschließlich des Durchhangs zwischen den Hängern		1.081
f_w	Durchhang des Fahrdrachts bei höchster Temperatur gegenüber seiner Lage bei mittlerer Temperatur		1.082
f_{wa}	Abnutzung der Schleifleiste		1.083
f_{ws}	Verschiebung durch Schrägstellung der Wippe		1.084
F	bei den Ausladungen berücksichtigter Pauschalwert	m	1.085
g	Erdbeschleunigung	m/s ²	1.086
G	Schwerpunkt des Wagenkastens		1.087
h	Höhe über der Lauffebene	m	1.088
h'_o	größte Höhe für die Überprüfung der Begrenzungslinie der Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m	1.089
h'_u	kleinste Höhe für die Überprüfung der Begrenzungslinie der Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m	1.090
h_c	Wankpolhöhe	m	1.091

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
h_{c0}	für die Vereinbarung zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturbetreibern festgelegter Wert von h_c	m	1.092
h_{CR}	Höhe der Bezugslinie	m	1.093
h_{eff}	tatsächliche Höhe des Stromabnehmers in Arbeitsstellung	m	1.094
$h_{effelec}$	tatsächliche Höhe des Stromabnehmers in Arbeitsstellung einschließlich des elektrischen Schutzabstands	m	1.095
h_f	Fahrdrahthöhe	m	1.096
h_{max}	größte verfügbare Höhe für die Infrastruktur unterhalb der unteren Horizontalen der Bezugslinie	m	1.097
h_{min}	Höhe der unteren Horizontalen der Bezugslinie	m	1.098
$h_{min(1)}$	Höhe der unteren Horizontalen der Bezugslinie für den unteren Bereich von Fahrzeugen, die Ablaufberge und Gleisbremsen in Bremsstellung befahren dürfen	m	1.099
$h_{min(2)}$	Höhe der unteren Horizontalen der Bezugslinie für den unteren Bereich von Fahrzeugen, die Ablaufberge und Gleisbremsen in Lösestellung befahren dürfen	m	1.100
h_{minCR}	Höhe der unteren Ecke der Bezugslinie	m	1.101
h_{nez}	Höhe des Vorsprungs der Bahnsteigkante	m	1.102
h_q	Bahnsteighöhe	m	1.103
h_t	Höhe des unteren Stromabnehmergelenks über der Laufebene	m	1.104
h_{umin}	vorgesehene Mindesthöhe für die vertikalen geometrischen Verschiebungen der Fahrzeuge, die über die Bezugslinie hinausgehen und von der vertikalen Krümmung des Gleises abhängen	m	1.105
h_{veh}	Höhe des Fahrzeugs	m	1.106
I	Überhöhungsfehlbetrag	m	1.107
I'_c	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrags zwischen 0 und I_c	m	1.108
I'_p	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrags, der bei Fahrzeugen mit Neigetechnik berücksichtigt wird	m	1.109
I_c	vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter maximaler Überhöhungsfehlbetrag	m	1.110
I_{eq}	äquivalenter Überhöhungsfehlbetrag	m	1.111
$I_{L(1)}$	Grenzwert des Überhöhungsfehlbetrags für absolute Grenzlinien	m	1.112
$I_{L(2)}$	Grenzwert des Überhöhungsfehlbetrags für Mindestlichträume	m	1.113
I_{max}	maximal zulässiger Überhöhungsfehlbetrag	m	1.114

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
$I_{\max 0}$	maximal zulässiger Überhöhungsfehlbetrag, der für die Berücksichtigung der Absenkungen bei der kinematischen Begrenzungslinie vereinbart wurde	m	1.115
I_0	Pauschalwert für den Überhöhungsfehlbetrag, der von den Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen zur Berücksichtigung bei der kinematischen Begrenzungslinie vereinbart wurde	m	1.116
I_p	Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik	m	1.117
I_{sup}	Zuschlag zum Überhöhungsfehlbetrag	m	1.118
j	vereinbarter Mindestwert für das vertikale Gleitstückspiel	m	1.119
j'_a	zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogenaußenseite	m	1.120
j'_i	zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogeninnenseite	m	1.121
J	tatsächliches vertikales Gleitstückspiel	m	1.122
k	Sicherheitskoeffizient zur Berücksichtigung von Unregelmäßigkeiten der Gleislage		1.123
K	von der Infrastruktur berücksichtigter Koeffizient für die quasistatische Neigung	m	1.124
K'	bei der Bezugslinie der Stromabnehmer berücksichtigter Koeffizient für die quasistatische Neigung		1.125
l	Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der beiden Schienen eines Gleises	m	1.126
l_b	Breite des Radreifens	m	1.127
l_{cr}	Rillenweite des Radlenkers	m	1.128
l_N	Nennspurweite	m	1.129
$l_{\max}$	maximale Spurweite	m	1.130
$l_{\text{réel}}$	tatsächliche Spurweite	m	1.131
L_{dR1}	Gesamtlänge des Gleises mit dem Gleisbogenradius R_1	m	1.132
l_{orn}	Breite der Führungsrillen	m	1.133
L	vereinbarter Abstand der Mittellinien der beiden Schienenstränge eines Gleises	m	1.134
$M_{(1)}$	obligatorischer Zuschlag	m	1.135
$M_{(1)\text{cin}}$	obligatorischer Zuschlag bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.136
$M_{(1)\text{d}}$	Teil des obligatorischen Zuschlags $M_{(1)}$, der Unsymmetrie der Ladung und Federungs-Einstellungen abdeckt	m	1.137
$M_{(1)\text{dyn}}$	obligatorischer Zuschlag bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.138

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
$M_{(1)osc}$	Teil des obligatorischen Zuschlags $M_{(1)}$ bei der kinematischen Begrenzungslinie, der Querschwingungen des Fahrzeugs abdeckt	m	1.139
$M_{(1)st}$	Obligatorischer Zuschlag bei der statischen Begrenzungslinie	m	1.140
$M_{(2)}$	Instandhaltungszuschlag der Infrastruktur	m	1.141
$M_{(2)cin}$	nutzbarer Zuschlag bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.142
$M_{(2)D_{cin}}$	Teil des nutzbaren Zuschlags $M_{(2)}$ bei der kinematischen Begrenzungslinie, der Überhöhungsfehler T_D abdeckt	m	1.143
$M_{(2)D_{dyn}}$	Teil des nutzbaren Zuschlags $M_{(2)}$ bei der dynamischen Begrenzungslinie, der Überhöhungsfehler T_D abdeckt	m	1.144
$M_{(2)dyn}$	nutzbarer Zuschlag bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.145
$M_{(2)st}$	nutzbarer Zuschlag bei der statischen Begrenzungslinie	m	1.146
$M_{(2)voie}$	Teil des nutzbaren Zuschlags $M_{(2)}$, der Querverschiebung des Gleises abdeckt	m	1.147
$M_{(3)}$	zusätzlicher Zuschlag seitens der Infrastruktur	m	1.148
M_{fb}	senkrechter Zuschlag für den Fährschiff-Knickwinkel	m	1.149
M_i	Zuschlag für die elektrische Isolierung	m	1.150
$M_{osc(1)}$	Zuschlag für dynamisches Wanken aufgrund der Schwingungen von Fahrzeug Nr 1	m	1.151
$M_{osc(2)}$	Zuschlag für dynamisches Wanken aufgrund der Schwingungen von Fahrzeug Nr 2	m	1.152
M_v	vertikaler Reservezuschlag	m	1.153
$M_{v(1)}$	obligatorischer vertikaler Zuschlag	m	1.154
$M_{v(2)}$	vertikaler Zuschlag für die Instandhaltung	m	1.155
$M_{v(3)}$	zusätzlicher vertikaler Zuschlag	m	1.156
n	Abstand des betrachteten Abschnitts vom nächsten Führungsquerschnitt (Endradsatz oder Drehzapfen)	m	1.157
n_a	n für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Abschnitte	m	1.158
n_{ar}	n_a des Referenzfahrzeugs	m	1.159
n_i	n für die zwischen den Führungsquerschnitten gelegenen Abschnitte	m	1.160
n_{ir}	n_i des Referenzfahrzeugs	m	1.161
n_r	Abstand des betrachteten Abschnitts vom nächsten Führungsquerschnitt des Referenzfahrzeugs	m	1.162
p	Radsatzabstand im Drehgestell	m	1.163

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
P_o	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der Stromabnehmer	m	1.164
P_{oa}	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der außerhalb der Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m	1.165
P_{oi}	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m	1.166
P_{orn}	erforderliche Tiefe der Spurrille für den Durchgang der Spurkränze	m	1.167
p_r	Radsatzabstand im Drehgestell des Referenzfahrzeugs	m	1.168
P_u	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der Stromabnehmer	m	1.169
P_{ua}	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der außerhalb der Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m	1.170
P_{ui}	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m	1.171
q	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen	m	1.172
q_r	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten des Referenzfahrzeugs	m	1.173
qs_a	bogenaußenseitige Verschiebung aus quasistatischer Neigung, die vom Infrastrukturverantwortlichen berücksichtigt wird	m	1.174
qs_i	bogeninnenseitige Verschiebung aus quasistatischer Neigung, die vom Infrastrukturverantwortlichen berücksichtigt wird	m	1.175
Q	Verschiebung aufgrund der gesamten quasistatischen Neigung	m	1.176
r	noch offen	m	1.177
R	Gleisbogenradius	m	1.178
R_1	Bogenradius von Weichen	m	1.179
R_2	zweiter Bogenradius bei Weichen mit 2 Zweiggleisradien	m	1.180
R_c	kritischer Gleisbogenradius	m	1.181
R_{min}	minimaler Gleisbogenradius	m	1.182
R_p	Gleisbogenradius, bei dem die Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik ihren Größtwert erreicht	m	1.183
R_{th}	theoretischer Gleisbogenradius einer Weiche	m	1.184
R_v	vertikaler Ausrundungsradius	m	1.185
R_{vmin}	vereinbarter vertikaler Mindestausrundungsradius	m	1.186
s	Neigungskoeffizient		1.187
s_0	zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen vereinbarter Neigungskoeffizient		1.188

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
s'_0	zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen für die Begrenzungslinie von Stromabnehmern vereinbarter Neigungskoeffizient		1.189
s_{lim}	Grenzwert des Neigungskoeffizienten		1.190
s_r	Neigungskoeffizient des Referenzfahrzeugs		1.191
S	zulässige Ausladung	m	1.192
S_0	vereinbarter Wert für die Ausladung im Zusammenhang mit der Bezugslinie	m	1.193
S'_0	vereinbarter Wert für die Ausladung im Zusammenhang mit der Bezugslinie für Stromabnehmer	m	1.194
S'_a	zulässige Ausladung für Stromabnehmer auf der Bogenaußenseite	m	1.195
S'_i	zulässige Ausladung für Stromabnehmer auf der Bogeninnenseite	m	1.196
S_a	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite	m	1.197
$S_{a_{cin}}$	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.198
$S_{a_{dyn}}$	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.199
$S_{a_{st}}$	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite bei der statischen Begrenzungslinie	m	1.200
S_{cin}	zulässige Ausladung bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.201
S_{dyn}	zulässige Ausladung bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.202
s_{eq}	äquivalenter Wert des Neigungskoeffizienten		1.203
S_i	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite	m	1.204
$S_{i_{cin}}$	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.205
$S_{i_{dyn}}$	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.206
$S_{i_{st}}$	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite bei der statischen Begrenzungslinie	m	1.207
S_{st}	zulässige Ausladung bei der statischen Begrenzungslinie	m	1.208
t	Elastizitätskoeffizient des Stromabnehmers	m	1.209
t_r	Elastizitätskoeffizient des Stromabnehmers des Referenzfahrzeugs	m	1.210
T_b	Fertigungstoleranz für Fahrzeuge in Querrichtung	m	1.211
T_{charge}	Winkel für ungleiche Beladung, bei η_{or} berücksichtigt	Grad	1.212

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
T_D	Querhöhenfehler des Gleises, der sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m	1.213
T_N	Toleranz in der Gleishöhe	m	1.214
T_{osc}	Querhöhenfehler des Gleises zur Berechnung der Verschiebungen aus Schwingungen infolge von Gleislageunregelmäßigkeiten	m	1.215
T_q	Bautoleranz für Bahnsteigkanten	m	1.216
T_{susp}	Winkel für ungenaue Einstellung der Federung, bei η_{or} berücksichtigt	Grad	1.217
T_{voie}	Querverschiebung des Gleises die sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m	1.218
v	Geschwindigkeit des Fahrzeugs	m/s	1.219
V	Geschwindigkeit des Fahrzeugs	km/h	1.220
V'_c	Zwischenwert der Geschwindigkeit eines herkömmlichen Zuges	km/h	1.221
V'_p	Zwischenwert der Geschwindigkeit eines Zuges mit Neigetechnik	km/h	1.222
VF	Pauschalwert	m	1.223
$VF_{o(l_0)}$	Pauschalwert, der im oberen Prüfpunkt der Stromabnehmer für einen Überhöhungsfehlbetrag I_0 berücksichtigt wird	m	1.224
$VF_{o(l_{max})}$	Pauschalwert, der im oberen Prüfpunkt der Stromabnehmer für einen Überhöhungsfehlbetrag I_{max} berücksichtigt wird	m	1.225
$VF_{u(l_0)}$	Pauschalwert, der im unteren Prüfpunkt der Stromabnehmer für einen Überhöhungsfehlbetrag I_0 berücksichtigt wird	m	1.226
$VF_{u(l_{max})}$	Pauschalwert, der im unteren Prüfpunkt der Stromabnehmer für einen Überhöhungsfehlbetrag I_{max} berücksichtigt wird	m	1.227
w	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m	1.228
$w_{(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges Wiegenquerspiel	m	1.229
$w_{a(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogenaußenseitiges Wiegenspiel	m	1.230
$w_{i(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogeninnenseitiges Wiegenspiel	m	1.231
w_r	Wiegenspiel des Referenzfahrzeugs	m	1.232
x	bei der Berechnung von e_v berücksichtigter Abstand vom Ursprungspunkt O	m	1.233
z	beim Fahrzeug berücksichtigter Teil der quasistatischen Neigung	m	1.234
z'	Unterschied zwischen der berechneten und der tatsächlichen Neigung im oberen Nachweispunkt des Stromabnehmers	m	1.235
z''	Unterschied zwischen der berechneten und der tatsächlichen Neigung im unteren Nachweispunkt des Stromabnehmers	m	1.236

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
z_0	Pauschalwert, der für Fahrzeuge außerhalb der statischen Bezugslinie vorgesehen ist, um die quasistatische Neigung zu berücksichtigen	m	1.237
z_{cin}	quasistatische Neigung des Fahrzeugs bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.238
z_{dyn}	quasistatische Neigung des Fahrzeugs bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.239
z_{pcin}	quasistatische Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.240
z_{pdyn}	quasistatische Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.241
α	durch das Gleitstückspiel bedingter zusätzlicher Neigungswinkel des Wagenkastens	Grad	1.242
α_{osc}	Winkel, der dem in Millimetern ausgedrückten Wert T_{osc} entspricht	Grad	1.243
α'	Winkel, den der geneigte Teil der Wippe mit der Horizontalen bildet	Grad	1.244
α''	Fährknickwinkel	Grad	1.245
β	Anlaufwinkel einer Weichenzunge an die Backenschiene	Radian	1.246
γ	Fliehbeschleunigung	m/s ²	1.247
γ'_D	Zentripetalbeschleunigung aus Überhöhung	m/s ²	1.248
γ'_l	Fliehbeschleunigung aus Überhöhungsfehlbetrag	m/s ²	1.249
Δ_a	pauschales Formelglied $n_a(a + n_a) - \frac{p^2}{4}$	m ²	1.250
Δ_{bi}	Zuschlag für die Breite auf der Bogeninnenseite	m	1.251
Δ_{ba}	Zuschlag für die Breite auf der Bogenaußenseite	m	1.252
Δh_{dyn}	bei den dynamischen Begrenzungslinien berücksichtigte vertikale Fahrzeugbewegung	m	1.253
Δ_i	pauschales Formelglied $n_i(a + n_i) - \frac{p^2}{4}$	m ²	1.254
δ	Neigungswinkel des überhöhten Gleises	Grad	1.255
δ_{qa}	Wert für die Abrückung des bogenäußeren Bahnsteigs vom Lichtraum bei einem überhöhten Gleis mit einem Neigungswinkel δ	m	1.256
δ_{qamax}	Maximalwert für δ_{qa}	m	1.257
Σ_{jst}	bezeichnet die verschiedenen Indices beim Wert Σ für die statische Begrenzungslinie	m	1.258
Σ_{jcin}	bezeichnet die verschiedenen Indices beim Wert Σ für die kinematische Begrenzungslinie	m	1.259
Σ_{jdyn}	bezeichnet die verschiedenen Indices beim Wert Σ für die dynamische Begrenzungslinie		1.260

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
Σ_{1cin}	Summe der Werte für die absolute Grenzlinie der festen Anlagen bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.261
Σ_{2cin}	Summe der Grenzwerte der Instandhaltungszuschläge bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.262
Σ_{3cin}	Summe der Regelzuschläge, die infrastruktureitig bei der kinematischen Begrenzungslinie berücksichtigt werden	m	1.263
Σ_{3cin_a}	auf der Bogenaußenseite berücksichtigter Wert Σ_{3cin}	m	1.264
Σ_{3cin_i}	auf der Bogeninnenseite berücksichtigter Wert Σ_{3cin}	m	1.265
Σ'_{1cin}	bei der absoluten Grenzlinie für der festen Anlagen berücksichtigter Wert Σ_{1cin}	m	1.266
Σ''_{1cin}	Mindestwert für Σ'_{1cin}	m	1.267
Σ'_{2cin}	für die Anordnung der gleisnahen ortsfesten Anlagen berücksichtigter Wert Σ_{2cin}	m	1.268
Σ''_{2cin}	Mindestwert für Σ'_{2cin}	m	1.269
$\Sigma_{1cin(v)}$	Summe der Werte für die absolute Grenzlinie bei der kinematischen Begrenzungslinie in vertikaler Richtung	m	1.270
$\Sigma_{2cin(v)_i}$	Summe der Grenzwerte der Infrastrukturzuschläge bei der kinematischen Begrenzungslinie in vertikaler Richtung auf der Bogeninnenseite	m	1.271
$\Sigma_{2cin(v)_a}$	Summe der Grenzwerte der Infrastrukturzuschläge bei der kinematischen Begrenzungslinie in vertikaler Richtung auf der Bogenaußenseite	m	1.272
$\Sigma_{3cin(v)_i}$	Summe der infrastruktureitigen Regelzuschläge bei der kinematischen Begrenzungslinie in vertikaler Richtung auf der Bogeninnenseite	m	1.273
$\Sigma_{3cin(v)_a}$	Summe der infrastruktureitigen Regelzuschläge bei der kinematischen Begrenzungslinie in vertikaler Richtung auf der Bogenaußenseite	m	1.274
Σ_{1dyn}	Summe der Werte für die absolute Grenzlinie bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.275
Σ_{2dyn}	Summe der Grenzwerte der Infrastrukturzuschläge bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.276
Σ_{3dyn}	Summe der infrastruktureitigen Regelzuschläge bei der dynamischen Begrenzungslinie	m	1.277
Σ_v	Summe aller infrastruktureitigen Zuschläge in vertikaler Richtung	m	1.278
λ	Winkel, den die durch den Schwerpunkt und den Wankpol führende Gerade mit der Senkrechten bildet	Grad	1.279
η	Neigungswinkel des Fahrzeugs gegenüber der Normalen zur Lauffebene	Grad	1.280

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit	Nr des Symbols
η_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, bedingt durch Fertigungstoleranzen, die Einstellung der Federungen und Ladungsverschiebungen	Grad	1.281
η'_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeug, dessen Gleitstückspiel j nicht übertrifft	Grad	1.282
η_{0r}	in der Vereinbarung berücksichtigter Bezugswinkel η_0	Grad	1.283
θ	durch die Einstelltoleranzen der Federungen bedingter Winkel	Radian	1.284
θ_r	durch die Einstelltoleranzen der Federungen des Referenzfahrzeugs bedingter Winkel	Radian	1.285
τ	Fertigungs- und Einbautoleranz des Stromabnehmers	m	1.286
τ_r	Fertigungs- und Einbautoleranz des Stromabnehmers des Referenzfahrzeugs	m	1.287

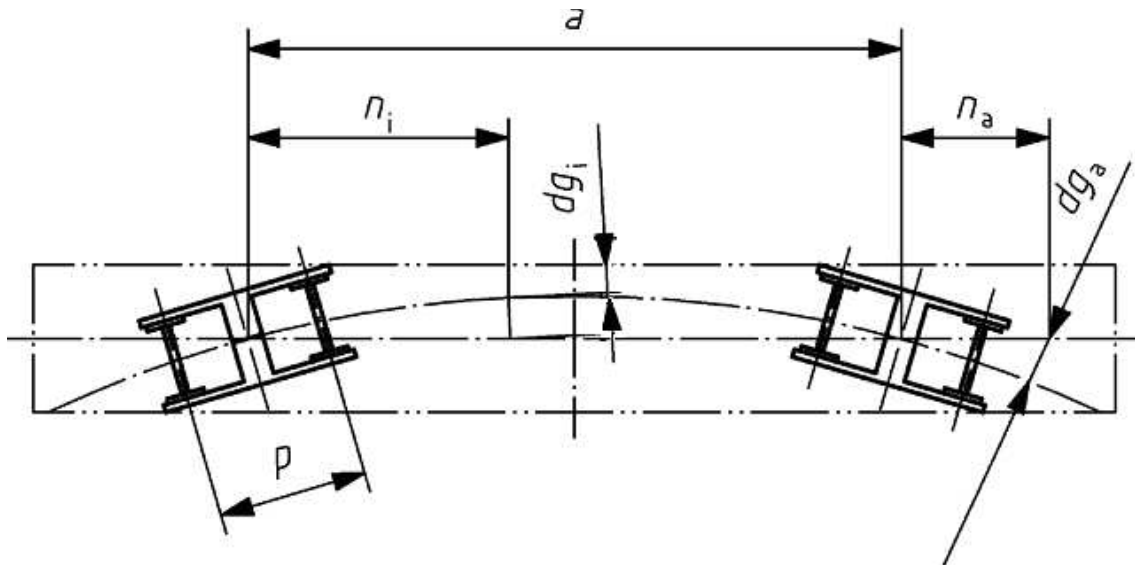
5 Spezielle Betrachtungen für die Bestimmung der Parameter

5.1 Geometrische Ausragung

5.1.1 Geometrische Ausragung des Wagenkastens

Zur Bestimmung der geometrischen Ausragung wird angenommen, dass das Fahrzeug in idealer Mittelstellung ohne Spiel auf dem Gleis steht.

Wenn ein Fahrzeug auf einem Bogengleis steht, verschieben sich aufgrund der Geometrie die zwischen den Drehzapfen oder zwischen den Radsätzen gelegenen Teile um einen Betrag dg_i seitlich nach bogeninnen und die überstehenden Teile seitlich um einen Betrag dg_a nach bogenaußen (siehe Bild 8).



Legende

- a Abstand zwischen den Führungsquerschnitten (Endradsätze oder Drehzapfen)
- n_a Längslage des betrachteten Abschnitts außerhalb der Führungsquerschnitte
- n_i Längslage des betrachteten Abschnitts zwischen den Führungsquerschnitten
- dg_a geometrische Ausragung auf Höhe des im Abstand n_a befindlichen Abschnitts
- dg_i geometrische Ausragung auf Höhe des im Abstand n_i befindlichen Abschnitts
- p Abstand zwischen den Endradsätzen des Drehgestells

Bild 8 — Geometrische Ausragung des Fahrzeugs im Gleisbogen

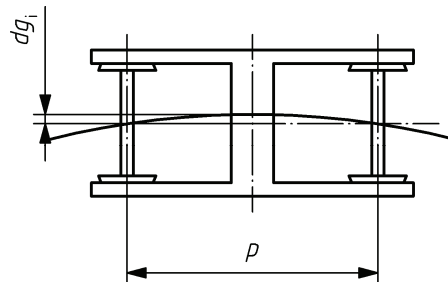
$$dg_a = \frac{an_a + n_a^2}{2R} \quad (2)$$

$$dg_i = \frac{an_i - n_i^2}{2R} \quad (3)$$

ANMERKUNG Es sei darauf hingewiesen, dass diese Gleichungen etwas vereinfacht sind, aber der Fehler ist kleiner als $\frac{n^2(a+n)^2}{8R^3}$, was angesichts des sehr großen Wertes von R^3 vernachlässigbar ist.

5.1.2 Zusätzliche geometrische Ausragung aufgrund der Drehgestelle

Aufgrund der Drehgestelle kommt es zu einer zusätzlichen geometrischen Verschiebung dg_i nach bogeninnen (siehe Bild 9).



Legende

dg_i geometrische Ausragung auf Höhe des Drehzapfens
 p Abstand zwischen den Endradsätzen des Drehgestells

Bild 9 — Geometrische Ausragung des Drehgestells im Gleisbogen

$$dg_i = \frac{p^2}{8R} \quad (4)$$

Allgemein gilt:

Bogeninnenseitige geometrische Ausragung

$$dg_i = \frac{an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{2R} \quad (5)$$

Bogenaußenseitige geometrische Ausragung

$$dg_a = \frac{an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{2R} \quad (6)$$

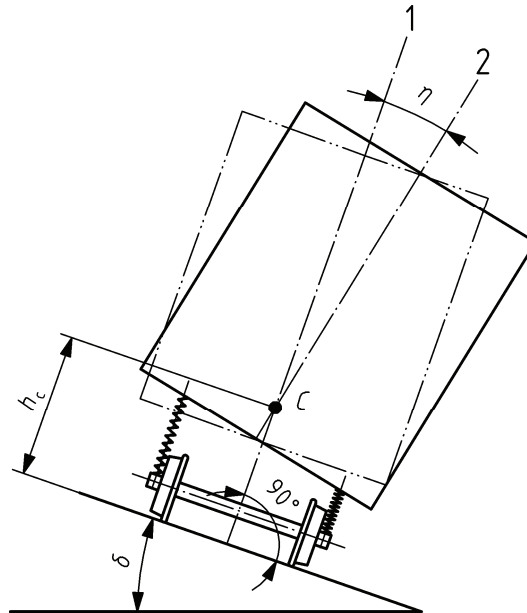
ANMERKUNG Diese Gleichungen können auch in der vertikalen Ebene für die Bestimmung von dg_{iv} und dg_{av} angewendet werden.

5.2 Neigungskoeffizient

Neigungskoeffizient

$$s = \frac{\eta}{\delta} \quad (7)$$

Bild 10 stellt die Neigung aufgrund der Federungselastizität dar.



Legende

- 1 Normale zur Laufebene
- 2 Mittellinie des unter Einwirkung einer Überhöhung geneigten Wagenkastens
- C Wankpol
- δ Neigungswinkel des überhöhten Gleises
- h_c Wankpolhöhe
- η Neigungswinkel des Fahrzeugs gegenüber der Normalen zur Laufebene

Bild 10 — Neigung aufgrund der Federungselastizität

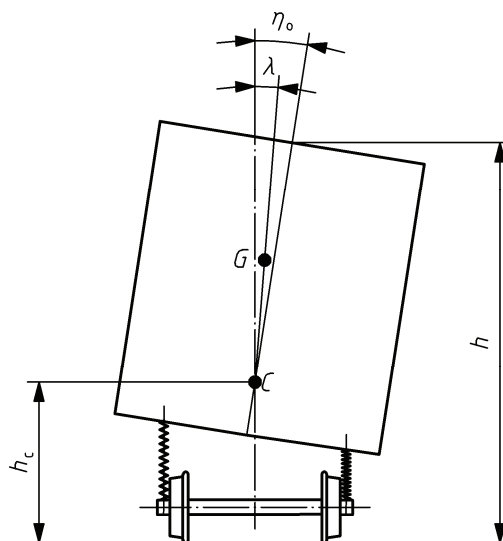
5.3 Unsymmetrie

Die Unsymmetrie, die bei der Neigungsberechnung für Fahrzeuge berücksichtigt wird, beträgt:

$$\eta_0 = (1 + s)\lambda \quad (8)$$

Die Unsymmetrie des Fahrzeugs als solche entspricht dem Winkel λ ; sie kann auf Herstellungsungenauigkeiten, fehlerhafte Einstellung der Federung (Beilagen, Gleitstücke, Druckluftventile für den Höhenausgleich usw.) und auf eine Außermittigkeit der Beladung zurückzuführen sein (siehe Bild 11).

Der Winkel λ ist der Winkel, den die durch den Schwerpunkt und den Wankpol führende Gerade mit der Senkrechten bildet.



Legende

- C Wankpol
- h betrachtete Höhe über der Laufebene
- h_c Wankpolhöhe
- G Schwerpunkt des Wagenkastens
- λ Winkel, den die durch den Schwerpunkt und den Wankpol führende Gerade mit der Senkrechten bildet
- η_0 Unsymmetriewinkel, bedingt durch Fertigungstoleranzen, Einstellung der Federungen und Ladungsverschiebungen

Bild 11 — Darstellung der Unsymmetrie

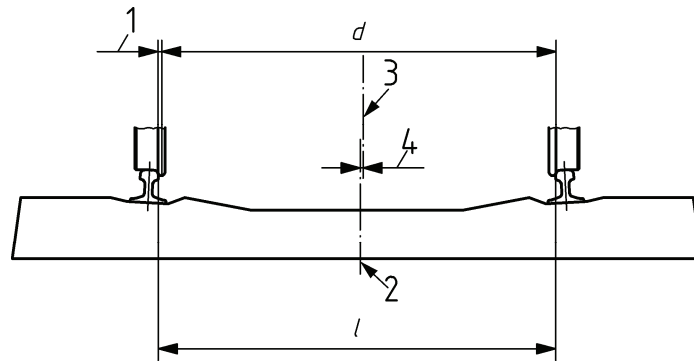
5.4 Spurspiel

Betrachtet wird Folgendes:

- Der Wert l für die Spurweite, die zwischen den Fahrkanten der Schienen 14 mm unterhalb der Laufebene gemessen wird, und der Wert d für den äußeren Abstand der an der Verschleißgrenze befindlichen Spurkränze, der 10 mm unterhalb des Laufkreises gemessen wird (siehe Bild 12).

Die Werte d und l können sich von Bahn zu Bahn unterscheiden.

Die Werte d , l_N , l_{max} , die vom jeweils untersuchten Fall abhängen, sind im Katalog der genormten Begrenzungslinien in Anhang B, Anhang C, Anhang D und Anhang E aufgeführt.



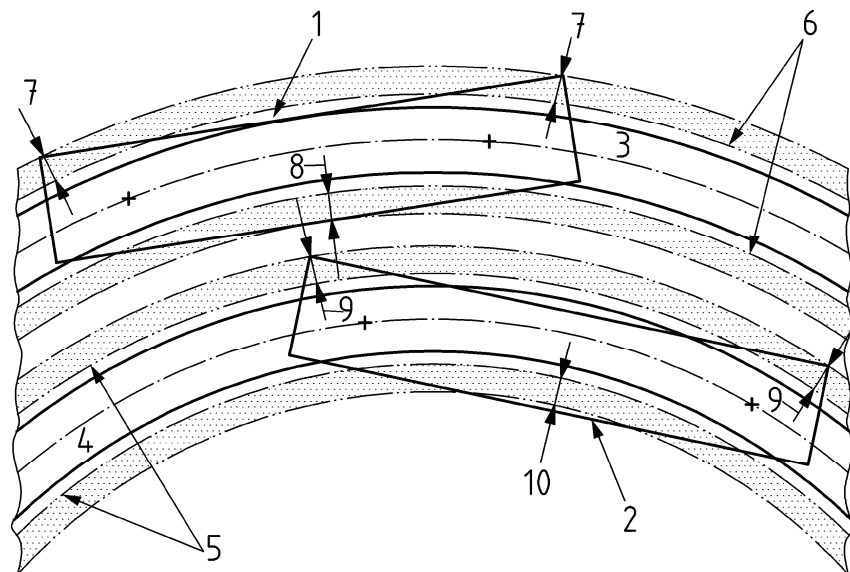
Legende

- | | | | |
|---|---|-----------------|--|
| 1 | Spurspiel | d | Spurmaß |
| 2 | Gleisachse | l | Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der beiden Schienen eines Gleises |
| 3 | Radsatzachse | | |
| 4 | Querverschiebungen des Fahrzeugs von der Gleisachse | $\frac{l-d}{2}$ | |

Bild 12 — Relativposition zwischen Radsatz und Gleis

5.5 Ausladung

Bild 13 zeigt den auf die Bezugslinie bezogenen Raum für die Ausladungen S_i und S_a .



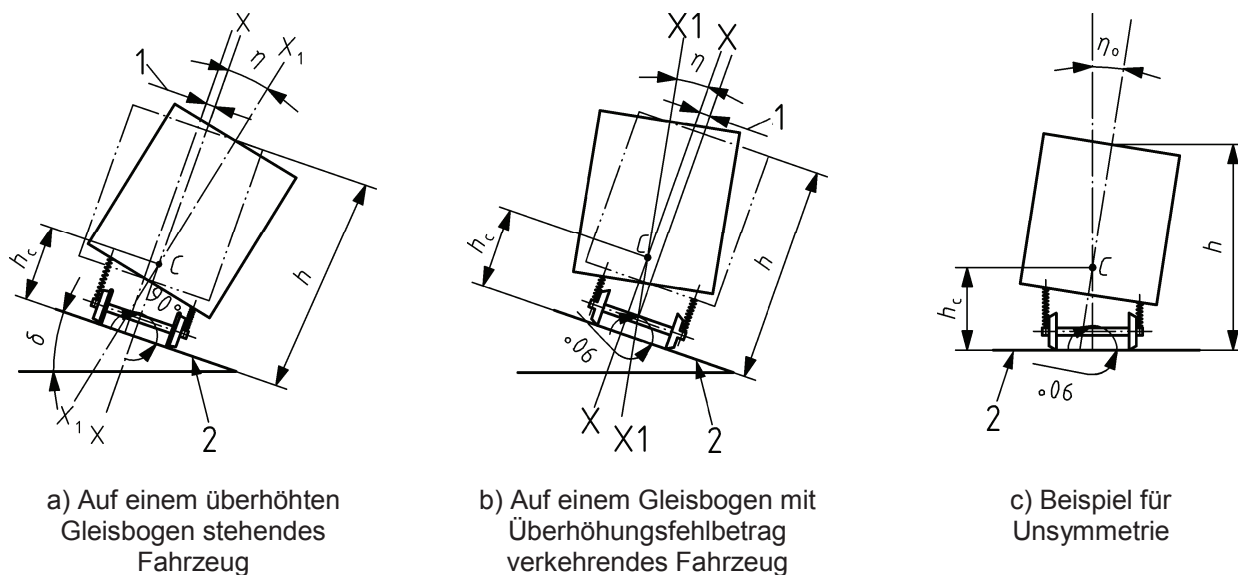
Legende

- | | |
|----|--|
| 1 | auf dem bogenaußenseitigen Gleis verkehrendes Referenzfahrzeug |
| 2 | auf dem bogeninnenseitigen Gleis verkehrendes Referenzfahrzeug |
| 3 | Gleis auf der Bogenaußenseite |
| 4 | Gleis auf der Bogeninnenseite |
| 5 | Bezugslinie des bogeninnenseitigen Gleises |
| 6 | Bezugslinie des bogenaußenseitigen Gleises |
| 7 | Ausladung S_a nach außen auf dem bogenaußenseitigen Gleis |
| 8 | Ausladung S_i nach innen auf dem bogenaußenseitigen Gleis |
| 9 | Ausladung S_a nach außen auf dem bogeninnenseitigen Gleis |
| 10 | Ausladung S_i nach innen auf dem bogeninnenseitigen Gleis |

Bild 13 — Ausladungen im Gleisbogen

5.6 Wankpol

Die Querverschiebung des Wagenkastens erlaubt die Festlegung einer Achse XX' . Bei der Neigung des Wagenkastens nimmt die Achse XX' eine Position X_1X_1' ein. Der Wankpol C befindet sich im Schnittpunkt der Achsen XX' und X_1X_1' , und sein Abstand h_C zur Lafebene wird als Wankpolhöhe bezeichnet. Die Position des Wankpols kann sich entsprechend der Belastung ändern (siehe Bild 14).



Legende

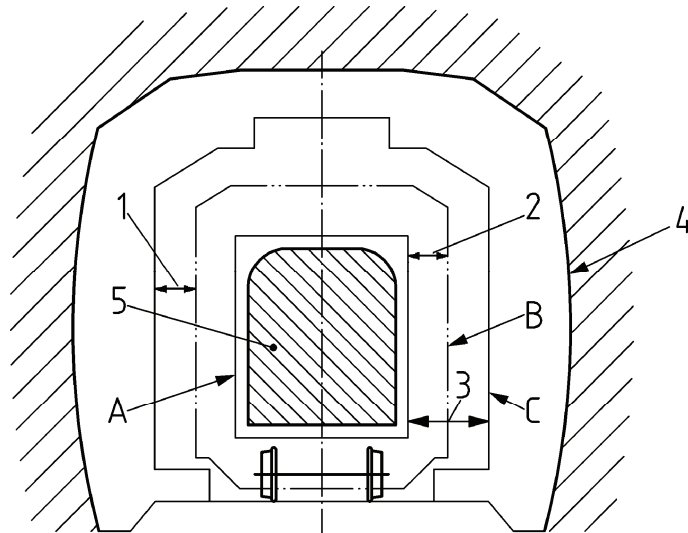
- 1 Querverschiebung des Wagenkastens
- 2 Lafebene
- C Wankpol

Bild 14 — Neigung eines Fahrzeugs um seinen Wankpol

6 Begrenzungslinien und Rechenmethoden

6.1 Allgemeines

Eine Begrenzungslinie stellt eine eindeutige Vereinbarung zur Teilung der Verantwortlichkeit zwischen Fahrzeugbau und Infrastrukturbetreiber dar (siehe Bild 15).



Legende

- A maximale Fahrzeugbegrenzungslinie
- B Bezugslinie
- C Lichtraumumgrenzungslinie
- 1 infrastrukturseitig festgelegte Erweiterungen, die S , q_s , z_0 , M1, M2, M3 enthalten
- 2 fahrzeugseitig festgelegte Einschränkungen E_i oder E_a
- 3 Summe der Fahrzeugverschiebungen und des infrastrukturseitig zu berücksichtigenden Raumbedarfs
- 4 ortsfeste Anlagen
- 5 Fahrzeug

Bild 15 — Allgemeine Darstellung der Begrenzungslinien

Um eine Vereinbarung zu treffen, sind folgende Grundelemente erforderlich:

- eine Bezugslinie;
- ein oder mehrere Referenzfahrzeuge;
- eine Aufteilung der Zuständigkeiten für die Berücksichtigung der Einflussgrößen auf Infrastrukturbetreiber und Fahrzeugbau;
- Berechnungsformeln für die Infrastruktur- und die Fahrzeugseite;
- die über die Bezugslinie hinausgehenden zulässigen Ausladungen S der Fahrzeuge.

Jede Vereinbarung sieht Folgendes vor:

Für Fahrzeuge wird die maximale Fahrzeugbegrenzungslinie ermittelt, indem von der Bezugslinie der Wert

$$E = Dpl - S \quad (9)$$

abgezogen wird, wobei berücksichtigt wird, dass die Fahrzeuge Verschiebungen Dpl erfahren, und dass der Infrastrukturbetreiber Ausladungen S , die über die Bezugslinie hinausgehen, zulässt.

Den Lichtraum **für die Infrastruktur** erhält man durch Hinzufügung der Ausladungen S und durch Berücksichtigung der in der Bezugslinie nicht enthaltenen Einflussgrößen. Der Einfachheit halber kann der Infrastrukturbetreiber auch einen **Einheits-Lichtraum** zur Anwendung bestimmen.

Die drei Arten der Vereinbarungen, die im Allgemeinen zur Anwendung kommen, werden gemeinhin als **statische Begrenzungslinie**, **kinematische Begrenzungslinie** und **dynamische Begrenzungslinie** bezeichnet.

6.1.1 Statische Begrenzungslinie

Bei der **statischen Begrenzungslinie** berücksichtigt der Infrastrukturbetreiber pauschale Zuschläge, um bestimmte dynamische Verschiebungen des Fahrzeugs abzudecken. Die Verwendung dieser Art der Begrenzungslinie ist auf Fahrzeuge mit geringer Federungselastizität beschränkt.

Die statische Rechenmethode ist auf Fahrzeuge beschränkt, bei denen der Anteil der quasistatischen Neigung z_{cin} kleiner oder gleich dem Wert von z_0 ist; dieser ist nachstehend erläutert und in Anhang B aufgeführt.

Somit gilt für Fahrzeuge:

- die halbe Breite b_{veh} des betrachteten Fahrzeugs wird auf der Grundlage einer statischen Bezugslinie b_{CRst} berechnet, zu der die entsprechende statische Ausladung S_{st} hinzugerechnet wird und von der die statischen Verschiebungen Dpl_{st} abgezogen werden:

$$b_{\text{veh}} \leq b_{\text{CRst}} + S_{\text{st}} - Dpl_{\text{st}} \quad (10)$$

- fahrzeugseitig bleibt das dynamische Zurückfedern unberücksichtigt.

Für die Infrastruktur gilt:

- senkrechtes Ausfedern (Hochfedern) und dynamische Absenkungen sind der Höhe der statischen Bezugslinie hinzuzufügen bzw. von dieser abzuziehen.

Bei der Definition der halben Breite b_{inf} werden die von der Infrastruktur festgelegten pauschalen Zuschläge berücksichtigt.

Diese pauschalen Zuschläge müssen ausreichend bemessen sein, um alle bei der statischen Bezugslinie nicht berücksichtigten dynamischen Bewegungen der Fahrzeuge abzudecken.

Wenn $qs_i = Q_{D>D_0}$ und $qs_a = Q_{I>I_0}$ gesetzt wird, lässt sich unter Anwendung nachstehender Gleichung überprüfen, ob die Zuschläge ausreichend bemessen sind:

$$b_{\text{inf}} \geq b_{\text{CRst}} + S_{\text{st}} + z_0 + \left[qs_i^{\text{oder}} qs_a \right] + M_{(1)\text{d}} + M_{(1)\text{osc}} + M_{(2)\text{voie}} + M_{(2)\text{D}} + M_{(3)} \quad (11)$$

- seitens der Infrastruktur ist ein vertikaler Zuschlag vorgesehen, um dem dynamischen Hochfedern Rechnung zu tragen.

6.1.2 Kinematische Begrenzungslinie

Bei der **kinematischen Begrenzungslinie** werden die dynamischen Verschiebungen des Fahrzeugs in Form bestimmter Werte, die in der Vereinbarung festgelegt sind, vom Infrastrukturbetreiber berücksichtigt. Jede Überschreitung der vereinbarten Werte wird beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

Die quasistatische Neigung wird zum Teil bei der Verschiebung Dpl_{cin} innerhalb der Bezugslinie berücksichtigt.

Der hierzu innerhalb der Bezugslinie betrachtete Wert z_{cin} ändert sich mit der Elastizität und den Merkmalen der Federung des betrachteten Fahrzeugs. Die Berechnung stützt sich auf einen Pauschalwert D_0 oder I_0 für die Überhöhung bzw. den Überhöhungsfehlbetrag, der vom Fahrzeugbau berücksichtigt wird.

Seitens der Infrastrukturbetreiber wird ein Ergänzungswert der quasistatischen Seitenverschiebung qs_i bzw. qs_a freigehalten, und zwar auf der Grundlage der Parameter vereinbarter Referenzfahrzeuge und der örtlichen Kenngrößen des Gleises.

Die kinematische Rechenmethode gilt folglich für alle Fahrzeuge, unabhängig von deren Federungselastizität.

Somit gilt:

- Die Berechnung der halben Breite b_{veh} des betrachteten Fahrzeugs erfolgt auf der Grundlage einer kinematischen Bezugslinie b_{CRcin} , welcher die entsprechende kinematische Ausladung S_{cin} hinzugegerechnet wird und von welcher die kinematischen Verschiebungen Dpl_{cin} abgezogen werden:

$$b_{\text{veh}} \leq b_{\text{CRcin}} + S_{\text{cin}} - Dpl_{\text{cin}} \quad (12)$$

- Die Berechnung der halben Breite b_{inf} der entsprechenden Infrastruktur erfolgt auf der Grundlage der Bezugslinie b_{CRcin} , welcher die kinematische Ausladung S_{cin} , die quasistatische Seitenverschiebung qs_i bzw. qs_a , die zusätzlichen dynamischen Neigebewegungen $M_{(1)\text{cin}}$, die nutzbaren Instandhaltungszuschläge $M_{(2)\text{cin}}$ und gegebenenfalls eine weitere Reserve $M_{(3)}$ hinzugerechnet werden:

$$b_{\text{inf}} \geq b_{\text{CRcin}} + S_{\text{cin}} + \left[qs_i^{\text{oder}} qs_a \right] + M_{(1)\text{d}} + M_{(1)\text{osc}} + M_{(2)\text{voie}} + M_{(2)\text{D}} + M_{(3)} \quad (13)$$

6.1.3 Dynamische Begrenzungslinie

Bei der **dynamischen Begrenzungslinie** bleiben die Fahrzeugverschiebungen infrastrukturseitig unberücksichtigt. Sämtliche Verschiebungen werden beim Fahrzeugbau auf der Grundlage einer in der Vereinbarung festgelegten Oberbaugüte berücksichtigt.

Bei der dynamischen Rechenmethode werden alle Verschiebungen Dpl_{dyn} des Fahrzeugs unter Zugrundelegung einer äquivalenten Überhöhung $D_{\text{eq}} \geq D_{\text{max}} + D_{\text{sup}}$ bzw. eines Überhöhungsfehlbetrags $I_{\text{eq}} \geq I_{\text{max}} + I_{\text{sup}}$ bestimmt und bei der dynamischen Bezugslinie berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Werte D_{sup} und I_{sup} werden der Einfluss der Schwingungen $M_{(1)\text{osc}}$ und der dynamische Teil $s \frac{T_D}{L} (h - h_{c0})_{>0}$ für Querhöhenfehler $M_{(2)\text{D}}$ bei der Bezugslinie berücksichtigt.

Die zusätzlichen Werte D_{sup} und I_{sup} entsprechen der Summe $T_{\text{osc}} + T_D$ und richten sich nach den Infrastrukturkriterien; sie ändern sich mit der Gleislage, der Geschwindigkeit und danach, ob eine Überhöhung oder ein Überhöhungsfehlbetrag vorliegt.

Die Zuschläge $M_{(1)\text{d}}$ und $M_{(2)\text{dyn}}$, die über die dynamische Bezugslinie hinausgehen, werden infrastrukturseitig berücksichtigt.

Die dynamische Rechenmethode gilt folglich für alle Fahrzeuge und erlaubt die Optimierung ihrer Breite in Abhängigkeit von der Elastizität ihrer Federungen.

Somit gilt:

- Die Berechnung der halben Breite b_{veh} des betrachteten Fahrzeugs erfolgt auf der Grundlage einer dynamischen Bezugslinie b_{CRdyn} , welcher die entsprechende dynamische Ausladung S_{dyn} hinzugegerechnet wird und von welcher die dynamischen Verschiebungen Dpl_{dyn} abgezogen werden:

$$b_{\text{veh}} \leq b_{\text{CRdyn}} + S_{\text{dyn}} - Dpl_{\text{dyn}} \quad (14)$$

- Die Berechnung der halben Lichtraumbreite b_{inf} erfolgt auf der Grundlage der Bezugslinie b_{CRdyn} , welcher die dynamische Ausladung S_{dyn} , der Zuschlag $M_{(1)\text{d}}$ zur Abdeckung der Unsymmetrie η_0 , der Zuschlag $M_{(2)\text{dyn}}$ zur Abdeckung der Seitenverschiebung des Gleises $M_{(2)\text{voie}}$ und der geometrische Teil $h \frac{T_D}{L}$ für Querhöhenfehler $M_{(2)\text{D}}$ sowie eine eventuelle Reserve $M_{(3)}$ hinzugerechnet werden:

$$b_{\text{inf}} \geq b_{\text{CRdyn}} + S_{\text{dyn}} + M_{(1)\text{d}} + M_{(2)\text{dyn}} + M_{(3)} \quad (15)$$

6.1.4 Einheits-Lichtraum

Der Einheits-Lichtraum ist das Ergebnis einer Berechnung, bei der die maximalen Ausladungen, die maximal zulässigen quasistatischen Wirkungen und die Infrastrukturzuschläge von Anfang an berücksichtigt werden.

Bei einem Einheits-Lichtraum werden infrastrukturseitig keinerlei Ausladungen noch irgendwelche quasistatischen Wirkungen hinzugefügt.

Es ist ausschließlich für die Infrastruktur vorgesehen, und die dort verkehrenden Fahrzeuge müssen nach einer entsprechenden statischen, kinematischen oder dynamischen Begrenzungslinie dimensioniert sein.

Einheitslichträume enthalten im Allgemeinen in großen Gleisbogenradien und auf geraden Strecken große Zuschläge zwischen Fahrzeugen und festen Anlagen. Das erklärt, warum sich Bereiche für die Anordnung von Bahnsteigen innerhalb der Einheitslichträume befinden können.

6.1.5 Begrenzungslinien und Interoperabilität

Die statischen, kinematischen und dynamischen Begrenzungslinien stellen verschiedene Stufen für die Interoperabilität der Fahrzeuge sicher, und zwar auf allen Netzen, in denen ein Lichtraum gleichen Namens freigehalten wird:

- die statische Begrenzungslinie sichert die Interoperabilität für Fahrzeuge, deren Neigung aufgrund der Federungselastizität einen in der Vereinbarung festgelegten Grenzwert nicht überschreitet;
- die kinematische Begrenzungslinie stellt die Interoperabilität für alle Fahrzeugtypen sicher;
- die dynamische Begrenzungslinie sichert die Interoperabilität der Fahrzeuge auf Infrastrukturen, deren Gleislage- Qualität mindestens den Vereinbarungen entspricht.

6.1.6 Darstellung und Vergleich der statischen und der kinematischen Begrenzungslinie in Querrichtung

Auch wenn fahrzeugseitig die Breitenabmessungen nach der statischen und der kinematischen Begrenzungslinie derselben Bezeichnung gleich sind, ist es im Fall begrenzter Infrastrukturzuschläge möglich, dass der Netzzugang für kinematisch berechnete Fahrzeuge nicht sichergestellt werden kann (siehe Bild 16 und Bild 17).

Für Bahnen, die die volle Verträglichkeit ihrer Infrastruktur sicherstellen möchten, bietet der vorliegende Vergleich von statischer und kinematischer Begrenzungslinie die Möglichkeit, einen Mindestlichtraum auf der Grundlage einer bisherigen statischen Begrenzungslinie zu definieren.

Es ist zu beachten, dass die von der Infrastruktur angewandte kinematische Begrenzungslinie auch den Verkehr von Fahrzeugen erlaubt, die nach der statischen Begrenzungslinie gebaut sind.

Die der ursprünglichen statische Begrenzungslinie entsprechende kinematische Bezugslinie erhält man nach folgender Gleichung:

$$b_{CRcin} = b_{CRst} + S_{st} - S_{cin} + z_0 \quad (16)$$