

DIN EN 15273-3

ICS 45.020; 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15273-3:2010-05**Bahnanwendungen –
Begrenzungslinien –
Teil 3: Lichtraumprofile;
Deutsche Fassung EN 15273-3:2009**

Railway applications –
Gauges –
Part 3: Structure gauges;
German version EN 15273-3:2009

Applications ferroviaires –
Gabarits –
Partie 3: Gabarit des obstacles;
Version allemande EN 15273-3:2009

Gesamtumfang 173 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, 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 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 3.5, Bild 1

Messlinien 2,3 und 4 anpassen:

Die Messlinien 2,3 und 4 müssen parallel zu 1 und somit parallel zur Lafebene des rechten Gleises sein.

2 4.1, Tabelle 1 (Symbole und Abkürzungen)

c_w folgendermaßen ändern:

„Breite des Isolierhorns der Stromabnehmerwippe“.

Franz. Version: „Largeur de la corne....“

Für T_N „Toleranz der Gleisnivellierung“ ersetzen durch „Längshöhenfehler“ oder „Längshöhenfehler des Gleises“

Franz. Version: „Défaut de nivellement (de la voie)“ statt „Tolérance de nivellement“

Hinweis: Analog der Bezeichnungsanpassung zu EN 15273-1

Bei T_{osc} : „Angle d'inclinaison aléatoire dû aux oscillations engendrées par les irrégularités de la voie“ ersetzen durch „Défaut de dévers choisi pour le calcul des oscillations ...“

Erläuterung: Die dort richtig verzeichnete Dimension ist m (Grad ist aus EN 15273-1 übertragener Fehler). In dieser deutschen Fassung ist Bezeichnung korrekt.

3 5.2.2.3

„Lichttraumprofil“ durch „Bezugslinie“ ersetzen.

Franz. Version: „Le profile du gabarit...“ ersetzen durch „Le contour de référence...“

Die Gleichung (2) ersetzen durch:

$$\Delta b = \frac{T_D}{L} \cdot h$$

ANMERKUNG So stand es richtig schon in der Formal Vote-Version von 2007.

4 5.3.3.1

Im ersten und zweiten Satz ist „Begrenzungslinie“ durch „Bezugslinie“ zu ersetzen.

Hinweis: Übersetzungsfehler; Referenzfassung ist korrekt.

Ergänzung nach dem 2. Satz:

„Der vertikale Einfluss (Δh_Q) ist nur bei der Begrenzungslinie GC anzuwenden“.

Franz. Version: „L'influence vertical (Δh_Q) est à considérer seulement dans le cadre du gabarit GC“

Über Gleichung (5) den Text ändern:

„Die Anhebung beträgt“ ersetzen durch: „Die Anhebung aus quasistatischer Neigung beträgt“

Gleichung (5)
$$\Delta h_Q = b_Q \cdot \alpha_Q \sqrt{\left(\frac{b_Q}{h_Q - h_{C0}}\right)^2 + 1}$$

ersetzen durch
$$\Delta h_Q = b_Q \cdot \sin \alpha_Q - (h_Q - h_C) \cdot (1 - \cos \alpha_Q)$$

Im nachfolgenden Text für α_Q folgendermaßen ändern:

Franz. Version: „la rotation du gabarit...“ ersetzen durch „la rotation du contour de référence...“

Hinweis: Deutsche Fassung ist korrekt.

5 6.2, Gleichung (12)

Gleichung ändern in:

$$\sin \alpha_Q = \frac{s_0}{L} \cdot \max(D - D_0, I - I_0)$$

6 6.3.2.1

Im 2. Anstrich:

„Höhenfehler oder Anhebung des Gleises T_N “ ersetzen durch

„ T_N = Längshöhenfehler des Gleises“

Franz. Version: „ T_N = Défauts de nivellement“

Hinweis: Analog der Bezeichnungsanpassung zu EN 15273-1 (siehe auch Punkt 2)

7 7.2, Gleichung (19)

Analog zu Gleichung (12) ändern.

Hinweis: Beide Gleichungen (12) und (19) sind vollkommen identisch!

8 9.2.1, Bild 4

Beim linken Bild, oben:

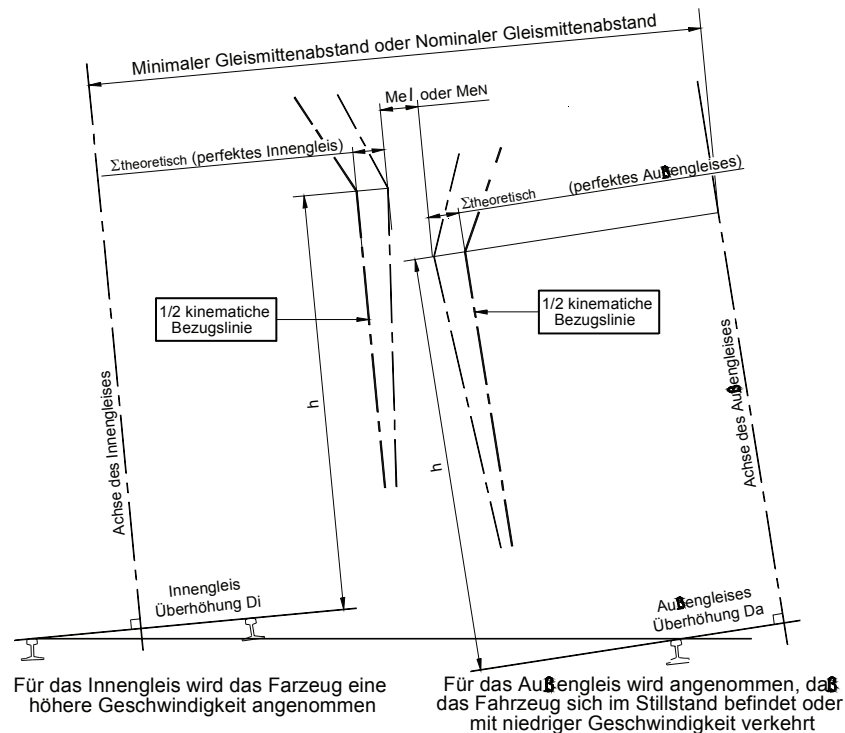
„ Δb_a “ ersetzen durch „ Δb_i “.

Beim rechten Bild:

„ Δb_i “ ersetzen durch „ Δb_a “.

9 9.2.2, Bild 5

Bild 5 ersetzen durch untenstehendes neues Bild. Die Punkte P sind die oberen Eckpunkte der Profile.



ANMERKUNG Das Bild 5 ist für den gedachten Zweck vollkommen unbrauchbar.

10 10.2.1.1

Den drittletzten Satz

„Die Änderung der Ausladungen über eine Strecke entspricht dem Radsatzabstand a und dem Überhang n_a des Fahrzeugs.“

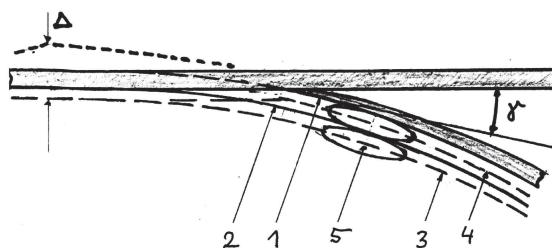
ersetzen durch:

„In Längsrichtung sind die Ausladungen in Abhängigkeit vom Radsatz- oder Drehgestellabstand a und vom Überhang n_a unterschiedlich.“

Hinweis: Übersetzungsfehler; Referenzfassung ist korrekt.

11 10.3.1, Bild 9

Das Bild ersetzen entsprechend Skizze:



12 10.3.2, Anmerkung

Die Anmerkung am Ende des Absatzes

„Die Ausragung an der Weichenspitze kann wichtiger als in der Vollkurve sein.“

ersetzen durch

„Die Ausladungen im Bereich der Weichenspitze können größer ausfallen als diejenigen im Zweiggleisbogen.“

Hinweis: Referenzfassung daraufhin prüfen.

13 11.2.1.3, Bild 12

Bildunterschrift ergänzen:

„ ... mit Isolierhörnern“

Franz. Version: „ ... avec cornes isolées“

14 13.1, Text vor Gleichung (46)

„im Fall eines vertikalen Bahnsteigs“ ersetzen durch

„bei senkrecht verlaufender Vorderfläche der Bahnsteigkante“.

15 13.3.1.2 Gleichung (50)

„50.000“ ersetzen durch „50“.

Hinweis: Deutsche Fassung ist korrekt.

16 13.3.2

Im ersten Satz „Begrenzungslinie“ ersetzen durch „Bezugslinie“.

Franz. Version: „du gabarit“ ersetzen durch „du contour de référence“.

Gleichung (51)
$$x_{qi} \geq b_{cr} + S_i + \sum_{ij} + \frac{D}{L} \left(h_q - \frac{l}{2} \right)$$

ersetzen durch
$$x_{qi} = b_{cr} + S_i + \sum_{ij} + \frac{D}{L} h_q - \frac{l}{2}$$

Gleichung (53)
$$x_{qi} \leq b_{cr} + S_i + \sum_{ij} - \frac{D}{L} \left(h_q - \frac{l}{2} \right)$$

ersetzen durch
$$x_{qa} = b_{cr} + S_i + \sum_{ij} - \frac{D}{L} h_q - \frac{l}{2} + \delta_{qa}$$

Unter Gleichung (53) ergänzen:

„mit $\delta_{q,a}$ nach (45) und (46)“.

Franz. Version: „ pour $\delta_{q,a}$ voir (45) et (46)“.

17 A.2.1.2 und A.2.2.2

Absatz unter Gleichung (A.7) und (A.16)

„Bei den anderen Punkten des oberen Bereichs und beim unteren Bereich sind die ersten vier Wirkungsgrößen nicht zu berücksichtigen. Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.“

ersetzen durch

„Q ist der obere Eckpunkt nach Bild 3. Bei den anderen Punkten des oberen Bereichs sind die ersten vier Wirkungsgrößen nicht zu berücksichtigen. Für ...“

Franz. Version: „Q est le point considéré dans la figure 3. Pour les autres points des parties hautes, les quatre premiers phénomènes ne sont pas à considérer. De ce fait, les marges sont déterminées habituellement sur la base d'une valeur fixe comme expliqué précédemment.“

18 A.2.2.1.2, Gleichung (A.10)

„max“ entfernen in (A.10): $b_{lim,i} = b_{CR} + S_i + \max[\Sigma'_{2,i} + K(D - D_0); \Sigma''_2; (\Sigma'_{2,a} - K \cdot I_0)]$

Satz unter Gleichung (A.11)

„Die Abhängigkeit von der betrachteten Überhöhung ist in der nachstehenden Tabelle A.1 dargestellt.“

ersetzen durch

„in Abhängigkeit von der betrachteten Höhe nach Tabelle A.1.“

Hinweis: Übersetzungsfehler; Referenzfassung ist korrekt.

19 A.2.2.1.3, Gleichung (A.13)

„max“ entfernen in (A.13); siehe vorstehenden Punkt.

Satz unter Gleichung (A.13)

„Die Abhängigkeit von der betrachteten Überhöhung ist in der nachstehenden Tabelle A.2 dargestellt.“

ersetzen durch

„in Abhängigkeit vom betrachteten Überhöhungsfehlbetrag nach Tabelle A.2.“

Hinweis: Übersetzungsfehler; Referenzfassung ist korrekt.

20 A.2.2.2 Gleichungen (A.15) und (A.16)

$$\Sigma_{V2,Qa} = k \sqrt{\left(\left((1+s_0)b_Q + \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_Q \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + b_Q^2 tg^2(T_{charge}) + b_Q^2 tg^2(T_{susp}) + T_N^2 \right)}$$

ersetzen durch

$$\Sigma_{V2,Qa} = k \sqrt{\left((1+s_0)b_Q + \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_Q \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (b_Q tg T_{charge})^2 + (b_Q tg T_{susp})^2 + T_N^2} \quad (A.15)$$

$$\Sigma_{V2,Qi} = k \sqrt{\left(\left((1+s_0)b_Q - \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_Q \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + b_Q^2 tg^2(T_{charge}) + b_Q^2 tg^2(T_{susp}) + T_N^2 \right)}$$

$$\Sigma_{V2,Qi} = k \sqrt{\left((1+s_0)b_Q - \frac{L}{2} \right)^2 \frac{T_D^2}{L^2} + \left(b_Q \frac{s_0}{L} T_{osc} \right)^2 + (b_Q tg T_{charge})^2 + (b_Q tg T_{susp})^2 + T_N^2} \quad (A.16)$$

Hinweis: (A.15) und (A.16) sind Anpassungen an EN 15273-1, Gleichungen (102) und (103).

21 A.2.3.1 Gleichung (A.18)

Symbol $\Sigma''_{1/i/a}$

ersetzen durch Σ''_1

Hinweis: Vergleiche (A.9)

22 A.2.3.2 Gleichungen (A.21) und (A.22)

Den Ausdruck „ T_N^2 “ in beiden Gleichungen streichen.

Unter (A.22) die zwei Sätze

„Bei den anderen Punkten des oberen Bereichs und beim unteren Bereich sind die ersten drei Wirkungsgrößen nicht zu berücksichtigen. Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.“

durch folgende Sätze ersetzen:

„Q ist der obere Eckpunkt nach Bild 3. Bei den anderen Punkten im oberen Bereich ist nichts zu berücksichtigen.“

Franz. Version: „Q est le point considéré dans la figure 3. Pour les autres points des parties hautes, rien est à considérer.“

23 B.1, Tabelle B.1

Für Symbol T_N in der ersten Spalte wie folgt ändern:

„Höhenfehler“ ersetzen durch

„Längshöhenfehler“.

24 B.2.1, Gleichung (B.1)

In (B.1) den Index C im Summanden 0,5 jeweils streichen

Verweis im Satz unter Gleichung (B.1) wie folgt ändern:

„Tabelle A.4“ ersetzen durch „Tabelle B.2“

Franz. Version: „Tableau B.2“.

25 C.2.2 Tabelle C.3

Die „ANMERKUNG“ streichen.

26 C.3.1, Tabelle C.5

In der Überschrift streichen:

„mit Gleisbremsen in Arbeitsstellung“.

Franz. Version: „avec freins de voie serrés“

Hinweis: Siehe Überschrift zu C.3.1

27 C.3.2, Bild C.5

Die Anmerkung (NOTE) in der Legende streichen, da dieser Text bereits in Punkt (4) der neuen Legende enthalten ist.

Hinweis: In deutscher Fassung ist die Berichtigung bereits erfolgt.

28 C.3.3, Bild C.8

In der Anmerkung 50.000 durch 50 und Einheit mm durch m ersetzen

Hinweis: In deutscher Fassung korrekt.

29 C.3.4, Bild C.9

Bildunterschrift ergänzen (analog Punkt 13):

Bildunterschrift ergänzen:

„... mit Isolierhörnern“

Franz. Version: „... avec cornes isolées“

30 D.3.3.3, Bild D.8

Die vertikale Maßlinie bei 1 280 mm halbe Breite muss hochgehen zum Eckpunkt von GB.

ANMERKUNG Siehe auch Darstellung in UIC 506.

31 D. 4.4.4, Gleichung (D.6)

Die Gleichung für q_{s_i} ist unklar; E ist nicht definiert, s fehlt.

32 D.4.6.3

Im ersten Satz „intérieur courbe“ streichen, da falsch.

Hinweis: In deutscher Fassung korrekt.

33 E.4, Gleichung (E.2)

„ q_{s_i} “ durch „ q_{s_a} “ ersetzen.

Hinweis: In deutscher Fassung korrigiert.

34 F.3.7, Tabelle F.2

In Kopfzeile, vorletzte Spalte:

„(à 5 m)“ ersetzen durch

„(a = 5 m)“

Kopfzeile, letzte Spalte:

„(à 20 m)“ ersetzen durch

„(a = 20 m)“.

Hinweis: In deutscher Fassung korrekt.

35 G.4.1

Erster Satz im 2. Absatz

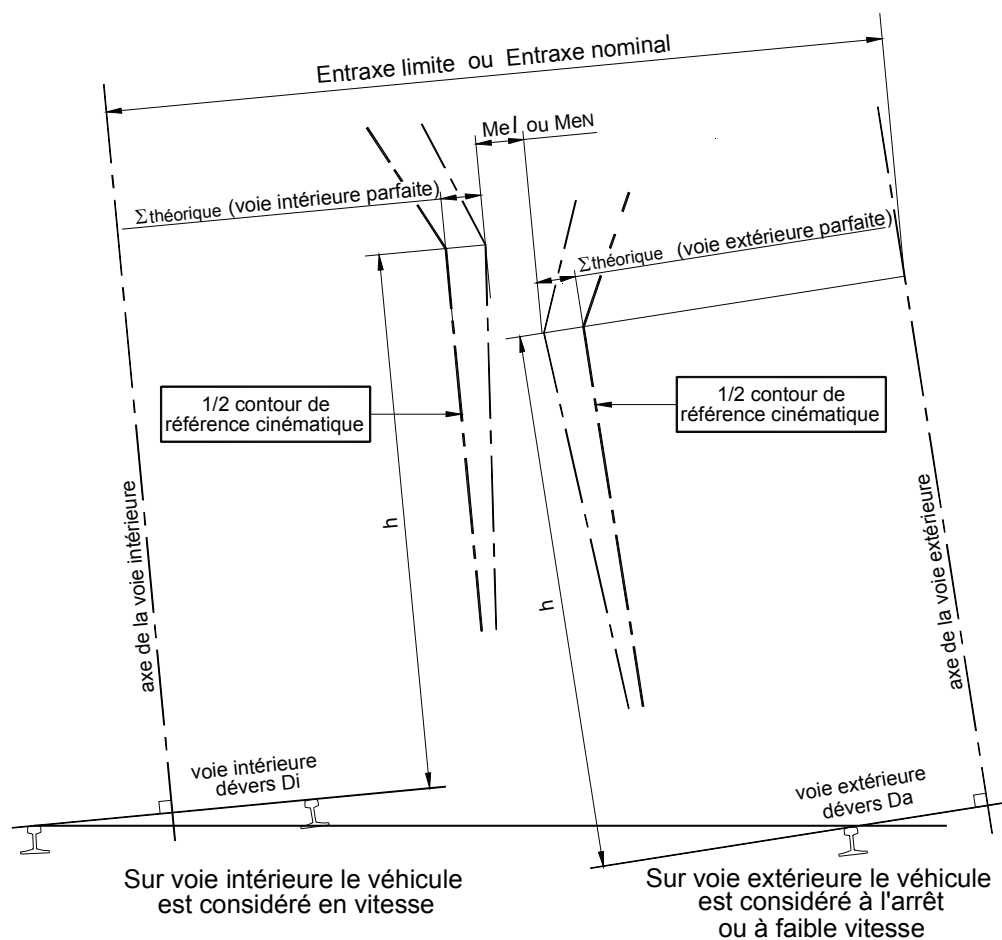
„Die nachstehenden Extrapolationsregeln...“ ist zu streichen.

Zu streichende franz. Version: „Des règles d'extrapolation sont données ci-après pour l'application dans des courbes de rayons inférieurs à 250 m avec dévers ou insuffisance de dévers de maximum 180 mm.“

Nach der Bildunterschrift von Bild G.3 sind der folgende Satz und die Tabelle G.3 zu streichen.

Begründung: Das Lichtraumprofil GC (hier: GUC) wurde vom UIC-UA 57A am 5.6.1997 für das TEN-HGV bei $R \geq 250$ m definiert. Kleinere Radien sind nicht vorgesehen (dann konventionelle Berechnung GC).

ANLAGE zu Punkt 9: Bild 5 (aus PTU kopiert)



Änderungen

Gegenüber DIN EN 15273-3:2010-05 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

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

Frühere Ausgaben

DIN EN 15273-3: 2010-05

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —
Begrenzungslinien —
Teil 3: Lichtraumprofile

Railway applications —
Gauges —
Part 3: Structure gauges

Applications ferroviaires —
Gabarits —
Partie 3: Gabarit des obstacles

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	9
4 Symbole und Abkürzungen	11
4.1 Symbol und Abkürzung	11
4.2 Indices.....	15
4.3 Erläuterungen.....	16
5 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien	16
5.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln.....	16
5.2 Zusatzgrößen in Querrichtung	17
5.2.1 Veränderung der Begrenzungslinie in Abhängigkeit der örtlichen Situation	17
5.2.2 Zufallsbedingte seitlich wirkende Einflussgrößen	17
5.3 Verschiebungen senkrecht zur Lafebene	19
5.3.1 Einführung.....	19
5.3.2 Vertikale Verschiebungen bei Neigungswechseln.....	19
5.3.3 Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen	19
5.3.4 Vertikales Ausfedern (Hochfedern).....	21
5.3.5 Zufallsbedingte vertikal wirkende Einflussgrößen.....	21
5.4 Weitere Zuschläge	21
5.5 Arten von Begrenzungslinien.....	21
5.5.1 Methoden zur Bestimmung des Lichtraums.....	21
5.5.2 Lichtraumarten.....	22
5.5.3 Einheits-Lichtraum	22
5.6 Wahl des Lichtraums.....	23
5.6.1 Wahl der Begrenzungslinie und der Methode	23
5.6.2 Wahl des Lichtraums.....	23
5.6.3 Berücksichtigung der Zuschläge	23
5.6.4 Zusammenstellung von Begrenzungslinien	24
6 Regeln zur Erstellung einer statischen Begrenzungslinie	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Zugehörige Rechenregeln	24
6.3 Summe der Zuschläge Σ	26
6.3.1 Zuschläge in Querrichtung	26
6.3.2 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen	27
7 Regeln zur Erstellung einer kinematischen Begrenzungslinie.....	27
7.1 Allgemeines.....	27
7.2 Zugehörige Rechenregeln	28
7.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen	28
7.3.1 Betrachtete Einflüsse	28
7.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j	29
7.4 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflüsse	29
7.4.1 Betrachtete Einflüsse	29
7.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_v	29
8 Regeln zur Erstellung einer dynamischen Begrenzungslinie	30
8.1 Allgemeines	30
8.2 Zugehörige Rechenregeln	30
8.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen	31

	Seite
8.3.1 Betrachtete Einflüsse.....	31
8.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j	31
8.4 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen.....	32
8.4.1 Betrachtete Einflüsse.....	32
8.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V	32
9 Gleismittenabstand.....	32
9.1 Allgemeines.....	32
9.2 Mindestgleisabstand.....	33
9.2.1 Einführung.....	33
9.2.2 Einfluss des Überhöhungsunterschieds $\Delta b_{\delta D}$	34
9.2.3 Zuschläge zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen.....	34
9.2.4 Festlegungen.....	35
9.3 (Nenn-) Gleisabstand und Regelgleisabstand.....	36
9.3.1 Einführung.....	36
9.3.2 Festlegungen.....	37
10 Trassierung in Übergangsbereichen.....	37
10.1 Einführung.....	37
10.1.1 Berechnungsgrundlagen.....	37
10.1.2 Merkmale der Übergangsbereiche.....	38
10.1.3 Veränderung des Lichtraums.....	38
10.2 Lichtraum bei Krümmungswechsel.....	38
10.2.1 Unvermittelte Krümmungswechsel.....	38
10.2.2 Übergangsbögen.....	40
10.3 Durchfahren von Weichen.....	40
10.3.1 Einführung.....	40
10.3.2 Ausladungen.....	41
10.3.3 Quasistatische Neigung.....	42
10.3.4 Ergebnis.....	42
11 Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer.....	42
11.1 Allgemeines.....	42
11.1.1 Lichtraumbedarf auf elektrifizierten Strecken.....	42
11.1.2 Besonderheiten.....	43
11.1.3 Grundlagen.....	43
11.2 Mechanischen Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer (im Fall der kinematischen Begrenzungslinie).....	44
11.2.1 Bestimmung der Breite der mechanischen Begrenzungslinie.....	44
11.2.2 Maximale Höhe der mechanischen Begrenzungslinie h_{eff}	46
11.3 Elektrische Begrenzungslinie für Stromabnehmer (im Fall der kinematischen Begrenzungslinie).....	47
11.3.1 Einführung.....	47
11.3.2 Breite der elektrischen Begrenzungslinie für Stromabnehmer.....	47
11.3.3 Höhe der elektrischen Begrenzungslinie.....	48
11.3.4 Elektrischer Schutzabstand.....	48
11.4 Begrenzungslinie für Stromabnehmer im Fall der dynamischen Begrenzungslinie.....	48
12 Fahrdraht der elektrischen Oberleitung.....	48
13 Regeln für die Anordnung der Bahnsteigkanten.....	49
13.1 Allgemeines.....	49
13.2 Bahnsteigspalt b_{lac} und h_{lac}	51
13.3 Einbaumaße für Bahnsteige.....	52
13.3.1 Einbau in Bezug auf die Lafebene.....	52
13.3.2 Anordnung in Bezug auf die Horizontale (x_Q, y_Q)	53
13.3.3 Toleranzen für die Bahnsteiganordnung.....	53
13.4 Überprüfung und Toleranzen.....	53

14	Züge mit Neigetechnik	54
14.1	Allgemeines	54
14.2	Übergangsbogen	55
14.3	Betrieb bei gestörtem Neigesystem.....	55
15	Vorschriften für Fährschiffe	55
16	Streckenausrüstung	56
16.1	Einführung	56
16.2	Krokodile	56
16.3	Aktive Radlenker	57
16.4	Bohlenübergänge	57
16.5	Stromschienen	57
16.6	Gleisbremsen	57
17	Überprüfung und Aufrechterhaltung des Lichtraums	57
17.1	Lichtraum.....	57
17.2	Gleismittenabstand.....	58
18	Anleitung für die Festlegung eines neuen Lichtraums auf der Grundlage einer bestehenden Infrastruktur	58
Anhang A (normativ) Methode zur Berechnung der Zuschläge für den Lichtraum		59
A.1	Einführung	59
A.2	Gleichungen bei der statischen oder kinematischen Begrenzungslinie	59
A.2.1	Für den (Nenn-) Lichtraum.....	59
A.2.2	Für den Mindestlichtraum	60
A.2.3	Absoluter Mindestlichtraum	61
A.2.4	Für den (Nenn-) Gleisabstand	62
A.2.5	Für den Mindestgleisabstand	62
A.2.6	Für den absoluten Grenzgleisabstand	63
A.2.7	Für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	63
A.3	Gleichungen bei der dynamischen Begrenzungslinie	63
A.3.1	Allgemeines	63
A.3.2	Für den Lichtraum	63
A.3.3	Für den Mindestlichtraum	64
A.3.4	Absolute Grenzlinie	65
A.3.5	Für den (Nenn-) Gleisabstand	65
A.3.6	Für den Mindestgleisabstand	66
A.3.7	Für den absoluten Grenzgleisabstand	66
A.3.8	Für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	66
Anhang B (informativ) Richtwerte für die Lichtraumberechnung und Rechenbeispiele.....		67
B.1	Empfehlungen für die Koeffizienten	67
B.2	Beispiele für die kinematische Berechnung	68
B.2.1	Absolute Grenzlinie und Mindestlichtraum	68
B.2.2	Gleisabstand, bautechnischer und absoluter Grenzgleisabstand	70
B.2.3	Begrenzungslinie für Stromabnehmer	70
Anhang C (normativ) Internationale Begrenzungslinien G1, GA, GB und GC.....		76
C.1	Allgemeines	76
C.1.1	Anwendung	76
C.1.2	Arten von Begrenzungslinien.....	76
C.1.3	Gemeinsame Parameter und Regeln	76
C.1.4	Berechnung des Gleismittenabstands	77
C.1.5	Lichtraum für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer.....	77
C.1.6	Bereiche der Begrenzungslinie	77
C.2	Begrenzungslinie für den oberen Bereich ($h > 400$ mm).....	78
C.2.1	Begrenzungslinie G1	78
C.2.2	Begrenzungslinien GA und GB	79
C.2.3	Begrenzungslinie GC	80

C.3	Unterer Bereich ($h \leq 0,400$ m)	82
C.3.1	Unterer Bereich GIC2 — im Allgemeinen anzuwenden	82
C.3.2	Unterer Bereich GIC1 — Mit Gleisbremsen ausgerüstete Gleise	83
C.3.3	Unterer Bereich der „Rollenden Landstraße“ — GIC3	86
C.3.4	Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer	88
Anhang D	(normativ) Begrenzungslinien für multilaterale und nationale Abkommen	89
D.1	Einführung	89
D.2	Von internationalen Begrenzungslinien abgeleitete kinematische Begrenzungslinien	89
D.2.1	Begrenzungslinie G2	89
D.2.2	Begrenzungslinien GB1 und GB2	91
D.3	Von internationalen Begrenzungslinien abgeleitete statische Begrenzungslinien	93
D.3.1	Begrenzungslinie G1	93
D.3.2	Begrenzungslinie G2	96
D.3.3	Begrenzungslinien GA, GB und GC	97
D.4	So genannte nationale Begrenzungslinien	100
D.4.1	Belgische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3	100
D.4.2	Französische Begrenzungslinie FR3.3	104
D.4.3	Portugiesische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc	106
D.4.4	Finnische Begrenzungslinie FIN1	110
D.4.5	Schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc	113
D.4.6	Deutsche Begrenzungslinie DE1	116
D.4.7	Deutsche Begrenzungslinie DE2	117
D.4.8	Deutsche Begrenzungslinie DE3	119
D.4.9	Tschechische Begrenzungslinie Z-GČD	121
D.4.10	Britische Begrenzungslinie UK1	122
D.4.11	Britische Begrenzungslinie UK1 [D]	125
D.4.12	Britische Begrenzungslinie W6a	126
Anhang E	(informativ) Rechenbeispiel für die Berechnung des Lichtraums im Weichenbereich	129
E.1	Einführung	129
E.2	Methode	130
E.3	Erweiterung im Gleisbogen	130
E.3.1	Lichtraumerweiterung im Stammgleis	130
E.3.2	Lichtraumerweiterung im Zweiggleis	132
E.4	Quasistatische Neigung	133
E.5	Lichtraumerweiterung im Weichenbereich	134
Anhang F	(normativ) Bestimmung der Merkmale von Referenzfahrzeugen	137
F.1	Einführung	137
F.2	Methode	137
F.3	Rechenbeispiel	138
F.3.1	Einführung	138
F.3.2	Fahrzeug 1 (Bogeninnenseite)	138
F.3.3	Fahrzeug 2 (Bogenaußenseite)	138
F.3.4	Fahrzeug 3 (Bogeninnenseite)	139
F.3.5	Fahrzeug 4 (Bogenaußenseite):	139
F.3.6	Zusammenfassung	139
F.3.7	Referenzfahrzeuge der internationalen Begrenzungslinien	140
Anhang G	(normativ) Einheits-Lichtraum	142
G.1	Einführung	142
G.2	Begrenzungslinie GU1	142
G.2.1	Allgemeines	142
G.2.2	Bestimmung der Begrenzungslinie GU1	142
G.2.3	Entsprechende kinematische Begrenzungslinie	144
G.3	Begrenzungslinie GU2	144
G.3.1	Allgemeines	144
G.3.2	Bestimmung der Begrenzungslinie GU2	145
G.4	Begrenzungslinie GUC	146

	Seite
G.4.1 Allgemeines	146
G.4.2 Bestimmung der Begrenzungslinie GUC	147
Anhang H (informativ) Richtlinie für die Instandhaltung des Lichtraums	149
H.1 Einführung	149
H.2 Wahl des Lichtraums	149
H.3 Richtlinien für die Anordnung von Gegenständen	149
H.3.1 Richtlinien für die Anordnung von gleisnahen Gegenständen	149
H.3.2 Richtlinien für die Anordnung von Strecken entlang von baulichen Anlagen	150
H.3.3 Richtlinien für die Anordnung vorübergehender Anlagen	150
H.4 Verwaltung und Kontrolle der baulichen Anlagen	150
H.4.1 Verwaltungsgrundsatz	150
H.4.2 Umgang mit kritischen Situationen	150
H.4.3 Praktische Aspekte der Vermessung von Anlagen	151
H.5 Einfluss der Gleisinstandhaltung	151
H.6 Ausbildung des Personals	151
Anhang I (informativ) A-Abweichungen	152
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG	154
Literaturhinweise	161

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15273-3:2009) 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 Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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 dritte einer Reihe von drei Normen, aus denen die Europäische Norm für Fahrzeugbegrenzungslinien und Lichträume besteht:

- EN 15273-1 behandelt allgemeine Themen, gemeinsam auf Infrastruktur und Fahrzeugen wirkende Größen, die Bezugslinien und ihre zugehörigen Rechenregeln.
- EN 15273-2 enthält Vorschriften für die Berechnung der Fahrzeugbegrenzung in Abhängigkeit von den Fahrzeugeigenschaften, dem gewünschten Profil und den zugehörigen Rechenverfahren.
- EN 15273-3 enthält Berechnungsvorschriften für Infrastrukturbegrenzungslinien, die für den Betrieb von Eisenbahnfahrzeugen bestimmter Profile erforderlich sind, einschließlich der Berücksichtigung von Zwangspunkten.

Ein Lichtraumprofil definiert zum einen den Raum, der freizuhalten und aufrechtzuerhalten ist, um den Verkehr von Schienenfahrzeugen zu ermöglichen, zum anderen Rechenregeln und Prüfbedingungen für die Begrenzungslinien von Fahrzeugen, die in einem oder mehreren Streckennetzen ohne Risiko von Berührungen eingesetzt werden.

Ein Lichtraumprofil stellt eine eindeutige Vereinbarung zwischen Infrastrukturbetreiber und Fahrzeugbau dar.

Für die Erfordernisse der vorliegenden Norm sind folgende Zuständigkeiten festzulegen:

a) Seitens der Infrastruktur:

- 1) die Freihaltung des Lichtraums;
- 2) die Instandhaltung;
- 3) die Überwachung der Infrastrukturmaße.

Seitens des Fahrzeugbaus:

- 1) die Konformität der eingesetzten Fahrzeuge mit dem entsprechenden Lichtraum;
- 2) der Erhalt der Konformität des Lichtraums über die Zeit.

Die vorliegende Norm enthält eine Aufstellung der verschiedenen europäischen Begrenzungslinien für den Schienenverkehr; manche dienen der Sicherstellung der Interoperabilität für Fahrzeuge, die auf verschiedenen Netzen zum Einsatz kommen, andere sind an spezifische Anwendungen geknüpft, ohne die Notwendigkeit zu interoperablem Einsatz in anderen Netzen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm

- definiert verschiedene Profile, die für die Anordnung, Überprüfung und Instandhaltung gleisnaher baulicher Anlagen erforderlich sind;
- legt verschiedene Wirkungsgrößen fest, die bei der Festlegung des jeweiligen Lichtraums zu berücksichtigen sind;
- legt eine Methode fest, mit der — ausgehend von den oben genannten Einflüssen — die verschiedenen Lichtraumprofile berechnet werden können;
- legt Regeln für die Festlegung des Gleismittenabstandes fest;
- legt Regeln fest, die bei der Anordnung der Bahnsteige zu beachten sind;
- legt Regeln für die Bestimmung des Lichtraums für den Durchgang der Stromabnehmer fest;
- stellt Gleichungen auf, die für die Berechnung der in der Aufstellung aufgeführten Lichträume erforderlich sind.

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 13232-3, *Bahnanwendungen — Oberbau — Weichen und Kreuzungen — Teil 3: Anforderungen an das Zusammenspiel Rad/Schiene*

EN 13232-9, *Bahnanwendungen — Oberbau — Weichen und Kreuzungen — Teil 9: Weichenanlagen*

EN 15273-1, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Allgemeines — Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge*

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

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

Lichtraum

Lichtraumprofil

Raum in Bezug auf das jeweilige Gleis, das so genannte Bezugsgleis, der von allen Gegenständen oder Anlagen freizuhalten ist, auch im Hinblick auf den Verkehr auf den Nachbargleisen, um einen sicheren Betrieb auf diesem Bezugsgleis zu ermöglichen

Der Lichtraum wird auf der Grundlage der Bezugslinie unter Anwendung der zugehörigen Rechenregeln definiert.

Es werden drei Arten von Lichtraumprofilen unterschieden.

3.2

absolute Grenzlinie

Raum, der nie überschritten werden darf und die Grenze für den normalen Verkehr darstellt; er dient zur Überprüfung der ungehinderten Vorbeifahrt an festen Anlagen

Keinerlei Objekt darf zu keinem Zeitpunkt in die absolute Grenzlinie hineinragen.

3.3

Mindestlichtraum

Raum, der unter Berücksichtigung von Reserven für die Instandhaltung nicht überschritten werden darf; er wird für die Festlegung der Grenzlage baulicher Anlagen verwendet

In diesen Lichtraum dürfen keine Anlagen hineinragen, wenn im Anschluss an normale Instandhaltungsmaßnahmen die ungehinderte Durchfahrt überprüft wird.

3.4

Lichtraum

Raum, der frei von Objekten aller Art zu halten ist, um den Zugverkehr und die Oberbauinstandhaltung unter Berücksichtigung angemessener Zuschläge zu ermöglichen; dieser Raum kann Reserven für Sendungen mit Lademaßüberschreitung oder sonstige Bedingungen beinhalten

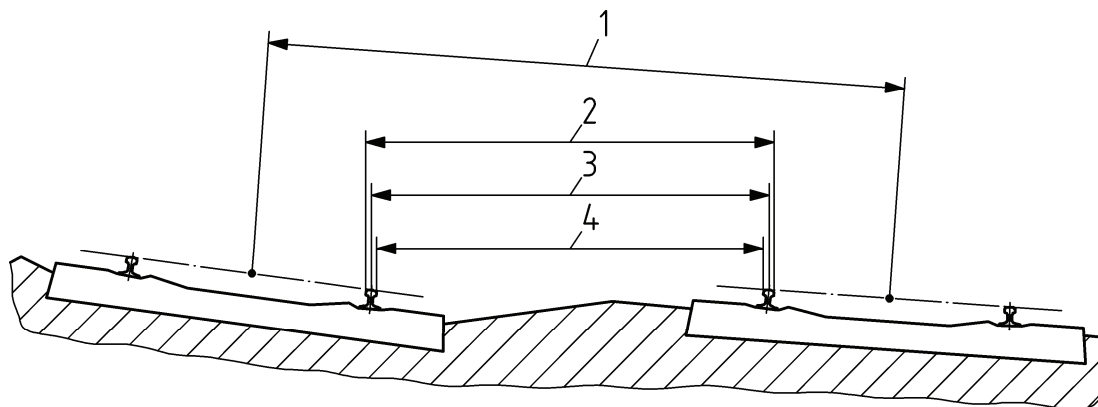
3.5

Gleismittenabstand

Abstand zwischen zwei benachbarten Gleisachsen, gemessen parallel zur Lafebene desjenigen Gleises, des so genannten Bezugsgleises, das die geringere Überhöhung aufweist

ANMERKUNG 1 Auf der Strecke wird der Gleismittenabstand häufig auf der Grundlage des Gleiszwischenraums bestimmt, welcher der Entfernung der benachbarten Schienen zweier Gleise entspricht. Die genauen Referenzen (Fahrkanten, Außenseiten oder Gleisachsen) unterscheiden sich von Bahn zu Bahn.

ANMERKUNG 2 Die für die vorliegende Norm übernommene Definition des Gleismittenabstands kann von derjenigen abweichen, die für andere Anwendungen, beispielsweise die Festlegung der Streckenführung, verwendet wird. Die Festlegung der Umrechnungsgleichungen ist Sache des Infrastrukturbetreibers.



Legende

- 1 Gleismittenabstand
- 2 zwischen den Fahrkanten gemessener Gleiszwischenraum
- 3 zwischen den Mittellinien der Schienen gemessener Gleiszwischenraum
- 4 zwischen den Außenkanten der Schienen gemessener Gleiszwischenraum

Bild 1 — Gleisabstand

3.6

absoluter Grenzgleisabstand

Mindestabstand, der jederzeit zwischen benachbarten Gleisen einzuhalten ist, um auf beiden Gleisen einen sicheren Zugverkehr im gewählten Lichtraum ohne Gefahr von Berührungen der Fahrzeuge untereinander sicherzustellen; dieser Abstand hängt von den örtlichen Gleisparametern ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser ...)

3.7

Mindestgleisabstand

bautechnischer Grenzgleisabstand

Mindestabstand, der zwischen benachbarten Gleisen einzuhalten ist, um auf beiden Gleisen einen sicheren Zugverkehr im gewählten Lichtraum ohne Gefahr von Berührungen der Fahrzeuge untereinander sicherzustellen; dieser Abstand hängt von den örtlichen Gleisparametern ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser ...)

Er beinhaltet Instandhaltungszuschläge.

3.8

Gleisabstand

Nenn- und Regelgleisabstand

Abstand, der im Allgemeinen einen angemessenen Zuschlag beinhaltet, um eine einfache Auslegung, Verlegung und Überwachung, den Verkehr von Sendungen mit Lademaßüberschreitungen sowie alle sonstigen Aspekte zu ermöglichen; abgesehen von Bereichen mit kleinen Gleisbogenhalbmessern ist der Gleisabstand häufig unveränderlich (Regelgleisabstand; wird anhand fester Parameter bestimmt)

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbol und Abkürzung

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit	Nr des Symbols
a	Abstand zwischen den Führungsquerschnitten von Fahrzeugen (Endradsätze bei Einzelradsätzen bzw. Drehzapfen)	m	1.001
B	halbe Breite oder Parallelabstand zur Lauffläche, bezogen auf die Mittellinie des Gleises oder des Fahrzeugs	m	1.007
b'	halbe Breite der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m	3.001
b'_q	tatsächlicher Abstand für die Bahnsteiganordnung, gemessen ab der Fahrkante der Schiene	m	1.008
b_{CR}	halbe Breite der Bezugslinie	m	3.002
b_{elec}	elektrischer Schutzabstand	m	3.003
b_{lac}	vereinbarte Breite des Spalts zwischen Bahnsteig und Trittstufe	m	1.019
$b_{obstacle}$	zur Lauffebene paralleler Abstand zwischen der festen Anlage und der Gleisachse	m	3.004
b_q	halbe Breite für die Bahnsteiganordnung	m	1.021
Δb	Differenz der halben Breite b	m	3.005
b_{veh}	halbe Breite des Fahrzeugs	m	1.030
b_w	halbe Wippenbreite des Stromabnehmers	m	1.033
C_0	Wankpol (Referenzwert)	m	3.006
c_w	halbe Breite des Isolierhorns der Stromabnehmerwippe	m	3.007
dg	geometrische Ausragung	m	3.008
dg_a	bogenaußenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m	1.038
dg_i	bogeninnenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m	1.041
D	Überhöhung	m	1.044

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit	Nr des Symbols
D_0	pauschaler Wert der Überhöhung, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und der Infrastruktur berücksichtigt wird	m	1.045
D'_0	Referenzwert der Überhöhung, der vom Fahrzeugbau für die Stromabnehmerbegrenzungslinie berücksichtigt wird	m	3.009
D'_L und D''_L	Überhöhungsgrenzwerte, die bei der Berechnung der Summe der Zuschläge verwendet werden	m	3.010
$D_{\max,0}$	vereinbarte maximale Überhöhung zur Berücksichtigung der Absenkungen bei der kinematischen Begrenzungslinie	m	1.050
δD	Differenz der Überhöhung (zwischen zwei Gleisen)	m	3.011
e_p	durch die Fahrzeugeigenschaften bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers	m	1.067
e_{pi}	durch die Fahrzeugeigenschaften bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers auf der Bogeninnenseite	m	3.012
e_{pa}	durch die Fahrzeugeigenschaften bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers auf der Bogenaußenseite	m	3.013
e_{po}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt	m	1.068
e_{pu}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt	m	1.071
e_V	Einschränkung der freien Höhe des unteren Bereichs auf Höhe des Übergangs	m	1.073
EA	Gleismittenabstand	m	3.014
f_s	Zuschlag zur Berücksichtigung des Fahrdrachthubs	m	1.079
f_{dyn}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Dynamik des Fahrdrachts	m	3.015
f_{wa}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Überschreitung der Kontaktebene durch die Wippe aufgrund des Schleifleistenverschleißes	m	1.083
f_{ws}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Überschreitung der Kontaktebene durch die Wippe aufgrund der Schrägstellung des Stromabnehmers	m	1.084
h	Höhe über Laufebene (Verbindungsline der Schienenkopfoberkanten SO)	m	1.088
h'	Referenzhöhe bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m	3.016
h_o'	größte Höhe für die Überprüfung der Begrenzungslinie für Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m	1.089
h_u'	kleinste Höhe für die Überprüfung der Begrenzungslinie für Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m	1.090
h_{Co}	zwischen dem Fahrzeugbau und der Infrastruktur vereinbarter Wert von h_c	m	1.092
h'_{Co}	Wankpolhöhe (Referenzwert) für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	m	3.017
h_{CR}	Höhe der Bezugslinie	m	1.093
h_{eff}	tatsächliche Höhe des ausgefahrenen Stromabnehmers	m	1.094
$h_{eff,elec}$	tatsächliche Höhe des ausgefahrenen Stromabnehmers plus elektrischem Schutzabstand	m	1.095
h_f	Fahrdrachthöhe	m	1.096
$h_{min,CR}$	seitliche Mindesthöhe der Bezugslinie (auf Bahnsteighöhe)	m	1.101
h_{nez}	Höhe des Vorsprungs der Bahnsteigkante	m	1.102

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit	Nr des Symbols
h_{obstacle}	Höhe der gleisnahen ortfesten Anlage über der Laufebene (SO)	m	3.018
h_P	Höhe des Punktes P	m	3.019
h_q	Höhe des Bahnsteigs über der Laufebene (SO)	m	1.103
Δh	Differenz der Höhe h	m	3.020
I	Überhöhungsfehlbetrag	m	1.107
I'_C	bei herkömmlichen Zügen zu berücksichtigender größter lokaler Überhöhungsfehlbetrag	m	1.108
I'_P	bei Neigezügen zu berücksichtigender größter lokaler Überhöhungsfehlbetrag	m	1.109
I_C	vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter größter Überhöhungsfehlbetrag	m	1.110
I_L	im Rahmen der kinematischen Berechnung verwendeter Grenzwert des Überhöhungsfehlbetrages	m	3.021
I_0	Pauschalbetrag für den Überhöhungsfehlbetrag, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und der Infrastruktur bei der kinematischen Begrenzungslinie berücksichtigt wird	m	1.116
I'_0	Referenzwert für den Überhöhungsfehlbetrag, der vom Fahrzeugbau bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie berücksichtigt wird	m	3.022
I_P	Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik	m	1.117
k, k'	Sicherheitskoeffizient zur Berücksichtigung von Gleislage-Unregelmäßigkeiten		1.123
K	Verstärkungskoeffizient für die Berechnung der Zuschläge		3.023
ℓ	Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der beiden Schienen eines Gleises	m	1.126
ℓ_{nom}	Regelspurweite	m	1.129
L	vereinbarter Abstand zwischen den Mittellinien der Schienen eines Gleises	m	1.134
M_j	(horizontaler) Sicherheitszuschlag für den Lichtraum zur Abdeckung bestimmter zufallsbedingter Effekte ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.024
M_{EAj}	Sicherheitszuschlag für den Gleismittenabstand zur Abdeckung bestimmter zufallsbedingter Effekte ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.025
n_a	n für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Fahrzeugteile	m	1.158
P	für den Gleismittenabstand ausschlaggebender höchster seitlicher Punkt der Bezugslinie		3.026
q	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen	m	1.172
Q	höchster seitlicher Punkt im oberen Bereich der Bezugslinie		3.027
qs	quasistatische Neigung	m	3.028
qs_a	auf die quasistatische Neigung zurückzuführende Verschiebung auf der Bogenaußenseite, die infrastrukturseitig außerhalb der Bezugslinie berücksichtigt wird	m	1.174

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit	Nr des Symbols
qs_i	auf die quasistatische Neigung zurückzuführende Verschiebung auf der Bogeninnenseite, die infrastrukturseitig außerhalb der Bezugslinie berücksichtigt wird	m	1.175
qs'_i	quasistatische Neigung zur Bogeninnenseite bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m	3.029
qs'_a	quasistatische Neigung zur Bogenaußenseite bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m	3.030
R	(horizontaler) Gleisbogenradius	m	1.178
R_V	(vertikaler) Radius des Neigungswechsels	m	1.185
s_0	Wert des Neigungskoeffizienten, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und von der Infrastruktur berücksichtigt wird		1.188
s'_0	Wert des Neigungskoeffizienten, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und von der Infrastruktur bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie berücksichtigt wird		1.189
S	zulässige Ausladung	m	1.192
S_a	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite	m	1.197
S_i	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite	m	1.204
T_{charge}	Unsymmetrie-Winkel in η_{or} berücksichtigt für ungünstige Lastverteilung	Grad	1.212
T_D	Querhöhenfehler des Gleises, der sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m	1.213
T_N	Toleranz der Gleisnivellierung	m	1.214
T_{osc}	Querhöhenfehler des Gleises, zur Berechnung der Verschiebungen aus Schwingungen	m	1.215
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_c	Höchstgeschwindigkeit von herkömmlichen Fahrzeugen	km/h	3.031
V_P	Höchstgeschwindigkeit von Fahrzeugen mit Neigetechnik	km/h	3.032
V'_c	örtliche Geschwindigkeit von herkömmlichen Fahrzeugen	km/h	1.221
V'_P	örtliche Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Neigetechnik	km/h	1.222
w	Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m	1.228
$w_{i(R)}$	vom Gleisbogenhalbmesser abhängiges Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten zur Bogeninnenseite	m	1.231
x_{qa}	horizontale Koordinate für die Bahnsteigkante auf der Bogenaußenseite	m	3.033
x	bei der Berechnung von e_v berücksichtigter Abstand vom Ursprungspunkt O	m	1.233

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit	Nr des Symbols
y	vertikale Koordinate	m	3.034
y_{qi}	vertikale Koordinate für die Bahnsteigkante auf der Bogeninnenseite	m	3.035
y	vom Fahrzeugbau berücksichtigter Anteil der quasistatischen Neigung	m	1.234
z_0	Pauschalwert für den Fahrzeugbau außerhalb der statischen Bezugslinie zur Berücksichtigung der quasistatischen Neigung der Fahrzeuge	m	1.237
α	zusätzlicher Neigungswinkel des Wagenkastens aufgrund des Gleitstückspiels	Grad	1.242
α_Q	maximaler Drehwinkel um den Wankpol für den oberen Bereich	Grad	3.036
α''	Fährknickwinkel	Grad	1.245
γ	Weichenanlaufwinkel (an der Weichenspitze)	Radian	1.246
$\delta_{q,a}$	Wert für die Abrückung des bogenäußeren Bahnsteigs vom Lichtraum bei einem überhöhten Gleis mit einem Neigungswinkel δ	m	1.256
Σ_j	Summe der (horizontalen) Sicherheitszuschläge für den Lichtraum zur Abdeckung zufallsbedingter Wirkungen ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.037
Σ'_j	Summe der Zuschläge für die Berechnung der kinematischen Begrenzungslinie ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.038
Σ''_j	Summe der Zuschläge für die Berechnung der dynamischen Begrenzungslinie ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.039
Σ_{EAj}	Summe der Sicherheitszuschläge für den Gleismittenabstand zur Abdeckung zufallsbedingter Effekte ($j = 1, 2$ oder 3)	m	3.040
Σ_V	Summe der Werte der von der Infrastruktur in vertikaler Richtung berücksichtigten Zuschläge	m	1.278
η_0	Unsymmetriewinkel des Fahrzeugs aufgrund von Fertigungstoleranzen, Federungseinstellung und ungleicher Beladung	Grad	1.281
η_{0r}	in der Vereinbarung berücksichtigter Referenzwinkel η_0	Grad	1.283
θ	Winkel, der auf die Einstelltoleranzen der Federung zurückzuführen ist	Radian	1.284
τ	Fertigungs- und Einbautoleranz für den Stromabnehmer	m	1.286

4.2 Indices

- Index a: Verweist auf die Bogenaußenseite
- Index i: Verweist auf die Bogeninnenseite
- Index 0: Referenzwert, der auf die Vereinbarungen zwischen dem Fahrzeugbau und dem Infrastrukturbetreiber verweist
- Index st: Verweist auf die Regeln der statischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der statische Parameter gemeint ist
- Index cin: Verweist auf die Regeln der kinematischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der kinematische Parameter gemeint ist

Index dyn:	Verweist auf die Regeln der dynamischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der dynamische Parameter gemeint ist
Index réel:	Verweist auf den im Gleis gemessenen tatsächlichen örtlichen Wert
Index CR:	Verweist auf die Bezugslinie
Index lac:	Verweist auf den Bahnsteigspalt
Index q:	Verweist auf die Maße für die Bahnsteiganordnung
Index nom:	Verweist entweder auf den Nennwert (Planungswert) oder auf den Lichtraum
Index lim:	Verweist auf den Mindestlichtraum
Index ver:	Verweist auf die absolute Grenzzinie
Index max:	Verweist auf den größtmöglichen Wert unter Berücksichtigung der Toleranzen
Index o:	Verweist auf den oberen Prüfpunkt der Stromabnehmerbegrenzungslinie
Index u:	Verweist auf den unteren Prüfpunkt der Stromabnehmerbegrenzungslinie
Index P:	Verweist auf Neigezüge
Index C:	Verweist auf herkömmliche Züge
Index veh;	Verweist auf das reale Fahrzeug
Index elec:	Verweist auf den Wert des elektrischen Schutzabstandes

4.3 Erläuterungen

[]_{>0}: Bedeutet, dass dieser Wert zu berücksichtigen ist, sofern er positiv ist. Negative Werte sind als Null zu betrachten.

max(,): Bedeutet, dass das Maximum der Werte in die Klammer einzusetzen ist.

5 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien

5.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Regeln der Begrenzungslinien aufgezeigt. Weitere Informationen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Eine Begrenzungslinie wird definiert durch eine Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln.

Die Bezugslinie wird im Allgemeinen für ein ebenes gerades Gleis der Regelspurweite ohne Überhöhung definiert. Die Bezugslinie berücksichtigt bereits die Hüllkurve der Fahrzeuge sowie bestimmte Verschiebungen. Die Bezugslinie ist ein Zwischenprofil, das Teil der Vereinbarung ist, aber nicht mit der Fahrzeugbegrenzungslinie oder dem Lichtraumprofil zu verwechseln ist (weder in der Geraden noch sonst wo).

Zu dieser Bezugslinie kommen im Allgemeinen Zusatzgrößen hinzu, die von der Trassierung (Gleisbogenhalbmesser, Überhöhung) und von der Geschwindigkeit (Überhöhungsfehlbetrag) abhängen und zufallsbedingte Wirkungen und Instandhaltungsreserven abdecken. Die Regeln dazu werden als zugehörige (Rechen)-Regeln bezeichnet.

Diese Zusatzgrößen entsprechen den Verschiebungen der Referenzfahrzeuge, die der Definition der jeweiligen Begrenzungslinie zugrunde liegen (weitere Erläuterungen, siehe EN 15273-1).

Die seitlichen Zusatzgrößen und die Zusatzgrößen normal zur Lafebene werden meist getrennt behandelt.

5.2 Zusatzgrößen in Querrichtung

5.2.1 Veränderung der Begrenzungslinie in Abhängigkeit der örtlichen Situation

5.2.1.1 Einführung

Veränderungen der Begrenzungslinie hängen von der angewandten Rechenmethode und insbesondere von der gewählten Begrenzungslinie ab. Im Allgemeinen findet man zwei Teile:

- die Ausladungen der Fahrzeuge im Gleisbogen;
- die quasistatische Neigung des Wagenkastens.

5.2.1.2 Ausladungen

Die Ausladungen setzen sich zusammen aus:

- Wirkung der Spurerweiterung;
- geometrische Ausragung der Referenzfahrzeuge im Gleisbogen.

Die allgemeinen Gleichungen sind EN 15273-1 zu entnehmen. Die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwendenden besonderen Gleichungen sind im Anhang zu finden.

5.2.1.3 Quasistatische Neigung

Die quasistatische Neigung entspricht der Neigung des Wagenkastens des Referenzfahrzeugs im oberen Bereich beim Befahren von Gleisbögen:

- in Richtung Bogenaußenseite unter dem Einfluss des Überhöhungsfehlbetrages;
- in Richtung Bogeninnenseite unter dem Einfluss der Überhöhung.

Der erste Fall erreicht seinen größten Wert bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Zuges.

Der zweite Fall erreicht seinen größten Wert, wenn der Zug steht.

Es ist zu beachten, dass je nach Art der Begrenzungslinie ein Teil bereits vom Fahrzeugbau berücksichtigt wird, maximal die Werte von I_0 und D_0 . Infrastrukturseitig wird nur der Zuschlag berücksichtigt.

Die allgemeinen Gleichungen sind EN 15273-1 zu entnehmen. Die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwendenden besonderen Gleichungen sind im Anhang zu finden.

Im unteren Bereich wird dieser Einfluss fahrzeugseitig berücksichtigt.

5.2.2 Zufallsbedingte seitlich wirkende Einflussgrößen

Die zu berücksichtigen zufallsbedingten Einflussgrößen hängen von der gewählten Begrenzungslinie ab.

Die nachstehenden Einflüsse werden je nach Art der betrachteten Begrenzungslinie als Sache des Infrastrukturbetreibers angesehen.

5.2.2.1 Fahrzeugschwingungen (T_{osc}) aus Gleislage-Unregelmäßigkeiten

Die Fahrzeugschwingungen sind auf Unregelmäßigkeiten der Gleislage (bei Schotteroberbau) zurückzuführen. Ihre Amplitude hängt von der Gleisqualität, den Federungseigenschaften und der Geschwindigkeit ab. Sofern diese Erscheinung infrastrukturseitig berücksichtigt wird, werden die Schwingungen in Form entsprechender Überhöhungsfehler (T_{osc}) ausgedrückt. In Abhängigkeit von der Elastizität des Fahrzeugs liegen sie der Neigung um den Wankpol zugrunde:

$$\frac{s_0}{L} T_{osc} (h - h_{C,0}) > 0 \quad (1)$$

ANMERKUNG Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieser Erscheinung. Bei der dynamischen Begrenzungslinie wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

5.2.2.2 Gleisverschiebungen in Querrichtung (T_{voie})

Die Gleislage kann sich zwischen zwei Inspektionen unter der Einwirkung der Verkehrsbelastung und der Oberbauinstandhaltungsarbeiten verändern. Die maximale Querverschiebung T_{voie} hängt von den geltenden Instandhaltungsvorschriften und Durcharbeitungsintervallen ab.

Lässt die Oberbaukonstruktion keinerlei Bewegung gegenüber baulichen Anlagen zu, kann dieser Zuschlag vernachlässigt werden.

5.2.2.3 Querhöhenfehler des Gleises (T_D)

Die Querhöhe des Gleises kann entsprechend den Instandhaltungstoleranzen und der Verkehrsbelastung von ihrem Sollwert abweichen. Dieser Querhöhenfehler T_D bewirkt zweierlei:

- Das Lichttraumprofil dreht sich in einem Winkel um die Gleisachse, welcher der maximalen Abweichung entspricht:

$$s_0 \frac{T_D}{L} (h - h_{C0}) > 0 \quad (2)$$

Aufgrund seiner Federungselastizität tendiert das Fahrzeug dazu, sich um den Wankpol zu drehen:

$$\Delta b = s_0 \frac{T_D}{L} (h - h_{C0}) \quad (3)$$

- Diese beiden Effekte treten in Gleisbögen auf der Bogeninnen- und der Bogenaußenseite auf, in geringerem Maße jedoch auch in der Geraden.

Es ist zu beachten, dass die beiden Effekte immer gleichzeitig auftreten und somit ein Zusammenhang zwischen ihnen besteht.

5.2.2.4 Unsymmetrie (η_0)

Aus folgenden Gründen wird kein Fahrzeug vollkommen symmetrisch sein, je nach Art der Begrenzungslinie:

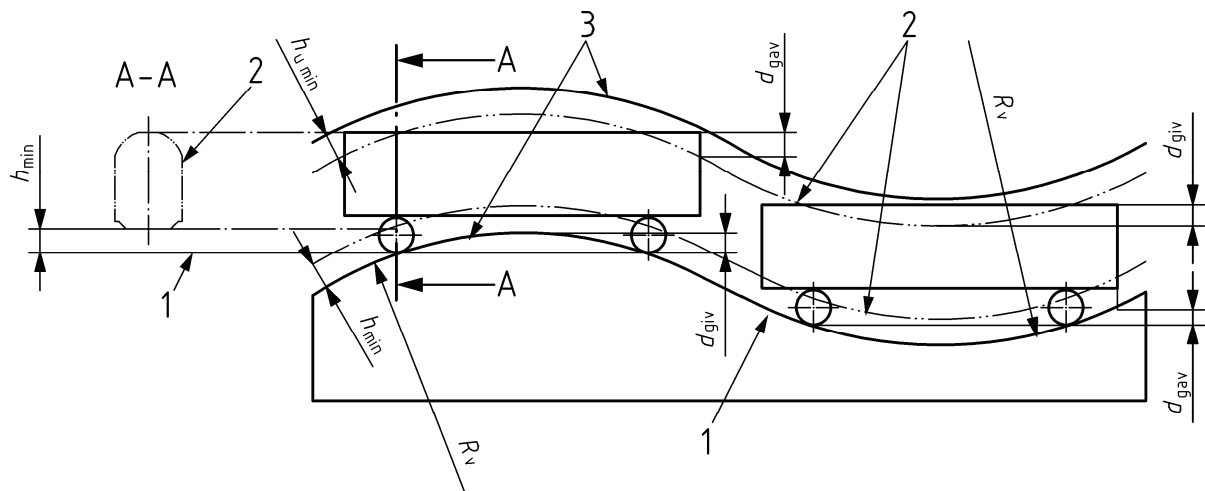
- Einstellungstoleranzen der Federung haben eine Neigung des Wagenkastens T_{susp} zur Folge;
- Eine Unsymmetrie der Beladung hat eine Neigung des Wagenkastens um seine Federungen zur Folge und bewirkt eine Rotation des Fahrzeugs T_{charge} .

5.3 Verschiebungen senkrecht zur Lafebene

Sofern nichts Gegenteiliges angegeben ist werden vertikale Verschiebungen (einschließlich der Toleranzen) in den meisten Fällen beim Fahrzeugbau berücksichtigt. Die nachstehenden vertikalen Verschiebungen sind ausschließlich vom Infrastrukturverantwortlichen zu berücksichtigen.

Neigungen des Gleises sind untereinander durch vertikale Bögen mit R_V verbunden. Die Bezugslinie wird im oberen und unteren Bereich nach oben bzw. unten vergrößert, um die vertikale Verschiebung des mittleren oder überstehenden Bereichs des Wagenkastens in Bezug auf die Gleisachse zu berücksichtigen.

Die allgemeinen Gleichungen sind EN 15273-1 zu entnehmen. Im Anhang sind die besonderen Gleichungen zu finden, die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwenden sind. Zu beachten ist auch das nachstehende Bild:



- 1 Lauffebene
- 2 Bezugslinie
- 3 Grenze der Infrastruktur

5.3.3 Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen

Bei Begrenzungslinien mit einer bedeutenden Abflachung im oberen horizontalen Bereich, wie bei den Begrenzungslinien für den Containerverkehr der Fall, kann das Wanken zu einer Vertikalbewegung dieses Bereichs führen. Dies hat eine Anhebung des vertikalen Bereichs dieser Begrenzungslinie zur Folge.

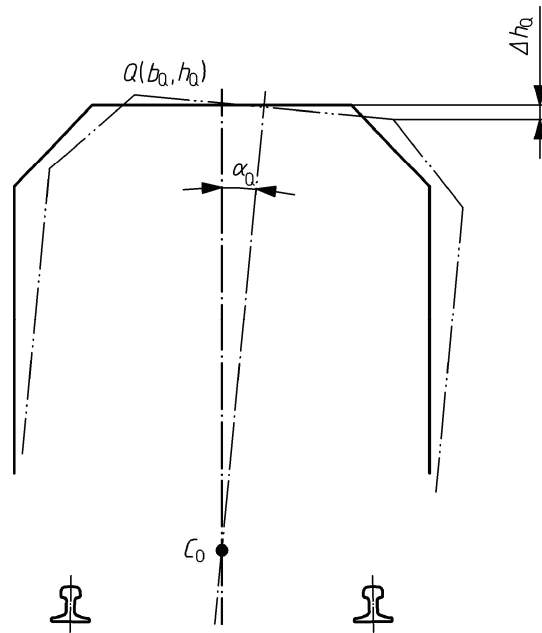


Bild 3 — Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen

Zu berücksichtigen sind die Drehungen aufgrund folgender Einflüsse:

- quasistatische Neigung (je nach Art der Begrenzungslinie ganz oder teilweise) (siehe 5.2.1.3);
- Überhöhungsfehler T_D (siehe 5.2.2.3);
- Schwingungen aufgrund der Gleistoleranzen T_{osc} (siehe 5.2.2.1);
- Unsymmetrie η_0 (siehe 5.2.2.4).

Die Anhebung beträgt:

$$\Delta h_Q = b_Q \cdot \alpha_Q \sqrt{\left(\frac{b_Q}{h_Q - h_{C0}}\right)^2 + 1} \quad (5)$$

Dabei ist

α_Q die Drehung der Bezugslinie unter dem Einfluss der quasistatischen Neigung;

h_Q, b_Q die Koordinaten des betrachteten Punkts Q .

Der berücksichtigte Drehwinkel hängt von der Art der Begrenzungslinie ab.

Die Drehungen aufgrund der zufallsbedingten Ereignisse sind bei der Berechnung von Σ_V zu berücksichtigen.

5.3.3.2 Unterer Bereich

Der gleiche Grundsatz gilt für den unteren Bereich, wird jedoch fahrzeugseitig berücksichtigt.

5.3.4 Vertikales Ausfedern (Hochfedern)

Bei der statischen Begrenzungslinie ist das Hochfedern des Fahrzeugs infrastrukturseitig zu berücksichtigen. Der Zuschlag wird nur im oberen Bereich der Begrenzungslinie angewandt.

5.3.5 Zufallsbedingte vertikal wirkende Einflussgrößen

Der Infrastrukturverantwortliche kann weitere Zuschläge vorsehen, um folgenden Einflüssen Rechnung zu tragen:

- Gleisabsenkungen, die u. a. auf die Setzung des Schotterbetts zurückzuführen sind;
- Gleisanhebungen im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen.

5.4 Weitere Zuschläge

Der Infrastrukturverantwortliche kann weitere Zuschläge vorsehen für:

- Anhebung der Geschwindigkeit;
- Sendungen mit Lademaßüberschreitung;
- Öffnen der Türen und Sicherheit des Zugbegleitpersonals unter bestimmten Betriebsbedingungen (z. B. Bahnsteige, Abstellgleis ...);
- zukünftige Änderungen der Trassierung oder des Lichtraums;
- Definition eines unveränderlichen, von den Instandhaltungs- und Prüfstellen leicht handhabbaren Lichtraums für Streckenabschnitte, wo ausreichend große Zuschläge vorhanden sind;
- Berücksichtigung der aerodynamischen Effekte und des Seitenwinds.

Diese Zuschläge können sowohl in vertikaler Richtung als auch in Querrichtung angewendet werden.

5.5 Arten von Begrenzungslinien

5.5.1 Methoden zur Bestimmung des Lichtraums

Der Lichtraum wird auf der Grundlage einer Bezugslinie und ihrer zugehörigen Rechenregeln definiert; diese sind Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Infrastrukturbetreiber und Fahrzeugbau und daher nicht voneinander zu trennen. In der Vereinbarung ist festgelegt, wie sich die diversen möglichen Verschiebungen des Fahrzeugs im Gleis verteilen und wie sie berücksichtigt werden.

Es gibt verschiedene Rechenmethoden; die Einzelheiten sind EN 15273-1 zu entnehmen. Die verwendete Methode ist unbedingt genau anzugeben. Nachstehend sind die wesentlichen Methoden aufgeführt, die in Europa verwendet und in diesem Teil von EN 15273 im Einzelnen beschrieben werden:

- die statische Methode wird für besondere, nicht grenzüberschreitende Anwendungen verwendet;
- die kinematische Methode kommt in Europa hauptsächlich auf Netzen des grenzüberschreitenden Verkehrs zum Einsatz;
- die dynamische Methode wird auf bestimmten Netzen herangezogen, um den verfügbaren Raum für die Auslegung von Fahrzeugen, die nicht grenzüberschreitend eingesetzt werden sollen, optimal zu nutzen.

5.5.2 Lichtraumarten

Für jede der (in der Aufstellung aufgeführten) Begrenzungslinien sind je nach gewünschter Anwendung verschiedene Lichträume vorgesehen (siehe auch 6.2, 7.2 und 8.2):

- Die **absolute Grenzlinie** berücksichtigt nur Erweiterungen und bestimmte Zuschläge, welche die Verkehrssicherheit zum Zeitpunkt einer Überprüfung anhand der vor Ort erhobenen Parameter sicherstellen. Diese Zuschläge werden zu M_1 zusammengefasst.
- Der **Mindestlichraum** berücksichtigt die absolute Grenzlinie sowie alle Verschiebungen und Verschleißerscheinungen, die zwischen zwei Instandhaltungsfristen auftreten können, anhand eines zusätzlichen Zuschlags M_2 . Die Einhaltung dieses Lichtraums stellt sicher, dass der Lichraum zwischen den verschiedenen Instandhaltungs- und Prüfmaßnahmen frei bleibt.
- Der **Lichraum** sieht neben den Zuschlägen M_1 und M_2 , noch einen weiteren Zuschlag M_3 vor, der in 5.4 beschrieben ist. Die Einhaltung dieses Lichtraums stellt sicher, dass der gewählte Lichraum in praktisch allen Situationen aufrechterhalten wird, und bietet weitere betriebliche Möglichkeiten, wie Sendungen mit Lademaßüberschreitung, zeitlich befristete bauliche Anlagen ...

Der Zuschlag M_1 entspricht Σ_1 .

Die Summe der Zuschläge M_1 und M_2 entspricht Σ_2 .

Die Summe der Zuschläge M_1 bis M_3 entspricht Σ_3 .

5.5.3 Einheits-Lichtraum

Steht dem Infrastrukturverantwortlichen genügend Raum zur Verfügung, kann er anhand der Trassierungsparameter einen unveränderlichen Einheits-Lichtraum definieren, der den Instandhaltungsverantwortlichen die Planung erleichtert. Dieser Lichraum, der im Allgemeinen weitere Zuschläge enthält, wird als Einheits-Lichtraum bezeichnet.

Einheits-Lichträume sind in Europa häufig und werden auf mehreren Netzen verwendet. Einzelheiten sind Anhang G zu entnehmen. Ihre Anwendungsregeln können sich von Netz zu Netz unterscheiden.

Nachstehend einige Beispiele:

BEISPIEL 1 Einige Infrastrukturverantwortliche haben einen Einheits-Lichtraum für die ungünstigste Situation festgelegt, d. h. für den kleinsten Gleisbogenhalbmesser und die größte Überhöhung bzw. den größten Überhöhungsfehlbetrag.

Ein solcher Lichraum wird häufig bei U-Bahnen mit konstantem Tunnelquerschnitt verwendet und für die ungünstigste Situation definiert.

BEISPIEL 2 Einige Infrastrukturverantwortliche haben einen Lichtraum mit zwei Bezugslinien festgelegt:

- einer Bezugslinie für das gerade Gleis und nicht überhöhte Gleisbögen mit sehr großen Radien;
- einer Bezugslinie für einen Gleisbogen mit den ungünstigsten Bedingungen in Bezug auf Überhöhung und Radius.

Bei dieser Vorgehensweise ist ein weiterer Zuschlag gegenüber dem gewählten Basisprofil erforderlich; sie kommt nur infrage, wenn vor Ort genügend Spielraum vorhanden ist.

Der Infrastrukturverantwortliche hat immer die Voraussetzungen zu prüfen, die der Definition eines solchen Lichtraums zugrunde liegen, und immer zum Basisprofil zurückzukehren, wenn diese Voraussetzungen nicht mehr gegeben sind.

Es dürfen daher weder das gewählte Profil noch die Voraussetzungen, die seiner Definition zugrunde liegen, vergessen werden.

ANMERKUNG Der Einheits-Lichtraum kann auch als Bezugslinie dienen. Durch Abzug aller Zuschläge und Erweiterungen/Absenkungen von der gewählten Methode kann eine neue Bezugslinie definiert werden, die häufig größer als die ursprüngliche ist und den Verkehr der Fahrzeuge erlaubt.

5.6 Wahl des Lichtraums

5.6.1 Wahl der Begrenzungslinie und der Methode

Die Wahl der Begrenzungslinie ist Sache des Infrastrukturbetreibers. Bei dieser Wahl hat er Folgendes zu berücksichtigen:

- die geltenden Interoperabilitätsrichtlinien;
- bi- oder multilaterale Vereinbarungen;
- international gültige technische Spezifikationen;
- die Verkehre, die er auf seiner Infrastruktur zulässt;
- den verfügbaren Raum auf den betroffenen Strecken;
- besondere infrastrukturbedingte Einschränkungen.

Die gewählte Begrenzungslinie wird im Folgenden als festgelegte Begrenzungslinie bezeichnet.

Der Infrastrukturverantwortliche ist dafür zuständig, dass die festgelegte Begrenzungslinie zeitlich Bestand hat.

Die Wahl der Methode hängt in erheblichem Maße von der Wahl der Begrenzungslinie ab. Für die Erfordernisse der Interoperabilität wird nur die kinematische Begrenzungslinie verwendet.

5.6.2 Wahl des Lichtraums

Für diese festgelegte Begrenzungslinie oder diese Begrenzungslinien kann der Infrastrukturverantwortliche je nach Bedarf einen oder mehrere Lichträume nach 5.5.2 wählen.

Beim Bau neuer Strecken ist der Infrastrukturverantwortliche verpflichtet, den (Nenn-) Lichtraum freizuhalten, bei größeren Ausbaumaßnahmen ist dies zu empfehlen. In vorhandenen Situationen, wenn er meint, über genügend Spielraum zu verfügen, kann er diesen Lichtraum überall dort freihalten, wo er es für erforderlich hält.

Je nach Bedarf, und wenn es aufgrund der lokalen Situation nicht möglich ist, den (Nenn-) Lichtraum freizuhalten, kann er einen Mindestlichtraum festlegen und freihalten.

Gegebenenfalls muss er eine absolute Grenzlinie definieren, um den ungehinderten Verkehr der Züge im Fall von Störungen zu überprüfen.

5.6.3 Berücksichtigung der Zuschläge

5.6.3.1 Mindestlichtraum

Die zu berücksichtigenden Einflüsse und die Methode zur Berechnung der Zuschlagssummen Σ_1 und Σ_2 hängen weitgehend von der gewählten Methode zur Bestimmung des Lichtraums ab und werden daher in der Folge in dieser Europäischen Norm beschrieben.

Häufig wird bei der absoluten Grenzlinie die gleiche Rechenmethode verwendet wie bei der bautechnischen Grenzlinie (dem Mindestlichtraum).

Während die zu berücksichtigenden Einflüsse in dieser vorliegenden Europäischen Norm immer eindeutig definiert sind, ist ihre Bestimmung Sache der Infrastrukturverantwortlichen. Denjenigen Infrastrukturverantwortlichen, die keine besonderen Regeln kennen, gibt diese Europäische Norm eine Rechenmethode und Richtwerte an die Hand.

5.6.3.2 Lichtraum

Aufgrund der unterschiedlichen Zuschläge, die je nach Entscheidung des Infrastrukturverantwortlichen zu berücksichtigen sind oder auch nicht, kommt eine gemeinsame Methode zur Bestimmung des Lichtraums nicht infrage. Der Lichtraum ist daher anhand einer Machbarkeitsstudie auf der Grundlage der Zielsetzungen und der sich hieraus ergebenden technischen und wirtschaftlichen Folgen festzulegen.

Eine Möglichkeit zur Erzielung eines größeren Sicherheitszuschlags mit dem alleinigen Zweck, die Behandlung baulicher Anlagen in der Nähe des Lichtraumprofils zu vereinfachen, besteht darin, anstelle des quadratischen Mittels das arithmetische Mittel aller zufallsbedingten Effekte zu bilden. Diese Methode wird zwar im Allgemeinen akzeptiert, auf den verschiedenen Netzen jedoch kaum verwendet.

5.6.4 Zusammenstellung von Begrenzungslinien

Die technischen Voraussetzungen für die Interoperabilität sind EN 15273-1 zu entnehmen. Die Anwendung von internationalen Begrenzungslinien oder von Begrenzungslinien mit eingeschränkter Interoperabilität hängt von den internationalen Vorschriften bzw. von bi- oder multilateralen Vereinbarungen ab. Die Wahl der Begrenzungslinie trifft das jeweilige Netz.

Unterschieden werden:

- Begrenzungslinien, die „auf internationaler Ebene interoperabel“ sind. Diese sind in Anhang C beschrieben;
- sonstige Begrenzungslinien für bi- oder multilaterale Abkommen oder nationale Anwendungen. Sie sind in Anhang D beschrieben.

6 Regeln zur Erstellung einer statischen Begrenzungslinie

6.1 Allgemeines

Soweit möglich, greift der Infrastrukturbetreiber auf die entsprechende kinematische Berechnung zurück. Wenn eine entsprechende kinematische Begrenzungslinie oder dazu passende Zuschlagswerte nicht vorliegen, kann die nachstehende Methode mit ihren zugehörigen Rechenregeln verwendet werden.

Die statische Begrenzungslinie wird auf der Grundlage der statischen Bezugslinie und ihrer zugehörigen Rechenregeln definiert, die eine Vereinbarung zwischen Infrastrukturseite und Fahrzeugbau darstellen und daher nicht voneinander zu trennen sind.

Die Verschiebungen in Querrichtung und die senkrechten Verschiebungen werden separat behandelt.

Die statische Bezugslinie wird für ein gerades ebenes Gleis der Regelspurweite ohne Überhöhung erstellt. In Abhängigkeit von Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser und Spurweite ergeben sich unterschiedliche Begrenzungslinien.

Die in 5.2 dargestellten zufallsbedingten Einflussgrößen werden häufig in Form eines Pauschalzuschlags berücksichtigt.

Alle Parameter sind als positive Werte fallweise recht oder links von der vertikalen Achse zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Im vorliegenden Abschnitt wurde der Index *sf* bei allen Parametern weggelassen, um die Lesbarkeit zu verbessern.

6.2 Zugehörige Rechenregeln

Wenn eine entsprechende kinematische Begrenzungslinie nicht vorliegt, wird der Lichtraum auf der Grundlage der statischen Bezugslinie festgelegt.

Bei der Lichtraumbreite ist die Summe aller Einflussgrößen zu berücksichtigen:

$$b_{\text{obstacle}} \geq b_{\text{CR}} + S_{\text{i/a}} + q_{s_{\text{i/a}}} + \Sigma_j \quad (6)$$

Dabei ist

b_{CR} die halbe Breite der statischen Bezugslinie;

$S_{\text{i/a}}$ die Ausladungen (siehe 5.2.1.2);

$q_{s_{\text{i/a}}}$ der Einfluss der quasistatischen Neigung, nämlich:

— auf der Bogeninnenseite: $q_{s_{\text{i}}} = z_0 + \frac{s_0}{L} [D - D_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}$; (7)

— auf der Bogenaußenseite: $q_{s_{\text{a}}} = z_0 + \frac{s_0}{L} [I - I_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}$; (8)

— hierbei ist z_0 entweder eine Konstante $z_0 = \frac{s_0(D_0^{\text{oder}} I_0)}{L} (h_{\text{max}} - h_{c0})$; (9)

— oder eine höhenabhängige Variable $z_0 = \frac{s_0(D_0^{\text{oder}} I_0)}{L} (h - h_{c0})$; (10)

Σ_j die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse.

In der Höhenlage müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \geq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{RV}} + \Delta h_{\text{susp}} + \Delta h_{\text{Q}} + \Sigma_V \quad (11)$$

Dabei ist

h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;

Δh_{RV} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2);

Δh_{susp} das vertikale Hochfedern der Fahrzeuge aufgrund der Federungselastizität;

Δh_{Q} die Anhebung des oberen Bereichs aufgrund des vertikalen Einflusses der Wankbewegung (siehe 5.3.3)

mit

$$\alpha_Q = \frac{s_0}{L} \cdot \max(D, I) \quad (12)$$

Σ_V der zusätzliche Zuschlag zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen.

6.3 Summe der Zuschläge Σ

6.3.1 Zuschläge in Querrichtung

6.3.1.1 Betrachtete Einflüsse

Zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen werden Zuschläge definiert, die nach ihrer Art in Gruppen zusammengefasst werden.

M_1 fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichten Grenzpositionen. M_1 berücksichtigt:

- Schwingungen (Verschiebungswert T_{osc});
- Unsymmetrien η_0 bis maximal 1° aufgrund ungenauer Einstellung der Federung und außermittiger Beladung.

M_2 fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleis-instandhaltung in bestimmten Intervallen mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. M_2 berücksichtigt:

- Verschiebungen des Gleises T_{voie} zwischen zwei Durcharbeitungen;
- den geometrischen Anteil nebst dazugehöriger quasistatischer Wirkung eines Querhöhenfehlers T_D .

M_3 ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

6.3.1.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Sollwert von Σ_j kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_j = k \sqrt{\sum_j \Delta b_{T_j}^2} \quad (13)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse (siehe 6.2). Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

6.3.2 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen

6.3.2.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

- vertikaler Einfluss der zufallsbedingten Wankbewegungen (siehe 5.3.3) (nur für den oberen Bereich);
- Höhenfehler oder Anhebung des Gleises T_N ;
- vertikale Toleranzen;
- weitere Zuschläge.

6.3.2.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V

Der Sollwert von Σ_V kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_V = k \sqrt{\sum_j \Delta h_{T_j}^2} \quad (14)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse (siehe 6.2). Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

7 Regeln zur Erstellung einer kinematischen Begrenzungslinie

7.1 Allgemeines

Die Bezugslinie wird für ein gerades ebenes Gleis der Regelspurweite und ohne Überhöhung erstellt. In Abhängigkeit von Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser und Spurweite ergeben sich unterschiedliche Begrenzungslinien.

Die in 5.2 dargestellten zufallsbedingten Einflussgrößen werden in der Summe der Zuschläge Σ_j berücksichtigt.

Alle Parameter sind als positive Werte fallweise rechts oder links von der vertikalen Achse zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Im vorliegenden Abschnitt wurde der Index *cin* bei allen Parametern im Hinblick auf eine bessere Lesbarkeit weggelassen.

7.2 Zugehörige Rechenregeln

Bei der Lage der baulichen Anlage ist die Summe der folgenden Einflüsse zu berücksichtigen:

$$b_{\text{obstacle}} \geq b_{\text{CR}} + S_{i/a} + q_{S_{i/a}} + \Sigma_j \quad (15)$$

Dabei ist

b_{CR} die halbe Breite der kinematischen Bezugslinie;

$S_{i/a}$ die Ausladungen (siehe 5.2.1.2);

$q_{S_{i/a}}$ der Einfluss der quasi-statischen Neigung, nämlich:

$$\text{— auf der Bogeninnenseite: } q_{S_i} = \frac{s_0}{L} [D - D_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}; \quad (16)$$

$$\text{— auf der Bogenaußenseite: } q_{S_a} = \frac{s_0}{L} [I - I_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}; \quad (17)$$

Σ_j die Summe der Zuschläge zur Abdeckung nachstehender zufallsbedingter Einflüsse.

In der Höhenlage müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \geq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{RV}} + \Delta h_{\text{Q}} + \Sigma_V \quad (18)$$

mit

h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;

Δh_{RV} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);

Δh_{Q} die Anhebung des oberen Bereichs aufgrund des vertikalen Einflusses der Wankbewegung (siehe 5.3.3)

mit

$$\alpha_Q = \frac{s_0}{L} \cdot \max(D, I); \quad (19)$$

Σ_V der zusätzliche Zuschlag zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen.

7.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen

7.3.1 Betrachtete Einflüsse

Zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen werden Zuschläge festgelegt, die nach ihrer Art in Gruppen zusammengefasst werden.

M_1 fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichten Grenzpositionen. M_1 berücksichtigt:

- Schwingungen (Verschiebungswert T_{osc});
- Unsymmetrien η_0 bis maximal 1° aufgrund ungenauer Einstellung der Federung und außermittiger Beladung.

M_2 fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleisinstandhaltung in bestimmten Intervallen mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. M_2 berücksichtigt:

- Verschiebungen des Gleises T_{voie} zwischen zwei Durcharbeitungen;
- den geometrischen Anteil nebst dazugehöriger quasistatischer Wirkung eines Querrhöhenfehlers T_D .

M_3 ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

7.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Sollwert von Σ_j kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_j = k \sqrt{\sum_j \Delta b_{T_j}^2} \quad (20)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse (siehe 7.2). Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

7.4 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflüsse

7.4.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

- vertikaler Einfluss der zufallsbedingten Wankbewegungen (siehe 5.3.3.) (nur für den oberen Bereich);
- Höhenfehler oder Anhebung des Gleises T_N ;
- vertikale Toleranzen;
- weitere Zuschläge.

7.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_v

Der Sollwert von Σ_v kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden.

$$\Sigma_V = k \sqrt{\sum_j \Delta h_{T_j}^2} \quad (21)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse (siehe 6.2). Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

8 Regeln zur Erstellung einer dynamischen Begrenzungslinie

8.1 Allgemeines

Die Bezugslinie wird für ein gerades ebenes Gleis der Regelspurweite erstellt. In Abhängigkeit von Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser und Spurweite ergeben sich unterschiedliche Begrenzungslinien.

Die in 5.2 dargestellten zufallsbedingten Einflussgrößen werden in der Summe der Zuschläge Σ_j berücksichtigt.

Alle Parameter sind als positive Werte fallweise rechts oder links von der vertikalen Achse zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Im vorliegenden Abschnitt wurde der Index *dyn* bei allen Parametern weggelassen, um die Lesbarkeit zu verbessern.

8.2 Zugehörige Rechenregeln

Bei der Lage der festen Anlage ist die Summe aller Einflüsse zu berücksichtigen:

$$b_{\text{obstacle}} \geq b_{\text{CR}} + S_{\text{I/a}} + \Sigma_j \quad (22)$$

Dabei ist

b_{CR} die halbe Breite der dynamischen Bezugslinie;

$S_{\text{I/a}}$ die Ausladungen (siehe 5.2.1.2);

Σ_j die Summe der Zuschläge zur Abdeckung nachstehender zufallsbedingter Einflüsse.

In der Höhenlage müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \geq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{RV}} + \Sigma_V \quad (23)$$

Dabei ist

- h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;
- Δh_{RV} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);
- Σ_V der zusätzliche Zuschlag zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen.

8.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen

8.3.1 Betrachtete Einflüsse

Zur Berücksichtigung der in 1.4.2 beschriebenen zufallsbedingten Einflüsse werden Zuschläge festgelegt, die nach ihrer Art in Gruppen zusammengefasst werden.

M_1 fasst alle zufallsbedingten Effekte zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichte Grenzposition. M_1 berücksichtigt:

- Unsymmetrien η_0 bis maximal 1° aufgrund ungenauer Einstellung der Federung und außermittiger Beladung.

M_2 fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleisinstandhaltung in bestimmten Intervallen und mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. M_2 berücksichtigt:

- Verschiebungen des Gleises T_{voie} zwischen zwei Durcharbeitungen;
 - den geometrischen Anteil ($h \frac{T_D}{L}$), der ausschließlich auf den Überhöhungsfehler T_D zurückzuführen ist.
- Der Anteil der quasistatischen Neigung ist fahrzeugseitig zu berücksichtigen.

M_3 ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

8.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Sollwert von Σ_j kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_j = k \sqrt{\sum_{j'} \Delta b_{T_j'}^2} \quad (24)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse. Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

8.4 Zuschläge in vertikaler Richtung zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen

8.4.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

- vertikaler Einfluss der zufallsbedingten Wankbewegungen (siehe 5.3.3.) (nur für den oberen Bereich);
- Höhenfehler oder Anhebung des Gleises T_N ;
- vertikale Toleranzen;
- weitere Zuschläge.

8.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V

Da es anders als in Querrichtung keine Zufallsparameter gibt, werden die Zuschläge in der Vertikalen durch Bildung der arithmetischen Summe der verschiedenen zu berücksichtigenden Komponenten bestimmt.

Der Sollwert von Σ_V kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Bei der Festlegung des Mindestlichtraums ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_V = k \sqrt{\sum_j \Delta h_{T_j}}^2 \quad (25)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse (siehe 6.2). Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad festgelegt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und Richtwerte für die Toleranzen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

9 Gleismittenabstand

9.1 Allgemeines

Der Gleisabstand wird festgelegt, um jederzeit den Regelbetrieb auf benachbarten Gleisen zu ermöglichen. Er beruht auf der gewählten Begrenzungslinie und trägt den gleichen Einflüssen Rechnung, die beim Lichtraum als solchem berücksichtigt werden.

Der Infrastrukturverantwortliche legt einen Gleismittenabstand oder mehrere Gleismittenabstände fest, um die Freihaltung des gewählten Lichtraums sichern zu können:

- für die Überprüfung des Gleismittenabstandes ist der **absolute Grenzgleisabstand** zu bestimmen, der die Grenze darstellt, die unter keinen Umständen überschritten werden darf;
- für den Gleisbau ist der **Mindestgleisabstand** zu bestimmen, der die Grenze für die Anordnung der Gleise darstellt;

- in jedem Fall empfiehlt es sich, einen weiteren Zuschlag vorzusehen; hierzu wird ein **Gleisabstand** definiert, der insbesondere bei der Instandhaltung und Überprüfung des Oberbaus eine einfachere Planung erlaubt, sowie gegebenenfalls einen betrieblichen Zuschlag für Sendungen mit Lademaßüberschreitung.

9.2 Mindestgleisabstand

9.2.1 Einführung

Der Mindestgleisabstand wird so festgelegt, dass Berührungen zwischen den Begrenzungslinien benachbarter Gleise vermieden werden; hierbei werden die Bezugslinien mit ihren zugehörigen Rechenregeln sowie eine auf die gleiche Weise wie beim Mindestlichtraum bestimmte Zuschlagssumme Σ_{AEI} berücksichtigt.

Der Mindestgleisabstand wird im Allgemeinen durch den obersten Punkt P im senkrechten Bereich der Lichtraumumgrenzungslinie bestimmt, siehe Bild 5.

Nur die in 5.2 oder in EN 15273-1 beschriebenen Einflussgrößen wirken sich auf den Mindestgleisabstand aus.

Zu betrachten sind für jedes der beiden Gleise:

- die Ausladungen $s_{i/a}$ (siehe 5.2.1.2);
- die quasistatische Neigung $q_{s_{i/a}}$ (siehe 5.2.1.3);
- der Einfluss des Überhöhungsunterschiedes zwischen den beiden Gleisen $\Delta b_{\delta h}$ (siehe unten);
- Zuschläge M_j für Gleislageunregelmäßigkeiten und Unsymmetrien von Fahrzeugen und Ladungen.

Die Gleichungen für die ersten beiden Punkte und die zu berücksichtigenden zufallsbedingten Einflussgrößen hängen von der Art der festgelegten Begrenzungslinie ab, wie in den vorstehenden Abschnitten ausgeführt.

Bei den Einflussgrößen ist zu unterscheiden, ob sich das Nachbargleis auf der Bogeninnen- oder auf der Bogenaußenseite des betrachteten Gleises befindet.

BEISPIEL Im Fall von zwei konzentrischen Bogengleisen werden beim Außengleis alle Einflüsse bogeninnenseitig und beim Innengleis alle Einflüsse bogenaußenseitig betrachtet.

Im Fall von zwei gegenläufigen Bogengleisen werden alle Einflüsse auf der Außenseite eines jeden Gleises mit seinem jeweiligen Gleisbogenhalbmesser, seiner Überhöhung und seiner Fahrgeschwindigkeit betrachtet.

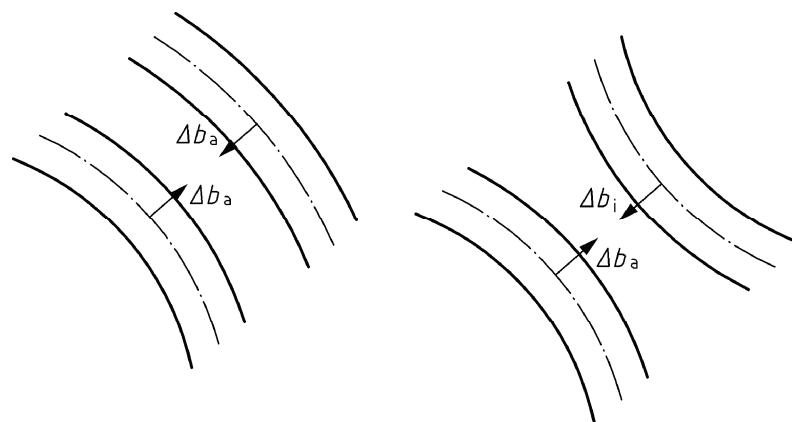


Bild 4 — Gleisabstände

9.2.2 Einfluss des Überhöhungsunterschieds $\Delta b_{\delta D}$

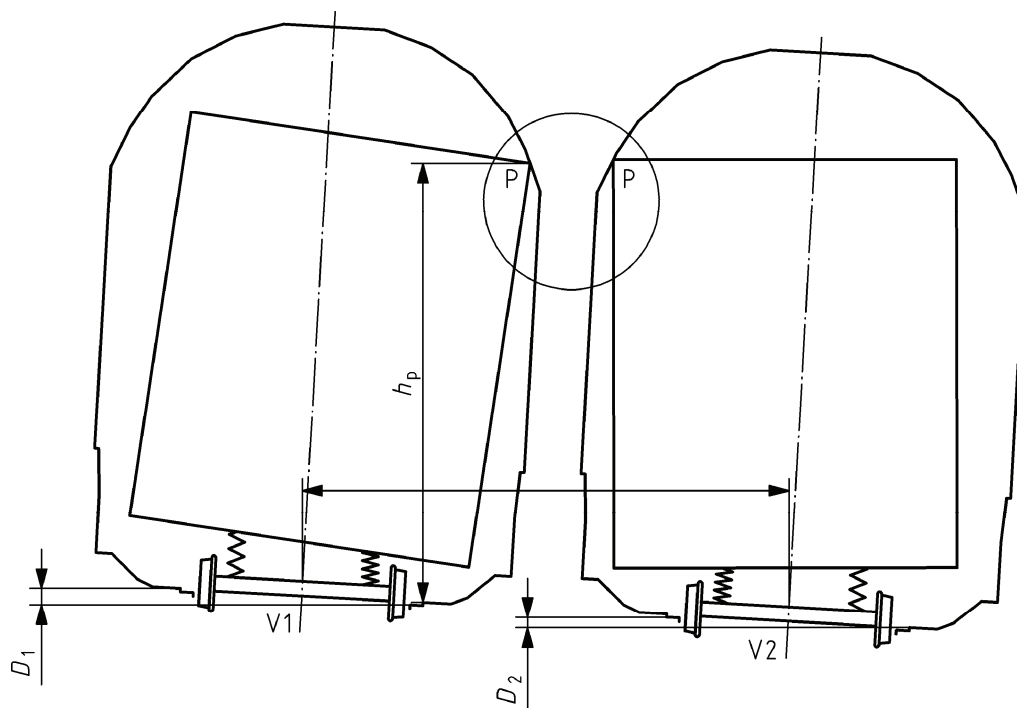
Weisen die beiden betrachteten Gleise einen Unterschied in ihrer Überhöhung auf, nähern sich die beiden Begrenzungslinien in ihren oberen Bereichen. Dies hat einen großen Einfluss auf den Gleismittenabstand, der in Höhe der Lafebene gemessen wird.

Hat der Überhöhungsunterschied zur Folge, dass sich die beiden Begrenzungslinien auf Höhe des Punkts P nähern (siehe Bild 5), ist der Gleismittenabstand zu erweitern. Entfernen sich die beiden Begrenzungslinien auf Höhe des Punkts P voneinander, wäre es möglich, den Gleismittenabstand soweit zu reduzieren, bis die beiden Begrenzungslinie sich auf Höhe des niedrigsten Punktes des vertikalen Abschnitts berühren; eine solche Verringerung des Abstands wird sehr selten umgesetzt.

Unter Beachtung der vorstehenden Bedingungen wird dieser Einfluss wie folgt berechnet:

$$\Delta b_{\delta D} = \frac{h_p}{L} [D_1 - D_2]_{>0} \quad (26)$$

Hierbei ist Gleis 1 das linke Gleis, Gleis 2 das rechte. Die Überhöhung ist immer gleichsinnig zu betrachten (siehe Bild 5).



Legende

- V1 Gleis 1
- V2 Gleis 2

Bild 5 — Gleismittenabstand bei unterschiedlichen Überhöhungen

9.2.3 Zuschläge zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen

Die abzudeckenden Einflüsse sind in 5.2.2 erläutert.

Die Einflüsse sind für beide Gleise zugleich zu betrachten. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Einflüsse auf den beiden Gleisen nicht voneinander abhängig sind, d. h., dass die arithmetische Summe der Zuschläge für die einzelnen Gleise als Überbewertung anzusehen ist.

Zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Wirkungen bei der Bestimmung des Gleismittenabstands werden Zuschläge festgelegt, und zwar je nach ihrer Art in Gruppen zusammengefasst:

- Der absolute Grenzgleisabstand berücksichtigt nur Erweiterungen und bestimmte Zuschläge, welche die Sicherheit bei Zugbegegnungen zum Zeitpunkt einer Überprüfung anhand der vor Ort erhobenen Parameter sicherstellen. Diese Zuschläge werden zu M_{EA1} zusammengefasst.
- Der Mindestgleisabstand (der bautechnische Grenzgleisabstand) berücksichtigt den absoluten Grenzgleisabstand sowie alle Verschiebungen und Verschleißerscheinungen, die zwischen zwei Durcharbeitungen auftreten können, anhand eines Zuschlags M_{EA2} . Die Einhaltung des Mindestgleisabstandes stellt sicher, dass der Raum zwischen den verschiedenen Instandhaltungs- und Prüfmaßnahmen frei bleibt.
- Der (Nenn-) Gleisabstand wie auch der Regelgleisabstand sieht neben den Zuschlägen M_{EA1} und M_{EA2} noch einen weiteren Zuschlag M_{EA3} vor, der in 5.4 beschrieben ist. Die Einhaltung dieses Gleisabstandes führt zu Vereinfachungen für Oberbau und Instandhaltung.

Der Zuschlag M_{EA1} entspricht Σ_{EA1} .

Die Summe der Zuschläge M_{EA1} und M_{EA2} entspricht Σ_{EA2} .

Die Summe der Zuschläge M_{EA1} und M_{EA3} entspricht Σ_{EA3} .

9.2.4 Festlegungen

Die in 9.2.1 beschriebenen Einflüsse hängen von der örtlichen Situation des jeweiligen Gleises ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser und Spurweite) und sind durch Addition der beiden halben Breiten der Bezugslinie zu berücksichtigen. Die in 7.2.2.5 dargestellten zufallsbedingten Effekte werden durch einen einzigen Zuschlag Σ_{EAj} berücksichtigt. Beim Gleismittenabstand ist die arithmetische Summe dieser Einflüsse zu berücksichtigen:

$$EA \geq (b_{CR} + S_{i/a} + q_{s_{i/a}})_{\text{voie1}} + (b_{CR} + S_{i/a} + q_{s_{i/a}})_{\text{voie2}} + \Delta b_{\text{öD}} + \Sigma_{EAj} \quad (27)$$

9.2.4.1 Festlegung des Zuschlags Σ_{EAj}

Je nachdem, welche Verwendung für den zu bestimmenden Mindestgleisabstand vorgesehen ist, sind die Einflüsse beim Zuschlag Σ_{EAj} in unterschiedlicher Weise zu berücksichtigen:

Der Sollwert von Σ_{EAj} kann:

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers festgelegt oder;
- mit der nachstehenden Rechenmethode aufgrund von Instandhaltungstoleranzen ermittelt werden.

Die zu berücksichtigenden Einflüsse hängen von der Rechenmethode und der Art des betrachteten Gleismittenabstands ab.

9.2.4.2 Rechenmethode

9.2.4.2.1 Für die statische Begrenzungslinie

Bei der statischen Begrenzungslinie gibt es im Allgemeinen keine Methode zur Berechnung des Mindestgleisabstands.

Sehr häufig wird der Mindestgleisabstand als Summe der halben Breiten des Einheits-Lichtraums definiert.

Wenn es eine entsprechende kinematische Begrenzungslinie gibt, kann der Mindestgleisabstand anhand der kinematischen Methode bestimmt werden.

9.2.4.2.2 Für die kinematische Begrenzungslinie

Bei der Bestimmung des Mindestgleisabstandes ist zu beachten, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass für alle Einflüsse gleichzeitig Extremwerte auftreten. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand der folgenden allgemeinen Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_{EA} = k \sqrt{\left(\sum_j \Delta b_{T_j}^2 \right)_{\text{voie1}} + \left(\sum_j \Delta b_{T_j}^2 \right)_{\text{voie2}}} \quad (28)$$

Hierbei ist T_j der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigen Einflüsse. Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer Summe zu betrachten. Es sei daran erinnert, dass die gleichen Wirkungen auf den beiden Gleisen als voneinander unabhängig anzusehen sind.

Mit dem Koeffizienten k wird der Sicherheitsgrad bestimmt ($k \geq 1$).

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

Ein Rechenbeispiel und einige Richtwerte für die Zuschläge sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

9.2.4.2.3 Für die dynamische Begrenzungslinie

Bei der dynamischen Begrenzungslinie gibt es bisher noch keine Standardmethode zur Berechnung des Mindestgleisabstandes.

Die Grundsätze für die kinematische Berechnung können jedoch leicht auf die Ermittlung des Mindestgleisabstandes bei der dynamischen Begrenzungslinie transponiert werden.

9.3 (Nenn-) Gleisabstand und Regelgleisabstand

9.3.1 Einführung

Der Nenn- oder Regelgleisabstand deckt alle vorstehend bei der Berechnung des Mindestgleisabstandes genannten Zuschläge ab, enthält jedoch noch weitere. Diese Zuschläge sind vom Infrastrukturverantwortlichen auf der Grundlage der Einflüsse, die er abzudecken wünscht, festzulegen:

- Zuschlag zur Erhöhung der Sicherheit;
- zusätzlicher Instandhaltungszuschlag;
- Zuschlag zur Berücksichtigung der aerodynamischen Effekte;
- Zuschlag zur Vereinfachung des Weichenbaus;
- Zuschlag für Sendungen mit Lademaßüberschreitung;
- Reserve für Änderungen der Trassierung oder des Lichtraums;
- Zuschläge im Hinblick auf einen unveränderlichen Gleismittenabstand, der infrastrukturseitig dort, wo real große Spielräume vorhanden sind, leicht zu handhaben ist.

Weitere Zuschläge für die Sicherheit von Personen gehen über den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm hinaus und sind in anderer Zuständigkeit zu regeln.

9.3.2 Festlegungen

Im Allgemeinen hat ein Regelgleisabstand einen konstanten Wert, der für bestimmte Bereiche von Gleisbogenhalbmessern festgelegt wird, um die Gleisplanung, -verlegung und -instandhaltung zu vereinfachen.

Es gibt jedoch keine gemeinsame Methode für alle Netze zur Bestimmung des Regelgleisabstandes, da dieser sich aus verschiedenen Zuschlägen ergibt, die je nach empfundenem Bedarf der Infrastrukturverantwortlichen zu beachten sind oder auch nicht. Der Regelgleisabstand wird daher zusammen mit dem Einheits-Lichtraum anhand einer Machbarkeitsstudie auf der Grundlage der Zielsetzungen und der sich hieraus ergebenden technischen und wirtschaftlichen Folgen bestimmt.

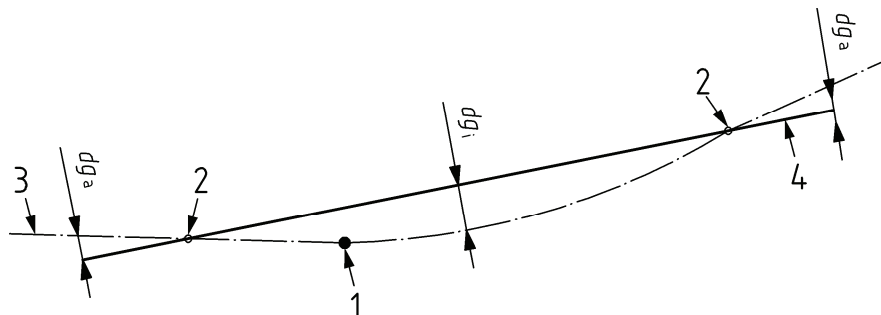
Eine Möglichkeit zur Erzielung eines größeren Sicherheitszuschlags mit dem alleinigen Zweck, die Behandlung des Gleismittenabstands zu vereinfachen, besteht darin, anstelle des quadratischen Mittels aller beim Mindestgleisabstand genannten Zuschläge für zufallsbedingte Effekte das arithmetische Mittel zu bilden. Diese Methode wird im Allgemeinen akzeptiert, auf den verschiedenen Netzen jedoch kaum verwendet.

10 Trassierung in Übergangsbereichen

10.1 Einführung

10.1.1 Berechnungsgrundlagen

Die vorstehenden Regeln enthalten genügend Informationen zur Berechnung des Raums, der für den Eisenbahnbetrieb in der Geraden und im Gleisbogen freizuhalten ist. In Übergangsbereichen Gerade/Gleisbogen beansprucht ein Eisenbahnfahrzeug eine zunehmend größere Breite. Abgesehen von den Trassierungsmerkmalen hängt dieser Übergangsbereich auch von der Länge der Fahrzeuge ab, die auf den betrachteten Gleisen zum Einsatz kommen (siehe Bild 6).



Legende

- 1 Bogenanfang (Tangentialpunkt des Gleisbogens)
- 2 Führungsquerschnitte der Drehzapfen oder Achsen
- 3 Gleisachse
- 4 Mittellinie des Fahrzeugs

Bild 6 — Fahrzeug im Übergangsbogen

Bei den Ausladungsgleichungen und den Regeln der quasistatischen Neigung wird die Position des Extrempunktes des Wagenkastens nicht berücksichtigt. Bei der Einfahrt eines Fahrzeugs in einen Gleisbogen beginnen die verschiedenen Einflüsse sich bemerkbar zu machen, sobald der erste Radsatz des Fahrzeugs in den Gleisbogen eintritt. Der Schwerpunkt und die äußersten vom Fahrzeug erreichten Punkte befinden sich zu diesem Zeitpunkt noch weit vor dem Beginn des Übergangsbereichs. Die Regeln für die Lichtraumberechnung beim Befahren von Übergangsbögen sind nachstehend beschrieben.

10.1.2 Merkmale der Übergangsbereiche

Ein Wechsel in der Trassierung besteht oft einerseits aus einem Wechsel des Gleisbogenradius und andererseits aus einem Wechsel von Überhöhung und Überhöhungsfehlbetrag. Die Änderung des Gleisbogenradius kann allmählich oder sprunghaft erfolgen. Die Überhöhungsänderung erfordert immer eine Übergangsrampe mit einer Mindestlänge (siehe auch ENV 13803-1).

Übergangsbögen und Überhöhungsrampen fallen im Allgemeinen zusammen, können jedoch auch einzeln auftreten.

Bei Neigungsaustrundungen gibt es im Regelfall keine Übergangsbögen (siehe ENV 13803-1). Die gleichen Einflüsse treten nur bei Bögen in der Ebene auf.

Die Trassierung von Weichen weisen zahlreiche Besonderheiten auf und werden daher gesondert behandelt.

10.1.3 Veränderung des Lichtraums

Die Lichtraumänderungen hängen von der Art der Begrenzungslinie ab. Im Allgemeinen gelten folgende Lichtraumparameter als veränderlich in der Breite:

- die Ausladungen;
- die quasistatische Neigung.

Die Ausladungen hängen nur vom Gleisbogenradius und von der örtlichen Spurweite ab. Bei einer Betrachtung des Lichtraums in Bezug auf das nächstgelegene Gleis wird der Anteil der Spurweite automatisch berücksichtigt und kann daher vernachlässigt werden.

Auf der Bogeninnenseite hängt die quasistatische Neigung nur von der Überhöhung und der Übergangsrampe ab. Der maßgebende Punkt des Fahrzeugs, der mit der größten Ausladung, befindet sich in der Mitte des Wagenkastens.

Auf der Bogenaußenseite hängt die quasistatische Neigung vom Überhöhungsfehlbetrag ab, der sich nach der örtlichen Überhöhung, dem Gleisbogenhalbmesser und der gefahrenen Geschwindigkeit richtet. Hier befindet sich der Punkt des Fahrzeugs mit der größten Ausladung am äußersten Ende des Wagenkastens.

Bei Verschiebungen in vertikaler Richtung treten ähnliche Wirkungen auf, die im Folgenden jedoch nicht im Einzelnen behandelt werden.

10.2 Lichtraum bei Krümmungswechsel

10.2.1 Unvermittelte Krümmungswechsel

10.2.1.1 Ausladungen

Schickt sich ein Fahrzeug an, in einen Gleisbogen einzufahren, ist am Fahrzeugbug bereits eine Verschiebung gegenüber der Gleisachse zu verzeichnen, bevor der erste Radsatz bzw. das erste Drehgestell überhaupt in den Gleisbogen eingetreten ist.

Sobald das erste Drehgestell bzw. der erste Radsatz in den Gleisbogen einfährt, macht sich am Fahrzeugheck eine erste Verschiebung bemerkbar; d. h., dass die Ausladungen auf der Außenseite zum Teil bereits in einem Abstand ($n_a + a$) vom Beginn des Krümmungswechsels zu berücksichtigen sind. Die geometrische Verschiebung macht sich in ihrem vollen Umfang bemerkbar, wenn sich das gesamte Fahrzeug im Gleisbogen befindet, d. h. wenn das Fahrzeugheck sich in einen Abstand n_a vom Beginn des Gleisbogens befindet. Zwischen diesen beiden Extremsituationen kommt es zu einer allmählichen Veränderung.