

**DIN EN 15273-2**

ICS 45.020; 45.060.01

**Bahnanwendungen –  
Begrenzungslinien –  
Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien;  
Deutsche Fassung EN 15273-2:2009**

Railway applications –  
Gauges –  
Part 2: Rolling stock gauge;  
German version EN 15273-2:2009

Applications ferroviaires –  
Gabarits –  
Partie 2: Gabarit du matériel roulant;  
Version allemande EN 15273-2:2009

Gesamtumfang 290 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 2

EN 12663 ersetzen durch:

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

## 2 3.1 Leerfahrzeug

Ersetze:

„Definition nach EN 12663“

durch:

„Definition nach EN 15663“

## 3 4. Symbole und Abkürzungen

Ersetze „ $b_1$ “ durch „ $b_1$ “

#### 4 A.2.2.1

Ersetze:

„Bei der Bezugslinie GIS1 handelt es sich um die Untergrenze von Fahrzeugen, die Ablaufberge, Gleisbremsen und sonstige Rangier- oder Bremseinrichtungen befahren dürfen (siehe Bild A.2).“

durch:

„Die Bezugslinie GIS1 gilt für Fahrzeuge, die Ablaufberge, Gleisbremsen und sonstige Rangier- oder Bremseinrichtungen befahren dürfen (siehe Bild A.2).“

#### 5 A.2.2.2

Ersetze:

„Die Bezugslinie GIS2 ist die Untergrenze für spezielle Niederflurwagen, die weder Ablaufberge noch Gleisbremsen in Bremsstellung befahren dürfen (siehe Bild A.3).“

durch:

„Die Bezugslinie GIS2 gilt für Fahrzeuge, die weder Ablaufberge noch Gleisbremsen in Bremsstellung befahren dürfen (siehe Bild A.3).“

#### 6 A.2.4, Ergänzungen zu Gleichungen A.2 und A.4

Hinweis: Gleichungen für den Bereich  $\leq 430$  mm ü. SO fehlen, Ergänzung wie folgt:

$$E_i = \left[ \frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + [x_i]_{>0} - \frac{0,075}{0,025} \right]_{>0} \quad \begin{matrix} 1) \\ 2) \end{matrix} \quad (\text{A.2})$$

$$E_a = \left[ \frac{\Delta_a}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n_a + a}{a} + [x_a]_{>0} - \frac{0,075}{0,025} \right]_{>0} \quad \begin{matrix} 1) \\ 2) \end{matrix} \quad (\text{A.4})$$

- 1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile, die bei niedrigstem zulässigen Pufferstand bei Stillstand des Fahrzeuges oberhalb einer Höhe von 0,430 m über SO liegen.
- 2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile, die bei niedrigstem zulässigen Pufferstand bei Stillstand des Fahrzeuges unter eine Höhe von 0,430 m über SO hinunterreichen können.

#### 7 A.3.4.1.5.1, Gleichung (A.10)

Ergänze in Gleichung '...0,115/0,125 oder 0,08'

#### 8 A.3.4.1.5.1, Bild A.12

„125 115“ im Bild ersetzen durch „1“. In Legende „a“ ersetzen durch „1“ und das erste „oder“ durch „/“ ersetzen (genau wie bei Bild A.9 und A.10).

Hinweis: „80 mm“ (0,08) ist in UIC 505-1 nicht enthalten. Dieser Zusatz bezieht sich vermutlich auf die Drehgestelle der Wagen.

### 9 A.3.4.1.5.1, Gleichung (A.15)

Ergänze analog Gleichung (A.10)

0,115/0,125

### 10 A.3.4.1.6

Die folgenden Gleichungen sind wie folgt richtig zu stellen und in Einklang mit den Gleichungen (A.18) und (A.19) dieser Norm sowie mit den Gleichungen 107 und 108 sowie 114 und 116 der DIN EN 15273-1 zu bringen:

$$e_i \text{ oder } e_a = \left( dg_{iv} \text{ oder } dg_{av} - \frac{50}{R_v} \right)_{>0} \text{ mit } R_v \geq 500 \text{ m.} \quad (\text{Gleichung ohne eigene Nummer})$$

Hinweis: In dem Term muss 50 000 durch 50 ersetzt werden, da  $R_v$  in m angegeben wird.

Zwischen den Führungsquerschnitten gilt (in m ausgedrückte Regelwerte, für  $h_{\min} = 0,08$  m):

$$e_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{1\,000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.16})$$

Außerhalb der Führungsquerschnitte gilt (in m ausgedrückte Regelwerte, für  $h_{\min} = 0,08$  m):

$$e_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{1\,000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.17})$$

Hinweis: Der Wert 1 000 ergibt sich aus  $2 \times R_v = 2 \times 500$  m; 0,08 m ergibt sich aus  $50/R_v$  mit  $R_v = 625$  m und ist der Regelwert für allgemeine Anwendung/Fahrzeuge, die nicht ablaufen dürfen.

### 11 A.3.4.2.3, Gleichungen (A.18) und (A.19)

Entsprechend EN15273-1, Anhang F, und EN15273-3, Anhang C1, Formel C.1 wird die Grenzlinie im oberen Teil um 50/Rv erweitert.

Hinweis: Dies ist in Übereinstimmung mit EBO Anlage 2, Kap. 3.

Damit stehen die folgenden Festlegungen in (A18) und (A19)

$$\left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{1000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.18})$$

$$\left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{1000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.19})$$

im Widerspruch zu den Festlegungen aus den Teilen 1 und 3 dieser Norm und sind daher nicht zutreffend.

### 12 A.3.6, 1.Satz

Einheit oder Wert in „sabots de freinage de 0,125 mm“ durch '0,125 m' (oder '125 mm') ersetzen.

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

### 13 A.3.7, Gleichung (A.23)

Ersetze Gleichung (A.23)

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_l + \Delta h_2 + f + \frac{n \cdot (a - n)}{a} \cdot \tan \alpha'' + M_{fb}$$

durch

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_l + \Delta h_2 + f + n \cdot \tan \alpha'' + M_{fb}$$

### 14 A.3.9.1.2.1ff, Fußnoten

Gleichungen (A.34), (A.36), (A.41) und weiter (A.44, 46, 47, 49, 50, 53, 55, 56 bis 64):  
Setze Fußnote 4 hinter oberen und Fußnote 5 hinter unteren Zahlenwert.

Gleichung (A.38): Ersetze Fußnote 1 durch Fußnote 4 und Fußnote 2 durch Fußnote 5.

### 15 A.3.10.1

Ersetze  $z$  durch  $z_{\text{cin}}$  wie folgt:

„Bei zweiachsigen Güterwagen, und nur bei Bauteilen mit einer Höhe über SO von weniger als 1,17 m, kann der Ausdruck  $z$  in den Gleichungen (A.56) bis (A.59) um 0,005 m reduziert werden, wenn  $(z - 0,005) > 0$ . Er kann als Null angesehen werden, wenn  $(z - 0,005) \leq 0$ .“

durch:

„Bei zweiachsigen Güterwagen, und nur bei Bauteilen mit einer Höhe über SO von weniger als 1,17 m, kann der Ausdruck  $z_{\text{cin}}$  in den Gleichungen (A.56) bis (A.59) um 0,005 m reduziert werden, wenn  $(z_{\text{cin}} - 0,005) > 0$ . Er kann als Null angesehen werden, wenn  $(z_{\text{cin}} - 0,005) \leq 0$ .“

### 16 A.3.10.1.1, Gleichung (A.56)

In der Gleichung  $w_{\infty}$  streichen, da hier  $w_{\infty} = 0$ .

Ersetze  $E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z_{\text{cin}} - 0,015$

durch  $E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + z_{\text{cin}} - 0,015$

### 17 A.3.12, Überschrift

Ersetze:

„Nachweis der Begrenzungslinie für Stromabnehmer“

durch:

„Nachweis der Begrenzungslinie für Stromabnehmer und sonstige nicht isolierte spannungsführende Bauteile auf dem Dach“

### 18 A.3.12.1, Bild A.16, Legende

Ersetze:

„2 – maximale Begrenzungslinie der kinematischen Konstruktion“

durch

„2 – Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie“

Ersetze

„4 – maximale Höhe der Bezugslinie der Konstruktion“

durch

„4 – maximale Höhe der Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie“

Ergänze:

„Raum, in den keine Bauteile hineinragen dürfen, die noch unter Spannung stehen können“

durch:

„Raum, in den keine Bauteile hineinragen dürfen, die noch unter Spannung stehen können (Schutzabstand)“

## 19 A.3.12.4

Wert in  $z$  (Differenz in 6,5 m Höhe ...) wie folgt ändern:

Ersetze 6,5 m

durch 5,0 m.

## 20 A.3.12.8, Überschrift

Ersetze:

„Sonstige Bauteile auf dem Dach“

durch:

„Sonstige nicht isolierte spannungsführende Bauteile auf dem Dach“

## 21 A.3.13.1

Gleichungen (A.91), (A.92) und jeweils darunter befindliche Textzeilen:

Ersetze „ $P_{oa}$ “ durch „ $P_{oi}$ “

und „ $P_{ua}$ “ durch „ $P_{ui}$ “.

Den folgenden vorletzten Absatz streichen:

„Wenn  $P_{ua} > 0$ , ist der aktive Stromabnehmer anhand der Einrichtung selbst um den Wert  $P_{ua}$  nachzuzentrieren.“

Anmerkung: Index „a“ bedeutet in den Gleichungen (A.86), (A.91), (A.92), (A.100) und (A.101) „nach bogenaußen“, nicht etwa „innerhalb der Führungsquerschnitte“ und ist daher korrekt. Nachweis wird für Fahrt mit Wanken nach bogenaußen geführt.

## 22 A.3.13.1/13.2, Gleichungen (A.86), (A.91), (A.92), (A.100) und (A.101)

Ersetze „ $P_{oa}$ “, „ $P_{ua}$ “

durch „ $P_{oi}$ “, „ $P_{ui}$ “

## 23 A.3.14, (A.105), (A.106) und Höchstwert 0,035 m

Anwender-Warnhinweis: Der Höchstwert von 0,035 m darf nur in Anspruch genommen werden, wenn der Infrastrukturbetreiber einen ausreichenden Mindestabstand zwischen Gleismitte und Bahnsteigkante vorhält. Siehe hierzu Anhang R (SBB-Verhältnisse).

## 24 A.3.16.7, Änderung

Ersetze „ $E$  oder  $I'$ “

durch „ $D$  oder  $I'$ “ und

ersetze „oder“

durch „oder“

Begründung:  $E$  ist in dieser Norm eindeutig als „Einschränkung“ definiert. Der Ausdruck „ $E'$ “ stammt aus UIC 505-1 und ist in EN 13803 als Überhöhungsüberschuss (Excess of cant) definiert, passt hier aber nicht.

## 25 A.3.16.9, (A.111), (A.113) und (A.114)

Ersetze „ $E'$ “ durch „ $D'$ “

und „ $E$ “ durch „ $D$ “ (wie vorstehend)

## 26 A.3.16.9

Satz über Gleichung (A.111): Streiche „ $E'$ “;

Gleichung (A.111): streiche den Term  $\frac{E'}{E}$ .

Anmerkung:  $E'$  und  $E$ , aber ersatzweise auch  $D'$  bzw.  $D$ , passen in dieser Gleichung nicht. Fehler liegt an UIC 505-1. Diese Gleichung ist ohnehin nicht immer gültig, z. B. nicht bei Weichenfahrt mit  $D = 0$  ohne aktive Neigung,  $I_C = I_P = 100$  mm für beide Fahrzeugbauarten,  $I_C =$  z. B. 180 mm,  $I_P =$  z. B. 280 mm.

Satz über Gleichung A.113: Ersetze „Überhöhungsbetrag“ durch „Überhöhungsfehlbetrag“.

Anmerkung: Übersetzungsfehler.

## 27 A.3.16.9, Gleichung (A.113)

Ersetze (A.113)  $I_p$  oder  $I_c = 11,8 \cdot \frac{v_p^2 \text{ oder } v_c^2}{R} - E$

durch:  $I_p$  oder  $I_c = 11,8 \cdot \frac{V_p^2 \text{ oder } V_c^2}{1000 \cdot R} - D$

und darunter jeweils  $v_p$  bzw.  $v_c$

ersetzen durch  $V_p$  bzw.  $V_c$

**28 A.3.16.9, Gleichung (A.114)**

Ersetze (A.114)

$$v_p \leq \sqrt{\frac{I_p + E}{I_c + E}} \cdot v_c$$

durch:

$$V_p \leq \sqrt{\frac{I_p + D}{I_c + D}} - V_C$$

**29 B.3.4.1, Gleichung (B.20)**

Ersetze  $p^2/4$  durch ' $p^2/4$ ' wie folgt:

Ersetze

$$x_a = \frac{1}{750} \left( a \cdot n_a + n_a^2 \cdot \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n_a + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_a}{a} - (120 - 20k) \right) + (w'_{i150} - w'_{i250}) \frac{n_a}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n_a + a}{a}$$

durch

$$x_a = \frac{1}{750} \left( a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n_a + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_a}{a} - (120 - 20k) \right) + (w'_{i150} - w'_{i250}) \frac{n_a}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n_a + a}{a}$$

**30 F.3.2.2**

Ersetze für  $d$  den Wert 1 492 m durch '1,492 m'

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert

**31 H.5.1, Gleichungen (H.31) und (H.32)**

Ersetze ' $T$ ' durch ' $t$ '

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

**32 Tabelle J.1**

Ersetze bei „Ausladungen im geraden Gleis:

„ $S = 0,11$  m“ durch „ $S = 0,015$  m“.

Begründung: Kompatibilität mit  $S_i$ ,  $S_a$  bei  $R = \infty$ .

Ergänze auch Spalte 1 der Tabelle J.1 folgendermaßen:

Tabelle J.1 — Allgemeine Bedingungen

| Merkmal der Begrenzungslinie                 | Werte                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dynamische Bezugslinie                       | Begrenzungslinie SEa<br>Begrenzungslinie Sec                                                                                                                                                  | Siehe J.3<br>Siehe J.6                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |
|                                              | Bogeninnenseite:                                                                                                                                                                              | Bogenaußenseite:                                                                                                                                                                                        | Stromabnehmer                                                                                                                                                                                                        |
|                                              | $S_i = \frac{41}{R} + 0,015 \text{ m}$                                                                                                                                                        | $S_a = \frac{31}{R} + 0,015 \text{ m}$                                                                                                                                                                  | $S_w = \frac{21}{R} + 0,015 \text{ m}$                                                                                                                                                                               |
| Ausladung im geraden Gleis                   | $S = 0,015 \text{ m}$                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |
| Maximal erlaubte Überhöhung                  | $R < 275 \text{ m}$ :                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         | $R \geq 275 \text{ m}$ :                                                                                                                                                                                             |
|                                              | $D_{\max} = \frac{0,15}{225} \cdot (R - 50) \text{ m}$                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         | $D_{\max} = 0,150 \text{ m}$                                                                                                                                                                                         |
| Maximal erlaubter Überhöhungs-<br>fehlbetrag | $R < 200 \text{ m}$ :<br>$I_{\max} = 0,100 \text{ m}$                                                                                                                                         | $200 \text{ m} \leq R < 275 \text{ m}$ :<br>$I_{\max} = \frac{0,15}{225} \cdot (R - 50) \text{ m}$<br>oder<br>$I_{\max} = \text{zulässiger Höchstwert für das Fahrzeug, wenn dieser Wert geringer ist}$ | $R \geq 275 \text{ m}$ :<br>$I_{\max} = \text{zulässiger Höchstwert für das Fahrzeug}$                                                                                                                               |
|                                              |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |
| Laderampen                                   | Fahrzeuge, die an Verladerampen heranfahren dürfen:<br>Diese Fahrzeuge dürfen den schraffierten Bereich der dynamischen Bezugslinie ( $0,770 \text{ m} < h < 1,200 \text{ m}$ ) nicht nutzen. |                                                                                                                                                                                                         | Fahrzeuge, die einen Mindestabstand von 2,0 m zu Verladerampen einhalten müssen:<br>Diese Fahrzeuge dürfen den schraffierten Bereich der dynamischen Bezugslinie ( $0,770 \text{ m} < h < 1,200 \text{ m}$ ) nutzen. |

### 33 L.1.2.2 und L.2.2

In beiden Gleichungen ohne Nummern für  $\Delta z_{\text{cin}}$ :

Ersetze die Termen „+0,015+0,039“

durch einen einzigen Term „+0,027“.

Anmerkung: Diese Korrektur ist für die korrekte Ermittlung der Begrenzungslinien für DE 1 (Profil ICE1 und ICE 2) und DE 2 (Doppelstockwagen) wichtig

### 34 N.3.2.1

Im 2.Satz fehlt der Verweis auf die entsprechende Abschnittsnummer; folgendermaßen ändern:

Ersetze 'à l'Article' durch 'à N.4.1.2'

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

**35 N.3.6.2, Tabelle N.1**

In der ersten Spalte links oben einsetzen:

„Von 1 bis...“ bzw. „De 1 à  $N_C \times N_j \times N_L \times N_V$ “,

Den horizontalen Trennstrich in der ersten Spalte entfernen (zwischen „Beladung“ und „Federung“/„Charge de véhicule“ und „Suspension“).

**36 N.3.7**

Die Spiegelstriche sind durch a) bis f) zu ersetzen, weil die folgenden beiden Sätze darauf Bezug nehmen.

Hinweis: in deutscher Fassung bereits korrigiert.

**37 N.3.8.4**

Im ersten Satz den Verweis 'N.3.5.1' durch 'N.3.5.2' ersetzen.

**38 N.3.10.1, Tabelle N.4**

In die letzten Spalte eintragen:

„einem einzelnen Referenzprofil“

(frz. Fassung: „Contour de référence unique“).

**39 N.4.2.2.5.1**

Nach dem Satz unter Tabelle N.8 (über Bild N.6) eine neue Kapitelüberschrift einfügen:

„N.4.2.2.5.2 Vertikale Zuschläge

(frz. Titel: Marges verticales)

**40 N.4.2.3.1, Tabelle N.11**

In 2. Spalte, 3. Zeile ist gemäß englischer Fassung der Wert 5,023 durch 54,023 wie folgt zu ersetzen:

$$S_{a \text{ dyn}} = \sqrt{(108,68 + (\sqrt{(R^2 - 54,023) + b_{\text{inf } a}})^2) - R - b_{\text{inf } a} - 0,075}$$

**41 N.4.3.2, 1. Satz**

Ersetze den Wert 1,100 mm durch 1 100 mm (oder 1,100 m).

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

#### 42 N.4.3.2.4.2 ff, Bilder N.9, N.12 und N.18

Der Punkt „C“ im jeweiligen Bild muss an der Unterkante des Bereichs (8) gezeichnet werden, da hier die Bezugslinie des Fahrzeugprofils endet. Ebenso Maß  $D$  an diesen neuen Punkt  $C$  heranführen, Maß  $H$  entsprechend kürzen.

#### 43 N.4.3.3.3

Satz unter Gleichung (N.71) wie folgt richtig stellen:

„Die Bezugslinie UK1[B] enthält einen pauschalen Zuschlag für dynamische Bewegungen, Fahrzeugtoleranzen und einige geometrische Bewegungen von zusammen 0,1 m ( $z_{\text{dyn}} \leq 0,1$ ).“

(Franz. Version: „Le contour UK1[B] inclut une marge forfaitaire de 0,1 m qui renferme les mouvements dynamiques, tolérances du véhicule et une partie des mouvements géométriques ( $z_{\text{dyn}} \leq 0,1$ ).“)

#### 44 N.4.3.4.3

Unter der Gleichung (N.75):

Ersetze „8 mm pour la tolérance de la distance entre les roues“

durch „8 mm pour le jeu de l'essieu dans la voie“.

Hinweis: Es handelt sich um 8 mm Spurspiel (flangeway clearance). In deutscher Fassung bereits korrigiert.

#### 45 O.2.3, Term zu 'Relativer Anpassungsfehler'

Folgender rechtsseitige Term '100 × (Simulationsergebnis – gemessener Wert) / (gemessener Wert)' fehlt in französischer Referenzfassung. Der gesamte Term ist folgendermaßen einzufügen:

$$\text{Erreur relative d'adaptation} = 100 \times (\text{résultat de simulation} - \text{valeur mesurée}) / (\text{valeur mesurée})$$

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

#### 46 Anhang R, letzter Abschnitt

Ersetze den Ausdruck '0.0035 m' durch '0,035 m' wie folgt:

„... Aus diesem Grund kann die Überschreitung der Fahrzeugbegrenzungslinie um den Wert  $w_i$  (höchstens), jedoch maximal um 0,035 m im Bereich unterhalb von 0,6 m über SO (Schienenoberkante) nicht akzeptiert werden. ...“

Hinweis: In deutscher Fassung bereits korrigiert.

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —  
Begrenzungslinien —  
Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien

Railway applications —  
Gauges —  
Part 2: Rolling stock gauge

Applications ferroviaires —  
Gabarits —  
Partie 2: Gabarit du matériel roulant

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

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

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

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



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

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

## Inhalt

|                                                                                                                                             | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                                                               | 5     |
| Einleitung.....                                                                                                                             | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                   | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                              | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                            | 7     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                                                                                             | 7     |
| 5 Gemeinsame Vorschriften .....                                                                                                             | 11    |
| 5.1 Statische und kinematische Begrenzungslinien .....                                                                                      | 12    |
| 5.2 Dynamische Methoden.....                                                                                                                | 14    |
| Anhang A (normativ) Begrenzungslinie G1.....                                                                                                | 16    |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                                                       | 16    |
| A.2 Statische Begrenzungslinie G1 .....                                                                                                     | 18    |
| A.3 Kinematische Begrenzungslinie G1.....                                                                                                   | 21    |
| A.4 Einstellung der Fahrzeuge im Gleis: Schrägungskoeffizient (A).....                                                                      | 74    |
| Anhang B (normativ) Begrenzungslinien GA, GB und GC .....                                                                                   | 78    |
| B.1 Gemeinsamkeiten mit der Begrenzungslinie G1 .....                                                                                       | 78    |
| B.2 Statische Begrenzungslinie GA, GB und GC (Ladebegrenzungslinien).....                                                                   | 78    |
| B.3 Kinematische Begrenzungslinien GA, GB und GC .....                                                                                      | 81    |
| Anhang C (normativ) Begrenzungslinien GB1, GB2 .....                                                                                        | 91    |
| C.1 Statische Begrenzungslinien GB1 und GB2 .....                                                                                           | 91    |
| Anhang D (normativ) Kinematische Begrenzungslinie GIC3 .....                                                                                | 95    |
| D.1 Bezugslinie GIC3.....                                                                                                                   | 95    |
| Anhang E (normativ) Begrenzungslinie G2.....                                                                                                | 96    |
| E.1 Statische Begrenzungslinie G2 .....                                                                                                     | 96    |
| Anhang F (normativ) Finnische Begrenzungslinie FIN1 .....                                                                                   | 98    |
| F.1 Allgemeines .....                                                                                                                       | 98    |
| F.2 Zugehörige Regeln .....                                                                                                                 | 98    |
| F.3 Einschränkungsgleichungen.....                                                                                                          | 100   |
| F.4 Bezugslinien der Begrenzungslinie FIN1 .....                                                                                            | 102   |
| F.5 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von<br>Ablaufbergen und Gleisbremsen geeignet sind.....        | 103   |
| F.6 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von<br>Ablaufbergen und Gleisbremsen nicht geeignet sind ..... | 103   |
| F.7 Befahren von Neigungswechseln und Ablaufbergen .....                                                                                    | 105   |
| F.8 Begrenzungslinie der untersten Trittstufe der Fahrzeuge .....                                                                           | 105   |
| F.9 Begrenzungslinie der nach außen öffnenden Türen und der heruntergeklappten<br>Trittstufen der Reisezugwagen oder Triebwagen .....       | 107   |
| F.10 Stromabnehmer und nicht isolierte Bauteile .....                                                                                       | 110   |
| Anhang G (normativ) Französische Begrenzungslinie FR3.3 .....                                                                               | 111   |
| G.1 Allgemeines .....                                                                                                                       | 111   |
| G.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie FR3.3 .....                                                                              | 112   |
| G.3 Bezugslinien des unteren Bereichs .....                                                                                                 | 112   |
| Anhang H (normativ) Belgische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3 .....                                                                      | 118   |
| H.1 Allgemeines .....                                                                                                                       | 118   |
| H.2 Zugehörige Regeln .....                                                                                                                 | 118   |
| H.3 Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich.....                                                                                        | 120   |
| H.4 Einschränkungsgleichungen.....                                                                                                          | 122   |

|                              |                                                                                                                         |            |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>H.5</b>                   | <b>Kinematische Begrenzungslinie für 3-kV- und 25-kV-Stromabnehmer in Arbeitsstellung auf dem belgischen Netz .....</b> | <b>126</b> |
| <b>Anhang I (normativ)</b>   | <b>Portugiesische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc.....</b>                                                          | <b>129</b> |
| <b>I.1</b>                   | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                | <b>129</b> |
| <b>I.2</b>                   | <b>Kinematische Bezugslinien .....</b>                                                                                  | <b>130</b> |
| <b>I.3</b>                   | <b>Bezugslinien im unteren Bereich.....</b>                                                                             | <b>132</b> |
| <b>I.4</b>                   | <b>Zugehörige Regeln der Begrenzungslinien PT .....</b>                                                                 | <b>133</b> |
| <b>I.5</b>                   | <b>Zugehörige Regeln für die Stromabnehmer und sonstigen Bauteile auf dem Dach .....</b>                                | <b>139</b> |
| <b>I.6</b>                   | <b>Zugehörige Regeln für Neigetechnik-Fahrzeuge .....</b>                                                               | <b>141</b> |
| <b>Anhang J (normativ)</b>   | <b>Schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc .....</b>                                                                  | <b>145</b> |
| <b>J.1</b>                   | <b>Dynamische schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc: Allgemeines.....</b>                                           | <b>145</b> |
| <b>J.2</b>                   | <b>Bezugslinien .....</b>                                                                                               | <b>146</b> |
| <b>J.3</b>                   | <b>Bezugslinie SEa.....</b>                                                                                             | <b>146</b> |
| <b>J.4</b>                   | <b>Bezugslinie des unteren Bereichs der Begrenzungslinien SEa und Sec.....</b>                                          | <b>147</b> |
| <b>J.5</b>                   | <b>Bezugslinie für den Stromabnehmer der Begrenzungslinie SEa.....</b>                                                  | <b>147</b> |
| <b>J.6</b>                   | <b>Dynamische Bezugslinie SEc .....</b>                                                                                 | <b>148</b> |
| <b>J.7</b>                   | <b>Methode zur Berechnung der Bewegungen anhand geometrischer Gleichungen .....</b>                                     | <b>149</b> |
| <b>J.8</b>                   | <b>Methode zur Berechnung der Bewegungen durch Simulation.....</b>                                                      | <b>158</b> |
| <b>J.9</b>                   | <b>Überprüfung im Hinblick auf die zulässige Bezugslinie .....</b>                                                      | <b>167</b> |
| <b>J.10</b>                  | <b>Dynamische Begrenzungslinie: Überprüfung .....</b>                                                                   | <b>168</b> |
| <b>J.11</b>                  | <b>Nachträgliche zweidimensionale statistische Auswertung .....</b>                                                     | <b>170</b> |
| <b>J.12</b>                  | <b>Liste der Eingabedaten .....</b>                                                                                     | <b>171</b> |
| <b>Anhang K (normativ)</b>   | <b>Statische Begrenzungslinien RZD .....</b>                                                                            | <b>174</b> |
| <b>K.1</b>                   | <b>Statische Bezugslinien im oberen Bereich (für Fahrzeuge) .....</b>                                                   | <b>174</b> |
| <b>K.2</b>                   | <b>Zugehörige Regeln .....</b>                                                                                          | <b>176</b> |
| <b>K.3</b>                   | <b>Festlegung der zulässigen vertikalen Maße .....</b>                                                                  | <b>178</b> |
| <b>K.4</b>                   | <b>Statische Bezugslinien der unteren Bereiche .....</b>                                                                | <b>179</b> |
| <b>Anhang L (normativ)</b>   | <b>Deutsche Begrenzungslinien DE1, DE2, DE3 .....</b>                                                                   | <b>181</b> |
| <b>L.1</b>                   | <b>Begrenzungslinie DE1.....</b>                                                                                        | <b>181</b> |
| <b>L.2</b>                   | <b>Kinematische Begrenzungslinie DE2 .....</b>                                                                          | <b>183</b> |
| <b>L.3</b>                   | <b>Kinematische Begrenzungslinie DE3 .....</b>                                                                          | <b>185</b> |
| <b>L.4</b>                   | <b>Absolute Methode für die Überprüfung der Stromabnehmer .....</b>                                                     | <b>186</b> |
| <b>Anhang M (normativ)</b>   | <b>Niederländische Begrenzungslinien NL1 und NL2 .....</b>                                                              | <b>191</b> |
| <b>M.1</b>                   | <b>Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinien NL1 und NL2.....</b>                                                | <b>191</b> |
| <b>M.2</b>                   | <b>Zugehörige Regeln .....</b>                                                                                          | <b>193</b> |
| <b>Anhang N (normativ)</b>   | <b>Englische Begrenzungslinien W6a, UK1 .....</b>                                                                       | <b>194</b> |
| <b>N.1</b>                   | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                                | <b>194</b> |
| <b>N.2</b>                   | <b>Statische Methode.....</b>                                                                                           | <b>195</b> |
| <b>N.3</b>                   | <b>Dynamische Methode.....</b>                                                                                          | <b>198</b> |
| <b>N.4</b>                   | <b>Geometrische Begrenzungslinien des Vereinigten Königreichs .....</b>                                                 | <b>220</b> |
| <b>Anhang O (informativ)</b> | <b>Grundsätzliche Empfehlungen für die Berechnung der dynamischen Begrenzungslinie.....</b>                             | <b>246</b> |
| <b>O.1</b>                   | <b>Abbildung des Fahrzeugs im Modell.....</b>                                                                           | <b>246</b> |
| <b>O.2</b>                   | <b>Validierung des Fahrzeugmodells .....</b>                                                                            | <b>249</b> |
| <b>O.3</b>                   | <b>Simulationsmethode .....</b>                                                                                         | <b>256</b> |
| <b>O.4</b>                   | <b>Beispiel für eine virtuelle Strecke.....</b>                                                                         | <b>261</b> |
| <b>O.5</b>                   | <b>Beispiel für eine Zeichnung mit den Maßen und der Form eines Fahrzeugs .....</b>                                     | <b>263</b> |
| <b>O.6</b>                   | <b>Darstellung der Hüllkurvengrenzliniendaten.....</b>                                                                  | <b>264</b> |
| <b>Anhang P (normativ)</b>   | <b>Fahrzeugerweiterung entsprechend den gebotenen Möglichkeiten der Infrastruktur .....</b>                             | <b>269</b> |

|                                                                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Anhang Q (normativ) Statische und kinematische Begrenzungslinie: Dokumente zur Überprüfung der Konformität der Fahrzeuge mit einer gegebenen Begrenzungslinie.....</b> | <b>270</b> |
| <b>Q.1 Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung des Entwurfs .....</b>                                                                                    | <b>270</b> |
| <b>Q.2 Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung der Übereinstimmung mit einer Begrenzungslinie .....</b>                                                  | <b>270</b> |
| <b>Anhang R (informativ) A-Abweichung.....</b>                                                                                                                            | <b>272</b> |
| <b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG .....</b>                       | <b>274</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                                                                                            | <b>277</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 15273-2:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

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

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

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

Die Reihe EN 15273 besteht aus folgenden drei Teilen:

- *Teil 1: enthält allgemeine Definitionen und Regeln für die Begrenzungslinien der Fahrzeuge und festen Anlagen;*
- *Teil 2: enthält Rechenregeln zur Ermittlung der Fahrzeugbegrenzungslinien und die zugehörigen Regeln für die verschiedenen Bezugslinien;*
- *Teil 3: enthält Definitionen für die Lichtraumprofile. Die betroffenen Parameter werden erläutert und die Methodik der Festlegung für Lichtraumprofile und Gleisabstände aufgezeigt.*

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm ist von allen anzuwenden, die mit dem Schienenverkehr jeglicher Art befasst sind.

Diese Europäische Norm gilt für die Planung neuer und modernisierter Fahrzeuge sowie für die Überprüfung der Begrenzungslinie bereits existierender Fahrzeuge.

Durch Anwendung der Regeln dieser Europäischen Norm können die Grenzwerte für die Abmessungen der Fahrzeuge so festgelegt werden, dass der Lichtraum eingehalten wird.

Die Regeln dieser Europäischen Norm gelten nicht für Fahrzeuge mit nur einer Schiene.

Diese Europäische Norm beinhaltet:

- die zugehörigen Regeln für alle Fahrzeugbegrenzungslinien;
- Vorschriften für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen zu den Begrenzungslinien, die den Behörden zu Prüfungszwecken für Fahrzeuge und zur Beurteilung der Übereinstimmung mit der vorliegenden Norm zu übergeben sind;
- Vorschriften für die Erhaltung der Fahrzeugmerkmale, die Einfluss auf die Begrenzungslinie haben, während der gesamten betrieblichen Lebensdauer des Fahrzeugs.

## 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 12299, *Bahnanwendungen — Fahrkomfort für Fahrgäste — Messung und Auswertung*

EN 12663, *Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen*

EN 14363:2005, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 15273-1:2009, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Allgemeines — Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge*

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

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

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Leerfahrzeug**

Definition nach EN 12663

#### 3.2

##### **Fertigungstoleranz**

Toleranz bezüglich der Nennmaße

#### 3.3

$[\dots]_{>0}$

Ausdruck, der zu berücksichtigen ist, wenn sein Wert positiv ist, negative Werte werden als Null angesehen

#### 3.4

$|\dots|$

Absolutwert

### 4 Symbole und Abkürzungen

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

**Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen**

| Symbol    | Bezeichnung                                                                   | Maßeinheit | Nr des Symbols |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| $a$       | Abstand zwischen den Führungsquerschnitten                                    | m          | 1.001          |
| $A$       | Schränkungskoeffizient                                                        |            | 1.003          |
| $b$       | seitlicher Abstand des betrachteten Punktes von der Mittelachse des Fahrzeugs | m          | 1.007          |
| $b_G$     | halbe Breite der Gleitstücke                                                  | m          | 1.017          |
| $b_W$     | halbe Breite der Wippe des Stromabnehmers                                     | m          | 1.033          |
| $b_1$     | halber Abstand der Federn der Primäraufhängung                                | m          | 2.001          |
| $b_2$     | halber Abstand der Federn der Sekundäraufhängung                              | m          | 2.002          |
| $C$       | Wankpol                                                                       |            | 1.035          |
| $d$       | Spurmaß                                                                       | m          | 1.037          |
| $dg_a$    | bogenaußenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs                        | m          | 1.038          |
| $dg_{av}$ | vertikale bogenaußenseitige geometrische Ausragung                            | m          | 1.040          |
| $dg_i$    | bogeninnenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs                        | m          | 1.041          |
| $dg_{iv}$ | bogeninnenseitige vertikale geometrische Ausragung                            | m          | 1.043          |
| $D$       | Überhöhung                                                                    | m          | 1.044          |
| $D_{pl}$  | Querverschiebung                                                              | m          | 1.051          |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol    | Bezeichnung                                                                                                               | Maßeinheit | Nr des Symbols |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| $e_a$     | bogenaußenseitige vertikale Einschränkung                                                                                 | m          | 1.065          |
| $e_i$     | bogeninnenseitige vertikale Einschränkung                                                                                 | m          | 1.066          |
| $e_p$     | durch die Fahrzeugmerkmale bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers                                                    | m          | 1.067          |
| $e_{po}$  | Außermittigkeit des Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt                                                                    | m          | 1.068          |
| $e_{pu}$  | Außermittigkeit des Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt                                                                   | m          | 1.071          |
| $E$       | Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung                                                                   | m          | 1.074          |
| $E_a$     | Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Querschnitte | m          | 1.075          |
| $E_i$     | Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die zwischen den Führungsquerschnitten gelegenen Querschnitte | m          | 1.076          |
| $f$       | vertikale Durchbiegungen                                                                                                  | m          | 2.003          |
| $G$       | Schwerpunkt des Wagenkastens                                                                                              |            | 1.087          |
| $h$       | Höhe über der Laufebene                                                                                                   | m          | 1.088          |
| $h_c$     | Wankpolhöhe                                                                                                               | m          | 1.091          |
| $h_t$     | Höhe des unteren Stromabnehmergelenks über der Laufebene                                                                  | m          | 2.004          |
| $I$       | Überhöhungsfehlbetrag                                                                                                     | m          | 1.107          |
| $I'_c$    | Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrages zwischen 0 und $I_c$                                                             | m          | 1.108          |
| $I'_p$    | Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrages, der bei Fahrzeugen mit Neigetechnik berücksichtigt wird                         | m          | 1.109          |
| $I_c$     | vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter maximaler Überhöhungsfehlbetrag                         | m          | 1.110          |
| $I_{max}$ | maximal zulässiger Überhöhungsfehlbetrag                                                                                  | m          | 1.114          |
| $I_p$     | Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik                                                                      | m          | 1.117          |
| $j$       | vereinbarter Wert für das vertikale Mindestgleitstückspiel                                                                | m          | 1.119          |
| $j'_a$    | zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogenaußenseite                                         | m          | 1.120          |
| $j'_i$    | zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogeninnenseite                                         | m          | 1.121          |
| $J$       | tatsächliches vertikales Gleitstückspiel                                                                                  | m          | 1.122          |
| $l$       | Spurweite                                                                                                                 | m          | 1.126          |
| $l_{max}$ | maximale Spurweite                                                                                                        | m          | 1.130          |
| $L$       | Abstand der Schienenmitten in der Laufebene                                                                               | m          | 1.134          |
| $n$       | Abstand des betrachteten Querschnitts vom nächsten Führungsquerschnitt                                                    | m          | 1.157          |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol     | Bezeichnung                                                                                                                                                         | Maßeinheit | Nr des Symbols |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| $n_a$      | $n$ für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Querschnitte                                                                                               | m          | 1.158          |
| $n_i$      | $n$ für die zwischen den Führungsquerschnitten gelegenen Querschnitte                                                                                               | m          | 1.160          |
| $n_\mu$    | Abstand des betrachteten Querschnitts vom Drehzapfen des Triebdrehgestells bei Triebwagen                                                                           | m          | 2.005          |
| $p$        | Radsatzabstand im Drehgestell                                                                                                                                       | m          | 1.163          |
| $p'$       | Radsatzabstand im Laufdrehgestell bei Triebwagen                                                                                                                    | m          | 2.006          |
| $P_o$      | Einschränkung im oberen Prüfpunkt der Stromabnehmer                                                                                                                 | m          | 1.164          |
| $P_{oa}$   | Einschränkung im oberen Prüfpunkt (6,5 m) der außerhalb der Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer                                                                      | m          | 1.165          |
| $P_{oi}$   | Einschränkung im oberen Prüfpunkt (6,5 m) der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer                                                                       | m          | 1.166          |
| $P_u$      | Einschränkung im unteren Prüfpunkt (5,0 m) der Stromabnehmer                                                                                                        | m          | 1.169          |
| $P_{ua}$   | Einschränkung im unteren Prüfpunkt (5,0 m) der außerhalb der Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer                                                                     | m          | 1.170          |
| $P_{ui}$   | Einschränkung im unteren Prüfpunkt (5,0 m) der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer                                                                      | m          | 1.171          |
| $q$        | Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen                                           | m          | 1.172          |
| $Q$        | Verschiebung aufgrund der gesamten quasistatischen Neigung                                                                                                          | m          | 1.176          |
| $R$        | Gleisbogenradius                                                                                                                                                    | m          | 1.178          |
| $R_{\min}$ | minimaler Gleisbogenradius                                                                                                                                          | m          | 1.182          |
| $R_p$      | Gleisbogenradius bei größter Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik                                                                                                | m          | 1.183          |
| $R_v$      | Vertikaler Ausrundungsradius bei Längsprofilen                                                                                                                      | m          | 1.185          |
| $s$        | Neigungskoeffizient                                                                                                                                                 |            | 1.187          |
| $s_0$      | in der Vereinbarung zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen berücksichtigter Wert des Neigungskoeffizienten                                            |            | 1.188          |
| $s_n$      | Neigungskoeffizient der Tragstruktur des Stromabnehmers                                                                                                             |            | 2007           |
| $s'_0$     | in der Vereinbarung zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen bei der Begrenzungslinie für Stromabnehmer berücksichtigter Wert des Neigungskoeffizienten |            | 1.189          |
| $S$        | zulässige Ausladung                                                                                                                                                 | m          | 1.192          |
| $S_0$      | vereinbarter Wert für die Ausladung im Zusammenhang mit der Bezugslinie                                                                                             | m          | 1.193          |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol     | Bezeichnung                                                                                                  | Maßeinheit       | Nr des Symbols |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| $t$        | Nachgiebigkeitskoeffizient des Stromabnehmers                                                                | m                | 1.209          |
| $v$        | Geschwindigkeit des Fahrzeugs                                                                                | m/s              | 1.219          |
| $V$        | Geschwindigkeit des Fahrzeugs                                                                                | km/h             | 1.220          |
| $V'_c$     | Zwischenwert der Geschwindigkeit eines herkömmlichen Zuges                                                   | km/h             | 1.221          |
| $V'_p$     | Zwischenwert der Geschwindigkeit eines Zuges mit Neigetechnik                                                | km/h             | 1.222          |
| $w$        | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten                                                         | m                | 1.228          |
| $w_\infty$ | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten im geraden Gleis                                        | m                | 2.008          |
| $w_i$      | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogeninnenseite                                 | m                | 2.009          |
| $w_a$      | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogenaußenseite                                 | m                | 2.010          |
| $w_{a(R)}$ | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogenaußenseite bei einem Gleisbogenradius $R$  | m                | 1.230          |
| $w_{i(R)}$ | Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogeninnenseite bei einem Gleisbogenradius $R$  | m                | 1.231          |
| $x$        | Abstand vom Ursprungspunkt O bei der Berechnung von $e_v$                                                    | m                | 1.233          |
| $x_a$      | zusätzliche Einschränkung außerhalb der Drehzapfen für lange Fahrzeuge                                       | m                | 2.011          |
| $x_i$      | zusätzliche Einschränkung zwischen den Drehzapfen für lange Fahrzeuge                                        | m                | 2.012          |
| $y$        | Abstand des fiktiven Drehzapfens vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells                              | m                | 2.013          |
| $z$        | beim Fahrzeug berücksichtigter Teil der quasistatischen Neigung                                              | m                | 1.234          |
| $z'$       | Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im oberen Prüfpunkt des Stromabnehmers  | m                | 1.235          |
| $z''$      | Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im unteren Prüfpunkt des Stromabnehmers | m                | 1.236          |
| $z_{cin}$  | quasistatische Neigung des Fahrzeugs bei der kinematischen Begrenzungslinie                                  | m                | 1.238          |
| $z_p$      | Ausdruck $z_{cin}$ für Fahrzeuge mit Neigetechnik                                                            | m                | 2.014          |
| $\alpha$   | durch das Gleitstückspiel bedingter zusätzlicher Neigungswinkel des Wagenkastens                             | Grad             | 1.242          |
| $\alpha'$  | Winkel, den der geneigte Teil der Wippe mit der Horizontalen bildet                                          | Grad             | 1.244          |
| $\alpha''$ | Fährknickwinkel                                                                                              | Grad             | 2.015          |
| $\gamma$   | Fliehbeschleunigung                                                                                          | m/s <sup>2</sup> | 1.247          |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol                                                                                                                                  | Bezeichnung                                                                                                                     | Maßeinheit     | Nr des Symbols |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| $\Delta_a$                                                                                                                              | pauschaler Ausdruck für: $n_a(a + n_a) - \frac{p^2}{4}$                                                                         | m <sup>2</sup> | 1.250          |
| $\Delta_i$                                                                                                                              | pauschaler Ausdruck für: $n_i(a - n_i) + \frac{p^2}{4}$                                                                         | m <sup>2</sup> | 1.254          |
| $\delta$                                                                                                                                | Neigungswinkel des überhöhten Gleises                                                                                           | Grad           | 1.255          |
| $\lambda$                                                                                                                               | Winkel, den die durch den Schwerpunkt und den Wankpol führende Gerade mit der Senkrechten bildet                                | Grad           | 1.279          |
| $\mu$                                                                                                                                   | Koeffizient zur Berücksichtigung der Haftreibung zwischen Rad und Schiene                                                       |                | 2.016          |
| $\eta$                                                                                                                                  | Neigungswinkel des Fahrzeugs gegenüber der Normalen zur Lauffebene                                                              | Grad           | 1.280          |
| $\eta_0$                                                                                                                                | Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, bedingt durch Fertigungstoleranzen, die Einstellung der Federungen und Ladungsverschiebungen | Grad           | 1.281          |
| $\theta$                                                                                                                                | Winkel der Einstelltoleranz der Stromabnehmerfederung                                                                           | Radian         | 1.284          |
| $\tau$                                                                                                                                  | Fertigungs- und Einbautoleranz des Stromabnehmers                                                                               | m              | 1.286          |
| ANMERKUNG $w'_{\infty}$ , $w'_a$ , $w'_i$ , $w'_{a(R)}$ und $w'_{i(R)}$ werden sinngemäß für Laufdrehgestelle von Triebwagen verwendet. |                                                                                                                                 |                |                |

## 5 Gemeinsame Vorschriften

- Bei jeder Begrenzungslinie ist das Zusammenwirken von Bezugslinie und zugehörigen Regeln zu beachten.
- Auch wenn das betrachtete Fahrzeug die Vorschriften dieses Teils von EN 15273 nicht oder nur zum Teil einhält, kann es mittels Ausnahmegenehmigungen für den Verkehr zugelassen werden. In diesem Fall ist es jedoch nicht mit allen Infrastrukturen kompatibel, die nach der entsprechenden Bezugslinie freigehalten werden. Bei TSI-Bezugslinien gilt das sinngemäß für die Einhaltung der Interoperabilitätsrichtlinien.
- Soll das Fahrzeug als Einzelfahrzeug oder im Zugverband eingesetzt werden, hat es die Vorschriften dieses Teils von EN 15273 sowohl als Einzelfahrzeug als auch als Teil des Zuges erfüllen. Kann das Fahrzeug dauerhaft gekuppelt werden, hat diese Fahrzeuggruppe ebenfalls die Vorschriften dieses Teils von EN 15273 zu erfüllen.
- Fahrzeugmerkmale, die sich auf die Begrenzungslinie auswirken und während der gesamten betrieblichen Lebensdauer des Fahrzeugs aufrechterhalten werden müssen, sind in den Instandhaltungsdokumenten aufzulisten; hierzu gehören auch Bauteile, welche die Verschiebungen des Fahrzeugs beeinflussen, mit ihren Grenz- oder Höchstwerten (Beispiel: Verschleißgrenzen der Federungskomponenten).
- Die Verschleißgrenzen und Toleranzen für alle Bauteile, Einrichtungen und Systeme, die sich auf die dynamischen Fahrzeugbewegungen auswirken, sind in den Herstellerdokumenten für die Betriebszulassung des Fahrzeugs anzugeben (siehe Anhang Q).

## 5.1 Statische und kinematische Begrenzungslinien

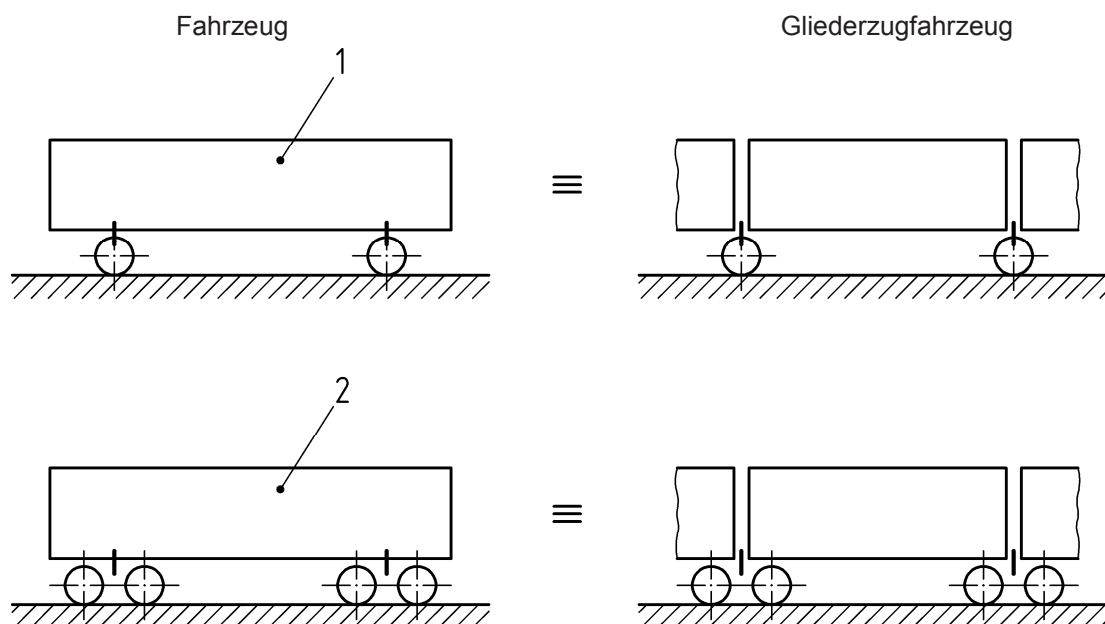
### 5.1.1 Beschreibung der Rechenmethode

Aufgrund der seitlichen Verschiebungen der Fahrzeuge (in den zugehörigen Regeln der jeweiligen Begrenzungslinie genauer beschrieben) dürfen die halben Breiten der betrachteten Fahrzeuge höchstens so groß sein, wie die halben Breiten der entsprechenden Bezugslinie, von welchen die anhand der Gleichungen dieses Teils von EN 15273 ermittelten Werte für  $E_i$  oder  $E_a$  abzuziehen sind.

### 5.1.2 Anwendungsbereich für statische und kinematische Begrenzungslinien in Bezug auf die Laufwerkskomponenten der Fahrzeuge

Die in diesem Teil von EN 15273 beschriebenen statischen und kinematischen Begrenzungslinien gelten im Allgemeinen nur für Fahrzeuge mit folgenden Laufwerkskomponenten (siehe Bild 1):

- Fahrzeuge mit Einzelsätsen, deren Wagenkasten auf zwei Radsätsen gelagert ist. Bei Fahrzeugen, deren Wagenkasten auf einer anderen Anzahl von Radsätsen ruht, sind die Gleichungen den tatsächlichen geometrischen Gegebenheiten anzupassen.
- Drehgestellfahrzeuge, deren Wagenkasten auf zwei zweiachsigen Drehgestellen gelagert ist. Bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Drehgestellen und bei Fahrzeugen, deren Drehgestelle über mehr als zwei Radsätze verfügen, sind die Gleichungen den tatsächlichen geometrischen Gegebenheiten anzupassen.
- Gliederzugfahrzeuge: Bild 1 zeigt, dass die Berechnungen für Fahrzeuge mit Einzelsätsen und mit Drehgestellen denen für symmetrische Gliederzugfahrzeuge entsprechen.



#### Legende

- mit 2 Radsätzen
- mit 2 Drehgestellen

**Bild 1 — Übereinstimmung zwischen Einzelfahrzeugen und Gliederzugfahrzeugen**

Andere Bauarten von — unsymmetrischen — Gliederzugfahrzeugen können anhand der Gleichungen der statischen und kinematischen Begrenzungslinien dieses Teils von EN 15273 nicht berechnet werden: In solchen Fällen müssen die Nutzer geeignete Gleichungen festlegen, die den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen.

### 5.1.3 Anwendungsbereich für statische Begrenzungslinien

Die Verwendung statischer Begrenzungslinien ist zulässig, wenn der Neigungskoeffizient des betrachteten Fahrzeugs die Grenzwerte, die in den zugehörigen Regeln der jeweiligen statischen Begrenzungslinien aufgeführt sind (0,2 bei der Begrenzungslinie G1, 0,3 bei den Begrenzungslinien GA, GB, GB1, GB2 und GC usw.), nicht überschreitet.

Wenn der Neigungskoeffizient des betrachteten Fahrzeugs diesen Grenzwert nicht einhält, müssen andere — kinematische oder dynamische — Begrenzungslinien verwendet werden, bei denen die über die Grenzwerte bei der statischen Methode hinausgehenden Neigungen berücksichtigt werden.

### 5.1.4 Anwendungsvoraussetzungen für kinematische Begrenzungslinien

- a) Bei der Anwendung der zugehörigen Gleichungen der jeweiligen kinematischen Begrenzungslinien sind für alle Parameter die Werte für den „ungünstigsten Fall“, d. h. die Höchstwerte, einzusetzen (Beispiel: Spiele, Verschiebungen in Querrichtung und in vertikaler Richtung usw.).
- b) Wird hingegen bei der Fahrzeugkonzeption für einen oder mehrere Parameter der optimierte Wert zugrunde gelegt, sind die Unterlagen zur Begrenzungslinie der für die Konformitätskontrolle zuständigen Behörde in Form von schriftlichen Simulationsauswertungen, Versuchsberichten, Risikoanalysen usw. zur Genehmigung vorzulegen. Zu berücksichtigen sind dann sämtliche simulierten Betriebsbedingungen (z. B. Höchstgeschwindigkeit, größter Überhöhungsfehlbetrag, dynamische Verschiebungen, Beladungszustand usw.). Hierbei ist zu bedenken, dass ein derartiges Verfahren zu einem Fahrzeug führen könnte, das nicht mit allen Infrastrukturen kompatibel ist, die nach dem gleichen Lichtraumprofil freigehalten werden.

Hält das betrachtete Fahrzeug die Vorschriften dieses Teils von EN 15273 nicht oder nur zum Teil ein, sind alle Situationen zu dokumentieren, um spätere Auswirkungen abschätzen zu können; außerdem sind die Unterlagen von der Behörde im Hinblick auf die Betriebszulassung zu genehmigen.

- c) Die kinematischen Begrenzungslinien gelten auch für alle offenen Güterwagen und ihre Ladung. In diesem Fall ist der zum Einfluss der Federungselastizität des Wagens hinzukommende Neigungskoeffizient der Ladung zu berücksichtigen.

Unter dieser Voraussetzung kann die aus Wagen und Ladung bestehende Einheit als Regelgüterwagen angesehen werden.

- d) Zu dieser Kategorie gehören Güterwagen, die Container und Wechselbehälter (auf Tragwagen mit Zapfen) oder Sattelschlepper (auf Taschenwagen) transportieren.

Hinweis zur Messung des Neigungskoeffizienten: Das Messverfahren zur Bestimmung des Neigungskoeffizienten ist in EN 14363 erklärt. Es ist anzuwenden um den Anforderungen der vorliegenden Norm zu genügen.

### 5.1.5 Toleranzen im Hinblick auf die Abmessungen der Fahrzeuge

Bei diesen Toleranzen handelt es sich um die Differenz zwischen den Nennwerten der Abmessungen und den Werten, die anhand der Fertigungstechnologie tatsächlich möglich sind.

Die Abmessungen der fertigen Fahrzeuge müssen die maximale Begrenzungslinie für den Fahrzeugbau einhalten.

Bei den kinematischen Begrenzungslinien dieses Teils von EN 15273 darf ein Teil der Toleranzen bei der Berechnung pauschal vernachlässigt werden, und zwar:

- 0,01 m bei den Höhen im oberen und unteren Bereich;
- 0,005 m bei den Breiten.

Dieser Zuschlag darf nicht für eine systematische Vergrößerung der Nennmaße der Fahrzeuge genutzt werden.

Die Fertigungstoleranzen der Fahrzeuge sind in einer Abmessungsspezifikation festzulegen (siehe Anhang Q).

## **5.2 Dynamische Methoden**

### **5.2.1 Allgemeine Grundsätze**

Voraussetzung für den sicheren Betrieb eines Schienenfahrzeugs auf einer gegebenen Infrastruktur ist die Einhaltung ausreichender Abstände zu den angrenzenden Anlagen und den Fahrzeugen auf den Nachbargleisen.

Diese Abstände werden festgelegt, indem von den Bahnanlagen und anderen gleisnahen Gegenständen entlang der Strecke eine dynamische Fahrzeugbegrenzungslinie und der Abstand zwischen dem Fahrzeug und den ortsfesten Gegenständen abgeleitet werden.

Dieser Teil von EN 15273 beinhaltet:

- a) einen Katalog der wesentlichen Bezugslinien für die in Europa verwendete dynamische Methode mit ihren zugehörigen Regeln zur Bestimmung oder Überprüfung der maximalen Fahrzeugabmessungen;
- b) die zugehörigen Regeln der absoluten Methode zur Bestimmung oder Überprüfung der maximalen Fahrzeugabmessungen.

### **5.2.2 Dynamische Methode auf der Basis einer Bezugslinie**

Eine Bezugslinie für die dynamische Methode ist nichts anderes als ein Querschnittsprofil, welches das Fahrzeug unter bestimmten Bedingungen nicht überschreiten darf.

Man berechnet eine Hüllkurvengrenzlinie des Fahrzeugs, die dem maximalen Raumbedarf des Fahrzeugs im Normalbetrieb und im Fall von Störungen entspricht. Diese Hüllkurve darf bei den Bahnen, bei denen das Fahrzeug eingesetzt werden soll, die Bezugslinie nicht überschreiten.

Die in diesem Teil von EN 15273 beschriebene Methode zur Bestimmung der Begrenzungslinie unterscheidet zwei Arten der Berechnung für die Fahrzeugbewegungen:

- 1) Berechnung der Bewegungen anhand geometrischer Gleichungen:

Mit den geometrischen Gleichungen können extreme Bewegungswerte für bestimmte Fälle und Querschnitte ermittelt werden, was eine vorläufige Festlegung der Fahrzeugmaße oder eine vereinfachte Methode zur Bestimmung der Begrenzungslinie ermöglicht.

- 2) Berechnung der Bewegungen anhand von Simulationen:

Mit der dynamischen Simulation kann eine Matrix mit den Extremwerten der Bewegungen gegenüber der Gleisachse für verschiedene Kombinationen von Gleisbogenradien und Überhöhungsfehlbeträgen oder -überschüssen erstellt werden. Die Bewegungen werden für jedes Fahrzeug des Zuges und für jede Beladungs- oder Federungskombination berechnet, indem zeitabhängige Werte für besondere Punkte bestimmter Querschnitte gewonnen werden. Die Bewegungen für diese Punkte sind statistisch anhand der entsprechenden Methode für die jeweilige dynamische Begrenzungslinie zu berechnen.

Unabhängig von der Berechnungsmethode für die Fahrzeugbewegungen können folgende Einflüsse bei den obenstehenden Berechnungen berücksichtigt oder auf die berechneten Bewegungen aufgeschlagen werden:

- Nennmaße des Fahrzeugs;
- geometrische Ausragung im Gleisbogen und vertikale Verschiebungen in Ausrundungsbögen;
- Fahrzeugtoleranzen und Instandhaltungsgrenzwerte;
- übermäßige Fahrzeugneigung durch Unsymmetrie ( $\eta_0 > 1^\circ$ );
- Durchbiegung des beladenen Fahrzeugs;
- Absenkung und Verschleiß der Federung;
- Differenz der Radradien der verschiedenen Drehgestelle oder Radsätze;
- Regeleinrichtungen zum Ausgleich der ungleichen Radradien, der Einfederung und des Verschleißes der Federung;
- Nachgiebigkeit des Stromabnehmers.

Zum Schluss wird die Hüllkurvengrenzlinie des Fahrzeugs in Bezug auf die entsprechende dynamische Bezugslinie geprüft.

## Anhang A (normativ)

### Begrenzungslinie G1

#### A.1 Allgemeines

##### A.1.1 Klassifizierung der Fahrzeuge

Schienenfahrzeuge werden in folgende Kategorien eingeteilt, um die richtigen Gleichungen auf den jeweiligen Fahrzeugtyp anwenden zu können:

- Lokomotive: Triebfahrzeug mit Triebdrehgestellen. Diese Fahrzeuge sind nicht für den Transport von Fahrgästen oder Gütern bestimmt.

ANMERKUNG 1 Lokomotiven mit Einzelradsätzen werden unter dem Gesichtspunkt der Begrenzungslinie Güterwagen mit Einzelradsätzen gleichgesetzt.

- Reisezugwagen: In den Zugverband eingestelltes Fahrzeug mit Drehgestellen oder Einzelradsätzen für die Personenbeförderung.

ANMERKUNG 2 Reisezugwagen mit Einzelradsätzen werden unter dem Gesichtspunkt der Begrenzungslinie Güterwagen mit Einzelradsätzen gleichgesetzt.

- Gepäckwagen: In Reisezüge eingestelltes Fahrzeug für den Gütertransport.

ANMERKUNG 3 Gepäckwagen mit Einzelradsätzen werden unter dem Gesichtspunkt der Begrenzungslinie Güterwagen mit Einzelradsätzen gleichgesetzt.

- Güterwagen: In den Zugverband eingestelltes Fahrzeug für den Gütertransport. In diesem Teil von EN 15273 wurde bei den Gleichungen für Drehgestell-Güterwagen eine Verbindung zwischen Wagenkasten und Drehgestell mittels zentralem Drehzapfen und seitlichen Gleitstücken zugrunde gelegt.

- Spezialgüterwagen: Güterwagen mit niedriger Ladefläche, welche die Zuladung möglichst hoher Ladeeinheiten erlaubt, also Niederflurgüterwagen, Taschenwagen, Güterwagen der „Rollenden Landstraße“ u. Ä.

ANMERKUNG 4 Diese Klassifizierung wirkt sich auf den bei der Berechnung der Begrenzungslinie zu berücksichtigen Wert der Verschiebung nach unten aus. Manche Spezialgüterwagen müssen nicht alle Vorschriften einhalten, die für die Mehrheit der Güterwagen gelten; in diesem Fall unterliegen sie jedoch verschiedenen Einschränkungen, von denen einige die Begrenzungslinie betreffen, beispielsweise dem Verbot, bestimmte Ablaufberge oder Neigungsverhältnisse bzw. Rampen von Fährschiffen zu befahren.

- Triebwagen: Angetriebenes Fahrzeug für den Personen- oder Güterverkehr mit einem oder zwei Triebdrehgestellen.

ANMERKUNG 5 Triebwagen mit Einzelradsätzen werden unter dem Gesichtspunkt der Begrenzungslinie Güterwagen mit Einzelradsätzen gleichgesetzt.

- Fahrzeuge ohne feste Drehzapfen.

ANMERKUNG 6 Bei Fahrzeugen ohne feste Drehzapfen gilt der graphisch ermittelte Schnittpunkt der Längsachse des Drehgestells mit derjenigen des Wagenkastens als fiktiver Drehzapfen für die Bestimmung der Werte  $a$  und  $n$ , wenn das Fahrzeug bei gleichmäßig verteilten Spielen und mittig zur Gleisachse ausgerichteten Radsätzen in einem Gleisbogen mit Radius 150 m steht. Wenn  $y$  der Abstand dieses fiktiven Drehzapfens vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells ist (der zu den äußeren Radsätzen äquidistant ist), wird  $p^2$  durch  $(p^2 - y^2)$  und  $p'^2$  durch  $(p'^2 - y^2)$  in den Gleichungen ersetzt.

### A.1.2 Klassifizierung der Drehgestelle

Drehgestelle werden wie folgt unterschieden:

- Triebdrehgestell: Drehgestell, dessen Radsätze als Treibradsätze angesehen werden (Haftreibungskoeffizient  $\mu \geq 0,2$ );
- Laufdrehgestell: Drehgestell, dessen Radsätze nicht als Treibradsätze angesehen werden (Haftreibungskoeffizient  $\mu < 0,2$ );
- Mischdrehgestell: Drehgestell mit einem Treib- und einem Laufradsatz.

Bezüglich des Reibungskoeffizienten, siehe nächster Abschnitt.

### A.1.3 Rad/Schiene-Haftreibungskoeffizient

Die Definition des Haftreibungskoeffizienten lautet wie folgt:

$$\mu = \sqrt{\left(\frac{F_w}{M_e}\right)^2 + \left(\frac{D}{1,5}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{F_w}{M_e}\right)^2 + 0,0045} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

$F_w$  die größte Zugkraft am Radumfang;

$M_e$  die Radsatzlast;

$D$  die Überhöhung, angesetzt Wert 0,1 m.

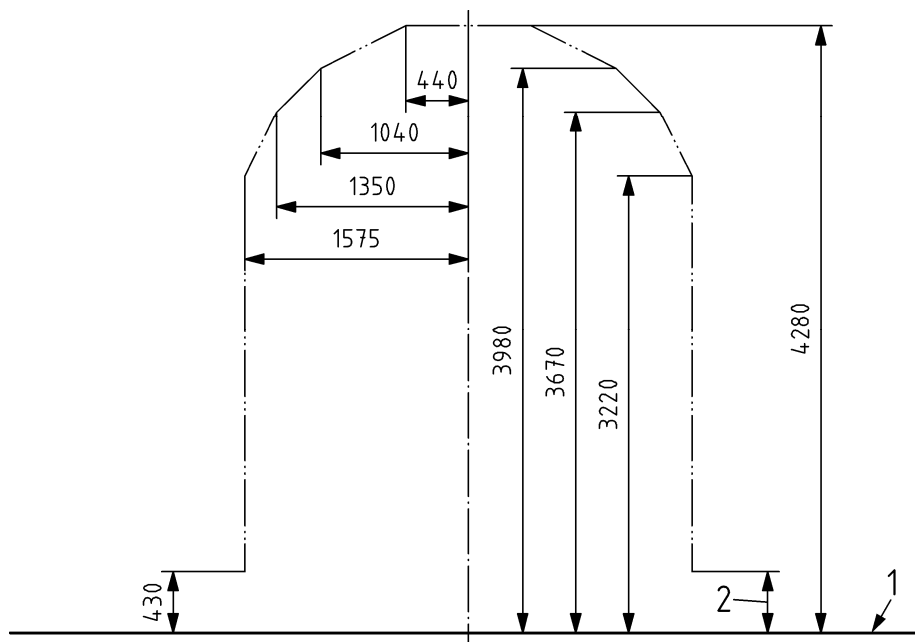
Bei  $\mu < 0,2$  wird das Drehgestell als Laufdrehgestell angesehen.

Bei  $\mu \geq 0,2$  wird das Drehgestell als Triebdrehgestell angesehen.

## A.2 Statische Begrenzungslinie G1

### A.2.1 Bezugslinie im seitlichen und oberen Bereich

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Laufebene
- 2 unterer Bereich nach A.2.2

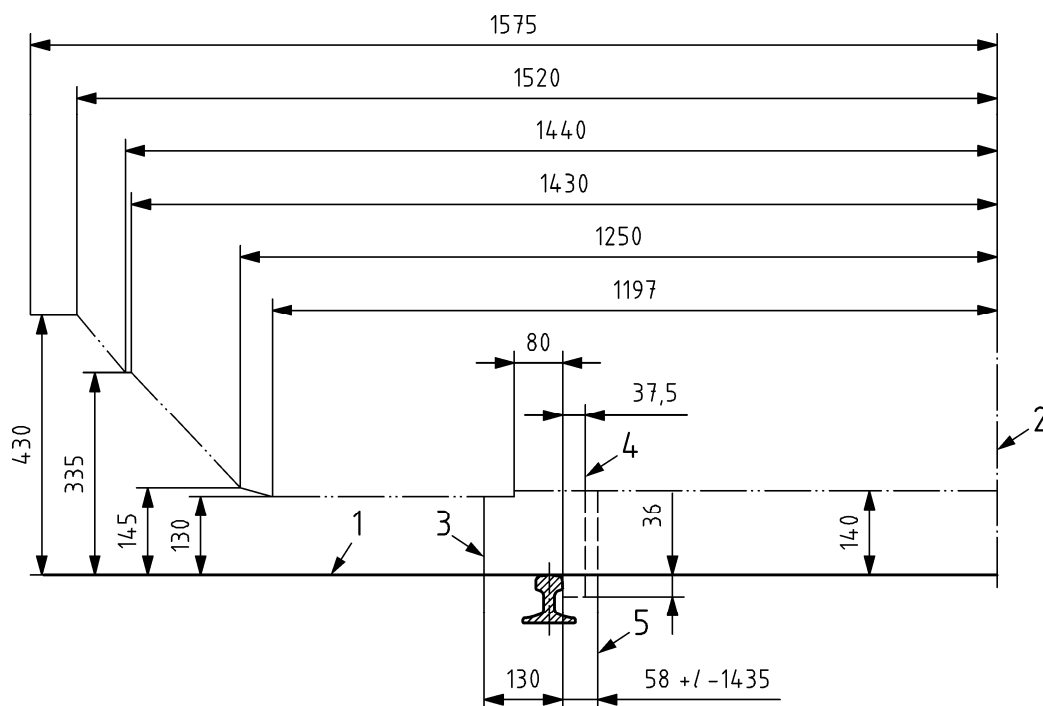
Bild A.1 — Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G1

### A.2.2 Bezugslinien im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie G1

#### A.2.2.1 Statische Bezugslinie GIS1 des unteren Bereichs

Bei der Bezugslinie GIS1 handelt es sich um die Untergrenze von Fahrzeugen, die Ablaufberge, Gleisbremsen und sonstige Rangier- oder Bremsanlagen befahren dürfen (siehe Bild A.2).

Maße in Millimeter



#### Legende

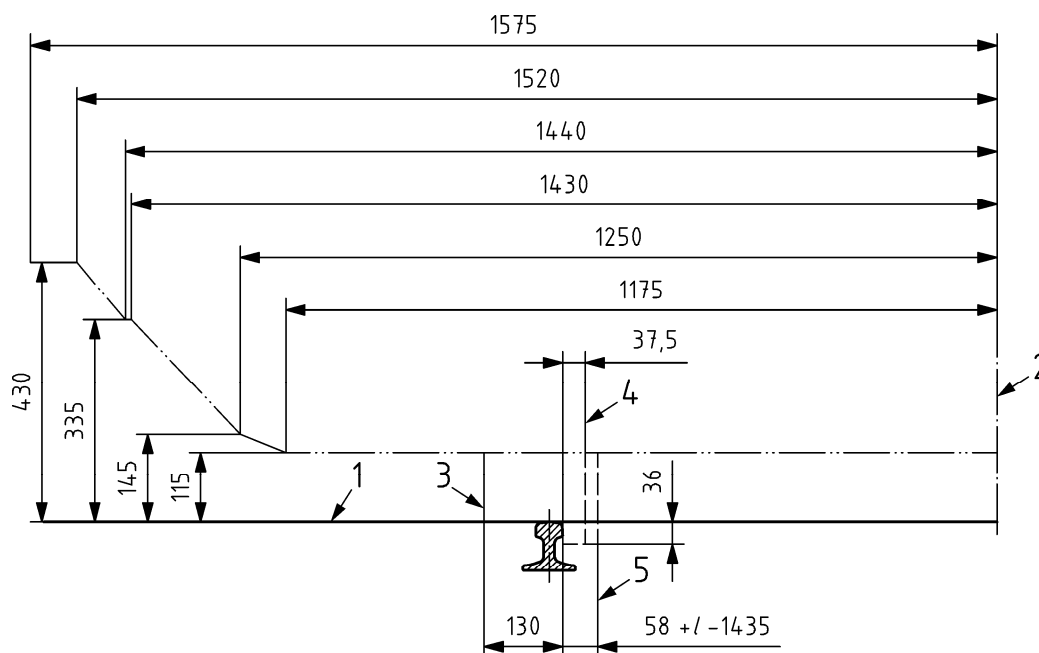
- 1 Lauffläche
- 2 Achse der Bezugslinie
- 3 Grenzlage der äußeren Radstirnfläche
- 4 unterstellte größte Breite der Spurkränze unter Beachtung der möglichen Schrägstellung der Radsätze im Gleis
- 5 tatsächliche Lage der inneren Radstirnfläche, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt

**Bild A.2 — Bezugslinie des unteren Bereichs GIS1**

#### A.2.2.2 Statische Bezugslinie GIS2 des unteren Bereichs

Die Bezugslinie GIS2 ist die Untergrenze für spezielle Niederflurwagen, die weder Ablaufberge noch Gleisbremsen in Bremsstellung befahren dürfen (siehe Bild A.3).

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Lauffläche
- 2 Achse der Bezugslinie
- 3 Grenzlage der äußeren Radstirnfläche
- 4 unterstellte größte Breite der Spurkränze unter Berücksichtigung der möglichen Schrägstellung der Radsätze im Gleis
- 5 tatsächliche Lage der inneren Radstirnfläche, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt

**Bild A.3 — Bezugslinie GIS2 des unteren Bereichs der statischen Begrenzungslinie G1 für spezielle Niederflurwagen**

### A.2.3 Zugehörige Regeln der statischen Begrenzungslinie G1

#### A.2.3.1 Maximal zulässiger Neigungskoeffizient des Fahrzeugs

Die statische Begrenzungslinie kann verwendet werden, sofern der Neigungskoeffizient des Fahrzeugs nicht mehr als 0,2 beträgt. Andernfalls ist eine kinematische oder dynamische Begrenzungslinie zu verwenden.

#### A.2.3.2 Vertikale Verschiebungen nach unten

Die bei der Bestimmung der Mindesthöhe der Bauteile bis zu einer Höhe von 0,43 m über SO zu berücksichtigen vertikalen Verschiebungen sind:

- Verschleiß der Räder und der Bauteile der Federung;
- vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen).

## A.2.4 Einschränkungsgleichungen

### A.2.4.1 Querschnitte zwischen den Führungsquerschnitten (Endradsätze bzw. Drehzapfen)

$$E_i = \left[ \frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + [x_i]_{>0} - 0,075 \right]_{>0} \quad (\text{A.2})$$

mit  $\Delta_i = 7,5$ , wenn  $\left( an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5$  oder  $\Delta_i = \left( an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \right)$ , wenn dieser Wert  $> 7,5$  ist

und

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) \quad (\text{A.3})$$

### A.2.4.2 Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte

$$E_a = \left[ \frac{\Delta_a}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n_a + a}{a} + [x_a]_{>0} - 0,075 \right]_{>0} \quad (\text{A.4})$$

mit  $\Delta_a = 7,5$ , wenn  $\left( a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5$  oder  $\Delta_a = \left( a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \right)$ , wenn dieser Wert  $> 7,5$  ist

und

$$x_a = \frac{1}{750} \left( a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) \quad (\text{A.5})$$

## A.3 Kinematische Begrenzungslinie G1

### A.3.1 Allgemeines

Die Begrenzungslinie G1 ist die Begrenzungslinie, die in den meisten Ländern Kontinentaleuropas seitens der Infrastruktur freigehalten wird.

Sie besteht aus zwei Bereichen:

- dem oberen Bereich, der sich definitionsgemäß oberhalb einer Ebene in 400 mm Höhe über SO befindet und der für alle Fahrzeuge gilt;
- dem unteren Bereich, der sich definitionsgemäß unterhalb einer Ebene in 400 mm Höhe über SO befindet und der diese Ebene mit einschließt. Dieser Bereich ist unterschiedlich beschaffen, je nachdem, ob die Fahrzeuge Gleisbremsen und andere Rangier- und Bremsrichtungen in Arbeitsstellung befahren dürfen oder nicht (Bereich unterhalb von 130 mm).

Der Bereich unterhalb von 130 mm ist je nach Fahrzeugbauart unterschiedlich beschaffen.

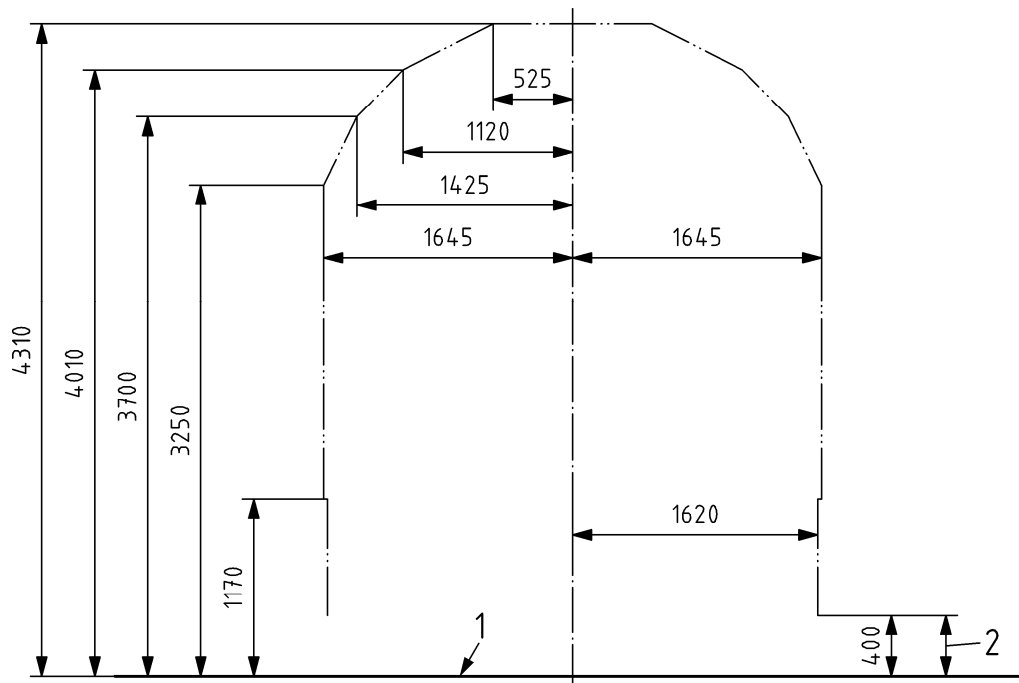
Besetzte Reisezugwagen müssen die Regeln der Bezugslinie GIC2 einhalten, wenn sie sich auf einem vertikal nicht gekrümmten Gleis befinden.

Unbeladene und beladene Gepäck- und Güterwagen müssen die Regeln der Bezugslinie GIC1 erfüllen.

### A.3.2 Bezugslinie im seitlichen und oberen Bereich der Begrenzungslinie G1

Bild A.4 zeigt die Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G1.

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Laufebene
- 2 unterer Bereich der Bezugslinie nach A.3.3

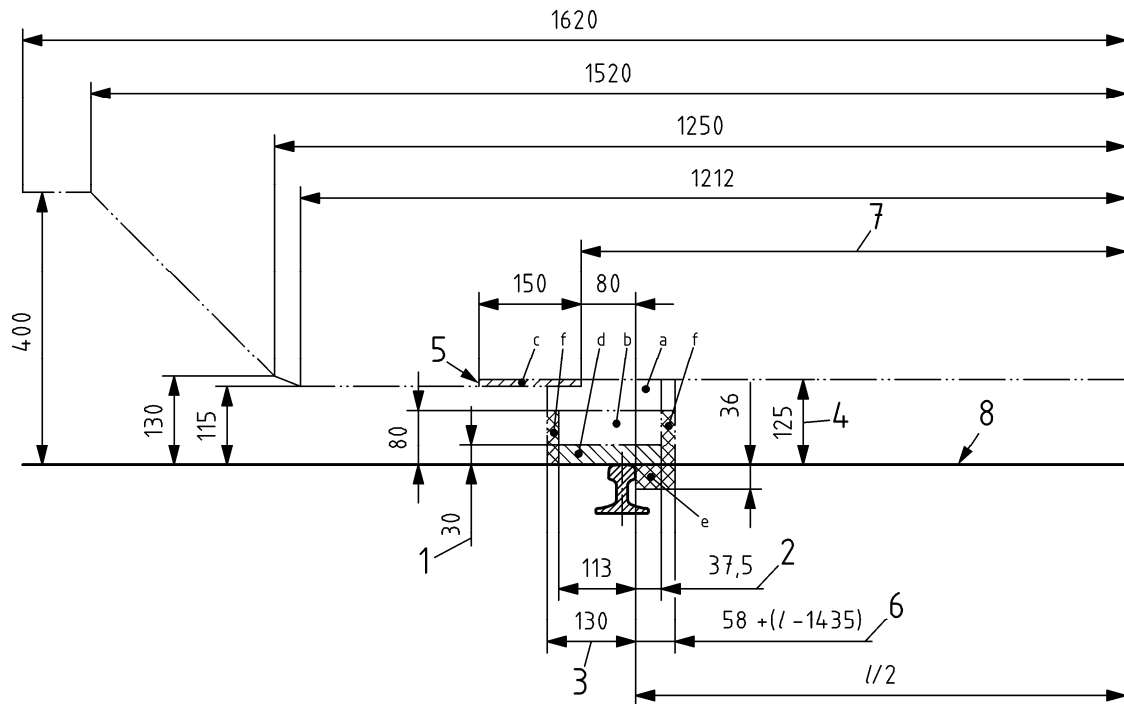
**Bild A.4— Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G1**

### A.3.3 Bezugslinien des unteren Bereichs der kinematischen Begrenzungslinie G1

#### A.3.3.1 Bezugslinie G1C1

G1C1: Bezugslinie für den Bereich unterhalb von 130 mm von Fahrzeugen, die Ablaufberge, Gleisbremsen und andere Rangier- und Bremseinrichtungen befahren dürfen (siehe Bild A.5).

Maße in Millimeter



### Legende

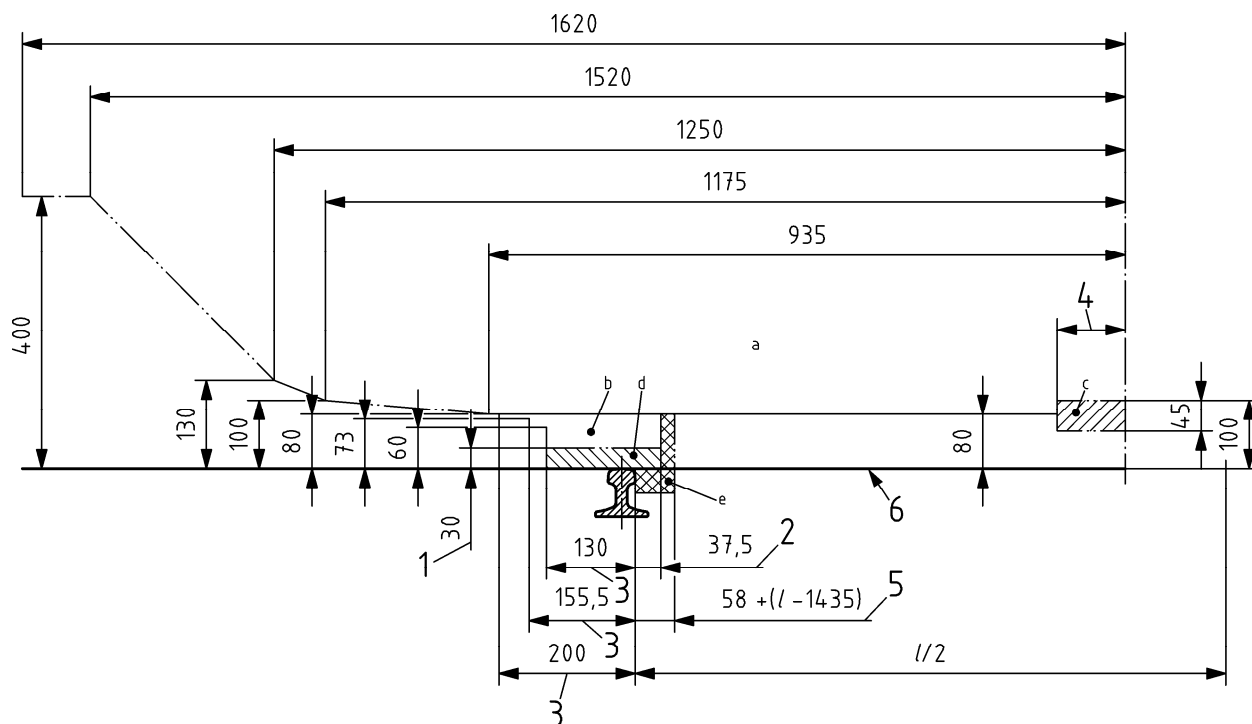
- a Bereich für Komponenten, die sich nicht in der Nähe der Räder befinden
- b Bereich für Komponenten, die sich in unmittelbarer Nähe der Räder befinden
- c Auswurfbereich für Einheits-Hemmschuhe
- d Bereich für die Räder und Komponenten, die mit den Schienen in Berührung kommen
- e ausschließlich den Rädern vorbehaltener Bereich
- f Bereich der Gleisbremsen in Lösestellung
- 1 Grenzlinie für die außerhalb der Endradsätze liegenden Bauteile (Schienenräumer, Sandstreuer usw.), die im Hinblick auf das Überrollen von Knallkapseln nicht überschritten werden darf; diese Grenzlinie braucht nicht von den Bauteilen eingehalten werden, die zwischen den Rädern liegen, vorausgesetzt, sie bleiben im Radschatten
- 2 unterstellte größte Breite der Spurkränze im Fall der Radsatzführung durch Radlenker
- 3 tatsächliche Grenzlage der äußeren Stirnfläche der Räder und von Bauteilen, die mit den Rädern verbunden sind
- 4 dieses Maß stellt auch die größte Höhe der Einheits-Hemmschuhe dar
- 5 kein Fahrzeugbauteil darf in diesen Raum hineinragen
- 6 tatsächliche Grenzlage der inneren Stirnfläche der Räder, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt; dieses Maß hängt von der Spurerweiterung des Gleises ab
- 7 Erweiterung des Auswurfbereichs für die Einheits-Hemmschuhe
- 8 Laufebene

**Bild A.5 — Bezugslinie GIC1 für den Bereich unterhalb von 130 mm**

### A.3.3.2 Bezugslinie GIC2

GIC2: Bereich unterhalb von 130 mm von Fahrzeugen, die Gleisbremsen und sonstige Rangier- und Brems-einrichtungen in Arbeitsstellung nicht befahren dürfen (siehe Bild A.6).

Maße in Millimeter



#### Legende

- a Bereich für Komponenten, die sich nicht in der Nähe der Räder befinden
- b Bereich für Komponenten, die sich in unmittelbarer Nähe der Räder befinden
- c Bereich der Bürsten für die Krokodile
- d Bereich für die Räder und Komponenten, die mit den Schienen in Berührung kommen
- e Raum, der ausschließlich von den Rädern eingenommen werden darf
- 1 Grenzlinie, die von außerhalb der Endradsätze liegenden Bauteilen (Schienenräumer, Sandstreuer usw.) im Hinblick auf das Überrollen von Knallkapseln nicht überschritten werden darf; diese Grenzlinie braucht nicht von Bauteilen eingehalten werden, die zwischen den Rädern liegen, vorausgesetzt, sie bleiben im Radschatten
- 2 unterstellte größte Breite der Spurkränze im Fall der Radsatzführung durch Radlenker
- 3 tatsächliche Grenzlage der äußeren Stirnfläche der Räder und von Bauteilen, die mit den Rädern verbunden sind
- 4 wenn sich das Fahrzeug in einem Gleisbogen mit  $R = 250$  m (Mindesthalbmesser für die Anordnung der Krokodile) und einer Spurweite von 1,465 m befindet, darf mit Ausnahme der Kontaktbürste keine Fahrzeugkomponente, die tiefer als 0,100 m über die Laufebene hinabreichen kann, in einem geringeren Abstand als 0,125 m von der Gleisachse befinden; bei Drehgestellbauteilen beträgt dieses Maß 0,150 m
- 5 tatsächliche Grenzlage der inneren Stirnfläche der Räder, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt. Dieses Maß hängt von der Spurerweiterung des Gleises ab
- 6 Laufebene

**Bild A.6 — Bezugslinie GIC2 für den Bereich unterhalb von 130 mm**

### A.3.4 Festlegung der Fahrzeughöhen

Bei Berücksichtigung der vertikalen Verschiebungen können für das Fahrzeug oder einzelne Bauteile eine minimale und eine maximale Höhe über Schienenoberkante festgelegt werden; dies gilt insbesondere für:

- Bauteile in der Nähe des unteren Bereichs der Begrenzungslinie;
- den Absatz in der Bezugslinie in einer Höhe von 1 170 mm über Schienenoberkante;
- Bauteile im oberen Bereich der Fahrzeuge.

#### A.3.4.1 Bestimmung der Mindesthöhen über der Lauffebene (Schienenoberkante SO)

Zur Bestimmung der Mindesthöhen über SO von Bauteilen in der Nähe des unteren Bereichs der Begrenzungslinie (1 170 mm über SO und darunter) werden die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen vertikalen Verschiebungen berücksichtigt.

##### A.3.4.1.1 Verschleißbedingte Absenkungen

Diese Absenkungen betreffen folgende Bauteile:

- Räder: Größte Abnutzung für alle Fahrzeugarten;
- verschiedene Bauteile: Größte Abnutzungen — Beispiele: Gleitstücke, Bremsgestänge usw. bei allen Fahrzeugarten und für jede Konstruktion besonders;
- Radsatzlager: Abnutzung vernachlässigt.

##### A.3.4.1.2 Durch die Verformung der Fahrzeugstruktur bedingte Absenkungen

- Radsätze: Durchbiegungen vernachlässigt,
- Drehgestellrahmen: Durchbiegungen vernachlässigt,
- Wagenkasten:
  - 1) Torsion: Vernachlässigt;
  - 2) Querdurchbiegungen: Vernachlässigt;
  - 3) Längsdurchbiegungen: Vernachlässigt bei allen Fahrzeugen mit Ausnahme der Güterwagen, bei denen die Längsdurchbiegungen unter der Wirkung der um 30 % erhöhten größtzulässigen Last berücksichtigt werden müssen, um den dynamischen Beanspruchungen Rechnung zu tragen.

##### A.3.4.1.3 Einfederungen

Die Primär- und Sekundärfederungen bestehen aus verschiedenen Federarten, deren Einfederungen wie folgt zu berücksichtigen sind:

- Stahlfeder:
  - 1) Einfederung unter statischer Last;
  - 2) zusätzliche Einfederung unter dynamischen Beanspruchungen;
  - 3) Einfederung aufgrund der Federungstoleranzen;

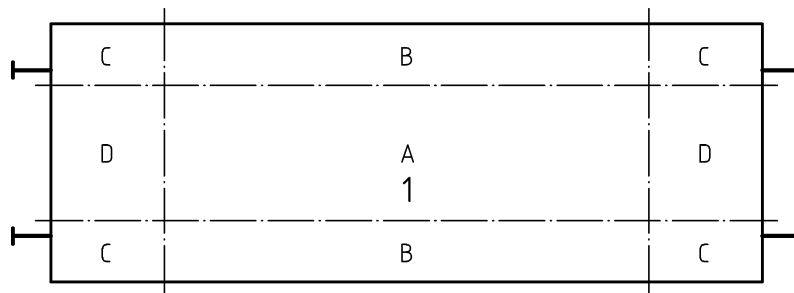
- Gummifeder: Die gleichen Einfederungen wie bei Stahlfedern;
- Luftfeder: Vollständige Einfederung — Luftfederbalg entleert (einschließlich Notfederung, sofern vorhanden).

Folgende Bedingungen sind bei den Einfederungen in Abhängigkeit von der Fahrzeuggattung zu beachten:

- Lokomotiven: Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgefederten Gewichts;
- Reisezugwagen (nicht besetzt): Pauschale Einfederung von 30 mm;
- Reisezugwagen und Gepäckwagen: Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgefederten Gewichts (bei maximaler Last) oder vollständige Einfederung;
- Güterwagen: Vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen);
- Spezial-Güterwagen: Zu berücksichtigen ist die Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgefederten Gewichts oder die vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen);
- Triebwagen: Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgefederten Gewichts (bei maximaler Last) oder vollständige Einfederung.

#### **A.3.4.1.4 Gesamtablenkungen, die bei der Bestimmung der Mindesthöhen über SO zu berücksichtigen sind**

Zur Untersuchung der Absenkungszustände der Wagenkästen wird die in Bild A.7 dargestellte Unterteilung herangezogen.



#### **Legende**

- 1 Abstützungsvieleck

#### **Bild A.7 — Wagenkastenbereiche für die Untersuchung des Einflusses der Absenkungen**

Für jeden Bereich A, B, C, D von Bild A.7 sind die bei den Berechnungen zu berücksichtigenden Absenkungswerte in Tabelle A.1 dargestellt.

Tabelle A.1 — Absenkungswerte

|                  |                                  | Lokomotiven, Reisezugwagen,<br>Triebwagen                          | Güterwagen                                                                    |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Einfederung                      | $A_{ff}$                                                           | $A_{ff}$                                                                      |
| <b>Bereich A</b> | Gleitstückspiel                  | —                                                                  | $J \frac{b}{b_G}$                                                             |
|                  | Radverschleiß                    | $U_{sr}$                                                           | $U_{sr}$                                                                      |
|                  | Durchbiegung des<br>Wagenkastens | 0                                                                  | $F_{lc}$                                                                      |
|                  | Neigungswechsel                  | siehe A.3.4.1.5                                                    |                                                                               |
|                  | Einfederung                      | $A_{ff} + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2)$<br>siehe Anmerkung          | $A_{ff} + \Delta A_{ff} \frac{(b - b_2)}{2b_2}$                               |
| <b>Bereich B</b> | Gleitstückspiel                  | —                                                                  | $J \frac{b}{b_G}$                                                             |
|                  | Radverschleiß                    | $U_{sr}$                                                           | $U_{sr}$                                                                      |
|                  | Durchbiegung des<br>Wagenkastens | 0                                                                  | $F_{lc}$                                                                      |
|                  | Neigungswechsel                  | siehe A.3.4.1.5                                                    |                                                                               |
|                  | Einfederung                      | $A_{ff} + \Delta A_{ff} \frac{n}{a} + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2)$ | $A_{ff} + \Delta A_{ff} \frac{\sqrt{n^2 + (b - b_2)^2}}{\sqrt{a^2 + 4b_2^2}}$ |
| <b>Bereich C</b> | Gleitstückspiel                  | —                                                                  | $J \frac{b}{b_G}$                                                             |
|                  | Radverschleiß                    | $U_{sr} + \Delta U_{sr} \frac{n}{a}$                               | $U_{sr} + \Delta U_{sr} \frac{n}{a}$                                          |
|                  | Durchbiegung des<br>Wagenkastens | 0                                                                  | $F_{lc}$                                                                      |
|                  | Neigungswechsel                  | siehe A.3.4.1.5                                                    |                                                                               |

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

|                  |                                  | Lokomotiven, Reisezugwagen,<br>Triebwagen | Güterwagen                           |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
|                  | Einfederung                      | $Aff + \Delta Aff \frac{n}{a}$            | $Aff + \Delta Aff \frac{n}{a}$       |
| <b>Bereich D</b> | Gleitstückspiel                  | —                                         | $J \frac{b}{b_G}$                    |
|                  | Radverschleiß                    | $U_{sr} + \Delta U_{sr} \frac{n}{a}$      | $U_{sr} + \Delta U_{sr} \frac{n}{a}$ |
|                  | Durchbiegung des<br>Wagenkastens | 0                                         | $Flc$                                |
|                  | Neigungswechsel                  | siehe A.3.4.1.5                           |                                      |

ANMERKUNG Der für den Neigungskoeffizienten  $s$  berücksichtigte Wert ist abhängig von der möglichen Resteinfederung. Wenn  $Aff$  beispielsweise einer Absenkung bis zum Anschlag entspricht, kann  $s$  als null angesehen werden.

Folgende Formelzeichen wurden in der Tabelle verwendet:

$Aff$ : Einfederungswert, einschließlich der Federtoleranzen nach 3.4.1.3;

$\Delta Aff$ : Einfederungsdifferenz in Längs- oder Querrichtung.

In Längsrichtung, Einfederungsdifferenz zwischen den beiden Führungsquerschnitten, bei der ersten Absenkung unter maximaler statischer Last und bei der zweiten Absenkung nach A.3.4.1.3. Der zweite Wert entspricht  $Aff$ .

In Querrichtung, Einfederungsdifferenz zwischen den beiden Federreihen, bei der ersten unter statischer Höchstlast und bei der zweiten nach A.3.4.1.3. Der zweite Wert entspricht  $Aff$ .

$U_{sr}$ : Differenz zwischen dem Nennradius und dem zulässigen Mindestradius der Laufflächen, verringert um die Abnutzung vor der Ausmusterung des Radsatzes;

$\Delta U_{sr}$ : Aufgrund der Instandhaltungsvorschriften maximal zulässige Differenz zwischen dem mittleren Raddurchmesser der beiden Drehgestelle (Drehgestellfahrzeug) oder der Radsätze (Fahrzeug mit Einzelradsätzen);

$Flc$ : Wert der Durchbiegung des Wagenkastens am betrachteten Punkt nach A.3.4.1.2.

#### A.3.4.1.5 Gleichungen zur Berechnung der vertikalen Einschränkungen zum Befahren von Neigungswechseln (einschließlich Ablaufbergen) und von Brems-, Rangier- oder Halteeinrichtungen

- Für Fahrzeuge, die Ablaufberge und Gleisbremsen in Bremsstellung befahren dürfen, ist die Bezugslinie nach Bild A.5 (mit  $h_{\min} = 0,125 \text{ m}$  und  $0,115 \text{ m}$ ) mit ihren zugehörigen Regeln anzuwenden;
- für Fahrzeuge, die Ablaufberge und Gleisbremsen in Lösestellung befahren dürfen, sind die Bezugslinie nach Bild A.6 (mit  $h_{\min} = 0,080 \text{ m}$ ) und die zugehörigen Regeln des vorstehenden Falles anzuwenden;
- für Fahrzeuge, die keine Ablaufberge befahren sollen, ist je nach Art des Fahrzeugs die Bezugslinie nach Bild A.6 (mit  $h_{\min} = 0,080 \text{ m}$ ) oder die Bezugslinie nach Bild A.5 (mit  $h_{\min} = 0,125 \text{ m}$  und  $0,115 \text{ m}$ ) anzuwenden.

Die Gleichungen in diesem Abschnitt können auch für die Berechnung der Drehgestelle und die mit ihnen verbundenen Teile angewendet werden: In diesem Fall ist der in den Gleichungen enthaltene Wert  $a$  (Radsatzabstand des Fahrzeugs) durch den Wert  $p$  (Radsatzabstand im Drehgestell) zu ersetzen.

#### **A.3.4.1.5.1 Fahrzeuge, die Ablaufberge befahren dürfen**

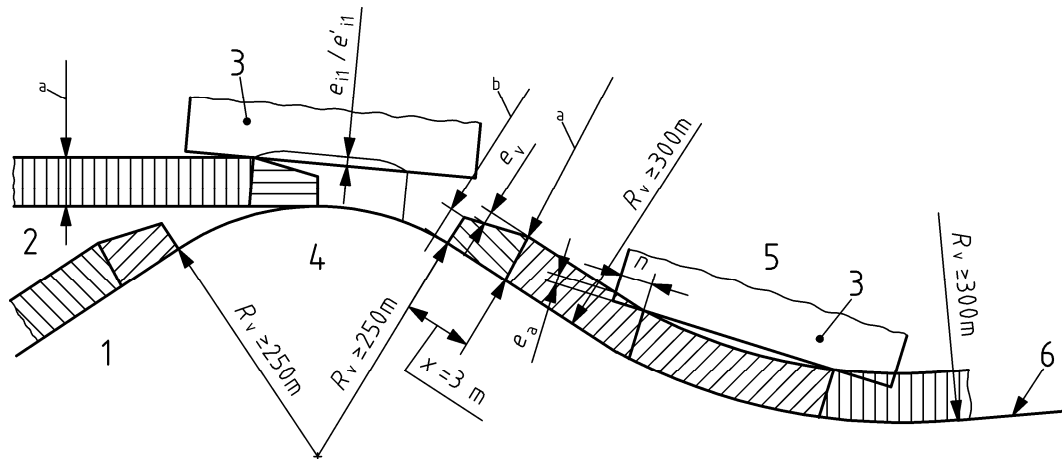
Regelwerte der vertikalen Einschränkungen  $e_i$  oder  $e_a$ , die bei unbesetzten Reisezugwagen, Gepäckwagen und unbeladenen oder beladenen Güterwagen zu berücksichtigen sind.

Fahrzeuge, die ablaufen dürfen, müssen auf vertikal nicht gekrümmten Gleisabschnitten Gleisbremsen in Bremsstellung und andere Rangier oder Halteeinrichtungen mit einer Höhe bis zu 0,115 m/0,125 m über SO befahren können, und zwar bis zu einem Abstand von 3 m von der Grenze von Kuppen mit einem Radius  $R_v \geq 250$  m (Maß x).

Sie müssen derartige Einrichtungen auch befahren können, wenn diese sich innerhalb oder in der Nähe von Wannen mit einem Radius  $R_v \geq 300$  m befinden.

Fahrzeuge, die nicht ablaufen dürfen, müssen Gleisbremsen in Lösestellung befahren dürfen, deren Lage im Hinblick auf Kuppen und Wannen vorstehend definiert ist; in diesem Fall wird ihre Höhe von 0,115 m/0,125 m auf 0,080 m über SO reduziert.

Sind diese Bedingungen erfüllt, ist für die Unterkante dieser Fahrzeuge unter Berücksichtigung der vertikalen Verschiebungen eine Höhe von mindestens 0,115 m/0,125 mm oder 0,080 mm über SO vorgeschrieben, zuzüglich der in Bild A.8 angegebenen Werte  $e_i$  oder  $e_a$ .



### Legende

- a 0,115 m oder 0,125 m
- b 0,075 m oder 0,085 m
- 1 herkömmlicher Ablaufberg
- 2 Ablauframpe
- 3 Fahrzeug
- 4 Kuppe
- 5 Wanne
- 6 Laufebene

**Bild A.8 — Höhereinschränkungen  $e_i$  oder  $e_a$  im Bereich von Kuppen und Wannen**

$e_i$  oder  $e_a$ : Höhereinschränkung für Fahrzeugkomponenten im unteren Bereich, zuzüglich zu den Maßen 0,115 m/0,125 m oder 0,080 m;

$e_v$ : Absenkung der Gleisbremsen gegenüber den Maßen 0,115 m/0,125 m oder 0,080 m.

Für die Querschnitte zwischen den Endradsätzen bzw. den Drehzapfen gilt (Maße in m):

ANMERKUNG Der Zahlenindex der Werte  $e_i$  und  $e_i'$  dient dazu, die Regelwerte von den reduzierten Werten zu unterscheiden.

$$e_{i1} = \frac{n}{a} \cdot \frac{(a - n - 3)^2}{500 \cdot a}, \text{ wenn } a \leq 17,80 \text{ m und } n < \frac{(a - 3)}{3} \quad (\text{A.6})$$

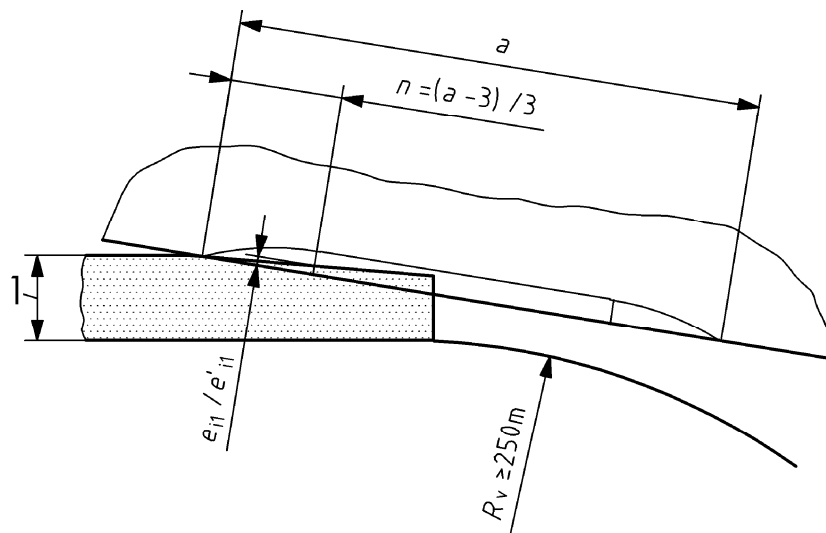
$$e_{i1} = \frac{(a-3)^3}{3375 \cdot a}, \text{ wenn } a \leq 17,80 \text{ m und } n \geq \frac{(a-3)}{3} \quad (A.7)$$

$$e'_{i1} = \left[ \frac{27}{4} \frac{n}{a-3} \right] \left[ 1 - \frac{n}{a-3} \right]^2 \left[ \frac{a^2}{3375} - 0,04 \right], \text{ wenn } a > 17,80 \text{ m und } n < \frac{a-3}{3} \quad (A.8)$$

$$e'_{i1} = \frac{a^2}{3375} - 0,04, \text{ wenn } a > 17,80 \text{ m und } n \geq \frac{(a-3)}{3} \quad (A.9)$$

Unbesetzte Reisezugwagen und unbeladene oder beladene Gepäck- und Güterwagen müssen, wenn sie ablaufen dürfen, außerdem Kuppen mit einem Radius von 250 m und mehr befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter die Schienenoberkante hinabreicht (siehe Bild A.9).

Diese Bedingung, die den mittleren Teil der Fahrzeuge betrifft, kommt zu jenen hinzu, die sich aus den Gleichungen  $e_i$  für lange Fahrzeuge ergeben.



Bei Drehgestellen ist  $a = p$

#### Legende

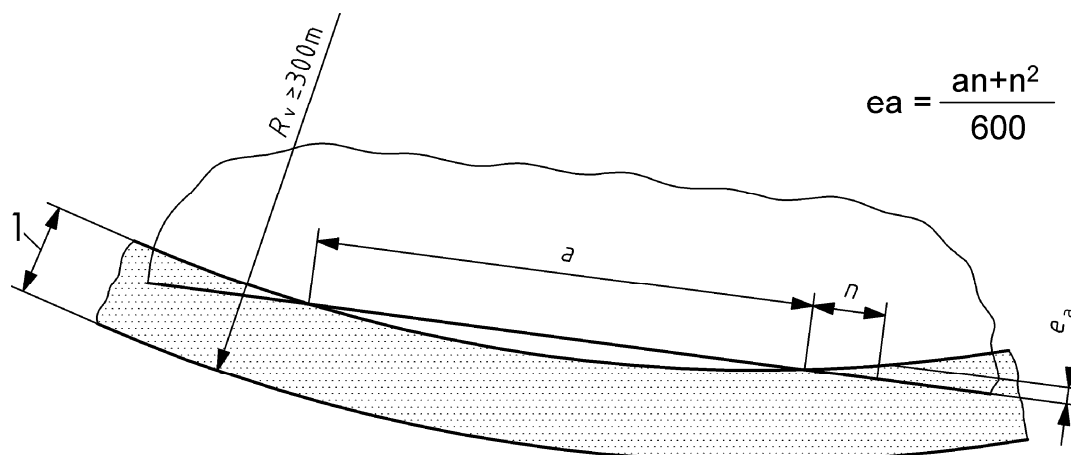
1 0,115 m/0,125 m oder 0,080 m

**Bild A.9 — Höhereinschränkungen  $e_{i1}$  oder  $e'_{i1}$  für Querschnitte zwischen den Führungsquerschnitten**

$$e_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} - 0,125 \text{ oder } 0,08 \right]_{>0} \quad (A.10)$$

- 1) Mit der Gleichung für  $n \geq \frac{(a-3)}{3}$  erhält man größere Einschränkungen oder ebenso große wie mit der Gleichung für  $n < \frac{(a-3)}{3}$ .

Für Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte (Regelwerte in m), siehe Bild A.10.



#### Legende

1 0,115 m/0,125 m oder 0,080 m

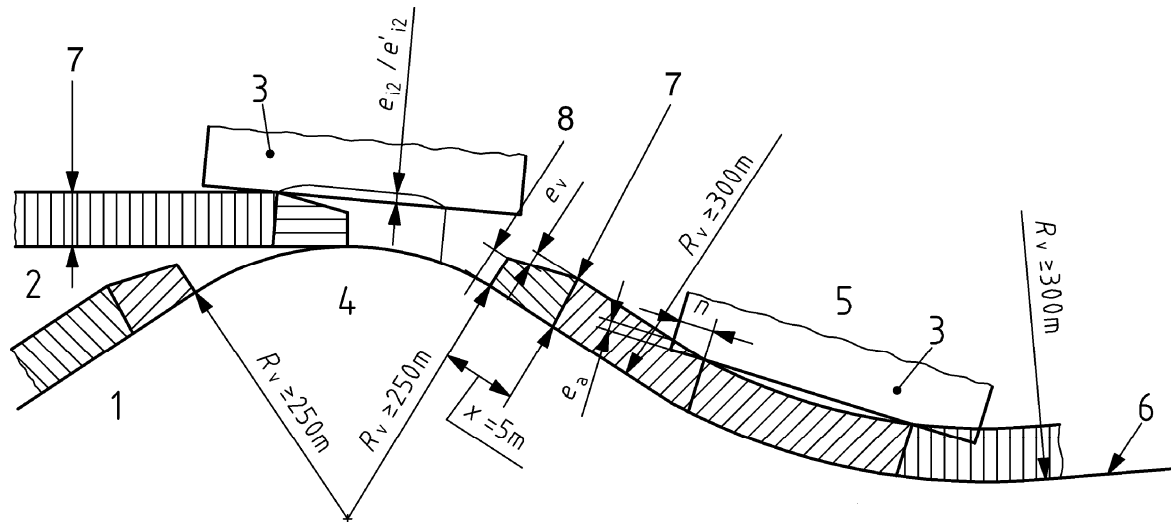
**Bild A.10 — Höhereinschränkungen  $e_a$  für die Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte**

Verringerte Werte der Höhereinschränkung für  $e_i$  für Querschnitte zwischen den Endradsätzen bzw. zwischen den Drehzapfen, die bei bestimmten Fahrzeugen für das Befahren von Neigungswechseln einschließlich Ablaufbergen zu berücksichtigen sind, siehe Bild A.11.

Diese verringerten Werte sind nur bei gewissen Güterwagenbauarten zugelassen, falls diese einen größeren Raum in Anspruch nehmen als den, der sich bei Anwendung der Regelwerte ergibt. Dies sind z. B. Taschenwagen für den kombinierten Verkehr sowie Wagen gleicher oder ähnlicher Bauart.

Die Benutzung dieser reduzierten Werte kann zur Folge haben, dass besondere Vorsichtsmaßnahmen in gewissen Rangierbahnhöfen zu treffen sind, bei denen Talbremsen am Fuß einer Ablauframpe vorhanden sind.

Für diese Fahrzeuge ändert sich das Maß  $x$  auf 5 m.



### Legende

- 1 herkömmlicher Ablaufberg
- 2 Ablauframpe
- 3 Fahrzeug
- 4 Kuppe
- 5 Wanne
- 6 Lauffebene
- 7 0,115 m oder 0,125 m
- 8 0,065 m oder 0,075 m

**Bild A.11 — Verringerte Höhereinschränkungen im Bereich von Kuppen und Wannen**

$$e_{12} = \frac{n}{a} \cdot \frac{(a-n-5)^2}{500}, \text{ wenn } a \leq 15,80 \text{ m und } n < \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.11})$$

$$e_{12} = \frac{(a-5)^3}{3375 \cdot a}, \text{ wenn } a \leq 15,80 \text{ m und } n \geq \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.12})$$

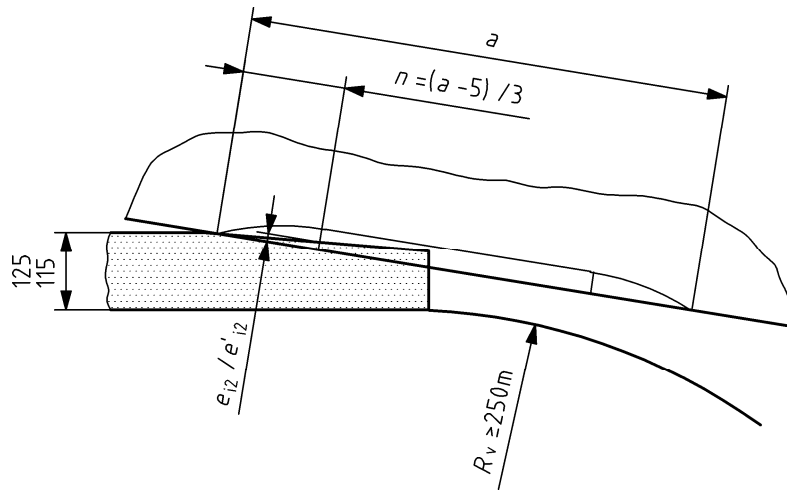
$$e'_{12} = \left[ \frac{27}{4} \frac{n}{a-5} \right] \left[ 1 - \frac{n}{a-5} \right]^2 \left[ \frac{a^2}{3375} - 0,05 \right], \text{ wenn } a > 15,80 \text{ m und } n < \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.13})$$

$$e'_{12} = \frac{a^2}{3375} - 0,05, \text{ wenn } a > 15,80 \text{ m und } n \geq \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.14})$$

2) Mit der Gleichung für  $n \geq \frac{a-5}{3}$  erhält man größere Einschränkungen oder ebenso große wie mit der Gleichung für

$$n < \frac{a-5}{3}.$$

Güterwagen müssen, wenn sie ablaufen dürfen, außerdem Kuppen mit einem Radius von 250 m und mehr befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter die Schienenoberkante hinabreicht. Diese Bedingung, die den mittleren Teil der Güterwagen betrifft, kommt zu jenen hinzu, die sich aus den Gleichungen  $e_1$  für lange Güterwagen ergeben (siehe Bild A.12).



Für Drehgestelle ist  $a = p$ .

#### Legende

$a$  0,115 m oder 0,125 m oder 0,080 m

**Bild A.12 — Einschränkungen  $e_{12}$  oder  $e'_{12}$  für die Querschnitte zwischen den Führungsquerschnitten bei langen Güterwagen**

$$e_1 = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} - 0,125 \right]_{>0} \quad (\text{A.15})$$

**Tabelle A.2 — Werte von  $e_i$  und  $e'_i$  (in mm) in Abhängigkeit von  $a$  und  $n$  (Angaben in m)**

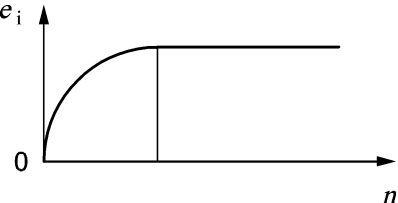
| $a \backslash n$ | > 6      | 5,5      | 5        | 4,5      | 4        | 3,5      | 3        | 2,5      | 2        | 1,5      | 1        | 0,5      | 0      |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 20               | 79<br>69 | 78<br>69 | 78<br>69 | 76<br>68 | 73<br>66 | 69<br>63 | 63<br>59 | 57<br>54 | 49<br>46 | 39<br>37 | 28<br>27 | 15<br>14 | 0<br>0 |
| 19,5             | 73<br>63 | 73<br>63 | 72<br>63 | 71<br>62 | 68<br>61 | 65<br>59 | 60<br>55 | 54<br>50 | 46<br>43 | 37<br>35 | 26<br>25 | 14<br>14 | 0<br>0 |
| 19               | 67<br>57 | 67<br>57 | 67<br>57 | 66<br>57 | 64<br>56 | 60<br>54 | 56<br>51 | 50<br>46 | 43<br>40 | 35<br>33 | 25<br>24 | 13<br>13 | 0<br>0 |
| 18,5             | 61<br>51 | 61<br>51 | 61<br>51 | 61<br>51 | 59<br>51 | 56<br>49 | 52<br>47 | 47<br>43 | 41<br>37 | 33<br>30 | 23<br>22 | 13<br>12 | 0<br>0 |
| 18               | 56<br>46 | 56<br>46 | 56<br>46 | 56<br>46 | 54<br>46 | 52<br>45 | 48<br>42 | 44<br>39 | 38<br>34 | 31<br>28 | 22<br>20 | 12<br>11 | 0<br>0 |
| 17,5             | 52<br>41 | 52<br>41 | 52<br>41 | 51<br>41 | 50<br>41 | 48<br>40 | 45<br>38 | 41<br>35 | 36<br>31 | 29<br>26 | 21<br>19 | 11<br>10 | 0<br>0 |
| 17               | 48<br>36 | 48<br>36 | 48<br>36 | 48<br>36 | 47<br>36 | 45<br>35 | 43<br>34 | 39<br>31 | 34<br>28 | 28<br>23 | 20<br>17 | 11<br>9  | 0<br>0 |
| 16,5             | 44<br>31 | 44<br>31 | 44<br>31 | 44<br>31 | 44<br>31 | 42<br>30 | 40<br>30 | 37<br>28 | 32<br>25 | 26<br>20 | 19<br>15 | 10<br>8  | 0<br>0 |
| 16               | 41<br>26 | 41<br>26 | 41<br>26 | 41<br>26 | 41<br>26 | 40<br>26 | 38<br>25 | 34<br>24 | 30<br>21 | 25<br>18 | 18<br>13 | 10<br>7  | 0<br>0 |
| 15,5             | 37<br>22 | 37<br>22 | 37<br>22 | 37<br>22 | 37<br>22 | 37<br>22 | 35<br>22 | 32<br>21 | 28<br>19 | 23<br>16 | 17<br>12 | 9<br>6   | 0<br>0 |
| 15               | 34<br>20 | 34<br>20 | 34<br>20 | 34<br>20 | 34<br>20 | 34<br>20 | 32<br>20 | 30<br>19 | 27<br>17 | 22<br>14 | 16<br>11 | 9<br>6   | 0<br>0 |
| 14,5             | 31<br>18 | 31<br>18 | 31<br>18 | 31<br>18 | 31<br>18 | 31<br>18 | 30<br>17 | 28<br>17 | 25<br>16 | 21<br>13 | 15<br>10 | 8<br>6   | 0<br>0 |
| 14               | 28<br>15 | 28<br>15 | 28<br>15 | 28<br>15 | 28<br>15 | 28<br>15 | 27<br>15 | 26<br>15 | 23<br>14 | 19<br>12 | 14<br>9  | 8<br>5   | 0<br>0 |

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

| <b>a \ n</b> | > 6      | 5,5      | 5        | 4,5      | 4        | 3,5      | 3        | 2,5      | 2        | 1,5      | 1       | 0,5    | 0      |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|
| 13,5         | 25<br>13 | 25<br>13 | 25<br>13 | 25<br>13 | 25<br>13 | 25<br>13 | 25<br>13 | 24<br>13 | 21<br>13 | 18<br>11 | 13<br>8 | 7<br>5 | 0<br>0 |
| 13           | 23<br>12 | 23<br>12 | 23<br>12 | 23<br>12 | 23<br>12 | 23<br>12 | 23<br>12 | 22<br>12 | 20<br>11 | 17<br>10 | 12<br>8 | 7<br>4 | 0<br>0 |
| 12,5         | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 20<br>10 | 18<br>10 | 15<br>9  | 12<br>7 | 7<br>4 | 0<br>0 |
| 12           | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 18<br>8  | 16<br>8  | 14<br>8  | 11<br>6 | 6<br>4 | 0<br>0 |
| 11,5         |          | 16<br>7  | 16<br>7  | 16<br>7  | 16<br>7  | 16<br>7  | 16<br>7  | 16<br>7  | 15<br>7  | 13<br>7  | 10<br>5 | 6<br>3 | 0<br>0 |
| 11           |          | 14<br>6  | 14<br>6  | 14<br>6  | 14<br>6  | 14<br>6  | 14<br>6  | 14<br>6  | 13<br>6  | 12<br>6  | 9<br>5  | 5<br>3 | 0<br>0 |
| 10,5         |          |          | 12<br>5  | 12<br>5  | 12<br>5  | 12<br>5  | 12<br>5  | 12<br>5  | 12<br>5  | 10<br>5  | 8<br>4  | 5<br>2 | 0<br>0 |
| 10           |          |          | 10<br>4  | 10<br>4  | 10<br>4  | 10<br>4  | 10<br>4  | 10<br>4  | 10<br>4  | 9<br>4   | 7<br>3  | 4<br>2 | 0<br>0 |
| 9,5          |          |          |          | 9<br>3   | 9<br>3   | 9<br>3   | 9<br>3   | 9<br>3   | 9<br>3   | 8<br>3   | 6<br>3  | 4<br>2 | 0<br>0 |
| 9            |          |          |          | 7<br>2   | 7<br>2   | 7<br>2   | 7<br>2   | 7<br>2   | 7<br>2   | 7<br>2   | 6<br>2  | 3<br>1 | 0<br>0 |
| 8,5          |          |          |          |          | 6<br>1   | 6<br>1   | 6<br>1   | 6<br>1   | 6<br>1   | 6<br>1   | 5<br>1  | 3<br>1 | 0<br>0 |
| 8            |          |          |          |          | 5<br>1   | 5<br>1   | 5<br>1   | 5<br>1   | 5<br>1   | 5<br>1   | 4<br>1  | 3<br>1 | 0<br>0 |
| 7,5          |          |          |          |          |          | 4<br>1   | 4<br>1   | 4<br>1   | 4<br>1   | 4<br>1   | 3<br>1  | 2<br>1 | 0<br>0 |

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

| $\begin{matrix} n \\ a \end{matrix}$ | > 6 | 5,5 | 5 | 4,5 | 4 | 3,5                                  | 3                                    | 2,5                                  | 2                                    | 1,5                                  | 1                                    | 0,5                                  | 0                                    |
|--------------------------------------|-----|-----|---|-----|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 7                                    |     |     |   |     |   | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |
| 6,5                                  |     |     |   |     |   |                                      | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |
| 6                                    |     |     |   |     |   |                                      |                                      |                                      |                                      | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |
| 5,5                                  |     |     |   |     |   |                                      |                                      |                                      |                                      | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |
| 5                                    |     |     |   |     |   |                                      |                                      |                                      |                                      | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |
| 4,5                                  |     |     |   |     |   |                                      |                                      |                                      |                                      | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$ |



$e_i$

0

$n$

$(a - 3)/3$  oder  $(a - 5)/3$

1

2

1 Regelwerte

2 eingeschränkte Werte

#### A.3.4.1.5.2 Fahrzeuge, die keine Ablaufberge befahren dürfen

Unbesetzte Reisezugwagen, für den internationalen Verkehr geeignete Güterwagen und unbeladene oder beladene Gepäckwagen müssen, wenn sie wegen ihrer Länge nicht ablaufen dürfen, dennoch die Bezugslinie GIC1 einhalten, wenn sie sich auf einem vertikal nicht gekrümmten Gleis befinden, um die Verwendung von Rangier- oder Hemmeinrichtungen zu ermöglichen. Die anderen Fahrzeuge müssen die Bezugslinie GIC2 einhalten.

#### A.3.4.1.6 Alle Fahrzeuge

Alle Fahrzeuge müssen Kuppen und Wannen mit einem Radius  $R_v \geq 500$  m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter die Schienenoberkante hinabreicht.

In seitlich außerhalb der Räder gelegenen Bereichen muss der Fahrzeugbau die Höhe über der Lauffläche um folgenden Wert erhöhen:

$$\left( dg_{iv} \text{ oder } dg_{av} - \frac{50\,000}{R_v} \right)_{>0} \text{ mit } R_v \geq 500 \text{ m.}$$

Zwischen den Führungsquerschnitten gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$\left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{1\,000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.16})$$

Außerhalb der Führungsquerschnitte gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$\left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{1\,000} - 0,08 \right]_{>0} \quad (\text{A.17})$$

#### A.3.4.1.7 Besondere Bedingungen

Folgende Sonderfälle sind zu berücksichtigen:

- 1) Neigungsaufrundungen bei Fahrzeugen mit automatischer Kupplung;
- 2) Knickwinkel für fähige Fahrzeuge, siehe A.3.7.

#### A.3.4.2 Ermittlung der größten Höhen über SO

Die größten Höhen über SO für ein leeres Fahrzeug ohne Verschleiß und seine Komponenten in der Nähe des oberen Bereichs der Begrenzungslinie  $h \geq 3,25$  m werden unter Berücksichtigung der in den nachfolgenden Absätzen beschriebenen vertikalen Verschiebungen festgelegt.

##### A.3.4.2.1 Einfluss der Verformungen der Strukturen

- Wagenkasten: Ausgenommen bei Güterwagen werden konstruktionsbedingte Wölbungen nach oben in Längsrichtung vernachlässigt.